



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

C30B 28/00 (2006.01)
C30B 29/04 (2006.01)
B01J 3/06 (2006.01)
C01B 31/06 (2006.01)
B05B 1/02 (2006.01)
B23B 27/20 (2006.01)
C04B 35/52 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009142848/05, 05.02.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.02.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 06.02.2008 JP 2008-026505;
 30.04.2008 JP 2008-118375;
 30.04.2008 JP 2008-118376;
 30.04.2008 JP 2008-118377;
 30.04.2008 JP 2008-118378;
 24.09.2008 JP 2008-244329

(43) Дата публикации заявки: 20.03.2012 Бюл. № 8

(45) Опубликовано: 10.07.2014 Бюл. № 19

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: JP 2003-292397 A, 15.10.2003; . SU 368937 A1, 08.02.1973. JP 2007-022888 A, 01.02.2007. JP 2004-131336 A, 30.04.2004. HITOSHI SUMIYA et al, High Pressure Synthesis of High-Purity Polycrystalline Diamonds by Direct Conversion from Various Carbon Materials and their Characterization, "The Review of High Pressure Science and Technology", (см. прод.)

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 06.09.2010

(86) Заявка РСТ:
JP 2009/051940 (05.02.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/099130 (13.08.2009)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
 ООО "Юридическая фирма Городиский и
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

САТО Такеси (JP),
 ЯМАМОТО Кацуо (JP),
 ТОДА Наохиро (JP),
 СУМИЯ Хитоси (JP),
 КОБАЯСИ Ютака (JP)

(73) Патентообладатель(и):

СУМИТОМО ЭЛЕКТРИК ИНДАСТРИЗ,
 ЛТД. (JP),
 СУМИТОМО ЭЛЕКТРИК ХАРДМЕТАЛ
 КОРП. (JP)

(54) ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ АЛМАЗ

(57) Реферат:

Изобретение относится к получению поликристаллического алмаза, который может быть использован при изготовлении

водоструйных сопел, гравировальных резцов для глубокой печати, скрайберов, алмазных режущих инструментов, скрайбирующих роликов.

Поликристаллический алмаз получают превращением и спеканием углеродного материала, имеющего графитоподобную слоистую структуру, под сверхвысоким давлением от 12 до 25 ГПа и при высокой температуре от 1800°С до 2600°С без добавления спекающей добавки или катализатора, причем спеченные алмазные зерна, составляющие этот поликристаллический алмаз, имеют средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и

чистоту 99% или более, а алмаз имеет диаметр зерна D_{90} , составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна $\times 0,9$) или менее, и твердость 100 ГПа или более. Полученный алмаз имеет пластинчатую или тонкослоистую структуру, за счет которой такой алмаз меньше предрасположен к разрушению, что предотвращает его неравномерный износ и истирание за короткое время. б н. и 7 з.п. ф-лы, 5 табл., 5 пр.

(56) (продолжение):

2006, vol.16, no.3, p.p.207-215. ВЕРЕЩАГИН Л.Ф., Синтетические алмазы и гидроэкструзия, Москва, Издательство "Наука", 1982, стр.49-51

R U 2 5 2 2 0 2 8 C 2

R U 2 5 2 2 0 2 8 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

- (51) Int. Cl.
C30B 28/00 (2006.01)
C30B 29/04 (2006.01)
B01J 3/06 (2006.01)
C01B 31/06 (2006.01)
B05B 1/02 (2006.01)
B23B 27/20 (2006.01)
C04B 35/52 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009142848/05, 05.02.2009**

(24) Effective date for property rights:
05.02.2009

Priority:

(30) Convention priority:
06.02.2008 JP 2008-026505;
30.04.2008 JP 2008-118375;
30.04.2008 JP 2008-118376;
30.04.2008 JP 2008-118377;
30.04.2008 JP 2008-118378;
24.09.2008 JP 2008-244329

(43) Application published: **20.03.2012 Bull. № 8**

(45) Date of publication: **10.07.2014 Bull. № 19**

(85) Commencement of national phase: **06.09.2010**

(86) PCT application:
JP 2009/051940 (05.02.2009)

(87) PCT publication:
WO 2009/099130 (13.08.2009)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
SATO Takesi (JP),
JaMAMOTO Katsuko (JP),
TODA Naokhiro (JP),
SUMIJa Khitosi (JP),
KOBAJaSI Jutaka (JP)

(73) Proprietor(s):
SUMITOMO EhLEKTRIK INDASTRIZ, LTD.
(JP),
SUMITOMO EhLEKTRIK KhARDMETAL
KORP. (JP)

(54) **PCD DIAMOND**

(57) Abstract:
FIELD: process engineering.
SUBSTANCE: invention relates to PCD diamond to be used in production of water-jet ejectors, engraving cutters for intaglio, scribes, diamond cutters and scribing rollers. PCD diamond is produced by conversion and sintering of carbon material of graphite-like laminar structure at superhigh pressure of up to 12-25 GPa and 1800-2600°C without addition of sintering additive of catalyst. Note here that sintered diamond

grains that make this PCD diamond feature size over 50 nm and less than 2500 nm and purity of 99% or higher. Diamond features grain diameter D90 making (grain mean size plus grain mean size × 0.9) or less and hardness of 100 GPa or higher.

EFFECT: diamond features laminar or fine-layer structure, ruled out uneven wear, decreased abrasion.

15 cl, 5 tbl, 5 ex

RU 2 522 028 C2

RU 2 522 028 C2

Область техники

[0001] Настоящее изобретение относится к поликристаллическому алмазу, полученному превращением и спеканием неалмазного углерода без добавления спекающей добавки или катализатора.

5 Уровень техники

[0002] Природные и искусственные монокристаллические алмазы до сих пор используют по различным назначениям благодаря их превосходным свойствам. Инструментом, включающим монокристаллический алмаз, является, например, водоструйное сопло (патентный документ 1), гравировальный резец для глубокой печати (патентные документы 2 и 3), скрайбер (патентный документ 4), алмазный режущий инструмент (патентные документы 5 и 6) или скрайбирующий ролик (патентный документ 7).

[0003] Однако такой монокристаллический алмаз обладает свойством, состоящим в том, что потери на истирание различаются (неравномерный износ) в зависимости от ориентаций кристаллов алмаза. Например, потеря на истирание значительно меняется между плоскостью (111) и плоскостью (100). По данной причине монокристаллический алмаз, используемый в таких описанных выше инструментах, изнашивается только в конкретной плоскости за короткое время по мере того, как эти инструменты применяют, и заданные эффекты не обеспечиваются, что являлось проблемой.

20 [0004] Монокристаллический алмаз также имеет свойство раскалывания вдоль плоскости (111). По этой причине, когда монокристаллический алмаз применяют в инструменте, подвергаемом при использовании механическому напряжению, инструмент ломается или трескается, что также являлось проблемой.

[0004] Чтобы бороться со свойством неравномерного износа и свойством раскалывания монокристаллического алмаза, можно использовать спеченный алмаз. Такой спеченный алмаз получают спеканием мелких кристаллических алмазов («алмазных зерен») с металлическим связующим, таким как кобальт, и, следовательно, это металлическое связующее присутствует среди алмазных зерен. Область металлического связующего мягче, чем алмазные зерна, и поэтому за короткое время изнашивается. Поскольку количество связующего уменьшается, алмазные зерна отрываются, и эффекты не обеспечиваются стабильно в течение длительного периода времени. Также существует проблема, состоящая в том, что происходит адгезионный износ между областью металлического связующего и обрабатываемым металлическим материалом, и поэтому невозможно проводить обработку в течение длительного периода времени.

[0005] Чтобы решить такую проблему, вызванную металлическим связующим, можно получить не содержащий связующего спеченный алмаз путем растворения металлического связующего кислотой, тем самым удаляя металлическое связующее. Однако удаление металлического связующего снижает способность связывания алмазных зерен, что, наиболее вероятно, увеличивает потерю на истирание.

Что касается поликристаллического алмаза, не содержащего металлического связующего, то существует поликристаллический алмаз, полученный химическим осаждением из газовой или паровой фазы (CVD). Однако данный поликристаллический алмаз имеет небольшую прочность связывания между кристаллами и, следовательно, страдает от больших потерь на истирание, что являлось проблемой.

[0006] Далее конкретно описываются вышеописанные инструменты.

Водоструйное сопло, включающее монокристаллический алмаз, имело проблему, состоящую в том, что целевая ширина резания больше не достигалась после истечения

времени использования.

Это обусловлено следующим механизмом. В таком сопле, состоящем из монокристаллического алмаза, кристаллы алмаза на внутренней поверхности канала сопла имеют различную ориентацию кристаллов относительно окружения. Сопло, имеющее форму цилиндра на начальной стадии использования, страдает от истирания в чувствительной к истиранию плоскости за короткое время. В результате цилиндрическая форма сопла теряется, и внутренняя поверхность расширяется до формы многоугольника, такого как шестиугольник.

[0007] Чтобы бороться с такой деформацией до формы многоугольника, вызванной неравномерным износом, можно использовать спеченный алмаз (патентный документ 8). Однако это вызывает отрыв алмазных зерен при снижении количества связующего, как описано выше, и канал сопла расширяется. Таким образом, ширина резания не обеспечивается стабильно в течение длительного периода времени, что является проблемой. В частности, водоструйное сопло, предназначенное для обеспечения увеличенной эффективности резания, сконструировано для выброса содержащей воду и жесткие частицы (оксида алюминия или т.п.) жидкости под высоким давлением. В результате, область металлического связующего, которая мягче, чем алмазные зерна, изнашивается за короткое время, и ширина резания не обеспечивается стабильно в течение длительного периода времени, что является проблемой.

Для покрытия внутренней поверхности сопла поликристаллическим алмазом, не содержащим металлического связующего, можно использовать способ, в котором внутреннюю поверхность канала металлического сопла покрывают не содержащей металлического связующего тонкой алмазной пленкой методом CVD (химическим осаждением из газовой фазы), как описано выше (смотри патентный документ 9). Однако такая тонкая алмазная пленка имеет короткий срок службы до износа и обладает небольшой прочностью связывания зерен и, следовательно, обладает коротким сроком службы до износа, что являлось проблемой.

[0008] Другим примером является гравировальный резец для глубокой печати, в котором природный или синтетический монокристаллический алмаз используют в качестве материала гравировального резца (см. патентные документы 2 и 3). Однако, возможно из-за того, что такой алмаз обладает свойством раскалывания, при использовании такой инструмент ломается или трескается под нагрузкой, что является проблемой. Из-за свойства неравномерного износа такой алмаз изнашивается только в определенной плоскости за короткое время по мере использования инструмента, и поэтому обработку нельзя проводить в течение длительного периода времени, что также являлось проблемой.

[0009] Еще одним примером является скрайбер (разметочный инструмент), включающий монокристаллический алмаз. Например, как показано в патентном документе 4, имеющий форму многоугольника монокристаллический алмаз используют для разметки монокристаллических подложек, стеклянных подложек и т.п. вершиной многоугольника, служащей в качестве лезвия. Такой скрайбер, состоящий из монокристаллического алмаза, изготавливают обработкой монокристаллического алмаза так, что плоскость (111), которая является наиболее устойчивой к истиранию об обрабатываемую заготовку, которую необходимо разметить и которая состоит из монокристаллического материала, такого как сапфир, располагают особым образом, устанавливая параллельно заготовке, которую необходимо разметить.

Однако, возможно из-за того, что монокристаллический алмаз обладает свойством раскалывания вдоль плоскости (111), как описано выше, скрайберы, состоящие из

монокристаллического алмаза, трескаются или неравномерно изнашиваются, когда используемая для разметки плоскость лишь незначительно отклоняется от плоскости (111), что являлось проблемой.

5 [0010] Еще одним примером является алмазный режущий инструмент, в котором природный или синтетический монокристаллический алмаз используют в качестве материала для инструмента (смотри патентные документы 5 и 6). Однако из-за проблем, связанных со свойствами раскалывания и неоднородного износа монокристаллического алмаза, как описано выше, такой состоящий из монокристаллического алмаза инструмент обладает проблемой, состоящей в том, что при использовании инструмент
10 ломается или трескается из-за нагрузки, изнашивается только в конкретной плоскости за короткое время по мере использования инструмента, и обработку в течение длительного времени проводить невозможно.

[0011] Еще одним примером является скрайбирующий ролик, в котором монокристаллический алмаз используют в качестве материала скрайбирующего ролика.
15 Например, как показано в патентном документе 7, линии разметки формируют на хрупком материале, таком как стекло для жидкокристаллических панелей, с помощью V-образной кромки ролика, служащей в качестве режущей кромки.

[0012] Однако, как и в случае с другими инструментами, при использовании такой скрайбирующий ролик ломается или трескается вследствие нагрузки из-за проблемы,
20 связанной со свойством раскалывания монокристаллического алмаза, что являлось проблемой.

Из-за свойства неравномерного износа такой инструмент изнашивается только в конкретной плоскости за короткое время по мере использования инструмента, и при этом невозможно использование инструмента в течение длительного периода времени,
25 что являлось проблемой. Состоящий из монокристаллического алмаза скрайбирующий ролик имеет V-образную кромку, в которой кристаллы имеют различные ориентации в окружном направлении. Таким образом, кромка, имеющая форму правильного круга на начальной стадии использования, изнашивается в подверженной износу плоскости за короткое время, и правильная круговая форма деформируется в форму
30 многоугольника. В результате, ролик больше не может катиться, что являлось проблемой.

[0013] Чтобы бороться со свойствами раскалывания и неравномерного износа в вышеописанных различных инструментах, в качестве материала для таких инструментов можно использовать спеченную алмазную прессовку, содержащую металл, служащий
35 в качестве связующего (патентные документы 7 и 10).

Однако, даже несмотря на то что используется спеченный алмаз, склонны возникать следующие проблемы: область металлического связующего, содержащая кобальт или т.п., мягче, чем алмазные зерна, и, следовательно, изнашивается за короткое время, и происходит адгезионный износ между областью металлического связующего и
40 обрабатываемым металлическим материалом, таким как медь, и обработка в течение длительного времени становится невозможной. Такое металлическое связующее в спеченной алмазной прессовке можно удалить, растворяя металлическое связующее кислотой. Однако это снижает способность к связыванию алмазных зерен, что, весьма вероятно, увеличивает потерю на истирание.

45 Поликристаллический алмаз, который получают методом CVD и который не содержит металлического связующего, имеет маленькую прочность сцепления между зернами и, следовательно, вероятно имеет проблему, состоящую в том, что такой алмаз имеет короткий срок службы до износа.

[0014] Цитированные документы

Патентный документ 1: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2000-061897

5 Патентный документ 2: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2006-123137

Патентный документ 3: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2006-518699

Патентный документ 4: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2005-289703

10 Патентный документ 5: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2004-181591

Патентный документ 6: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2003-025118

15 Патентный документ 7: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2007-031200

Патентный документ 8: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 10-270407

Патентный документ 9: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2006-159348

20 Патентный документ 10: Международная публикация № 2003/051784.

Раскрытие изобретенияПроблемы, решаемые изобретением

[0015] Принимая во внимание описанные выше проблемы, задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить поликристаллический алмаз, применимый
25 в разнообразных областях использования, а также водоструйное сопло, гравировальный резец для глубокой печати, скрайбер, алмазный режущий инструмент и скрайбирующий ролик, которые включают такой поликристаллический алмаз.

В частности, задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить водоструйное сопло, которое обеспечивает ширину резания стабильно в течение
30 длительного периода времени, гравировальный резец для глубокой печати, скрайбер, алмазный режущий инструмент и скрайбирующий ролик, которые делают возможной стабильную обработку в течение длительного периода времени по сравнению с обычными инструментами, включающими монокристаллические алмазы и спеченные алмазные прессовки, содержащие металлические связующие.

35 Средства решения проблем

[0016] Для решения описанных выше проблем авторы настоящего изобретения провели всесторонние исследования. В результате, они обнаружили, что поликристаллический алмаз, не содержащий металлического связующего, такого как кобальт, имеющий средний диаметр зерна больше 50 нм и меньше 2500 нм, чистоту
40 99% или выше и диаметр зерна D90 спека, составляющий (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, выгодно применим в разнообразных областях использования. Таким образом, они осуществили настоящее изобретение.

Конкретно, настоящее изобретение нацелено, как описано ниже, на поликристаллический алмаз, водоструйное сопло, гравировальный резец для глубокой
45 печати, скрайбер, алмазный режущий инструмент и скрайбирующий ролик, которые включают такой поликристаллический алмаз и позволяют выполнять стабильную обработку в течение длительного периода времени.

[0017] <Поликристаллический алмаз>

(1) Поликристаллический алмаз, полученный превращением и спеканием неалмазного углерода под сверхвысоким давлением и при высокой температуре без добавления спекающей добавки или катализатора, причем спеченные алмазные зерна, составляющие поликристаллический алмаз, имеют средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и чистоту 99% или более, и алмаз имеет диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна \times 0,9) или менее.

(2) Поликристаллический алмаз по вышеприведенному пункту (1), причем спеченные алмазные зерна имеют диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна \times 0,7) или менее.

(3) Поликристаллический алмаз по вышеприведенному пункту (1), причем спеченные алмазные зерна имеют диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна \times 0,5) или менее.

(4) Поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(3), причем поликристаллический алмаз имеет твердость 100 ГПа или более.

(5) Поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(4), причем неалмазный углерод представляет собой углеродный материал, имеющий графитоподобную слоистую структуру.

[0018] <Водоструйное сопло>

(6) Водоструйное сопло, включающее поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(5).

(7) Водоструйное сопло по вышеприведенному пункту (6), причем внутренняя поверхность сформированного в поликристаллическом алмазе канала сопла, через который проходит водоструйная текучая среда, имеет поверхностную шероховатость Ra в 300 нм или менее.

(8) Водоструйное сопло по вышеприведенному пункту (6) или (7), причем сформированный в поликристаллическом алмазе канал сопла имеет диаметр, составляющий 10 мкм или более и 500 мкм или менее.

(9) Водоструйное сопло по любому из вышеприведенных пунктов (6)-(8), причем отношение (L/D) размера сопла (L) к диаметру сформированного в поликристаллическом алмазе канала сопла (D) составляет от 10 до 500.

(10) Водоструйное сопло по вышеприведенному пункту (6) или (7), причем сформированный в поликристаллическом алмазе канал сопла имеет диаметр, составляющий более 500 мкм и 5000 мкм или менее.

(11) Водоструйное сопло по любому из вышеприведенных пунктов (6), (7) и (10), причем отношение (L/D) размера сопла (L) к диаметру сформированного в поликристаллическом алмазе канала сопла (D) составляет от 0,2 до 10.

[0019] <Гравировальный резец для глубокой печати>

(12) Гравировальный резец для глубокой печати, включающий поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(5).

[0020] <Скрайбер>

(13) Скрайбер, включающий поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(5).

(14) Скрайбер по вышеприведенному пункту (13), причем режущая кромка на наконечнике скрайбера имеет форму многоугольника, включающего три или более грани, и эти грани многоугольника, частично или полностью, используются в качестве лезвия.

[0021] <Алмазный режущий инструмент>

(15) Алмазный режущий инструмент, включающий поликристаллический алмаз по

любому из вышеприведенных пунктов (1)-(5).

[0022] <Скрайбирующий ролик>

(16) Скрайбирующий ролик, включающий поликристаллический алмаз по любому из вышеприведенных пунктов (1)-(5).

5 Преимущества

[0023] Поликристаллический алмаз по настоящему изобретению не подвержен неравномерному износу и поэтому применим в различных областях использования.

Водоструйное сопло по настоящему изобретению может обеспечить стабильную ширину резания в течение длительного периода времени по сравнению с обычными
10 соплами, включающими монокристаллические алмазы и спеченные алмазные прессовки, содержащие металлические связующие.

Гравировальный резец для глубокой печати, скрайбер, алмазный режущий инструмент и скрайбирующий ролик по настоящему изобретению делают возможной стабильную
15 обработку в течение длительного периода времени по сравнению с обычными инструментами, включающими монокристаллические алмазы и спеченные алмазные прессовки, содержащие металлические связующие.

Лучшие варианты осуществления изобретения

[0024] Ниже подробно описывается поликристаллический алмаз по настоящему изобретению.

20 Поликристаллический алмаз по настоящему изобретению представляет собой по существу однофазный алмаз (чистотой 99% или более) и не содержит металлического связующего, такого как кобальт. Такой поликристаллический алмаз можно получить, непосредственно превращая и одновременно спекая служащий в качестве исходного
25 материала неалмазный углерод, такой как графит, стеклоуглерод или аморфный углерод, в алмаз под сверхвысоким давлением и при высокой температуре (температура: от 1800°C до 2600°C, давление: от 12 до 25 ГПа) без катализатора или растворителя. Полученный в результате поликристаллический алмаз не подвергается неравномерному износу, который действительно происходит в монокристаллах.

[0025] Следует отметить, что известен способ, при котором поликристаллический
30 алмаз получают из алмазного порошка или графита, служащих в качестве исходного материала. Конкретно, способы, которыми получают поликристаллические алмазы из алмазного порошка, служащего в качестве исходного материала, и поликристаллические алмазы, полученные данными способами, раскрыты в приведенных ниже ссылках 1-4.

Ссылка 1: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2006-007677.

35 Ссылка 2: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2002-187775.

Ссылка 3: патент Японии № 3855029.

Ссылка 4: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2004-168554.

[0026] Ссылка 1 описывает поликристаллический алмаз, и составляющие этот
40 поликристаллический алмаз алмазные зерна имеют средний диаметр зерна от 80 нм до 1 мкм, что находится в диапазоне, определенном настоящим изобретением. Однако в ссылке 1 указывается, что поликристаллический алмаз был получен способом, описанным в ссылке 2. В ссылке 2 указывается, что поликристаллический алмаз получают способом спекания алмазного порошка с карбонатом, служащим в качестве
45 спекающей добавки, и этот карбонат остается в полученном в результате поликристаллическом алмазе после спекания. Следовательно, структура поликристаллического алмаза, описанного в ссылке 1, отличается от структуры поликристаллического алмаза по настоящему изобретению.

[0027] Другой способ спекания алмазного порошка со спекающей добавкой описан

в ссылке 3. Однако в ссылке 3 указывается, что с помощью ИК спектров было установлено, что спекающая добавка частично остается в полученном этим способом поликристаллическом алмазе. Следовательно, структура данного поликристаллического алмаза также отличается от структуры поликристаллического алмаза по настоящему изобретению. В ссылке 4 указывается, что спеки из ссылок 2 и 3 по прочности хуже, чем спек без спекающей добавки по настоящему изобретению. Таким образом, ссылка 4 показывает, что спек по настоящему изобретению является превосходным.

[0028] Приведенная выше ссылка 4 также описывает способ получения поликристаллического алмаза, в котором не используют спекающую добавку. Данный способ использует алмазный микропорошок в качестве исходного материала, и диаметр зерна полученного в результате спека составляет 100 нм или менее, что находится в диапазоне, определенном настоящим изобретением. Однако в настоящем изобретении в качестве исходного материала используется неалмазный углерод. В частности, когда в качестве исходного материала используется углеродный материал, имеющий графитоподобную слоистую структуру, может быть обеспечен поликристаллический алмаз, имеющий особую структуру, называемую пластинчатой или тонкослоистой структурой (от англ. «lamellar structure»), которая не присутствует в поликристаллическом алмазе по ссылке 4. В нижеупомянутой ссылке 5 указывается, что в области, имеющей такую пластинчатую структуру, распространение трещин подавляется. Это демонстрирует, что поликристаллический алмаз по настоящему изобретению меньше предрасположен к разрушению, чем алмаз, описанный в ссылке 4.

В заключение, поликристаллический алмаз по настоящему изобретению полностью отличен по структуре от алмазных спеков, которые были описаны ранее, и в результате обладает механическими характеристиками, которые намного превосходят характеристики последних.

[0029] Ниже следуют примеры ссылок, описывающих способы получения поликристаллических алмазов, в которых неалмазный углеродный материал, служащий в качестве исходного материала, превращают и спекают без добавления спекающей добавки или катализатора при сверхвысоком давлении в 12 ГПа или более и при высокой температуре в 2200°C или более, как и в настоящем изобретении.

Ссылка 5: технический обзор SEI, 165 (2004) 68 (Sumiya et al.).

Ссылка 6: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2007-22888.

Ссылка 7: публикация нерассмотренной заявки на патент Японии № 2003-292397.

[0030] Из алмазов, полученных способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, изготавливали различные инструменты и оценивали эксплуатационные характеристики полученных в результате инструментов. Возможно из-за того, что алмаз, описанный в ссылке 5, содержит аномально выросшие зерна, имеющие диаметр примерно в 10 раз больше среднего диаметра зерна, а алмаз, описанный в ссылке 6, содержит крупные алмазные зерна, которые преобразовались из добавленного крупнозернистого материала, оценка выявила, что участки с такими крупными зернами изнашивались крайне быстро.

Затем были проведены тщательные исследования относительно того, как исключить такие изнашивающиеся крайне быстро участки, и было обнаружено, что необходимо контролировать распределение диаметров спеченных зерен, составляющих поликристаллический алмаз. Соответственно, различные инструменты, полученные с контролируемыми распределениями диаметров зерна, не имели крайне быстро изнашивающихся зерен и проявили стабильные эксплуатационные характеристики в течение длительного периода времени. Алмаз, описанный в ссылке 7, обладает

аномальным ростом зерен, вероятно из-за того, что способ его получения аналогичен способу из ссылки 5. Алмаз, описанный в ссылке 7, также имеет проблему, аналогичную отмеченной в ссылке 5.

5 [0031] Вышеописанную проблему можно решить, используя поликристаллический алмаз, в котором спеченные зерна, составляющие поликристаллический алмаз, имеют средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и чистоту 99% или более, а спек имеет диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее. Это обусловлено тем, что аномальный износ подавляется при выполнении диаметра зерна D90 спеченных зерен поликристаллического алмаза

10 составляющим (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее.

[0032] Средний диаметр зерна в настоящем изобретении представляет собой среднечисленный диаметр зерна, определенный с помощью просвечивающего электронного микроскопа (ПЭМ). Средний диаметр зерна и диаметр зерна D90 можно контролировать, регулируя диаметр зерна исходного материала или условия спекания.

15 [0033] Далее следуют конкретные значения для среднего диаметра зерна и диаметра зерна D90, которые удовлетворяют вышеописанному соотношению в поликристаллическом алмазе.

Пример 1: когда средний диаметр зерна составляет 60 нм, диаметр зерна D90 составляет 114 нм или менее.

20 Пример 2: когда средний диаметр зерна составляет 100 нм, диаметр зерна D90 составляет 190 нм или менее.

Пример 3: когда средний диаметр зерна составляет 500 нм, диаметр зерна D90 составляет 950 нм или менее.

[0034] Диаметр зерна D90 более предпочтительно составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее, а еще более предпочтительно - (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее.

30 Когда средний диаметр зерна составляет 50 нм или менее или 2500 нм или более, твердость становится меньшей чем 100 ГПа, и изнашивание вызывается в течение короткого периода времени, а следовательно, ширину резания не получают со стабильностью в течение длительного периода времени.

[0035] Далее будет подробно описано водоструйное сопло по настоящему изобретению.

Поскольку материал сопла по настоящему изобретению представляет собой вышеописанный поликристаллический алмаз по настоящему изобретению, водоструйное

35 сопло по настоящему изобретению не подвергается неравномерному износу, как это происходит в соплах, состоящих из монокристаллов.

[0036] Авторы настоящего изобретения изготовили сопла из алмазов, полученных способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, и определили ширины резания данных сопел. Это определение выявило, что алмазы, полученные в соответствии с

40 данными ссылками, содержат крупные зерна, как описано выше, и, следовательно, участки, соответствующие таким крупным зернам, изнашиваются крайне быстро. В данном случае на таких участках скорость потока водной струи уменьшается и изменяется направление потока. В результате ширина резания уменьшается или увеличивается с течением времени резания, и ширина резания не является стабильной,

45 и, следовательно, не обеспечивается желательная ширина резания, что являлось проблемой.

[0037] Авторы изобретения обнаружили, что для получения стабильной желаемой ширины резания необходимо исключить такие изнашивающиеся крайне быстро участки,

и это достигается контролем распределения диаметров зерен спека. Конкретнее, изнашивающиеся крайне быстро зерна исключаются в соплах, состоящих из алмаза с контролируемым распределением диаметров зерен, причем этот алмаз является поликристаллическим алмазом по настоящему изобретению, в котором

5 поликристаллический алмаз имеет средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и чистоту 99% или более, а спек имеет диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее. Таким образом, вышеуказанная проблема была решена с помощью такого сопла, и использование такого сопла может обеспечить желаемую ширину резания стабильно в течение длительного периода

10 времени.

[0038] Поликристаллический алмаз, используемый для водоструйного сопла по настоящему изобретению, предпочтительно имеет средний диаметр зерна и диаметр зерна D90, которые соответственно удовлетворяют вышеописанным диапазонам.

Диаметр зерна D90 спека желателно выбирают в соответствии со средним диаметром

15 жестких частиц, содержащихся в текучей среде, используемой для обработки напорной водной струей. Когда средний диаметр жестких частиц по существу равен или меньше среднего диаметра зерна структуры спека, стабильная ширина резания не обеспечивается в течение длительного периода времени. Это происходит потому, что при соударении со структурой спека жесткие частицы соударяются не с множеством, а с одной

20 единственной поверхностью зерна спека, и когда эта поверхность имеет подверженную износу ориентацию кристалла, зерно изнашивается крайне быстро. По данной причине диаметр зерен D90 спека сопла выбирают так, чтобы он составлял 1/10 или менее от диаметра жестких частиц.

Это показано следующим ниже примером с конкретными значениями.

25 Пример 4: когда диаметр жестких частиц составляет 50 мкм, D90 составляет 5 мкм или менее.

[0039] Поликристаллический алмаз, образующий водоструйное сопло, предпочтительно имеет твердость 100 ГПа или более. Когда поликристаллический алмаз имеет твердость менее 100 ГПа, сопло имеет более короткий срок службы.

30 Внутренняя поверхность канала сопла, через который проходит водоструйная текучая среда, имеет поверхностную шероховатость Ra в 300 нм или менее. Когда поверхностная шероховатость Ra составляет более 300 нм, сопло имеет более короткий срок службы.

[0040] Когда сформированный в поликристаллическом алмазе канал сопла имеет

35 диаметр 10 мкм или более и 500 мкм или менее, отношение (L/D) размера сопла (L) к диаметру канала сопла (D) предпочтительно составляет от 10 до 500.

Когда сформированный в поликристаллическом алмазе канал сопла имеет диаметр более чем 500 мкм и 5000 мкм или менее, отношение (L/D) размера сопла (L) к диаметру канала сопла (D) предпочтительно составляет от 0,2 до 10.

40 [0041] Далее будет подробно описан гравировальный резец для глубокой печати по настоящему изобретению.

Поскольку материал гравировального резца для глубокой печати по настоящему изобретению представляет собой вышеописанный поликристаллический алмаз по настоящему изобретению, гравировальный резец для глубокой печати по настоящему

45 изобретению не подвергается неравномерному износу, что происходит в гравировальных резцах для глубокой печати, состоящих из монокристаллов.

[0042] Авторы настоящего изобретения изготовили гравировальные резцы с алмазами, полученными способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, и проверили

работоспособность данных гравировальных резцов. Эта проверка выявила, что алмазы, полученные способами, описанными в данных ссылках, содержат крупные зерна, как описано выше, и, следовательно, участки, соответствующие таким крупным зернам, изнашиваются крайне быстро. В данном случае такие участки вызывают полосчатые царапины на обрабатываемом металле, и, следовательно, желаемая обработка невозможна, что представляло собой проблему.

[0043] Авторы изобретения обнаружили, что для обеспечения возможности желаемой стабильной обработки необходимо исключить такие крайне быстро изнашивающиеся участки, и это достигается контролем распределения диаметров зерен спека. Соответственно, изготавливали гравировальный резец, включающий поликристаллический алмаз с контролируемым распределением диаметров зерен по настоящему изобретению. Изнашивающиеся крайне быстро зерна в данном гравировальном резце исключили и добились желаемой стабильной обработки гравировальным резцом в течение длительного периода времени.

[0044] Поликристаллический алмаз по настоящему изобретению включает спеченные алмазные зерна, имеющие диаметр зерна D_{90} , составляющий (средний диаметр зерна $+ 0,9 \times$ средний диаметр зерна) или менее. В результате можно подавить аномальный износ.

Поликристаллический алмаз, составляющий гравировальный резец для глубокой печати, предпочтительно имеет твердость 100 ГПа или более. Когда поликристаллический алмаз имеет твердость менее 100 ГПа, гравировальный резец имеет более короткий срок службы. Когда средний диаметр зерна составляет 50 нм или менее или 2500 нм или более, твердость становится меньшей чем 100 ГПа, и изнашивание происходит за короткий период времени, и, следовательно, стабильная обработка в течение длительного периода времени невозможна.

[0045] Далее будет подробно описан скрайбер по настоящему изобретению.

Поскольку материал скрайбера по настоящему изобретению представляет собой вышеописанный поликристаллический алмаз по настоящему изобретению, скрайбер по настоящему изобретению не подвергается неравномерному износу, что происходит в скрайберах, состоящих из монокристаллов.

[0046] Приведенная выше ссылка 1 описывает скрайбер, состоящий из поликристаллического алмаза, и составляющие поликристаллический алмаз алмазные зерна данного скрайбера имеют средний диаметр зерна от 80 нм до 1 мкм, что находится в диапазоне, определенном настоящим изобретением. Однако, как описано выше, поликристаллический алмаз, изготовленный способом получения, описанным в ссылке 1 (ссылке 2), содержит остающийся после спекания карбонат. Поэтому такой поликристаллический алмаз отличается по структуре от поликристаллического алмаза по настоящему изобретению.

[0047] Авторы настоящего изобретения изготовили скрайберы из алмазов, полученных способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, и проверили работоспособность данных скрайберов. Эта проверка выявила, что алмазы, полученные способами, описанными в данных ссылках, содержат крупные зерна, как описано выше, и, следовательно, участки, соответствующие таким крупным зернам, изнашиваются крайне быстро.

Авторы изобретения обнаружили, что для обеспечения возможности желаемой стабильной обработки необходимо исключить такие изнашивающиеся крайне быстро участки, и это достигается контролем распределения диаметров зерен спека. Соответственно, изготавливали скрайбер, включающий поликристаллический алмаз с

контролируемым распределением диаметров зерен по настоящему изобретению. Изнашивающиеся крайне быстро зерна в данном скрайбере исключили и добились желаемой стабильной обработки скрайбером в течение длительного периода времени.

5 [0048] Поликристаллический алмаз, составляющий скрайбер, предпочтительно имеет твердость 100 ГПа или более. Когда средний диаметр зерна составляет 50 нм или менее или 2500 нм или более, твердость становится меньшей чем 100 ГПа. Когда твердость составляет менее 100 ГПа, изнашивание происходит за короткий период времени, следовательно, стабильная обработка в течение длительного периода времени невозможна, и такой скрайбер имеет более короткий срок службы.

10 [0049] Далее будет подробно описан алмазный режущий инструмент по настоящему изобретению.

Поскольку поликристаллический алмаз, служащий в качестве материала алмазного инструмента по настоящему изобретению, представляет собой вышеописанный поликристаллический алмаз по настоящему изобретению, поликристаллический алмаз 15 является по существу однофазным алмазом (чистота 99% или более) и не содержит металлического связующего, такого как кобальт. По этой причине алмазный режущий инструмент по настоящему изобретению не подвергается неравномерному износу, что происходит в алмазных инструментах, включающих монокристаллы.

[0050] Авторы настоящего изобретения изготовили алмазные режущие инструменты 20 из алмазов, полученных способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, и проверили работоспособность данных инструментов. Эта проверка выявила, что алмазы, полученные способами, описанными в данных ссылках, содержат крупные зерна, как описано выше, и, следовательно, участки, соответствующие таким крупным зернам, изнашиваются крайне быстро. В данном случае такие участки вызывают 25 полосчатые царапины или т.п. на обрабатываемом металле, и, следовательно, желаемая обработка невозможна, что представляло собой проблему.

[0051] Авторы изобретения обнаружили, что для обеспечения возможности желаемой стабильной обработки необходимо исключить такие крайне быстро изнашивающиеся 30 участки, и это достигается контролем распределения диаметров зерен спека.

Соответственно, изготавливали алмазный инструмент, включающий поликристаллический алмаз с контролируемым распределением диаметров зерен по настоящему изобретению. Изнашивающиеся крайне быстро зерна в данном инструменте исключили и добились желаемой стабильной обработки инструментом в течение 35 длительного периода времени.

[0052] Поликристаллический алмаз, составляющий алмазный режущий инструмент, предпочтительно имеет твердость 100 ГПа или более. Когда поликристаллический алмаз имеет твердость менее 100 ГПа, изнашивание происходит за короткий период времени, и, следовательно, стабильная обработка в течение длительного периода времени невозможна, и такой алмазный инструмент имеет более короткий срок службы.

40 По этой причине спеченные зерна поликристаллического алмаза делают имеющими средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и твердость 100 ГПа или более. Когда средний диаметр зерна составляет 50 нм или менее или 2500 нм или более, твердость становится меньшей чем 100 ГПа.

Зерна спека делают имеющими диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр 45 зерна + $0,9 \times$ средний диаметр зерна) или менее, чтобы подавить аномальный износ.

[0053] Далее будет подробно описан скрайбирующий ролик по настоящему изобретению.

Поскольку поликристаллический алмаз, служащий в качестве материала

скрайбирующего ролика по настоящему изобретению, представляет собой вышеописанный поликристаллический алмаз по настоящему изобретению, поликристаллический алмаз является по существу однофазным алмазом (чистота 99% или более) и не содержит металлического связующего, такого как кобальт. По этой причине скрайбирующий ролик по настоящему изобретению не подвергается неравномерному износу, что происходит в скрайбирующих роликах, включающих монокристаллы.

[0054] Авторы настоящего изобретения изготовили скрайбирующие ролики из поликристаллических алмазов, полученных способами, описанными в вышеприведенных ссылках 5-7, и проверили работоспособность данных скрайбирующих роликов. Эта проверка выявила, что алмазы, полученные способами, описанными в данных ссылках, содержат крупные зерна, как описано выше, и, следовательно, участки, соответствующие таким крупным зернам, изнашиваются крайне быстро.

[0055] Авторы изобретения обнаружили, что для обеспечения возможности желаемой стабильной обработки необходимо исключить такие изнашивающиеся крайне быстро участки, и это достигается контролем распределения диаметров зерен спека. Соответственно, изготавливали скрайбирующий ролик, включающий поликристаллический алмаз с контролируемым распределением диаметров зерен по настоящему изобретению. Изнашивающиеся крайне быстро зерна в данном скрайбирующем ролике исключили и добились желаемой стабильной обработки скрайбирующим роликом в течение длительного периода времени.

[0056] Поликристаллический алмаз, составляющий скрайбирующий ролик, предпочтительно имеет твердость 100 ГПа или более. Когда средний диаметр зерна составляет 50 нм или менее или 2500 нм или более, твердость становится меньшей чем 100 ГПа. Когда твердость составляет менее 100 ГПа, изнашивание происходит за короткий период времени, и, следовательно, стабильная обработка в течение длительного времени не достигается, и скрайбирующий ролик имеет более короткий срок службы.

Примеры

[0057] Далее настоящее изобретение описывается с отсылкой к примерам, в которых поликристаллический алмаз по настоящему изобретению используют в качестве материалов для водоструйных сопел, гравировальных резцов для глубокой печати, скрайберов, алмазных режущих инструментов и скрайбирующих роликов.

Методы измерения и методы оценки, используемые в примерах и сравнительных примерах, будут описаны.

[0058] <Средний диаметр зерна и диаметр зерна D90>

Диаметры зерна D50 (средние диаметры зерна) и диаметры зерна D90 зерен графита в обожженном графитовом материале и спеченных алмазных зерен в поликристаллическом алмазе в настоящем изобретении получают, проводя анализ изображений на основе фотографических изображений, полученных с помощью просвечивающего электронного микроскопа при увеличении от 100000 до 500000.

Далее данный метод описывается подробно.

Во-первых, распределение диаметров составляющих спек кристаллических зерен определяют на основе изображения, полученного просвечивающим электронным микроскопом. Конкретно, каждое зерно отбирают, отобранное зерно подвергают бинаризации (преобразованию в двоичную форму) и рассчитывают площадь (S) каждого зерна с помощью программы анализа изображений (например, Scion Image, изготовленной корпорацией Scion Corporation). Диаметр (D) каждого зерна рассчитывают

как диаметр ($D=2\sqrt{(S/\pi)}$) круга, имеющего такую же площадь, как и у зерна.

Во-вторых, полученное таким образом распределение диаметров зерен обрабатывают программой анализа данных (например, Origin, изготовленной корпорацией OriginLab, Mathcad, изготовленной корпорацией Parametric Technology Corporation, или аналогичной) для вычисления диаметра зерна D50 и диаметра зерна D90.

Просвечивающий электронный микроскоп, использованный в описанных ниже примерах и сравнительных примерах, представлял собой H-9000, изготовленный Hitachi, Ltd.

[0059] <Твердость>

Твердость в примерах и сравнительных примерах измеряли индентором Кнупа с нагрузкой измерения 4,9 Н.

< Поверхностная шероховатость >

Поверхностную шероховатость внутренней поверхности канала сопла корректировали посредством регулирования диаметров частиц полирующего состава для полировки внутренней поверхности. Поверхностную шероховатость измеряли в соответствии с JIS B0601 измерителем шероховатости поверхности контактного типа. Поскольку измеряющий щуп нельзя вставить в канал сопла, разрезали и измеряли другое сопло, отдельно изготовленное тем же самым способом.

[ПРИМЕР 1] *Водоструйное сопло*

[0060] Примеры сопел согласно вариантам осуществления настоящего изобретения описываются ниже.

Примеры 1-1 - 1-3 представляют собой примеры, в которых варьировали шероховатость поверхности. Примеры 1-4 - 1-6 представляют собой примеры, в которых варьировали диаметр канала сопла. Примеры 1-7 - 1-12 представляют собой примеры, в которых варьировали средний диаметр зерна и диаметр зерна D90. Примеры 1-13 - 1-14 представляют собой примеры, в которых увеличивали как средний диаметр зерна, так и диаметр канала сопла.

[Пример 1-1]

[0061] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 290 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 160 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 50 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-2]

[0062] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала

для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 50 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 240 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 70 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-3]

[0063] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + $0,9 \times$ средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 5 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 520 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 90 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-4]

[0064] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + $0,9 \times$ средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 450 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 290 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 550 мкм, и оно оказалось длительным, составив 165 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 55 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-5]

[0065] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 50 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 290 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 100 мкм, и оно оказалось длительным, составив 210 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 75 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-6]

[0066] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 15 мкм, размер сопла 7 мм и поверхностную шероховатость Ra 290 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 30 мкм, и оно оказалось длительным, составив 230 часов. Для целей сравнения на такое же свойство резки также оценивали сопло, состоящее из спеченного алмаза, имеющего средний диаметр кристаллических зерен 5 мкм (содержащего кобальтовое связующее), и это время составляло примерно 80 часов, которое являлось очень коротким.

[Пример 1-7]

[0067] Графит, имеющий средний диаметр зерна 110 нм и диаметр зерна D90 175 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 230 нм и диаметр зерна D90 380 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 115 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 280 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширялся до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 180 часов.

[Пример 1-8]

[0068] Графит, имеющий средний диаметр зерна 95 нм и диаметр зерна D90 135 нм,

что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 180 нм и диаметр зерна D90 260 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 125 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 280 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 210 часов.

[Пример 1-9]

[0069] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 55 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 105 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 250 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 130 часов.

[Пример 1-10]

[0070] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 9, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 560 нм и диаметр зерна D90 830 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 120 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 240 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 160 часов.

[Пример 1-11]

[0071] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 9, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 1100 нм и диаметр зерна D90 1600 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело

диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 250 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 150 часов.

5 [Пример 1-12]

[0072] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение 10 более длительного времени, чем в примере 9, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело 15 диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 270 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось длительным, составив 110 часов.

[Пример 1-13]

20 [0073] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение 25 более длительного времени, чем в примере 9, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело 30 диаметр канала сопла 1500 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 270 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 2000 мкм, и оно оказалось длительным, составив 210 часов.

[Пример 1-14]

35 [0074] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 9, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, 40 имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 3500 мкм, размер сопла 0,7 мм и поверхностную шероховатость Ra 270 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство 45 водоструйной резки. Определяли время резки, за которого диаметр канала сопла расширился до 4500 мкм, и оно оказалось длительным, составив 160 часов.

[Сравнительный Пример 1-1]

[0075] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм,

что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 350 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось коротким, составив 95 часов.

[Сравнительный Пример 1-2]

[0076] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 210 нм, что составляет примерно (средний диаметр зерна + 1,1 × средний диаметр зерна), готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 400 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 290 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось коротким, составив 90 часов.

[Сравнительный Пример 1-3]

[0077] Графит, имеющий средний диаметр зерна 20 нм и диаметр зерна D90 37 нм, что составляет примерно (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна), готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 45 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 95 ГПа и был слегка мягким. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra 250 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось коротким, составив 80 часов.

[Сравнительный Пример 1-4]

[0078] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет примерно (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна), готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым, в течение длительного периода времени. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2700 нм и диаметр зерна D90 3900 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 91 ГПа и был слегка мягким. Из данного поликристаллического материала изготовили сопло, причем сопло имело диаметр канала сопла 200 мкм, размер сопла 5 мм и поверхностную шероховатость Ra

240 нм на поверхности канала сопла. Данное сопло оценивали на свойство водоструйной резки. Определяли время резки, за которое диаметр канала сопла расширился до 300 мкм, и оно оказалось коротким, составив 85 часов.

[0079] Таблица I показывает величины спеченных зерен поликристаллических алмазов в приведенных выше примерах и сравнительных примерах в показателях среднего диаметра зерна, диаметра зерна D90, коэффициента (K), твердости и срока службы до износа. Следует отметить, что коэффициент (K) определяется приведенным ниже уравнением (1).

$$\text{Диаметр зерна D90} = \text{средний диаметр зерна} + \text{средний диаметр зерна} \times K \dots(1).$$

[0080]

Таблица I											
	Средний диаметр зерна (нм)	D90 (нм)	Коэффициент	Твердость (ГПа)	Поверхностная шероховатость (нм)	Диаметр канала сопла (D) (мкм)	Размер сопла (L) (мм)	L/D*1)	Срок службы (ч)	Срок службы Со-содержащего алмаза (ч)	
15	Пример 1-1	200	370	0,85	110	290	200	5	25	160	50
	Пример 1-2	200	370	0,85	110	50	200	5	25	240	70
	Пример 1-3	200	370	0,85	110	5	200	5	25	520	90
	Пример 1-4	200	370	0,85	110	290	450	5	11	165	55
	Пример 1-5	200	370	0,85	110	290	50	5	100	210	75
	Пример 1-6	200	370	0,85	110	290	15	7	467	230	80
20	Пример 1-7	230	380	0,65	115	280	200	5	25	180	-
	Пример 1-8	180	260	0,44	125	280	200	5	25	210	-
	Пример 1-9	55	80	0,45	105	250	200	5	25	130	-
	Пример 1-10	560	830	0,48	120	240	200	5	25	160	-
	Пример 1-11	1100	1600	0,45	112	250	200	5	25	150	-
	Пример 1-12	2400	3500	0,46	102	270	200	5	25	110	-
25	Пример 1-13	2400	3500	0,46	102	270	1500	5	3	210	-
	Пример 1-14	2400	3500	0,46	102	270	3500	0,7	0,2	160	-
	Сравнительный пример 1-1	200	370	0,85	110	350	200	5	25	95	-
30	Сравнительный пример 1-2	200	400	1,00	112	290	200	5	25	90	-
	Сравнительный пример 1-3	45	80	0,78	95	250	200	5	25	80	-
	Сравнительный пример 1-4	2700	3900	0,44	91	240	200	5	25	85	-

*1) L/D = размер сопла (L)/диаметр канала сопла (D)

[ПРИМЕР 2] *Гравировальный резец для глубокой печати*

[0081] Примеры гравировальных резцов для глубокой печати по настоящему изобретению и сравнительные примеры описываются ниже.

Метод оценки гравировальных резцов будет описан в показателях износостойкости. <Оценка износостойкости>

Из полученного поликристаллического алмаза изготавливали гравировальный резец, имеющий прилежащий угол 120°. Медную заготовку обрабатывали данным гравировальным резцом, приводимым с частотой 8 кГц, и определяли время обработки, за которое глубина износа на краевой линейной части на одной стороне увеличивалась до 10 мкм. Износостойкость гравировального резца оценивали на основе данного времени обработки, определенного как срок службы гравировального резца до износа.

[Пример 2-1]

[0082] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм,

что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате

5 получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Гравировальный резец, полученный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 240 часов. Для

10 целей сравнения оценивали такое же рабочее свойство гравировального резца, состоящего из монокристаллического алмаза, и это время составляло примерно 60 часов, которое являлось крайне коротким.

[Пример 2-2]

[0083] Графит, имеющий средний диаметр зерна 110 нм и диаметр зерна D90 175 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее,

15 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 230 нм и диаметр

20 зерна D90 380 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 115 ГПа. Гравировальный резец, полученный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 280 часов.

[Пример 2-3]

[0084] Графит, имеющий средний диаметр зерна 95 нм и диаметр зерна D90 135 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,

25 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 180 нм и диаметр

30 зерна D90 260 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 125 ГПа. Гравировальный резец, полученный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 320 часов.

[Пример 2-4]

[0085] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,

35 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 55 нм и диаметр

40 зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 105 ГПа. Из полученного поликристаллического алмаза изготовили гравировальный резец, имеющий прилежащий угол 120°. Данный гравировальный резец, полученный из поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 200 часов.

[Пример 2-5]

[0086] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,

45 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение

более длительного времени, чем в примере 4, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 560 нм и диаметр зерна D90 830 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 120 ГПа.

5 Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 180 часов.

[Пример 2-6]

[0087] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, 10 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 5, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 1100 нм и диаметр зерна D90 1600 нм. Полученный 15 таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 170 часов.

[Пример 2-7]

[0088] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, 20 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 6, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, 25 имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел длительный срок службы до износа 150 часов.

[Сравнительный Пример 2-1]

30 [0089] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 210 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 1,1 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате 35 получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 400 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел короткий срок службы до износа 90 часов.

[Сравнительный Пример 2-2]

40 [0090] Графит, имеющий средний диаметр зерна 20 нм и диаметр зерна D90 37 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате 45 получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 45 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 95 ГПа и был слегка мягким. Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел короткий срок службы до износа 85 часов.

[Сравнительный Пример 2-3]

[0091] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2700 нм и диаметр зерна D90 3900 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 91 ГПа и был слегка мягким. Гравировальный резец, изготовленный из данного поликристаллического алмаза, имел короткий срок службы до износа 70 часов.

[Сравнительный Пример 2-4]

[0092] Гравировальный резец, изготовленный из монокристаллического алмаза, служащего в качестве материала, испытывали на износостойкость таким же методом, как в примере 1, и данный гравировальный резец имел срок службы до износа 60 часов.

[0093] Таблица II показывает величины спеченных зерен поликристаллических алмазов в приведенных выше примерах и сравнительных примерах в показателях среднего диаметра зерна, диаметра зерна D90, коэффициента (K), твердости и срока службы до износа. Следует отметить, что коэффициент (K) определяется вышеприведенным уравнением (1).

[0094]

Таблица II					
	Средний диаметр зерна (нм)	D90 (нм)	Коэффициент (K)	Твердость (ГПа)	Срок службы до износа (ч)
Пример 2-1	200	370	0,85	110	240
Пример 2-2	230	380	0,65	115	280
Пример 2-3	180	260	0,44	125	320
Пример 2-4	55	80	0,45	105	200
Пример 2-5	560	830	0,48	120	180
Пример 2-6	1100	1600	0,45	112	170
Пример 2-7	2400	3500	0,46	102	150
Сравнительный пример 2-1	200	400	1,00	112	90
Сравнительный пример 2-2	45	80	0,78	95	85
Сравнительный пример 2-3	2700	3900	0,44	91	70
Сравнительный пример 2-4	-	-	-	-	60

[ПРИМЕР 3] *Скрайбер*

[0095] Примеры скрайберов по настоящему изобретению и сравнительные примеры описываются ниже.

Метод оценки скрайберов будет описан в показателях износостойкости.

<Оценка износостойкости>

4-Точечный скрайбер изготавливали из полученного поликристаллического материала и подвергали его испытанию на износостойкость, где сапфировую подложку размечали скрайбером при нагрузке 50 г, при скорости скрайбирования 1 см/мин и на расстоянии скрайбирования 1 м. Износостойкость скрайбера оценивали на основе потерь на истирание в этом испытании.

[Пример 3-1]

[0096] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм,

что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате

5 получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/70 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

10 [Пример 3-2]

[0097] Графит, имеющий средний диаметр зерна 110 нм и диаметр зерна D90 175 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при

15 давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 230 нм и диаметр зерна D90 380 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 115 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно

20 1/80 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Пример 3-3]

[0098] Графит, имеющий средний диаметр зерна 95 нм и диаметр зерна D90 135 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала

25 для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 180 нм и диаметр зерна D90 260 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 125 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного

30 поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/90 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Пример 3-4]

[0099] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,

35 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 55 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне

40 высокую твердость 105 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/60 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Пример 3-5]

[0100] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,

45 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 4, при давлении, при котором алмаз является

термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 560 нм и диаметр зерна D90 830 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 120 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/50 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Пример 3-6]

[0101] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 5, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 1100 нм и диаметр зерна D90 1600 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/50 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Пример 3-7]

[0102] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 6, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, были крайне незначительными и составляли примерно 1/40 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Сравнительный Пример 3-1]

[0103] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 210 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 1,1 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 400 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, составляли примерно 1/4 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[Сравнительный Пример 3-2]

[0104] Графит, имеющий средний диаметр зерна 20 нм и диаметр зерна D90 37 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 45 нм и диаметр

зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 95 ГПа и был слегка мягким. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, составляли примерно 1/3 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

5 [Сравнительный Пример 3-3]

[0105] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при 10 давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2700 нм и диаметр зерна D90 3900 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 91 ГПа и был слегка мягким. Потери на истирание скрайбера, изготовленного из данного поликристаллического алмаза, составляли примерно 1/2 15 от потерь скрайбера, состоящего из монокристаллического алмаза.

[0106] Таблица III показывает величины спеченных зерен поликристаллических алмазов в приведенных выше примерах и сравнительных примерах в показателях среднего диаметра зерна, диаметра зерна D90, коэффициента (K), твердости и потерь на истирание. Следует отметить, что коэффициент (K) определяется вышеприведенным 20 уравнением (1).

[0107]

Таблица III						
	Средний диаметр зерна (нм)	D90 (нм)	Коэффициент (K)	Твердость (ГПа)	Потери на истирание	
					Отношение к монокристаллу (обратное)	
25	Пример 3-1	200	370	0,85	110	68,0
	Пример 3-2	230	380	0,65	115	79,3
	Пример 3-3	180	260	0,44	125	90,7
	Пример 3-4	55	80	8	105	56,7
30	Пример 3-5	560	830	0,4В	120	51,0
	Пример 3-6	1100	1600	0,45	112	48,2
	Пример 3-7	2400	3500	0,46	102	42,5
	Сравнительный пример 3-1	200	400	1,00	112	3,6
	Сравнительный пример 3-2	45	80	0,78	95	3,4
35	Сравнительный пример 3-3	2700	3900	0,44	91	2,8

[ПРИМЕР 4] Алмазный режущий инструмент

[0108] Примеры алмазных режущих инструментов согласно вариантам осуществления настоящего изобретения описываются ниже.

40 Метод оценки алмазных режущих инструментов будет описан в показателях износостойкости.

<Оценка износостойкости (срок службы инструмента)>

Режущие инструменты, имеющие прилегающий угол кромки 90° и кромку R 100 нм, изготавливали из поликристаллических алмазов, полученных в примерах и 45 сравнительных примерах, и данные режущие инструменты использовали для формирования канавок глубиной 5 мкм и шагом 5 мкм в металлической пластине, которая представляла собой медную пластину, на которую был нанесен слой никеля. Износостойкость режущих инструментов оценивали на основе времени (срока службы

инструмента), за которое кромки режущих инструментов изнашивались до примерно 1 мкм.

[Пример 4-1]

5 [0109] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр 10 зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 15 часов.

[Пример 4-2]

15 [0110] Графит, имеющий средний диаметр зерна 110 нм и диаметр зерна D90 175 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 230 нм и диаметр 20 зерна D90 380 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 115 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 18 часов.

[Пример 4-3]

25 [0111] Графит, имеющий средний диаметр зерна 95 нм и диаметр зерна D90 135 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 180 нм и диаметр 30 зерна D90 260 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 125 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 20 часов.

[Пример 4-4]

35 [0112] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 55 нм и диаметр 40 зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 105 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 13 часов.

[Пример 4-5]

45 [0113] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 4, при давлении, при котором алмаз является

термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 560 нм и диаметр зерна D90 830 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 120 ГПа.

Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал
5 очень большим сроком службы 11 часов.

[Пример 4-6]

[0114] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала
10 для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 5, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 1100 нм и диаметр зерна D90 1600 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа.
15 Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 10 часов.

[Пример 4-7]

[0115] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее,
20 готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 6, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный
25 таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент обладал очень большим сроком службы 9 часов.

[Сравнительный Пример 4-1]

[0116] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 210 нм,
30 что составляет (средний диаметр зерна + 1,1 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр
35 зерна D90 400 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент имел срок службы 6 часов.

[Сравнительный Пример 4-2]

[0117] Графит, имеющий средний диаметр зерна 20 нм и диаметр зерна D90 37 нм,
40 что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 45 нм и диаметр
45 зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 95 ГПа и был слегка мягким. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент имел срок службы 5 часов.

[Сравнительный Пример 4-3]

[0118] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве неалмазного углерода, служащего в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2700 нм и диаметр зерна D90 3900 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 91 ГПа и был слегка мягким. Изготовленный из данного поликристаллического алмаза режущий инструмент имел срок службы 4 часа.

[Сравнительный Пример 4-4]

[0119] Инструмент, изготовленный из монокристаллического алмаза, служащего в качестве материала, испытывали на износостойкость таким же методом, как в примере 1, и данный инструмент имел срок службы 3 часа.

[0120] Таблица IV показывает величины спеченных зерен поликристаллических алмазов в приведенных выше примерах и сравнительных примерах в показателях среднего диаметра зерна, диаметра зерна D90, коэффициента (K), твердости и срока службы инструмента. Следует отметить, что коэффициент (K) определяется вышеприведенным уравнением (1).

[0121]

Таблица IV					
	Средний диаметр зерна (нм)	Диаметр зерна D90 (нм)	Коэффициент (K)	Твердость (ГПа)	Срок службы инструмента (час)
Пример 4-1	200	370	0,85	110	15
Пример 4-2	230	380	0,65	115	18
Пример 4-3	180	260	0,44	125	20
Пример 4-4	55	80	0,45	105	13
Пример 4-5	560	830	0,48	120	11
Пример 4-6	1100	1600	0,45	112	10
Пример 4-7	2400	3500	0,46	102	9
Сравнительный пример 4-1	200	400	1,00	112	6
Сравнительный пример 4-2	45	80	0,78	95	5
Сравнительный пример 4-3	2700	3900	0,44	91	4
Сравнительный пример 4-4	-	-	-	-	3

[ПРИМЕР 5] *Скрайбирующий ролик*

[0122] Ниже описываются примеры скрайбирующих роликов согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

Метод оценки скрайбирующих роликов будет описан в показателях свойства скрайбирования.

<Оценка свойства скрайбирования>

Скрайбирующие ролики, имеющие диаметр 3 мм, толщину 0,8 мм и прилежащий угол кромки 120°, изготавливали из поликристаллических алмазов, полученных в примерах и сравнительных примерах. Данные скрайбирующие ролики использовали для скрайбирования стеклянных подложек, и свойство скрайбирования скрайбирующих роликов оценивали, определяя пройденные при скрайбировании расстояния.

[Пример 5-1]

[0123] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее,

готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 370 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 110 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 300 км.

[Пример 5-2]

[0124] Графит, имеющий средний диаметр зерна 110 нм и диаметр зерна D90 175 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,7 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 230 нм и диаметр зерна D90 380 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 115 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 350 км.

[Пример 5-3]

[0125] Графит, имеющий средний диаметр зерна 95 нм и диаметр зерна D90 135 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 180 нм и диаметр зерна D90 260 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 125 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 400 км.

[Пример 5-4]

[0126] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 55 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 105 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 250 км.

[Пример 5-5]

[0127] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 4, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 560 нм и диаметр

зерна D90 830 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 120 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно

5 230 км.

[Пример 5-6]

[0128] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 5, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 1100 нм и диаметр зерна D90 1600 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Полученный в результате

10 15 поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 210 км.

[Пример 5-7]

[0129] Графит, имеющий средний диаметр зерна 30 нм и диаметр зерна D90 40 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,5 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз в течение более длительного времени, чем в примере 6, при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 2400 нм и

20 25 диаметр зерна D90 3500 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 102 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом достигали скрайбирования на длинное расстояние, составляющее примерно 190 км.

[Сравнительный Пример 5-1]

[0130] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 210 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 1,1 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является

30 35 термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 200 нм и диаметр зерна D90 400 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел крайне высокую твердость 112 ГПа. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом проводили

40 скрайбирование только на короткое расстояние, составляющее примерно 120 км.

[Сравнительный Пример 5-2]

[0131] Графит, имеющий средний диаметр зерна 20 нм и диаметр зерна D90 37 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является

45 термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, имеющий средний диаметр зерна 45 нм и диаметр зерна D90 80 нм. Полученный таким образом поликристаллический алмаз имел твердость 95 ГПа и был слегка мягким.

Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом проводили скрайбирование только на короткое расстояние, составляющее примерно 110 км.

[Сравнительный Пример 5-3]

5 [0132] Графит, имеющий средний диаметр зерна 100 нм и диаметр зерна D90 180 нм, что составляет (средний диаметр зерна + 0,9 × средний диаметр зерна) или менее, готовили в качестве исходного материала для алмаза. Данный материал непосредственно превращали и спекали в алмаз при давлении, при котором алмаз является термодинамически устойчивым. В результате получали поликристаллический алмаз, 10 имеющий средний диаметр зерна 2700 нм и диаметр зерна D90 3900 нм. Полученный в результате поликристаллический материал оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным поликристаллическим алмазом проводили скрайбирование только на короткое расстояние, составляющее примерно 90 км.

[Сравнительный Пример 5-4]

15 [0133] Скрайбирующий ролик изготавливали из монокристаллического алмаза и оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данным монокристаллическим алмазом проводили скрайбирование на короткое расстояние, составляющее только 100 км.

[Сравнительный Пример 5-5]

20 [0134] Скрайбирующий ролик изготавливали из спеченной алмазной прессовки с металлическим связующим и оценивали в показателях скрайбирования. В результате с данной спеченной алмазной прессовкой проводили скрайбирование на короткое расстояние, составляющее только 6 км.

25 [0135] Таблица V показывает величины спеченных зерен поликристаллических алмазов в приведенных выше примерах и сравнительных примерах в показателях среднего диаметра зерна, диаметра зерна D90, коэффициента, твердости и срока службы инструмента. Следует отметить, что коэффициент (K) определяется вышеприведенным уравнением (1).

[0136]

30

Таблица V					
	Средний диаметр зерна (нм)	Диаметр зерна D90 (нм)	Коэффициент (K)	Твердость (ГПа)	Расстояние скрайбирования (км)
Пример 5-1	200	370	0,85	110	300
Пример 5-2	230	380	0,65	115	350
35 Пример 5-3	180	260	0,44	125	400
Пример 5-4	55	80	0,45	105	250
Пример 5-5	560	830	0,48	120	230
Пример 5-6	1100	1600	0,45	112	210
Пример 5-7	2400	3500	0,46	102	190
40 Сравнительный пример 5-1	200	400	1,00	112	120
Сравнительный пример 5-2	45	80	0,78	95	110
Сравнительный пример 5-3	2700	3900	0,44	91	90
Сравнительный пример 5-4	-	-	-	-	100
45 Сравнительный пример 5-5	-	-	-	-	6

Промышленная применимость

[0137] Поликристаллический алмаз, используемый в настоящем изобретении, менее склонен к неравномерному износу и делает возможной стабильную обработку в течение

длительного периода времени по сравнению обычными монокристаллическими алмазами и спеченными алмазными прессовками, содержащими металлические связующие. Поэтому такой поликристаллический алмаз можно подходящим образом использовать в водоструйных соплах, гравировальных резцах для глубокой печати, скрайберах, алмазном режущем инструменте и скрайбирующих роликах.

[0138] Водоструйное сопло по настоящему изобретению может обеспечить стабильную ширину резания в течение длительного периода времени по сравнению с обычными соплами и, следовательно, его можно подходящим образом использовать в качестве сопла для водяной струи, предназначенного для выталкивания содержащей жесткие частицы (оксида алюминия или т.п.) текучей среды под высоким давлением, чтобы посредством этого резать или обрабатывать заготовки.

Формула изобретения

1. Поликристаллический алмаз, полученный превращением и спеканием неалмазного углерода под сверхвысоким давлением от 12 до 25 ГПа и при высокой температуре от 1800°C до 2600°C без добавления спекающей добавки или катализатора, причем спеченные алмазные зерна, составляющие этот поликристаллический алмаз, имеют средний диаметр зерна более 50 нм и менее 2500 нм и чистоту 99% или более, и алмаз имеет диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна × 0,9) или менее, причем поликристаллический алмаз имеет твердость 100 ГПа или более, и неалмазный углерод представляет собой углеродный материал, имеющий графитоподобную слоистую структуру.

2. Поликристаллический алмаз по п.1, причем спеченные алмазные зерна имеют диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна × 0,7) или менее.

3. Поликристаллический алмаз по п.1, причем спеченные алмазные зерна имеют диаметр зерна D90, составляющий (средний диаметр зерна + средний диаметр зерна × 0,5) или менее.

4. Водоструйное сопло, содержащее поликристаллический алмаз по п.1, причем внутренняя поверхность сформированного в поликристаллическом алмазе канала сопла, через который проходит водоструйная текучая среда, имеет поверхностную шероховатость Ra в 300 нм или менее.

5. Водоструйное сопло по п.4, причем упомянутый канал сопла имеет диаметр 10 мкм или более и 500 мкм или менее.

6. Водоструйное сопло по п.4, причем отношение (L/D) размера (L) сопла к диаметру (D) упомянутого канала сопла составляет от 10 до 500.

7. Водоструйное сопло по п.4, причем упомянутый канал сопла имеет диаметр более чем 500 мкм и 5000 мкм или менее.

8. Водоструйное сопло по п.4, причем отношение (L/D) размера (L) сопла к диаметру (D) упомянутого канала сопла составляет от 0,2 до 10.

9. Гравировальный резец для глубокой печати, содержащий поликристаллический алмаз по п.1.

10. Скрайбер, содержащий поликристаллический алмаз по п.1.

11. Скрайбер по п.10, причем режущая кромка на наконечнике скрайбера имеет форму многоугольника, включающего три или более грани, и эти грани многоугольника, частично или полностью, используются в качестве лезвия.

12. Алмазный режущий инструмент, содержащий поликристаллический алмаз по п.1.

13. Скрайбирующий ролик, содержащий поликристаллический алмаз по п.1.

5

10

15

20

25

30

35

40

45