



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК
C22C 9/06 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007140308/02, 31.03.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.03.2006

(30) Конвенционный приоритет:
31.03.2005 JP 2005-104474

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2009

(45) Опубликовано: 10.12.2009 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: WO 2004005560 A2, 15.01.2004. SU 456019 A, 05.01.1975. RU 2301844 C2, 10.08.2004. SU 450842 A, 25.11.1974. US 2002-029827 A1, 14.04.2002.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 31.10.2007

(86) Заявка РСТ:
JP 2006/306876 (31.03.2006)

(87) Публикация РСТ:
WO 2006/106939 (12.10.2006)

Адрес для переписки:
103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. О.И.Воль, рег. № 1101

(72) Автор(ы):

ЭРА Наохико (JP),
ФУКАМАТИ Казухико (JP),
КУВАГАКИ Хироси (JP)

(73) Патентообладатель(и):

НИППОН МАЙНИНГ ЭНД МЕТЛЗ КО.,
ЛТД. (JP)

(54) Cu-Ni-Si-Co-Cr МЕДНЫЙ СПЛАВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТАХ, СПОСОБ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА И ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПОНЕНТ, ВЫПОЛНЕННЫЙ ИЗ ЭТОГО СПЛАВА

(57) Реферат:

Изобретение относится к Cu-Ni-Si-Co-Cr медным сплавам для электронных компонентов. Сплав содержит от около 0,5 до 2,5 мас.% Ni, от около 0,5 до около 2,5 мас.% Co, от около 0,30 до около 1,2 мас.% Si и от около 0,09 до около 0,5 мас.% Cr, остальное Cu и неизбежные примеси. Отношение общей массы Ni и Co к массе Si удовлетворяет формуле около $4 \leq [Ni+Co]/Si \leq$ около 5, и отношение Ni к Co составляет около $0,5 \leq Ni/Co \leq$ около 2, и в котором Rc равен или

меньше чем около 15/1000 мкм и Rc/P равен или меньше чем около 0,3, где P - число включений, диспергированных в сплаве и имеющих размер 1 мкм или больше, и Rc - число диспергированных включений, которые имеют размер 1 мкм или больше, концентрация углерода в которых составляет 10 мас.% или больше. Способ получения сплава включает стадии: нагрева слитка в течение 1 часа или больше при температуре около 900°C или выше до температуры ниже, чем около 1000°C, горячей прокатки при температуре около

650°С или выше; холодной прокатки; термической обработки на твердый раствор в течение от около 5 до около 3600 сек. при температуре от около 850 до около 1000°С; упрочнения при старении в течение от около 1

до 10 часов при температуре от около 350 до около 550°С. Полученный сплав имеет повышенную прочность и электропроводность. 3 н. и 1 з.п. ф-лы, 1 табл.

R U 2 3 7 5 4 8 3 C 2

R U 2 3 7 5 4 8 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
C22C 9/06 (2006.01)
C22F 1/08 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007140308/02, 31.03.2006**

(24) Effective date for property rights:
31.03.2006

(30) Priority:
31.03.2005 JP 2005-104474

(43) Application published: **10.05.2009**

(45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**

(85) Commencement of national phase: **31.10.2007**

(86) PCT application:
JP 2006/306876 (31.03.2006)

(87) PCT publication:
WO 2006/106939 (12.10.2006)

Mail address:
**103735, Moskva, ul.II'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", pat.pov. O.I.Vol', reg. № 1101**

(72) Inventor(s):

**EhRA Naokhiko (JP),
FUKAMATI Kazukhiko (JP),
KUVAGAKI Khirosi (JP)**

(73) Proprietor(s):

**NIPPON MAJNING EhND METLZ KO., LTD.
(JP)**

(54) Cu-Ni-Si-Co-Cr COPPER ALLOY, USED IN ELECTRONIC COMPONENTS, METHOD OF ITS MANUFACTURING AND ELECTRONIC COMPONENT IMPLEMENTED FROM THIS ALLOY

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to Cu-Ni-Si-Co-Cr copper alloys for electronic components. Alloy contains from about 0.5 up to 2.5 wt % Ni, from about 0.5 up to 2.5 wt % Co, from about 0.30 up to about 1.2 wt % Si, from about 0.09 up to about 0.5 wt % Cr, the rest is Cu and unavoidable admixtures. Ratio of total mass of Ni and Co to mass of Si fill formula about $4 \leq [\text{Ni}+\text{Co}]/\text{Si} \leq$ about 5, and ratio of Ni to Co is about $0.5 \leq \text{Ni}/\text{Co} \leq$ about 2, and in which Pc is equal or less than about 15/1000 mcm², and Pc/P is equal or less than about 0.3, where P - number of inclusions, dispersed in alloy and allowing size 1 mcm or more, and Pc -number of dispersed

inclusions, which allows size 1 mcm or more, concentration of carbon in which is 10 wt % or more. Method of obtaining of alloy includes following stages: heating of ingot during 1 hour or more at temperature about 900 °C or higher or up to temperature lower than about 1000 °C, hot rolling at temperature about 650°C or higher; cold rolling; thermal treatment on solid solution during from about 5 up to about 3600 s at temperature from about 850 up to about 1000 °C; strengthening at deterioration during from about 1 up to 10 hours at temperature from about 350 up to about 550 °C.

EFFECT: received alloy allows increased durability and electroconductivity.

4 cl, 1 tbl, 31 ex

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение касается упрочнения медных сплавов дисперсионным твердением, в частности Cu-Ni-Si-Co-Cr медных сплавов, пригодных для использования в разнообразных электронных компонентах.

Уровень техники

Для медного сплава, используемого в электронных компонентах, таких как выводная рамка, соединитель, контакт, зажим, реле и переключатель, требуется соответствие как высокой прочности, так и высокой электропроводности (или теплопроводности) как основной характеристики. Поскольку в последние годы быстро совершенствуются высокая интеграция и уменьшение размера и толщины электронного компонента, требования к медным сплавам, используемым в этих электронных компонентах, были изменены больше, чем когда-либо.

Однако на свойства медных сплавов так же, как и других сплавов, влияют состав и структуры элементов и условия термической обработки. Кроме того, прогнозируемость эффекта, вызванного незначительным изменением в составе или в условиях термической обработки, на свойства сплавов обычно очень низка. Поэтому было очень трудно разработать новый медный сплав, удовлетворяющий непрерывно возрастающим требованиям.

В последние годы, учитывая высокую прочность и высокую электропроводность, использование дисперсионно-твердеющих медных сплавов в электронных компонентах увеличилось, замещая традиционный твердый раствор твердеющих медных сплавов, таких как фосфористая бронза и латунь. В дисперсионно-твердеющих медных сплавах упрочненный при старении пересыщенный твердый раствор, который заранее подвергался обработке, диспергирует тонкодисперсные осадки равномерно, таким образом увеличивая прочность сплавов. В то же самое время это также уменьшает количество растворенных элементов, содержащихся в меди, таким образом увеличивая электропроводность. По этой причине это обеспечивает материалы, имеющие превосходные механические свойства, такие как твердость и прочность, так же как и высокую электро- и теплопроводности.

Среди дисперсионно-твердеющих медных сплавов Cu-Ni-Si медные сплавы - это обычные медные сплавы, имеющие относительно высокую электропроводность, прочность, хорошие характеристики снятия напряжений и способность к изгибу, и поэтому их активно осваивают в промышленности. В этих медных сплавах тонкодисперсные частицы интерметаллических соединений Ni-Si осаждаются на медной матрице, таким образом увеличивая прочность и электропроводность.

Обычно осаждение интерметаллических соединений Ni-Si, которое способствует упрочнению, состоит в осаждении стехиометрического состава. Например, японская опубликованная заявка №2001-207229 раскрывает способ достижения хорошей электропроводности за счет создания отношения масс Ni и Si в сплаве, близкого к концентрации в интерметаллических соединениях, Ni_2Si , а именно корректируя отношение масс Ni и Si так, что отношение Ni/Si становится равным от 3 до 7.

Далее, японский патент №3510469 утверждает, что, подобно Ni, Co образует соединение с Si, таким образом увеличивая прочность, и сплавы Cu-Co-Si при упрочнении при старении имеют несколько лучшую прочность и электропроводность, чем сплавы Cu-Ni-Si. Далее он утверждает, что в случае если стоимость является приемлемой, то сплавы Cu-Co-Si и Cu-Ni-Co-Si могут быть также выбраны.

Далее японский патент №3510469 упоминает Co в качестве примера силицида, образующего элементы и примеси, которые не оказывают побочных эффектов на

свойства медных сплавов. Он также утверждает, что такой элемент, если он присутствует в сплаве, должен содержаться в количестве, замещающем эквивалентное количество Ni, и может содержаться в эффективном количестве, равном или меньше чем около 1%.

5 Далее японский патент №3049137 сообщает, что добавление Co эффективно для структурного контроля производства Ni-Si медных сплавов, в которых контролируют количество S и другие производственные условия. Он также заявляет, что очень небольшое количество добавленного Cr эффективно для улучшения способности
10 подвергаться горячей обработке и количество Cr должно быть не больше, чем 0,1% по весу.

Однако так как Co более дорогой, чем Ni, о чем говорится в вышеупомянутом документе, то это является недостатком для практического использования. Поэтому в прошлом никакие или малозначительные исследования проводились на сплавах Cu-Ni-Si,
15 Si, использующих Co как добавку. Кроме того, полагают, что, подобно Ni, Co образует соединения с Si и лишь слегка увеличивает механическую прочность и электропроводность, замещая Ni. Однако никогда не считалось, что Co существенно улучшает свойства сплавов. Кроме того, решительно полагалось, что добавление Cr способствует упрочнению только, когда он осаждается сам, и он не признавался как
20 элемент, который существенно улучшает электропроводность без оказания отрицательного влияния на прочность.

Сущность изобретения

25 Цель изобретения - создать медные сплавы Cu-Ni-Si-Co-Cr для электронных материалов, обладающие превосходными свойствами.

Были проведены исследования для изучения необходимых требований, предъявляемых к медным сплавам, используемым для все более и более сложных электронных материалов, и, в конечном счете, авторы сосредоточились на Cu-Ni-Si
30 сплавах, содержащих Co и Cr. После дальнейших исследований Cu-Ni-Si сплавов, содержащих Co и Cr, авторы также обнаружили, что свойства (особенно прочность и электропроводность) Cu-Ni-Si сплавов, содержащих Co и Cr, улучшаются более существенно, чем можно было предположить на основании известного уровня техники, когда размер, состав и распределение включений контролируются при
35 определенных условиях состава сплава и способа его производства.

Настоящее изобретение было сделано на основании полученных результатов. В одном аспекте изобретение (1) представляет собой Cu-Ni-Si-Co-Cr медный сплав для электронных материалов, содержащий около 0,5 - около 2,5 мас.% Ni, около 0,5 -
40 около 2,5 мас.% Co, около 0,30 - около 1,2 мас.% Si и около 0,09 - около 0,5 мас.% Cr и остальное Cu и неизбежные примеси, в котором отношение общей массы Ni и Co к массе Si (отношение $[Ni+Co]/Si$) в составе сплава удовлетворяет формуле: около $4 \leq [Ni+Co]/Si \leq$ около 5, и отношение Ni к Co (отношение Ni/Co) в составе сплава удовлетворяет формуле: около $0,5 \leq Ni/Co \leq$ около 2, и в котором Pс равен или меньше
45 чем относительно $15/1000 \text{ мкм}^2$ или $Pс/P$ равен или меньше чем около 0,3, где P - число включений, диспергированных в сплаве и имеющих размер 1 мкм или больше и Pс - число включений среди тех, которые имеют размер 1 мкм или больше, концентрация углерода в которых составляет 10 мас.% или больше.

50 В другом аспекте изобретение (2) представляет собой Cu-Ni-Si-Co-Cr медный сплав для электронных материалов, заявленный в пункте (1), дополнительно содержащий в сумме около 0,001 - около 2,0 мас.% одного или более элементов, выбранных от группы, состоящей P, As, Sb, Be, В, Mn, Mg, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn и Ag.

В еще одном аспекте изобретение (3) представляет собой способ производства Cu-Ni-Si-Co-Cr медных сплавов для электронных материалов, заявленных в пункте (1) или (2), содержащий стадии: нагревание слитка в течение около 1 часа или больше при температуре от около 900°C или выше до температуры ниже, чем около 1000°C, перед горячей прокаткой при температуре около 650°C или выше; и холодная прокатка перед проведением термообработки на твердый раствор в течение от около 5 до около 3600 секунд при температуре от около 850 до около 1000°C и проведение упрочнения при старении в течение от около 1 до 10 часов при температуре от 350 до около 550°C.

В другом аспекте изобретение (4) - это электронный компонент, использующий Cu-Ni-Si-Co-Cr медный сплав для электронных материалов, заявленных в пункте (1) или (2).

Изобретение создает сплавы Cu-Ni-Si-Co-Cr для электронных материалов, имеющих существенно улучшенную электропроводность без уменьшенной прочности.

Осуществление изобретения

(1) Количество Ni, Co и Si

Ni, Co и Si образуют интерметаллическое соединение при соответствующей термической обработке, что позволяет увеличить прочность без оказания неблагоприятного влияния на электропроводность. Ниже приведены объяснения соответствующих количеств Ni, Co и Si.

Количество Ni и Co, количество добавления должно быть Ni от около 0,5 до около 2,5 мас.% и Co от около 0,5 до около 2,5 мас.%, чтобы достичь намеченных прочности и электропроводности. Предпочтительно количество Ni составляет от около 1,0 до около 2,0 мас.% и Co от около 1,0 до около 2,0 мас.%, и более предпочтительно Ni от около 1,2 до 1,8 мас.% и Co от около 1,2 до около 1,8 мас.%. Напротив, если Ni меньше чем около 0,5 мас.% или Co меньше чем около 0,5 мас.%, то не достигают желаемой прочности. Если Ni больше чем около 2,5 мас.% или Co больше чем около 2,5 мас.%, то это существенно уменьшает электропроводность и ослабляет способность подвергаться горячей обработке, хотя и увеличивает прочность.

Количество добавляемого Si должно быть от около 0,30 до около 1,2 мас.%, чтобы достичь намеченной прочности и электропроводности, и предпочтительно от около 0,5 до около 0,8 мас.%. Если количество Si меньше чем около 0,3 мас.%, то не достигают желательной прочности, а если количество Si больше чем около 1,2 мас.%, существенно уменьшается электропроводность и ослабляется способность к горячей обработке, хотя увеличивается прочность.

(2) Отношение [Ni+Co]/Si

Изобретение задает отношение массовых концентраций общей массы Ni и Co к массе Si([Ni+Co]/Si).

Изобретение задает Ni/Si отношение в пределах узкого диапазона при нижнем значении принятого диапазона около $3 \leq \text{Ni/Si} \leq$ около 7, а именно требуется добавлять немного больше Si, чтобы превратить Co и Ni в силицид и не оставить никакого избыточного твердого раствора Ni и Co, который не способствует осаждению, что позволяет предотвратить уменьшение электропроводности. Однако, если отношение массовых концентраций находится в диапазоне $[\text{Ni+Co}]/\text{Si} <$ около 4, доля Si становится настолько высокой, что электропроводность уменьшается из-за твердого раствора Si. Кроме того, так как на поверхности материала во время процесса отжига образуется оксидная пленка SiO₂, то ухудшается способность к пайке. Далее, так как Ni-Co-Si

осажденные частицы имеют тенденцию к укрупнению, то не только не содействуют упрочнению, но также становятся возможной причиной трещин, образующихся в процессе изгиба, и вызывают дефекты осаждения. С другой стороны, если отношение Ni и Co к Si становится выше и находится в диапазоне $[Ni+Co]/Si > \text{около } 5$, существенно снижается электропроводность и сплав становится непригодным для электронных материалов.

Соответственно, изобретение корректирует отношение $[Ni+Co]/Si$ в диапазоне около $4 \leq [Ni+Co]/Si \leq \text{около } 5$.

Предпочтительно, отношение $[Ni+Co]/Si$ находится в диапазоне около $4,2 \leq [Ni+Co]/Si \leq \text{около } 4,7$.

(3) Отношение Ni/Co

Изобретение также определяет отношение массовой концентрации Ni к Co (отношение Ni/Co). Полагают, что Ni и Co не только способствуют образованию соединения с Si, но также улучшают свойства сплава при определенном отношении. Улучшение прочности становится заметным, когда отношение Ni/Co находится в диапазоне около $0,5 \leq Ni/Co \leq \text{около } 2$. Предпочтительно, отношение находится в диапазоне около $0,8 \leq Ni/Co \leq \text{около } 1,3$. Напротив, если отношение массовых концентраций находится в диапазоне $Ni/Co < \text{около } 0,5$, электропроводность уменьшается, хотя это увеличивает прочность. Кроме того, такое отношение вызывает сегрегацию при затверждении. С другой стороны, нежелательно, если отношение Ni/Co выше чем около 2, т.к. концентрация Ni становится слишком высокой и электропроводность уменьшается.

(4) Количество Cr

В соответствии с изобретением добавление от около 0,09 до около 0,5 мас.% Cr дополнительно улучшает характеристики упрочнения при старении.

Предпочтительно, количество Cr находится в диапазоне от около 0,1 до около 0,3 мас.%. Добавление Cr необходимо. Cr осаждается как Cr сам по себе или как соединение с Si в медной матрице, позволяя увеличить электропроводность без оказания неблагоприятного действия на прочность. Однако, когда количество Cr ниже, чем около 0,09 мас.%, результат становится слишком незначительным. С другой стороны, когда количество Cr больше чем около 0,5 мас.%, осадки становятся укрупненными включениями, которые не способствуют увеличению прочности, приводя к ухудшению способности к изгибу и свойств осаждения.

(5) Другие добавочные элементы

Добавление P, As, Sb, Be, B, Mn, Mg, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn или Ag оказывает ряд эффектов. Эти элементы дополняют взаимно и улучшают не только прочность и электропроводность, но также и способность к изгибу, свойства осаждения и эффективность такую, как способность подвергаться горячей обработке вследствие уменьшения литой структуры. Поэтому один или большее количество этих элементов могут быть добавлены к вышеупомянутым Cu-Ni-Si сплавам, содержащим Co и Cr в зависимости от желаемых свойств. В таком случае общее количество этих элементов должно быть равно или меньше чем около 2,0 мас.%. Предпочтительно, оно находится в диапазоне от около 0,001 до около 2,0 мас.%, и более предпочтительно, оно находится в диапазоне от около 0,01 до около 1,0 мас.%. Напротив, если общее количество элементов меньше чем около 0,001 мас.%, желательная прочность не может быть достигнута, и если оно больше чем около 2,0 мас.%, электропроводность и производительность значительно уменьшаются.

(6) Включения

Как описано выше, Cr добавляют для осаждения в виде Cr как такового или в виде соединения с Si в медной матрице, что позволяет увеличить электропроводность без оказания неблагоприятного действия на прочность.

Однако Cr имеет склонность образовывать карбиды. Например, если частицы углерода из древесного угля, используемого как материал тигля во время плавления и отливки или используемого как покровный флюс для предотвращения окисления расплава при атмосферном плавлении, смешиваются с расплавом, они реагируют с Cr, образуются карбиды, и создаются включения, имеющие высокое содержание углерода. В таком случае Cr не увеличивает электропроводность несмотря на то, что его добавляют с этой целью. Вместо этого увеличение доли включений, имеющих высокое содержание углерода, ухудшает прочность и электропроводность. Кроме того, эти включения при укрупнении также ухудшают способность к изгибу и свойство осаждения.

Соответственно в настоящем изобретении авторы изучили включения, имеющие высокое содержание углерода в медной матрице.

Углерод реагирует с Cr в присутствии Cr и образует карбиды хрома. Поэтому Cr может находиться везде, где находится углерод. То есть если включение содержит углерод, Cr также содержится во включении.

Включение, имеющее высокую концентрацию углерода, включает Cr. Поэтому, если сплав содержит большое количество таких включений, преимущества от введения Cr будут уменьшены. Соответственно, эффект от введения Cr может быть оценен при исследовании включений.

Термин "включение, имеющее высокую концентрацию углерода," означает включение с аналитически определенным значением углерода, равным 10 мас.% или больше.

Когда концентрация углерода меньше чем 10 мас.%, то во включении обнаруживается небольшое количество Cr или его не обнаруживается вовсе, и, таким образом, включение, по существу, не уменьшает прочность и электропроводность. Далее, включение должно иметь размер, равный 1 мкм или больше. Причина состоит в том, что когда размер меньше чем 1 мкм, количество Cr, содержащегося во включении, незначительно. Если число включений, имеющих размер 1 мкм или больше, и аналитически определенное содержание углерода 10 мас.% или больше, равно или меньше чем около 15 на 1000 мкм², уменьшение прочности и электропроводности незначительно.

Однако даже в случае где число включений мало, если включения крупные, то количество Cr, содержащегося во включениях, высоко, так как Cr входит во включения во время их роста. Поэтому укрупненное включение содержит большее количество Cr. В таком случае предпочтительный эффект Cr будет уменьшен, даже если количество включений мало. Соответственно, авторы обнаружили, что свойства могут быть оценены из отношения числа включений, имеющих высокую концентрацию углерода к числу всех включений, потому что все включения увеличиваются в размере и число самих включений становится меньше.

Другими словами, отношение P_c/P должно быть около 0,3 или менее, где P - число включений, диспергированных в сплаве и имеющих размер 1 мкм или больше и P_c - число включений среди тех, которые имеют размер 1 мкм или больше, концентрация углерода в которых составляет 10 мас.% или больше. Когда отношение P_c/P больше чем около 0,3, доля Cr во включениях, имеющих высокую концентрацию углерода, высока, так как они являются крупными включениями, воздействующими на

прочность и электропроводность, даже если число таких включений мало.

В данном случае в этой заявке термин "включение" включает различные частицы, которые можно увидеть в матрице сплавов изобретения под сканирующим электронным микроскопом. К их числу относятся осадки, образованные в твердой фазе матрицы реакцией осаждения в процессе охлаждения после отверждения во время отливки Cu-Ni-Si сплавов, процесса охлаждения после горячей прокатки, процесса упрочнения при старении; образованные обычно крупные кристаллы, во время сегрегации при затверждении в течение процесса отливки, и примеси, такие как оксиды и сульфиды, образованные химической реакцией в расплаве во время процесса плавления. Термин "размер включения" означает диаметр минимального круга включения, измеренный FE-AES. Термин "число включений (P)" означает число включений, имеющих размер, равный или больше чем 1 мкм после фактического подсчета во множестве мест на поверхности материала при помощи FE-AES наблюдения после электролитического шлифования. Термин "число включений, имеющих концентрацию углерода 10 мас.% или более (Pc)," означает число включений, имеющих аналитически определенное значение углерода, равное 10 мас.% или больше среди включений, имеющих размер, равный или больше чем 1 мкм. Аналитическое определение углерода получают, измеряя Оже-спектр для каждого включения после распыления Ag+, чтобы удалить поглощенные элементы (C, O) с поверхностного слоя, и преобразовав обнаруженные элементы в массовые % как полуколичественную величину методом коэффициента чувствительности.

(7) Способ производства

Медный сплав в соответствии с изобретением может быть изготовлен стандартным производственным методом для сплавов Cu-Ni-Si-Co-Cr. Однако необходимо уменьшить число включений, диспергированных в материале и имеющих размер 1 мкм или больше и с концентрацией углерода 10 мас.% или более, чтобы предотвратить укрупнение таких включений для того, чтобы получить число Pc, равное или меньше чем около $15/1000 \text{ мкм}^2$, и отношение (Pc/P) , равное или меньше чем около 0,3, где P - число включений, диспергированных в сплаве и имеющих размер 1 мкм или больше, и Pc - число включений среди тех, которые имеют размер 1 мкм или больше, концентрации углерода в которых равны 10 мас.% или больше. Число включений, имеющих размер 1 мкм или больше, в которых концентрация углерода 10 мас.% или более, может быть уменьшена путем предотвращения образования карбидов хрома во время плавления и отливки, т.к. карбиды хрома образуются, прежде всего, во время плавления и отливки.

Так как количество углерода, растворенного в расплавленной меди, очень мало, образование карбида хрома, прежде всего, вызвано углеродом, введенным извне в расплав, или реакцией с углеродсодержащими структурными компонентами, контактирующими с расплавом. Например, если исходное сырье в виде скрапа, загруженное в расплав, содержит большое количество смазочного материала, смазочный материал распадается и углерод, содержащийся в смазочном материале, реагирует с Cr. Кроме того, углерод может использоваться в компонентах таких, как разливочные стаканы для плавления и отливки, и он может реагировать с Cr, когда входит в контакт с расплавом. Чтобы предотвращать внедрение углерода, следует внимательно подходить к отбору сырья, тиглей, покрытий древесного угля и материалов компонентов, контактирующих с расплавом.

Для предотвращения укрупнения включений, образованных в процессе плавления, при производстве должны использоваться следующие процессы.

Среди вышеупомянутых включений (Р) укрупненные кристаллы и осадки, состоящие из Ni-Si, могут быть растворены при нагревании в течение одного часа или больше при около 900°C или выше в течение отжига для гомогенизации перед горячей прокаткой. Если эта температура около 1000°C или выше, кристаллы могут быть превращены в жидкость из-за локальной сегрегации, и это вызывает серьезные трещины во время горячей прокатки. Поэтому желательно, чтобы нагревание проводилось в течение одного часа или более при около 900°C или выше, но ниже, чем около 1000°C, перед горячей прокаткой, и температура окончания горячей прокатки была около 650°C или выше. Процессы, проводимые после горячей прокатки, могут быть теми же самыми, что и в стандартном производстве Cu-Ni-Si медных сплавов, и могут быть проведены холодная прокатка и процессы термической обработки для изготовления полос, фольги или т.п., имеющих желаемую толщину и свойства. Термическая обработка может включать обработку раствора и упрочнение при старении. Обработка раствора включает нагревание в течение от около 5 до около 3600 секунд при около 850°C или выше, но ниже, чем около 1000°C, чтобы растворить соединения Ni, Co, Si, Cr или подобные, которые могут образовывать осадки в медной матрице, и рекристаллизовать медную матрицу в то же самое время. Процесс горячей прокатки может иногда служить как обработка раствора.

Упрочнение при старении включает нагревание в течение около одного часа или выше при температуре диапазона от около 350°C до около 550°C так, чтобы Ni, Co, Si, Cr и подобные элементы, растворенные в твердом растворе, при обработке раствора осаждались как тонкодисперсные частицы. Это упрочнение при старении увеличивает прочность и электропроводность. Если температура во время упрочнения при старении более низкая, то более длинная термическая обработка может привести к диспергированию тонкодисперсных осадков, и если температура во время упрочнения при старении выше, то термическую обработку нужно сократить, чтобы предотвратить укрупнение осадков. Оптимальные условия могут быть выбраны в зависимости от производственных мощностей, и, чтобы достичь более высокой прочности до и/или после упрочнения при старении, может проводиться холодная прокатка. Далее, если после упрочнения при старении проводится холодная прокатка, то для снятия внутренних напряжений после холодной прокатки может проводиться отжиг (низкотемпературный отжиг).

Cu-Ni-Si-Co-Cr медные сплавы в соответствии с изобретением могут использоваться в электронных компонентах, которые должны иметь как высокую прочность, так и высокую электропроводность (или теплопроводность), таких как выводная рамка, соединитель, контакт, зажим, реле и переключатель и фольга для аккумуляторной батареи.

ПРИМЕРЫ

Далее изобретение объяснено примерами. Однако эти примеры приведены для лучшего понимания изобретения и его преимуществ, и изобретение не ограничено примерами.

Образцы медных сплавов в соответствии с изобретением содержат различные количества Ni, Co, Cr и Si и также содержат Mg, Sn, Zn, Ag и В в соответствующих случаях, как показано в Таблице 1. Там же приведены сравнительные образцы медных сплавов, т.е. сплавы Cu-Ni-Si-Co-Cr, имеющие параметры, выходящие из диапазона изобретения.

Медные сплавы, имеющие составы, показанные в Таблице 1, были расплавлены в высокочастотной плавильной печи при 1100°C или выше и превращены в пластины,

имеющие толщину 25 мм.

В данном случае, чтобы исследовать эффект углерода в изобретении, образцы в соответствии с изобретением были изготовлены с использованием корундового тигля. Для того чтобы покрыть расплав и перемешать добавленные элементы, использовали газообразный аргон. Сравнительные образцы были изготовлены с использованием угольного тигля, угля, чтобы покрыть расплав, и углеродного стержня, чтобы перемешать добавленные элементы. Для сравнительных образцов, кроме образцов 23-25, после того как слитки были нагреты до 900°C или выше, их подвергли горячей прокатке до толщины 10 мм и немедленно охладили. Напротив, сравнительные образцы 23-25, нагрев проводили при 800°C. После того как их поверхности были отшлифованы, чтобы удалить отложения на поверхностях так, чтобы получить толщину 9 мм, их подвергли холодной прокатке до толщины 0,3 мм. Сравнительные образцы, кроме образцов 26-28 подверглись обработке растворением в течение 5-3600 секунд при 850-1000°C в зависимости от количеств Ni и Co, затем упрочнению водным охлаждением. Сравнительные образцы 26-28 нагревали при 800°C. Затем их подвергли холодной прокатке до 0,15 мм. Наконец, сравнительные образцы, кроме образцов 29-31, подверглись упрочнению при старении в течение 1-24 часов при 350-550°C в инертной атмосфере в зависимости от количества добавок, чтобы получить тестируемые образцы.

Сравнительные образцы 29-31 упрочняли при 600°C.

Для каждого сплава была выполнена оценка прочности и электропроводности. Испытания на растяжение в направлении, параллельном направлению прокатки, проводились, чтобы измерить предел текучести с допуском 0,2% (YS), а электропроводность (ЕС; % IACS) была измерена по величине удельного сопротивления с использованием измерительного моста.

Способность к изгибу была измерена изгибанием при условии, что отношение толщины к радиусу изгиба тестируемого образца равно 1. За поверхностью изгибающейся части наблюдали с помощью оптического микроскопа, и если не обнаруживали трещин, то тестируемый образец считался не дефектным (хорошим), в случае если обнаруживали какую-либо трещину, то образец считался дефектным (плохим).

Для характеристики поверхности была измерена способность к пайке. Способность к пайке была измерена с использованием графического способа Menisco. Каждый испытываемый образец был погружен на глубину 2 мм в ванну 60% Sn-Pb при 235±3°C в течение 10 секунд, и была измерена продолжительность смачивания, то есть время, необходимое, чтобы полностью смочить тестируемый образец. Кроме того, в качестве предварительной обработки для оценки способности к пайке образец был обезжирен ацетоном, протравлен при погружении с перемешиванием в 10% раствор серной кислоты в течение 10 секунд, промыт водой, высушен и погружен в 25% спиртовой раствор смолы на 5 секунд. Заданное значение для продолжительности хорошего смачивания было установлено 2 секунды или меньше. Измерения "числа включений (P)" и "числа включений, имеющих концентрацию углерода 10 мас.% или большее (Pc)," были получены при электролитическом размалывании поверхности материала и фактическом подсчете включений, имеющих размер, равный или больше чем 1 мкм в 10 полях зрения на поверхности материала при FE-AES наблюдении, причем каждое поле зрения имело площадь 100 мкм² в распылении Ag+, чтобы удалить поглощенные элементы (C, O) с поверхностного слоя, измерения Оже-спектра для каждого включения с преобразованием обнаруженных элементов в массовые % как

полуколичественную величину методом коэффициента чувствительности и считая включения, имеющие аналитически определенную концентрацию углерода 10 мас.% или больше.

Таблица 1

№	мас. %					[Ni+Co] /Si	Ni/Co	P	Pc	Pc/P	YS (MPa)	EC (% IACS)	Изгиб	Способность к пайке	
	Ni	Co	Si	Cr	другие										
Обр азц ы изоб рете ния	1	0,7	0,7	0,3	0,2		4,7	1,0	9	1	0,11	735	54	хороший	0,6
	2	0,7	1,0	0,4	0,2		4,3	0,7	13	2	0,15	745	54	хороший	0,7
	3	0,7	1,3	0,4	0,2		4,7	0,5	11	1	0,09	755	52	хороший	0,7
	4	1,3	0,7	0,5	0,2		4,3	1,9	22	4	0,18	795	50	хороший	0,9
	5	1,3	1,3	0,6	0,2		4,3	1,0	23	5	0,22	810	50	хороший	1,0
	6	1,3	1,8	0,7	0,2		4,8	0,7	20	3	0,15	830	49	хороший	1,0
	7	2,0	1,2	0,7	0,2		4,4	1,7	35	6	0,17	825	50	хороший	1,2
	8	2,0	1,4	0,9	0,2		4,0	1,4	28	7	0,25	845	49	хороший	1,2
	9	2,0	1,8	0,9	0,2		4,3	1,1	35	7	0,20	855	47	хороший	1,3
	10	1,3	1,3	0,6	0,1		4,3	1,0	23	5	0,22	810	50	хороший	1,0
	11	1,3	1,3	0,6	0,4		4,3	1,0	26	6	0,23	820	49	хороший	1,0
	12	1,3	1,3	0,6	0,2	0,1 Mg	4,3	1,0	24	5	0,21	880	44	хороший	0,8
	13	1,3	1,3	0,6	0,2	0,5 Sn	4,3	1,0	22	4	0,18	825	48	хороший	1,0
	14	1,3	1,3	0,6	0,2	0,5 Zn	4,3	1,0	22	4	0,18	830	48	хороший	1,0
Сра внит ельн ые обр азц ы	15	0,7	0,7	0,3	0,2		4,7	1,0	15	6	0,40	675	52	плохой	2,1
	16	1,3	1,3	0,6	0,2		4,3	1,0	32	16	0,50	730	46	плохой	3,0
	17	2,0	1,8	0,9	0,2		4,3	1,1	78	22	0,28	770	43	плохой	3,3
	18	1,3	1,3	0,6	0,1		4,3	1,0	32	15	0,47	740	53	плохой	3,0
	19	1,3	1,3	0,6	0,4		4,3	1,0	35	17	0,49	740	51	плохой	3,0
	20	1,3	1,3	0,6	0,2	0,1 Mg	4,3	1,0	31	14	0,45	800	44	плохой	2,8
	21	1,3	1,3	0,6	0,2	0,5 Sn	4,3	1,0	30	10	0,33	750	41	плохой	3,0
	22	1,3	1,3	0,6	0,2	0,5 Zn	4,3	1,0	30	10	0,33	760	41	плохой	3,0
	23	0,7	0,7	0,3	0,2		4,7	1,0	13	5	0,38	680	52	плохой	2,1
30	24	1,3	1,3	0,6	0,2		4,3	1,0	29	11	0,38	740	46	плохой	2,8
	25	2,0	1,8	0,9	0,2		4,3	1,1	43	14	0,33	770	43	плохой	3,0
	26	0,7	0,7	0,3	0,2		4,7	1,0	12	4	0,34	685	52	плохой	2,1
	27	1,3	1,3	0,6	0,2		4,3	1,0	24	10	0,42	750	47	плохой	2,6
	28	2,0	1,8	0,9	0,2		4,3	1,1	41	14	0,34	775	43	плохой	2,8
	29	0,7	0,7	0,3	0,2		4,7	1,0	7	4	0,57	660	57	плохой	2,1
35	30	1,3	1,3	0,6	0,2		4,3	1,0	14	7	0,50	710	54	плохой	2,3
	31	2,0	1,8	0,9	0,2		4,3	1,1	28	11	0,39	735	49	плохой	2,8

Далее результаты оценки свойств приведены со ссылкой на Таблицу 1.

Образцы 1-14 в соответствии с изобретением имели превосходную прочность, электропроводность, способность к изгибу и спайке.

Сравнительные образцы 15-22 имели более низкую прочность и электропроводность, чем образцы изобретения, имеющие тот же самый состав сплава (например, сравнительный образец 15 и образец 1, сравнительный образец 16 и образец 5 и сравнительный образец 17 и образец 9). Причина состоит в том, что Pc был больше чем 15 или Pc/P было больше чем 0,3 для всех сравнительных образцов 15-22.

Для сравнительных образцов 23-31, хотя Pc был меньше чем 15, Pc/P было больше, чем 0,3 для всех из них.

У сравнительных образцов 23-25, так как температура во время отжига для гомогенизации перед горячей прокаткой была более низкая (800°C), укрупненные включения, образованные во время плавления и отливки, не были растворены в медной матрице полностью и некоторые из укрупненных включений оставались. Поэтому, хотя число включений было мало, каждый из сравнительных образцов имел

худшую прочность, электропроводность, способность к изгибу и пайке по сравнению образцами изобретения, имеющими тот же самый состав сплава (поз.1, 5 и 9), так как P_c/P было больше чем 0,3.

У сравнительных образцов 26-28, хотя ряд укрупненных включений, образованных в течение плавления и отливки, был уменьшен в размере в течение отжига для гомогенизации перед горячей прокаткой, они не были удовлетворительно растворены в медной матрице и сохранились относительно крупные включения, так как температура во время обработки раствора была 800°C . Поэтому число всех включений было мало и P_c/P было больше чем 0,3. Далее, у сравнительных образцов 29-31, хотя горячая прокатка и обработка раствора проводилась при тех же самых условиях, как у образцов изобретения, доля включений, имеющих размер, равный или больше чем 1 мкм, увеличивалась из-за старения, так как упрочнение при старении проводилось при 600°C 15 часов. Кроме того, так как включения были укрупненными и число всех включений было уменьшено, P_c/P было больше чем 0,3. Поэтому каждый из сравнительных образцов имел ухудшенную прочность, электропроводность, способность к изгибу и пайке по сравнению с образцами изобретения, имеющими тот же самый состав (поз.1, 5 и 9), так как P_c/P было больше чем 0,3.

Соответственно подтверждено, что свойства сплава улучшаются существенно при регулировании состава сплава Cu-Ni-Si-Co-Cr в пределах диапазона, определенного в соответствии с изобретением.

Специалист в данной области может легко создать множество вариантов настоящего изобретения без отклонений от существенных признаков и замысла изобретения. В связи с этим изобретение не должно быть ограничено только приведенными воплощениями и вариантами, и другие воплощения также включены в настоящее изобретение, как определено прилагаемой формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Cu-Ni-Si-Co-Cr медный сплав, используемый в электронных компонентах, содержащий от около 0,5 до 2,5 мас.% Ni, от около 0,5 мас.% до около 2,5 мас.% Co, от около 0,30 мас.% до около 1,2 мас.% Si и от около 0,09 мас.% до около 0,5 мас.% Cr, остальное Cu и неизбежные примеси, в котором отношение общей массы Ni и Co к массе Si удовлетворяет формуле $4 \leq [Ni+Co]/Si \leq$ около 5 и отношение Ni к Co составляет около $0,5 \leq Ni/Co \leq$ около 2, и в котором P_c равен или меньше, чем около $15/1000 \text{ мкм}^2$, и P_c/P равен или меньше, чем около 0,3, где P - число включений, диспергированных в сплаве и имеющих размер 1 мкм или больше, и P_c - число диспергированных включений, которые имеют размер 1 мкм или больше, концентрация углерода в которых составляет 10 мас.% или больше.

2. Cu-Ni-Si-Co-Cr медный сплав по п.1, дополнительно содержащий в сумме около 2,0 мас.% или менее элементов, выбранных из группы, состоящей из: P, As, Sb, Be, V, Mn, Mg, Sn, Ti, Zr, Al, Fe, Zn и Ag.

3. Способ получения Cu-Ni-Si-Co-Cr медного сплава, используемого в электронных компонентах по п.1 или 2, содержащий стадии: нагрева слитка в течение 1 ч или больше при температуре около 900°C или выше до температуры ниже, чем около 1000°C , горячей прокатки при температуре около 650°C или выше; холодной прокатки; термической обработки на твердый раствор в течение от около 5 с до около 3600 с при температуре от около 850°C до около 1000°C ; упрочнения при старении в течение от около 1 до 10 ч при температуре от около 350°C до около 550°C .

4. Электронный компонент, выполненный из Cu-Ni-Si-Co-Cr медного сплава по п.1 или 2.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50