



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011119021/06, 06.10.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.10.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
13.10.2008 FR 0856903

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2012 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 20.06.2014 Бюл. № 17

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 3578264 A, (BATTELLE DEVELOPMENT CORP), 11.05.1971. SU 1765469 A1, (ВОЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМ.Ф.Э.ДЗЕРЖИНСКОГО), 30.09.1992. US 4830315 A, (UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION), 16.05.1989. US 3588005 A, (SCOTT C. RETHORST), 28.06.1971. US 2002079405 A1, (LAYUKALLO THOMBI), 27.06.2002

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 13.05.2011

(86) Заявка РСТ:
FR 2009/051897 (06.10.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/043798 (22.04.2010)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

РУТЬЕ Паскаль (FR)

(73) Патентообладатель(и):

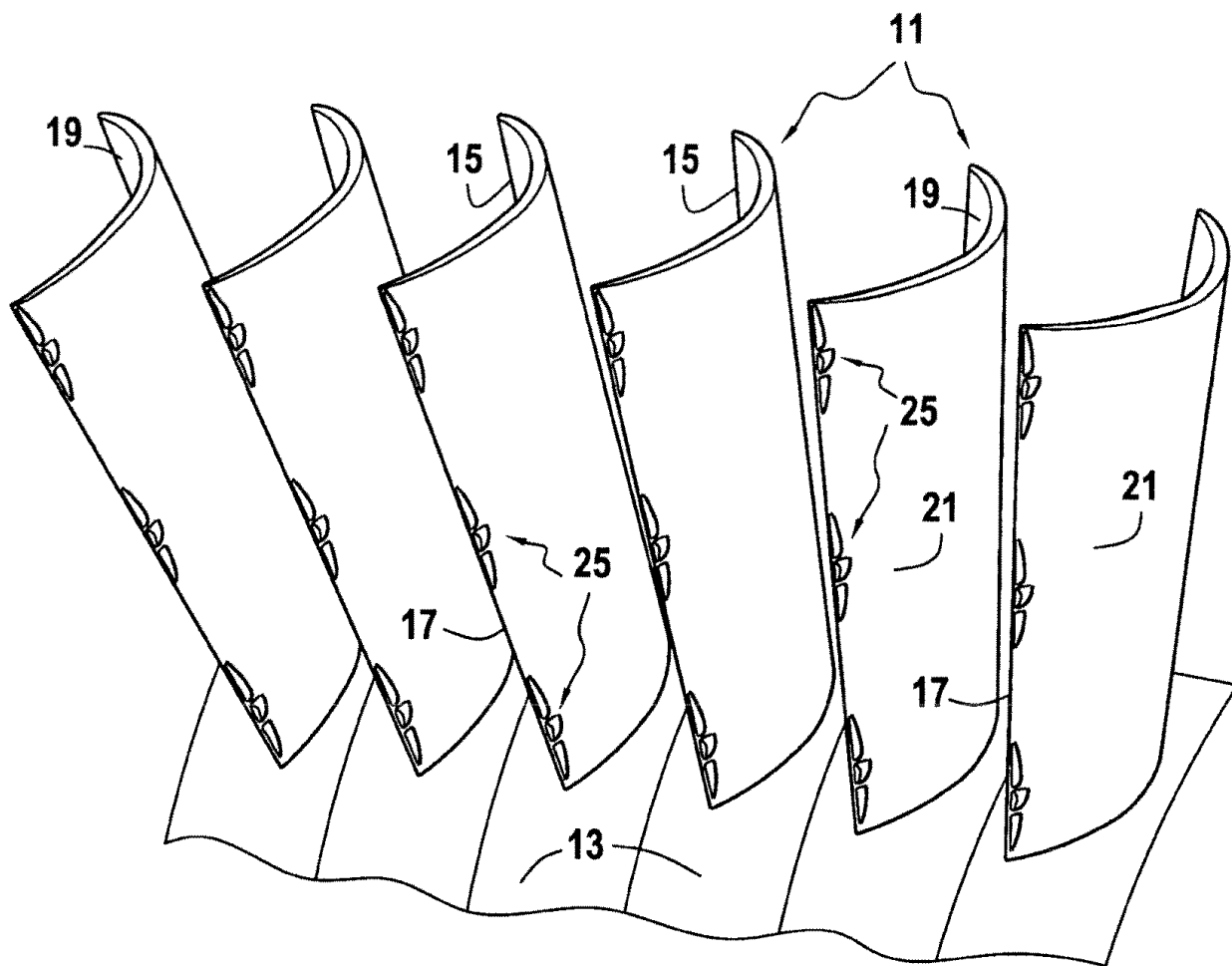
СНЕКМА (FR)

(54) ЛОПАТКА ТУРБИНЫ С УЛУЧШЕННОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ И КОЛЕСО ТУРБИНЫ, СОДЕРЖАЩЕЕ ТАКУЮ ЛОПАТКУ

(57) Реферат:

Колесо турбины и лопатка ротора турбины, имеющая поверхность (19) стороны нагнетания и поверхность (21) стороны разрежения. Сторона разрежения является гладкой на большей части ее поверхности за исключением нескольких выпуклостей (25). Выпуклости распределены

вблизи и вдоль задней кромки (17). Поверхность стороны нагнетания является гладкой. Достигается уменьшение зоны отделения вблизи поверхности лопатки, которая отвечает за возмущения, оказывающие воздействие на эффективность турбины. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 4 ил.



ФИГ. 1

RU 2520273 C2

RU 2520273 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011119021/06, 06.10.2009**

(24) Effective date for property rights:
06.10.2009

Priority:

(30) Convention priority:
13.10.2008 FR 0856903

(43) Application published: **20.11.2012** Bull. № 32

(45) Date of publication: **20.06.2014** Bull. № 17

(85) Commencement of national phase: **13.05.2011**

(86) PCT application:
FR 2009/051897 (06.10.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/043798 (22.04.2010)

Mail address:

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

(72) Inventor(s):
RUTE Paskal' (FR)

(73) Proprietor(s):
SNEKMA (FR)

(54) **TURBINE BLADE WITH PERFECTED AERODYNAMIC CHARACTERISTIC AND TURBINE WHEEL WITH SUCH BLADE**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

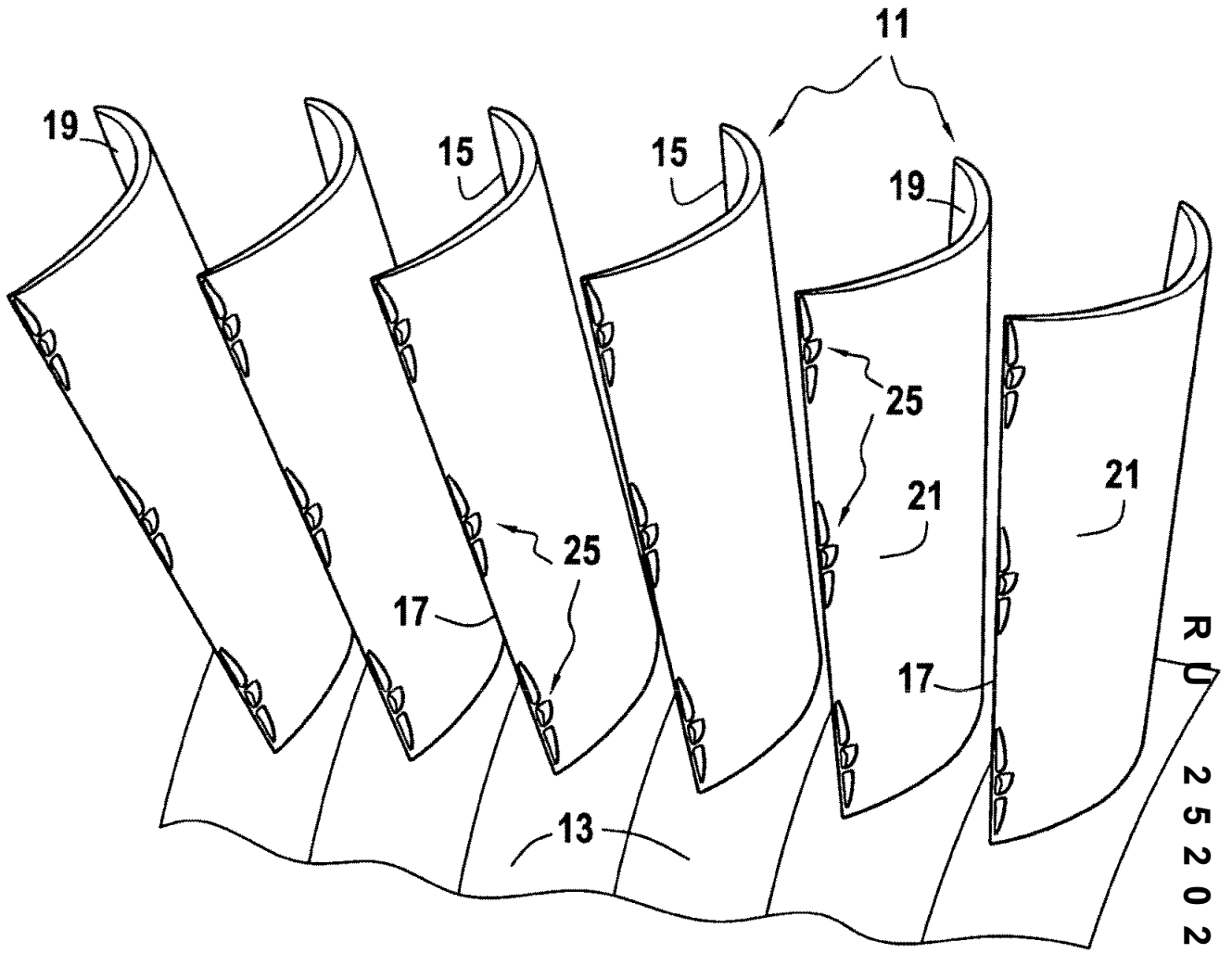
SUBSTANCE: turbine wheel and rotor blade has pressure side surface (19) and rarefaction side surface (21). Rarefaction side is smooth at its larger portion except for some bulges (25). Bulges are distributed nearby and along rear edge (17). Pressure side surface is smooth.

EFFECT: smaller separation zone nearby blade surface charged with disturbances influencing the turbine efficiency.

12 cl, 4 dwg

RU 2 520 273 C2

RU 2 520 273 C2



ФИГ. 1

RU 2520252 C2

RU 2520273 C2

Изобретение относится к лопатке турбины, в частности к лопатке для движущегося колеса турбины низкого давления для турбореактивного двигателя самолета, причем изменение аэродинамических характеристик лопатки улучшено таким образом, чтобы исключить отделение граничного слоя воздушным потоком от поверхности лопатки, главным образом на ее задней части в области ее стороны разрезания.

В конструкции новых форм лопаток турбины, в частности для рабочих лопаток, установленных на колесе заданной ступени турбины, желательно повысить производительность посредством изменения определенных структурных параметров. В частности, для уменьшения массы турбины, одно возможное решение состоит в уменьшении количества лопаток, тем самым требуя, чтобы профили лопаток были переделаны таким образом, чтобы соответствовать углам выхода, и таким образом, чтобы насколько это возможно компенсировать потерю эффективности. Наиболее близким аналогом заявленного изобретения является аэродинамическая поверхность, раскрытая в патенте США №3578264, согласно которому выполняют множество выпуклостей на аэродинамической поверхности для управления задержкой и смещением потока воздуха и усиление эффекта теплообмена, что достигается выполнением выпуклостей по большей (если не всей) площади аэродинамической поверхности. Однако главным недостатком данного технического решения является то, что невозможно исключить отделение граничного слоя воздушным потоком от поверхности лопатки на ее задней части в области ее стороны разрезания. Действуя таким образом, как раскрыто в патенте США №3578264, можно установить, что имеет место пагубный риск «срыва» воздушного потока от стороны разрезания. Такие турбулентные возмущения начинаются вблизи определенных зон стороны разрезания лопатки, и они являются очень вредными для производительности. Изобретение направлено на обеспечение уменьшения этих явлений срыва.

В частности, согласно изобретению создана лопатка ротора турбины, имеющая поверхность стороны нагнетания и поверхность стороны разряжения, при этом сторона разрезания является гладкой на большей части ее поверхности за исключением нескольких выпуклостей, которые распределены вблизи и вдоль задней кромки, причем поверхность стороны нагнетания является гладкой.

Предпочтительно, месторасположение выпуклостей вдоль задней кромки выбрано таким образом, чтобы находиться вблизи зоны полного отделения, рассчитанной без указанной выпуклости. Для определения месторасположения такой выпуклости вдоль задней кромки, начальной точкой является моделирование зоны отделения на стороне разрезания (моделирование которой может быть получено посредством вычисления), и затем решено расположить такую выпуклость вблизи зоны максимального возмущения, как определена без использования такой выпуклости.

Действуя таким образом, как правило, получается то, что, по меньшей мере, одна выпуклость располагается, по существу, по середине задней кромки. Предпочтительно, другие выпуклости могут быть расположены вблизи внутреннего радиального конца задней кромки и/или вблизи радиального внешнего конца задней кромки.

Как общее правило, расчеты приводят к расположению множества выпуклостей таким образом, что они распределяются вдоль внешней радиальной трети задней кромки.

Форма такой выпуклости, предпочтительно, в общем смысле, представляет собой форму скругленного утолщения, выступающего из поверхности стороны разрезания и плавно соединяющегося с ней.

Предпочтительно, среднее сечение выпуклости, взятое перпендикулярно относительно

задней кромки, имеет форму полуволны, которая плавно соединяется с поверхностью стороны разреза.

В варианте осуществления, другое сечение выпуклости, взятое перпендикулярно относительно среднего сечения, имеет волнообразную форму, включающую
5 центральный экстремум с затухающими боковыми волнами. Другими словами, как видно на этом сечении, выпуклость является аналогичной по форме волне, которая создается на ровной поверхности жидкости падающей каплей жидкости, при этом эта форма волны, тем не менее, не является изоморфной в окружном направлении вокруг центральной точки.

10 Предпочтительно, лопатка является рабочей лопаткой.

Согласно второму объекту изобретения создано колесо турбины с лопатками, являющимися лопатками вышеописанного типа.

Изобретение может быть более понятным и другие его преимущества проявляются более очевидно в свете нижеследующего описания, приведенного только в качестве
15 примера и выполненного со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг.1 - местный вид в перспективе колеса ротора турбины, обеспеченного с лопатками в соответствии с изобретением;

Фиг.2 - местное сечение лопатки, показывающее профиль выпуклости в соответствии с изобретением;

20 Фиг.3 - местное сечение в другой плоскости, показывающее профиль указанной выпуклости;

Фиг.3А - вид, аналогичный Фиг.3, показывающий модификацию; и

Фиг.4 - схематический вид, показывающий этап в способе определения количества и месторасположений выпуклостей вдоль задней кромки.

25 На Фиг.1 показано множество лопаток 11 ротора, в частности рабочих лопаток, проходящих в основном радиально от периферии диска 13 ротора. Обычно каждая лопатка, имеющая определенную величину толщины, которая изменяется от передней стороны к задней стороне, изогнута между передней кромкой 15 и задней кромкой 17. Вогнутый участок или сторона 19 нагнетания является гладкой. Выпуклый участок
30 или сторона 21 разреза является гладкой на большей части ее поверхности за исключением нескольких выпуклостей 25 в соответствии с изобретением, которые распределены вблизи и вдоль задней кромки 17. В общем, такая выпуклость 25, предпочтительно, имеет в основном форму скругленного утолщения, выступающего из поверхности 21 стороны разреза и плавно соединяющегося с ней.

35 Предпочтительно, профиль сечения выпуклости перпендикулярно поверхности стороны разреза, где она расположена, изменяется между формами, показанными на Фиг.2 и 3.

Таким образом, как показано на Фиг.2, среднее сечение через выпуклость 25, взятое перпендикулярно задней кромке 17, имеет форму простой полуволны, которая плавно
40 соединяется с поверхностью стороны 21 разреза. Должно соблюдаться, чтобы скат этой полуволны был более пологим по направлению к передней стороне и более крутым по направлению к задней стороне. В этом сечении выпуклость соединяется с задней кромкой непрерывно.

Для сравнения, если рассмотрение дается относительно другого сечения той же самой
45 выпуклости, которое является перпендикулярным относительно предшествующего сечения, т.е. параллельным относительно задней кромки, как показано на Фиг.3, то можно видеть, что выпуклость имеет форму, которая является более сложной, а именно волнообразную форму с одной или более волнами, включающую центральный

экстремум 27 и затухающие боковые волны 28. В варианте с Фиг.3А можно видеть, что сечение выпуклости 25 содержит множество затухающих волн с обеих сторон экстремума. Как упомянуто выше, это сечение является сравнимым с волной, которая

5 «Вращаясь» вокруг выпуклости, сечение изменяется непрерывным образом от одного их этих сечений к другому за одну четверть оборота.

С предпочтительной формой для выпуклости, являющейся как задана выше, следует описание месторасположений для таких выпуклостей и способ, по которому определяются эти месторасположения.

10 Фиг.4 представляет собой диаграмму, показывающую слева направо различные этапы расположения выпуклостей на лопатке 11, если смотреть на поверхность ее стороны 21 разрежения. Серая часть представляет собой зону 30 «отделения» на стороне разрежения вблизи задней кромки.

15 Можно видеть, что без какой-либо выпуклости, эта зона 30 отделения проходит, практически, по всей высоте лопатки от задней кромки, с максимальной шириной, по существу, посередине. Анализ этой формы приводит к расположению первой выпуклости 25а вблизи зоны максимального возмущения, т.е. по середине лопатки, рядом с задней кромкой. Результат этой первой имитации (не показано) показывает уменьшение области возмущения на середине высоты, но также показывает неизменные возмущения на

20 внутреннем и внешнем радиальных концах. Это приводит к расположению другой выпуклости 25b вблизи внутреннего радиального конца задней кромки и/или вблизи внешнего радиального конца 25с задней кромки. Таким образом, путем примера, когда три выпуклости размещены на месте, как показано, это также соответствует варианту осуществления, который показан на Фиг.1; в таком случае, ширина зоны возмущений

25 или зоны отделения уменьшается, практически, по всей радиальной высоте лопатки, хотя, тем не менее, сохраняя неизменную явно выраженную зону возмущения между центральной выпуклостью и внешней выпуклостью.

Было обнаружено, что в применении способа, раскрытого в контексте изобретения, размещение четвертой выпуклости 25d вдоль внешней радиальной трети задней кромки

30 между центральной выпуклостью 25а и внешней выпуклостью 25с служит для уменьшения этой последней зоны отделения.

Формула изобретения

1. Лопатка ротора турбины, имеющая поверхность (19) стороны нагнетания и

35 поверхность (21) стороны разрежения, отличающаяся тем, что сторона разрежения является гладкой на большей части ее поверхности за исключением нескольких выпуклостей (25), которые распределены вблизи и вдоль задней кромки (17), причем поверхность стороны нагнетания является гладкой.

2. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что месторасположение выпуклостей (25) вдоль задней кромки выбрано таким образом, чтобы находиться вблизи зоны (30)

40 полного отделения, рассчитанной без указанной выпуклости.

3. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что она содержит выпуклость (25а), расположенную, по существу, по середине длины задней кромки.

4. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что выпуклости имеют в основном форму

45 скругленного утолщения, выступающего из поверхности стороны разрежения и плавно соединяющегося с ней.

5. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что она содержит одну выпуклость (25b) вблизи внутреннего радиального конца задней кромки.

6. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что она содержит одну выпуклость (25с) вблизи внешнего радиального конца задней кромки.

7. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что она содержит множество выпуклостей (25с-25d), распределенных по радиально внешней трети задней кромки.

5 8. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что среднее сечение каждой выпуклости, перпендикулярное относительно задней кромки, имеет форму полуволны, которая плавно соединяется с поверхностью стороны разрезания.

9. Лопатка по п.8, отличающаяся тем, что скат полуволны является более пологим по направлению к передней стороне и более крутым по направлению к задней стороне.

10 10. Лопатка по п.8 или 9, отличающаяся тем, что сечение выпуклости, перпендикулярное относительно среднего сечения, имеет волнообразную форму, включающую центральный экстремум и затухающие боковые волны.

11. Лопатка по п.1, отличающаяся тем, что она является рабочей лопаткой.

12. Колесо турбины, отличающееся тем, что оно снабжено лопатками, каждая из
15 которых является лопаткой по любому из пп.1-11.

20

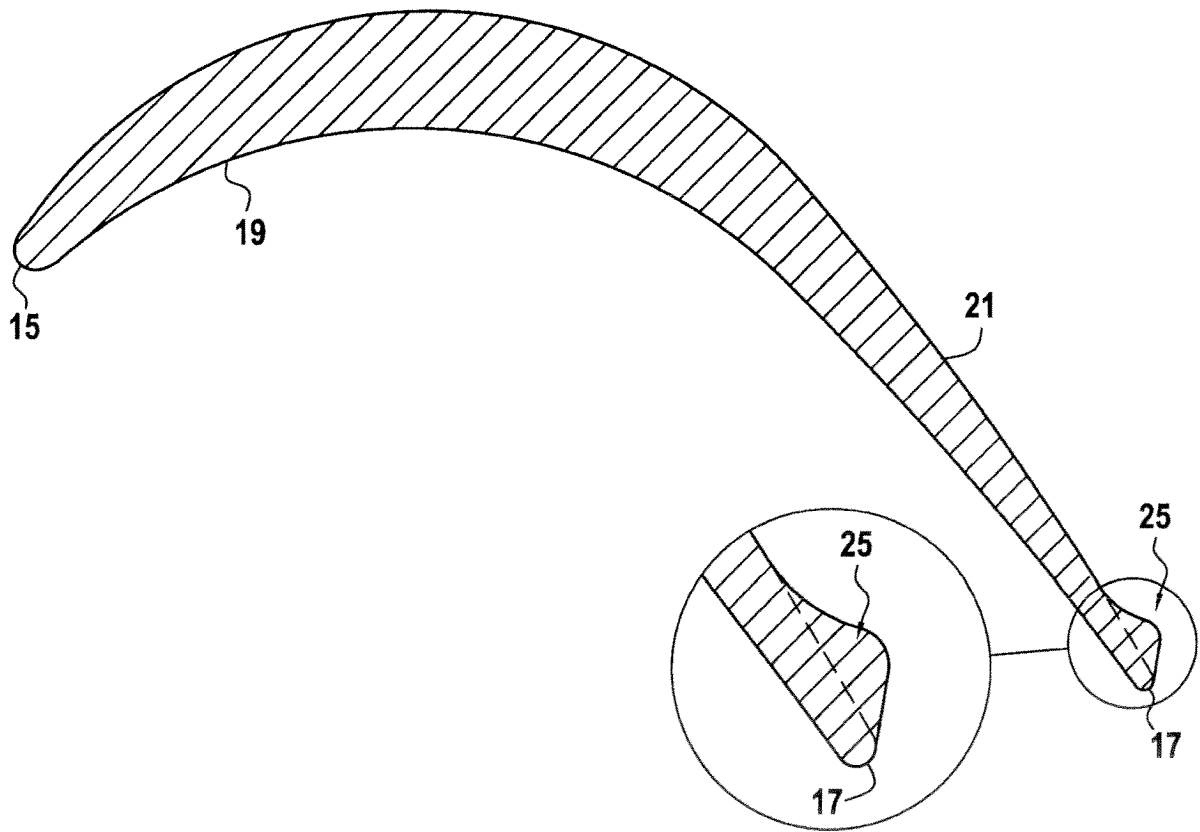
25

30

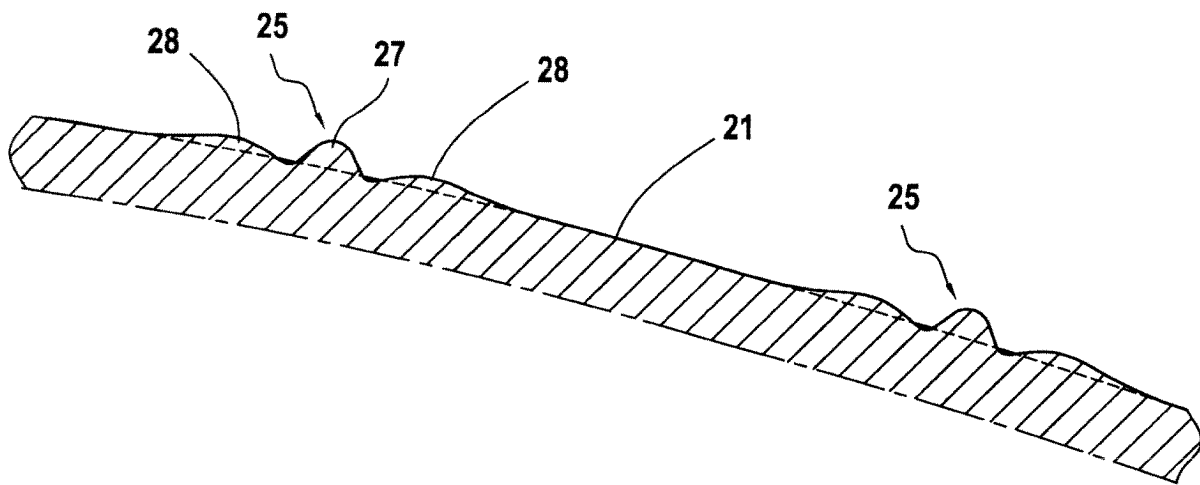
35

40

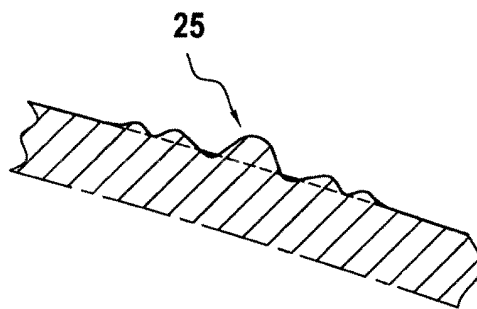
45



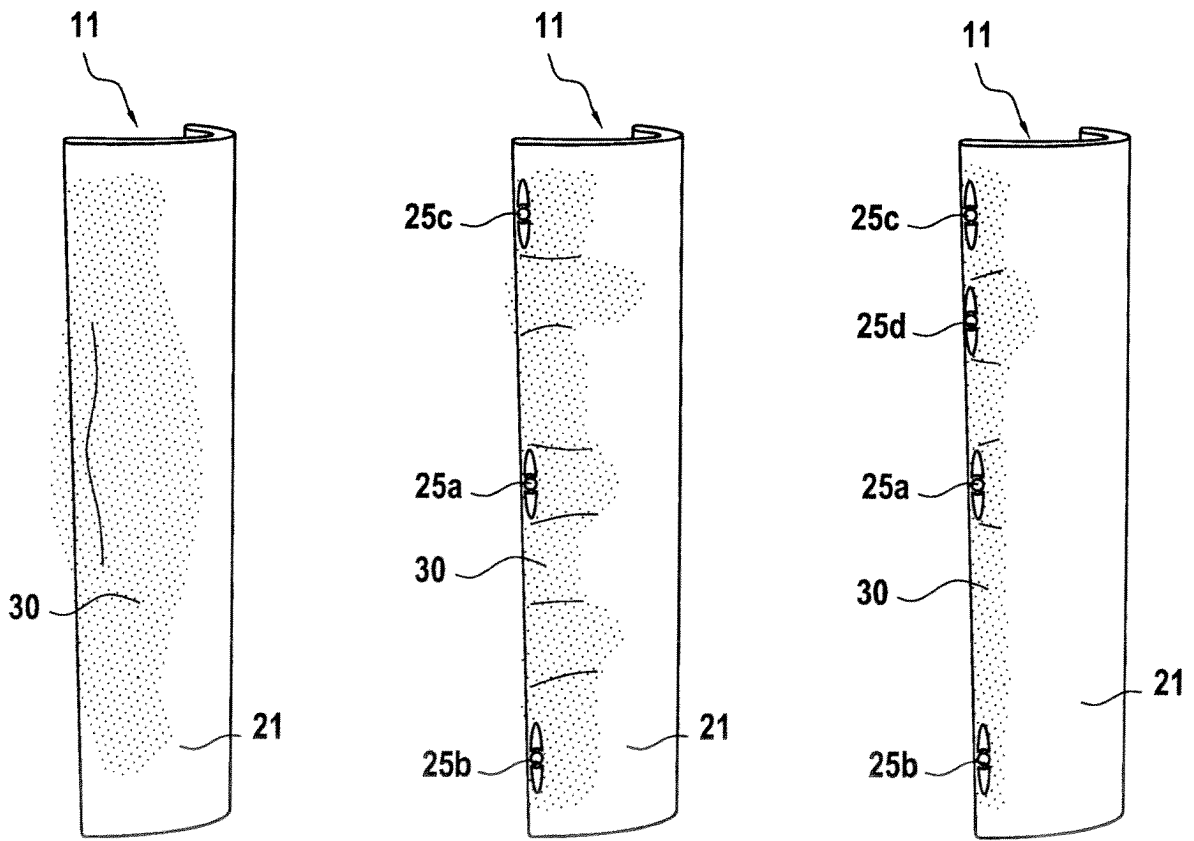
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 3А



ФИГ. 4