



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004139193/06, 30.12.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.12.2004

(30) Конвенционный приоритет:
06.01.2004 US 10/470,637

(43) Дата публикации заявки: 20.06.2006

(45) Опубликовано: 27.07.2009 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2639119, 19.05.1954. US 5062769,
05.11.1991. SU 277463 A1, 22.07.1970. US
520742 B2, 18.02.2003. RU 2183747 C1,
20.06.2002. US 6338611 B1, 15.01.2002.

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. С.А.Дорофееву

(72) Автор(ы):

ДОСАКЕР Пол Уолтер (US),
ДИЛЛЕНБАХ Роберт Эдвард (US),
ХОЛЛИДЕЙ Аллин Кит (US)

(73) Патентообладатель(и):

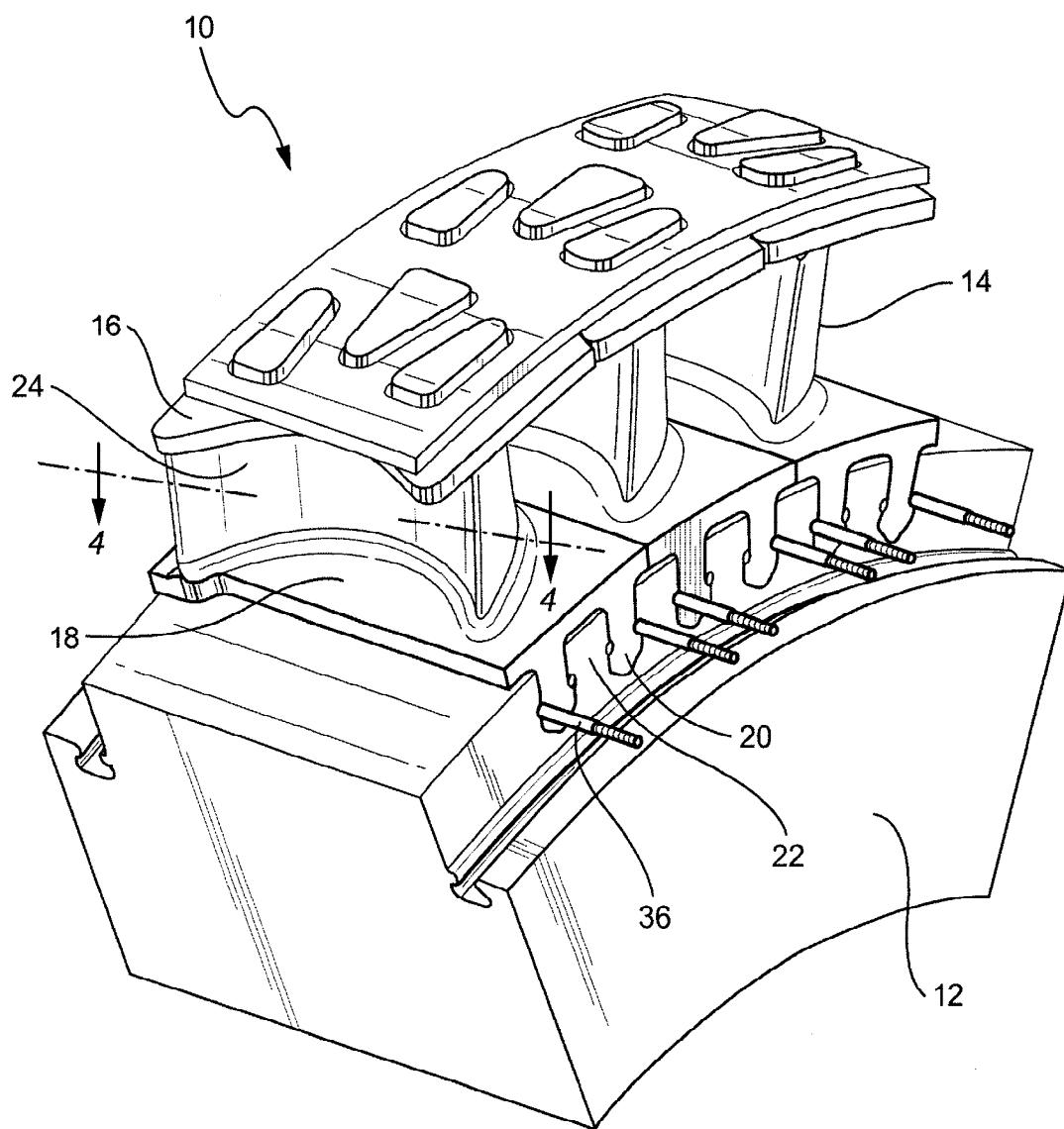
ДЖЕНЕРАЛ ЭЛЕКТРИК КОМПАНИ (US)

(54) РЕГУЛИРОВОЧНАЯ СТУПЕНЬ С УМЕНЬШЕННЫМ ВЕСОМ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

(57) Реферат:

Лопатки регулировочной ступени для
паровой турбины имеют профили, которые
выполнены полыми для формирования в
профиле внутренней полости. Полость
открыта через радиальную внутреннюю
платформу лопатки и заканчивается вблизи от

верхней части лопатки. Поэтому лопатки
имеют сниженный вес. Сниженный вес
позволяет уменьшить повреждение,
вызываемое ползучестью, в проходящих в
осевом направлении соединительных частях
типа ласточкиного хвоста вдоль обода ротора.
2 н. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2004139193/06, 30.12.2004**(24) Effective date for property rights:
30.12.2004(30) Priority:
06.01.2004 US 10/470,637(43) Application published: **20.06.2006**(45) Date of publication: **27.07.2009 Bull. 21**

Mail address:

**129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. S.A.Dorofeevu**

(72) Inventor(s):

**DOSAKER Pol Uolter (US),
DILLENBAKh Robert Ehdvard (US),
KhOLLIDEJ Allin Kit (US)**

(73) Proprietor(s):

DZhENERAL EhLEKTRIK KOMPANI (US)

(54) REGULATION STAGE WITH REDUCED WEIGHT FOR HIGH-TEMPERATURE STEAM TURBINE

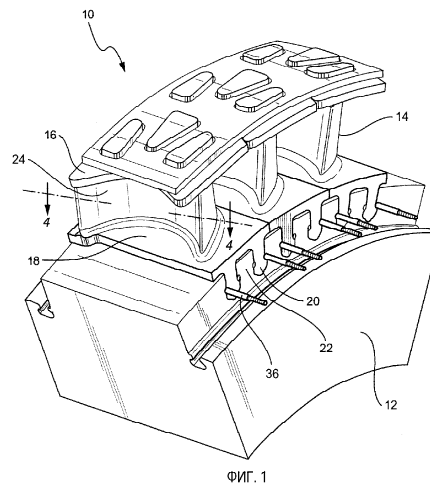
(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering.

SUBSTANCE: blades of regulation stage for steam turbine allows profiles, which are implemented as hollow for formation in profile of inner plane. Cavity is open through the radial inner platform of blade and end nearby top part of blade. That is why blades allow reduced weight.

EFFECT: reduced weight allows to reduce damage, activated by creepage, in passing axially fittings of dovetail type lengthwise rotor tread.

10 cl, 5 dwg



Настоящее изобретение относится к регулировочной ступени для высокотемпературной паровой турбины и, в частности, к рабочим лопаткам регулировочной ступени, имеющим внутренние полости, находящиеся в профилях лопаток, для снижения веса и уменьшения повреждения, вызываемого ползучестью, в роторе турбины.

Регулировочная ступень паровой турбины, то есть первая ступень турбины далее по ходу от регулирующих клапанов и подводов для пара, создает своеобразную нагрузку на лопатки этой ступени. Обычно имеется четыре подвода для возможности подачи пара к регулировочной ступени, причем с установкой регулирующего клапана для каждого подвода. Подводы обычно расположены по квадрантам. Поэтому пар выходит по сегментам дуг и таким образом неравномерно воздействует на профили лопаток первой ступени. Ввиду такого своеобразного неравномерного потока и, следовательно, нагружения регулировочной ступени, а также длительного периода работы при высоких температурах, в роторе турбины может произойти и происходит повреждение, вызываемое ползучестью, особенно в соединении между лопатками и ротором.

Обычно лопатки крепят к ротору посредством соединительных частей типа ласточкиного хвоста. Например, лопатки могут иметь первую и вторую соединительные части типа ласточкиного хвоста, проходящие в осевом направлении. Чередующиеся соединительные части типа ласточкиного хвоста, находящиеся на роторе, заходят между первой и второй соединительными частями, находящимися на лопатках. Остальные соединительные части типа ласточкиного хвоста, находящиеся на роторе, заходят между соединительными частями типа ласточкиного хвоста на последующих смежных лопатках. Ротор обычно изготавливают из материала, который не обладает высокими характеристиками в отношении сопротивления ползучести или разрыву, свойственными лопаткам, и, соответственно, у соединительных частей типа ласточкиного хвоста, находящихся на роторе, может произойти и происходит повреждение вследствие ползучести. Обычно соединительные части типа ласточкиного хвоста, находящиеся на лопатке или на роторе, крепят друг к другу посредством введения проходящих в осевом направлении пальцев, вставляемых в отверстия, образованные в соединительных частях типа ласточкиного хвоста, как для лопатки, так и для ротора. Вокруг отверстий для пальцев в соединительных частях типа ласточкиного хвоста, особенно в узких зонах таких соединительных частей ротора, возникают деформации, обусловленные ползучестью. Соответственно, имеется необходимость в контроле нагрузок или напряжений в этих зонах, чтобы воспрепятствовать развитию трещин в соединительных частях типа ласточкиного хвоста на роторе, вызываемому деформацией вследствие ползучести.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно предпочтительному аспекту настоящего изобретения профиль каждой лопатки выполнен с внутренней полостью, что позволяет снизить вес лопатки и, следовательно, центробежную нагрузку на ротор в течение его работы. Точнее, пониженный вес лопатки позволяет снизить деформацию, вызываемую ползучестью, находящихся на роторе соединительных частей типа ласточкиного хвоста в течение длительного центробежного и высокотемпературного нагружения ротора турбины. В частности, внутренняя полость лопатки проходит через платформу лопатки и фактически по всей длине профиля и заканчивается вблизи от верхней части профиля. Полость закрыта вблизи от верхней части профиля и остается открытой у платформы. Полость может иметь внутреннюю поверхность в форме профиля, в общем,

соответствующей наружной конфигурации профиля, чтобы придать профилю необходимую прочность. Однако полость может быть сформирована и иным образом. Посредством снижения веса лопатки повреждение соединительной части типа ласточкиного хвоста, находящейся на роторе, вызываемое длительной ползучестью, может быть сведено к минимуму или исключено.

В предпочтительном варианте осуществления конструкции согласно настоящему изобретению создана регулировочная ступень со сниженным весом для паровой турбины, лопатки которой имеют профиль, платформу и первую соединительную часть типа ласточкиного хвоста для крепления лопатки, в основном, к сформированной соответствующим образом соединительной части типа ласточкиного хвоста на роторе, при этом профиль имеет внутреннюю полость, проходящую через платформу к тому месту, которое находится вблизи от верхней части профиля, что позволяет снизить вес лопатки для уменьшения повреждения, вызываемого ползучестью, вдоль соединительной части типа ласточкиного хвоста на роторе.

Еще в одном предпочтительном варианте осуществления конструкции согласно настоящему изобретению создана регулировочная ступень с уменьшенным весом для паровой турбины, содержащая ротор, имеющий множество соединительных частей типа ласточкиного хвоста, выступающих в радиальном направлении наружу от обода ротора, и, в общем, проходящее в осевом направлении множество лопаток, каждая из которых имеет профиль, платформу, а также первую и вторую соединительные части типа ласточкиного хвоста, выступающие в радиальном направлении внутрь от платформы и образующие между собой пространство, в общем, проходящее в осевом направлении, для захождения одной из соединительных частей типа ласточкиного хвоста, выполненных на роторе, при этом каждый профиль имеет внутреннюю полость, проходящую через платформу к месту вблизи от верхней части профиля, что позволяет снизить вес лопатки для уменьшения повреждения, вызываемого ползучестью, вдоль соединительной части типа ласточкиного хвоста, имеющейся на роторе, между первой и второй соединительными частями лопатки, выполненными в виде ласточкиного хвоста.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На фиг.1 представлен вид в перспективе части ротора с лопаткой, которая прикреплена к нему.

На фиг.2 представлен вид в перспективе с нижней стороны лопатки, иллюстрирующий введение инструмента для формирования полости в профиле лопатки.

На фиг.3 представлен вид, подобный виду на фиг.2, иллюстрирующий отверстие в платформе, после того как сформирована полость.

На фиг.4 представлен вид в поперечном сечении через середину профиля, иллюстрирующий внутреннюю полость в профиле паровой турбины.

На фиг.5 представлен боковой вид по высоте части профиля лопатки, иллюстрирующий прохождение полости внутри профиля.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Теперь обратимся к чертежам, в частности к фиг.1, на которой представлена часть регулировочной ступени, в общем, обозначенной позицией 10 и предназначенной для паровой турбины, при этом она включает в себя ротор 12 и множество лопаток 14. Каждая лопатка 14 включает в себя наружную полосу 16, внутреннюю полосу или платформу 18, одну или более, а предпочтительно пару проходящих во внутреннем радиальном направлении соединительных частей 20 типа ласточкиного хвоста, и

профиль 24. Соединительные части 20 типа ласточкиного хвоста проходят в осевом направлении и отстоят друг от друга в окружном направлении. Ротор 12 включает в себя множество, в общем, выполненных с соответствующей формой соединительных частей 22 типа ласточкиного хвоста, которые подобным же образом проходят в осевом направлении. Проходящие в осевом направлении соединительные части 20 типа ласточкиного хвоста, находящиеся на лопатках 14, вставляют в осевом направлении в обод ротора, при этом соединительные части 20 располагаются так, что они чередуются с соединительными частями 22 типа ласточкиного хвоста, находящимися на роторе 12. Проходящие по окружности смежные соединительные части 20 типа ласточкиного хвоста на смежных лопатках подобным же образом охватывают с двух сторон смежные соединительные части 22 типа ласточкиного хвоста, находящиеся на роторе. Обычно материалы, формирующие ротор, обладают пониженной стойкостью к ползучести и разрыву по отношению к материалам, формирующим лопатки. Например, ротор 12 может быть образован из хрома с ванадием, в то время как лопатки могут быть образованы из хрома. Поэтому в соединительных частях 22 типа ласточкиного хвоста, имеющих на роторе, может произойти повреждение вследствие ползучести, особенно в узких зонах соединительных частей 22. Повреждение вследствие ползучести может привести к растрескиванию соединительных частей ротора.

Для того чтобы довести до минимума или исключить повреждение, вызываемое ползучестью, в роторе турбины в течение ее длительной работы при высокой температуре и центробежной нагрузке, лопатки 14 паровой турбины имеют профили 24, сформированные так, что имеют пониженный вес. Чтобы это выполнить, во внутренних частях профилей 24 сформированы полости. Например, на фиг.4 и 5 показано, что внутри профиля 24 образована полость 26. Как показано, полость 26 открыта через отверстие 28, образованное в платформе 18, и заканчивается вблизи от верхней части 30 профиля 24. Хотя и необязательно, чтобы полость 26 имела какую-либо конкретную форму, она может иметь форму профиля, в общем, соответствующую наружному контуру профиля 24, что наилучшим образом представлено на фиг.4.

Чтобы образовать полость 26 внутри профиля, профиль делают полым, используя процессы электроэрозионной обработки или электрохимической обработки. Например, инструмент 32 для электроэрозионной обработки (фиг.2) может быть применен к нижней стороне платформы 18 между соединительными частями 20 лопаток, выполненных в виде ласточкиного хвоста, чтобы образовать отверстие 28, проходящее через платформу 18. Дальнейшее введение электроэрозионного инструмента 32 через отверстие 28 платформы используют для выполнения полой внутренней части профиля 24. В результате образования внутренней полости в профиле вес лопатки будет существенно уменьшен. Понятно, что заданную толщину стенки профиля сохраняют для обеспечения достаточной прочности профиля.

Как показано на фиг.1, лопатки крепят к ротору обычным способом. То есть, лопатки имеют возможность скольжения в осевом направлении для зацепления с чередующимися соединительными частями 22 типа ласточкиного хвоста на ободе ротора и для их охвата. Остальные соединительные части ротора, выполненные в виде ласточкиного хвоста, расположены между смежными соединительными частями смежных лопаток, выполненными в виде ласточкиного хвоста. Для крепления друг к другу таких соединительных частей ротора и лопатки образованы цилиндрические отверстия, например, посредством развертывания, между смежными соединительными

частями типа ласточкиного хвоста на лопатках и на роторе, после того как лопатки вставлены в ротор в осевом направлении. Затем в отверстия, выполненные посредством развертывания, весьма плотно или с весьма жесткими допусками вставляют пальцы 36, чтобы обеспечить их точную посадку внутри отверстий.

Поэтому лопатки по существу будут заштифтованы в колесе ротора с обеспечением весьма незначительного относительного перемещения лопаток и колеса или при отсутствии такого перемещения. При нагружении по части дуги пальцевое соединение уменьшает какую-либо возможность износа и фреттинг-коррозии между лопаткой и ротором. Понятно, что при такой конструкции отверстия 28, проходящие сквозь платформу 18, лежат противоположно поочередно проходящим соединительным частям 22 типа ласточкиного хвоста на ободе колеса ротора. При такой компоновке пар может входить в полость 26. Однако поскольку отсутствует выход для пара из каждой полости, пар, входящий в полость, не оказывает существенного влияния на работу турбины.

Из предшествующего описания понятно, что когда в каждой из лопаток удалена значительная масса материала, то есть в ней выполнена выемка для формирования полости 26 внутри профиля каждой лопатки, а также платформы, вес лопаток будет уменьшен. Это позволяет снизить центробежную нагрузку на обод ротора и, в частности, на уменьшенные шейки соединительных частей 22 типа ласточкиного хвоста на ободе ротора. Следовательно, нагрузка, обусловленная ползучестью, вблизи узких зон соединительных частей 22 ротора будет доведена до минимума. В конкретном предпочтительном варианте осуществления конструкции каждая лопатка регулировочной ступени, предназначенной для паровой турбины, уменьшена как по весу, так и по объему по сравнению с идентичной лопаткой, в которой не образована полость, выполняемая согласно настоящему изобретению. В частности, вес лопатки регулировочной ступени уменьшен примерно на 10%. Такое уменьшение веса значительно снижает центробежную нагрузку на ротор. Объем каждой лопатки регулировочной ступени также уменьшен примерно на 10%. Это особенно важно для регулировочной ступени паровой турбины, когда на лопатках первой ступени имеет место неравномерный поток или частичный поток по дуге. Такой по существу пульсирующий поток увеличивает вероятность возникновения повышенных деформаций, вызываемых ползучестью, которые больше, чем сдвиг от снижения веса лопаток, позволяющего уменьшить или исключить повреждение вследствие деформации, вызываемой ползучестью.

Хотя изобретение описано применительно к тому, что в настоящее время следует считать наиболее предпочтительным и практичным вариантом осуществления конструкции, следует иметь в виду, что изобретение не ограничено раскрытым вариантом, напротив, оно предназначено для охвата различных модификаций и эквивалентных компоновок, находящихся в пределах существа и объема приложенных пунктов формулы изобретения.

Перечень условных обозначений на чертежах:

- 10 - регулировочная ступень;
- 12 - ротор;
- 14 - множество лопаток;
- 16 - наружная полоса;
- 18 - внутренняя полоса или платформа;
- 20, 22 - соединительные части типа ласточкиного хвоста;
- 24 - профиль;

- 26 - полость;
- 28 - отверстие;
- 30 - верхняя часть;
- 32 - электроэрозионный инструмент;
- 36 - пальцы.

Формула изобретения

1. Регулировочная ступень с уменьшенным весом для паровой турбины, содержащая:

лопатку (14) паровой турбины, имеющую профиль (24), платформу (18) и первую соединительную часть (20) типа ласточкиного хвоста для крепления лопатки, в основном, к сформированной соответствующим образом соединительной части (22) типа ласточкиного хвоста на роторе;

упомянутый профиль имеет внутреннюю полость (26), проходящую через платформу к месту вблизи от верхней части профиля, обеспечивающую возможность снижения веса лопатки для уменьшения повреждения, вызываемого ползучестью, вдоль соединительной части типа ласточкиного хвоста на роторе.

2. Регулировочная ступень по п.1, в которой полость (26) открыта через платформу (18).

3. Регулировочная ступень по п.1, в которой полость (26) заканчивается вблизи от верхней части профиля.

4. Регулировочная ступень по п.3, в которой полость (26) открыта через платформу (18).

5. Регулировочная ступень по п.4, включающая в себя вторую соединительную часть (20) типа ласточкиного хвоста, опирающуюся на лопатку и отстоящую в окружном направлении от первой соединительной части (20) типа ласточкиного хвоста, при этом полость (26) открыта через платформу между упомянутыми соединительными частями типа ласточкиного хвоста.

6. Регулировочная ступень по п.1, в которой полость (26) имеет, в общем, форму профиля, по существу, соответствующую наружному контуру упомянутого профиля.

7. Регулировочная ступень с уменьшенным весом для паровой турбины, содержащая:

ротор (12), имеющий множество соединительных частей (22) типа ласточкиного хвоста, выступающих в радиальном направлении наружу от обода ротора и проходящих, по существу, в осевом направлении;

множество лопаток (14), каждая из которых имеет профиль (24), платформу (18), а также первую и вторую соединительные части (20) типа ласточкиного хвоста, выступающие в радиальном направлении внутрь от платформы и образующие, в общем, проходящее между ними в осевом направлении пространство для захождения одной из соединительных частей типа ласточкиного хвоста, находящихся на роторе;

каждый профиль (24) имеет внутреннюю полость (26), проходящую через платформу к месту вблизи от верхней части профиля и обеспечивающую снижение веса лопатки для уменьшения повреждения, вызываемого ползучестью, вдоль соединительной части типа ласточкиного хвоста на роторе между первой и второй соединительными частями типа ласточкиного хвоста лопатки.

8. Регулировочная ступень по п.7, в которой полость (26) для каждого профиля открыта через платформу.

9. Регулировочная ступень по п.7, в которой полость (26) для каждого профиля

заканчивается вблизи от верхней части профиля.

10. Регулировочная ступень по п.9, в которой полость (26) для каждого профиля открыта через платформу.

5

10

15

20

25

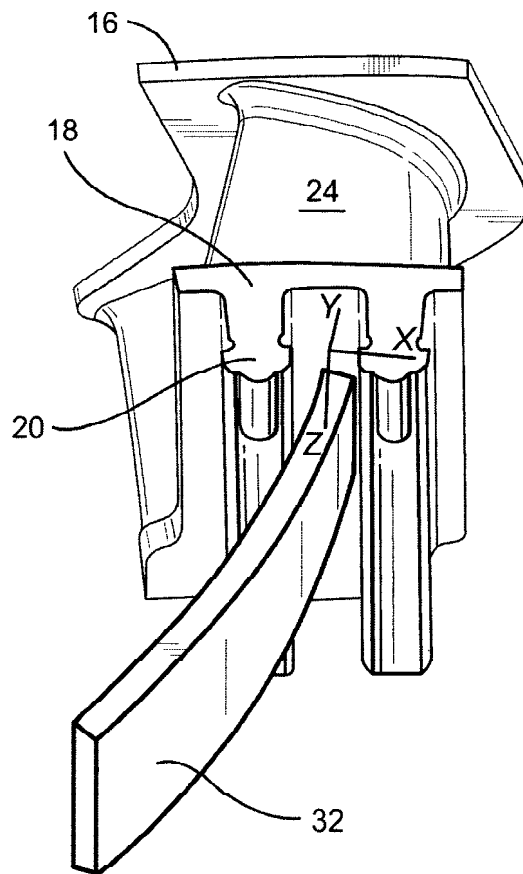
30

35

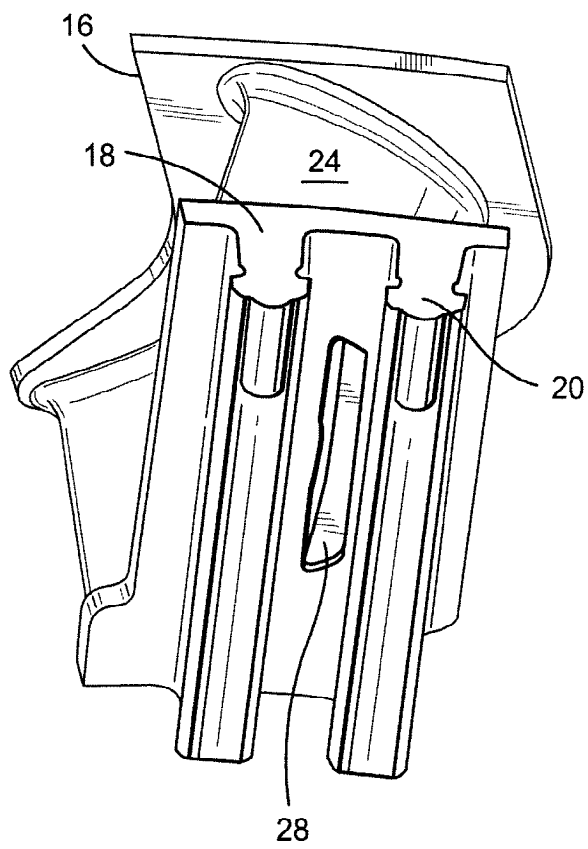
40

45

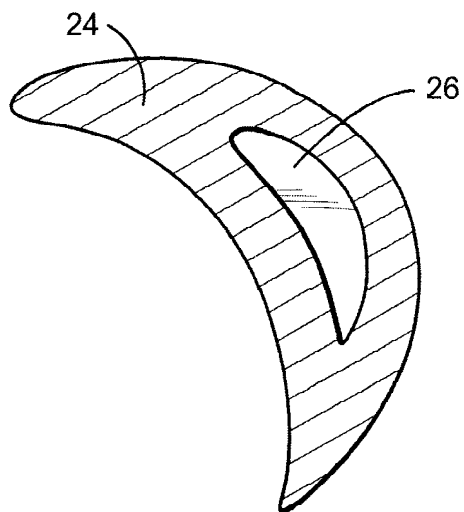
50



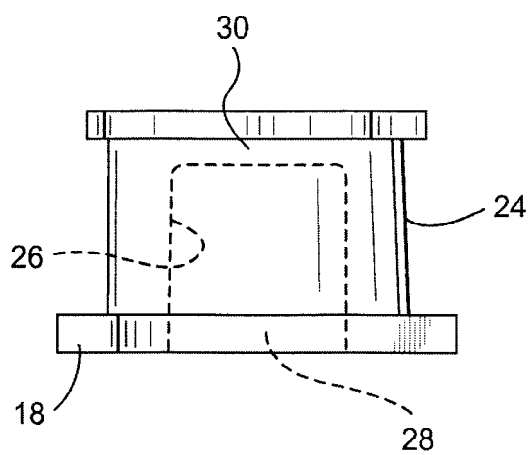
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5