

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4499737号
(P4499737)

(45) 発行日 平成22年7月7日 (2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日 (2010.4.23)

(51) Int.Cl.
F 2 3 R 3/42 (2006.01)

F 1
F 2 3 R 3/42 B

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-536072 (P2006-536072)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成16年10月27日 (2004.10.27)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2007-510121 (P2007-510121A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成19年4月19日 (2007.4.19)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2004/012142		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02005/043058	(74) 代理人	100075166
(87) 国際公開日	平成17年5月12日 (2005.5.12)		弁理士 山口 巖
審査請求日	平成18年11月10日 (2006.11.10)	(74) 代理人	100133167
(31) 優先権主張番号	03024560.9		弁理士 山本 浩
(32) 優先日	平成15年10月27日 (2003.10.27)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱シールド要素

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼器（４）を内張りするための熱シールド要素（２６）において、注型成形されたセラミックス材料で形成された本体（２８）を備え、この本体（２８）に多数の補強要素（３０）が組み入れられ、前記補強要素の１つの或いは各補強要素（３０）が多数の溝および／又は厚肉部を有することを特徴とする熱シールド要素。

【請求項 2】

前記 1 つの或いは各補強要素（３０）がセラミックス複合材で形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の熱シールド要素。

【請求項 3】

前記 1 つの或いは各補強要素（３０）が、熱シールド要素本体（２８）の表面に対し平行に間隔を隔てて配置された平らな板を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の熱シールド要素。

【請求項 4】

板状に形成された補強要素（３０）が多数の空所を有することを特徴とする請求項 3 記載の熱シールド要素。

【請求項 5】

前記 1 つの或いは各補強要素（３０）が格子組織を有することを特徴とする請求項 1 から 4 の 1 つに記載の熱シールド要素。

【請求項 6】

補強要素(30)が棒状形を有し、熱シールド要素本体(28)の周縁に沿って延びることを特徴とする請求項1又は2記載の熱シールド要素。

【請求項7】

補強要素(30)が十字形をなし、その各先端が熱シールド要素本体(28)の角の部に置かれたことを特徴とする請求項1又は2記載の熱シールド要素。

【請求項8】

補強要素(30)が無端リング形をなし、本体(28)の周囲に沿って延びることを特徴とする請求項1又は2記載の熱シールド要素。

【請求項9】

請求項1から8の1つに記載の熱シールド要素(26)から成る内壁内張りを備えることを特徴とする燃焼器。

10

【請求項10】

請求項9記載の燃焼器(4)を備えることを特徴とするガスタービン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に燃焼器や炉を内張りするための熱シールド要素に関する。本発明は、該要素で形成された内張りを備える燃焼器と該燃焼器を備えたガスタービンにも関する。

【0002】

例えば燃焼炉のような熱的および/又は熱力学的に大きく負荷される燃焼室、高温媒体が発生および/又は案内されるガスタービンにおける燃焼ガス通路や燃焼器は、熱的過負荷から保護するために内張りを備えている。内張りは一般に耐火材から成り、燃焼室の壁に高温媒体が直に接触し、それに伴い熱的に大きく負荷されるのを防ぐ。

20

【0003】

米国特許第4840131号明細書は、炉壁へのセラミックス内張り要素の固定に関する。それは壁に固定されたレール装置を利用している。内張り要素は平らな表面を持つ矩形をなし、熱絶縁性で耐火性のセラミックス繊維材料から成っている。

【0004】

米国特許第4835831号明細書も同様に、炉の壁、特に垂直に配置された壁から成る耐火性内張りの設置に関する。炉の金属壁に、ガラス繊維、セラミックス繊維或いはミネラル繊維から成る層が設けられている。この層は金属クランプ或いは接着により壁に固定されている。層上には、ハニカム状網目を持つ金網が設けられている。該金網はセラミックス繊維から成る層が脱落するのを防止するために使われる。そのうえ、ボルトによって、耐火材から成る一様に閉鎖された表面が設けられている。その方法によって、金属壁に耐火材粒子が直に吹き付けられるような場合、その耐火材粒子吹付け中に衝突する耐火材粒子が跳ね返さるのを十分に防止できる。

30

【0005】

例えばガスタービン燃焼器の、熱的に大きく負荷される燃焼室の壁のセラミックス内張りが、欧州特許出願公開第0724116号明細書に記載されている。該内張りは、例えば炭化珪素(SiC)や窒化珪素(Si₃N₄)等の耐熱性構造セラミックス製の壁要素から成っている。該壁要素は燃焼器の金属支持構造物に、中央固定ボルトにより機械的にばね弾性的に固定されている。壁要素と燃焼室壁との間に、燃焼器の壁から間隔を隔てて、厚い熱絶縁層が設けられている。壁要素と比べ約3倍の厚さを持つ熱絶縁層はセラミックス繊維材料から成り、予めブロックの形に製造されている。壁要素の外側寸法と外側形状は内張りすべき室の幾何学形状に合わされる。

40

【0006】

熱的に大きく負荷される燃焼室の異なった内張り方式が欧州特許出願公開第0419487号明細書に記載されている。この内張りは、燃焼室の金属壁に機械的に保持された熱シールド要素から成る。例えば熱シールド要素からの直接熱伝達による壁の過熱或いは互いに隣接する熱シールド要素間に形成された隙間を通しての高温媒体の侵入による壁の過

50

熱を防止すべく、燃焼室壁と熱シールド要素で形成された空間に、冷却又は漏れ止め空気が供給される。この空気は、高温媒体が壁に達する迄侵入することを防止し、同時に壁および熱シールド要素を冷却する。

【0007】

国際公開第99/47874号パンフレットは燃焼室の壁セグメントおよびガスタービンの燃焼室に関する。その場合、高温流体、例えば燃焼ガスに曝される燃焼室の壁セグメントは、金属支持構造物およびこの金属支持構造物に固定された熱シールド要素で構成されている。金属支持構造物と熱シールド要素との間に、熱シールド要素と金属支持構造物との間で起こり得る相対運動を吸収し相殺する、変形可能な分離層がはめ込まれている。この相対運動は、例えばガスタービンの燃焼器、特に環状燃焼器において、利用した材料の異なった熱膨張挙動および高温作動媒体を発生するための不規則な燃焼時に生ずる燃焼室における脈動によって引き起こされる。熱シールド要素が部分的に分離層内に侵入しているので、分離層は、同時に比較的弾力のない熱シールド要素が全体として分離層上および金属支持構造物上に平面的に接するように作用する。分離層はそのようにして支持構造物および/又は熱シールド要素における製造上の非平坦性を補償する。そのような非平坦性は局所的に望ましくない点状の力伝達を生じさせる。

10

【0008】

特に例えば加圧下で運転されるガスタービン燃焼器等の高温ガス炉の壁支持構造物は、適当な燃焼器内張りで高温ガスから防護せねばならない。そのために、金属材料に比べて大きな耐熱性に基づき、セラミックス材料が耐食性と低熱伝導性を理想的に提供する。

20

【0009】

運転時に生ずる温度差（停止時には常温、全負荷運転時には最高温度）の下での材料特有の熱膨張特性のため、熱膨張の阻害に伴う構造部品に有害な熱応力を防止すべく、セラミックス熱シールドの熱膨張による熱的運動を保証せねばならない。これは、燃焼ガスの作用から保護すべき壁を、大きさの制限された個々の多数のセラミックス熱シールド、例えば工業セラミックスから成る熱シールド要素により内張りすることで達成される。既に欧州特許出願公開第0419487号明細書に関連して記述したとおり、各セラミックス熱シールド要素間に、安全上から高温状態でも設計上決して完全に塞がらない伸び補償隙間を設け、燃焼ガスが伸び補償隙間を通して支持壁構造物を過熱しないようにせねばならない。ガスタービン燃焼器において過熱を防止するための最も単純で確実な方式は、伸び補償隙間に空気、所謂漏れ止め空気を供給して冷却することにある。そのために、元々セラミックス熱シールドに対する保持要素を冷却するために必要な空気が利用できる。

30

【0010】

本発明の課題は、強度が大きく特に長寿命の熱シールド要素を提供することにある。また本発明は、特に点検が少なく済む燃焼器と該燃焼器を備えたガスタービンを提供することにある。

【0011】

熱シールド要素に関する課題は、本発明によれば、燃焼器を内張りするための熱シールド要素において、注型成形されたセラミックス材料で形成された本体を備え、この本体に多数の補強要素が組み入れられ、前記補強要素の1つの或いは各補強要素が多数の溝および/又は厚肉部を有することで解決できる。

40

【0012】

本発明は、特に長寿命用に設計した熱シールド要素は、過酷な使用条件に特に良好に適合すべきとの考えから出発する。これを可能にし、個々の適合処置に対し特に大きな自由度を得るべく、熱シールド要素の従来普通の圧縮成形による製造から転じて、注型成形による製造を行う。尤も、注型成形したセラミックス熱シールドでは、特に該要素の縦および横方向における非常に小さな引張り強度のため、熱シールド要素の寿命が制限される。従って、注型成形で得られる造形上の自由度を利用すべく、注型成形した熱シールド要素

50

本体を基礎とする熱シールド要素を、燃焼器で採用可能とするため、長寿命と大きな受動的安全性に対し、熱シールド要素本体を構造的に補強するための特別な処置を講ぜねばならない。その処置は、特に亀裂発生時に熱シールド要素本体の結合性を改善する。

【 0 0 1 3 】

従って、特に引張り強度を増大し、かつ熱的荷重と熱機械的荷重によって生ずる亀裂長を短縮すべく、熱シールド要素本体に組み入れた補強要素を利用する。ここで、この補強要素は、補強要素の引張り強度の材料特性を熱シールド要素に転移すべく、熱シールド要素に固く結合せねばならない。この機能は、熱シールド要素の内部に置いた補強要素により満たされ、該要素はセラミックス注型材料によって熱シールド要素本体に埋設され、この結果熱シールド要素本体ないしセラミックスに固く結合される。

10

【 0 0 1 4 】

熱シールド要素の成形時に注型技術を利用することに伴う構造的自由度は、特に適当な幾何学形状や材料固有パラメータの局所的変更により、熱シールド要素の熱的負荷の変動時でも特に大きな負荷容量を保証するために有効に利用できる。

【 0 0 1 5 】

補強要素が熱シールド要素の受ける高温に適合し、更に注型成形過程時にセラミックス注型材料と固く結合するように、補強要素は、セラミックス材料、特に Al_2O_3 含有量が少なくとも 60 重量%、 SiO_2 含有量が高々 20 重量%の酸化セラミックス材料で形成するとよい。補強要素は比較的大きな引張り強度を有し、同じセラミックス材料からなることから凝固時に注型材料に固く結合する。更に、補強材料の熱膨張性は熱シールド要素の残りのセラミックス材料のそれに近似し、温度変動時でも、熱シールド要素に不利な熱応力は生じない。また、補強要素は、例えば CMC 材料（セラミックス基複合材料）のようなセラミックス繊維や、有孔率が高々 10 % の組織セラミックス材料でも作れる。

20

【 0 0 1 6 】

補強要素は、鉄筋の形で長く伸ばしたセラミックス丸棒の形に形成するとよい。補強要素を、特に固く熱シールド要素に組み入れ、補強要素の剛性を高めるべく、補強要素に、多数の溝および厚肉部を設けるとよい。補強要素はその溝と厚肉部で周囲のセラミックス材料に係留され、この結果補強要素の引張り強度は熱シールド要素全体に伝播する。棒状の場合、補強要素はその終端部に厚肉部を有し、骨の形となる。この厚肉端、即ちリブ状厚肉部により、補強要素と熱シールド要素本体とのかみ合い結合を保証できる。その代わりに又はそれに加えて、例えば焼結過程或いは造粒による摩擦結合でも結合できる。

30

【 0 0 1 7 】

熱シールド要素を全面にわたり補強すべく、補強要素を板状に形成してもよく、その場合、特に熱シールド要素の表面に対し平行に間隔を隔てて配置した平らな板を利用する。作動媒体の側に板を置き、かつ熱シールド要素の冷却側にも補強用の板を設ける。

【 0 0 1 8 】

板として形成した補強要素とその周囲のセラミックス材料とのできるだけ強固な材料結合を達成すべく、この板に多数の空所を設けるとよい。これに伴い、熱シールド要素の注型形成時、セラミックス注型材料が空所に到達し、そこでも凝固する。板は特に孔空き板として形成でき、孔の数、大きさおよび位置は、所期の目的および材料パラメータに関係して適当に選択できる。

40

【 0 0 1 9 】

別の又は追加的な実施態様では、熱シールド要素の補強要素は、格子組織を有する。格子要素は菱形又は正方形の空所で組織化された格子を形成する。補強要素は、格子状組織が生ずるように互いに一様な間隔を隔てて置いた、円形空所を持つ板でも形成できる。

【 0 0 2 0 】

熱シールド要素を、特に側縁で固定し或いは補強すべく、補強要素を棒状に形成し、熱シールド要素の周縁に沿って置くとよい。

【 0 0 2 1 】

仮に亀裂が発生した際にも熱シールド要素の全周にわたる構造的な一体性を保証すべく、

50

補強要素を無端リングとし、熱シールド要素の周囲に沿って延ばすとよい。

【0022】

このリング状補強要素の強度、従って熱シールド要素の強度も一層高め、即ちできるだけ大きな曲げ剛性を与えるべく、補強要素を円環リングとして形成するとよい。

【0023】

熱シールド要素の角の安定と補強のため、補強要素を十字形とし、その各先端を熱シールド要素の角部に置くとよい。引張り強度を高める熱シールド要素における十字形補強要素の適当な控えのため、十字形補強要素の各先端を厚くし、もって補強要素を熱シールド要素に係留する。

【0024】

上述の形式の熱シールド要素は、燃焼器の内張り部品である。この燃焼器はガスタービンの構成部品である。該燃焼器はサイロ状燃焼器或いは複数の小形燃焼装置で構成された燃焼器として形成できるが、環状燃焼器として形成するとよい。

【0025】

本発明による利点は、特に型成形法に起因し、これに伴う造形上の自由度により、特に高い引張り強度を有する熱シールド要素を製造できることにある。注型成形セラミックス材料から成る熱シールド要素への補強要素の一体組入で、特に引張り強度等の補強要素の材料特性を熱シールド要素に転移できる。その際、熱シールド要素の造形は柔軟に保たれる。本発明の他の利点は、補強要素の種々の形態の選択可能性と、熱シールド要素内での補強要素の位置づけとで、熱シールド要素に作用する熱的および機械的負荷への個別の適合が可能なる点にある。熱シールド要素の強度の増大に基づき、亀裂の伝播が減り、部品の構造的完全性（受動的安全性）が高まる故、熱シールド要素の寿命も延びる。

【0026】

注型成形の利点は、複雑な形状の熱シールド要素が製造可能な点にある。即ち、一方では、外側基本形状を非常に簡単に且つ安価に変更できる。他方では、注型成形時に、熱シールド要素を燃焼器壁に固定するための装置を埋設可能な点にある。即ち、注型成形した熱シールド要素に、例えば溝、孔、ねじ或いは保持要素を埋設できる。

【0027】

以下図を参照し、本発明の実施例を詳細に説明する。なお各図において、同一部分には同一符号を付している。

【実施例1】

【0028】

図1のガスタービン1は、燃焼空気用の圧縮機2、燃焼器4および圧縮機2と発電機又は作業機械（図示せず）とを駆動するタービン6を備える。そのため、タービン6と圧縮機2を、タービンロータとも呼ばれる共通のタービン軸8上に配置している。軸8は、中心軸線9を中心に回転可能に支持され、発電機や作業機械と結合している。環状燃焼器として形成された燃焼器4は、液体又は気体燃料を燃焼させる多数のバーナ10を備える。

【0029】

タービン6はタービン軸8に取り付けられた多数の動翼12を有する。該動翼12はタービン軸8に輪状に配置され、このため多数の動翼列を形成している。タービン6は多数の静翼14をも備える。これら静翼14も同様に輪状に配置されて静翼列を形成し、タービン6の内部車室16に取り付けられている。動翼12は、タービン6を貫流する作動媒体Mの衝撃伝達により、タービン軸8を駆動するために使われる。これに対して静翼14は、作動媒体Mの流れ方向に連続する2つの動翼列間で、作動媒体Mの流れを案内するために使われる。互いに連続して位置する一对の静翼輪或いは静翼列14と、動翼輪或いは動翼列12とは、タービン段とも呼ばれる。

【0030】

各静翼14は翼脚とも呼ばれる翼台座18を有し、該台座18は静翼14をタービン6の内部車室16に固定すべく、壁要素として配置されている。翼台座18は、タービン6を貫流する作動媒体Mに対する燃焼ガス通路の外側境界部を形成し、熱的に非常に大きく

10

20

30

40

50

負荷される部品である。各動翼 1 2 も同様に、翼脚とも呼ばれる翼台座 2 0 を介してタービン軸 8 に取り付けられている。

【 0 0 3 1 】

互いに隣接する静翼列の、互いに間隔を隔てて配置された静翼 1 4 の翼台座 1 8 間に、各々案内輪 2 1 が配置され、タービン 6 の内部車室 1 6 に固定されている。各案内輪 2 1 の内側面も、同様にタービン 6 を貫流する高温の作動媒体 M に曝され、これに対向して位置する動翼 1 2 の外側端 2 2 から半径方向に隙間で間隔を隔てられている。隣接する静翼列間に配置された案内輪 2 1 は、特に内部車室 1 6 又は他の車室組込み物を、タービン 6 を貫流する高温作動媒体 M による熱的過負荷から保護する覆い要素として使われる。

【 0 0 3 2 】

燃焼器 4 は、本実施例では図 2 に示すように、所謂環状燃焼器として形成されている。この環状燃焼器では、多数のバーナ 1 0 が、タービン軸 8 の周囲に円周方向に分布して配置され、共通の燃焼室に開口している。そのために燃焼器 4 は、その全体形状が、タービン軸 8 の周りに位置づけられた環状構造物として形成されている。

【 0 0 3 3 】

大きな効率を得るべく、燃焼器 4 は、約 1 2 0 0 ~ 1 5 0 0 の非常に高い作動媒体 M の温度に対応するよう設計されている。材料にとって不利なこの運転パラメータでも非常に長い運転期間を可能にすべく、燃焼器壁 2 4 は作動媒体 M の側に、熱シールド要素 2 6 で形成された内張りを備えている。燃焼器 4 の内部が高温なので、熱シールド要素 2 6 に対する冷却系を設けている。

【 0 0 3 4 】

熱シールド要素 2 6 は特に長い寿命を持つように設計され、このため高温や振動等の過激な影響による損傷は殆ど生じない。そのため、熱シールド要素は注型成形セラミックス材料で形成された本体 2 8 から成り、該本体 2 8 に補強要素 3 0 が組み込まれている。補強要素は、適当な耐熱性を示すよう、セラミックス材料又は複合材料から成っている。そのために補強要素 3 0 は、熱シールド要素 2 6 に作用する影響に耐えるように設計される。図 3 から 7 は、補強要素 3 0 付きの種々の実施例の熱シールド要素 2 6 を示す。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、板状補強要素 3 0 付きの熱シールド要素 2 6 を示す。該要素 2 6 は、作動媒体 M 側の表面と、被冷却側の表面に、各々補強要素 3 0 を備えている。図 4 から解る如く、板状補強要素 3 0 は周囲のセラミックスとの良好な結合のために格子状構造を持ち又は格子として形成され、特に交差格子 (図 4 a) や孔格子 (図 4 b) として形成される。

【 0 0 3 6 】

熱シールド要素 2 6 の特に周縁部の補強のために、図 5 に示すように、棒状補強要素 3 0 を採用している。該要素 3 0 は熱シールド要素 2 6 の側縁に沿って延び、周囲セラミックス 2 8 への固い係留を保証すべく、溝又は厚肉部 (図 5 a) 或いは厚肉端 (図 5 b) を備えている。図 6 から解るように、熱シールド要素 2 6 の補強のため、その周囲に沿って延びる環状構造物の形を持つ補強要素 3 0 (図 6 a) を用い、環状構造物は特に好ましくは円形 (図 6 b) に形成される。図 7 に示す熱シールド要素 2 6 では、熱シールド要素 2 6 の角の安定した控え作用のため、十字形補強要素 3 0 を利用し、この補強要素 3 0 は各先端に各セラミックス材料 2 6 への係留のために各々厚肉部を有している。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 7 】

【 図 1 】 ガスタービンの半部断面図。

【 図 2 】 図 1 におけるガスタービンの燃焼器の部分破断斜視図。

【 図 3 】 板状補強要素付き熱シールド要素の斜視図。

【 図 4 】 格子状補強要素付き熱シールド要素の斜視図。

【 図 5 】 棒状補強要素付き熱シールド要素の斜視図。

【 図 6 】 環状補強要素付き熱シールド要素の斜視図。

【 図 7 】 十字形補強要素付き熱シールド要素の斜視図。

10

20

30

40

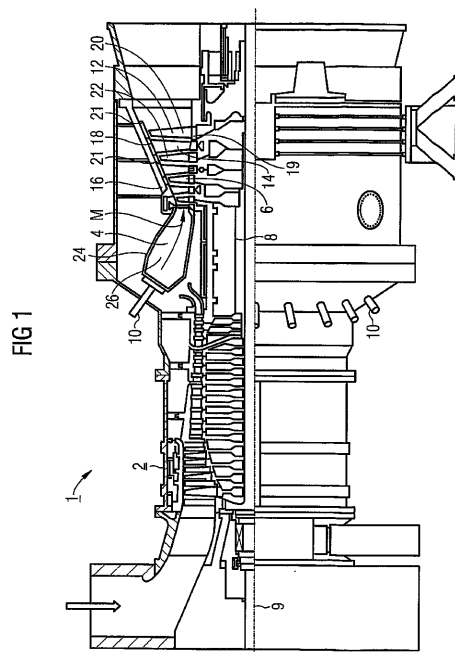
50

【符号の説明】

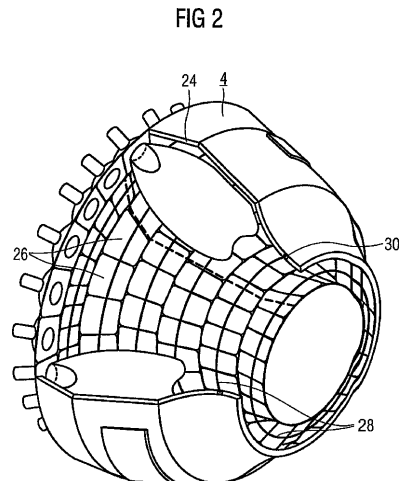
【 0 0 3 8 】

1 ガスタービン、4 燃焼器、26 熱シールド要素、30 補強要素

【図1】

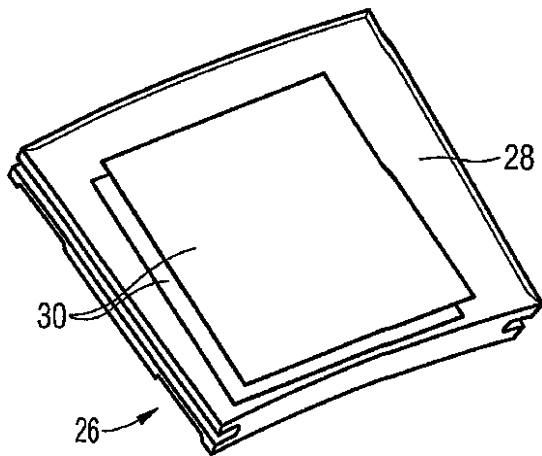


【図2】



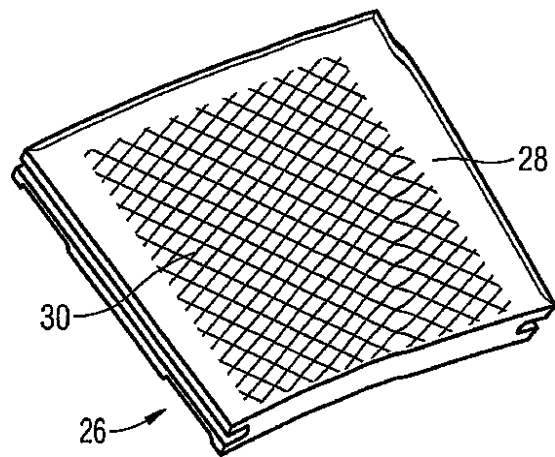
【図 3】

FIG 3



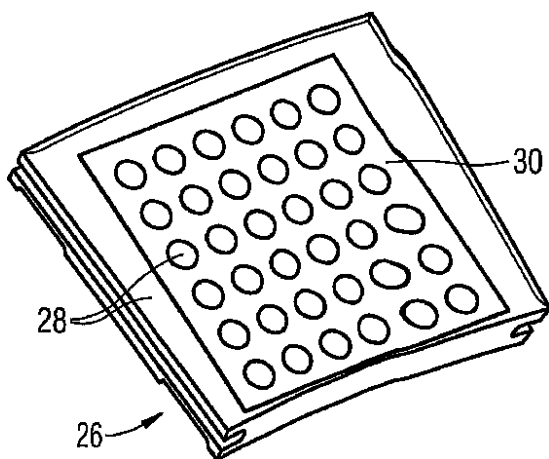
【図 4 a】

FIG 4a



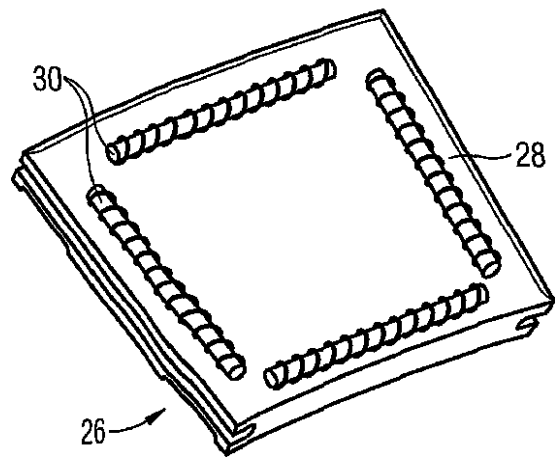
【図 4 b】

FIG 4b



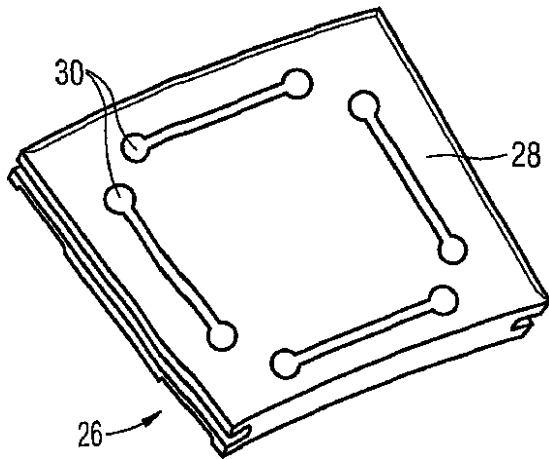
【図 5 a】

FIG 5a



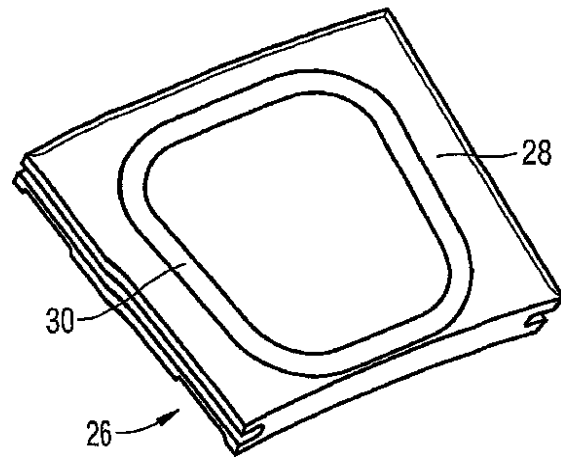
【図 5 b】

FIG 5b



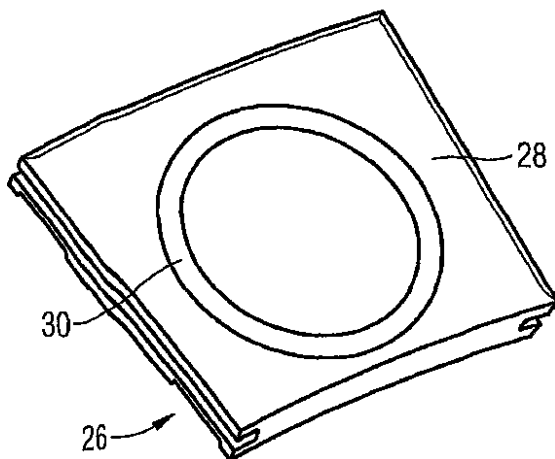
【図 6 a】

FIG 6a



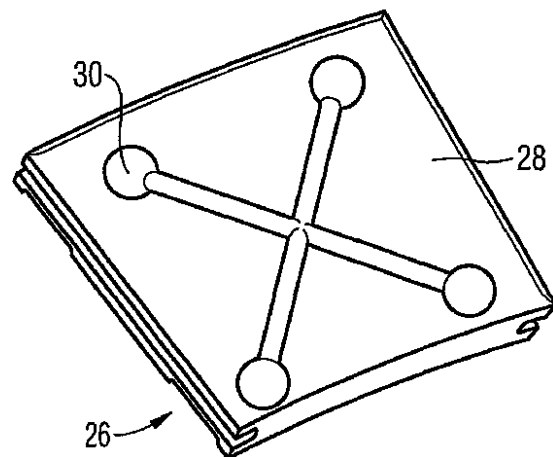
【図 6 b】

FIG 6b



【図 7】

FIG 7



フロントページの続き

(72)発明者 グローテ、ホルガー

ドイツ連邦共和国 5 3 1 1 5 ボン ケクレシュトラッセ 2 6

(72)発明者 コレンベルク、ヴォルフガング

ドイツ連邦共和国 5 0 3 2 1 ブリュール ダベルガー ヴェーク 3 6

(72)発明者 テルティルト、マルク

ドイツ連邦共和国 4 5 5 2 9 ハッティンゲン バルクハウザー ヴェーク 5 3

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 英国特許出願公開第0 2 0 8 0 9 2 8 (G B , A)

欧州特許出願公開第0 1 1 9 1 2 8 5 (E P , A 1)

欧州特許出願公開第0 0 3 5 0 6 4 7 (E P , A 1)

特表2 0 0 4 - 5 0 9 3 1 6 (J P , A)

米国特許第0 4 1 8 9 3 0 1 (U S , A)

米国特許第0 2 8 6 7 1 1 2 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F23R 3/00-60

F23M 5/00