(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3689000号
(P3689000)
(45)発行日　平成17年8月31日(2005.8.31)　(24)登録日　平成17年6月17日(2005.6.17)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
F22B 37/10	F22B	37/10	602D
F23G 5/44	F23G	5/44	ZABD
F23M 5/04	F23M	5/04	
F28F 19/02	F28F	19/02	501Z

請求項の数 5　(全 16 頁)

(21)出願番号	特願2000-606941 (P2000-606941)
(86)(22)出願日	平成12年3月17日 (2000.3.17)
(65)公表番号	特表2004-520561 (P2004-520561A)
(43)公表日	平成16年7月8日 (2004.7.8)
(86)国際出願番号	PCT/US2000/007135
(87)国際公開番号	WO2000/057106
(87)国際公開日	平成12年9月28日 (2000.9.28)
審査請求日	平成13年9月12日 (2001.9.12)
(31)優先権主張番号	60/125,160
(32)優先日	平成11年3月19日 (1999.3.19)
(33)優先権主張国	米国 (US)
(31)優先権主張番号	09/526,331
(32)優先日	平成12年3月15日 (2000.3.15)
(33)優先権主張国	米国 (US)

(73)特許権者　593150863
サンーゴバン　セラミックス　アンド　プラスティクス，インコーポレイティド
アメリカ合衆国，マサチューセッツ，ワーセスター，ニュー　ボンド　ストリート　1
(74)代理人　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100082898
弁理士　西山　雅也
(74)代理人　100081330
弁理士　樋口　外治

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ボイラーチューブ／熱交換器保護用耐火タイル張り構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ボイラーの壁に用いられる耐火タイル張り構造において、

前記壁に係合可能な浮動取付け機構を有する複数のタイルと、

前記複数のタイルと前記壁との間に配設される腐食障壁とを具備し、

前記浮動取付け機構は、前記壁上で前記複数のタイルを互いに移動可能な離間した関係に保持し、

前記複数のタイルは、ボイラーの作動温度にさらされている間に生じる該複数のタイルの寸法変化を許容するに十分な隙間を、隣接する該タイルの間に形成する寸法及び形状を有し、

前記腐食障壁は、前記壁に塗布された被膜であって、該壁に接着する一方で前記複数のタイルには接着しない被膜から形成されること、

を特徴とする耐火タイル張り構造。

【請求項２】

前記浮動取付け機構は、前記複数のタイルを前記壁に対し移動可能な離間した関係に保持する、請求項１に記載の耐火タイル張り構造。

【請求項３】

前記複数のタイルは、それらタイルの少なくとも一部と前記壁との間に、前記寸法変化を許容するに十分な第２の隙間を形成する寸法及び形状を有する、請求項２に記載の耐火タイル張り構造。

【請求項４】
ボイラーの壁に用いられる耐火タイル張り構造において、
前記壁上に配置され、互いに移動可能に離間した複数のタイルと、
前記複数のタイルと前記壁との間に配設され、該壁の腐食を実質的に阻止する腐食障壁とを具備し、
前記複数のタイルは、ボイラーの作動温度にさらされている間の該複数のタイルの大規模曲がりを実質的に阻止するに十分な隙間を、隣接する該タイルの間に形成する寸法及び形状を有し、
前記腐食障壁は、前記壁に塗布された被膜であって、該壁に接着する一方で前記複数のタイルには接着しない被膜から形成されること、
を特徴とする耐火タイル張り構造。
【請求項５】
ボイラーの壁の有効寿命を増進させる方法において、
（ａ）前記壁に係合可能な浮動取付け機構を有する複数のタイルであって、該浮動取付け機構により該壁上で互いに移動可能な離間した関係に保持される複数のタイルを用意する段階と、
（ｂ）ボイラーの作動温度にさらされている間に生じる前記複数のタイルの寸法変化を許容するに十分な隙間が、隣接する該タイルの間に形成されるように、該複数のタイルの寸法及び形状を設定する段階と、
（ｃ）前記壁に接着する一方で前記複数のタイルには接着しない被膜を、該壁に塗布により形成して、該被膜からなる腐食障壁を該壁上に配置する段階と、
（ｄ）前記複数のタイルが前記壁に重ねられ、かつ前記腐食障壁が該複数のタイルと該壁との間に配置されるように、前記浮動取付け機構を該壁に係合させる段階と、
を有する方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
１．発明の分野
本発明は金属の通水壁チューブを熱い高度に腐食性の炉ガスから保護し同時に良好な熱伝導性を維持する耐火性のチューブブロックに向けられるものである。
【０００２】
２．背景情報
耐火性のタイルは廃棄物焼却炉や他の用途の熱交換器においてボイラーの壁を保護するために長く用いられてきた。このタイルの主なる機能は、典型的には通水壁チューブとその間に配設された膜又はウェブ（腹板）とを含む鋼合金のボイラー壁を温度、侵食、及びボイラー作用と関連した酸蒸気の作用による腐食から保護することであった。これらの条件はボイラーの内部に起きる燃焼工程によって発生される。例えば、市の固体廃棄物（ＭＳＷ）用施設は炉の中のくずやごみを約１４００℃までの温度で焼却する。これらのＭＳＷ設備で発生された価値あるエネルギーを再生するために水が炉に近接した金属の通水壁チューブを通過されこの高温度によって水蒸気に変換される。このチューブ組立体の中に発生した水蒸気は次にタービンで駆動される発電機に動力を供給するのに用いられる。しかし、ＭＳＷ設備はまた金属壁に接触したならばこの壁を化学的に腐食させるガス生産物を生成する。耐火タイルの目的はガス生産物による壁の直接の腐食を阻止しかつチューブが依然として十分に加熱されて効率的に水蒸気を発生することであった。このタイルの主要な目的はしたがってチューブの壁の耐久性を延ばすことである。
【０００３】
ボイラーチューブ保護のための耐火タイルは伝統的には炭化硅素（ＳｉＣ）のような材料から作られてきた。これらのタイルは典型的にはチューブ壁の外形に合致する大きさと形状に形成された裏面を有する実質的に平面の面が設けられている。このようなタイルは一般に３つの構造のうちの１つの変更例として、すなわちボルトで止めるタイル、ロウメグアへの米国特許第４，７６８，４４７号に開示されているような張りつけタイル、及びエ

イケン他への米国特許第５，２４３，８０１号とザンペル　アドバンスト　レフラク　トリー　テクノロジィ会社へのＷＯ９７／０９５７７号に開示されているような溝つき又はＴ溝つきタイルとして知られている変形張りつけタイルのうちの１つの変更例として構成されてきた。米国特許第４，７６８，４４７号、米国特許第５，２４３，８０１号及びＷＯ９７／０９５７７号は本明細書に参照例として十分に合体されている。

【０００４】

図１と２に示されるように、ボルト止めタイル１０は一般にボイラーの内部に向って配列されるようになっている正方形又は矩形の面１２が設けられる。１つの孔が面１２のほぼ中心でタイルの厚さを貫通する。さら穴部分３４が典型的には孔又は穴３０の内部に存在しナット２８のための受け座として作用する。典型的な取付け構造では、スタッド（植込みボルト）又はねじつきボルト２４が膜部分１６にボイラー壁６２の２つのチューブ１８の間で溶接される。タイル１０の形成された裏面１４はチューブ壁１９の外形を受け入れるよう合致しこれとぴったり接触する大きさと形状の正確な部分２０を含んでいる。

【０００５】

タイルはスタッドを孔に通して取付けタイルを所定位置にスタッドに螺合されたワッシャー２８とナット２６とによって固定することにより、取付けられる。キャップ（図示しない）が次に典型的には所定位置に孔を覆ってモルタル塗りされ標準孔の間の隙間を通ってタイルの後側に流れることのできるガスの量が最小となるようにする。モルタル（図示しない）の層は典型的にはタイルと壁６２の間と隣接するタイルの間とに塗布され、タイルを所定位置に固定するのを助けまたガスがタイルの間及び／又は後側に流れるのを実質的に阻止する作用をする堅固な構造を形成する。

【０００６】

ボルト止めタイル構造を用いる利点はこのタイルは取付けるのが比較的に容易でありまた垂直の張出した表面を含むボイラーの実質的にどの表面にも取付けられることである。

【０００７】

このようなボルト止めタイルの欠点はタイルの欠損に関連する。これらのタイルは通常スタッドの機能低下のため２年から４年の耐用寿命を有している。スタッドが劣化した時、タイルは壁から離れて落下するようになり、ボイラーチューブが焼却炉の大気にさらされることになる。スタッドの劣化の原因は以前は高温度の酸による腐食によるものと考えられていた。特に酸がスタッド孔を通ってタイルを突き抜けスタッドを侵すと考えられていた。この腐食はその高い作用温度（１０００℃又はそれ以上と考えられる）のためスタッドにとってきびしいと考えられた。またタイルのひび割れは普通の現象でありスタッドに過剰に応力をかけることにより発生すると考えられていた。

【０００８】

ボルト止めタイル構造に関連した欠点を解決する１つの試みは張りつけタイルの使用が含まれていた。図３と４に示されるように、張りつけタイル４５が典型的にはアンカ／フック又は短いスタッド３７を使用しタイルをボイラー壁６２の膜に張りつけ、重力が利用されタイルをボイラー壁６２に密接して保持し良好な熱伝導が得られるようにする。このタイル４５は１つ又はそれ以上の孔３０′がタイルの裏面１４′から熱い面に向って突出しているが熱い面を完全には突き抜けていない点でボルト止めタイルの一変形である。これはタイルに密接した面を与え理論的には酸の腐食に対する抵抗を向上させる。モルタル（図示しない）の層は典型的にはタイル４５とボイラー壁６２との間と、隣接するタイルの間とに取付けられ堅固な実質的にガスと灰を透過しない構造を形成する。

【０００９】

この張りつけタイル構造の変更例はタイル４５を空気吹き抜け装置と関連して使用する。この変更例ではモルタルがタイルの裏側には取付けられずタイルとボイラー壁との間に隙間を残している。空気の流れはこの隙間を通って供給され壁の酸による腐食を最小にするのを助ける。

【００１０】

張りつけタイルの利点は一般に取付けと取替えが比較的容易であることである。この張り

つけタイル構造の欠点はタイルがその固定部から離れて落下する傾向があるため垂直でない壁に取付けることができないことである。また、これらタイルは熱膨張などのため作用中その固定部から離れて持上がることが知られている。さらにまた上記の空気吹き抜け装置は不利にはモルタルを使用する構造に対してタイル構造の費用を増大させる。タイルと壁との間の熱伝達はまた不利には空気層の絶縁（すなわち比較的低い熱伝導性）特性により減少される。

【００１１】

図５を参照すると、変更された張りつけタイル５０がそのアンカー又はフックから外れるようになる張りつけタイルに関連した欠点を解消する試みで開発されている。この変更された構造の例はマッシュルームボルト、チューブ溶接フィンアンカー、及びＴ溝のタイルとして普通に知られている。これらのタイル５０は典型的にはボルト止めタイルと張りつけタイルとの複合体であり、密接したタイル面１２′を実質的にＴ字形の形状を有するアンカー５２と結合させタイルを効果的に捕えこれを垂直の表面と張出し表面とに取付けるようにする。

【００１２】

これらのタイル５０は一般にタイルとボイラー壁の間と隣接するタイルの間とにモルタルの層が取付けられる。モルタルの目的は堅固な取付け部を提供することによりこれらタイルを固定するのを助けまた灰と腐食ガスがタイルの間と後側を突き抜けるのに抵抗する障壁が得られるようにすることである。

【００１３】

これらの変更されたタイル５０の利点はこれが見かけ上任意のボイラー表面に取付けられることである。タイル５０の欠点はその縁からタイルの中へと横方向に突出する行き止まりの（すなわち不連続の）溝５４を組込んでいるため製造が困難となることである。また、これらタイルはこの行き止まり溝（育溝）５４の複雑性により物理的に弱くなる。さらにまた、個々のタイルは一般に中央列のタイルを取除くことなく取替えることはできない。

【００１４】

上記の構造の欠点を解消するため意図された他の方法は図３と４に示される向き合った凹所又は溝４９の間に取付けられた弾性材料４８と組合せた張りつけタイル４５の使用を含んでいる。この方法は通常の堅固なモルタルを用いるタイル張り構造に比べてタイルの取付けと取替えを容易にする傾向がある。この方法はある用途においては満足できるよう作用するが、弾性材料４８が不利には腐食ガスの流れに対して少ししか抵抗できずそのためＭＳＷボイラーに見られるような特に腐食性の環境で用いるには望ましくないものとなる。

【００１５】

さらにまた、上記の方法の多くは繊維の圧縮性材料又はモルタルを膨張接合部として作用するようタイル使用期間にわたって使用する。例えば、この材料はれんが工事の当業者にとって良く知られている（すなわちコンクリート歩道等の構築に普通に用いられるような）やり方で７個から１５個のタイル毎に用いられる。これらの接合部は、しかし、不利には酸や他の腐食性の材料を通過させ下側に位置するボイラー壁を腐食させるようになる。さらに、このような膨張接合部を有するタイル張り構造の有効寿命はこのような膨張接合部を有しない同様のタイル構造よりもさほど長いことが示されなかった。

【００１６】

したがって、従来技術に関連する欠点を解消する改良された耐火タイル張り構造が必要である。

【００１７】

概要

本発明の重要な観点は従来技術の構造の欠陥の多くに対応する問題の認識である。これらの欠陥は個々のタイルの曲がり（ここで用いられる“微小規模の”曲がり）と図８に示されるような多くのタイルの集積した曲がり（ここで用いられる“相互関連の”又は“大規

模の”曲がり）とによって生じることが認識された。図９を参照すると、微小規模の曲がりは堅固なモルタル（図示しない）を介して隣接タイルに伝達する力Ｆを発生しそのため大規模の曲がりの効果を生じる。この大規模の曲がりは劣化を生じるのに十分な引張り応力をスタッドに加える。この点に関し、タイルの大きな寸法上の不安定性は上昇したボイラーの温度にさらすことによって発生する熱膨張に主として限定されるとこれまで考えられていた。さらにまた、曲がりは個々のタイルに限定されると考えられていた。

【００１８】

これに対し、本発明は、ボイラーの作動中の個々のタイルによって生じる熱勾配（すなわち、例えば図７に示される熱い面１１２′と裏面１１４′との温度の間の差）が前もって予測されたよりも大きく、また前に述べた熱膨張よりもタイルの寸法上の不安定性に大きな影響を与えたという認識に基づいている。そして熱勾配によって生じた曲がりが応力を隣接タイルの間に配設された堅いモルタルを介して伝達し個々のタイルの曲がりの効果をタイル張り構造の長さの２乗の関数として効果的に変更することが理解された。この現象は次の式によって表わされる。

$\delta = \alpha L^2 \Delta T / (8t)$

ここでδ＝累積偏位、α＝熱膨張係数、Ｌはタイル列の長さ、ΔＴはタイルの対向面の温度の間の差、そしてｔはタイルの厚さである。

【００１９】

また長期間に生じるタイル上の熱い面の酸化がタイルを横切る温度勾配を一層激化させ微小規模の曲がり効果をさらに増すようになる“熱斑点”を形成することがわかった。この点に関し、大規模の曲がりは酸化を加速し、そのためタイルの劣化を加速する作用をする自己－永続性のサイクルを開始することがわかった。例えば、ＳｉＣタイルの熱い面の最適の作用温度は約５００から６００℃とすることができる。この温度の酸化は最小であり実質的にタイルの寿命に影響を与えないことがわかった。しかし、酸化は熱い面が約７５０℃に達し又はこの温度を超えた場合に迅速に進行し温度がさらに上昇するにつれて迅速に加速し続けることがわかった。したがって本発明の観点は大規模の曲がりがボイラー壁からタイルを分離させる作用をし、一般にタイルの裏面から壁への熱移動を減少させる空気の隙間を形成することを認識することであった。この熱移動の減少は熱い面における温度を好ましい作用温度の範囲を超えて実際に増加させる。この大規模の曲がりは最終的に熱い面の温度を７５０℃又はそれ以上の酸化促進温度に上昇させる効果を有する。この酸化また、上記のように大規模の曲がりをさらに激化させることになる温度勾配を増大させそれにより自己－永続性の有害なサイクルを形成するようになる。

【００２０】

したがって、従来技術のタイル構造は酸の浸透を最小にするために（すなわち、張りつけ及び変更タイル４５と５０の育孔取付け）開発されてきたため、このタイル構造は上記の曲がり条件を確認するものではなくまたこれを意図するものでもない。これらの従来の構造は依然としてタイルの周りに堅いモルタルを用いそれにより大規模の曲がりが生じるようにするものである。

【００２１】

同様に、何らかの実質的に利益を生じさせる上記の膨張接合部の欠陥は一部はこの欠陥により全面にわたる曲がり現象と比較的良好な熱膨張効果を補償するにすぎない試みとを認識することが理解された。この欠陥は比較的少量の又は稀有の膨張接合部（すなわち、７から１５個のタイル毎に１回だけ用いられる）によるだけでなく、また膨張接合部の少なくとも一部分の中に配設された普通のモルタルの頻繁な使用によっても示される。

【００２２】

本発明を開発する最初の段階は普通の１８cm×１８cmのボルト止めタイルの第１の限られた要素モデル（ＦＥＭ）の完成を含み作動中のタイルのひび割れの原因を査定することであった。この分析は熱勾配によるタイルの応力の存在を示した。また個々のタイルは熱勾配の関数として曲がることを示した。この分析の最初の結果はタイルの厚さを増しタイルの強度を増すことであった。

【００２３】
この最初の分析が完了した後、第２の限られた要素モデルがタイル全体にわたりまたスタッドの長さに沿った熱の線図を予測するために完成された。予測された焼却炉の１３７０℃の作用温度で、このモデルは、大概のステンレス鋼にとって最高の使用温度である８００℃より高い温度でスタッドが作用することを予言した。
【００２４】
劣化したスタッドは焼却炉から回収された。スタッドの分析はこれらスタッドが劣化する前に約６㎜引き伸ばされることを示した。これはスタッドが引張り荷重のもとに置かれ、そのため酸による腐食のみによって劣化するのではなくむしろ応力－腐食によるものであることを示した。したがってスタッドの応力の原因を調査することが決定された。
【００２５】
さらにまた劣化したスタッドの回収の間、タイルの火ぶくれ部分が存在することが観察された。これらの火ぶくれはこの部分で約１０タイル×１０タイルであり、ボイラーの中へと変位された。
【００２６】
第３の限られた要素モデルがタイルの曲がりと引張り応力の現象を研究するため開始された。前に述べたように、第１のＦＥＭは個々のタイルの曲がり又は大規模の曲がりが熱勾配によって起きることを示した。しかしこの曲がりはスタッドに見られる６㎜の変形を生じさせるには不十分な大きさ（０．３㎜）であった。
【００２７】
第３のＦＥＭでは、７×７列のタイルがモデルとされ、モルタルが堅い材料として作用することを予想した。この分析の結果は２５㎜を超える大きな曲がりを発生するタイルの中の全体効果を示した。さらに、応力分析は全体の（大規模の）曲がりがスタッドを破壊点まで引き伸ばすのに十分な引張り力をスタッドに加えることを示した。
【００２８】
限られた要素モデルを確実にするため、タイルが取付けられた試験パネルが焼却炉の中に取付けられた。試験パネルから集められたデータはタイルが作用中大規模に曲がり、曲がりの大きさは１年間の使用後で約４㎜であることを示した。曲がりの速度の推定はタイルが試験の開始から約２．５年で８㎜変位する（スタッドの劣化に要すると考えられる変位）ことを示している。これはボルト止めタイルからの前の使用寿命期間の観察と良く対応している。
【００２９】
したがって、本発明の第１の態様によれば、ボイラーの壁に用いられる耐火タイル張り構造において、壁に係合可能な浮動取付け機構を有する複数のタイルと、複数のタイルと壁との間に配設される腐食障壁とを具備し、浮動取付け機構は、壁上で複数のタイルを互いに移動可能な離間した関係に保持し、複数のタイルは、ボイラーの作動温度にさらされている間に生じる複数のタイルの寸法変化を許容するに十分な隙間を、隣接するタイルの間に形成する寸法及び形状を有し、腐食障壁は、壁に塗布された被膜であって、壁に接着する一方で複数のタイルには接着しない被膜から形成されること、を特徴とする耐火タイル張り構造が提供される。
【００３０】
本発明の第２の態様によれば、ボイラーの壁に用いられる耐火タイル張り構造において、壁上に配置され、互いに移動可能に離間した複数のタイルと、複数のタイルと壁との間に配設され、壁の腐食を実質的に阻止する腐食障壁とを具備し、複数のタイルは、ボイラーの作動温度にさらされている間に複数のタイルの大規模曲がりを実質的に阻止するに十分な隙間を、隣接するタイルの間に形成する寸法及び形状を有し、腐食障壁は、壁に塗布された被膜であって、壁に接着する一方で複数のタイルには接着しない被膜から形成されること、を特徴とする耐火タイル張り構造が提供される。
【００３１】
本発明の第３の態様によれば、ボイラーの壁の有効寿命を増進させる方法において、（

ａ）壁に係合可能な浮動取付け機構を有する複数のタイルであって、浮動取付け機構により壁上で互いに移動可能な離間した関係に保持される複数のタイルを用意する段階と、（ｂ）ボイラーの作動温度にさらされている間に生じる複数のタイルの寸法変化を許容するに十分な隙間が、隣接するタイルの間に形成されるように、複数のタイルの寸法及び形状を設定する段階と、（ｃ）壁に接着する一方で複数のタイルには接着しない被膜を、壁に塗布により形成して、被膜からなる腐食障壁を壁上に配置する段階と、（ｄ）複数のタイルが壁に重ねられ、かつ腐食障壁が複数のタイルと壁との間に配置されるように、浮動取付け機構を壁に係合させる段階と、を有する方法が提供される。

【００３２】

本発明の上記のまた他の特徴と利点は添付図面と関連する本発明の種々の形態についての以下の詳細な記載を読解することによりさらに容易に明らかとなるであろう。

【００３３】

好ましい実施態様の詳細な記載

添付図面に記載された各図を参照すると、本発明の例示の実施態様が以下に詳細に記載される。説明を明瞭にするため、添付図面に示される同一の特徴部分は同一の参照番号で示されまた図面における他の実施態様に示される同様の特徴部分は同様の参照番号で示される。

【００３４】

この開示において用いられた場合、ここに記載された要素に関連して用いられた時の“軸方向”なる用語はこの要素に対する方向を言い、この要素が図６，７，１０及び１４に示されるチューブ１８に係合して配置された時チューブ１８の中心軸線ａに実質的に平行である（すなわち、図７）。“横断方向”なる用語は軸線方向に実質的に直角な方向を言う。

【００３５】

ここで図６を参照すると、本発明の１つの実施態様では、耐火タイル張り構造６０は焼却炉又は熱交換器のボイラーの壁６２（すなわち、膜１６とチューブ壁１９）に塗布された障壁層被膜６１を含んでいる。この障壁層６１はボイラーの平常の作動温度での酸及び塩腐食抵抗が得られるようになっている。このような被膜の一例はワーセスター、マサチューセットのノートン会社から入手可能なＰＣ－１０２２（登録商標）のような燐酸塩結合のＳｉＣ障壁層である。有利には、この材料は比較的良好な腐食抵抗と熱伝導性とをもたらす。耐火タイル６６は次に浮動取付け機構６８を用いてチューブ壁６２と重なった関係でチューブ壁６２に締結される。タイル６６はＭＳＷ焼却炉／熱交換器その他のボイラーの内部で受ける温度（約１４００℃の高い）に耐えることのできる例えば炭化硅素（ＳｉＣ）又は他のセラミック材料のような、当業者にとって公知の任意の適当な耐火性材料から構成される。

【００３６】

浮動取付け機構６８はタイル６６にチューブ壁６２に対する運動の比較的高い自由度を与えタイルの微小曲がりに適合できるようにする。上述のように、小規模曲がりはこれらタイルの受ける比較的大きな温度勾配（典型的には約２００から６００℃又はそれ以上）によって生じることがわかっている。さらに上述のように、この温度勾配は、特に曲がりがタイルの列の長さの２乗として増大する全体の影響にかんがみ、上昇した温度そのものよりも実質的に大きいタイルの寸法上の不安定性への影響を有することがわかっている。各タイル６６は、隣接タイルの間に全体構成によって生じることがわかっている大規模曲がりを効果的に阻止するに十分な大きさの所定の隙間７０を設けることにより、隣接タイルから効果的に絶縁される。図９に示されるように、この全面にわたる現象は微小規模に曲がった時堅いモルタル（図示しない）を介しタイルにより相互に対し加えられた圧力又は力Ｆによって生じる。

【００３７】

再び図６を参照すると、隙間７０は好ましくは、隣接タイル６６の間に離間され相互係合した接合部を形成する大きさと形状に形成された周縁７２によって、形成される。この相

互係合構造は有利にはタイルの間に閉塞された列を提供する作用をしボイラーの作動中灰又は他の汚染物質がこの隙間７０を突き抜けるのを妨げるようにする。さらにまた圧縮性の繊維モルタル（図示しない）が各隣接タイルの間の隙間又は通路７０に配置されさらに灰又は他の汚染物質が突き抜けるのを阻止する。このような適当な圧縮性の繊維モルタルの例はナイヤガラフォール、ニューヨークのユニフラックス会社から入手可能なＴｏｐｃｏａｔ２６００（登録商標）として知られている。この圧縮性繊維モルタルが用いられた場合、隙間７０は選択された特別の圧縮可能なモルタルの既知の圧縮性と組合わせた大きさとし、それによりタイル間の力の移動を、個々のタイルが最大の微小規模曲がりの状態で配置された時に大規模曲がりの発生するのを実質的に阻止するに十分な低い大きさに保持するようにする。例えば、実質的に図７に示されるように形成され約３０cm×２０cmで延びる矩形の面１１２′を有するタイルは、隣接タイルから少なくとも約６mm延びる隙間７０′を有している。

【００３８】

図示の実施態様では、浮動取付け機構６８はタイル６６に配設された同様の大きさの凹所８０に係合するようになっている凸状の終端部７８を備えた複数の可撓アーム７６を有するレール７４を含んでいる。アーム７６はしたがってタイル６６と解放可能な係合に付勢されその取付けと取外しを容易にする。さらにまた、アーム７６の弾力性はタイル６６を壁６２に、熱勾配と上昇した平均温度によって生じたタイル６６の寸法の変化に応じてタイル６６を壁６２に対して動かし又は“浮動する”ように、締結する作用をする。この点に関し、浮動取付け機構６８はタイル６６を壁６２に対し少なくとも３つの自由度で（すなわち３つの相互に直角な図示の軸線Ｘ，Ｙ，Ｚ）動かす。さらにまた、Ｘ，Ｙ及びＺ線に沿った並進運動に加えて、タイルはチューブ１８の周りに回転する及び／又はチューブ１８に近づきもしくは離れるよう曲がることができる。アーム７６と凸状の終端部７８とを含むレール７４は好ましくはステンレス鋼のような可撓性で腐食抵抗性の材料から構成される。

【００３９】

また図示のように、タイル６６の面１１２は壁６２の外形に実質的に合致する幾何学形状としタイルに比較的均一の厚さｔを与えることができるようにする。

【００４０】

図７を参照すると、本発明の他の実施態様がタイル張り構造６０′として示されている。この実施態様は図６に示されるタイル張り構造６０と実質的に同様であるが、実質的に平坦な面１１２′と他の浮動取付け機構６８′とを用いている。図示のように、この浮動取付け機構６８′は約５０％少ないアーム７６′を用いているが、多くの点で図６の浮動取付け機構６８と類似している。

【００４１】

浮動取付け機構６８、６８′の実施態様を説明したが、当業者にとって、上記のように大規模の曲がり作用を生じないでタイルが微小規模で膨張したり曲がったりすることができるようにタイルをボイラーの壁６２に固定することができる実質的に任意の取付け機構を、本発明の精神と範囲から逸脱することなく用いることができることは理解されよう。この点に関し、例えば、十分な間隙が取付け機構とタイルとの間に設けられていて、上記の寸法上の変化が過剰な力又は応力を取付け機構や隣接タイルに加えることなく生じるようになっていることを前提に、可撓アーム７６、７６′に代えて、剛性の取付け機構を用いることができる。

【００４２】

このような他の構造の例は、ステンレス鋼その他から構成され、タイルの内部に配設された実質的に大きな穴８４（仮想線で示される）に挿入可能でタイル面１１２に実質的に平行に延びる１つ又は複数のピン８２（仮想線で示される）の設置を含むことができる。ピン８２はまた当業者にとって公知の普通のやり方で（図示しない）壁６２に固定される。この方法で、タイルは上記したように壁に対し効果的に“浮動する”のに十分な間隙を有して壁６２に固定される。

【００４３】
図１０及び図１１を参照すると、本発明のさらに他の実施態様がタイル張り構造６０″として示されている。このタイル張り構造６０″は図６及び図７に示されるタイル張り構造６０及び６０′と実質的に同様であるが、他の浮動取付け機構６８″を用いている。図示のように、この浮動取付け機構６８″は、アーム７６″が図示のようにタイル６６″の半円筒形の溝又は凹所８０″と係合するよう実質的に“Ｃ”字形となっているが、多くの点で図７の浮動取付け機構６８′と同様である。
【００４４】
図１１を参照すると、タイル６６″の溝８０″は、タイル６６″の上縁と下縁１１６と１１８からそれぞれ軸方向内側に延びる上側溝８１と下側溝８３を含んでいる。上側溝８１は好ましくは下側溝８３の軸方向距離d_2より大きな軸方向距離d_1だけ上側縁１１６から延び、以下に記載されるようにタイル６６″の取付けを容易にしている。また図示のように、上側及び下側の表面１１６と１１８は溝８１と８３との交差部で約３０から６０度の角度αで面取りされ、以下に記載されるようにタイル６６″の取付けをさらに容易にする。好ましい実施態様では、角度αは図示のように約４５度である。
【００４５】
ここで図１２～１５を参照すると、タイル６６″の取付け方法が示されている。図１２を参照すると、タイル６６″がタイルの上側表面１１６を上側及び下側のアーム７６″の間に実質的にこれと実質的に軸方向に整列して配置することにより取付けられる。この位置づけは上側表面１１６の一部を図示のようにチューブ１８と面対面の係合をするように配置することにより達成される。図１３を参照すると、タイル６６″の表面１１６は矢印ａによって示されるように軸方向上方に動かされ、また下側表面１１８は矢印ｂで示されるようにチューブ１８により接近するよう回動される。この作用は上側溝８１（図１１）を図示のように一組の（すなわち最上位の）アーム７６″と受入れ係合するよう摺動させる働らきをする。この運動はタイルが下側アーム７６″を通り越しタイル６６″が図１４に示されるようにチューブ１８と実質的に平行に整列して動くことができるようになるまで、続けられる。タイルはそれから隣接する前に取付けられたタイル６６″に向って軸方向に（すなわちｃ方向に）並進され下側溝８３（図１１）の内部に受け入れられるよう係合する。この並進運動は好ましくは下側アーム７６″が溝８３の基端１２０（図１１）と係合するまで続く。この時点で、隣接タイル６６″は図１５に示されるようなその所望の離間した相互係合の配置となり、取付けを完了する。他のタイル６６″（図示しない）が次に同様な方法で取付けられる。
【００４６】
以下の例示の実施例は本発明の一定の形態を説明するよう意図されている。これらの実施例は限定として解釈されるものではない。
【００４７】
実施例
実施例１－比較
図１及び図２に示される一般型の一連の普通のボルト止めタイルが図１６に示されるパターンで炉の中に取付けられた。Ａ，Ｂ，Ｃ及びＤで表示されたタイルにそれぞれＬＶＤＴ（直線状可変－変位トランスジューサ）が取付けられこれらタイルが平常の炉の作動中チューブ壁から離れる変位を測定した。図示のように、タイルＢとＤは隣接タイルの間に普通の可撓性のモルタル〔上記のＴｏｐｃｏａｔ２６００（登録商標）〕を含むタイル列部分に配置された。図１７を参照すると、ＬＶＤＴの出力は取付けられたタイルが相互にほぼ同時に変位され大規模曲がりが起きている証拠を提供したことを示している。（図表で示された変位の大きさの相違は明らかにタイル内部のＬＶＤＴの位置の変動によるものであった。）タイルＢ上に配置されたＬＶＤＴはうまく作動せずそのため図１７には示されていないことに注意されたい。
【００４８】
実施例２

本発明のタイルの列が試験のためボイラーに取付けられた。これらタイルは実質的に図７に示され同図について上記したような方法で構成されボイラーに取付けられ、ボイラー壁とタイルとの間の障壁材料と隣接タイルの間のＴｏｐｃｏａｔ２６００（登録商標）との使用を含んでいた。Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ、及びＧとして示された選択されたタイルは実施例１に記載された方法でＬＶＤＴｓが取付けられた。図１７に示されるように、これらＬＶＤＴｓの出力はこれらタイルが実施例１に示されるものとは反対に相互から独立して変位されたことを示している。これらの試験結果はしたがって本発明のこれらタイルが大規模曲がりを生じることなく個々の（微小規模）曲がりに適合できたことを示している。

【００４９】

浮動取付け機構６８，６８′及び６８″はタイル６６，６６′及び６６″が壁６２に対して動くこと（すなわち“浮動する”こと）ができるようにするが、当業者は浮動取付け機構６８，６８′及び６８″が好ましくはタイル６６をチューブ１８の表面にできるだけ密接して保持しタイル６６を通るチューブへの熱の移動が最大となるようにすることを理解するであろう。

【００５０】

さらにまた、前記した張りつけタイルと上述の変更張りつけタイル張り構造は本発明と組合せて用いることができる。さらに、上述のような普通のボルト止めタイル締結装置がスタッドと穴との間に余分の間隙が得られるよう変更されタイルが壁に対して浮動できるようにしそれにより本発明の隣接タイルの間の腐食障壁と隙間とに組合わせて用いることができるようにする。

【００５１】

以上の記載は主として例示の目的で意図されている。本発明はその典型的な実施態様について図示されかつ記載されているが、当業者にとってその形式と詳細における上記の種々の変更、省略、及び付加が本発明の精神と範囲から逸脱することなく行われることが理解されるべきである。

本発明は以上のように記載されているが、請求を求めるものは以下のとおりである。

【図面の簡単な説明】

【図１】　従来技術のボルト止め耐火タイルの平面図である。

【図２】　図１の耐火タイルの２－２線に沿った断面図である。

【図３】　従来技術の張りつけ耐火タイルの切断側面図である。

【図４】　図３の張りつけ耐火タイルの切断頂面図である。

【図５】　従来技術の変更耐火タイルの一部が破載されボイラー壁と係合するよう配置された一部分解斜面図である。

【図６】　本発明の耐火タイル張り構造の実施態様の頂面図を含む、図２と同様な図である。

【図７】　本発明の耐火タイル張り構造の他の実施態様の図６と同様な図である。

【図８】　本発明により確定された大規模に曲げられた従来技術の耐火タイルの列の斜面図である。

【図９】　曲がりによる改良を示すため部分が仮想線で示される、従来技術の一対の隣接する耐火タイルの一部の、図２と同様な概略断面図である。

【図１０】　本発明の耐火タイル張り構造のさらに他の実施態様の図６と７と同様な図である。

【図１１】　図１０の耐火タイル張り構造の部分の分解側面図である。

【図１２】　本発明の耐火タイルの取付けの間に行われる段階の、図１０と１１の耐火タイル張り構造の斜面図である。

【図１３】　本発明の耐火タイルの取付けの間に行われる段階における図１０と１１の耐火タイル張り構造の斜面図である。

【図１４】　図１０と１１の耐火タイル張り構造の、耐火タイルの取付けの間に行われる段階での斜面図である。

【図１５】　図１０と１１の耐火タイル張り構造の、耐火タイルの取付けの間に行われる

段階での斜面図である。
【図１６】　試験のためボイラーに取付けられた図１と２の一連の普通のボルト止めタイルの概略正面図である。
【図１７】　図１６のボルト止めタイルによって生じた試験結果のグラフである。
【図１８】　本発明のタイルによって生じた試験結果の図１７と同様なグラフである。

【図１】

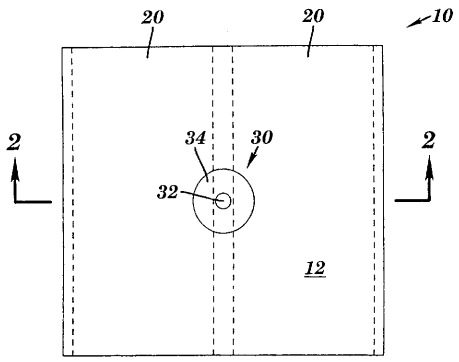


FIG. 1
従来技術

【図２】

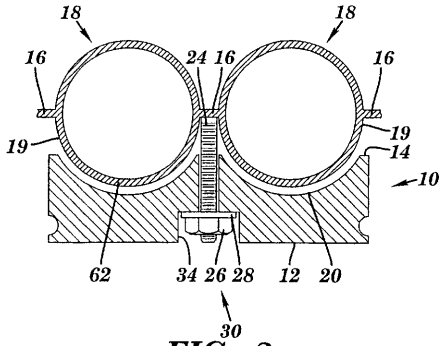


FIG. 2
従来技術

【図３】

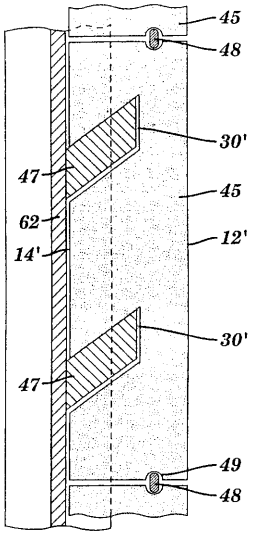


FIG. 3
従来技術

【図４】

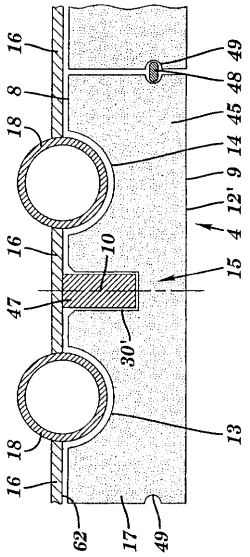


FIG. 4
従来技術

【図５】

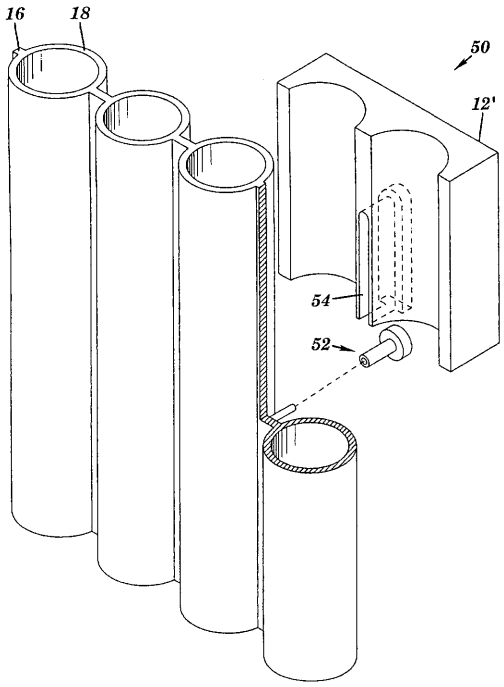


FIG. 5
従来技術

【図６】

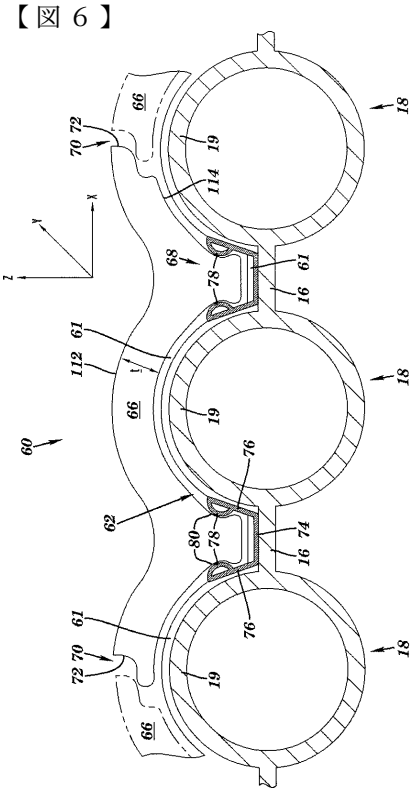


FIG. 6

【図７】

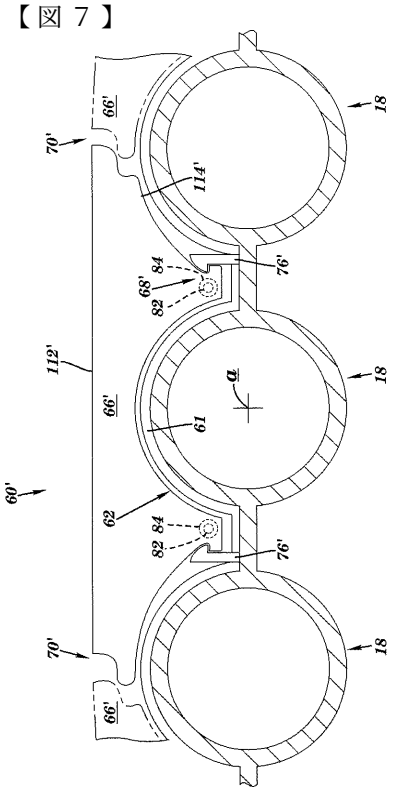


FIG. 7

【図８】

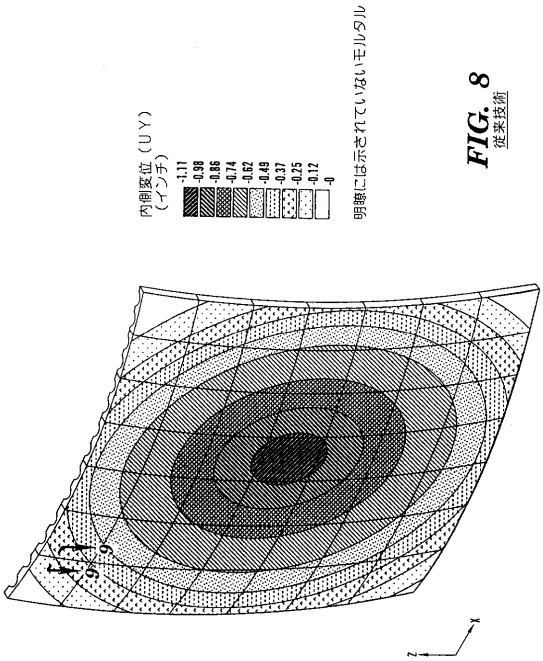


FIG. 8
従来技術

【図９】

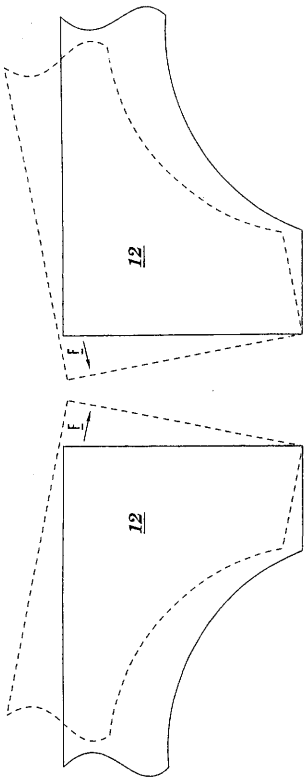


FIG. 9
従来技術

【図１０】

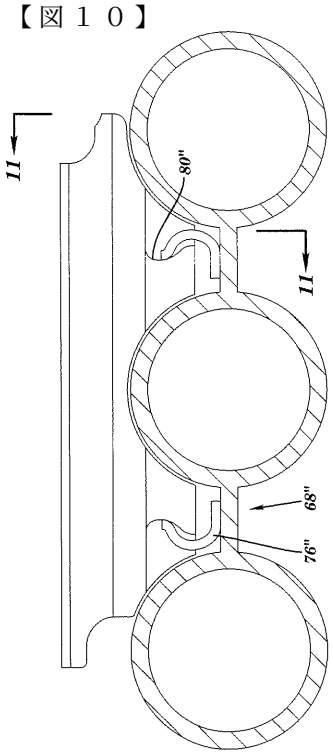


FIG. 10

【図１１】

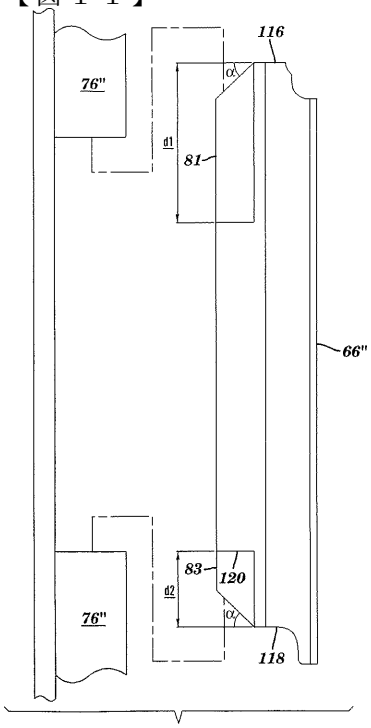


FIG. 11

【図１２】

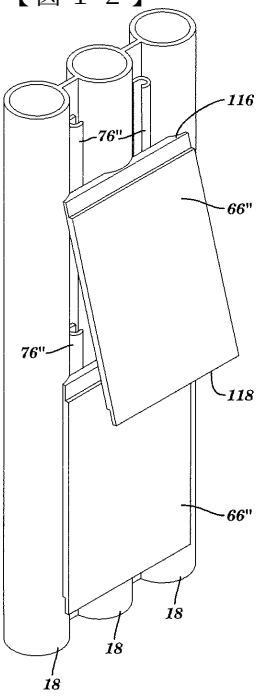


FIG. 12

【図１３】

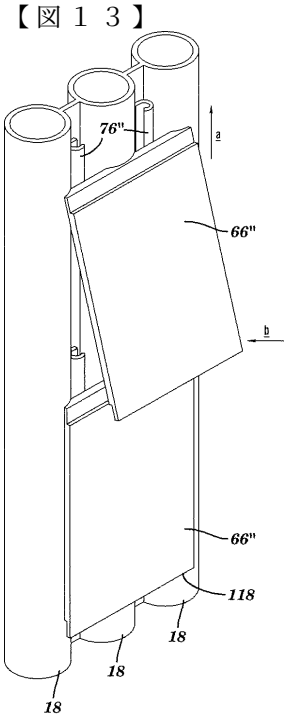


FIG. 13

【図１４】

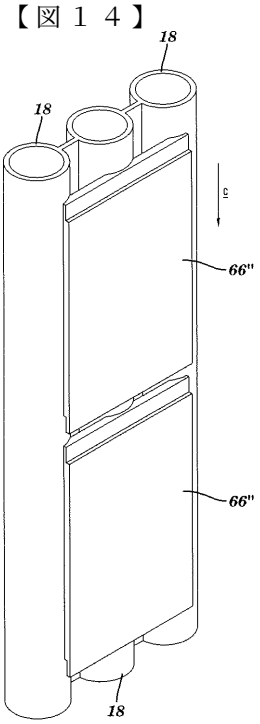


FIG. 14

【図１５】

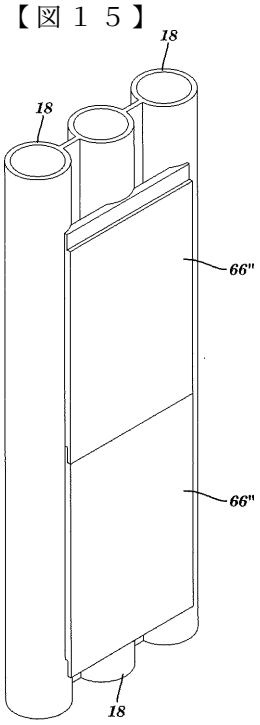


FIG. 15

【図１６】

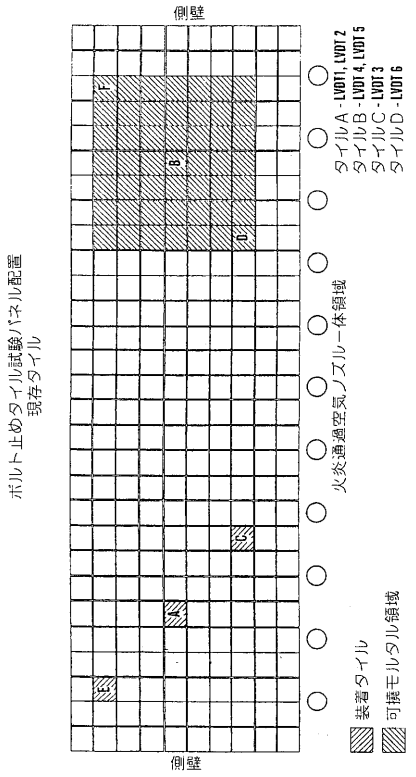
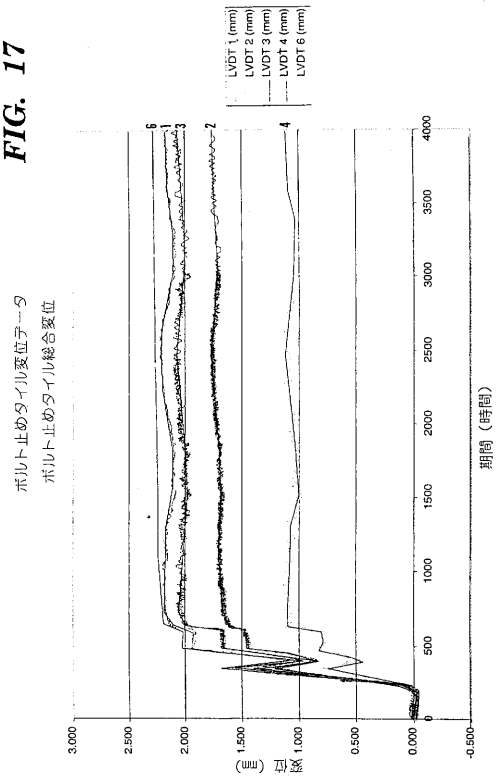


FIG. 16

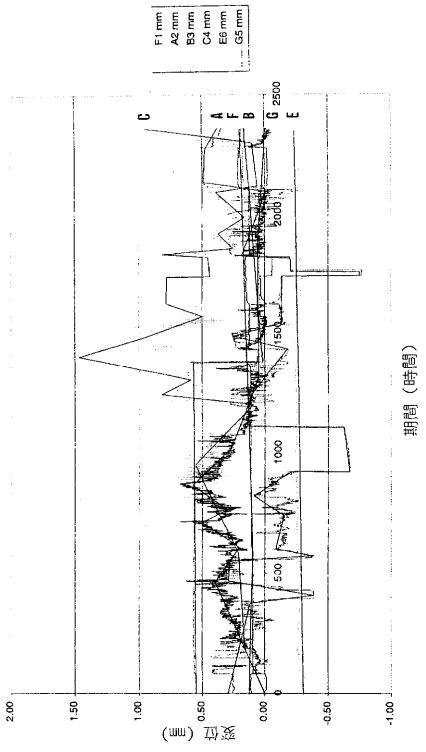
【図１７】

FIG. 17



【図１８】

FIG. 18



フロントページの続き

(72)発明者 シックリング，ジェイ エス.
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０１５０１，オーバーン，ジョン ウィリアムス ドライブ ７シー
(72)発明者 トレーシー，デニス エム.
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０２０５２，メドフィールド，タマラック ロード ５
(72)発明者 バータベディアン，アラ エム.
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０１７０１，フラミンガム，オールド コネチカット パス ４５０ ＃１０
(72)発明者 ウェイド，ジョナサン エー.
アメリカ合衆国，マサチューセッツ ０１５３２，ノースボロー，アルコット ドライブ ２６

審査官 豊島 唯

(56)参考文献 特開平０９－２３６２０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１６１３０２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－５４５０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F22B 37/10 602
F23G 5/44 ZAB
F23M 5/04
F28F 19/02 501