

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5154449号  
(P5154449)

(45) 発行日 平成25年2月27日(2013.2.27)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.

F I

F 1 6 B 35/00 (2006.01)

F 1 6 B 35/00 Y

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

F 2 8 D 15/02 K

F 1 6 B 35/00 A

F 1 6 B 35/00 R

F 1 6 B 35/00 J

請求項の数 13 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-552766 (P2008-552766)  
 (86) (22) 出願日 平成19年1月15日(2007.1.15)  
 (65) 公表番号 特表2009-525437 (P2009-525437A)  
 (43) 公表日 平成21年7月9日(2009.7.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/050349  
 (87) 国際公開番号 W02007/088098  
 (87) 国際公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)  
 審査請求日 平成22年1月7日(2010.1.7)  
 (31) 優先権主張番号 06002174.8  
 (32) 優先日 平成18年2月2日(2006.2.2)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)

(73) 特許権者 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 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  
 Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 巖  
 (74) 代理人 100133167  
 弁理士 山本 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱的に負荷された環境で使用するためのボルト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下方端部(10)と上方端部(9)を備え、第1の構成部材(4)を第2の構成部材(5)と接続するためのボルト(6)であって、

前記ボルト(6)は、その長さ方向(7)に沿って中空空間(8)を有し、

前記中空空間(8)は前記下方端部(10)に、コップ状の中空空間(8)を形成するための底部(11)を有し、前記中空空間(8)は媒体(12)が充填されるように構成されているボルトにおいて、

前記中空空間(8)の壁(13)の一部は、前記上方端部(9)を越えて突出していることを特徴とするボルト。

【請求項 2】

請求項1記載のボルト(6)であって、

前記中空空間(8)は孔部として構成されているボルト。

【請求項 3】

請求項2記載のボルト(6)であって、

前記上方端部(9)を越えて突出する壁(13)は、該ボルト(6)内に存在する壁(14)の部分と少なくとも同じ長さであるボルト。

【請求項 4】

請求項1、2、または3記載のボルト(6)であって、

前記中空空間(8)は閉鎖されているボルト。

## 【請求項 5】

下方端部（10）と上方端部（9）を備え、第1の構成部材（4）を第2の構成部材（5）と接続するためのボルト（6）であって、

前記ボルト（6）は孔部（24）を有する形式のボルトとし、

前記孔部（24）にはヒートパイプ（23）が配置されており、該ヒートパイプ（23）は媒体（12）が充填されるように構成されているボルト。

## 【請求項 6】

請求項5記載のボルト（6）であって、

前記孔部（24）は毛細管（26）を有するボルト。

## 【請求項 7】

請求項6記載のボルト（6）であって、

前記孔部（24）は、上方端部（9）から下方端部（10）まで貫通して形成されており、前記ヒートパイプ（23）は前記下方端部（10）を越えて突出しているボルト。

## 【請求項 8】

請求項5、6または7記載のボルト（6）であって、

前記ヒートパイプ（23）は、前記上方端部（9）を越えて突出しているボルト。

## 【請求項 9】

請求項1から8のいずれか一項に記載のボルト（6）であって、

ねじ付きロッド（16）とナット（17）を有するボルト。

## 【請求項 10】

請求項1から9のいずれか一項に記載のボルト（6）であって、

媒体（12）として液体ナトリウムまたは液体カリウムを備えるボルト。

## 【請求項 11】

請求項1から10のいずれか一項に記載のボルト（6）であって、

材料X19CrMoVN11-1、または21CrMoV5-7、またはナイモニック（米国INCO社の登録商標）から作製されたボルト。

## 【請求項 12】

請求項1から11のいずれか一項に記載のボルト（6）であって、

150から800mmの長さを有するボルト。

## 【請求項 13】

請求項1から12のいずれか一項に記載のボルト（6）であって、

DIN規格（ドイツ連邦規格）でM56からM180の間のねじを備えるボルト。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、下方端部と上方端部を備え、第1の構成部材を第2の構成部材と接続するためのボルトに関するものであり、このボルトはその長手方向に沿って中空空間を有する。さらに本発明は、下方端部と上方端部を備え、第1の構成部材を第2の構成部材と接続するためのボルトに関するものであり、このボルトは孔部を有する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ボルト接続は、機械工学の多数の領域で使用されている。とりわけ流体機械の構造では、ボルト接続が特に重要な役目を果たす。なぜなら比較的高い温度において圧力および力が大きいからである。

## 【0003】

総称名、流体機械には、水車タービン、蒸気タービンおよびガスタービン、風車、渦巻きポンプおよび遠心圧縮機、ならびにプロペラが含まれる。これらの機械すべてに共通することは、これらの機械が流体からエネルギーを取り込み、これにより別の機械を駆動するために用いられるか、または反対に流体にエネルギーを供給し、この流体の圧力を高めるために用いられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

前記の領域ではボルト接続が使用され、このボルト接続は非常に大きな力に曝される。多くの場合で、ボルトは大きな力の他に高い熱的負荷にも耐えなければならない。とりわけ蒸気タービン構造またはガスタービン構造では、ボルト接続が一部で非常に高い温度に曝される。

## 【 0 0 0 5 】

蒸気タービン構造で使用される蒸気弁は頻繁にボルト接続により構成され、このボルト接続も同様に高い熱的負荷に曝される。フェライト製のボルト材料から作製された、ボルト接続用のボルトが公知である。フェライト材料の硬度のような材料特性は温度の上昇と共に変化するから、この材料は上方限界温度までしか使用されない。

10

## 【 0 0 0 6 】

実績のあるボルト接続の使用領域を、集中的な局所冷却によって拡張しようとする努力が行われている。従来技術から、ボルトに孔部を設けることが公知であり、この孔部を通して冷却媒体が通流し、ボルトはこれによって冷却される。この冷却原理では、冷却媒体が機器によって循環システムを介してボルトに供給されなければならない。この冷却循環系の構造はコスト高である。なぜなら冷却媒体が装置、例えばポンプ、フィルタ、配管系等を通して案内されなければならないからである。

## 【 0 0 0 7 】

ボルトを高い熱的負荷に対して使用できるように改善するための別の手段は、高温に適する材料を使用することである。ここでは、例えばニッケルベース合金の領域からの材料が考えられる。しかし、新たな材料の選択と使用には時間が掛かり、高コストである。これらの材料はしばしば不所望の特性、例えば「負のクリープ」も有する。

20

## 【 0 0 0 8 】

従来技術から、ボルト接続を相応の特殊合金により構成することが公知である。このボルト接続はこれによって高温でも使用することができる。しかし、この合金のコストは比較的高い。さらにボルトの製作がコスト高である。このことは適用性の低下につながる。

## 【 0 0 0 9 】

ニッケルベース合金からなるボルトを使用する場合、不利な熱膨張特性のため、通常は伸縮スリーブが必要である。伸縮スリーブの設計には、ボルトの局所的な温度特性の正確な知識が必要である。

30

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 0 】

本発明の課題は、熱的負荷が高くても使用することのできるボルトを提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 1 】

この課題は、下方端部と上方端部を備え、第1の構成部材を第2の構成部材と接続するためのボルトであって、その長手方向に沿って中空空間を有するボルトによって解決される。この中空空間は、下方端部にコップ状の中空空間を形成するために底部を有することができ、この中空空間は媒体により充填されるように構成されている。この中空空間は、媒体の充填された特別のパイプを挿入することができるよう貫通していても良い。

40

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 2 】

本発明は、ヒートパイプ原理の効果を利用する。ヒートパイプ原理は熱力学的に、長手に構成された中空空間内における熱端部での媒体の蒸発と、冷端部での媒体の凝縮に基づくものである。それ自体閉鎖された中空空間の端部間での温度差が小さくても、比較的大きな熱量が伝導される。ヒートパイプの原理は次のとおりである：暖かいパイプ端部で流体が蒸発し、このときに蒸発熱を吸収する。冷たい端部で蒸気が凝縮し、蒸発熱を放出する。この原理は、水平の配置構成でも適用することができる。この場合、壁は毛細管によ

50

り形成すべきである。内壁の毛細管作用によって凝縮水は、再び暖かいパイプ端部に還流する。気化エンタルピーが高いので、ヒートパイプは、例えばスチールよりも数桁良好な熱伝達を可能にする。

【 0 0 1 3 】

熱的に負荷された環境でのボルトは通常のように温度勾配を有する。例えば下方端部は上方端部よりも冷えていることがある。ヒートパイプの原理によって、暖かい下方端部の熱が冷たい上方端部に導かれ、そこで排熱される。下方端部から上方端部へのこの熱伝達によって、ボルトは全体で冷却される。このことによりボルトを、熱的に負荷された環境で使うことができる。したがってこのボルトはより高温でも使うことができる。なぜなら、ボルトへ下方端部で伝達された熱を迅速に上方端部から排出することができるからである。

10

【 0 0 1 4 】

有利な改善形態では、中空空間は孔部として構成されている。ヒートパイプの原理は、パイプとしてではなく、すなわち円形横断面により形成された中空空間でも有効である。ヒートパイプの横断面が三角形、四角形、または類似の幾何形状を取る場合、このように形成されたヒートパイプは、円形横断面を有するヒートパイプと同じ物理的作用を示す。とりわけ孔部は、三角形、四角形、または類似の横断面に対して比較的簡単に構成できる。これによって、孔部として形成された中空空間を有するボルトを安価に構成することができるという利点が達成される。従来技術により使用されるボルトはしばしば、これがエクспанションボルトとして使用される場合、所定の孔部をすでに有している。

20

【 0 0 1 5 】

別の有利な改善形態では、中空空間の壁の一部が上方端部を越えて突出する。ヒートパイプをボルトの上方端部の上に延長することにより、下方の熱端部により吸収された熱をとりわけ簡単に、ヒートパイプの冷却可能領域に伝達することができるようになる。この冷却はアクティブに行う必要はなく、冷却は単独で、熱い構成部材まで幾何学的に間隔をおくことにより環境との温度差に基づいて行われる。中空空間の壁の一部が上方端部を越えて突出していれば、この部分はヒートパイプの残りの部分よりも低い温度となる。これによってより良好な冷却作用を達成することができる。

【 0 0 1 6 】

別の有利な改善形態では、上方端部を越えて突出する壁は、ボルト内に存在する壁の部分と少なくとも同じ長さである。

30

【 0 0 1 7 】

ボルトから突出する部分が、ボルト内に存在する部分と少なくとも同じ長さであるこの幾何学的な構成は、特に良好で効率的な冷却作用を示すことが判明した。

【 0 0 1 8 】

上記課題は同様に、下方端部と上方端部とを備え、第1の構成部材を第2の構成部材と接続するためのボルトであって、このボルトが孔部を有し、この孔部内にヒートパイプが配置されており、このヒートパイプは、媒体が充填されるように構成されていることによって解決される。

【 0 0 1 9 】

40

ここでもヒートパイプの原理が利用される。本発明によれば、ヒートパイプをボルトの孔部に配置することのできるボルトが開示される。冷却作用は、上に説明した同じ物理的原理にしたがって行われる。孔部内のヒートパイプにより構成されたボルトは比較的簡単に作製できる。これによりコストが低減される。このボルトは、この実施形態では少なくとも2つの構成部材を有する。これは孔部の設けられたボルトと、孔部に挿入されるヒートパイプである。ここでヒートパイプは、ボルトと同じ材料から作製することができるが、ヒートパイプとボルトに対して異なる材料を使用することもできる。

【 0 0 2 0 】

別の有利な改善形態では、媒体として液体ナトリウムまたは液体カリウムが使用される。蒸気タービン構造では温度は500 以上に達する。したがって液体ナトリウムまたは

50

液体カリウムは、この温度領域に対する適切な候補である。

【 0 0 2 1 】

以下に本発明の実施例を、図面に基づいて詳細に説明する。ここで同じ参照符号の付された要素は同じ機能を有する。

【実施例】

【 0 0 2 2 】

図 1 では、蒸気弁 1 が斜視図に示されている。蒸気弁 1 の重要な特徴は流入領域 3 であり、ここで非常に高温の蒸気が流入する。この蒸気は、図 1 に図示しないチャネルを通して流出領域 2 に案内される。この蒸気弁 1 はほぼシリンダ状に構成されており、第 1 の構成部材 4 と第 2 の構成部材 5 を有する。第 2 の構成部材 5 はカバーとして構成されている。第 1 の構成部材 4 はシリンダ状に構成されている。第 1 の構成部材 4 は、複数のボルト 6 によって第 2 の構成部材 5 と接続される。とりわけ蒸気タービン構造では蒸気弁 1 に、非常に高い圧力を有する水蒸気が吹き付けられるから、大きな力に耐えるために、複数のボルト 6 が第 1 の構成部材を第 2 の構成部材 5 と接続するために設けられている。

10

【 0 0 2 3 】

本発明は、蒸気弁の第 1 の構成部材 4 と第 2 の構成部材 5 とを接続することに限定されるものではない。第 1 の構成部材 4 または第 2 の構成部材 5 は同じように、蒸気タービンの内側ケーシングの上方部材と下方部材とすることができる。第 1 の構成部材 4 と第 2 の構成部材 5 はまた、蒸気タービンの外側ケーシングとして構成することもできる。

【 0 0 2 4 】

20

図 2 には、図 1 の蒸気弁の平面が示されている。第 2 の構成部材の実施形態としてのカバー 5 は円形に構成されており、ボルト 6 が挿入される複数の孔部を有する。第 1 の構成部材 4 には、ねじが配置されており、このねじは孔部と軸が一致するように形成されている。

【 0 0 2 5 】

図 3 にはボルト 6 の断面が示されている。ボルト 6 は、第 1 の構成部材 4 を第 2 の構成部材 5 と接続する。ボルト 6 の長手方向 7 には中空空間 8 が設けられている。このボルト 6 は上方端部 9 と下方端部 10 を有する。中空空間 8 は下方端 10 に、コップ状の中空空間 8 を形成するために底部 11 を有する。コップ状の中空空間 8 は、媒体 12 により充填されるように構成されている。ボルトの上方端部 9 では、中空空間 8 の壁 13 の一部がこの上方端部を越えて突出している。壁 13 はスリーブとして構成することができる。このスリーブは、空間がボルトの上方端部 9 より上で閉鎖されるように構成されている。中空空間 8 は孔部として構成することができる。別の実施形態、例えば三角形または四角形の横断面も可能である。

30

【 0 0 2 6 】

中空空間 8 の壁 13 は、長さに沿って毛細管 26 により形成することができる。このことにより、垂直の取付け位置でなくても冷却媒体が底部 11 に搬送されるようになる。

【 0 0 2 7 】

上方端部 9 を越えて突出する壁 13 は、ボルト 6 内に存在する壁 14 の部分とちょうど同じ長さにすることができる。しかしそれより長くても、短くても良い。

40

【 0 0 2 8 】

中空空間 8 は、密閉されている。

【 0 0 2 9 】

ボルト 6 はねじ付きロッド 16 として、上方端部 9 に存在するナット 17 と共に形成することができる。第 2 の構成部材 5 は孔部 18 を有する。第 1 の構成部材 4 にはねじを備える別の孔部 19 が、第 2 の構成部材内の孔部 18 に対して軸が一致するように配置されている。まずねじ付きロッド 16 が、ねじ 25 を備える孔部 19 にねじ込まれる。引き続き、ナット 17 がねじ付きロッド 16 の上方端部 9 に取り付けられ、高トルクでねじ留めされる。このときにボルトを予熱することもでき、これにより所定の締付け力を形成することができる。

50

## 【 0 0 3 0 】

中空空間 8 に存在する媒体 1 2 は、例えば液体ナトリウムまたは液体カリウムとすることができる。動作時に熱はヒートパイプ 2 0 に沿って移動する。このときボルトの下方端部 1 0 は加熱される。この加熱により媒体 1 2 は熱くなることができ、蒸発して、上方端部の壁 1 3 に再び溜まり凝縮する。このとき熱が排出され、この熱は周囲環境によりまたは別の外側冷却媒体により排熱される。

## 【 0 0 3 1 】

ボルト 6 の周囲には、構成部材を断熱するための断熱部 1 5 をさらに付加的に配置することができる。この場合、パイプは少なくとも、パイプの冷却すべき端部を備える壁 1 3 が断熱部の外になるような長さでなければならない。

10

## 【 0 0 3 2 】

ボルトに対しては、冷却の理由から材料等級の値の低い材料を使用することができる。高温領域では例えばクロム高含有鋼を、ニッケルベース合金の代わりに使用する（例えばナイモニックの代わりに X 1 9 C r M o N b V N 1 1 - 1。ナイモニックは米国 INKO 社の登録商標）。低温領域ではコスト的に有利で適用性の良い 1 % クロム鋼を、クロム高含有鋼の代わりに使用することができる（例えば X 1 9 C r M o N b V N 1 1 - 1 の代わりに 2 1 C r M o V 5 - 7 ）。

## 【 0 0 3 3 】

大きさに関しては、ボルトの長さが 1 5 0 から 8 0 0 m m であり、ねじは D I N 規格（ドイツ連邦規格）で M 5 6 から M 1 8 0 の間であると有利である。

20

## 【 0 0 3 4 】

図 4 には、ボルト 6 の他の実施形態が示されている。図 4 に示されたボルト 6 と図 3 に示されたボルト 6 の相違は、ボルトの下方端部 1 0 の底部 1 1 がコップ状のスリーブ 2 2 により形成されていることである。これにより中空空間 8 は、ボルト 6 の上方端部 9 から下方端部 1 0 までの貫通した孔部として構成される。コップ状の底部 1 1 を備えるスリーブ 2 2 は、ボルトの下方端部 1 0 に溶接されるか、リベット留めされるか、またははんだ付けされる。別の接続手段も考えられる。ボルトの機能および他の構成部材は図 3 のものと同じである。したがって説明については、図 3 の個所を参照されたい。

30

## 【 0 0 3 5 】

図 5 には、ボルト 6 の別の実施形態が示されている。このボルト 6 は、密閉されたヒートパイプ 2 3 が孔部 2 4 に配置されるように構成されている。この孔部 2 4 は、ヒートパイプ 2 3 の直径よりもわずかに大きい直径を有する。ヒートパイプ 2 3 はねじ付きロッド 1 6 よりも長く、上方端部 9 と下方端部 1 0 を越えて突出している。ヒートパイプ 2 3 は必ずしも下方端部 1 0 を越えて突出する必要はない。ヒートパイプは下方端部 1 0 で、ねじ付きロッド 1 6 と面一に終端することができる。孔部は貫通していなくても良く、下方端部 1 0 までとすることができる。それ以外の点でボルト 6 の作用は、図 3 および 4 で説明したボルト 6 の作用とほぼ同じである。したがって説明については、図 3 と 4 の個所を参照されたい。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 6 】

【図 1】蒸気タービン用の蒸気弁の斜視図である。

【図 2】図 1 の蒸気弁の平面図である。

【図 3】ボルト接続の断面図である。

【図 4】異なる実施形態でのボルト接続の断面図である。

【図 5】更に異なる実施形態でのボルト接続の断面図である。

## 【符号の説明】

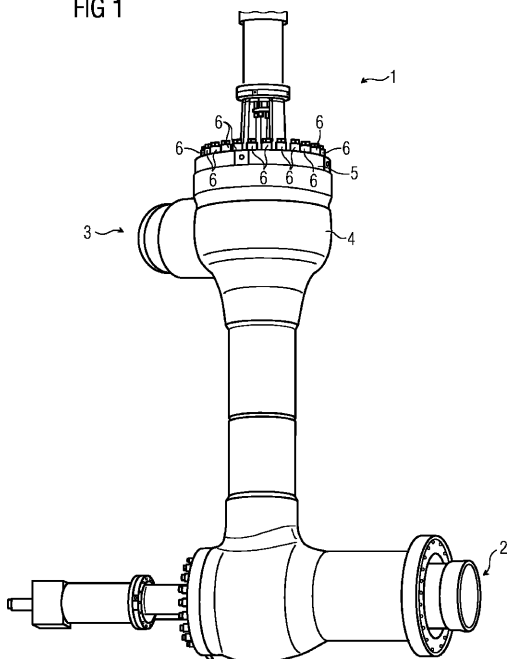
## 【 0 0 3 7 】

1 蒸気弁

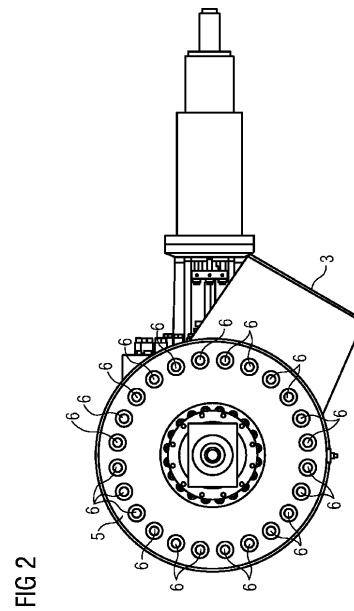
50

- 2 流出領域
- 3 流入領域
- 4 第 1 の構成部材
- 5 第 2 の構成部材
- 6 ボルト
- 7 長手方向
- 8 中空空間
- 9 上方端部
- 10 下方端部
- 11 底部
- 12 媒体
- 13 壁

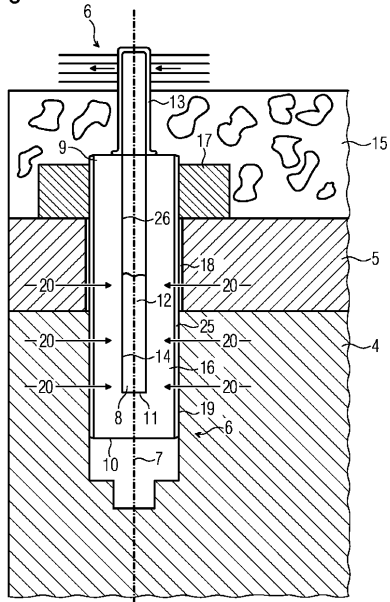
【図 1】  
FIG 1



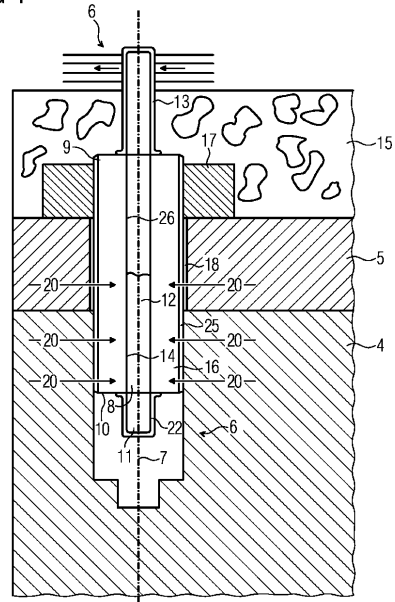
【図 2】



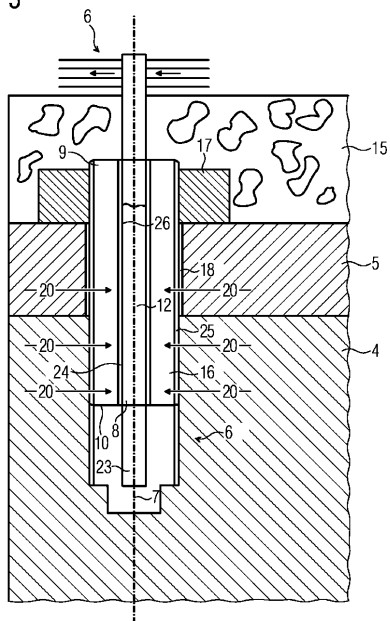
【図 3】  
FIG 3



【図 4】  
FIG 4



【図 5】  
FIG 5





---

フロントページの続き

(72)発明者 ティーマン、トーマス

ドイツ連邦共和国 4 5 6 5 9 レクリンゲンハウゼン キュールシュトラッセ 3 0

審査官 鎌田 哲生

(56)参考文献 実開昭 6 2 - 0 7 5 2 0 4 ( J P , U )

特開 2 0 0 5 - 3 3 7 5 8 6 ( J P , A )

米国特許第 0 6 8 9 2 8 0 1 ( U S , B 1 )

特開平 0 9 - 3 0 3 9 8 4 ( J P , A )

特開平 0 6 - 0 7 4 2 2 4 ( J P , A )

特開 2 0 0 4 - 0 7 6 9 4 2 ( J P , A )

特開平 0 7 - 0 6 2 4 7 7 ( J P , A )

特開平 1 0 - 1 3 2 4 7 7 ( J P , A )

特開昭 5 5 - 0 4 1 3 6 1 ( J P , A )

特開昭 6 3 - 0 8 9 2 3 3 ( J P , A )

欧州特許出願公開第 0 1 6 0 5 2 0 9 ( E P , A 1 )

米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 8 0 1 4 0 ( U S , A 1 )

米国特許第 0 4 6 3 8 8 5 4 ( U S , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F16B 23/00 ~ 43/02

F28D 15/00 ~ 15/02