

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4433863号
(P4433863)

(45) 発行日 平成22年3月17日(2010.3.17)

(24) 登録日 平成22年1月8日(2010.1.8)

(51) Int.Cl.		F I	
FO4D 7/02	(2006.01)	FO4D 7/02	A
FO4D 13/00	(2006.01)	FO4D 13/00	D
FO4D 29/44	(2006.01)	FO4D 29/44	C
FO4D 29/047	(2006.01)	FO4D 29/047	A

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-119032 (P2004-119032)	(73) 特許権者	000005452
(22) 出願日	平成16年4月14日(2004.4.14)		株式会社日立プラントテクノロジー
(65) 公開番号	特開2005-299557 (P2005-299557A)		東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
(43) 公開日	平成17年10月27日(2005.10.27)	(74) 代理人	100093872
審査請求日	平成18年6月1日(2006.6.1)		弁理士 高崎 芳紘
		(72) 発明者	橋本 泰司
			東京都足立区中川四丁目13番17号 株
			式会社日立インダストリーズ内
		(72) 発明者	天野 和雄
			東京都足立区中川四丁目13番17号 株
			式会社日立インダストリーズ内
		審査官	刈間 宏信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液化ガスタンク用潜没ポンプ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液化ガスタンク内に設置された揚液管内にポンプ本体を垂下して液化ガスの輸送を行う液化ガスタンク用潜没ポンプ装置であって、前記ポンプ本体の吸込み口に設けられ、前記吸込み口より吸入した液化ガスを昇圧するインデューサと、前記インデューサの下流側に設けられ、前記インデューサにより昇圧された液化ガスをさらに昇圧して前記揚液管内へ吐出する羽根車と、前記インデューサとの距離が前記インデューサの外径の5～15%となるよう前記インデューサと前記羽根車の間に設けられ、前記インデューサにより昇圧された液化ガスを整流して前記羽根車へ流入させるガイドベーンと、前記ガイドベーンを中心部を形成するボス部に設けられ、前記インデューサ及び前記羽根車に取り付けられた回転軸の下端側を回転自在に支承する静圧軸受とを具備したことを特徴とする液化ガスタンク用潜没ポンプ装置。

【請求項2】

前記ガイドベーンと前記羽根車との間の距離を、前記インデューサの外径の5～15%としてなる請求項1に記載の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置。

【請求項3】

前記ガイドベーンのボス比(ボス外径D_{gh}/羽根外径D_{it})を0.3～0.5とするため、前記ガイドベーンの外径を、初段羽根車の上流側に設けられたマウスリングの摺動面の内径(D_m)の±10%の範囲としてなる請求項1または2に記載の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液化天然ガス等の液化ガスを貯蔵する液化ガスタンクに設置して、液化ガスの輸送を行う液化ガスタンク用潜没ポンプ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来この種の潜没ポンプ装置として、例えば特許文献1に記載されたものが公知である。

前記特許文献1に記載された液化ガスタンク用潜没ポンプ装置は、液化タンク内に設置された揚液管内にポンプ本体が垂下されており、ポンプ本体のケーシング内には、液化ガスを昇圧する羽根車と、この羽根車を駆動する電動機が設けられている。

羽根車と電動機を連動する回転軸は、ケーシングの上下段と中段に設置された静圧軸受けにより回転自在に支承されており、中段に設けられた静圧軸受けの近傍には、回転軸に作用するスラスト力を支承する軸推力平衡手段が設置されている。

また回転軸の下端にはインデューサが設けられていて、このインデューサにより液化タンクの液位が低下した場合でもキャビテーションによりポンプが運転不能になるのを抑制している。

【特許文献1】特開平7-317695号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし前記特許文献1に記載された従来の潜没ポンプ装置では、インデューサ下流の流れに旋回成分を含むことから、羽根車にとっては所謂予旋回流れとなるため、羽根車の全揚程が低下する。

一般的に設計点においては、インデューサ全揚程と羽根車の予旋回による全揚程の低下量はほぼ等しいとされている。このため前記特許文献1に記載された潜没ポンプ装置で全揚程の向上を図ろうとした場合、ポンプ本体を大型にする必要があるため潜没ポンプ装置が高価となる。

またポンプ装置を設置する揚液管の径も大きくする必要があるので設備費が高むと共に、ポンプ本体の大型化による質量の増加により、分解組み立てに際して人件費もかさむため、不経済である等の問題もある。

【0004】

本発明はかかる従来の問題を改善するためになされたもので、インデューサの下流側にガイドベーンを配置することにより全揚程を向上させた液化ガスタンク用潜没ポンプ装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置は、液化ガスタンク内に設置された揚液管内にポンプ本体を垂下して液化ガスの輸送を行う液化ガスタンク用潜没ポンプ装置であって、ポンプ本体の吸込み口に設けられ、吸込み口より吸入した液化ガスを昇圧するインデューサと、インデューサの下流側に設けられ、インデューサにより昇圧された液化ガスをさらに昇圧して揚液管内へ吐出する羽根車と、インデューサとの距離が前記インデューサの外径の5～15%となるようインデューサと羽根車の間に設けられ、インデューサにより昇圧された液化ガスを整流して羽根車へ流入させるガイドベーンと、ガイドベーンを中心部を形成するボス部に設けられ、インデューサ及び羽根車に取り付けられた回転軸の下端側を回転自在に支承する静圧軸受とから構成したものである。

【0006】

前記構成により、インデューサにより昇圧された液化ガス中の旋回成分が、インデューサの下流側に設けられたガイドベーンにより整流されて圧力が回復されるため、インデュー

10

20

30

40

50

ーサの全揚程が向上すると共に、インデューサにより昇圧され、かつガイドベーンにより整流されて予旋回のない様な流れになった液化ガスが羽根車に流入して、羽根車によりさらに圧力上昇されるため、ポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れるようになる。

またポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れることから、潜没ポンプ装置が安価に得られる上、ポンプ本体を設置する揚液管の径を大きくする必要がないため、設備費の削減が図れる。

【0008】

さらにインデューサ及び羽根車に取り付けられた回転軸の下端側を、ガイドベーンの中心部に設けられたボス部に、静圧軸受けを介して回転自在に支承したことにより、ガイドベーンのボス外径に合わせてインデューサのボス径も子午面流路の拡大縮小を伴わずに小さくでき、これによって流路抵抗によるインデューサの性能が低下することがないと共に、羽根車に流入する流れも一様化できるため、羽根車の性能も向上する。

また軸受けブラケットをインデューサの下流側に設けることにより、インデューサの逆流キャビテーションへの損傷を免れることが可能となる。

【0010】

またインデューサとガイドベーンとの間の距離を、インデューサの外径の5～15%としたことにより、インデューサの効率や羽根車の吸込み性能が低下することがない上、液スーパーキャビテーションの状態でもポンプ本体を運転した場合でも、キャビテーションがガイドベーンに達することがないため、キャビテーションによりガイドベーンが損傷を受ける心配がないと共に、回転軸を長くする必要がないためポンプ本体の小型化が図れる。

【0011】

本発明の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置は、ガイドベーンと羽根車との間の距離を、インデューサの外径の5～15%としたものである。

【0012】

前記構成により、羽根車により昇圧した液化ガスの一部が逆流を起こす低流量域では、ガイドベーンと羽根車より逆流する旋回成分を有する流れとが衝突して旋回を抑制するため、全揚程の向上が図れる上、揚程曲線の不安定な特性を排除できる効果が得られる。

【0013】

本発明の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置は、ガイドベーンのボス比（ボス外径 D_{gh} / 羽根外径 D_{it} ）を0.3～0.5とするため、ガイドベーンの外径を、初段羽根車の上流側に設けられたマウスリングの摺動面の内径（ D_m ）の $\pm 10\%$ の範囲としたものである。

【0014】

前記構成により、ガイドベーンの外径とマウスリングの摺動面の間に大きな段差が生じることがないため、ガイドベーンにより整流された液化ガスがスムーズに羽根車へと流入するため、ポンプ効率が低下することがない。

【発明の効果】

【0015】

本発明の液化ガスタンク用潜没ポンプ装置によれば、インデューサにより昇圧された液化ガス中の旋回成分が、インデューサの下流側に設けられたガイドベーンにより整流されて圧力が回復されるため、インデューサの全揚程が向上すると共に、ガイドベーンにより整流されて予旋回のない様な流れになった液化ガスが羽根車に流入して、羽根車によりさらに圧力上昇されるため、ポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れるようになる。

また液化ガスが羽根車によりさらに昇圧されるため、ポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れるようになる。

さらにインデューサとガイドベーンとの距離を、インデューサの外径の5～15%となるようにしたことから、インデューサの効率や羽根車の吸込み性能が低下することがない上、スーパーキャビテーションの状態でもポンプ本体を運転した場合でも、キャビテーシ

10

20

30

40

50

ンがガイドベーンに達することがないため、キャピテーションによりガイドベーンが損傷を受ける心配がないと共に、回転軸を長くする必要がないためポンプ本体の小型化が図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明の実施の形態を、図面を参照して詳述する。

図1は液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の断面図、図2はインデューサ付近の拡大図、図3はインデューサ付近の詳細図である。

図1に示す潜没ポンプ装置のポンプ本体1は、液化天然ガス(LNG)等の液化ガスを貯蔵する液化ガスタンク(図示せず)内にほぼ垂直に設置された揚液管2内に上方よりワイヤロープよりなる吊下げ手段3により垂下されている。

揚液管2の下端は液化タンクの底部付近に開口されていて、開口部2aに吸込み弁4が取り付けられており、開口部2aの内周面に形成されたテーパ状の受け座2bに、ポンプ本体1のケーシング1a外周面に形成されたテーパ状の着座面1bが上方より液密に当接されている。

【0017】

ポンプ本体1のケーシング1aは、揚液管2の内径より小径な筒状のポンプケーシング1cとモータケーシング1dとからなり、ポンプケーシング1cの下端に、ポンプケーシング1cの内径より小径な吸込み口1eが開口されている。

ポンプケーシング1cとモータケーシング1dの中心部には、軸線方向に回転軸4が貫通されていて、回転軸4の下端部に、吸込み口1e内に設けられたインデューサ5が固着されており、インデューサ5より上方に、ポンプケーシング1c内に設けられた複数段の羽根車6が固着されていると共に、回転軸4の上部側には、モータケーシング1d内に収容された電動機よりなる回転駆動手段8のロータ8aが固着されている。ポンプケーシング1cの吸込み口1eに設けられたインデューサ5と初段の羽根車6の間には、複数枚のガイドベーン7が設けられている。

【0018】

ガイドベーン7は吸込み口1eの内周面に放射方向に突設されていて、各ガイドベーン7の中心部には、回転軸4の先端側が貫通する筒状のボス部7aが設けられている。

ガイドベーン7のボス部7aは、インデューサ5の中心部に設けられたボス部7aの外径と一端側がほぼ同径で、かつ他端側がやや大径となるテーパ状となっていて、インデューサ5により吸込み口1eに吸入された液化ガスがスムーズに羽根車6へ流入されるようになっており、またインデューサ5により吸込み口1eに吸入され、かつ昇圧された液化ガスは、複数のガイドベーン7により旋回成分が整流されて羽根車6へ流入されるようになっている。

すなわちガイドベーン7は、インデューサ5により回転方向の流れに変換された液化ガスの流れを直線方向へ整流する整流板として機能するようになっており、この整流機能とインデューサ5の性能を最大限に発揮させて小型のポンプ本体1でも高揚程が得られるようにするため、図3に示す各部のパラメータが次のように設定されている。

【0019】

インデューサ5とガイドベーン7の距離L1は、長過ぎるとインデューサ5の効率が低下する上、回転軸4を長くしなければならないため、ポンプ本体1の小型化を阻害する。

またインデューサ5と羽根車6間の距離が長くなるため、潜没ポンプ装置のような立軸ポンプの場合、インデューサ5により羽根車6まで押し上げる液化ガスの距離が増大するため、羽根車6の吸込み性能が低下する問題が生じる。

逆に距離L1が短か過ぎると、液化ガスタンク内の液化ガスが超低液面のときに全揚程が低下するようなスーパーキャピテーションの状態ではポンプ本体1を運転した場合、キャピテーションがガイドベーン7に達して、ガイドベーン7が損傷を受ける問題が生じる。

そこで本発明の実施の形態では、インデューサ5からガイドベーン7までの距離L1を、インデューサ5の羽根の外径D_{it}の5~15%としている。

10

20

30

40

50

【0020】

この値は実験でスーパーキャピテーションの状態でもキャピテーションがガイドベーン7に達しない、もしくは達しても影響が少ないことを確認している。

ガイドベーン7から初段の羽根車6までの距離L2は、長いとガイドベーン7による整流効果が増大するが、長過ぎると回転軸4を長くしなければならないためポンプ本体1の小型化を阻害する。

またインデューサ5からガイドベーン7までの距離L1と同様に、長過ぎるとインデューサ5により羽根車6まで押し上げる液化ガスの距離が増大するため、羽根車6の吸込み性能が低下する。

逆に短いとガイドベーン7の出口付近のガイドベーン7により分かれた流れが合流することによる不安定な流れが羽根車6へ流入するため、羽根車6の性能が低下する。

10

【0021】

そこでガイドベーン7から羽根車6までの距離L2を、インデューサ5の羽根の外径Ditの5～15%に設定した。

これによって羽根車6により昇圧された液化ガスの一部が逆流を起こす低流量域では、ガイドベーン7が羽根車6より逆流する旋回成分を有する流れと衝突して予旋回を抑制するため全揚程の向上が図れる上、揚程曲線の不安定な特性を排除できる効果が得られるようになる。

インデューサ5により昇圧された液化ガスを整流するガイドベーン7の内径(ボス部7aの外径と同じ)Dghは、ボス比(ボス外径Dgh/羽根外径Dit)によりインデューサ5の性能に大きな影響を与える。

20

このためボス部7aの外径Dghを小さくすることがインデューサ5の吸込み性能を向上させる上で重要である。

そこで本願発明の実施の形態では、ガイドベーン7のボス比を0.3～0.5としている。

【0022】

またガイドベーン7のボス部7aに回転軸4の下端側を支承する下段軸受け12を設けているが、下段軸受け12に玉軸受けを採用した場合、ボス部7aの外径Dghが大きくなり過ぎて前述したボス比0.3～0.5が得られないため、本発明の実施の形態では、下段軸受け12に静圧軸受けを採用してボス部7aの外径Dghを小径化することにより、ボス比0.3～0.5を得ている。

30

さらにボス部7aの外径Dghと羽根車6の吸込み口1iとの口径差は、ガイドベーン7により整流された液化ガスがポンプケーシング1c内へ流入する際大きな影響を及ぼす。

そこでガイドベーン7の外径Dghを、ポンプケーシング1cの吸込み口1iに設けられたマウスリング1hの摺接面の内径Dmの±10%の範囲にした。

なお下段軸受け12に静圧軸受けを採用した場合のボス比限界は、インデューサ5bの外径Ditを羽根車6の吸込み口1iの口径とほぼ同径とすれば、0.3程度は可能である。

【0023】

40

一方ポンプケーシング1cとモータケーシング1dの中心部を貫通するように設けられた回転軸4の上端部は、モータケーシング1dの上端部を閉鎖する端板1kに設けられた上段軸受け10と、ポンプケーシング1cとモータケーシング1dの間に介在された隔壁板1gに設けられた中段軸受け11と、ガイドベーン7のボス部7a内に設けられた下段軸受け12の3個所で回転自在に支承されている。

上段軸受け10と中段軸受け11は、ラジアル方向の荷重を支承する玉軸受けよりなり、下段軸受け10は、ボス部7aの外径をガイドベーン7のボス部7aの外径とほぼ同径にするため、前述したように静圧軸受けが採用されている。

下段軸受け12の静圧軸受けは、図2に示すように回転軸4の外周面に摺接するインナライナ12aと、インナライナ12aの外周面に設けられ、かつ固着具13によりボス部

50

7 a 側に固定されたガイドライナ 1 2 b とからなり、初段の羽根車 6 により昇圧された液化ガスの一部が通路 1 f を経由してインナライナ 1 2 a の内周面に形成された受圧室 1 2 c へ導入されており、これによってインナライナ 1 2 a と回転軸 4 の外周面との間に、回転軸 4 を支承する静圧軸受けが形成されるようになっている。

【 0 0 2 4 】

また中段軸受け 1 1 との下側には、軸推力平衡手段 1 4 が設けられている。

軸推力平衡手段 1 4 は静圧軸受けにより形成されていて、回転軸 4 に作用するスラスト力を支承するようになっていると共に、ポンプケーシング 1 c とモータケーシング 1 d の間に介在された隔壁板 1 g には複数段の羽根車 6 により昇圧された液化ガスを揚液管 2 内へ吐出する吐出口 1 j が斜め方向に複数個開口されている。

なお図 1 中 1 5 は、電動機よりなる回転駆動手段 1 2 へ電力を供給する給電ケーブルである。

【 0 0 2 5 】

次に前記構成された液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の作用を説明する。

液化タンク内に貯蔵された液化ガスを輸送すべくポンプ本体 1 の上部に設けられた回転駆動手段 1 2 へ電力を供給して、回転駆動手段 8 により回転軸 4 を回転させると、回転軸 4 に固着されたインデューサ 5 及び羽根車 6 が回転して、ケーシング 1 a の下端に設けられた吸込み弁 3 より吸込み口 1 e へ液化タンク内の液化ガスが吸いこまれる。

吸込み口 1 e に吸い込まれた液化ガスは、インデューサ 5 により昇圧された後ガイドベーン 7 を経てポンプケーシング 1 c 内へ流入し、ポンプケーシング 1 c 内の複数段の羽根車 6 により順次昇圧されて吐出口 1 j より揚液管 2 内へ吐出され、揚液管 2 内を上方へと輸送されるが、吸込み口 1 e 内でインデューサ 5 により昇圧された液化ガスにはインデューサ 5 の回転により生じた旋回成分が含まれている。

この旋回成分はインデューサ 5 の下流側に設けられたガイドベーン 7 により整流されて圧力が回復されるため、インデューサの全揚程が向上すると共に、インデューサにより昇圧され、かつガイドベーンにより整流された液化ガスが羽根車によりさらに圧力上昇されるため、ポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れるようになる。

【 0 0 2 6 】

また従来 of インデューサと羽根車の間にガイドベーンのない潜没ポンプ装置の場合、インデューサにより昇圧された旋回成分を含む液化ガスが直接羽根車へと流入する所謂予旋回流れとなすため、全揚程が低下していたが、インデューサ 5 と羽根車 6 の間にガイドベーン 7 を設けたことにより、小型のポンプ本体 1 でも全揚程の向上が図れるようになる。

これはインデューサ 5 と羽根車 6 の間にガイドベーン 7 を設けることにより、インデューサ 5 により生じた旋回成分がガイドベーン 7 により整流されて、羽根車 6 の羽根入口角度に合った流れが初段の羽根車 6 に流入されるため、羽根車 6 の全揚程が向上するものである。

【 0 0 2 7 】

一方輸送流量を制限したために低流量域になった場合、インデューサ 5 はキャピテーションを起こしながら運転されるため、羽根車 6 により昇圧された液化ガスの一部がインデューサ 5 側へ逆流し、揚程曲線に不安定領域が発生するが、羽根車により昇圧した液化ガスの一部が逆流を起こす低流量域では、ガイドベーンが羽根車より逆流する旋回成分を有する流れと衝突して旋回を抑制するため、揚程曲線の不安定な特性を改善することができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 2 8 】

本発明の装置は、インデューサにより昇圧された液化ガス中の旋回成分が、インデューサの下流側に設けられたガイドベーンにより整流されて圧力が回復されるため、インデューサの性能が向上すると共に、ポンプ本体を大型化せずに全揚程の向上が図れるため、液化ガスの輸送を行う液化ガスタンク用潜没ポンプ装置に最適である。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態になる液化ガスタンク用潜没ポンプ装置の断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施の形態になる液化ガスタンク用潜没ポンプ装置のディフューザ付近の拡大断面図である。

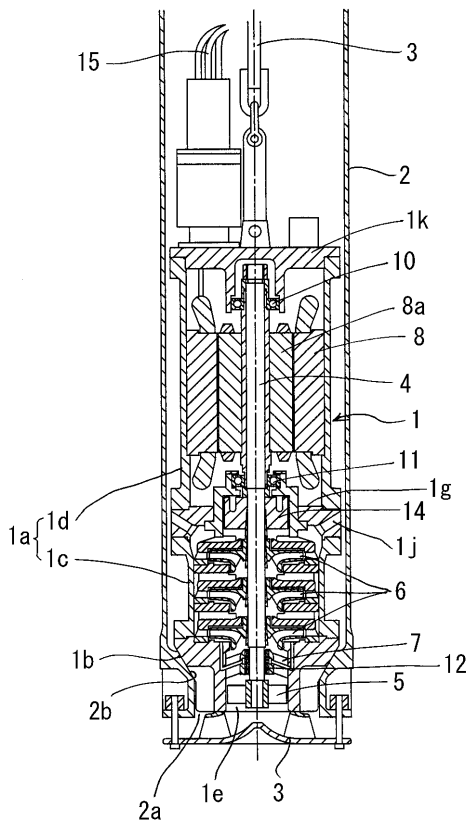
【 図 3 】 本発明の実施の形態になる液化ガスタンク用潜没ポンプ装置のディフューザ付近の詳細図である。

【 符号の説明 】

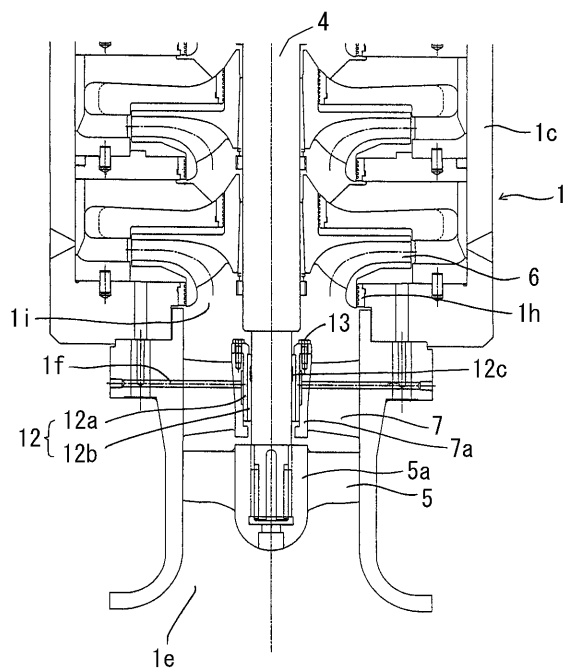
【 0 0 3 0 】

- 1 ポンプ本体
- 1 e 吸込み口
- 1 h マウスリング
- 2 揚液管
- 4 回転軸
- 5 インデューサ
- 5 a ボス部
- 6 羽根車
- 7 ガイドベーン

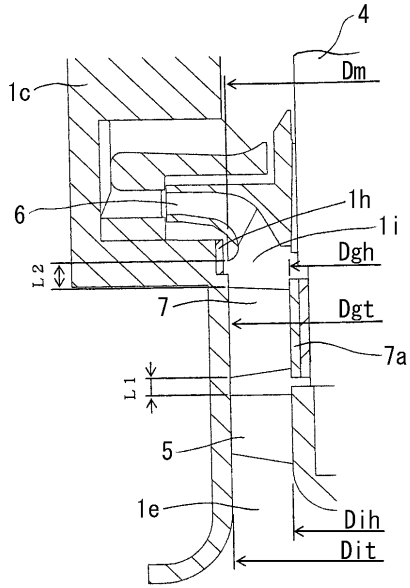
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平05 - 078991 (JP, U)
実開昭62 - 119497 (JP, U)
特開平05 - 332300 (JP, A)
特開昭61 - 244893 (JP, A)
特開2002 - 155881 (JP, A)
特開平11 - 351177 (JP, A)
特開平07 - 317695 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04D 7/02
F04D 13/00
F04D 29/047
F04D 29/44