

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4573872号
(P4573872)

(45) 発行日 平成22年11月4日 (2010. 11. 4)

(24) 登録日 平成22年8月27日 (2010. 8. 27)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 3 Q 17/22 (2006. 01)	B 2 3 Q 17/22 A
F 1 6 J 10/02 (2006. 01)	F 1 6 J 10/02 A
F 1 6 J 1/00 (2006. 01)	F 1 6 J 1/00
F O 2 G 1/053 (2006. 01)	F O 2 G 1/053 D
F O 1 B 11/00 (2006. 01)	F O 1 B 11/00

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-507385 (P2007-507385)	(73) 特許権者	502071399
(86) (22) 出願日	平成17年4月1日 (2005. 4. 1)		サンパワー・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2007-533471 (P2007-533471A)		アメリカ合衆国オハイオ州45701アセ
(43) 公表日	平成19年11月22日 (2007. 11. 22)		ンズ・ミルストリート182
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/011059	(74) 代理人	110000741
(87) 国際公開番号	W02005/099947		特許業務法人小田島特許事務所
(87) 国際公開日	平成17年10月27日 (2005. 10. 27)	(72) 発明者	ワイズマン, ロバート・ビー
審査請求日	平成18年12月21日 (2006. 12. 21)		アメリカ合衆国オハイオ州45701アセ
(31) 優先権主張番号	10/821, 436		ンス・レンマスターロード7930
(32) 優先日	平成16年4月9日 (2004. 4. 9)	(72) 発明者	ラージェント, フロイド
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国オハイオ州45654ニユ
		(72) 発明者	ープリマス・ツーマイルロード71826
			ウイークス, デイビッド・イー
			アメリカ合衆国オハイオ州45701アセ
			ンス・マリガンロード90

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 円筒形の穴の中心軸上の加工物の心出しをするための方法とシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ボディ内の円筒形の穴の中心軸上で、ロッドを有する加工物の心出しをするための方法であって、

(a) 穴の端部に、該円筒形の穴の中をはめ合い状態でスライド可能な円筒形の外面と、中心軸と同軸でアーバーの端部から突出している対称的な基準ピンとを有するアーバーを挿入すること、

(b) 中心軸を横切る平面内の基準ピンのポジションを検出すること、及び、ピンのポジション・データをコンピューター・システムに伝送すること、

(c) ピンのポジション・データから基準ピンの中心を計算すること及びその基準ピンの中心を穴の軸ターゲットとして表示すること、

(d) 穴からアーバーを取外すこと、そして、穴の端部から突出したロッドを付けた加工物を穴の中に挿入すること、

(e) 中心軸を横切る平面内でロッドのポジションを検出すること、及び、ロッドのポジション・データをコンピューター・システムに伝送すること、

(f) ロッドのポジション・データからロッドの中心を計算すること、及び、ロッドの中心をロッド・ターゲットとして表示すること、

(g) ロッド・ターゲットが実質的に穴の軸ターゲットと一致するようにロッドのポジションを調節すること、
から成っている方法。

10

20

【請求項 2】

基準ピンのポジションとロッドのポジションが電気機械的に検出されることを特徴とする請求項 1 に基づく方法。

【請求項 3】

基準ピンのポジションとロッドのポジションが光学的に検出されることを特徴とする請求項 1 に基づく方法。

【請求項 4】

ポジションの検出が、複数の光伝送器のそれぞれから中心軸を横切って協調する光受信器への光ビームを発生し、かつ、伝送することから成っていて、その基準ピンとロッドがその対向する受信器に影を投影し、中心軸に対する基準ピン又はロッドの位置を表示させることを特徴とする請求項 3 に基づく方法。

10

【請求項 5】

光ビームが 2 対の協調している光伝送器と光受信器の間で中心軸を直交的に横切って伝送されることを特徴とする請求項 4 の方法。

【請求項 6】

光伝送器が光ビームを発生するために発光ダイオードを組み込み、光受信器が電荷結合素子であることを特徴とする請求項 4 の方法。

【請求項 7】

穴がフリー・ピストン・マシンの穴であり、加工物がフリー・ピストン・マシンのコネクティング・ロッドであり、又、ディスプレイサーがコネクティング・ロッドの遠方側端部に位置していて、実質的に穴の中でコネクティング・ロッドの遠方側端部の中心になっていることを特徴とする請求項 1 に基づく方法。

20

【請求項 8】

ボディ内の円筒形の穴の中心軸上に加工物の心出しをするための加工物位置決めシステムで、その加工物がロッドを含み、

(a) アーバーが円筒形の穴の中ではめ合い状態でスライドする寸法の円筒形外面を有すること、そのアーバーがスリーブ内に挿入するためにアーバーの端部から突出した対称的な基準ピンを有すること、

(b) 穴の中の基準ピンの位置を特定して、かつ、ピン位置の信号を発生するための、又、穴の中に挿入されたときのロッドの位置を決定し、ロッドのポジション信号を発生するための位置決定システム、

30

(c) ピンのポジション信号とロッドのポジション信号を受信し、ピンのポジション信号から穴の中心を計算し、ロッドのポジション信号からロッドの中心の位置を計算し、かつ、穴の中心とロッドの中心の位置が実質的に一致したときに表示するためのコンピューター・システム

から成るシステム。

【請求項 9】

位置決定システムが、基準ピンのポジションとロッドのポジションを機械的に検出して、ポジションを代表する電気信号を発生するための少なくとも 1 個のポジション伝送器を含むことを特徴とする請求項 8 に基づくシステム。

40

【請求項 10】

位置決定システムが複数のポジション検出器を含み、各ポジション検出器が協調する光受信器から間隔を置いて光伝送器を有して、その対向する光受信器に中心軸を横切る光ビームを伝送すること、そのポジション検出器が軸の回りに角度的に間隔を設けて、基準ピン又はロッドが光路を干渉するとき、影が対向する受信器に投影されて、基準ピン又はロッドの中心軸に対する位置を表示することを特徴とする請求項 8 に基づくシステム。

【請求項 11】

穴がフリー・ピストン・マシンの穴であり、加工物がフリー・ピストン・マシンのコネクティング・ロッドであり、ディスプレイサーがそのコネクティング・ロッドの遠方側端部に位置していて、穴の中のコネクティング・ロッドの遠方側端部の実質的中心であるこ

50

とを特徴とする請求項 8 に基づくシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は機器の位置決めシステムの分野に関する。より特定すれば円筒形の穴の中心軸に加工物を精密に位置決めするための方法とシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

精密公差を有する機械を製造し、組立てる種々の産業で、往復運動用部品と静止要素の間で精密な位置合わせをすることの重要性を認識されている。そのような位置合わせの重要性は円筒形の穴の中で往復運動をするピストン (piston) の広く適用される例を用いて説明しうる。最も単純な例は円筒形の穴の中を自由に往復運動をするピストンであり、穴の中の往復路は穴以外の何者によっても制限されない。そのようなピストンの動きが円筒形の穴の周辺の壁により案内されているので位置合わせの必要がない。

【0003】

しかしながら、そのようなピストンは中心を通る軸方向の穴も有していて、その穴を通過する軸方向に位置合わせされたロッド (rod) 上をスライド (slide) する場合、往復運動の通路は円筒形の穴の壁とロッドの両方により決定される。それゆえ、ピストンがその上をスライドしているロッドがその円筒形の穴の中心軸との位置合わせから十分に外れている場合、ピストンのストローク (stroke) の間のある位置で、ロッドが中心軸から半径方向に外れる。その隙間はストロークの全長に亘って一定ですべきであるが、存在しなくなり、過度の接触を生じうる。そのような接触は多くの場合機器にとって大きな損傷を生じ、修理不能で無いとしても、修理が極端に困難になる。さらに、そのような接触は多くの場合種々の要素で摩耗を生じ、それにより機械の効率が低くなるか、故障を生じる。

【0004】

過去に、そのような要素の心出しは手作業で行われた。人的エラー (error) は手動計測機器によりエラーと組合わされて、今日の公差で求められている精度に達しなかった。さらに、特に熟練した技術者にとっても、そのような手動の決定が困難であり、時間がかかる。さらに、多くの場合、その位置合わせは純粋に機械装置で実現するよりも高い精度で実施する必要がある。

【0005】

ごく最近、半自動の心出し装置が開発されているが、それらは全体として多数のゲージ (gages) とメーター (meters) 及びインジケーター (indicator) が含まれ、注意深く穴に取付ける必要があり、多くの場合、極端に鋭敏である。さらに、多くの場合、そのようなゲージ、メーター、インジケーターをその機能を果たすために穴の中に伸ばす必要があり、使用、調節、読取りを困難にする。先進的な光学的位置合わせシステムが存在するが、それらは多くの場合精密な光学機器で光の事前に決定されたパターン (pattern) 作成を必要とし、多くの場合、極端に鋭敏であるか、高価すぎる。

【0006】

円筒形の穴の中で往復運動要素の精密な心出しをすることは、多くの場合、フリー・ピストン・マシン (free piston machine) の分野、特にスターリング (Stirling) エンジン及びクーラー (cooler) のようなスターリング装置の分野で遭遇する。そのような装置の効率は静止要素と往復運動要素の間に存在する公差に依存する。事実、そのような要素間の半径方向の公差は多くの場合 12 から 13 ミクロンである。

【0007】

そのような精密公差で運転するフリー・ピストン・クーラーは一般的にリニア (linear) 気体軸受が組込まれ、さらに、往復運動要素上にフッ素重合体のような特別設計の表面コーティング (coating) が組込まれている。リニア気体軸受上のラジアル

10

20

30

40

50

荷重は往復運動要素のストロークを通じて一定の公差を維持することにより、最小化されている。フリー・ピストン・マシンのストロークを通じて一定の公差を維持するために、ピストン内の穴をロッドが通過し、そのロッドがディスプレイサー・ロッド (displayer rod) のようにそれに沿ってピストンがスライドし、穴の中で完全に心出しされていなければならない。ディスプレイサー・ロッドが完全に心出しされていないとき、ストローク中のある地点でピストンの側壁が穴の壁に接近し、それにより、希望の隙間より接近してラジアル・ベアリングの荷重が高くなる。ディスプレイサー・ロッドの僅かな位置のずれだけでピストンと穴の接触を生じる。それゆえ、ディスプレイサー・ロッドの位置のずれがベアリング寿命を短くし、さらに、フリー・ピストン・マシンの種々の要素に異常な摩耗を生じる。

10

【0008】

従って、経済的で、携帯型で、未熟練作業でも使用しやすい精密な心出しの方法とシステムが必要になっている。従来装置の一部が心出しシステムの現状を改善するように試みているけれども、本発明の有効な特性を実現できないでいた。これらの可能性を考慮に入れて、本発明は従来技術の欠点の多くに対応して、従来入手できなかった有意な利点を提供している。

【特許文献1】米国特許第5, 525, 845号明細書

【発明の開示】**【課題を解決するための手段】****【0009】**

20

本発明は、加工物の中心が円筒形の穴の中心軸と同軸になるように円筒形の穴の中の加工物が正確に中心になる能力を多くの産業が求めていることを認識している。これは、加工物が円筒形の穴の中で往復運動をする場合に特に該当する。

【0010】

本発明は、加工物の中心が本質的に穴の中心軸と同軸になっているように、円筒形の穴の中の加工物を精密に心出しをすることを目指している。その方法はまず穴の中心軸の位置を検出し、かつ、計算する。次ぎにその加工物のポジションを検出し、計算して、正確に決定された中心軸と位置合わせができるようにする。円筒形の穴の中に精密にはめ合うアーバー (arbor) が中心軸の位置を決定するのに用いられる。そのアーバーはそのアーバー上に心出しされている一端から伸びている基準ピンを有している。中心軸の位置を決定するために検出されるのがこの基準ピンの位置である。

30

【0011】

中心軸が決定されると、アーバーが円筒形の穴から除去され、加工物が穴の中に挿入される。次ぎに、加工物の位置が検出され、又、加工物の中心が計算される。加工物の中心が中心軸の位置と比較され、加工物の中心と中心軸が本質的に一致するまで加工物の位置が調節される。

【0012】

コンピューター・システムは基準ピンと加工物の位置を代表するデータを受取り、それぞれの中心を計算する。これらの中心は穴の軸のターゲット (target) とロッドのターゲットとして参照される。ターゲットはコンピューター・ディスプレイに視覚的に表示されるか又は単にコンピューター・システムのメモリー (memory) の記憶内容に組込まれる。ターゲットの表示とは無関係に、加工物の最新のポジション及び加工物の最終的な希望ポジションの表示になる。個別の又は自動化されたシステムが位置情報を評価し、希望の位置を得るために、加工物の位置を補正する。

40

【0013】

基準ピンと加工物のポジションが位置決定システムを介して見いだされる。位置検出システムには多くのポジション検出技術が組込まれている。それには、電子機械的システムと光学システムが含まれるが、それらに限定されない。例えば、機械的ポジション・トランスジューサー (position transducer) を使用して位置を検出し、そのポジション・データを代表する電気信号を発生して、コンピューター・システムに伝

50

送する。代わりに、複数の光伝送器と光受信器を用いて、中心軸を横切る複数の光伝送器のそれぞれからの光ビーム（beam）を発生し、協調する光受信器に伝送する。基準ピン又は加工物が各光伝送器から協調する光受信器への光ビームの伝送と干渉し、対向する光受信器に影を投影することになる。光受信器上のこれらの影の位置は基準ピンと加工物の位置表示になる。

【0014】

現在参照している図面と略図は添付請求項に基づく本発明の範囲を限定するものではない。

【0015】

さらに、種々の略図と図面の中で、以下の参照用の記号と文字を、いくつかの略図と図面に関連させてここで述べる種々の要素を特定するために用いている：CX、LB、Md、Mp、及びQ。

【0016】

図面と関連して以下に示す詳細な説明は本発明の現状での好ましい実施例を説明することだけを意図して、本発明を構成し、又は使用する唯一の形を示すことを意図してはいない。説明は、本発明を実施するための設計、機能、手段、方法を例示した実施例と関連して示している。しかしながら、同一又は同等の機能及び特徴が、本発明の精神と範囲内に含まれることも意図している種々の実施例により実現しうることを理解すべきである。

【実施例1】

【0017】

現在、図1から図5までを一般的に参照すると、本発明の基本原理を多くの好ましい構成のひとつで示して、本発明の方法とシステムがボディ（body）100の中の円筒形の穴110の中心軸CX上にロッド210を有する加工物200の心出しを正確に行うことを目指している。方法には、第一に穴110の中心軸CXの位置を検出すること、及び、第二にロッド210のポジションを検出すること及び中心軸CXとロッド210の中心の心出しをすること、の2段階のステップが含まれる。

【0018】

穴110の中心軸CXの位置を決定することで、アーバー300を穴110の手前側端部114内に挿入する。アーバー300の直径が穴110の直径より僅かに小さいので、アーバー300の円筒形外面310がはめ合いとして円筒形の穴100内をスライドして、穴の内面112と接触している。アーバー300はそのアーバー300の端部から突出している対称的な基準ピン320を有している。円筒形の穴100とアーバー300の精密な機械加工が、基準ピン320の中心が穴110の中心軸CXと同軸になるようにしている。穴110が手前側端部114と遠方側端部116を有している。その手前側端部114が本発明の適用中に開いていて、又、遠方側端部116が閉じている。さらに、穴110は手前側端部114から遠方側端部116まで一定な直径118を有している。又は、図1、図2、図4に示すように、穴110が直径の異なるいくつかの断面を有している。図2に示すように、その方法は一般的にアーバー300と基準ピン320を用いて、アーバー300が穴110に挿入されたとき、基準ピン320が穴110の手前側端部114を越えて伸びて基準ピン320の位置を検出するのが単純化されるように構成されている。しかしながら、これは必要がない。基準ピン320がアーバー300の基準面になる。

【0019】

次に、中心軸CXを横断する平面内の基準ピン320のポジションを検出し、かつ、ピンのポジション・データがコンピュータ・システム400に伝送される。基準ピン320のポジションが位置決定システム500を介して見いだされる。位置決定システム500がいくつかの方法で基準ピン320の位置を検出して、その方法は電気機械的及び光学的を含むが、それに限定されていない。

【0020】

例えば、機械的ポジション・トランスジューサーを用いて、基準ピン320の位置を検出し、又、コンピュータ・システム400に伝送するピンのポジション・データを代表する電気信号を発生する。そのような機械的ポジション・トランスジューサーは接触形トランスジューサーであり、それにより、センサーは基準ピン320と物理的接触をしていて、又、例えばその信号は交流又は直流の電圧又は電流（4－20mA）アナログ処理をするか、又はデジタルのデータ信号を処理する。

【0021】

代わりに、かつ、好ましくは、位置決定システム500は光学系になる。光学的位置決定システム500は、中心軸CXを横切る複数の光伝送器のそれぞれからの光ビームを協調する光受信器に伝送する。基準ピン320又はロッド210は後で述べるように、各光伝送器から協調する光受信器への光ビームの伝送に干渉し、光受信器に投影される影を生じる。光受信器上の影の位置は基準ピン320の位置を表示する。一般に複数の光ビームを光伝送器から光受信器に基準ピン320の位置を検出するために、円筒形の穴110の両側に事前に決定された間隔を設けて伝送する。ひとつの特別な実施例で、一対の協調している光伝送器と光受信器はお互いに直交していて、中心軸を横切る2本の光ビームを発生して伝送するために用いられる。光学的位置決定システム500のひとつの特別な実施例は、フリー・ピストン・クーラーのディスプレイサー・ロッドの光学的心出しを特別に参照して、後でここに詳細に論じている。さらに、いくつかの各種タイプの光伝送器と光受信器のいずれかを本発明で使用しうる。一実施例では、光伝送器は光ビームを生じるために発光ダイオードを組込んでいて、又、電荷結合素子を有する光受信器が用いられる。

【0022】

コンピューター・システム400が位置決定システム500から信号を受信し、ピンのポジション・データから基準ピン320の中心を計算する。次ぎにコンピューター・システム400が基準ピン320の中心を表示する。言い換えると、穴110の中心軸CXが図3のコンピューター・ディスプレイ410に表示されたように、穴の軸ターゲット414として、表示される。コンピューター・システム400は、いくつかの方法で、穴の軸ターゲット414を表示する。例えば、穴の軸ターゲット414はコンピューター・ディスプレイ410上の十字線として、又は、ドット（dot）として視覚的に表示しうる。代わりに、穴の軸ターゲット414はコンピューター・システム400のメモリー（memory）内に座標のような記憶されたデータとしてのみ存在する。又は、座標を計数的に表示する。コンピューター・システム400は一般的にラップトップ・コンピューター（laptop computer）又は伝統的な中央処理装置としてここで論じられ、示されているけれども、この方法ではごく僅かな計算能力のみを必要とするだけなので、コンピューター・システム400は事実上任意の処理プラットフォームで良い。例えば、コンピューター・システム400は生産ライン（line）で使用しやすいように携帯用のプログラマブル・ロジック・コントローラー（programmable logic controller）内に便利に包装されている。

【0023】

次ぎにアーバー300は穴110から取外し、図4に示すように、加工物200を穴110の中に挿入する。加工物のロッド210の手前側端部212が全体として穴110の手前側端部114から伸びているが、それは必要ではない。ロッドの遠方側端部214が、この特定の実施例にこの方法を適用する際に穴110の遠方側端部116上に置かれる。次ぎに、中心軸CXを横切る平面内のロッド210のポジションが検出され、好ましくは、アーバー・ピンのポジションが検出されたのと同じ方法で検出される。そして、ロッドのポジション・データがコンピューター・システム400に伝送される。もちろん、ロッドの同軸延長部のような他の基準面がロッド上に正確に位置付けされている場合、ロッド自体を直接検出することは必要がない。

【0024】

次ぎにコンピューター・システム400がロッドのポジション・データからロッド210の中心を計算し、又、ロッド・ターゲット412としてロッドの中心を表示する。穴の

軸ターゲット４１４を参照して以前に論じたように、コンピューター・システム４００は上記のように、いくつかの方法でロッド・ターゲット４１２を表示しうる。例えば、ロッド・ターゲット４１２は、コンピューター・ディスプレイ４１０上に十字線又はドットとして視覚的に表示しうる。図５のコンピューター・ディスプレイ４１０には、事前決定された穴の軸ターゲット４１４とロッド・ターゲット４１２の両方を同じコンピューター・ディスプレイ４１０に示している。図５のロッド・ターゲット４１２は穴の軸ターゲット４１４と位置合わせされていない。それゆえ、中心軸ＣＸ上には無い。

【００２５】

最後になるが、ロッド２１０のポジションが調節されて、ロッド・ターゲット４１２を本質的に穴の軸ターゲット４１４と一致させて、ロッド２１０が中心軸ＣＸと位置合わせされていることを示す。このロッド２１０のポジションを調節するステップは、手動で実現できる。或は、自動化することもできる。多くの用途で、ロッド２１０のポジションを調節するのに必要な度数は非常に少なく、そして微細な校正をする機器が必要である。

【００２６】

図５に示すように、穴の軸ターゲット４１４とロッド・ターゲット４１２がコンピューター・ディスプレイ４１０に実際に表示される実施例では、作業者は中心軸ＣＸのポジションに対するロッド２１０の位置を、又は、穴の軸ターゲット４１４を視覚的に特定する。そして、ロッド・ターゲット４１２と穴の軸ターゲット４１４が実質的に一致するまで、それに応じて、ロッド２１０の位置を調節する。代わりに、ロッド・ターゲット４１２と穴の軸ターゲット４１４がコンピューター・システム４００のメモリー内に記憶されたデータとしてのみ存在する実施例では、コンピューター・ソフトウェアが、ターゲット４１２、４１４を作業者が実質的に位置合わせをするようにというベクトル（vector）指示を組み込み、かつ、表示する。又は、コンピューター・システム４００がターゲット４１２、４１４を実質的に位置合わせをするための自動位置合わせシステムを指令する。当業界の技術者が想定しているように、コンピューター・システム４００が可聴式信号を組み込んで、位置合わせを指令し、又は、ロッド・ターゲット４１２が穴の軸ターゲット４１４にどの程度近付いたかを示す。

【００２７】

位置合わせの後で、好ましい実施例に関して以下で述べるように、ロッド２１０と関連したある種の支持ないし案内の構造が通常所定位置で締結される。

【００２８】

本発明の方法と装置はフリー・ピストン・マシンの分野で特にフリー・ピストン形スターリング・サイクルのクーラー及びエンジンの分野で特別の用途を有する。そこではしばしばディスプレイサー・ロッドの中心をシリンダーの中心軸と同軸にすることが必須になる。図１から図５までの円筒形の穴１１０と加工物２００の形状がフリー・ピストン形スターリング・サイクル・マシンのそれに類似しているけれども、フリー・ピストン・クーラー７００への最新の方法の適用が図６から図１４までに詳細に示されていて以下に示してある。

【００２９】

ここで、図６、図７Ａ、図７Ｂを参照すると、フリー・ピストン・クーラー７００は低温ヘッド（head）７１０と高温端部７２０を有している。フリー・ピストン・クーラー７００にはピストン・ドライバー（piston driver）７３２により駆動されるピストン７３０が含まれていて、シリンダー７５０内で部分的に往復運動をする。そして、ディスプレイサー７４０がディスプレイサー・ロッド７４２を有していて、ピストン７３０の内側の穴を通過していて、コネクター（connector）７４６によりディスプレイサー・スプリング（spring）に取付けられている。全てがハウジング（housing）７７０に收容されている。ピストン・ドライバー７３２はリニア・モーター（linear motor）であり、図７Ｂに示すようにピストン７３０に固定された磁石７３４を駆動する電機子の巻線７３３を有している。示されているディスプレイサー・スプリング７４４は特許文献１に示すように平面状スプリングである。ハウジング

770は図7A及び図7Bでは外されいて、往復運動をするフリー・ピストン・クーラー700の要素が図7Bに示されている。ただし、静止要素は図7Aに示されている。ディスプレイサー740はシリンダー750の低位部分内で往復をしていて、図7Bでは低温ヘッド710と高温端部720の間の運動表示器Mdにより示されている。そしてピストン730はディスプレイサー・ロッド742上でシリンダー750を境界としているシリンダー750の上側部分内で往復運動をする。

【0030】

フリー・ピストン・クーラー700の動作中は、ピストン・ドライバー732、典型的には電動のリニア・モーターで、図7BでMpにより示された運動の方向内でピストン730を動かす。第一ポジションから移動方向が反転する第二ポジションへのピストン730の移動はストローク(stroke)を定義している。これは振幅とも云われている。運転では、作動流体、一般にヘリウムが、ピストン730とディスプレイサー740の組み合わせ運動により輸送され、圧縮され、膨張される。前記のようにピストン730の運動はピストン・ドライバー732により生じる。

【0031】

ディスプレイサー740の動きは以下を含む多くの複合作用の結果であるが、以下に限定されない：ピストン730の動きにより生じる作動流体圧力の変化、ディスプレイサー・スプリング744により導入されるフリー・ピストン・クーラー700内でエネルギーを蓄積しているスプリングの効果、作動流体及び他の内部ディスプレイサー制御装置の特性変化。ディスプレイサー740の動きはMdとして示されていて、低温ヘッド710と高温端部720の間を作動流体が往復し、一般には図7Aで示されている再生器762を有する作動流体通路760を通過する。

【0032】

再生器762はエネルギー貯蔵媒体から成っていて、そこに及びそこから作動流体が、低温ヘッド710から高温端部720に、又、再びその戻りで循環してエネルギーを伝達する。近代的再生器762は低温ヘッド710と高温端部720の間に微細な多孔金属片が組込まれて、不必要な熱損失を防止し、効率を高めている。熱はQとして示されていて、作動流体の膨張中に低温ヘッド710で吸収される。又、熱Qが高温端720で作動流体の圧縮中に排除される。熱交換器は一般的に低温ヘッド710と高温端部720に取付けられ、フリー・ピストン・クーラー700への又それからの熱エネルギーの伝達を高める。

【0033】

フリー・ピストン・クーラー700のピストン730はシリンダー750内で往復運動をして、又、シリンダー750を境界としている。ピストン730は気体軸受システムによりシリンダー壁から離れるように懸垂されている。ピストン730とシリンダー750の間の半径方向の公差は12-13ミクロンのように極端に小さな公差のはめ合いになるようにすることによりピーク(peak)効率が部分的に実現する。ディスプレイサー・ロッド742はピストン730の内側の穴の中で往復運動をし、かつ、内側の穴を境界としている。ピストン730とディスプレイサー・ロッド742の間の往復運動は位相の不一致、ストローク長さの違いになり、両部分の相對運動を生じる。ピストン730の内側の穴からディスプレイサー・ロッド742を離して懸垂するような気体軸受システムは存在しない。それゆえ、ディスプレイサー・ロッドがピストン730の内側の穴に接触しないように、シリンダー750の中心とディスプレイサー・ロッド742の間の完全に近い位置合わせが望ましい。ディスプレイサー・ロッド742とピストン730の内側の穴の間の接触がディスプレイサー・ロッド742の表面に摩耗を生じ、かつ、重大な接触圧がピストン730の気体軸受に打ち勝ってピストン730の表面をシリンダー730の表面に接触させて、望ましくない摩耗を生じ、フリー・ピストン・クーラーの破損の可能性を生じる。それゆえ、本発明の一用途はフリー・ピストン・クーラー700のディスプレイサー・ロッド742とシリンダーの中心軸CXと心出しを行って、境界となる滑り面の摩耗を避けることである。

【0034】

フリー・ピストン・クーラー700への本発明の応用は、図8及び図12に示すようにシリンダー750へのアーバー300の挿入により始まり、次ぎに、光学的位置決定システム510により、中央軸CXを横切る少なくとも1本の光ビームLBを発生し、伝送することである。全体として、ケーシング(casing)780は光ビームLBが通過できる穴を付けて形成される。さらに、図12に示すように、少なくとも1個のクランピング(clamping)装置800を用いて、ケーシング780上に便利にクランプするように光学的位置決定システム510が構成されている。これは図9の上面図に良く描かれている。図12の実施例では、4個のクランピング装置800が光学的位置決定システム510をケーシング780に固定していて、大きな刻み目付きねじ800の形になっている。

10

【0035】

2個の光伝送器520、530が光ビーム524、534を発生し、アーバー300の基準ピン320を横切るように伝送する。この基準ピン320は第一の光ビーム524と干渉するので、第一の光ビームの影526が生じて、第一の光受信器522に投影される。同様に、基準ピン320が第二の光ビーム534と干渉するので、第二の光ビームの影536が生じて、第二の光受信器532に投影される。ひとつの例示的实施例では、規格品の光学的位置決定システム510、即ち、Keyenceの光学的位置決めシステムを組込んでいる。この実施例では、光伝送器520、530はKeyence LS 7030T伝送器であり、光受信器522、532はKeyence LS 7030R受信器である。

20

【0036】

この特定の実施例では、第一の光ビーム524及び第二の光ビーム534がお互いに直交している。しかしながら、これは必須ではない。光ビーム524、534の間で事実上事前決定された関係はこの方法で機能する。同様に、対称的な基準ピン320を用いることは非常に便利であるけれども、基準ピン320と光ビーム524、534のポジションが事前決定された関係に注意深く配置されている限り、それは必要条件ではない。非対称性の必要性はソフトウェアに基づく。特に、コンピューターが行う数学的計算に基づく。同様に、事前決定された関係がソフトウェア内で確認され、対応している限り、加工物のロッド210が非円形であり、又は、非対称であっても本発明の方法が等しく機能することを当業界の技術者であれば理解しよう。

30

【0037】

そして、光受信器522、532が、影526、536の位置から決定されたピンのポジション・データをコンピューター・システム400に伝送する。次ぎに、コンピューター・システム400が基準ピン320の中心を計算し、図3で以前に示した中心軸CXの位置でもある穴の軸ターゲット414としてその中心を表示する。

【0038】

次ぎに、アーバー300がシリンダー750から取外される。又、往復要素即ちディスプレイサー740、ディスプレイサー・ロッド742、ピストン730、ディスプレイサー・スプリング744が図10、図13及び図14に示すように配置される。便宜上、ディスプレイサー740の気体軸受システムがクーラー運転中にシリンダー750内のディスプレイサー・ロッド742の下側部分を効果的に集中している。それにより、ディスプレイサー・スプリング744に最も近いディスプレイサー・ロッド742の端部を正確に位置決めすることだけを必要とする。さらに、少なくとも1本の光ビームLBが発生し、中心軸CXを横切って伝送される。これは図11の上面図に良く示されている。ここで、2個の光伝送器520、530が、ディスプレイサー・ロッド742を横切る光ビーム524、534を発生し、伝送する。ディスプレイサー・ロッド742が第一の光ビーム524と干渉するので、第一の光ビームの影526を発生し、第一の光受信器522に投影する。同様に、ディスプレイサー・ロッド742が第二の光ビーム534と干渉するので、第二の光ビームの影536を発生し、第二の光受信器532に投影する。影のエッジ(

40

50

e d g e) を光受信器が検出するので、各影の中心のポジションを計算して、x 軸と y 軸の両方で二次元の数値の座標のポジション・データを提供する。これらの数値の座標がシリンダーの中心線のポジションを表示する。ただし、アーバーを取り除き、ディスプレイとピストンを挿入するというその後の工程の間、光学系を動かないことである。

【0039】

光受信器 522、532 は影 526、536 の位置から決定したロッドのポジション・データをコンピューター・システム 400 へ伝送する。そして、図 5 で以前に示したように、その中心をロッド・ターゲット 412 として表示する。以前に開示したように、そのロッド・ターゲット 412 が穴の軸ターゲット 414 と実質的に一致するまで、そのディスプレイ・ロッド 742 を手操作で又は自動的に再配置される。図 12、図 13 及び図 14 の実施例は複数の調節装置 810 を示している。即ち、精密キャリパ (c a l i p e r) で、ディスプレイ・スプリング 744 の位置決めをするために用いられ、ディスプレイ・ロッド 742 が実質的にシリンダー 750 内で実質的に中心になる。正しいポジションが位置決めされると、ディスプレイ・スプリング 744 がケーシング 780 に取付けられディスプレイ・ロッド 742 の位置を固定する。

【0040】

位置決定システムが円筒形の穴が形成されるボディに剛直に固定されることが重要である。位置合わせの実施中にボディに対して相対的に位置決定システムが動くことは誤ったポジション・データを生じる。それゆえ、そのような動きを検出する検出システムを組込み、そのデータをコンピューターに入力すること、及び、コンピューター・ソフトウェアを、検出システムを監視するように書いて、動きを生じていて、位置合わせの結果が誤っているという警告を表示し、又は、音を出すことが望ましい。これを実現するのに好ましい方法は、光ビームを伝送するように設けてあるケーシングの 4 個の穴のポジションを検出することである。これらの穴はケーシングを通る穴で、2 組の直交するように配置され、対向する対になるように配置されている。そのような 2 個の穴 782 と 784 は図 12 及び図 13 に示されている。光伝送器を用いてケーシングを通る穴よりは広い光ビームを伝送する。それで、光受信器に照射された光が、外側ケーシング内の穴のエッジでケーシングにより投影された影を代表する外側境界とアーバー・ピン又はディスプレイ・ロッドを代表する内側の影を有する。これが光受信器を照射する 2 本の間隔を設けた光ビームを生じる。これらの光ビームの最も内側の境界は、アーバー・ピン又はディスプレイ・ロッドの外側エッジを代表する。そして、最も外側の境界は穴のエッジを代表する。これらのエッジがその穴のエッジの位置を代表するデータを提供し、又、そのデータはコンピューターにも伝送される。そして、コンピューターがそれらの穴のエッジのポジションを監視する。そして、もし、それらが位置合わせ工程中に動く場合、コンピューターがそのような動きを生じたこと及びそれゆえ位置合わせがエラー (e r r o r) になったことについて信号を出す。

【0041】

フリー・ピストン・クーラーの実施例の説明で、光学的位置決定システムに目を向けているけれども、以前に開示されている電気機械的決定システムも容易に適用できることを当業界の技術者であれば理解できよう。

【0042】

ここで開示された好ましい実施例について、多くの変更、修正、変化が当業界の技術者には明らかであり、それらは全て本発明の精神及び範囲内にあると予想され、想定されている。例えば、特定の実施例が詳細に論じられているけれども、当業界の技術者であれば、前述の実施例及び修正は種々のタイプの置換え又は追加又は代替の材料、要素の相対的手配、及び、寸法面の構成を組込むように変更しうることを理解するであろう。従って、ここに示された本発明の僅かな変更でも、そのような追加的な修正及び変更及びそれと同等のものは添付された請求項に記載された本発明の精神と範囲内に入ることを理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明に基づく円筒形を有するボディの部分的断面図であるが縮尺通りではない。

【図2】本発明のボディとアーバーの部分的断面図であるが縮尺通りではない。

【図3】本発明に基づく円筒形の中心軸を表示している位置決定システム及びコンピューター・システムの略図と共にボディとアーバーの上面図であるが縮尺通りではない。

【図4】本発明に基づく心出しをされる加工物とボディの部分的断面図であるが縮尺通りではない。

【図5】本発明に基づく円筒形の中心軸と加工物のポジションを表示する位置決定システム及びコンピューター・システムの略図と共にボディと加工物の上面図であるが縮尺通りではない。

10

【図6】本発明に基づく心出しをされる要素を示しているフリー・ピストン・クーラーの部分的断面図であるが縮尺通りではない。

【図7A】部分的に分解した状態で、図6のフリー・ピストン・クーラーの静止要素の部分的断面図であるが、縮尺通りではない。

【図7B】部分的に分解した状態で、図6のフリー・ピストン・クーラーの往復運動要素の部分的断面図であるが、縮尺通りではない。

【図8】本発明のフリー・ピストン・クーラーの一部及びアーバーの部分的断面図であるが縮尺通りではない。

【図9】本発明のフリー・ピストン・クーラー、アーバー、光学系の一部の上面図であるが縮尺通りではない。

20

【図10】本発明のフリー・ピストン・クーラー及び加工物の一部の部分的断面図であるが縮尺通りではない。

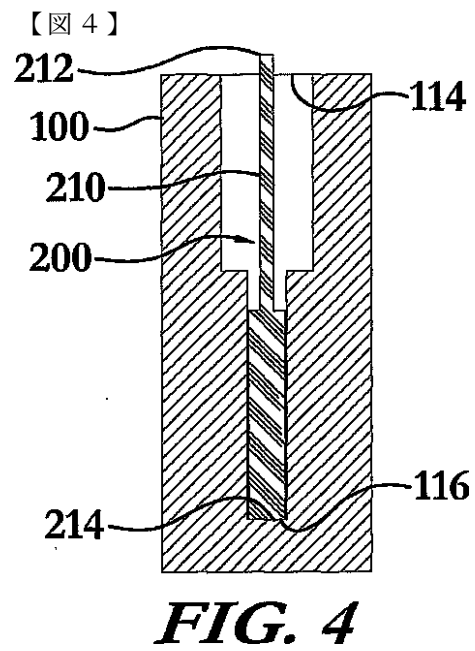
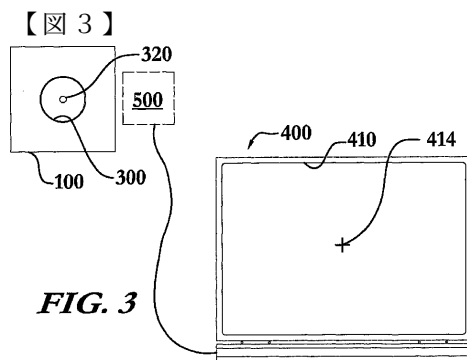
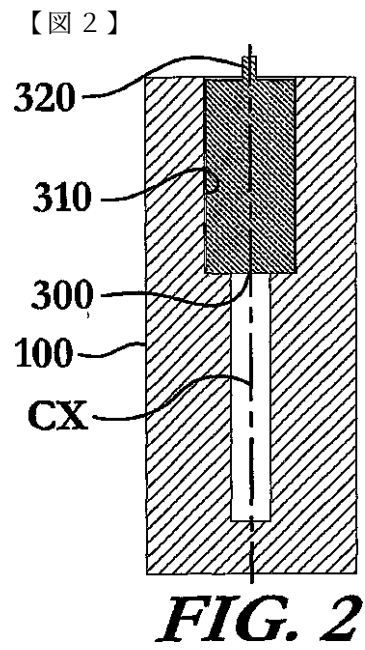
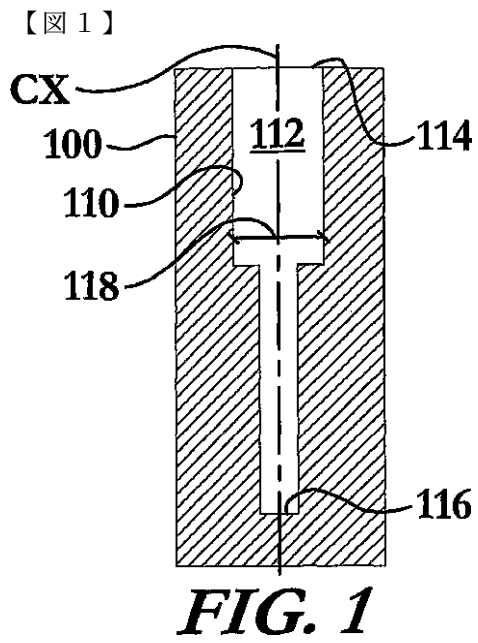
【図11】図10の切断線11-11に沿っている本発明のフリー・ピストン・クーラー、加工物及び光学系の一部の部分的断面図であるが縮尺通りではない。

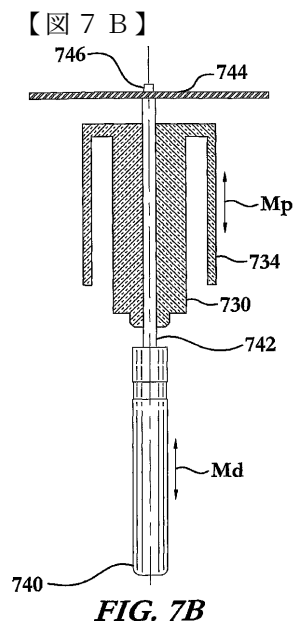
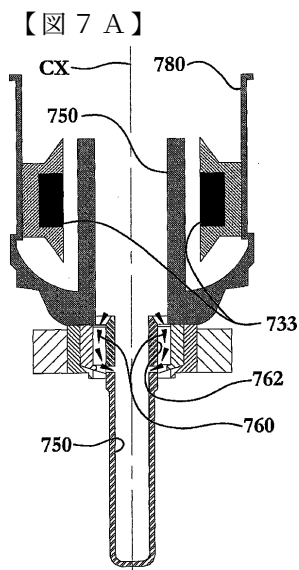
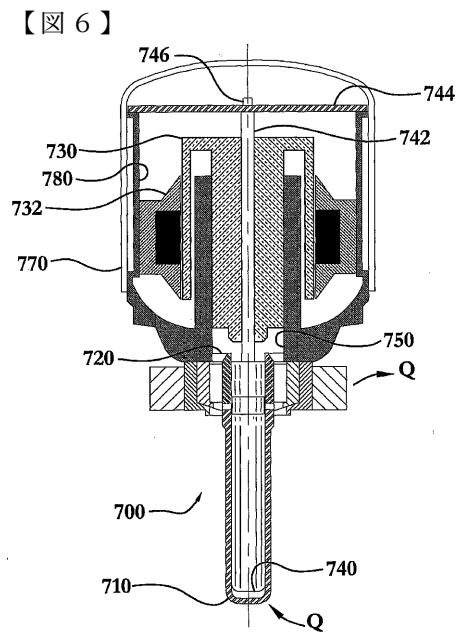
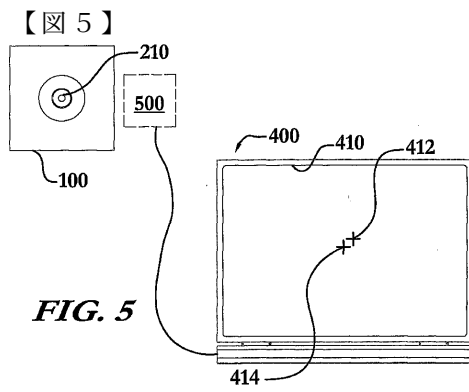
【図12】本発明のフリー・ピストン・クーラー、アーバー及び光学系の正面からの透視図であるが縮尺通りではない。

【図13】本発明のフリー・ピストン・クーラー、ディスプレイサー、ディスプレイサー・ロッド、ピストン、ディスプレイサー・スプリング及び光学系の正面からの透視図であるが縮尺通りではない。

30

【図14】本発明のフリー・ピストン・クーラー、ディスプレイサー、心出しのために取付けられ、即応できるようにしたディスプレイサー・ロッド、ピストン、ディスプレイサー・スプリング及び光学系の正面からの透視図であるが縮尺通りではない。





【図 8】

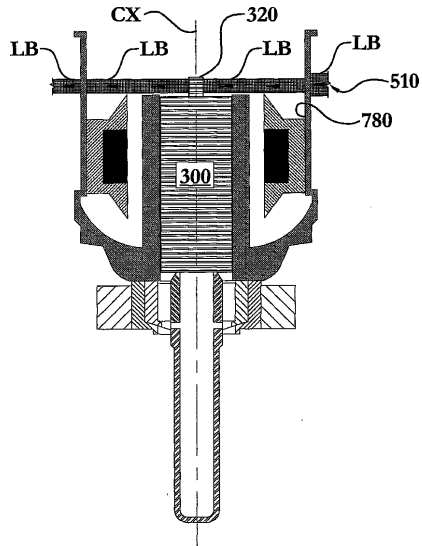


FIG. 8

【図 9】

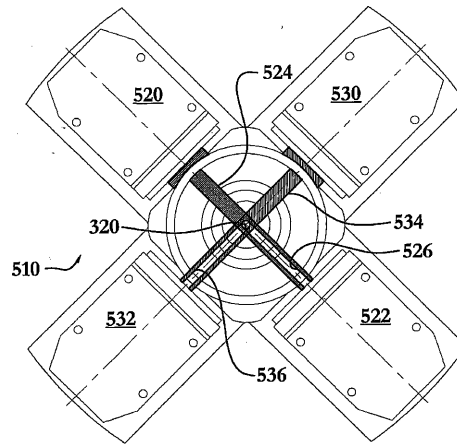


FIG. 9

【図 10】

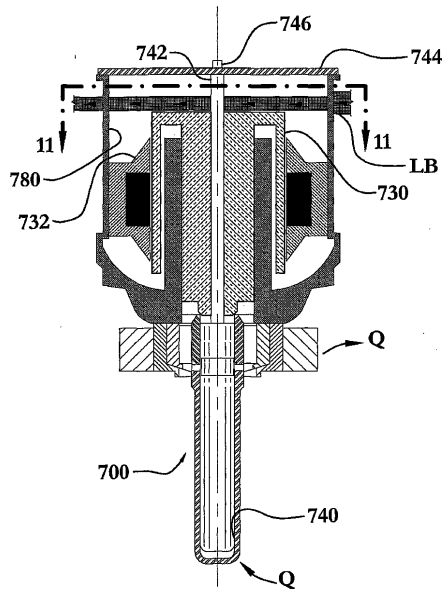


FIG. 10

【図 11】

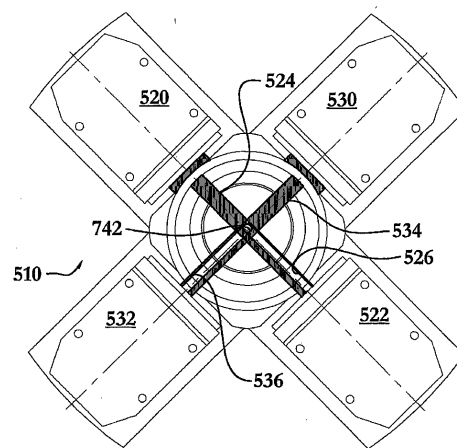
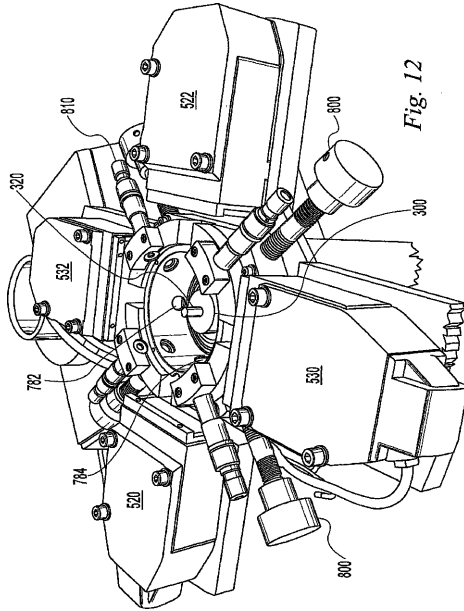
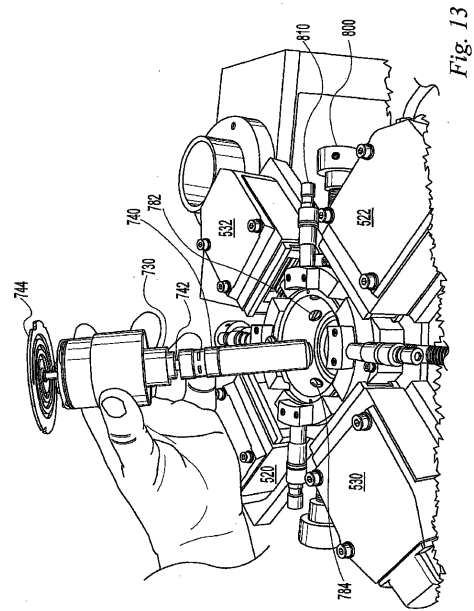


FIG. 11

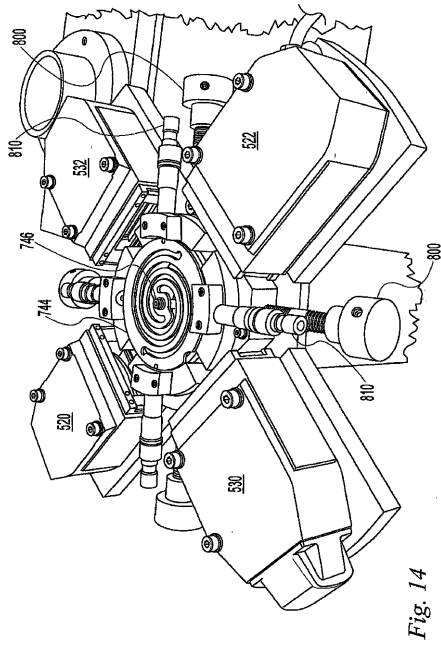
【図 12】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

審査官 大川 登志男

(56)参考文献 米国特許第06438833 (US, B1)

特開昭58-217285 (JP, A)

特開2002-160150 (JP, A)

特開平03-161246 (JP, A)

特開平04-159058 (JP, A)

特開昭61-014836 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 17/22

F02G 1/053

F16J 1/00

F16J 10/02

F01B 11/00