

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-517909

(P2005-517909A)

(43) 公表日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 1 B 21/00

F I

G O 1 B 21/00

E

テーマコード (参考)

2 F O 6 9

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2003-568342 (P2003-568342)  
 (86) (22) 出願日 平成15年2月13日 (2003. 2. 13)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年10月14日 (2004. 10. 14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/004312  
 (87) 国際公開番号 W02003/069267  
 (87) 国際公開日 平成15年8月21日 (2003. 8. 21)  
 (31) 優先権主張番号 60/357, 599  
 (32) 優先日 平成14年2月14日 (2002. 2. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 60/394, 908  
 (32) 優先日 平成14年7月10日 (2002. 7. 10)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

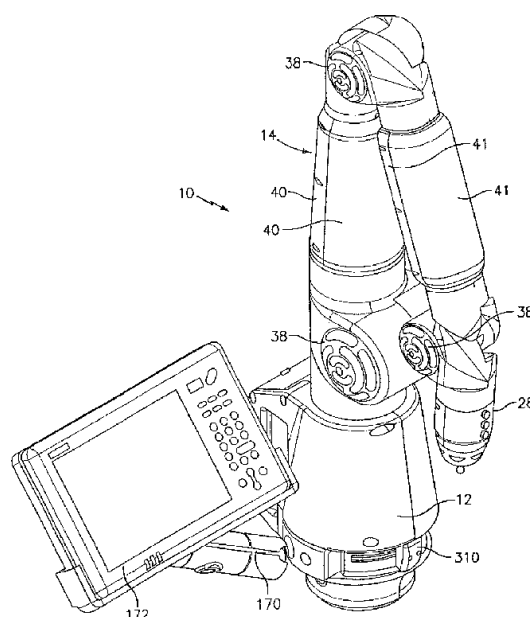
(71) 出願人 598064510  
 ファロ テクノロジーズ インコーポレー  
 テッド  
 アメリカ合衆国 フロリダ州 レイク メ  
 リー テクノロジー パーク 1 2 5  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純  
 (72) 発明者 ラーブ シモン  
 アメリカ合衆国 フロリダ メイトランド  
 イースト アダムス ドライブ 1 6 4  
 O

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多関節アームを有する可搬式座標測定器

## (57) 【要約】

可搬式座標測定器 ( 1 0 ) は、連結されたアームセグメントを有する多関節アーム ( 1 4 ) を含む。当該アーム ( 1 4 ) は、測定可能な特徴の周期的なパターンと導通する少なくとも 2 個の読み取りヘッドを含む関節アセンブリを含み、当該パターンおよび読み取りヘッドは互いに対して回転可能なように関節内部に配置されている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

選択された体積内における物体の位置を測定するための可搬式座標測定器（ＣＭＭ）であって、

対向する第一および第二の端部を備えて手動で位置決め可能であり、複数の関節を含む多関節アームと、

前記多関節アームの第一端部に取付けられた測定用プローブと、

前記アームのトランスデューサから位置信号を受信して、選択された体積内におけるプローブの位置に対応するデジタル座標を提供する電子回路と、

を含み、

10

前記関節の少なくとも１個が更に、

測定可能な特徴の周期的なパターンと、

前記パターンから間隔を置かれ、かつ導通している少なくとも２個の読み取りヘッドと

、  
を含み、前記パターンおよび前記少なくとも２個の読み取りヘッドが、互いに対して回転可能であるように前記関節内に配置されているＣＭＭ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のＣＭＭにおいて、前記少なくとも１個の関節が少なくとも１個のベアリングを含むＣＭＭ。

## 【請求項 3】

20

請求項 1 に記載のＣＭＭにおいて、前記少なくとも１個のベアリングが少なくとも１個の初期応力が掛けられているベアリングを含むＣＭＭ。

## 【請求項 4】

請求項 3 に記載のＣＭＭにおいて、前記少なくとも１個の初期応力が掛けられているベアリングが、

第一のベアリングと、

第二のベアリングと、

前記第一および第二のベアリングの間の内側スペーサスリーブと、

前記第一および第二のベアリングの間の外側スペーサスリーブと、

を含み、

30

前記内側および外側のスペーサスリーブが異なる所定の長さを有し、

前記内側および外側のスペーサスリーブが前記第一および第二のベアリングに対して圧縮されていて、所定の初期応力を規定するＣＭＭ。

## 【請求項 5】

請求項 2 に記載のＣＭＭにおいて、前記少なくとも１個のベアリングが密封されているＣＭＭ。

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載のＣＭＭにおいて、前記２個の読み取りヘッドが互いに 180° 離されて配置されているＣＭＭ。

## 【請求項 7】

40

請求項 1 に記載のＣＭＭにおいて、少なくとも３個の読み取りヘッドを含むＣＭＭ。

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載のＣＭＭにおいて、前記３個の読み取りヘッドが互いに 120° 離されて配置されているＣＭＭ。

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載のＣＭＭにおいて、少なくとも４個の読み取りヘッドを含むＣＭＭ。

## 【請求項 10】

請求項 9 に記載のＣＭＭにおいて、前記４個の読み取りヘッドが互いに 90° 離されているＣＭＭ。

## 【請求項 11】

50

請求項 1 に記載の C M M において、  
前記パターンが光学干渉パターンを含み、  
前記少なくとも 1 個の読み取りヘッドが光学読み取りヘッドを含む C M M。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の C M M において、前記光学干渉パターンが光学エンコーダ・ディスク上に配置されている C M M。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載の C M M において、  
前記導通が、前記干渉パターンに挿入された前記読み取りヘッドから正弦波信号を生成  
すべく回折次数間の干渉を検出する前記読み取りヘッドを含み、前記正弦波信号を電子的  
に補完して変位を検出する C M M。 10

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の C M M において、各々の前記読み取りヘッドがレーザー、コリメ  
ータ、および開口部を含んでいることにより、前記レーザーが前記コリメータにより平行化  
されてから開口部によりサイズ調整されるビームを発光し、離散次数に光を回折する格子  
を前記干渉パターンが含む C M M。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の C M M において、各々の前記読み取りヘッドが更に光検知器の配列  
を含み、前記干渉パターンと前記読み取りヘッドの間に相対的な運動がある場合に、前記  
光検知器の配列がほぼ純粋な正弦波出力の 4 個のチャンネルを生成する C M M。 20

【請求項 1 6】

請求項 1 に記載の C M M において、前記少なくとも 2 個の読み取りヘッドが、平均化可  
能な相殺効果を生起させる C M M。

【請求項 1 7】

請求項 1 に記載の C M M において、  
測定可能な特徴の前記パターンは、反射性、不透過性、磁場、電気容量、インダクタン  
ス、および表面の粗さからなるグループから選択された特徴の少なくとも 1 個である C M  
M。

【請求項 1 8】

請求項 1 に記載の C M M において、前記少なくとも 1 個の関節にスリップリング・アセ  
ンブリを含む C M M。 30

【請求項 1 9】

請求項 1 に記載の C M M において、前記関節の少なくとも 1 個が無限回転可能な C M M  
。

【請求項 2 0】

請求項 1 に記載の C M M において、前記関節の少なくとも 2 個が互いにネジ込み式に相  
互接続されている C M M。

【請求項 2 1】

請求項 1 に記載の C M M において、前記関節の少なくとも 2 個がネジ込み式固定具を用  
いて互いに固定されている C M M。 40

【請求項 2 2】

請求項 1 に記載の C M M において、少なくとも 2 個の関節が、互いに固定された補完的  
先細部分を含む C M M。

【請求項 2 3】

請求項 1 に記載の C M M において、前記関節が、旋回運動用の長関節およびヒンジ運動  
用の短関節を含む C M M。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載の C M M において、3 個の関節対を含み、各関節対が長関節および短  
関節を含む C M M。

【請求項 2 5】

請求項 24 に記載の CMM において、各々の関節対の前記長関節が前記短関節に対して約 90° である CMM。

【請求項 26】

請求項 1 に記載の CMM において、前記測定用プローブに第 7 の関節を含む CMM。

【請求項 27】

請求項 1 に記載の CMM において、前記関節が、2 - 2 - 2、2 - 1 - 2、2 - 2 - 3 および 2 - 1 - 3 から構成されるグループから選択された関節構成で配置されている CMM。

【請求項 28】

請求項 1 に記載の CMM において、  
前記カートリッジを一意に識別すべく前記関節に関連付けられている電子識別チップを含む CMM。 10

【請求項 29】

請求項 1 に記載の CMM において、  
前記パターンが前記読み取りヘッドに関して回転可能であって、  
前記 2 個の読み取りヘッドが前記パターンに対して静止している CMM。

【請求項 30】

請求項 42 に記載の CMM において、  
前記パターンが前記読み取りヘッドに関して静止していて、  
前記 2 個の読み取りヘッドが前記パターンに対して回転可能である CMM。 20

【請求項 31】

請求項 1 に記載の CMM において、前記関節が更に、  
第一の筐体と、  
第二の筐体と、  
前記第二の筐体から伸長して前記第一の筐体へ入る回転可能シャフトと、  
前記シャフトと前記第一の筐体の間に配置されていて、前記回転可能シャフトが前記第一の筐体内で回転できるようにするベアリングと、  
を含み、  
前記パターンが前記回転可能シャフトに取付けられていて、  
前記少なくとも 2 個の読み取りヘッドが前記第一の筐体内に固定されていることにより 30  
前記第一の筐体が第二の筐体の回りを回転すれば前記少なくとも 2 個の読み取りヘッドが  
前記パターンに相対的に移動する CMM。

【請求項 32】

請求項 31 に記載の CMM において、前記パターンが前記シャフトに直接取付けられている CMM。

【請求項 33】

請求項 31 に記載の CMM において、前記読み取りヘッドが、前記回転可能シャフトの軸の回りに約 180° 離されて配置されている CMM。

【請求項 34】

請求項 31 に記載の CMM において、前記 2 個の読み取りヘッドが平均化可能な相殺効果を生起させて最終的な外乱耐性角度の測定が行なえる CMM。 40

【請求項 35】

請求項 1 に記載の CMM において、前記少なくとも 1 個の関節が、  
第一の筐体と、  
第二の筐体と、  
前記第二の筐体に固定されていて、前記第一の筐体に入るまで伸長する回転可能シャフトと、  
前記第一の筐体内で支持されていて前記回転可能シャフトを軸の回りに回転させるべく支持する少なくとも 1 個のベアリングと、  
を含み、 50

前記パターンの１個および前記少なくとも２個の読取りヘッドが前記シャフトの一端および前記パターンのもう一方の端に固定されていて、前記少なくとも２個の読取りヘッドが前記第一の筐体内に固定されているＣＭＭ。

【請求項３６】

請求項３５に記載のＣＭＭにおいて、前記読み取りヘッドが前記回転可能シャフトの前記軸の回りに約１８０°離されて配置されているＣＭＭ。

【請求項３７】

請求項３５に記載のＣＭＭにおいて、前記少なくとも２個の読み取りヘッドが平均化可能な相殺効果を生起させて最終的な外乱耐性角度の測定が行なえるＣＭＭ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に座標測定器（ＣＭＭＳ）、特に多関節アームを有する可搬式ＣＭＭに関する。

【背景技術】

【０００２】

現在、測定システムとして可搬式多関節アームがホストコンピュータおよびアプリケーション・ソフトウェアと合わせて提供されている。多関節アームは通常、物体上の位置を測定するために用いられ、測定された位置はホストコンピュータに保存されているコンピュータ支援設計（ＣＡＤ）データと比較されて、物体がＣＡＤ仕様の範囲内にあるか否かが判定される。換言すれば、ＣＡＤデータは、多関節アームが行なった実際の測定と比較される基準データである。ホストコンピュータはまた、点検作業の際に操作者を誘導するアプリケーション・ソフトを含んでいてよい。ユーザーは、ホストコンピュータ上の３次元ＣＡＤデータを見ながらアプリケーション・ソフトウェア内の複雑な命令に応答するため、複雑なアプリケーションに関わる多くの状況において本構成は適当である。

20

【０００３】

上述の測定システムで用いられる従来技術の可搬式ＣＭＭの例が本願出願人による米国特許第５，４０２，５８２号（'５８２号）に開示されており、本明細書で引用している。'５８２号特許が開示する従来型３次元測定システムは、手動で操作する複数の関節で連結された多関節アームから成り、一端に支持ベースを、もう一端に測定用プローブを備えている。ホストコンピュータが中間コントローラまたはシリアルボックスを介してアームと通信する。'５８２号特許において、アームはシリアルボックスと電子的に通信し、次いでシリアルボックスはホストコンピュータと電子的に通信することを評価されたい。同じく本明細書で引用している共願の米国特許第５，６１１，１４７号（'１４７号）に、多関節アームを有する同様のＣＭＭを開示している。この特許において、多関節アームは、プローブ端部に回転軸が追加されたことを始め多くの主要な特徴を含んでおり、従ってアーム内のベアリング用に改良された初期応力（pre-load）が掛けられたベアリング構造だけでなく、２－１－３または２－２－３関節構成（後者の場合７軸アームである）を有するアームを提供する。

30

40

【０００４】

その他の関連する従来技術ＣＭＭとして、一つ以上自由度を減らすべくロック可能な移送筐体を有する多関節アームを提供する共願の米国特許第５，９２６，７８２号（'７８２号）、および短時間で取外し可能な据付けシステムを有する多関節アームを提供する米国特許第５，９５６，８５７号（'８５７号）が含まれる。

【０００５】

ここに記述する、より新しいタイプの可搬式ＣＭＭでは、ホストコンピュータが提供するソフトウェアに機能が組み込み済みであるため、中間コントローラやシリアルボックスを用いる必要がない。本明細書で引用している共願の米国特許第５，９７８，７４８号（

50

’ 7 4 8 号) に、 1 個以上の実行可能プログラムを保存していて、ユーザーに命令(例えば点検手順)を提供し、基準データの役割を果たす C A D データを保存するオンボードのコントローラを有する多関節アームを開示している。 ’ 7 4 8 号特許において、コントローラはアームに据付けられていて、点検手順等の処理を通じてユーザーを誘導する実行可能プログラムを実行する。このようなシステムでは、ホストコンピュータを用いて実行可能プログラムを生成することができる。アームに据付けられたコントローラを用いて、実行可能プログラムの実行はできるが、実行可能プログラムを作成したり、実行可能プログラムを修正することはできない。ビデオゲーム・システムに例えば、ホストコンピュータはビデオゲームを書いたり修正するプラットフォームの役割を、アーム据付けのコントローラはビデオゲームを実行するプラットフォームの役割を果たす。コントローラ(すなわちプレーヤー)は実行可能プログラムを修正することができない。 ’ 7 4 8 号特許に記述されているように、この結果、各々の多関節アームにはホストコンピュータが必要でなくなるため、3次元の座標測定システムのコストが削減される。本願出願人により出願され、本明細書で引用している米国特許出願第 0 9 / 7 7 5 2 3 6 号( ’ 2 3 6 号) に、 ’ 7 4 8 号特許に開示された種類の座標測定システムのユーザーに実行可能プログラムを配信する方法およびシステムを開示している。本方法は、顧客から実行可能プログラムを作成するための要件の受信と、実行可能プログラムに関する情報の取得を含む。次いで、3次元座標測定システムにより実行される多くの測定ステップを通じて操作者を誘導する実行可能プログラムが開発される。実行可能プログラムは好適には、インターネット等のオンライン・ネットワークを介して顧客に配信される。

10

20

#### 【 0 0 0 6 】

共願である米国特許第 6 , 1 3 1 , 2 9 9 号( ’ 2 9 9 号)(全体を本明細書で引用している)に、操作者が位置データおよびシステム・メニュー・プロンプトを適宜表示できるようにディスプレイ装置が配置された多関節アームを開示している。ディスプレイ装置は例えば、システムの電源、トランスデューサ位置の状態、およびエラー状態を示す L E D を含んでいる。本願出願人が出願し、本明細書で引用している米国特許第 6 , 2 1 9 , 9 2 8 号( ’ 9 2 8 号)に、多関節アーム用のシリアル・ネットワークを開示している。シリアル・ネットワークは、アームに置かれたトランスデューサからコントローラへデータを転送する。各トランスデューサは、トランスデューサ・データを保存するメモリを有するトランスデューサ・インターフェースを含む。コントローラは各々のメモリに連続的にアドレス指定して、データはトランスデューサ・インターフェース・メモリからコントローラへ転送される。共願の米国特許第 6 , 2 5 3 , 4 5 8 号( ’ 4 5 8 号)および第 6 , 2 9 8 , 5 6 9 号( ’ 5 6 9 号)は共に、本明細書に記述する種類の多関節アーム可搬式 C M M 用の調節可能なカウンタ・バランス機構を開示している。

30

#### 【 0 0 0 7 】

上述の C M M は当初の目的に良く合致しているものの、当業界では、より使いやすく、より効率的に製造でき、機能が向上している上により安価に販売可能な、改良型可搬式 C M M に対するニーズが依然として存在することが認識されている。

#### 【 0 0 0 8 】

- 【特許文献 1】米国特許第 5 , 4 0 2 , 5 8 2 号明細書
- 【特許文献 2】米国特許第 5 , 6 1 1 , 1 4 7 号明細書
- 【特許文献 3】米国特許第 5 , 9 2 6 , 7 8 2 号明細書
- 【特許文献 4】米国特許第 5 , 9 5 6 , 8 5 7 号明細書
- 【特許文献 5】米国特許第 5 , 9 7 8 , 7 4 8 号明細書
- 【特許文献 6】米国特許出願第 0 9 / 7 7 5 2 3 6 号明細書
- 【特許文献 7】米国特許第 6 , 1 3 1 , 2 9 9 号明細書
- 【特許文献 8】米国特許第 6 , 2 1 9 , 9 2 8 号明細書
- 【特許文献 9】米国特許第 6 , 2 5 3 , 4 5 8 号明細書
- 【特許文献 1 0】米国特許第 6 , 2 9 8 , 5 6 9 号明細書
- 【特許文献 1 1】米国特許第 5 , 4 8 6 , 9 2 3 号明細書

40

50

【特許文献 1 2】米国特許第 5, 5 5 9, 6 0 0 号明細書

【特許文献 1 3】米国特許第 5, 7 9 4, 3 5 6 号明細書

【特許文献 1 4】米国特許第 5, 8 2 9, 1 4 8 号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に従って、可搬式 CMM は、連結されたアームセグメントを有する多関節アームを含む。一実施形態において、アームセグメントはデュアルソケット関節を用いて所定の角度で互いに取付けられているベアリング/エンコーダ・カートリッジを含む。各カートリッジは少なくとも 1 個の、好適には 2 個の初期応力が掛けられたベアリング・アセンブリ、および好適には光学エンコーダであるエンコーダを、すべて円筒形の筐体内で組み立てられた状態で含む。好適には、2 個以上のエンコーダ読み取りヘッドを各関節で用いることにより、平均化できる相殺効果を生起させる。アームセグメントは、ベースにおける広い直径からプローブ端部における狭い直径へ先細になっているアームと、ネジ込み式に相互接続されていてよい。

10

【0010】

本発明の別の実施形態に従い、多関節アームの 1 個以上の連結されたアームセグメントは、人間工学および美観の面から快適な把持位置を提供するだけでなく、強い衝撃および摩滅を抑制すべく交換可能な保護カバーおよび/またはバンパーをも含む。

【0011】

20

本発明の更に別の実施形態において、多関節アームは、ヒンジ関節のうちの 1 個に、一体化された内部カウンタ・バランスを含んでいる。このカウンタ・バランスは、金属シリンドラから機械加工された比較的広い端部リングと、より狭い内部リングを有するコイルパネを利用する。当該パネは更に、パネ調整機構だけでなく、アームのヒンジ構造に係止する少なくとも 2 個の（好適には 3 個の）ポストを含む。

【0012】

本発明の更に別の実施形態において、多関節アームは一端に測定用プローブを含む。当該測定用プローブは、容易に従来のハードプローブに換装可能な一体的に据付けられたタッチ・トリガプローブを有する。測定用プローブはまた、改良されたスイッチおよび測定用インジケータ・ライトを含む。一実施形態において、当該スイッチは長円の形状をなし、操作者により容易に始動できる。改良型スイッチは、操作者が容易に区別できるように、異なる色、表面テクスチャ、および/または高さを含む一方、インジケータ・ライトの操作を容易にすべく、好適には色分けされている。

30

【0013】

本発明の別の実施形態は、一体化されたオンボード電源再充電器ユニットを有する多関節アームを含む。この電源/再充電器ユニットにより、完全可搬式 CMM の実現を可能にして、CMM を遠隔地で、および/または直接ケーブル接続された多関節アームを必要とせずに利用することがはるかに容易になる。

【0014】

本発明の更に別の実施形態は、一端に測定用プローブを有する多関節アームを含む。測定用プローブは、回転可能ハンドル・カバーおよび測定用プローブを囲むスイッチ・アセンブリを含む。回転可能ハンドル・カバーおよびスイッチ・アセンブリにより、測定用プローブは更に保持しやすくなり、手の位置によらず起動することができる。回転可能ハンドル・カバーの利用により更に、プローブ端部に第三の回転軸を備える必要がなくなり、従って（7 軸 CMM すなわち測定用プローブに第三の回転角を有する CMM に比べて）より低コストかつ組み立てが容易な可搬式 CMM が実現できる。

40

【0015】

本発明の別の実施形態において、可搬式 CMM は、一端に測定用プローブを、もう一方の端にベースを備えた多関節アームセグメントを有する多関節アームを含む。この実施形態の新規な特徴によれば、ベースはアームを磁気面に取付けるための一体化された磁気マ

50

ウントを内部に備えている。一体化磁気マウントは好適には、多関節アームにネジ込み式に接続されており、使いやすさを旨としてオン/オフレバー（当該レバーは好適には、マウントが磁気面上に配置された際に自動的に噛み合う）を備えている。

#### 【0016】

本発明について上述のおよびその他の特徴や利点は、以下の詳細な説明および図面から当業者に評価かつ理解されよう。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

最初に図1～3を参照するに、本発明のCMMの概要を10に示す。CMM10は、複数の関節で接続され、手動で操作され、一端がベース部分12に取付けられ、もう一方の端が測定用プローブ28に取付けられた多関節アーム14を含む。アーム14は、基本的に2種類の関節、すなわち長関節（旋回運動用）および短関節（ヒンジ運動用）から構成されている。長関節はアームに沿って実質的に軸方向すなわち長手方向に配置される一方、短関節は好適にはアームの長手軸に対して90°に配置されている。長/短関節は、一般に2-2-2構成として知られる（但し2-1-2、2-1-3、2-2-3等、他の関節構成も使用できる）方式で対にされる。これらの関節対を各々図4～6に示す。

10

#### 【0018】

図4に、第一の関節対、すなわち長関節16および短関節18の分解図を示す。また、可搬式電源電子機器20、可搬式電池パック22、磁気マウント24、および2部品ベース筐体26A、26Bを含むベース12の分解図も図4に示す。これらの部品の全てについて以下に更に詳しく述べる。

20

#### 【0019】

重要な点として、多関節アーム14の各種の主要部品の直径がベース12からプローブ28へ向かって先細になっている点を評価されたい。このような先細りは連続的であっても、あるいは、図に示す実施形態のように先細りが不連続または段階的であってもよい。更に、多関節アーム14の主要な部品は各々ネジ込み式に取付け可能であるため、従来技術のCMMに付随する多数の固定具をなくすることができる。例えば、以下に述べるように、磁気マウント24はネジ込み式に第一の長関節16に取付けられている。このようなネジは好適には、セルフロック式の先細ネジであって、軸方向/曲げに対する剛性が增強される。あるいは、図25A、25Bに示して以下に述べるように、多関節アームの主要な部品は、フランジが付随した補完し合う先細のオスおよびメス端部を有し、そのようなフランジはボルトで互いに締め付けられている。

30

#### 【0020】

図5を参照するに、長/短関節の第二の組を、第一の組に取付けられた状態で示す。第二の関節組は、長関節30および短関節32を含む。磁気マウント24の長関節16への取付けと整合して、長関節30は長関節16の内径面にネジ込むべくネジ込み式に取付けられている。同様に、図6を参照するに、第三の関節組は、第三の長関節34および第三の短関節36を含む。第三の長関節34は、第二の短関節32の内径面にネジ込み式に取付けられる。以下に更に詳しく述べるように、プローブ28はネジ込み式に短関節36に取付けられている。

40

#### 【0021】

好適には、各々の短関節18、32および36は、鋳造および/または機械加工されたアルミニウム部品、あるいは軽量の硬合金または複合材料で製造されている。各々の長関節16、30および34は好適には鋳造および/または機械加工されたアルミニウム、軽量の硬合金および/または繊維強化ポリマーで製造されている。上述の3種の関節対（すなわち、対1は関節対16、18から、対2は関節対30、32から、対3は関節対34、36からなる）の機械軸は滑らかで一般的な機械拳動を得るべくベースに対して整列されている。ベース12からプローブ28へ向かう上述の先細構造は、負荷がより大きいベースでの剛性を増大させ、使用の邪魔にならないことが重要なプローブやハンドルでは断面積が小さい方が好適である。以下に更に詳しく述べるように、各々の短関節はいずれかの

50



端が保護バンパー 38 に関係付けられていて、各々の長いブローブは保護スリーブ 40 または 41 で覆われている。第一の長関節 16 はベース筐体 26 A、B により保護されていて、スリーブ 40、41 が第二および第三の長関節 30、34 に同様の保護を与えることを理解されたい。

#### 【0022】

本発明の主要な特徴に従い、多関節アームの各関節は、図 7 および 8 に示す短いカートリッジ 42 および長いカートリッジ 44 のようなモジュラー・ベアリング/エンコーダ・カートリッジ (例えば) を用いる。これらのカートリッジ 42、44 は、デュアルソケット関節 46、48 の開口部に据付けられている。各ソケット関節 46、48 は、第一の凹部またはソケット 120 を有する第一の円筒状伸長部 47 および第二の凹部またはソケット 51 を有する第二の円筒状伸長部 49 を含む。通常、ソケット 120 と 51 は互いに 90° に配置されているが、その他の相対角度構成を用いてもよい。短いカートリッジ 42 はヒンジ関節を規定すべくデュアルソケット関節 46、48 の各ソケット 51 に配置されている。一方、長いカートリッジ 44 は関節 46 (図 25 参照) のソケット 120 に配置され、長いカートリッジ 44' (図 26 参照) は関節 48 のソケット 120 に配置されて、各々長手方向の旋回関節を規定する。モジュラーのベアリング/エンコーダ・カートリッジ 42、44 は、上にモジュラーのエンコーダ部品が据付けられているプレストレスすなわち初期応力が掛けられた二重ベアリング・カートリッジの分離を許す。このベアリング・エンコーダ・カートリッジは次いで、多関節アーム 14 の外部骨格部品 (すなわちデュアルソケット関節 46、48) に固定的に取付けることができる。そのようなカートリッジを利用することは、多関節アーム 14 のこれらの精巧なサブコンポーネントの生産を高速化可能にするため、当分野における重要な進歩である。

#### 【0023】

本明細書に記述する実施形態において、4 種の異なるカートリッジ・タイプ、関節 30 と 34 用に 2 種の長軸カートリッジ、関節 16 用に 1 種のベース軸カートリッジ、短関節 18 用に 1 種のベース・カートリッジ (カウンタ・バランスを含む)、および関節 32 と 36 用に 2 種のヒンジ・カートリッジがある。更に、多関節アーム 14 の先細りと整合するように、ベースに最も近いカートリッジ (例: 長関節 16 および短関節 18 に配置) は、直径がより小さい関節 30、32、34 および 36 よりも大きい直径を有する。各々のカートリッジは、本実施形態においてデジタルエンコーダを備えた、初期応力が掛けられたベアリング装置およびトランスデューサを含む。図 9、10 を参照するに、軸方向の長関節 16 に配置されたカートリッジ 44 について以下に述べる。

#### 【0024】

カートリッジ 44 は、内側スリーブ 54 および外側スリーブ 56 により分離された一对のベアリング 50、52 を含む。ベアリング 50、52 に初期応力が掛けられている点が重要である。本実施形態において、このような初期応力は長さが異なる (内側スリーブ 54 は、外側スリーブ 56 より約 0.0005 インチ短い) スリーブ 54、56 により与えられることにより、締め付けた際に予め選択された初期応力がベアリング 50、52 に生成される。ベアリング 50、52 は、シャフト 60 に回転可能に据付けられたアセンブリによりシール 58 を用いて密封される。シャフト 60 はその上面において、シャフト上側筐体 62 で終端する。環 63 がシャフト 60 とシャフト上側筐体 62 の間で規定されている。内側ナット 66 と外側ナット 68 の組合せを用いてシャフトおよびそのベアリング・アセンブリが筐体 64 に確実に取付けられた状態で、このアセンブリ全体が、外側カートリッジ筐体 64 内に配置されている。組立てられたならば、外側筐体 64 の上部 65 が環 63 内に受容される点に注意されたい。内側および外側ナット 66、68 を締め付けた際に上述の初期応力がベアリング 50、52 に加えられ、ベアリングに圧縮力を加え、内側および外側スーパース 54、56 の長さが異なるために所望の初期応力が掛かる点を理解されたい。

#### 【0025】

好適には、ベアリング 50、52 は二重ボールベアリングである。十分な初期応力を得

るために、ベアリング面ができるだけ平行であることが重要である。平行性が、ベアリング周囲の初期応力の均一性に影響を及ぼす。不均一な負荷は、ベアリングに粗く不均一な走行トルク感覚を与え、予測不可能なラジアル振れが生じてエンコーダ性能が低下する。モジュラーに据付けられたエンコーダ・ディスク（後述する）のラジアル振れから、読み取りヘッド部の下方に不要な干渉パターンシフトが生じる。この結果、大幅なエンコーダ角度測定誤差が生じる。更に、好適な二重ベアリング構造の剛性はベアリング間距離に直接関係する。ベアリング間が遠くに離れているほどアセンブリの剛性が高くなる。スペーサ 54、56 を用いてベアリング間距離を長くするために用いる。カートリッジ筐体 64 は好適にはアルミニウムであるため、スペーサ 54、56 もまた好適にはアルミニウム製であって、微細機械加工により長さで平行性が調整されている。その結果、温度が変化しても、初期応力を相殺する筈の差異の拡大が生じない。上述のように、初期応力はスペーサ 54、56 の長さの既知の差異を見込んだ設計により確立される。ナット 66、68 が完全に締められたならば、長さの差異がベアリング初期応力に結果としてなる。関節感触と同様に、わずかでも汚染されていれば全ての回転運動およびエンコーダ精度に影響するため、シール 58 を利用して密封されたベアリングが得られる。

10

#### 【0026】

カートリッジ 44 は好適には一対の間隔を置いたベアリングを含む一方、カートリッジ 44 は代替的に、単一のベアリングまたは 3 個以上のベアリングを含んでいてよい。このように、各カートリッジは、最低限少なくとも 1 個のベアリングを必要とする。

#### 【0027】

20

本発明の関節カートリッジは、回転が制約されなくても、または回転が制約されていてもよい。回転が制約されている場合、筐体 64 の外面上のフランジ 72 上の溝 70 は、シャトル 74 を受容する円筒状トラックを提供する。シャトル 74 は、回転を阻止する回転止めセットネジ 76 等の着脱可能なシャトル止めに当接するまでトラック 70 内を動く。回転の量は、必要に応じて変わり得る。好適な実施形態において、シャトルの回転は、720°未満に制約されている。本明細書における回転シャトル止めの種類について、共願の米国特許第 5,611,147 号により詳しく述べられており、本明細書にその全文を引用している。

#### 【0028】

上述のように、別の実施形態において、本発明で用いる関節は回転が制約されなくてもよい。後者の場合、公知のスリップリング・アセンブリが用いられる。好適には、一方の端の断面直径 80 がより大きい空洞または軸孔 78 がシャフト 60 自身を貫通している。軸孔 78 と 80 の間で交差で規定されるショルダーに円筒状スリップリング・アセンブリ 82 が当接する。スリップリング・アセンブリ 82 は、モジュラー関節カートリッジで述べた、初期応力が掛けられたベアリング・アセンブリに関して非構造的（すなわち、機械的作用を提供せず、電気的および/または信号伝達機能だけを提供する）である。スリップリング・アセンブリ 82 は任意の市販スリップリングで構成されていてもよいが、好適な実施形態ではスリップリング・アセンブリ 82 は英国バークシャー州リーディング（Reading, Berkshire, United Kingdom）の IDM Electronics 社から販売されている H シリーズ・スリップリングを含む。このようなスリップリングは、サイズが小型であり、その円筒状設計によりシャフト 60 内の開口部 80 での使用に理想的である。シャフト 60 を貫通する軸孔 80 は、スリップリング・アセンブリ 82 からの導線を受容すべくサイズが設定されて構成された溝 86 と導通（communication）する開口部 84 で終端している。このような導線は、所定位置に固定されていて、溝 86 および開口 84 に嵌めて受容される導線カバー 88 により保護されている。このような導線を図 10 の 90 で図式的に示す。

30

40

#### 【0029】

上述のように、モジュラーカートリッジ 44 は、上述の初期応力が掛けられたベアリング構造および以下に述べるモジュラーエンコーダ構造の両方を含む。引き続き図 9、10 を参照するに、本発明で用いる好適なトランスデューサは、2 個の主要な部品である読み

50

取りヘッド 92 およびグレーディング・ディスク 94 を有するモジュラー光学エンコーダを含む。本実施形態において、一对の読み取りヘッド 92 が読み取りヘッド・コネクタ基板 96 に配置されている。コネクタ基板 96 は、取付けプレート 100 に（固定具 98 を介して）取付けられる。ディスク 94 は好適には、シャフト 60 の下部ベアリング面 102 に（好適には適当な接着剤を用いて）取付けられ、読み取りヘッド 92（プレート 100 により支持および保持される）とは間隔を置かれて整列される。導線通路 104 および密封キャップ 106 は、筐体 64 の下端に最後の外側カバーを提供する。導線通路 104 は、図 10 に最もわかりやすく示すように、導線 90 を捕捉して保持する。接着剤 102 を適用したことによりシャフト 60 がエンコーダ・ディスク 94 を保持して回転させることを理解されたい。図 9、10 に二重読み取りヘッド 92 を示す。しかし、2 個より多くの読み取りヘッドを使ってもよく、あるいは図 9A に示すように単一の読み取りヘッドを用いてもよいことを理解されたい。図 9B ~ E に、2 個を超える読み取りヘッドを有するモジュラーカートリッジ 44 の例を示す。図 9B ~ C に、プレート 100 に受容されて、90° 間隔（異なる相対的間隔が適当かもしれないが）間隔を置いた 4 個の読み取りヘッド 92 を示す。図 9D ~ E に、プレート 100 に受容されて、120° の間隔（異なる相対間隔が適当であるにもかかわらず）を置いた 3 個の読み取りヘッド 92 を示す。

10

#### 【0030】

ディスク 94 を適切に整列すべく、筐体 64 を貫通して穴（図示せず）がディスク 94 に隣接する場所に提供される。ツール（図示せず）が次いで、ディスク 94 を適切に整列させて、その上でディスク 94 とシャフト 66 の間の接着剤が硬化してディスク 94 を所定の位置に固定する。次いで穴プラグ 73 が筐体 64 の穴を貫通して配置される。

20

#### 【0031】

ディスク 94 および読み取りヘッド 92 の位置を逆にすることで、ディスク 94 が筐体 56 に取付けられ、読み取りヘッド 92 がシャフト 60 とともに回転することができる点に特に注意されたい。そのような実施形態を図 12A に示すが、基板 96' が（接着剤により）回転すべくシャフト 60' に取付けられている。一对の読み取りヘッド 92' が基板 96' に取付けられていることによりシャフト 60 とともに回転する。筐体 64 に取付けられた支持部 100' にディスク 94' が配置されている。いずれにせよ、ディスク 94 または読み取りヘッド 92 のどちらかが軸とともに回転すべく据付けられている点を理解されたい。特に重要なのは、ディスク 94 および読み取りヘッド 92 が光学的な導通（communication）を維持しながら、各々に対して回転可能であるようにカートリッジ（または関節）に配置されている点である。

30

#### 【0032】

好適には、本発明で用いる回転エンコーダが、本明細書に全文を引用している米国特許第 5,486,923 号および第 5,559,600 号に開示されているものと同様である。このようなモジュラーエンコーダは、商品名ピュア・プレシジョン・オプティクス（Pure Precision Optics）でマイクロEシステムズ社（Micro E Systems）から販売されている。これらのエンコーダは、回折次数間の干渉を検出する物理的光学機器に基づいていて、干渉パターンに挿入された光検知器配列（例：読み取りヘッド（群））からほぼ完全な正弦波信号を生成する。正弦波信号は電子的に補間されて、光干渉の一部に過ぎない変位でも検出可能になる。

40

#### 【0033】

レーザー光源を用いて、レーザー光線が最初にレンズにより平行化され、開口部によりサイズ調整される。平行化されたサイズ調整ビームは離散的次数に光を回折する格子を通過するが、格子構造により第ゼロおよび全ての偶数次数が抑制されている。第ゼロ次数が抑制されているため、発散する第 3 次数を超える領域が存在し、± 第 1 次数だけが重なってほぼ純粋な正弦波干渉を生成する。1 個以上の光検知器配列（読み取りヘッド）がこの領域内に設置されて、格子と検知器の間に相対的な運動がある場合に、ほぼ純粋な正弦波出力のチャンネルを 4 個生成する。電子機器は、出力を所望のレベルの解像度まで増幅、正規化、および補間する。

50

## 【 0 0 3 4 】

このようにエンコーダの設計が簡単なことで、従来技術の光エンコーダに比べていくつかの利点が得られる。レーザー源と平行光学系、回析格子、および検知器配列だけで測定を行なうことができる。この結果、従来技術のかさばるエンコーダに比べて、極めてコンパクトなエンコーダ・システムが得られる。また、格子と干渉運動が直接関係していることで、エンコーダは、従来技術の装置が影響を受けやすい環境に起因する誤差に対して堅牢になる。更に、干渉領域が大きいため、またこの領域内のいたるところでほぼ正弦波の干渉が得られるため、従来技術のエンコーダに比べて整列の許容誤差はるかに緩やかである。

## 【 0 0 3 5 】

上述の光学エンコーダの重要な利点は、スタンドオフ方向および距離、すなわちエンコーダ・ディスクに対する読み取りヘッドの距離および方向の精度はるかに緩い点である。これにより、極めて正確な回転測定および組立てが容易なパッケージが可能になる。この「形状に寛容な」エンコーダ技術を用いる結果、大幅にコストが削減されて製造が容易な C M M 1 0 が得られる。

## 【 0 0 3 6 】

上述の好適な実施形態が光ディスク 9 4 を含んでいる一方、本発明の好適な実施形態はまた、読み取りヘッドによる相対運動の測定を可能にする任意の光干渉パターンも含む。ここでの用語として、そのような干渉パターンとは、運動の測定を行なう光学要素が任意の仕方で繰り返し配列されたものを意味する。そのような光学要素すなわち干渉パターンは上述のように回転または静止ディスクに据付けられていても、あるいは、カートリッジの相対運動している部品（シャフト、ベアリングまたは筐体等）のいずれかに溶着、固定または別途配置または設置されていてもよい。

## 【 0 0 3 7 】

実際、読み取りヘッドおよび付随する周期的配列またはパターンは必ずしも光学機器（上述のような）に基づいている必要は全くない。むしろ、より広義には、読み取りヘッドは、運動、一般には回転運動の測定に利用できる何らかの測定可能な量の何らかの周期的パターンを読む（または感知する）ことができる。そのような別の測定可能な特徴として、例えば反射度、不透過度、磁場、電気容量、インダクタンスまたは表面の粗さが含まれる。（表面の粗さのパターンは C C D カメラ等のカメラの形で読み取りヘッドまたはセンサーを用いて読み取ることができる点に注意されたい）。そのような場合、読み取りヘッドは例えば、磁場、反射度、電気容量、インダクタンス、表面の粗さ等の周期的変化を測定する。従ってここでの用法として、用語「読み取りヘッド」は、これらの測定可能量または特徴の解析を行なうための任意のセンサーまたはトランスデューサおよび付随する電子機器を意味し、光学読み取りヘッドは好適な一例に過ぎない。無論、読み取りヘッドにより読まれる周期的なパターンは、読み取りヘッドと周期的パターンの間に相対運動（一般には回転運動）がある限り任意の表面に設置されていてよい。周期的パターンの例として、パターン内の回転または静止部品に溶着された磁気、誘導、または容量媒体が含まれる。更に、読み取る周期的パターンが表面の粗さである場合、付随する読み取りヘッド（恐らく C C D カメラ等のカメラ）と導通する任意の部品の表面の粗さが利用できるように、別個の周期的媒体を溶着したり、別途提供する必要がない。

## 【 0 0 3 8 】

上述のように、図 9、1 0 は軸方向の長関節 1 6 用のモジュラーベアリングおよびエンコーダ・カートリッジの要素を示す。図 1 1、1 2 は軸方向の長関節 3 0、3 4 用のベアリングおよびエンコーダ・カートリッジを示す。これらのカートリッジ・アセンブリは、図 9、1 0 に示すものとほぼ同様であり、従って 4 4 ' として指示する。図から明らかなカートリッジ 4 4 との若干の違いは、例えば、導線キャップ / カバー 8 8 ' の構成が異なり、導線通路 / カバー 1 0 4 '、1 0 6 '、および筐体 6 4 ' 上端のフランジ 7 2 ' の位置がわずかに異なる点である。また、筐体 6 4 ' とシャフト上側筐体 6 2 の間のフランジが外向けに広がっている。無論、図 1 1、1 2 に示す各種部品の相対的な長さは、図 9、

10

20

30

40

50

10に示すものとわずかに異なっていてよい。これらの部品全てがほぼ同様であるため、部品にはアポストロフィ（'）を付けた同一識別番号が付与されている。図11Aは図11と同様であるが、単一読み取りヘッドの実施形態を示す。

#### 【0039】

図13、14を参照するに、短いヒンジ関節32、36内のベアリングおよびエンコーダ・カートリッジについて同様の分解および断面図を示す。図11、12の長軸関節44'と同様に、短いヒンジ関節32、36用のカートリッジは上で詳述したカートリッジ44と極めてよく似ており、二重アポストロフィを用いて同様の部品を識別する方式に従ってこれらのカートリッジの部品を44''で識別する。カートリッジ44''は短関節32、36に用いることを意図しているため、これらの関節のヒンジ運動に起因して導線が単に軸孔78''、80''を通過するのみであり、スリッピング・アセンブリは一切必要とされない。図13Aは図13と同様であるが、単一読み取りヘッドの実施形態を示す。

10

#### 【0040】

最後に、図15、16を参照するに、短いヒンジ関節18用のモジュラーベアリング/エンコーダ・カートリッジを108で示す。カウンタバランス・アセンブリが包まれている点が主な違いとしてカートリッジ108の部品のほぼ全てがカートリッジ44、44'および44''の部品と同様または同一である。このカウンタバランス・アセンブリは、筐体64''に收容されていてCMM10に対し重要なカウンタバランス機能を提供するカウンタバランスパネ110を含んでいる。これについて図26~28を参照しつつ以下に述べる。図15Aは図15と同様であるが、単一読み取りヘッドの実施形態を示す。

20

#### 【0041】

上述のように、好適な実施形態において、エンコーダ内で複数の読み取りヘッドを用いることができる。エンコーダの角度測定は掛けられた負荷に起因するディスクの振れや放射状の運動により影響されることを理解されたい。互いに180°配置された2個の読み取りヘッドによる振れから、各々の読み取りヘッドに相殺効果が生じることがわかっている。これらの相殺は平均されて最終的な「外乱耐性（immune）」角度の測定が行なえる。このように、2個の読み取りヘッドを用いて生じるエラー相殺の結果、誤差の発生が減少し、より正確なエンコーダの測定が行なえる。図17~19に、二重読み取りヘッドの実施形態の底面、断面、および上面図を各々示す。この実施形態は例えば、関節16、18（すなわち、ベースに最も近い関節）に見られる直径の大きいカートリッジに有用である。このように、カートリッジ端部キャップ100には一对の回路基板96が据付けられていて、各々の回路基板96には読み取りヘッド92が機械的に取付けられている。読み取りヘッド92は好適には、ディスクの振れや放射状運動から生じるエラーを相殺すべく互いに180°離して配置されている。後述するように、各基板96は更に内部バスおよび/または他の導線へ回路基板96を取付けるためのコネクタ93を含む。図20~22に図17~19と実質的に同じ部品を示すが、主な違いはカートリッジ端部キャップ100の直径がより小さい点である。本実施形態の二重読み取りヘッドの直径がより小さいことは、例えば関節30、32、34および36のカートリッジ直径がより小さいことに関係している。

30

#### 【0042】

少なくとも2個の読み取りヘッド（または図9D~Eに示す3個の読み取りヘッド、および図9B~Cに示す4個の読み取りヘッドのようにそれ以上でもよい）を用いる方式はまた、より従来型の座標測定器にも採用されていて、コストと製造の複雑さを大幅に減少させる。例えば、本明細書で引用している米国特許第5,794,356号（以下「RAAB'356号」）に記述されている座標測定器は各関節について比較的簡単な構造を含んでいる。すなわち一方の関節半体とともに静止している第一の筐体、および第二の関節半体とともに静止している第二の筐体を含み、第一および第二の筐体が互いに対して回転可能にする初期応力が掛けられたベアリングを有する。第一の筐体はパッケージ化されたエンコーダを保持し、第二の筐体は、第一の筐体内へ伸長してパッケージ化されたエンコーダから突き出ているエンコーダ・シャフトと噛み合う軸方向に配置された内部シャフト

40

50

を含む。従来技術のパッケージ化されたエンコーダでは極めて正確な回転測定を維持するために、自身に負荷が掛けられないこと、および内側シャフトの軸とパッケージ化されたエンコーダの軸とがたとえ少々ズレていても第二の筐体の運動が正確にエンコーダに伝達されることが求められていた。軸方向のズレに対する製造誤差を受容すべく、特別な連結装置がエンコーダ・シャフトと内側シャフトの間に接続される。このような構造が R a a b ' 3 5 6 号の図 7 に見られる。

#### 【 0 0 4 3 】

対照的に、図 3 5 は、R A A B ' 3 5 6 号 C M M からの連結装置およびパッケージ化されたエンコーダが取り外されて、エンコーダ・ディスク 9 6 および端部キャップ 1 0 0 で代替された改良型構造を示す。ここで、2 個の関節は、互いに 9 0 ° に配置されており、各々の関節は第一の筐体 4 2 0 および第二の筐体 4 1 0 を有する。内側シャフト 4 1 2 は、第二の筐体 4 2 0 から伸長して第一の筐体 4 1 0 内へ入る。図に示すように、エンコーダ・ディスク 9 6 は、例えば接着剤を用いて、内側シャフト 4 1 2 の端部に取付けられていて、一方、端部キャップ 1 0 0 は第一の筐体 4 2 0 内に固定されている。しかし、エンコーダ・ディスク 9 6 が第一の筐体 4 2 0 内に固定されて、端部キャップ 1 0 0 が内側シャフト 4 1 2 に固定されていても関節の運動に影響を及ぼさないことを理解されたい。

10

#### 【 0 0 4 4 】

上述のように、2 個以上の読み取りヘッドを用いることで生じる誤差の相殺の結果、たとえ少々ズレていても誤差の発生が減少し、より正確なエンコーダの測定が行なえる。また、格子と干渉運動が直接関係していることで、エンコーダは、従来技術の装置が影響を受けがちな環境に起因する誤差に対して強靱になる。更に、干渉領域が大きいいため、またこの領域内のいたるところでほぼ正弦波である干渉が得られるため、上述のように、従来技術のエンコーダに比べて整列の許容誤差がはるかに緩い。

20

#### 【 0 0 4 5 】

別の例として、本明細書で引用している E a t o n の米国特許第 5 , 8 2 9 , 1 4 8 号 ( 以下「E A T O N ' 1 4 8 号」) は、主回転ベアリングを提供することによりパッケージ化されたエンコーダが各々の関節の一体化部分を形成する従来技術 C M M を記述している。従って、上述の R a a b ' 3 5 6 号で必要とされた軸方向のズレを補償する必要性が一切回避される。しかし、エンコーダが主回転ベアリングを提供するため、エンコーダが構造的に堅牢であり、各種の負荷を受けても性能に影響を及ぼさないことが重要である。これは、エンコーダのコストと寸法を増大させる。このような構造を E A T O N ' 1 4 8 号の図 4 に見ることができる。

30

#### 【 0 0 4 6 】

対照的に、図 3 6 は、E A T O N ' 1 4 8 C M M から 1 関節のパッケージ化されたエンコーダおよび接続シャフトが取り外されて、端部キャップ 1 0 0 およびエンコーダ・ディスク 9 6 で代替された改良型構造を示す。ここで、第一の筐体 4 7 0 が端部キャップ 1 0 0 を保持し、ベアリング 4 7 2 により第二の筐体 4 6 0 の内側シャフト 4 6 2 を保持している。内側シャフト 4 6 2 が伸長して近傍の端部キャップ 1 0 0 を終端させ、エンコーダ・ディスク 9 6 は、例えば接着剤を用いて、内側シャフト 4 6 2 の端部に取付けられている。図 3 5 の示す実施形態のように、2 個以上の読み取りヘッドを用いることにより、精度を犠牲にすることなく、関節のコストおよび複雑さが大幅に削減される。

40

#### 【 0 0 4 7 】

ここで図 2 3 A を参照するに、図 9 A 、 1 1 A 、 1 3 A および 1 5 A の単一読み取りヘッド実施形態に関して電子機器のブロック図を示す。C M M 1 0 が好適には外部バス ( 好適には U S B バス ) 2 6 0 および内部バス ( 好適には R S - 4 8 5 ) 2 6 1 を含み、内部バス 2 6 1 は、より多くのエンコーダ、更には例えば第 7 軸として外側に取付けられたレールまたは追加された回転軸のいずれかに対応して拡張可能に設計されていることを理解されたい。内部バスは好適には R S 4 8 5 と整合性を有し、このバスは好適にはシリアル・ネットワークとして用いるべく設定されていて、その仕様は、本明細書に全文を引用している共願の米国特許第 6 , 2 1 9 , 9 2 8 号に開示されているように、可搬式 C M M ア

50

ームのトランスデューサからデータを転送するシリアル・ネットワークと整合性を有する。

【0048】

図23Aを参照するに、各カートリッジ内の各エンコーダにはエンコーダ基板が関連付けられている点を評価されたい。関節16のカートリッジ用のエンコーダ基板は、ベース12内に配置されていて、図25の112として識別される。関節18および30用のエンコーダは、第二の長関節30に配置されて図26の114として識別される二重エンコーダ基板上で処理される。図26はまた、関節32および34で用いるエンコーダ用に同様の二重エンコーダ基板116を示し、基板116は図26に示すように第三の長関節34に配置されている。最後に、端部エンコーダ基板118が図24で示すように測定用プローブ・ハンドル28内に配置されていて、短関節36のエンコーダを処理するために用いられる。基板114、116および118の各々には、温度過渡に起因する温度補償を提供すべく熱電対が関連付けられている。各基板112、114、116および118には、埋め込み式アナログ・デジタル変換、エンコーダ・カウント、およびシリアルポート通信が組み込まれている。各基板はまた、動作データをローカルに保存できるようにすべく読み出しプログラム可能なフラッシュメモリを有する。主プロセッサ基板112はまた、外部USBバス260を介してフィールド・プログラム可能である。上述のように、内部バス(RS-485)261はより多くのエンコーダ用に拡張可能に設計されていて、かつ外側に取付けられたレールおよび/または第7回転軸のいずれかを含む。内部バス診断を実施すべく軸ポートが用意されている。これらの図において10で示すタイプの複数のCMMは、外部のUSB通信プロトコルの能力に起因して単一のアプリケーションに割当てることができる。更に、全く同じ理由で複数のアプリケーションを単一のCMM10に割当てることができる。

【0049】

好適には、各基板112、114、116および118は、品番DSP56F807でモトローラ社から販売されているプロセッサ等の16ビット・デジタル信号プロセッサを含む。この単一プロセッサ部品は、シリアル通信、4倍複合化、A/Dコンバータ、およびオンボード・メモリを含む多くの処理特徴を組み合わせることにより、各基板に必要とされるチップの総数を削減することができる。

【0050】

本発明の別の主要な特徴によれば、エンコーダの各々には、個別化された識別チップ120が関連付けられている。このチップは個々のエンコーダを識別し、従って個々のベアリング/エンコーダのモジュラーカートリッジを識別することにより品質管理、テスト、および修理を容易かつ迅速に行なえるようにする。

【0051】

図23Bは、23A図と同様の電子機器ブロック図であるが、図10、12、14および16~22の二重読み取りヘッドの実施形態を示す。

【0052】

図24~26を参照するに、多関節アーム14内の各カートリッジのアセンブリについて以下に述べる(図24にアーム10をベース12無しで示す点に注意された。また、図24~26では図9A、11A、13Aおよび15Aの単一読み取りヘッドの実施形態を採用している点にも注意されたい)。図25に示すように、第一の長関節16は、上端がデュアルソケット関節46の円筒状ソケット120に挿入された比較的長いカートリッジ44を含む。カートリッジ44は、適切な接着剤を用いてソケット120内に固定的に保持されている。反対側にある、カートリッジ44の下端は伸長チューブに挿入されていて、本実施形態ではアルミニウム・スリーブ122であってよい(しかし、スリーブ122はまた、硬合金または複合材料から作られていてもよい)。カートリッジ44は、再び適切な接着剤を用いてスリーブ122に固定されている。スリーブ122の下端は、内側ネジ山126が切られた、より大きな外径部分124を含んでいる。図4に明示するように、このネジ山は外向きに先細になっていて、磁気マウント筐体130の内向きに先細のネ

ジ 1 2 8 とネジ込み式に噛み合うべく構成されている。上述のように、C M M 1 0 の複数の関節の全ては、このような先細のネジ山を用いて相互に接続されている。好適には、先細ネジは自己締め付け N P T タイプあるため、ロックナットその他の締め付け機器を必要としない。このネジもネジ固定具の余地があり、備えるべきである。

#### 【 0 0 5 3 】

図 2 6 を参照するに、第一の長関節 1 6 の場合と同様に、長いカートリッジ 4 4 ' は、デュアルソケット関節 4 6 ' の円筒状開口部 1 2 0 ' に接着剤で固定されている。カートリッジ 4 4 ' の外側筐体 6 4 ' は、フランジ 7 2 の低面により規定されるショルダー 1 3 2 を含んでいる。このショルダー 1 3 2 は、筐体 6 4 の外面を覆うように囲む円筒状の伸長チューブ 1 3 4 を支持している。関節内で伸長チューブを用いて、ネジ込み部品に取付けるための可変長チューブが作られる。伸長チューブ 1 3 4 はこのようにカートリッジ 6 4 ' の底部から外向きに伸長し、その内部にネジ山付きスリーブ 1 3 6 が挿入されている。適当な接着剤を用いて、スリーブ 1 3 6 とチューブ 1 3 4 を接着するだけでなく、筐体 4 4 ' を伸長チューブ 1 3 4 に接着する。スリーブ 1 3 6 は、上に外側ネジ山 1 3 8 が切られた先細部分で終端する。外側ネジ山は、デュアルソケット関節 4 8 の開口部 1 4 4 に接着剤で固定された接続部分 1 4 2 の内側ネジ山 1 4 0 と噛み合う。好適には、伸長チューブ 1 3 4 は適当な炭素繊維複合材等の複合材料から作られており、一方、ネジ込み可能なスリーブ 1 3 6 はデュアルソケット関節 4 8 の温度特性に合うようにアルミニウムから作られている。P C 基板 1 1 4 が支持部 1 4 6 に固定されていて、支持部材 1 4 6 自体はデュアルソケット関節支持部 1 4 2 に固定されていることを評価されたい。

10

20

#### 【 0 0 5 4 】

上述のネジ込み接続に加え、図 2 5 A ~ B に示すように、関節の一つ、一部、または全てを、ネジ山付き固定具を用いて相互に接続することができる。図 2 6 のネジ山付きスリーブ 1 3 6 ではなく、図 2 5 B のスリーブ 1 3 6 ' は補完的な先細ソケット支持部 1 4 2 ' に受容される滑らかな先細端部 1 3 7 を有する。フランジ 1 3 9 がスリーブ 1 3 6 ' から円周上を外側に伸長し、ネジ山付きボルト 1 4 1 を受容すべくボルト穴の配列（この場合 6 個）が貫通している。ボルト 1 4 1 は、ソケット支持部 1 4 2 の上面に沿って対応する穴にネジ込み式に受容される。図 2 6 の実施形態と同様に、伸長チューブ 1 3 4 ' はスリーブ 1 3 6 ' を覆うように受容される。関節用の補完的な先細のオスおよびメスの相互接続は、従来技術に比べて改良された接続インターフェースを提供する。

30

#### 【 0 0 5 5 】

引き続き図 2 6 を参照するに、第三の長関節 3 4 のカートリッジ 4 4 " は、長関節 3 0 のカートリッジ 4 4 ' と同様に、アーム 1 4 に固定されている。すなわち、カートリッジ 4 4 " の上部はデュアルソケット関節 4 6 の開口部 1 2 0 " に接着時により固定されている。伸長チューブ 1 4 8 （好適には、チューブ 1 3 4 に関して述べたように複合材料から作られている）が外側筐体 6 4 " の上方に配置されて、そこから外向きに伸長して、伸長チューブ 1 4 8 の内径に接着剤で固定された嵌合スリーブ 1 5 0 を受容する。嵌合スリーブ 1 5 0 は、外側ネジ山 1 5 2 が切られた先細部分で終端し、デュアルソケット関節 1 4 8 ' 内で接着剤により円筒状ソケット 1 5 6 に取付けられているデュアルソケット関節支持部 1 5 4 の補完的な内側ネジ山 1 5 3 と噛み合う。プリント回路基板 1 1 6 は同様に、デュアルソケット関節支持部 1 5 4 に固定された P C B 支持部 1 4 6 ' を用いて、デュアルソケット関節に接続している。

40

#### 【 0 0 5 6 】

図 7、8 に関して述べたように、図 1 3、1 4 の短いカートリッジ 4 4 '、および図 1 5 の 1 0 8 は 2 個のデュアルソケット関節 4 6、4 8 の間に単に配置されて適当な接着剤を用いてデュアルソケット関節内に固定されている。その結果、長短両方のカートリッジは直角に（または必要に応じて直角以外の角度で）互いに取付けることが容易である。

#### 【 0 0 5 7 】

上述のようなモジュラー・ベアリング/トランスデューサ・カートリッジは、例えば上述の R A A B ' 3 5 6 号および E A T O N ' 1 4 8 号特許に示す可搬式 C M M の重要な技

50



術的進歩をもたらす。これは、カートリッジ（またはカートリッジの筐体）が実際に多関節アームを形成する各々の関節の構造的要素を規定するからである。ここで用いる「構造的要素」とは、アームを変形させることなく（最悪でも最小限の変形で）回転を伝達するために、カートリッジの表面（例：カートリッジの筐体）が多関節アームの他の構造上の部品に堅牢に取付けられていることを意味する。これは、ロータリー・エンコーダが関節要素（但し伝達要素ではなく）の一部であって、別個の分かれた関節要素および伝達要素が必要とされる（R A A B ' 3 5 6 号やイトン ' 1 4 8 号特許に開示されているような）従来可搬式 C M M とは対照的である。要するに、本発明は、関節および伝達要素の機能を組み合わせて単一のモジュラー要素（すなわちカートリッジ）としたことにより別個の伝達要素（例：伝達部材）が必要なくなった。従って本発明は、別個の分かれた関節および伝達部材を含む多関節アームではなく、すべてがアームの構造的要素である、より長い関節要素およびより短い関節要素の組合せ（すなわちカートリッジ）で構成される多関節アームを用いる。これにより、従来技術に比べて効率が良くなる。例えば、' 1 4 8 号および ' 5 8 2 号特許の関節 / 伝達部材の組合せで用いられるベアリングの個数は 4 個（関節に 2 個のベアリングおよび伝達部材に 2 個のベアリング）であったのに、本発明のモジュラー・ベアリング / トランスデューサ・カートリッジは最低 1 個のベアリング（但し 2 個のベアリングが好適である）を用いて同じ機能を（但し改良された異なる方法で）実現することができる。

10

#### 【 0 0 5 8 】

図 2 4 A、および 2 6 A ~ B は、図 2 4 ~ 2 6 と同様の断面図であるが、図 1 0、1 2、1 4 および 1 6 ~ 2 2 の二重読み取りヘッドの実施形態を示し、更に図 3 A に示す C M M 1 0 ' 断面図である。

20

#### 【 0 0 5 9 】

多関節アーム 1 4 の全長および / または各種のアームセグメントは、意図された用途に応じて異なっていてよい。一実施形態において、多関節アームの全長は約 2 4 インチであって、約 0 . 0 0 0 2 ~ 0 . 0 0 0 5 インチのオーダーの測定を行なうことができる。このアーム寸法および測定精度により、マイクロメーター、高さゲージ、カリパス等、典型的な手工具を用いて現在実施されている測定によく適した可搬式 C M M を提供する。無論、多関節アーム 1 4 の寸法および精度レベルはこれより小さくても大きくてもよい。例えば、より大きいアームは全長が 8 ~ 1 2 フィート、付随する測定精度が 0 . 0 0 1 インチであってよく、従って大多数のリアルタイム検査用途またはリバース・エンジニアリング用途に用いることができる。

30

#### 【 0 0 6 0 】

C M M 1 0 はまた、自身に据付けられたコントローラと共に用いられて、上述の特許第 5 , 9 7 8 , 7 4 8 号および特許出願第 0 9 / 7 7 5 , 2 2 6 号に開示されたような比較的簡単な実行可能プログラムを実行することができ、あるいはホストコンピュータ 1 7 2 上のより複雑なプログラムとともに用いることができる。

#### 【 0 0 6 1 】

図 1 ~ 6 および 2 4 ~ 2 6 を参照するに、好適な実施形態において、長 / 短関節の各々は、強い衝撃を抑制して人間工学的に心地よい把持位置（それとともに美学的に快い外観）を提供すべく機能するエラストマ系バンパーまたはカバーにより保護されている。長関節 1 6、3 0 および 3 4 はすべて、衝撃および摩滅プロテクタとして機能する剛性プラスチック（例：A B S）の交換可能カバーにより保護されている。第一の長関節 1 6 の場合、この剛性プラスチックの交換可能カバーは図 4 にも示すように 2 部品ベース筐体 2 6 A、2 6 B の方式である。長関節 3 0、3 4 は、一対のカバー部分 4 0、4 1 により各々保護されていて図 5、6 に示すように、適当なネジを用いてクラムシェル型と一緒に固定されて保護スリーブを形成する。好適な実施形態において、各長関節 3 0、3 4 用のこの剛性プラスチック交換可能カバーは各々、好適には複合材料（炭素繊維）からなる伸長チューブ 1 3 4、1 4 8 を囲む。

40

#### 【 0 0 6 2 】

50

好適には、カバーの１個、この場合はカバー部分４１は、一体成形された傾斜支持ポスト１６６を含み、プローブ２８が休止位置でベース１２と衝突するのを防ぐためにアームの肘部での回転を制限する。これは、図３、２４および２６に最もわかりやすく示されている。このようにポスト１６６が不必要な衝撃や摩滅を抑制することを理解されたい。

【００６３】

図２９、３１を参照しつつ述べるように、プローブ２８はまた、剛性プラスチック材料から作られた交換可能なプラスチック保護カバーを含んでいてよい。

【００６４】

図３Ａ、２４Ａ、および２６Ａ～Ｂに、これもクラムシェル構造を有する別の保護スリーブ４０'、４１'を示すが、これらはネジ山付き固定具ではなく、ストラップまたはスプリング・クリップ１６７を用いて所定の位置に保持されている。

10

【００６５】

短関節１８、３２および３６の各々は、上述のように、また図１～３および５～６に明示するように、一組のエラストマ系（例：Santoprene（登録商標）等の熱可塑性ゴム）バンパー３８を含んでいる。バンパー３８は、ねじ込み式固定具、適切な接着剤のいずれか、または他の任意の適切な方法を用いて取付けることができる。エラストマ系またはゴム・バンパー３８は強い衝撃も抑制するだけでなく、美学的に快くて人間工学的に心地よい把持位置も提供する。

【００６６】

上述のカバー４０、４１、４０、４１'およびバンパー３８はすべて容易に交換可能（ベース筐体２６Ａ、２６Ｂと同様に）であり、ＣＭＭ１０の機械性能に影響することなくアーム１４を迅速かつ経済的に修理することができる。

20

【００６７】

引き続き図１～３を参照するに、ベース筐体２６Ａ、Ｂは図３の１６８に示すように球体を取付けるために少なくとも２個の円筒ボスを含む。当該球体を用いてクランプ・タイプのコンピュータ・ホルダ１７０を取付けることができ、次いで当該ホルダーが河搬式その他のコンピュータ装置１７２（例「ホストコンピュータ」）を支持する。好適には、円筒ボスはベース筐体２６Ａ、Ｂのどちら側に提供されてもよく、ボールおよびクランプ型コンピュータ・マウントをＣＭＭ１０のどちら側に取付けてもよい。

【００６８】

30

ここで図１５、１６、２７Ａ、Ｂおよび２８を参照するに、ＣＭＭ１０と共に用いるのに好適なカウンタ・バランスについて述べる。従来、本明細書に記述しているタイプの可搬式ＣＭＭは、カウンタ・バランスとして用いるべく多関節アームの外側にアウトリガー状に別個に据付けられた、外部据付けコイルバネを用いている。対照的に、本発明は多関節アームの断面全高を低くできる完全に一体化された内部カウンタ・バランスを用いる。通常、従来技術のカウンタ・バランスは、カウンタ・バランス機構に巻きコイルバネを利用していた。しかし、本発明の主要な特徴に従い、カウンタ・バランスは機械加工されたコイルバネ（巻きコイルバネではなく）を用いる。この機械加工バネ１１０は、図１６および２７Ａ～Ｂに示されており、金属（鋼）の単一シリンダから形成されている。当該シリンダは、コイルの対向端部に一对の比較的広いリング１７４、１７６を、および端部コイル１７４、１７６の間に中間コイルを形成する比較的より狭いリング１７８を提供すべく機械加工されている。広い方の端部リング１７４、１７６が筐体６４"のシャフト６２'、１８２の各側面１８０に係合することにより、バネ１１０の横方向の動きを防いでいることを評価されたい。より広い、剛性端部リング１７４、１７６は、ねじれ防止装置として機能し、従来技術の巻きバネに比べてより優れた機能を提供する。端部リング１７４は好適には一对のロッキングポスト１８４、１８６（但し１個のロッキングポストだけが使用されが）を含み、一方、端部リング１７６はロッキングポスト１８８を含む。

40

【００６９】

図２７Ｂを参照するに、各デュアルソケット関節４６、４８は、デュアルソケット関節４６内の１９０および１９１に示すチャンネルを含み、各々のポスト１８４、１８６または

50

188を受容する。図28を参照するに、ピン184、186はデュアルソケット関節48の適当な溝またはグループ内の固定位置に残留し、ピン188の位置はバネ110上の全体的な巻き上げを最適化して最も効率的なカウンタ・バランス力を提供すべく変更することができる。これは、ネジ山付きネジ194を受容するネジ山付き穴192を用いて実現される。図28に示すように、ネジ194を操作して、ピン188に接触させ、図27Bに示すようにピン・アクセス・グループ190と直交する内側の溝196に沿ってピン188を円周に沿って時計回りに動かすことができる。ネジ194は好適には工場でバネ110を最適化すべく配置されている。

#### 【0070】

多関節アーム14を利用している間、エンコーダ/ベアリング・カートリッジ108は10  
ヒンジ関節として作用し、ピン184、186および188は、デュアルソケット関節46、48のソケット内へ挿入されて接着剤により固定されたならば、その各々のグループに固定される点を評価されたい。ソケット関節48がソケット関節46に対して(カートリッジ108のヒンジ関節を経て)回転された場合、バネ110が巻き上げられる。ソケット関節48が初期位置へ逆回転することが望ましい場合、バネ110を巻いた力は所望のカウンタ・バランス力を提供しつつ解放される。

#### 【0071】

多関節アーム14が、グラインダ、梁または天井に逆さに据付けられることが望ましい場合、必要なカウンタ・バランスに対する適当な向きが実現されるために、バネ110は同様に反転(または後退)にすることができる。20

#### 【0072】

ここで図29および30A~Cを参照するに、測定用プローブ28の好適な実施形態について以下に述べる。プローブ28は、プリント回路基板118を収容すべく内部空間198を有する筐体196を含む。筐体196が上述のタイプのデュアルソケット関節を構成し、回路基板118を支持すべく支持部材199が固定されたソケット197を含む点を評価されたい。好適には、ハンドル28は2個のスイッチ、すなわち実行スイッチ200および確認スイッチ202を含む。操作者がこれらのスイッチを用いて、測定の実行(実行スイッチ200)、および動作中に測定の確認(確認スイッチ202)の両方を行なう。本発明の主要な特徴によれば、スイッチは使用中に極力混同しないよう、互いに相違している。この相違は一つ以上の方式で実現することができる。例えば、スイッチ200、202は、異なる高さおよび/または異なる手触り(スイッチ200の上面が滑らかなのに対してスイッチ202には窪みが付けられている点に注意されたい)および/または異なる色(例えば、スイッチ200が緑色でスイッチ202が赤色)であってよい。また、本発明の主要な特徴によれば、インジケータ・ライト204は適切なブローピングを示すべくスイッチ200、202に関連付けられている。インジケータ・ライト204は好適には二色光であって、例えば、光204は測定実行時に緑色(緑色の実行ボタン200を押下して)、測定の確認時に赤色(赤色のボタン202を押下して)になる。多色光の利用は、光204の光源として公知のLEDを用いて容易に実現できる。握りやすくするため、美観を向上させるため、および衝撃を抑制するために、206で示す上述のタイプの外側保護カバーがプローブ28の一部を覆うように配置されている。ボタン200、202およびランプ204の取付け用にスイッチ回路基板208が用意されて、支持部材199により支持されている。スイッチ基板208は、短いヒンジ関節36の制御だけでなくスイッチおよび光インジケータを制御する部品を収納する基板118と電気的に相互接続されている。30  
40

#### 【0073】

本発明の別の主要な特徴によれば、また図30A~Cおよび図29の両方を参照するに、プローブ28は永久固定されたタッチ・トリガプローブ、並びにタッチ・トリガプローブを保護しながら固定プローブを適応させる取外し可能なキャップを含む。タッチプローブ機構は図29の210に示され、簡素化された三点運動シートに基づく。この従来の構造は、接触バネ216により一方に押さえ付けられたボール214に接触するノーズ2150

2を含む。3本の接触ピン(1本のピンを218で示す)が下側にある電気回路と接触している。プローブ・ノーズ212に対して何らかの力が加えられたならば、3本のソケットピン218のいずれかが持ち上げられ、その結果下側にある電気回路が開いて、スイッチが起動される。好適には、タッチ・トリガプローブ210は、前面の「実行」スイッチ200と連動して動作する。

#### 【0074】

図30Bに示すように、タッチ・トリガプローブ210を用いる場合、ネジ山付き保護カバー220が、トリガプローブ210を囲むネジ山222にネジ込み式に取付けられる。しかし、タッチ・トリガプローブよりも固定プローブを用いる方が望ましい場合、取外し可能キャップ220が取り外されて、図29および30A~Cの224で示す所望の固定プローブがネジ込み式にネジ山222に取付けられる。固定プローブ224に丸いボール226が取付けられているが、任意の異なる所望の固定プローブ構成もネジ山222を介して容易にネジ込み式にプローブ28に取付けることができる点を評価されたい。タッチ・トリガプローブのアセンブリ210は、プローブ筐体196の一部を形成するネジ山付きコネクタ230内へネジ込み式に受容される筐体228に据付けられている。このネジ込み式の相互接続により、タッチ・トリガプローブ210がプローブ28と完全に一体化される。完全に一体化されたタッチプローブを提供することは、本発明の主要な特徴を表わし、従来技術のCMMに付随する従来技術の取外し可能タッチプローブから区別することができる。更に、永久固定されたタッチ・トリガプローブはまた、上述のように容易にハード・プローブに換装できる。

#### 【0075】

図29A~Cに、本発明による測定用プローブの更に別の好適な実施形態を開示する。図29A~Cに測定用プローブ28を28'で示し、これは図29の測定用プローブとほぼ同様であるが「実行」および「確認」スイッチが設定されている点が主な相違である。測定用プローブ28'は、図29に示す離散的なボタン式スイッチではなく、2対の長円形のスイッチ200a~bおよび202a~bを採用している。長円形のスイッチ202a~bおよび200a~bの各対は、それぞれ図29に関して上述した実行スイッチおよび確認スイッチに対応している。測定用プローブ28'の実施形態が測定用プローブ28の実施形態に比べて有利な点は、長円形スイッチの各対202および200が測定用プローブのほぼ全周囲(または少なくとも周囲の大半)を囲み、従って可搬式CMMの操作者の始動がより容易に行なえることである。図29の実施形態と同様に、各スイッチにインジケータ・ライト204が関連付けられていて、ライト204およびスイッチ200、202がそれぞれの回路基板208'に据付けられている。また、図29の実施形態と同様に、スイッチ200、202は例えば異なる高さ、異なる手触りおよび/または異なる色を用いることで区別することができる。好適には、どの部位が押下されてもボタンが始動できるように、スイッチ200、202は若干の遊びを有する。図29の実施形態と同様に、上述の外側保護カバーが、206で適用され、プローブ28'の一部を覆うように配置されている。

#### 【0076】

ここで図31を参照するに、CMM10に使用する別の測定用プローブの概要を232に示す。測定用プローブ232は図29の測定用プローブ28と同様であるが、プローブ232が回転ハンドル・カバー234を含んでいる点が主な違いである。回転カバー234は間隔を置かれた一对のベアリング236、238に据付けられていて、当該ベアリング対は、カバー234が内芯240の回りを(ベアリング236、238を介して)自由回転可能に内芯または支持部240に据付けられている。ベアリング236、238は好適にはラジアル・ベアリングであって、プローブの扱い起因するアーム上の寄生トルクを最小化する。重要なのは、スイッチ板208'および対応するスイッチ200'、202'、並びに発光ダイオード204'が回転するように、すべて回転ハンドルカバー234に据付けられている点である。回転中は、処理回路基板118'への電気接続性は、静止円形チャンネル244に接触する間隔を置かれた公知の複数のバネフィンガー242を含む

従来のスリップリング機構 2 4 2 を用いて提供される。次いで、これらの接触チャネル 2 4 4 は、回路基板 1 1 8 ' に電氣的に接続される。回転ハンドル・カバー 2 3 4 およびスイッチ・アセンブリは、このようにスリップ・リング・コンダクタ 2 4 2 を用いて、内芯またはプローブ・シャフト 2 4 0、およびエレクトロニクス基板 1 1 8 ' に電氣的に結合される。プローブハンドル 2 3 4 の回転により、スイッチ 2 0 0 '、2 0 2 ' をユーザーに便利な方向へ向けることができる。これにより、多関節アーム 1 4 ' は取扱いの間、未知の力を最小化することにより正確に測定が行なえる。カバー 2 3 4 は好適には、剛性ポリマーから作られていて、適当な窪み部 2 4 6 および 2 4 8 を与えられているため、プローブの操作者による把持や操作を容易かつ便利にすることができる。

#### 【0077】

10

プローブ 2 3 2 の残りの部分は、永久かつ一体的に取付けられたタッチプローブをカバー 2 0 0 に提供することを含めて 2 1 0 プローブ 2 8 によく似ている点を評価されたい。スイッチ 2 0 0 '、2 0 2 ' は見分けやすくするために、異なる高さおよび異なる表面触りを有することに注意されたい。

#### 【0078】

回転カバー 2 3 4 は、上述の米国特許第 5, 6 1 1, 1 4 7 号に開示されているようなプローブでの第 7 の回転軸の必要性を軽減できる点で、CMM 分野の重要な進歩である。第 7 軸を追加すればシステムにエラーの可能性が増えるだけでなく、CMM がより複雑かつ高価になる恐れがある点を理解されたい。回転可能プローブ 2 3 2 を用いることにより、複雑な第 7 のトランスデューサおよび付随するベアリング、エンコーダおよび電子機器なしでもプローブ端部でのハンドル位置に必要な回転をプローブが提供できるため、「真の」第 7 軸の必要性が軽減される。

20

#### 【0079】

「真の」第 7 軸を有する測定用プローブ、すなわちロータリー回転を測定する第 7 のロータリー・エンコーダを有する測定用プローブを用いることが望ましい場合、そのような測定用プローブを図 3 7 ~ 4 0 に示す。これらの図を参照するに、測定用プローブ 5 0 0 を示すが、そのような測定用プローブは図 2 9 の測定用プローブとほぼ同様であるが、上述のタイプのモジュラー・ベアリング/トランスデューサ・カートリッジ 5 0 2 が挿入されていること、測定用プローブの側面に実行および確認スイッチ 5 0 4、5 0 6 が存在すること、および取外し可能なハンドル 5 0 8 が含まれていることが主な違いである。

30

#### 【0080】

モジュラー・ベアリング/トランスデューサ・カートリッジ 5 0 2 が上で詳述したカートリッジとほぼ同様であって、回転可能シャフト、シャフト上のベアリング対、光エンコーダ・ディスク、当該光学エンコーダ・ディスクから間隔を置きながら光学的に導通している少なくとも 1 個かつ好適には 2 個の光学読み取りヘッド、並びに離散的モジュラー・ベアリング/トランスデューサ・カートリッジを規定すべく、ベアリング、光エンコーダ・ディスク、読み取りヘッド(群)および軸の少なくとも一部を囲む筐体を含む。エンコーダの電子機器用の回路基板 5 0 3 は、プローブ 5 0 0 とともに開口部 5 0 4 にある。実行および確認ボタンの対 5 0 4、5 0 6 は、プローブ 5 0 0 の下向きに突き出る筐体部分 5 1 0 のいずれかの側に配置されていて、図 2 9 の測定用プローブの実施形態と同様に適当な PC 基板 5 1 2 にボタンが接続されている。同様に、先に述べた実施形態と同様にインジケータ・ライト 5 1 3 がボタン 5 0 4、5 0 6 の間に配置されている。筐体 5 1 0 のネジ山付き一対の開口部 5 1 4 は、測定用プローブ 5 0 0 を用いる間の回転操作を容易にすべくハンドル 5 0 8 の取外し可能な取付け部品用の固定具を受容する。

40

#### 【0081】

他の全ての重要な点において、測定用プローブ 5 0 0 は図 2 9 の測定用プローブ 2 8 と同様であり、タッチ・トリガプローブを保護しながら固定プローブ 5 1 8 を適合させるための取外し可能キャップだけでなく部材 5 1 6 において永久固定されたタッチ・トリガプローブを好適に利用している。測定用プローブ 5 0 0 に含まれる第 7 のロータリー・エンコーダ 5 0 2 により、公知のレーザー線スキャナその他の周辺機器との関連で CMM 1 0

50

を使いやすくなる点を評価されたい。

【0082】

ここで図2～4、23および25を参照するに、本発明の主要な特徴によれば、CMMに電力供給すべく河搬式電源が用意されていて、従って完全に可搬式のCMM10が提供される。これは、電源がACコードだけに基づいていて従来技術のCMMとは対照的である。更に、CMM10はまた、従来のプラグイン・ソケットを介してAC/DCアダプタからACコードにより直接電力供給を受けることができる。図2、3および25に示すように、従来の再充電可能な電池（例：リチウムイオン電池）を22で示す。電池22は従来型の電池支持部252に機械的かつ電氣的に接続されていて、当該支持部は次いで、回路基板20に配置されている従来型の電源および電池再充電回路部品254に電氣的に接続している。また、オン/オフスイッチ258（図3参照）および高速通信ポート260（好適にはUSBポート）もまた基板20と導通している。アーム14の関節電子機器は、RS-485バスを用いる基板20に接続されている。電池22は分離された充電器で充電することも、あるいは従来型ビデオ・カメラで通常見られるようにクレイドル252に置いて充電することも可能である。可搬式コンピュータ172（図2参照）が内蔵型電池で数時間動作でき、および/または代替的にCMM10の電源装置254に電氣的に接続されていてよい点を評価されたい。

10

【0083】

本発明によるオンボードの電源/再充電ユニットは好適には、この部品をベース12の一体化された部分として、より詳しくはプラスチック。ベース筐体26A、Bの一部として配置することによりCMM10と一体化された部分として配置されている。また、好適には筐体26A、Bが、予備電池、プローブ等を格納するためにピボット回転可能な蓋262を有する小さい格納領域259を含むことにも注意されたい。

20

【0084】

ここで図4、25および32～34を参照するに、CMM10用の新規な磁気取付け装置について述べる。この磁気取付け装置の概要を図4、25、32および33の番号24で示す。磁気マウント24は、ネジ山付き部分268で上端部が終端する円筒状の非磁性筐体266を含む。CMM10で用いられる好適なネジ山の全てと同様に、ネジ山268は図25に最もわかりやすく示すように、第一の長関節16のネジ山126にネジ込み式に接続することを意図した先細ネジである。非磁性筐体266は、互いに180°逆向きに配置されて筐体266から外向きかつ下方へ伸長する2本の長手伸長部270、272を除いてほぼ円筒状の構成である。長手伸長部270、272のいずれかの側に一对の半円筒状の筐体274、276が取り付けられていて、その各々が「磁性」材料、すなわち鉄や磁気ステンレス鋼等、磁化可能な材料から形成されている。「磁性」筐体の半体274、276と、長手伸長部270、272と共に、磁芯278を受容および収容する一端が開いた円筒状の囲みを形成する。磁芯278は、非磁性中心280が一对の希土類磁石（例：ネオジム鉄ホウ素）282、284に挟まれた長方形をなしている。非磁性中心280を貫通して軸孔286が用意されている。円形のカバープレート288が磁芯278の下側に配置されていて、要素274、276および長手伸長部270、272により形成される下部筐体内に置かれる。シャフト290が筐体266の円形開口部292を貫通して配置されていて、磁芯278の軸孔286を貫通して下方へ伸びる。シャフト290は、上部ベアリング292および下部ベアリング294による回転のために支持されている。上部ベアリング292は筐体266の内部円筒状凹部により受容され、下部ベアリング294はカバープレート288の類似の円筒状凹部により受容される。レバー296がシャフト290から外向けかつ垂直に伸長して、以下に述べるように、磁気マウント264用にオン/オフ機構を提供する。レバー296は、筐体266を通る溝297を通して筐体266から外向きに伸長する（図25参照）。

30

40

【0085】

レバー296、シャフト290およびベアリング292、294のアセンブリ全体は、ネジ山付き上部固定具298および下部止め輪300を用いて互いに固定される。磁気マ

50

ウント 264 の各種の部品は、例えば、筐体 266 を「磁性」材料筐体部分 274、276 に接続するネジ山付き固定具 302、および筐体部分 274、276 をカバー 288 と相互接続させるネジ山付き固定具 304 により更に固定されることを理解されたい。更に、ネジ山付き固定具 306 は筐体 266 の長手伸長部 270、272 をカバー 288 に取付ける。ピン 308 は、シャフト 290 を磁芯 278 にロックすべく磁芯 278 内の横方向の開口部およびシャフト 290 の横方向の開口部により受容される。このようにして、レバー 296 が回転するにつれて、シャフト 290 はシャフト接続 208 を介して磁芯 278 を回転させる。

#### 【0086】

図 1、3 および 25 に示すように、レバー 296 は、ベース 12 の外側にあつて容易に手が届き、磁気マウント 264 を始動すべく用いるハンドル 310 に接続している。このような始動を実現するために、ハンドル 296 を単に動かすだけである（図 1 では右から左へ）。ハンドル 310 の移動により、回転レバー 296 が回され、次いでシャフト 290 を回転させ、次いで希土類磁石 282、284 を非動作位置（磁石 282、284 が非磁性伸長部 270、272 に整列している）から、磁石 282、284 が磁気材料 274、276 に整列する始動位置へ回転させる。上述のように磁石が磁気材料に整列している場合、磁場（磁束）が形成される。同様に、磁石 282、284 が磁気材料 274、276 と整列していない場合、磁束は遮断される。この状態で、磁気ベースは、それが載る台座から分離することができる。しかし、非整列位置にあつても、若干の残留磁束がある点に注意されたい。小さい残留磁束は磁石と相互作用して、台座に戻された際にレバー 296 を自動的に逆回転させて「オン」位置に戻すため、「オフ」位置にあるこの小さい残留磁束は本発明の肯定的な特徴である。磁石が磁性材料と整列している場合、強い磁場が生じて図 25、33 の番号 312 で示すように半円形要素 274、276 が底部に形成された環状面に磁氣的に接着される点を評価されたい。

#### 【0087】

本発明の磁気マウント 264 は、（ネジ 268 により）取外し可能なように据付けられていて、ネジマウントや真空マウント等、他の取付け具により代替できるため、完全に一体化されていながら取外し可能な据付け装置を提供する。無論、適切に使用するためには、磁気マウント 264 を磁化可能な表面に配置して、動作させるために（レバー 296 を介して）始動しなければならない。非磁性表面（例：花崗岩）に取付けが必要な場合、磁気ベースと非磁性表面の間でインターフェース・プレートその他の適切な機構を用いる必要がある。

#### 【0088】

好適な実施形態を示して説明してきたが、本発明の概念と範囲を逸脱することなく改良を加えることが可能である。従って、本発明について図解しながら述べてきたが、本発明を限定するものではない点を理解されたい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0089】

【図 1】多関節アームおよび取付けられたホストコンピュータを含む本発明の可搬式 CMM の正面斜視図である。

【図 2】図 1 の CMM の背面斜視図である。

【図 3】図 1 の CMM（ホストコンピュータを取外した）の右側面図である。

【図 3A】長関節のうち 2 個を覆う、僅かに変更された保護スリーブを有する図 1 の CMM の右側面図である。

【図 4】本発明の CMM のベースおよび第一の多関節アーム断面を示す部分的分解斜視図である。

【図 5】本発明の CMM のベース、第一のアーム断面および部分的に分解された第二のアーム断面を示す部分的分解斜視図である。

【図 6】本発明の CMM のベース、第一のアーム断面、第二のアーム断面、および部分的に分解された第三のアーム断面を示す部分的分解斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明に従い、2 個のデュアルソケット関節の間で組み立てられる一対のエンコーダ / ベアリング・カートリッジを示す分解斜視図である。

【図 8】図 7 のベアリング / エンコーダ・カートリッジおよびデュアルソケット関節の正面立面図である。

【図 9】本発明による、短いベアリング / エンコーダ・カートリッジの分解斜視図である。

【図 9 A】図 9 と同様であるが、単一の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 9 B】図 9 と同様であるが、4 個の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 9 C】図 9 B の組み立て後の斜視図である。

【図 9 D】図 9 と同様であるが、3 個の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 9 E】図 9 D の組み立て後の斜視図である。

【図 10】図 9 のカートリッジの立断面図である。

【図 11】本発明による長いベアリング / エンコーダ・カートリッジの分解斜視図である。

【図 11 A】図 11 と同様であるが、単一の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 12】図 11 のカートリッジの立断面図である。

【図 12 A】図 12 のカートリッジのシャフト回りに回転可能な二重読み取りヘッドを示す立断面図である。

【図 13】本発明による更に別のベアリング / エンコーダ・カートリッジの分解斜視図である。

【図 13 A】図 13 と同様であるが、単一の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 14】図 13 のカートリッジの立断面図である。

【図 15】本発明による、ベアリング / エンコーダ・カートリッジおよびのカウンタ・バランスバネの分解斜視図である。

【図 15 A】図 15 と同様であるが、単一の読み取りヘッドを示す分解斜視図である。

【図 16】図 15 のカートリッジおよびカウンタ・バランスの立断面図である。

【図 17】本発明に従い用いられる、より大きい直径のベアリング / エンコーダ・カートリッジ用の二重読み取りヘッド・アセンブリの平面図である。

【図 18】図 17 の線 18 - 18 に沿って切断した立断面図である。

【図 19】図 17 の二重読み取りヘッド・アセンブリの底面図である。

【図 20】本発明による、より小さい直径のベアリング / エンコーダ・カートリッジ用の二重読み取りヘッド・アセンブリの平面図である。

【図 21】図 20 の線 21 - 21 に沿って切断した立断面図である。

【図 22】図 20 の二重読み取りヘッド・アセンブリの底面図である。

【図 23 A】単一読み取りヘッドを用いる本発明の CMM 用の電子機器構成を示すブロック図である。

【図 23 B】二重読み取りヘッドを用いる本発明の CMM 用の電子機器構成を示すブロック図である。

【図 24】本発明の CMM を（ベースを取り除いて）、長手方向に切断した立断面図である。

【図 24 A】図 24 の CMM の立断面図である。

【図 25】図 24 の CMM のベースおよび第一の長関節セグメントを示す図 24 の一部の拡大断面図である。

【図 25 A】本発明の別の実施形態による長関節と短関節の間の相互接続の斜視図である。

【図 25 B】図 25 A の一部を長手方向に切断した立断面図である。

【図 26】第二および第三の長関節セグメントを示す図 24 の一部の拡大断面図である。

【図 26 A】第二および第三長関節並びにプローブを示す図 24 A の部分の拡大断面図である。

10

20

30

40

50



【図 2 6 B】第二および第三長関節並びにプローブを示す 2 4 A の部分の拡大断面図である。

【図 2 7 A】本発明による第一の短関節 / カウンタ・バランス・アセンブリを示す分解側立面図である。

【図 2 7 B】2 7 A 図の部品を示す斜視図である。

【図 2 8】本発明の内部カウンタ・バランスを示す立断面図である。

【図 2 9】本発明による測定用プローブの第一実施形態の側立面断面図である。

【図 2 9 A】本発明による測定用プローブの別の実施形態の側立面図である。

【図 2 9 B】図 2 9 A の線 2 9 B - 2 9 B に沿った立断面図である。

【図 2 9 C】図 2 9 A、B で用いられる「実行」または「確認」スイッチの斜視図である 10

。【図 3 0 A】本発明による一体化タッチ・プローブアセンブリおよびハードプローブアセンブリへの換装を示す一連の立面平面図である。

【図 3 0 B】本発明による一体化タッチ・プローブアセンブリおよびハードプローブアセンブリへの換装を示す一連の立面平面図である。

【図 3 0 C】本発明による一体化タッチ・プローブアセンブリおよびハードプローブアセンブリへの換装を示す一連の立面平面図である。

【図 3 1】本発明による測定用プローブの更に別の実施形態の側立面断面図である。

【図 3 2】本発明による一体化磁気ベースの分解斜視図である。

【図 3 3】図 3 2 の磁気ベースの立断面図である。 20

【図 3 4】図 3 2 の磁気マウントの平面図である。

【図 3 5】二重読み取りヘッドを有する R A A B ' 3 5 6 による C M M 関節の立断面図である。

【図 3 6】二重読み取りヘッドを有する E A T O N ' 1 4 8 による C M M 関節の立断面図である。

【図 3 7】第 7 軸トランスデューサを有する測定用プローブの側面図である。

【図 3 8】図 3 7 と同様であるが、着脱可能なハンドルを含む側面図である。

【図 3 9】図 3 8 の測定用プローブの背面図である。

【図 4 0】図 3 8 の測定用プローブの立断面図である。

【図 1】

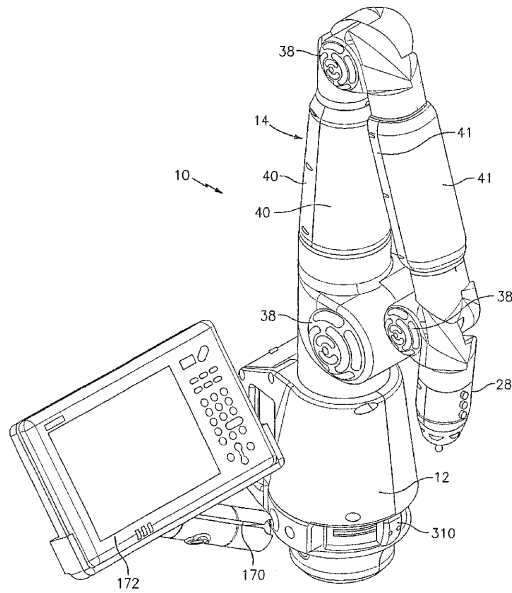
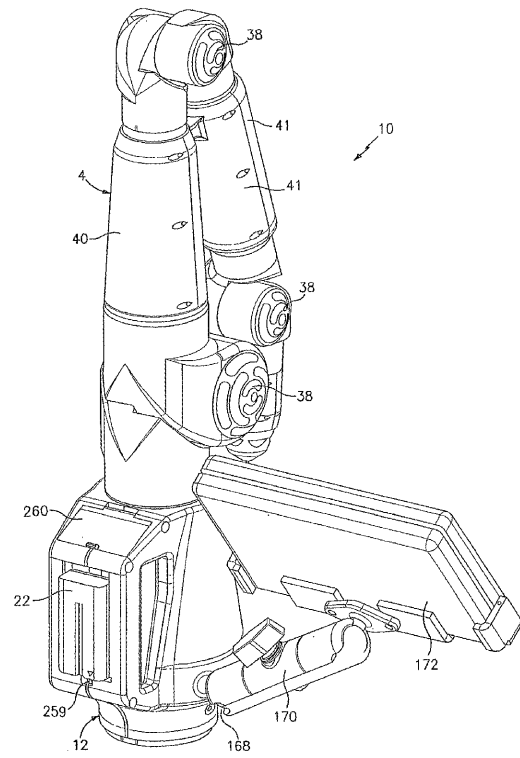


FIG. 1

【図 2】

FIG. 2  
SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

【図 3】

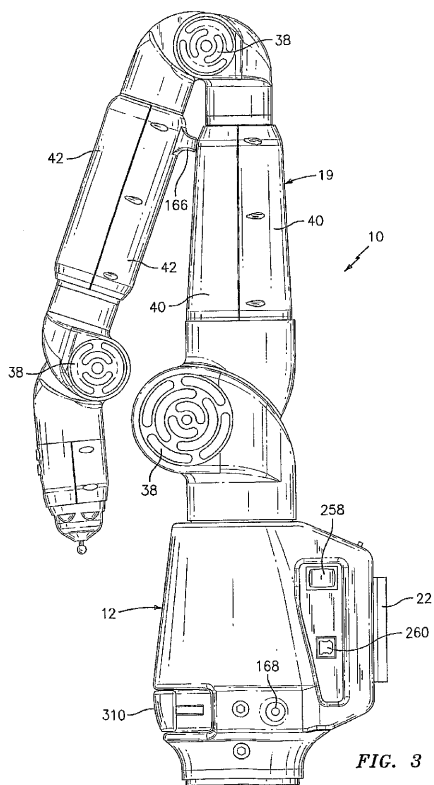


FIG. 3

【図 3 A】

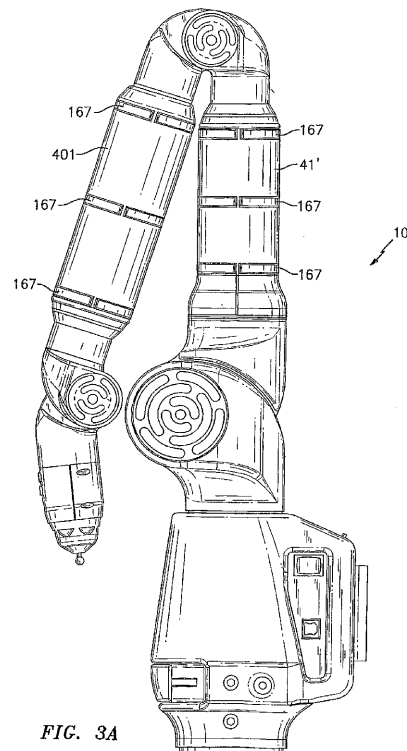


FIG. 3A



【図 8】

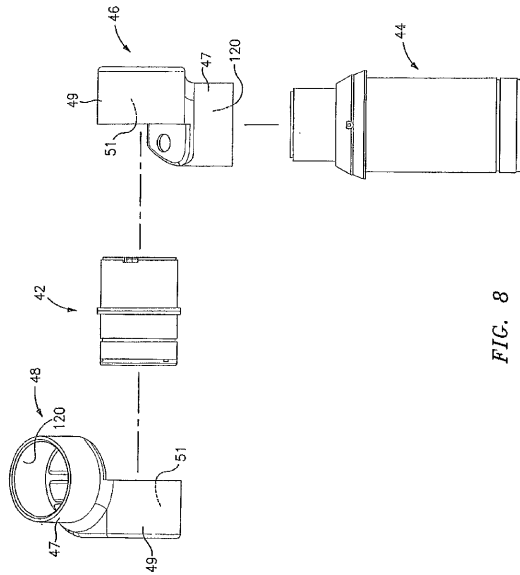


FIG. 8

【図 9】

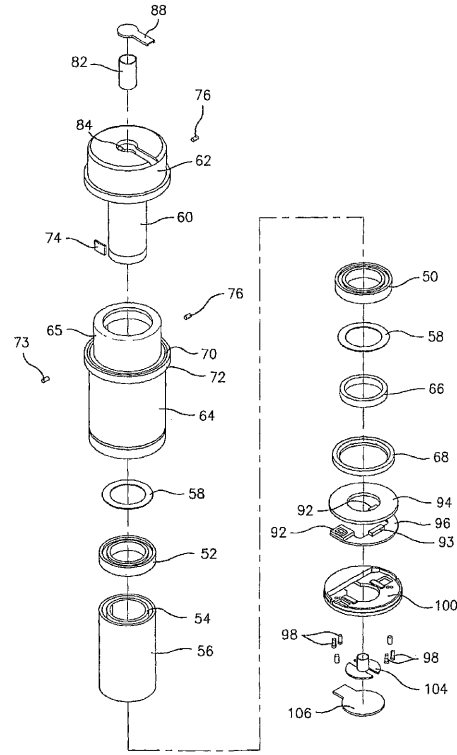


FIG. 9

【図 9 A】

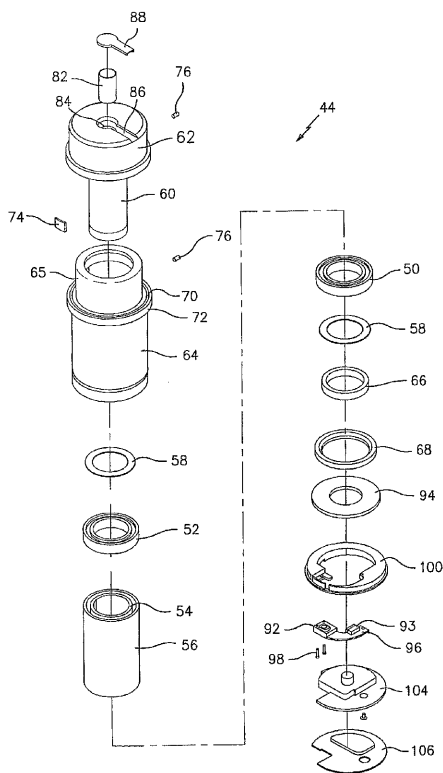


FIG. 9A

【図 9 B】

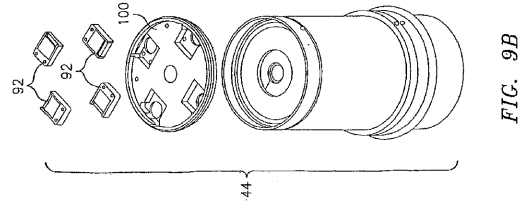


FIG. 9B

【図 9 C】

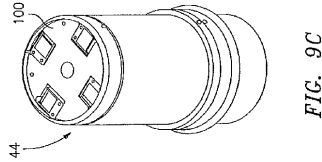


FIG. 9C

【図 9 D】

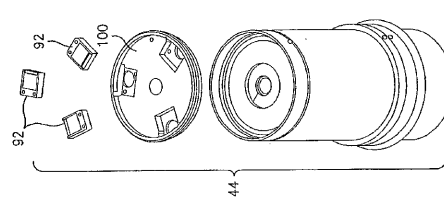


FIG. 9D

【図 9 E】

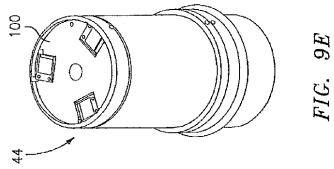


FIG. 9E

【図 10】

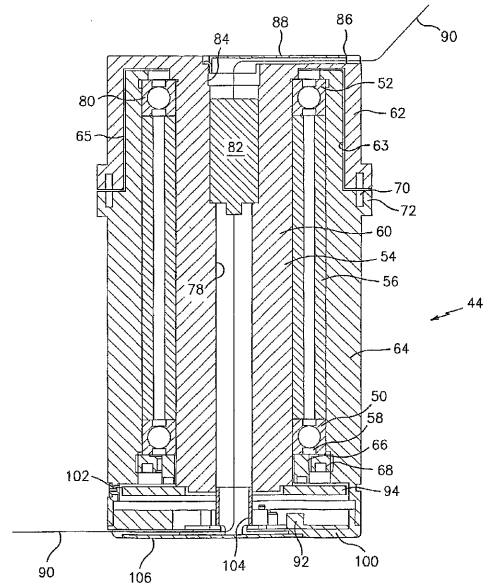


FIG. 10

【図 11】

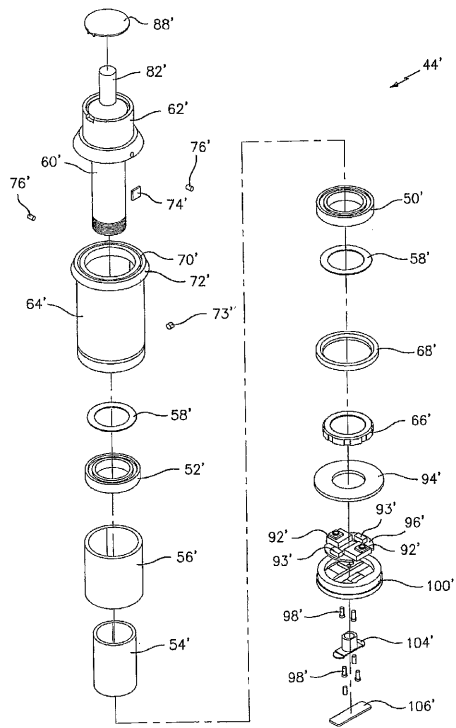


FIG. 11

【図 11 A】

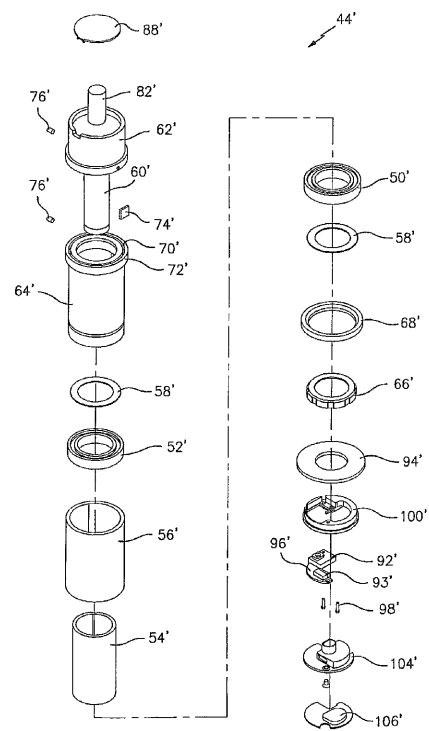


FIG. 11A

【図 12】

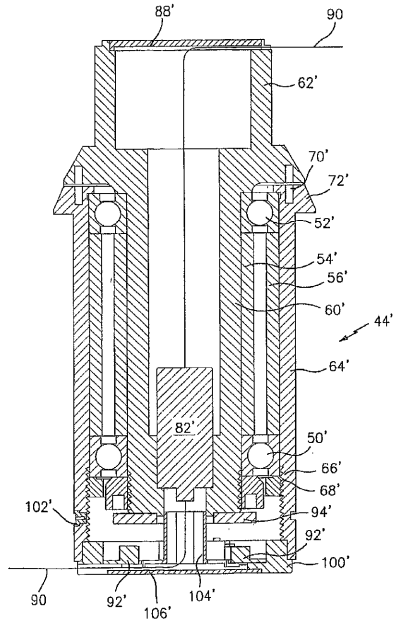


FIG. 12

【図 12 A】

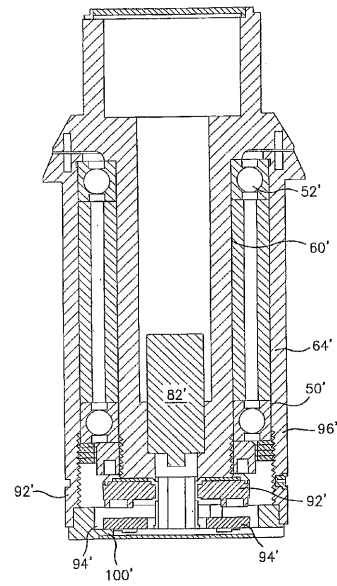


FIG. 12A

【図 13】

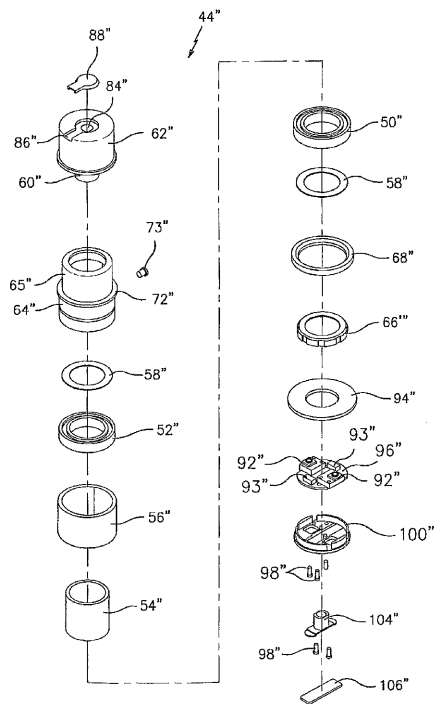


FIG. 13

【図 13 A】

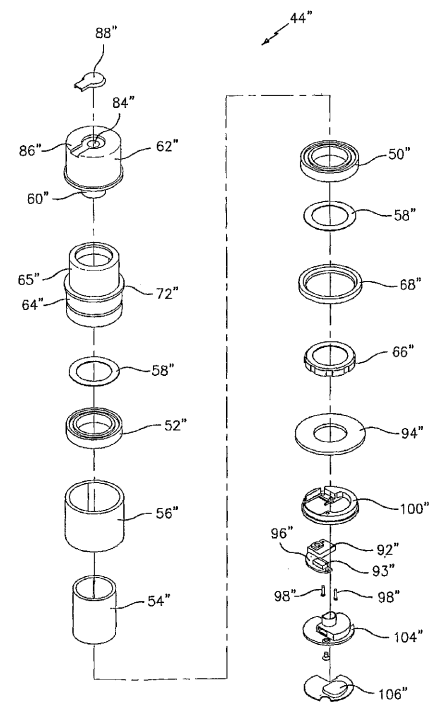


FIG. 13A

【図 14】

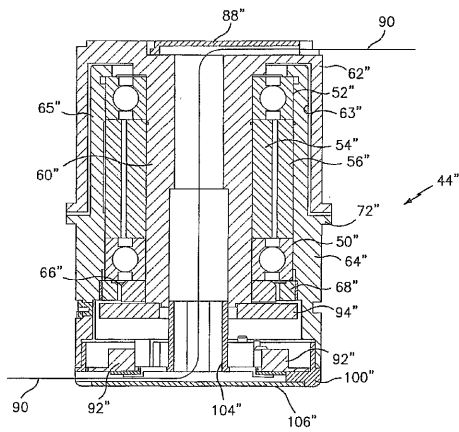


FIG. 14

【図 15】

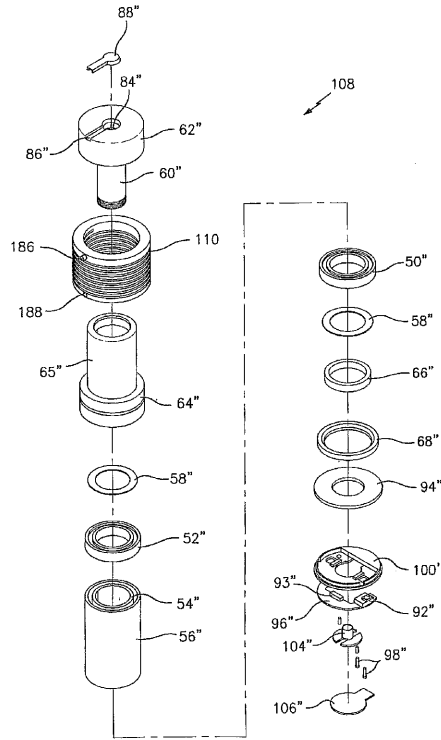


FIG. 15

【図 15A】

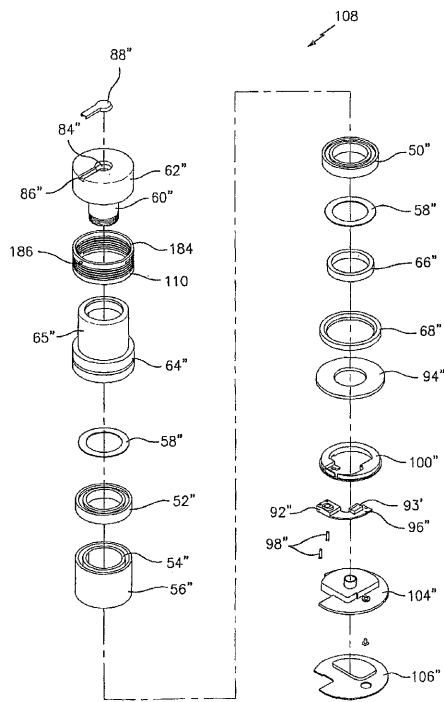


FIG. 15A

【図 16】

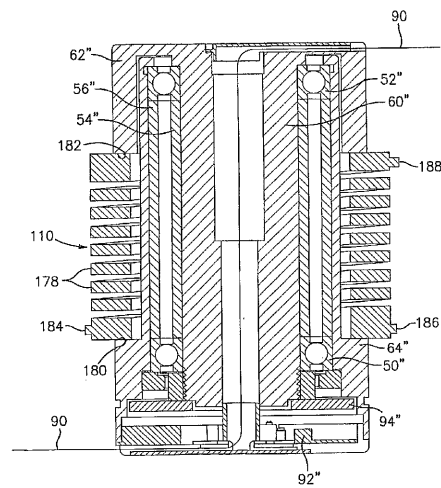


FIG. 16

【図 17】

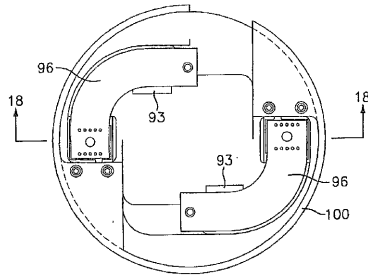


FIG. 17

【図 18】

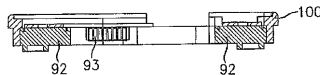


FIG. 18

【図 19】

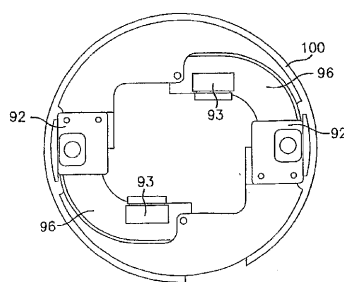


FIG. 19

【図 20】

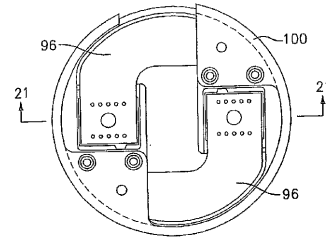


FIG. 20

【図 21】

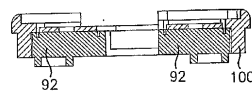


FIG. 21

【図 22】

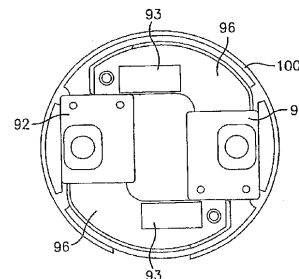
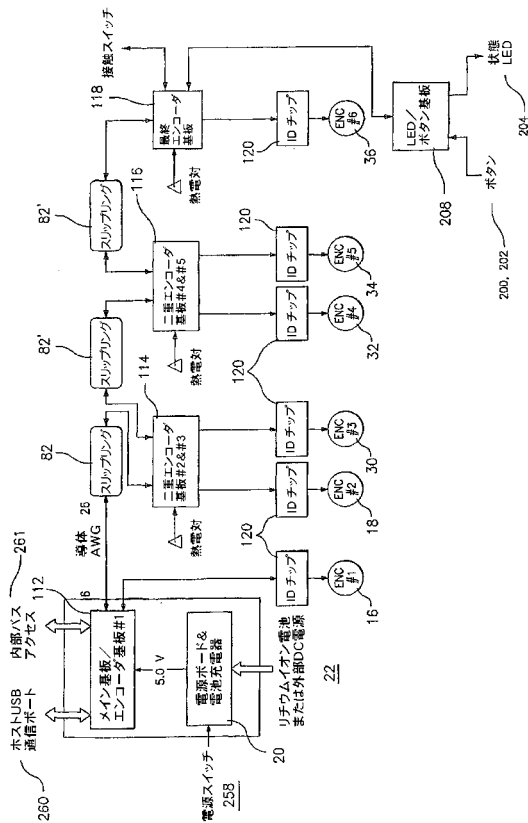
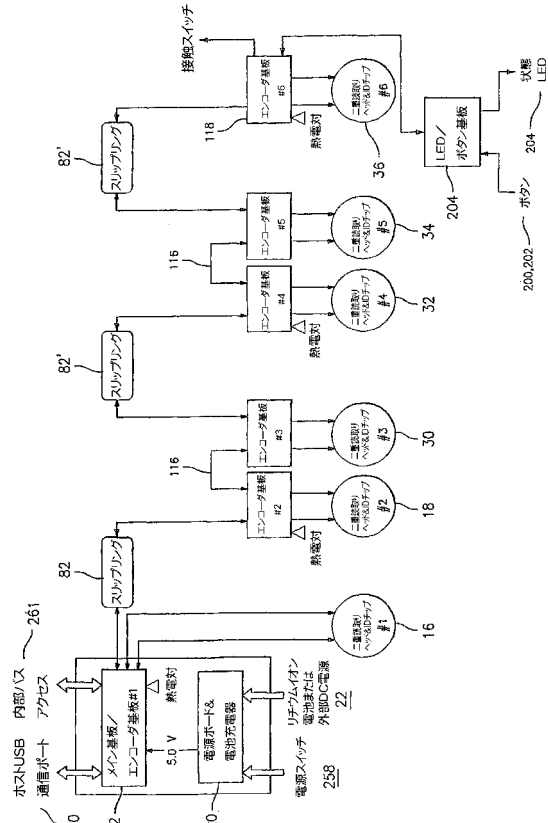


FIG. 22

【図 23 A】



【図 23 B】





【図 2 4】

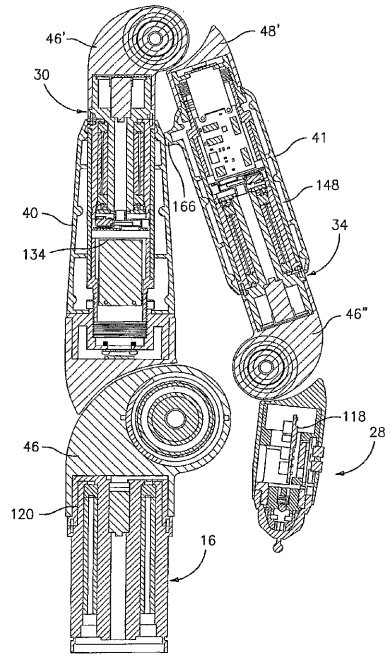


FIG. 24

【図 2 4 A】

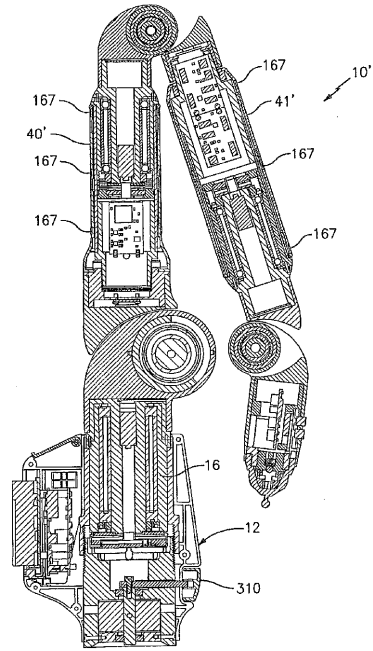


FIG. 24A

【図 2 5】

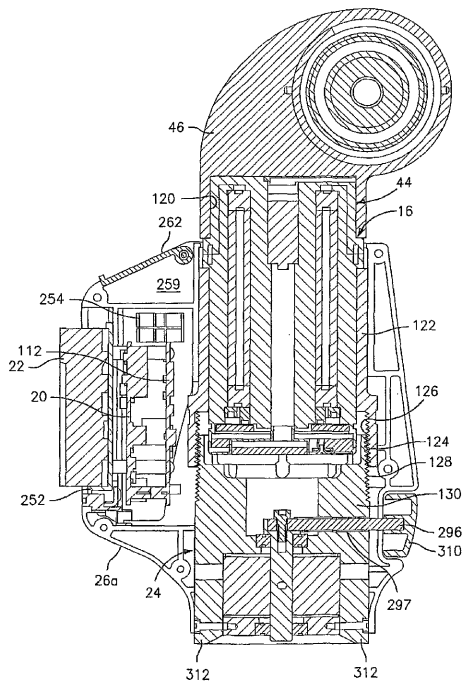


FIG. 25

【図 2 5 A】

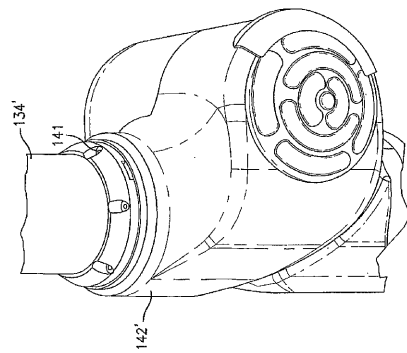


FIG. 25A

【図 2 5 B】

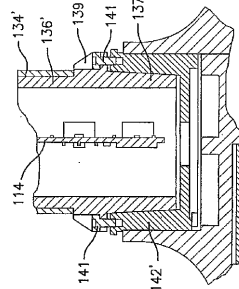


FIG. 25B

【図 26】

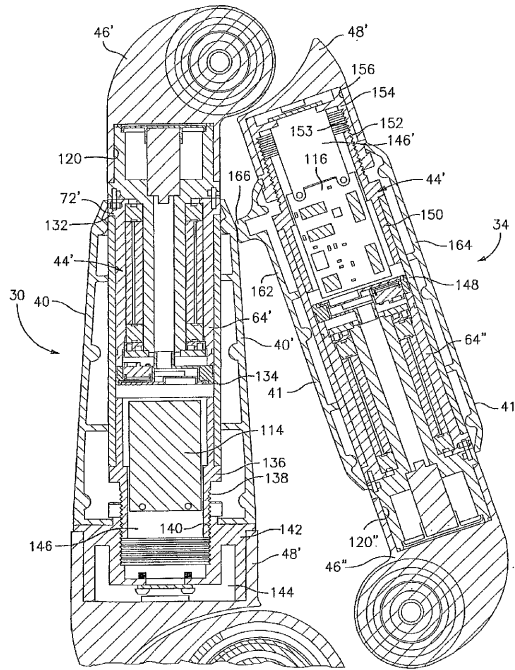


FIG. 26

【図 26 A】

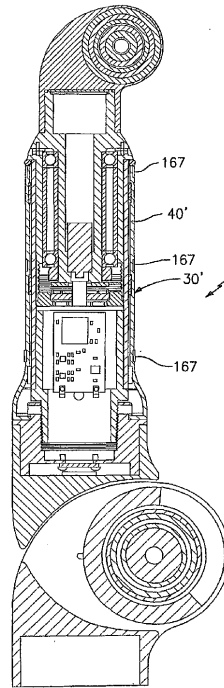


FIG. 26A

【図 26 B】

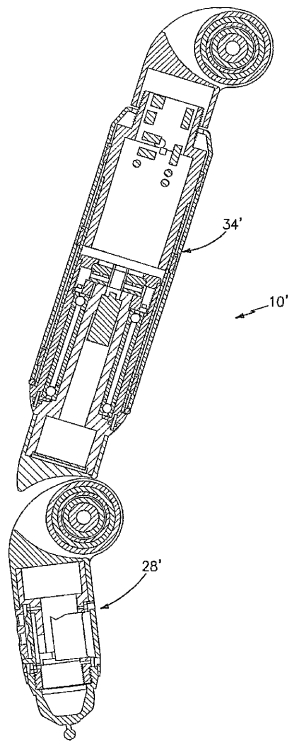


FIG. 26B

【図 27 A】

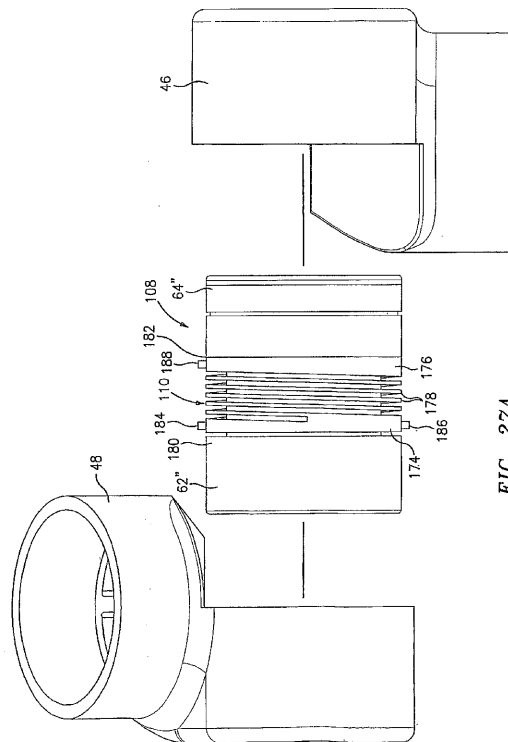


FIG. 27A

【図 27 B】

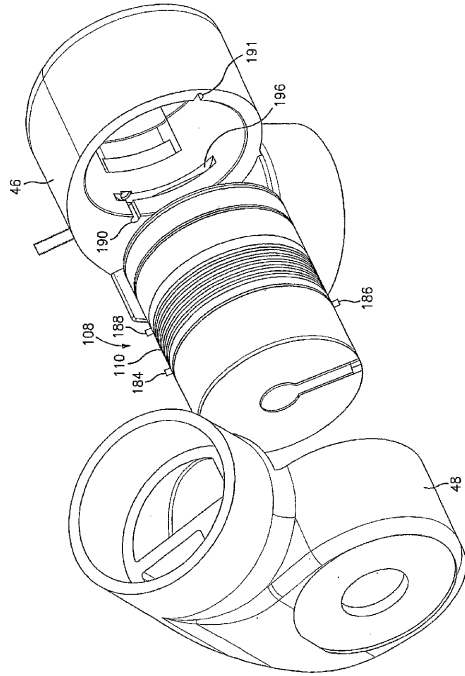


FIG. 27B

【図 28】

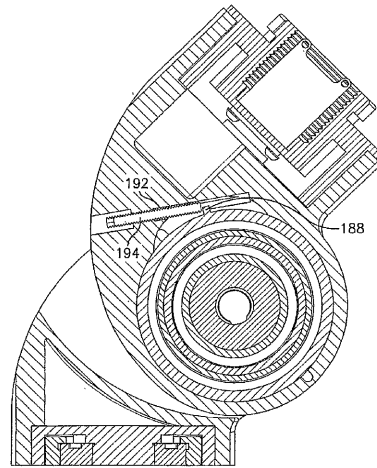


FIG. 28

【図 29】

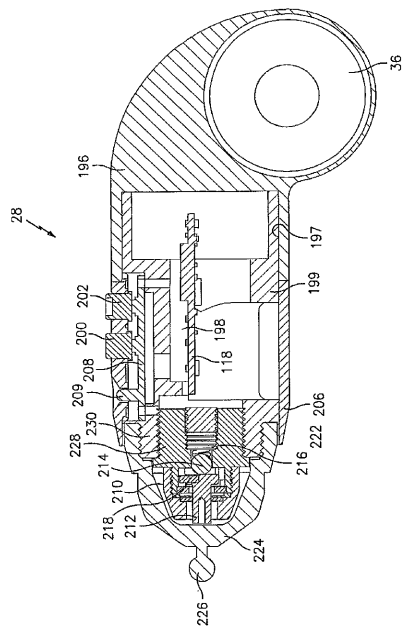


FIG. 29

【図 29 A】

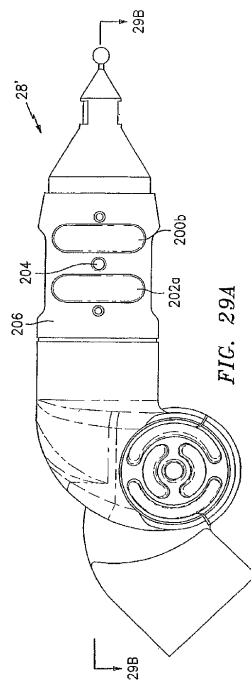


FIG. 29A

【図 29B】

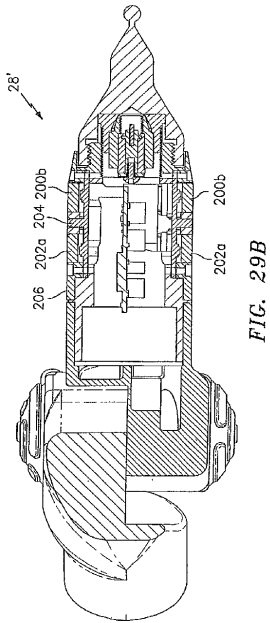


FIG. 29B

【図 29C】

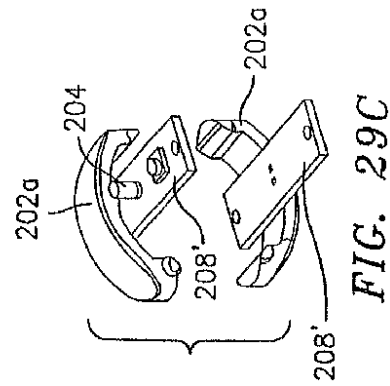


FIG. 29C

【図 30A】

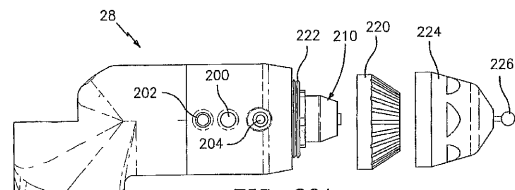


FIG. 30A

【図 30B】

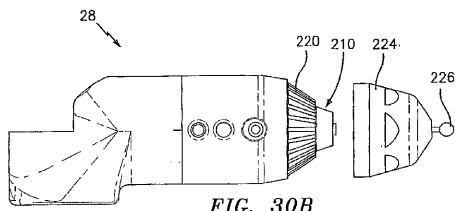


FIG. 30B

【図 30C】

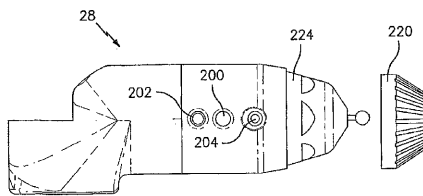


FIG. 30C

【図 31】

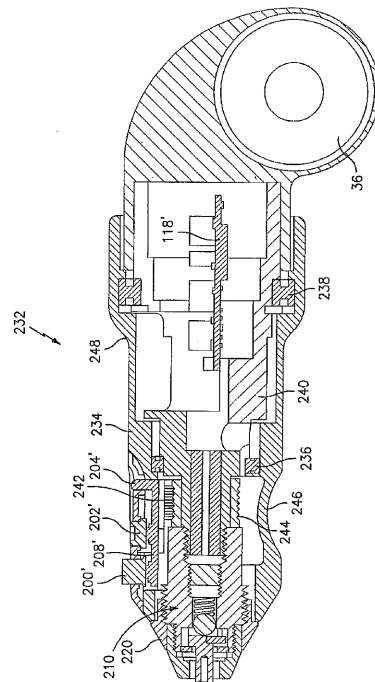


FIG. 31

This exploded perspective view illustrates the assembly 24, which includes a central cylindrical component 266 with a threaded section 268 and a flange 267. The assembly is shown with various components in an exploded state, including a top cap 290, a base 270, and a central shaft 280. The components are labeled with reference numerals: 298, 296, 290, 292, 302, 304, 279, 266, 268, 267, 270, 272, 278, 280, 282, 284, 286, 288, 294, and 300. The assembly is shown in an exploded perspective view, with various components labeled with reference numerals. The components include a central shaft 280, a top cap 290, a base 270, and a flange 267. The assembly is shown in an exploded perspective view, with various components labeled with reference numerals. The components include a central shaft 280, a top cap 290, a base 270, and a flange 267.

FIG. 36

【図 37】

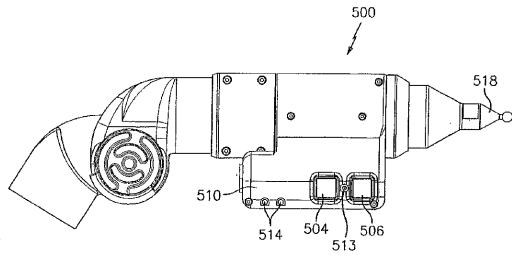


FIG. 37

【図 38】

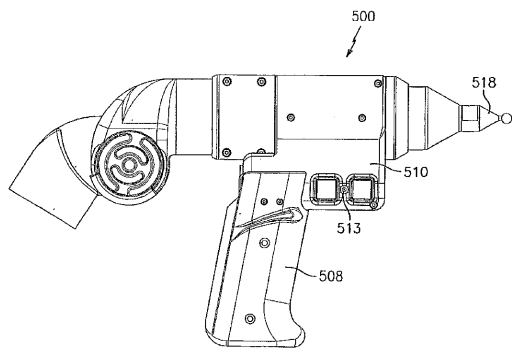


FIG. 38

【図 39】

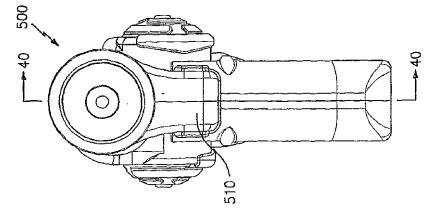


FIG. 39

【図 40】

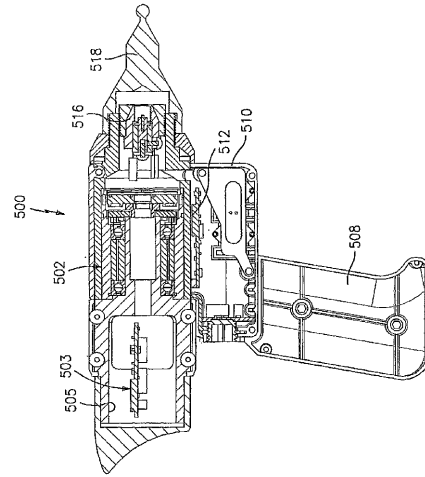


FIG. 40

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 03/04312

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 601B5/008 B23Q35/04 B25J9/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 601B B23Q B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A,P	US 6 366 831 B1 (RAAB SIMON) 2 April 2002 (2002-04-02) column 5 -column 14	1
Y	US 4 662 814 A (ICHIKAWA YOSHIAKI ET AL) 5 May 1987 (1987-05-05) column 7	1
Y	US 5 669 150 A (GUERTIN RAYMOND J ET AL) 23 September 1997 (1997-09-23) column 4 -column 9	1
A	US 4 786 847 A (CASLER JR RICHARD J ET AL) 22 November 1988 (1988-11-22) claims 1-8	1
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 May 2003

Date of mailing of the international search report

04/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/US 03/04312

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 937 759 A (VOLD HAVARD I) 26 June 1990 (1990-06-26) column 7 -column 10 ---	1
A	US 6 219 928 B1 (PARAGUAIAN JOSELITO ET AL) 24 April 2001 (2001-04-24) cited in the application claims 1-23 -----	1-37



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International Application No

PCT/US 03/04312

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6366831	B1	02-04-2002	US 6535794 B1	18-03-2003
			US 5402582 A	04-04-1995
			US 2002087233 A1	04-07-2002
			EP 0740982 A2	06-11-1996
			JP 9011167 A	14-01-1997
			EP 0640902 A2	01-03-1995
			JP 7108479 A	25-04-1995
			CA 2110927 A1	24-08-1994
			DE 4403901 A1	25-08-1994
			DE 4447753 C2	30-11-2000
			DE 9421789 U1	29-08-1996
			DE 9421790 U1	29-08-1996
			DE 9421791 U1	29-08-1996
			DE 9422039 U1	25-09-1997
			DE 9422040 U1	09-10-1997
			DE 9422041 U1	09-10-1997
			DE 9422042 U1	09-10-1997
			DE 9422043 U1	09-10-1997
			FR 2702043 A1	02-09-1994
			GB 2275339 A ,B	24-08-1994
			IT MI940285 A1	23-08-1994
			JP 7004950 A	10-01-1995
			US 5412880 A	09-05-1995
			US 5408754 A	25-04-1995
			US 5611147 A	18-03-1997
US 4662814	A	05-05-1987	JP 1614834 C	15-08-1991
			JP 2034757 B	06-08-1990
			JP 60080591 A	08-05-1985
			DE 3472230 D1	28-07-1988
			EP 0136719 A2	10-04-1985
US 5669150	A	23-09-1997	DE 19681395 T0	16-04-1998
			JP 2000510945 T	22-08-2000
			WO 9636847 A1	21-11-1996
US 4786847	A	22-11-1988	EP 0268495 A2	25-05-1988
			JP 63142404 A	14-06-1988
US 4937759	A	26-06-1990	US 4975856 A	04-12-1990
US 6219928	B1	24-04-2001	DE 19928716 A1	03-02-2000
			FR 2781045 A1	14-01-2000
			GB 2375026 A ,B	30-10-2002
			GB 2339370 A ,B	19-01-2000
			IT T0990564 A1	10-01-2000
			JP 2000024985 A	25-01-2000

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN, GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC, EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,M X,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 サジェディ セヤド アリ

アメリカ合衆国 フロリダ ウィンター パーク ピア シエナ 2 4 3 8

(72)発明者 ハズレオチャー ケニス ジェイ

アメリカ合衆国 フロリダ デルトナ クラウドクロフト ドライブ 5 2 0

(72)発明者 バーバー マルク

アメリカ合衆国 フロリダ デルトナ カッパー ビーチ ブールバード 6 5 4

Fターム(参考) 2F069 AA01 BB04 GG01 GG62 HH02 HH11 JJ08 LL02 MM32