

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4638124号
(P4638124)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 19/02 (2006.01) B 2 5 J 19/02
G O 1 B 7/30 (2006.01) G O 1 B 7/30 1 O 1 A

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-524881 (P2002-524881)	(73) 特許権者	592031514
(86) (22) 出願日	平成13年8月20日 (2001.8.20)		シー. イー. ヨハンソン アクチーボラ グ
(65) 公表番号	特表2004-508214 (P2004-508214A)		スウェーデン国 エスキルスツナ (番地 なし)
(43) 公表日	平成16年3月18日 (2004.3.18)	(74) 代理人	100066692
(86) 国際出願番号	PCT/SE2001/001774		弁理士 浅村 皓
(87) 国際公開番号	W02002/020227	(74) 代理人	100072040
(87) 国際公開日	平成14年3月14日 (2002.3.14)		弁理士 浅村 肇
審査請求日	平成15年8月13日 (2003.8.13)	(74) 代理人	100091339
審判番号	不服2008-20916 (P2008-20916/J1)		弁理士 清水 邦明
審判請求日	平成20年8月14日 (2008.8.14)	(74) 代理人	100094673
(31) 優先権主張番号	0003111-2		弁理士 林 拓三
(32) 優先日	平成12年9月4日 (2000.9.4)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン (SE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットにおいて結合の角度を決定する角度位置測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基台（3）に結合された結合アーム（1）を含む互いに回転結合部（1 a, 1 b）により結合された1つ又は数個の結合アーム（1、1 c）を備えた工業用ロボットのロボットアームであって、

前記結合アーム（1、1 c）間、又は前記結合アーム（1）と前記基台（3）の間の角度関係を正確に測定して前記ロボットアームを好ましい角度位置に調整することを可能にするため、角度変換器（4-7）が前記回転結合部（1 a, 1 b）に設けられ、

該角度変換器が、

円形に配置され半径方向に向けられ、相互間で所定のピッチを有する複数の受信機電極（5、5'）であって、相互に並列接続され所定の第1のピッチで配置された第1の受信電極グループ（5）と、該第1の受信電極グループ内の受信機電極の間に位置し相互に並列接続され前記所定の第1のピッチで配置された第2の受信電極グループ（5'）と、を含む前記受信機電極を、備えた回転子ディスク（4）と、

円形に配置され半径方向に向けられ、前記受信機電極（5、5'）に対向するように該受信機電極と同じ半径方向位置に配置され、相互間で所定の第2のピッチを有する送信機電極用配置位置があり、該送信機電極用配置位置の一部に配置された送信機電極（6）をもった固定子ディスク（7）と、

を含み、

それらディスク（4、7）は同心かつ互いに回転可能に配置され、それらディスクは更

10

20

に前記回転子ディスク（４）上の前記受信機電極と前記固定子ディスク（７）上の前記送信機電極の間に容量性結合を可能にするように薄い空隙で隔離されている前記ロボットアームにおいて、

前記各送信機電極用配置位置は、該送信機電極用配置位置の前記第２のピッチ＝各受信機電極グループ内の電極の前記第１のピッチ／Φ、となるピッチで等間隔位置上に配列されており、前記各送信機電極用配置位置に配置された電極に供給されるべき交流電圧は、それぞれ隣接する送信機電極用配置位置において異なる位相を持つと共に順次に等しい位相だけずれており、前記送信機電極用配置位置に配置された送信機電極には各送信機電極の配置位置に対応する前記交流電圧が供給され、当該供給される交流電圧の供給位相の数Φは４であり、

10

前記第１または第２の受信電極グループ内の各受信機電極は同相の信号を受信し、かつ、前記第１の受信電極グループ（５）に受信された信号が前記第２の受信電極グループ（５'）の受信信号に対し大きさが等しく位相が反対となるように、前記固定子ディスクの送信機電極（６）が前記回転子ディスクの第１および第２の受信電極グループ（５、５'）の配列に相対して幾何学的に配列されている、

ことを特徴とする前記ロボットアーム。

【請求項２】

前記結合アームまたは前記回転結合部の機械部分に生ずる遊びから発生する前記機械部分の動きを測定するため前記固定子ディスク（７）に前記送信機電極と同心の円形の付加送信機電極（１４、１７、１９）と該付加送信機電極に対応して前記回転子ディスク（４）上に配置された複数の付加受信機電極（１５、１６、１８）とを備えた特別の電極システム（１４－１９）を更に含む、ことを特徴とする請求項１に記載のロボットアーム。

20

【請求項３】

前記付加受信機電極は、前記半径方向の動きを測定するため前記固定子ディスク上の前記付加送信機電極（１４）からの信号により励起されるほぼ等間隔に配置された複数対の付加受信機電極（１５、１６）であることを特徴とする請求項２に記載のロボットアーム。

【請求項４】

前記付加受信機電極は、前記軸方向の動きを測定するため前記固定子ディスク上の前記付加送信機電極（１７）からの信号により励起されるほぼ等間隔に配置された複数の付加受信機電極（１８）であることを特徴とする請求項２に記載のロボットアーム。

30

【請求項５】

前記付加受信機電極は、前記付加送信機電極（１４、１９）に対向して前記複数対の付加受信機電極の間に配置された複数の付加受信機電極（１８）を更に備え、前記軸方向の動きをも測定するため前記固定子ディスク上の前記付加送信機電極（１７）からの信号により励起される、ことを特徴とする請求項３に記載のロボットアーム。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

本発明は工業用ロボットのロボットアームに関し、更に詳細にはロボットアームの１つ又は数箇の結合における角度関係の正確な調整に関する。

40

【０００２】

ロボットアームの１つ又は数箇の結合における角度関係の正確な測定により、ロボットアームの外方端部、すなわち作業点の正確な調整ができるようにするロボットアームの調整用の適当な装置は現在ない。その代わり、前記結合を回転させるギヤー又は他の駆動装置を、前記作業点が好ましい位置を取るように、定義された最初の状態に基づいて制御できるようにすることが必要であった。特定の結合における設定を確認することも出来ない。

【０００３】

従って、本発明の目的はロボットアームの１つ又は数箇の結合における角度関係を正確に測定することができ、その作業点の正確な調整をなすことが可能であり、また特定の結合

50

の角度関係を確認することが可能となるようなロボットアームを得ることである。

【0004】

上記目的は以下の構成の工業用ロボットのロボットアームにより達成される。すなわち、前記ロボットアームは、回転結合部により互いに結合された1つ又は数個の結合アームと、基台に結合された結合アームを含み、前記結合アーム間の又は前記結合アームと前記基台の間の角度関係を正確に測定し、前記ロボットアームを好ましい角度位置に配置できるようにするため、前記回転結合部に角度変換器が設けられる。

【0005】

請求項2によれば、前記角度変換器は第1のディスク、円形に配置され半径方向に向かう受信機電極をもった回転子と、第2のディスク、円形に配置され半径方向に向かい前記受信機電極と同じ半径に配置された送信機電極をもった固定子とを備え、前記2つのディスク上の前記受信機電極と前記送信機電極との間に固定された間隔が設けられ、また前記ディスクは互いに同心かつ回転可能に設けられ、さらに前記受信機ディスクと送信機ディスク上の前記電極システム間の容量的または誘導的結合を可能にするように前記ディスクは薄い空隙で隔離されており、さらに前記送信機電極は各々隣接する電極が異なる位相をもった交流電圧を供給され、供給位相の数 Φ は2より大きく、前記送信機電極の間隔＝前記受信機電極の間隔/ Φ であり、また前記受信機電極の幾何学的配列に対する相対的な前記送信機電極の幾何学的配列の誤差が前記回転子の受信機電極に同等であるが反対の誤差信号を生じるように前記固定子の送信機電極が幾何学的に配列されている。

【0006】

上述の形式の角度変換器は本願と同時に提出された別の特許出願の主題であり、現在の角度変換器及びそれに関連する問題の記載は角度変換器の理論のさらに詳しい説明として、前記別の特許出願に提示されている。

【0007】

本発明について、添付の図面に図示されている実施例により、それに限定されるものではないが、それを参照して説明する。

【0008】

図1は例えば工業用ロボットのロボットアームを示す。角度変換器はロボットアーム1の回転結合部1a、1bに組み込まれている。これは角度が直接読まれ、例えばギヤボックスの周期的誤差により数値に歪みが発生するようなことがない、という利点がある。ロボットアームの外方端部2には例えばロボットの握り爪が設けられる。この明細書において、前記端部2をシステムの“作業点”と呼ぶことにする。ロボットアーム1は固定基台3により支持体に取り付けられる。

【0009】

作業点2は回転結合部の異なる角度によって位置2、2a、2b、2c、等を自由に選択できる。図1に示される場合、これらの位置は紙面内にあるのみである。さらに回転結合部を付加することにより作業点2は3次元システム内の自由に選択された位置とることができる。

【0010】

本発明によるロボットアームの角度変換器に使用される回転子ディスク4の全体が図2に示される。

【0011】

スエーデン特許7714010-1により設計された容量性測定システムの特性の1つは、受信機電極の間隔より小さな、例えば1回転の1/81より小さい相対的回転角度の大きさを直接かつ高精度で決めることができることである。他方、受信機電極の間隔の何れ（実施例において、これは81の可能な間隔の何れかである）が現在のものか、についての情報は得られない。従って変換器は360°、すなわち完全1回転の受信機電極間隔をもった第2の角度測定システムを備えている。この第2のシステムは“粗測定システム”として既知であり、実施例において81の受信機電極間隔の何れが現在のものであるか、を決めるのに役立つのみである。

【0012】

図2は回転子ディスク4、受信機電極5、5'、及び粗測定システム（図4、5）から信号を受け取るための内部受信機電極5c、5c'を示す。

【0013】

外部受信機電極5、5'は固定子ディスク7上の対応する電極6と共に高分解能角度測定システムを形成する。一方、受信機電極5c、5c'は固定子ディスク7上の対応する電極6'と共に360°の回転内の角度位置を決める粗測定システムを形成する。図3はより高いスケールで回転子ディスクの断面を示す。

【0014】

ディスクは好ましくは薄い圧延された銅のフォイルにより構成される導電性被覆で被覆される。黒の線は例えば写真平板エッチングにより形成された絶縁線を示す。

10

【0015】

図3の線8、9は受信機電極の境界の絶縁線を形成し該ディスク上の全ての円形の極要素に共通の中心に向かっている。従って電極の幅は好ましくは、電極の幅が電極間の空間に大きさが等しくなるように選ばれる。図2により明確に示され、図3により詳細に示されるように、好ましくは導電性材料の薄い細片10が電極5の上方境界（upper limit）上に残される。このようにして、回転子ディスク上の全ての電極5は並列接続の形で電氣的に接触している。これは、各回転子電極で受信される非常に弱い信号強度が原理的にはディスク4上の回転子電極の数に依存する係数により乗算される、ことを意味する。

【0016】

20

1つの可能な実施例において、回転子電極間の角度間隔は、81の電極が完全1回転360°の回りに存在するように選ばれる。

【0017】

受信信号の強さを更に大きくするために、特に回転子ディスクの電極5により収集される交流電界を発生する外乱源に対する変換器の感度を減少する目的で、回転子ディスクは図2、3に示される回転子電極の第2のシステム5'を備えている。第2の電極組5'は前記第1の電極組5を形成するのと同じ電気絶縁線により形成され、また電極幅が電極間の空間の大きさと同じになるように電極幅が選択されるので、第2の電極組5'の形状、領域、及び幅は第1の電極組5のそれと同じである。

【0018】

30

この第2の電極組5'はまた第1の電極組5と同じ方法で電極の下に残された導電材料の薄い細片11により電氣的に接続される。

【0019】

1つの好ましい実施例において、図3に示すように電極の場5、5'に発生する信号は、差動増幅器のような信号処理電子回路に接続するため、めっき貫通（through-plated）孔12、13を介してディスクの反対側に存在する装置に伝達される。

【0020】

ここに説明する好ましい実施例においては、4つの供給信号R、S、T、Uが使用される。これら信号は相対的にスエーデン特許7714010-10に従って次のパターンに示されるように変位している。

40

【0021】

【表1】

供給信号	R	S	T	U
位相位置度	0°	90°	180°	270°

【0022】

表1は供給信号R、Tが相対的に位相が180°変位していることを示している。同様に、供給信号S、Uも相対的に位相が180°変位している。

50

【0023】

図6は回転子ディスク上の電極組5、5'に差動信号が形成されるのを示すことを意図している。図6において、回転子ディスクと固定子ディスクは組み込まれた角度変換器内のそれらが置かれる位置に“X-線”像として示される。回転子電極の受信配列5、5'の設けられた回転子ディスク4は細い線で示され、一方“送信”心臓型固定子電極R、S、T、Uが備えられた固定子ディスク7は太い線で示される。差動信号配列は図6の位相S、Uの交流電圧の供給される電極から最も簡単に分かるであろう。

【0024】

図6はある位置において、位相Sの全ての固定子（送信機）電極が内方中心に向かう回転子電極5の直上に位置することを示している。同時に、位相Uをもった全ての固定子電極は外方に向かう回転子電極5'の直上に位置している。

10

【0025】

上述の如く、2組の回転子電極は幾何学的に互いに回転子電極の間隔の $1/2$ 変位している。前記送信機電極S、Uは大きさが同じで位相が相対的に 180° 変位している電圧を供給されるので、回転子電極5、5'で受信される信号は大きさが同じで、反対の符号をもつであろう。これが図7に基本的に示される。2つのグラフは受信機電極5、5'の受信する信号の振幅Uが回転子と固定子の間の角度 α の相対的变化により変化する状態を示す。

【0026】

上方の図面は基本的に回転子電極5に発生する信号の振幅を示し、一方下方の図面は回転子電極5'に発生する信号の対応を示す。図面から明らかなように、電極組5'により受信される信号は電極組5の信号のミラー像を構成する。これは、2つの信号の各々を前述の差動増幅器の1つの入力に印加することが極めて適当であることを示している。このようにして、2つの信号が加算され、その結果の増幅器の出力信号は大きさが2倍の振幅をもつ、という結果が得られる。更に、外部電氣的交流の場により受信機電極5、5'に発生する外乱信号の影響は、このように、同じ位相をもった入力の信号を弱めるという差動増幅器の特性（共通モード阻止）を利用して減少される。

20

【0027】

図1のような、1つまたは数個の結合されたアーム1、1cを含むロボットアームシステムを使用するとき、アームの軸受けに従来型の角度変換器を使用するときは、もしその作業点2におけるシステムの精度を維持せんとすると重い負担を背負うことになる。軸受けの貧弱な精度は図8に示されるような形式の確率的傾き、又は図9による半径方向変位を招くかもしれない。その結果、結合アームシステム1の作業点2が、図8に図示される傾き、及び/又は図9に図示される半径方向と軸方向の変位、に基づく余弦誤差（cosine error）を受けようになる。

30

【0028】

しかしながらここに記載の発明を使用するとき、図8の固定子7に対する相対的な回転子4の傾き又は図9の固定子に対する相対的な回転子の単なる半径方向変位の影響は、図9の電極5、6のパターンの特別な設計により直接読まれる（read off）回転角度に関して補正し除去することができる。電極システムの余弦誤差または半径方向変位が無視できることも本発明の第1部分の特徴である。しかし、図1の例に従って実際のシステムに適用したとき、システムの作業点2への影響もまた考慮しなければならない。システムの作業点2における運動の完全な制御のためにはシステムは、図8、9による確率的軸方向変位と共に、図8に示される形式の確率的角度誤差、図9による確率的半径方向変位、に関する情報を収集しなければならない。これら現象は通常1つの共通用語“遊び”と呼ばれる。

40

【0029】

本発明によれば、電極システムは図10に示すように更に別のシステムを追加することができる。円形の送信機電極14が固定子ディスク7上に配置される。受信機電極15、16は回転子ディスク4上に配置され送信機電極14からの信号を容量性伝導により収集

50

する。15、16で受信する信号の振幅は15/16と送信機電極14との相対的位置に依存する。電極15、16の振幅は対称の場合同じ大きさとなる。対称位置から変位する場合は、振幅は電極15、16の一方で増加し、他方で減少する。

【0030】

少なくとも3対の電極15、16を角度変換器の周囲に等間隔に配置することにより、結合アーム1の半径方向変位は電極15、16からの振幅値の適当な数学的处理により計算できる。

【0031】

図8による誤った角度設定を決めるため、図11に示すように電極システムは更に別のシステムが追加される。円形送信機電極17が固定子ディスク7上に配置される。少なくとも3つの受信機電極18が角度変換器の周囲に等間隔に配置される。電極18と電極17の容量性結合が全ての可能性のある半径方向変位により影響を受けないようにするため、電極18の半径方向長さは電極17の半径方向長さより小さくされる。

【0032】

受信機電極18は各々容量性伝導により送信機電極17から信号を収集する。電極18で受信する信号の振幅は18と送信機電極17の間の相対距離に依存する。全ての電極18の振幅は対称の場合同じ大きさである。図8により結合アーム1が傾斜する場合、各電極18の信号の振幅はその誤差の大きさと方向に依存するであろう。結合アーム1の角度誤差と軸方向変位は電極18からの振幅値の適当な数学的处理により計算できる。

【0033】

図12は1つの好ましい実施例を示す。送信機電極14、17は好ましい実施例において同じ半径に配置され、1つの同じ電極19により構成される。受信機電極15、16、18は、角度変換器の周囲の1つ置き位置を電極グループ15、16が占有し、1つ置き位置が電極18により占有されるように、配置される。この構成が半径方向の空間の使用を最小にする。

【0034】

半径方向の空間が余り重要でない場合は、別実施例として、電極15、16、18が角度変換器の周囲に互いに独立に分布されるように送信機電極19を十分に広くする。

【0035】

ここに記載の原理の4-相の容量性システムの送信機電極は、それら電極間の間隔が(回転子(受信機)電極の間隔)/ Φ に等しい、すなわち、この場合(回転子(受信機)電極)/4に等しいという条件を満足しなければならない。これは、実施例において送信機電極の間隔が1回転の1/8 * 1/4、すなわち1/324であらねばならないことを意味する。

【0036】

従って、同時に出願された第2の特許出願、PCT/SE01/01773に記載のような固定子の位相供給電極の置換により、それに続く位相供給電極R、S、T、U間の回転子電極間隔の1/4という基本の機能的間隔(functional separation)が維持される。

【0037】

これは図6に図示される。図示の位置において送信機電極Rは受信機電極5'の上方中間、かつ受信機電極5の上方中間に置かれる。送信機電極Sは受信機電極5の直上に位置し、従って電極Rに対して相対的に受信機電極の間隔の1/4だけ機能的に変位している。次の電極Tは受信機電極5の上方中間、かつ受信機電極5'の上方中間に位置し、従って電極Rに対して相対的に受信機電極の間隔の1/2、電極Sに対して相対的に受信機電極の間隔の1/4だけ変位している。このように全ての電極は依然として、受信機電極の1つに対して相対的に受信機電極の間隔の1/4の間隔をもって機能的に分布されることが明らかである。

【0038】

ロボットアームの角度変換器は変換器の取り付けられる機械要素の軸受けの欠陥から起きる角度仕様の誤差を除去するが、位置決め精度は依然としてその軸受けの遊び、ぐらつき

10

20

30

40

50

により全体のシステムにおいて機械的、幾何学的に影響される。例えば、角度位置が角度測定システムにより正確に読まれたとしても、図1の作業点2の位置は図8、9に示される形式の遊びや変位により影響を受ける。

【0039】

そのような誤差も更に電子システムを追加することにより実時間で測定し、補正することができる。そのような電子システムが図10、11、12に示される。図面において、図10、11は個々に半径方向ぐらつきと軸方向変位がそれぞれどのようにして測定されるかを示す。図12はこれら2つのシステムがどのように1つの共通のシステムに結合されるかを示す。

【0040】

10

図10、12の各個々の板15、16からの出力信号が電子ユニットに接続されるという事実を、この機能の最初の説明に付加すべきである。電子ユニットは6個の板15、16に存在する振幅を測定することにより半径方向ぐらつきの大きさ、方向を直ちに測定することができる。

【0041】

同様に、図11、12の各個々の板18は電子ユニットに接続され、図8に示すような軸方向変位やその角度の大きさを、もし存在するなら直ちに測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 異なる設定位置をもったロボットアームの概略を示す図面。

【図2】 本発明によるロボットアームにおける角度変換器の回転子ディスクの全体の1例を示す図面。 20

【図3】 図2の拡大された断面を示す図面。

【図4】 本発明による固定子ディスクの全体、但し遊びを測定する手段は無い、を示す図面。

【図5】 図4の拡大された断面を示す図面。

【図6】 固定子電極と回転子電極間の相互作用を示す図面。

【図7】 2つの差動受信機電極の場合5、5'の信号の推定される外観の1例を示す図面。

【図8】 図1のロボットアームが傾きを受けた場合の詳細を示す図面。

【図9】 図1のロボットアームの半径方向変位を示す図面。 30

【図10】 ロボットアームの結合における回転の中心から半径方向の偏向（ぐらつき）を検査するための追加の電極を示す図面。

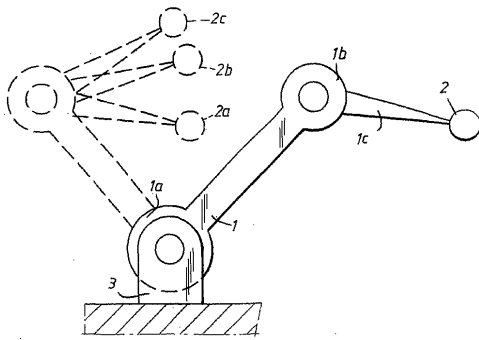
【図10a】 図10による電極の側面を示す図面。

【図11】 ロボットアームの結合における回転の中心に対する相対的な角度偏差（軸方向動き、ぐらつき）を検査するための追加の電極を示す図面。

【図12】 図10、11の電極の改良された構成を示す図面。

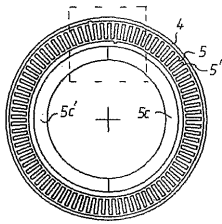
【図 1】

Fig. 1

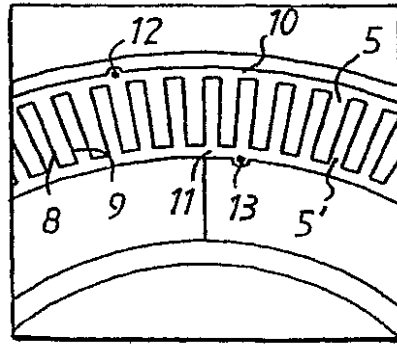


【図 2】

Fig. 2

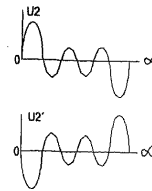


【図 3】



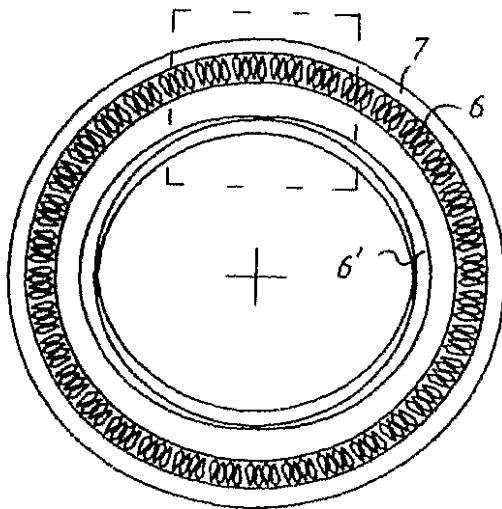
【図 7】

Fig. 7



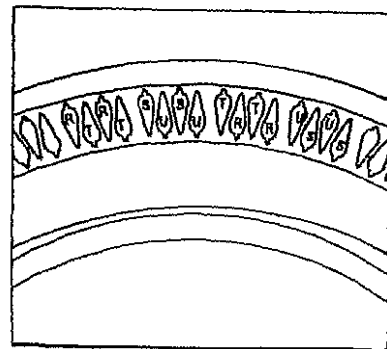
【図 4】

Fig. 4

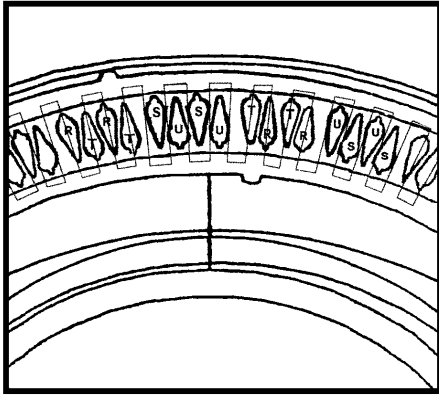


【図 5】

Fig. 5

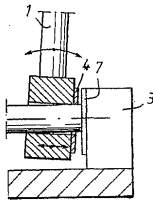


【図 6】



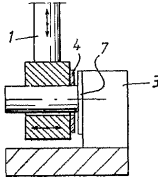
【図 8】

Fig. 8



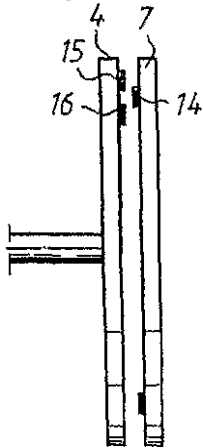
【図 9】

Fig. 9



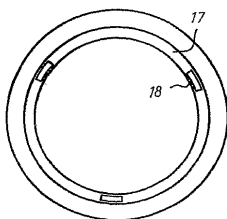
【図 10 a】

Fig. 10a



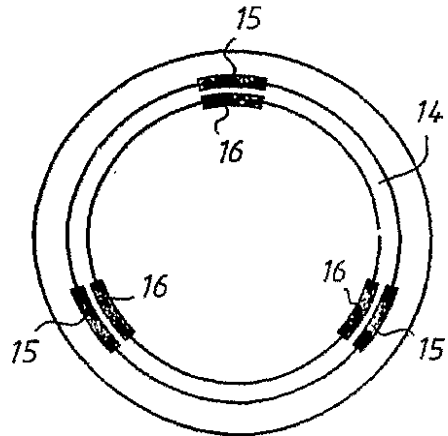
【図 11】

Fig. 11



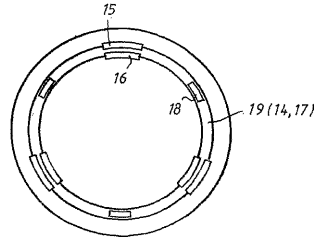
【図 10】

Fig. 10



【図 12】

Fig. 12



フロントページの続き

- (72)発明者 ペテルソン、ボー
スウェーデン国 トルシェーラ、ホルムトルプスヴェーゲン 5
(72)発明者 グスタフソン、カール エリク
スウェーデン国 エスキルストゥナ、レクトルスヴェーゲン 19

合議体

審判長 千葉 成就

審判官 菅澤 洋二

審判官 所村 美和

- (56)参考文献 特開昭60-119401 (JP, A)
特開昭59-180462 (JP, A)
特開平3-39616 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J19/02