

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4705363号  
(P4705363)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/347 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/347 1 1 O S

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-340480 (P2004-340480)  
 (22) 出願日 平成16年11月25日 (2004.11.25)  
 (65) 公開番号 特開2005-164588 (P2005-164588A)  
 (43) 公開日 平成17年6月23日 (2005.6.23)  
 審査請求日 平成19年5月25日 (2007.5.25)  
 (31) 優先権主張番号 10/725696  
 (32) 優先日 平成15年12月1日 (2003.12.1)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506200186  
 アバゴ・テクノロジーズ・イーシーピーユー・アイピー(シンガポール)プライベート・リミテッド  
 シンガポール国シンガポール768923, イッシュン・アベニュー・7・ナンバー1  
 (74) 代理人 100099623  
 弁理士 奥山 尚一  
 (74) 代理人 100096769  
 弁理士 有原 幸一  
 (74) 代理人 100107319  
 弁理士 松島 鉄男  
 (74) 代理人 100114591  
 弁理士 河村 英文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】反射性の円筒形表面を利用したエンコーダ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

軸により特性付けられる円筒形の表面を有し、該軸に対して垂直な法線を有する表面を有するドラムと、

前記円筒形の表面上に円周方向に沿って交互に配置された複数の反射性及び非反射性のストライプを有する第一のトラックと、

前記法線に対して角度を有するように前記ストライプを照明する第一の光源と、

前記ドラムが回転した場合に前記反射性のストライプから反射された前記光源からの光を受光するように配置された第一のフォトデテクタと、

を具備し、

前記反射性のストライプの画像は、ある倍率で前記第一のフォトデテクタ上に形成され、該倍率は、前記ドラムからの前記第一の光源及び前記第一のフォトデテクタまでの距離と、前記反射性のストライプによって形成されるミラー表面の焦点距離と、に基づいて決定され、前記ドラムと前記第一のフォトデテクタとの間の距離を調節することにより、異なる分解能に対して対応可能であることを特徴とする、エンコーダ。

## 【請求項 2】

前記光源が平行光線を放射するものであることを特徴とする、請求項 1 に記載のエンコーダ。

## 【請求項 3】

シャフトが回転した場合に前記ドラムが前記軸を中心として回転するものであることを

10

20

特徴とする、請求項 1 に記載のエンコーダ。

【請求項 4】

前記シャフトと前記軸とが同軸上にあることを特徴とする、請求項 3 に記載のエンコーダ。

【請求項 5】

前記円筒形の表面が前記第一のトラックと前記軸との間にあることを特徴とする、請求項 1 に記載のエンコーダ。

【請求項 6】

前記第一のトラックが前記円筒形の表面と前記軸との間にあることを特徴とする、請求項 1 に記載のエンコーダ。 10

【請求項 7】

前記円筒形の表面上に円周方向に沿って交互に配置された複数の反射性及び非反射性のストライプを有する第二のトラックと、

前記第二のトラックの前記ストライプを前記法線に対して角度を有するように照明する第二の光源と、

前記第二のトラックの前記反射性のストライプから反射された前記光源からの光を受光するように配置された第二のフォトデテクタと、  
を更に具備し、

前記ドラムは前記第一、第二のフォトデテクタに対して移動することを特徴とする、請求項 1 に記載のエンコーダ。 20

【請求項 8】

前記第二のトラックの前記反射性ストライプの幅が、前記第一のトラックの前記反射性ストライプの幅と異なることを特徴とする、請求項 7 に記載のエンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光学式符号化装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光学式シャフトエンコーダは、シャフト位置の回転を測定する為に用いられる。光学式エンコーダは一般に、光源と、シャフトと共に動くディスク上に搭載され、光源からの光を変調する符号化ストリップと、そして変調された光信号をシャフト位置の判定に用いられる電気信号へと変換するフォトデテクタ組立部品を含んでいる。 30

【0003】

インクリメンタルエンコーダは、シャフトが所定角度分動く度に信号を生成する。フォトデテクタ組立部品が、互いにずれた位置にある 2 つのフォトデテクタを含む場合、これらのフォトデテクタから生成された信号からシャフトの動きの方向性とその大きさの両方を判定することが出来る。符号化ストリップの異なるトラック上で作動する複数のインクリメンタルエンコーダは、所定の固定基準点に対するシャフトの位置を示す信号を生成するアブソリュートエンコーダの構築に用いられる。 40

【0004】

いずれの種類のエンコーダにおいても、使用されている符号化ストリップは 2 つのタイプに大別される。第一のタイプにおいては、符号化ストリップは交互に配置された不透明ストライプと透明ストライプから構成されており、光源とデテクタアレイは符号化ストリップを挟んで対向しあう位置にある。第二のタイプにおいては、符号化ストリップは交互に配置された非反射性ストライプと反射性ストライプから構成されており、光源とデテクタアレイは符号化ストリップと同じ側にある。

【0005】

第二のタイプのエンコーダは光源及びデテクタアレイを事前にパッケージングした単一の組立部品中に組み込むことが出来る為、一般に第一のタイプのものよりも安価である。 50

このようなエンコーダ・デザインの1つが、特許文献1に記載されている。このデザインでは、光源とデテクタアレイに加えて2つのレンズが利用されている。第一のレンズは、コードストリップで反射される光線を作るものである。第二のレンズは、コードストリップ(の像)をデテクタアレイ上に結像するものである。第二のレンズにかかるコストがエンコーダのコストを増大させている。

【特許文献1】米国特許第5,317,149号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

更にこのデザインを採用した場合、広い範囲のエンコーダ分解能で適切に機能する单一のエンコーダモジュールを得ることは難しい。符号化ストリップは一般に、ストリップパターンをシャフトと共に回転するディスク上に配置することにより構成される。所望される分解能に応じて符号化ストリップ上のストライプパターンが決まる。フォトダイオード上のコードストリップ画像は、フォトダイオード上の活性領域のサイズと一致する幅を持っていなければならない一連の明暗のストライプである。例えば、移動の方向性と移動量の両方を判定する為に用いられる2つのフォトダイオードを含むアレイの場合、コードストリップ画像のストライプ幅は、フォトダイオード上の活性領域幅の二倍であることが理想である。フォトダイオードの寸法は、製造工程中に設置され、容易には変えることが出来ない為、ストライプに寸法の不整合があった場合、これは上述した第二のレンズの倍率により調節される。分解能が変わると、拡大比率も変化する。よって第一のレンズ及び第二のレンズを固定された焦点距離で単一のデザイン中に設けることが不可能である場合が多い。

10

【0007】

この種の従来技術のデザインにおいては、コードストリップ・パターン中の各ストライプの形状は、台形をしている。ストライプはシャフトと共に回転するディスク周囲に配置されなければならない。従って、各ストライプはディスク上の2つの半径範囲とエンコーダの角度分解能によって画定される領域をカバーする。フォトデテクタが方形の活性領域を持っていた場合、形状の不整合が生じ、エンコーダにおけるSN比が小さくなってしまう。従って、台形状のフォトデテクタが必要となるのである。これもまた、特別な台形状フォトデテクタを使用しなければならない為にエンコーダのコストを増大させるものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、回転するシャフトの位置を測定する為のエンコーダを含むものである。エンコーダは、符号化トラックをその上に含むドラムと、光源及びフォトデテクタを含むデテクタモジュールとを含んでいる。ドラムは、一本の軸により特性づけられる円筒形表面を含み、この軸に垂直な法線を持つ表面を含んでいる。符号化トラックは、円筒形表面上に配置された複数の交互の反射性及び非反射性ストライプを含んでいる。第一の光源は、法線に対して角度を有するようにストライプを照明する。第一のフォトデテクタは、ドラムがフォトデテクタに対して動いた場合、反射性ストライプから反射される光源からの光を受容するように配置されている。一実施例においては、ドラムはシャフトが回転した場合に上記の軸を中心に回転する。符号化トラックは、ドラムの内側または外側のいずれであってもよい。アブソリュートエンコーダは、ストライプの幅がトラック毎に異なる複数の符号化トラックを含ませることにより構築することが出来る。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明がその利点を提供する方法は、図1及び図2を参照するとより分かり易いものであり、これらの図はシャフト13の位置を符号化する為の従来技術によるエンコーダを描いたものである。図1はエンコーダ10の上面図であり、図2はエンコーダ10を線19-19'で切断した場合の断面図を示している。エンコーダ10は反射性ディスク11か

40

50

ら作られており、反射性ディスク 11 は台形型の非反射性領域 12 を含み、これらがディスクを複数の反射性及び非反射性領域へと分割している。デテクタモジュール 14 は、ディスク 11 の動きを示す信号を生成する為の光源 15 及びデテクタアレイ 16 を含んでいる。エンコーダ 10 の角度分解能は、反射性及び非反射性領域の数により決定される。従って、エンコーダの解像度を上げるには、これら反射性及び非反射性領域の数を増やすなければならない。ディスク 11 の半径を大きくしない限りにおいては、各領域のサイズを縮小しなければならない。このように縮小をすると、反射性領域及び非反射性領域の検出に使用され得る光の量も少なくなる。従って、分解能が大きくなると S/N 比は小さくなるのである。

## 【0010】

10

上述したように、デテクタアレイ 16 は一般に、デテクタアレイの表面上の各ストリップの画像サイズを設定するレンズを含んでいる。分解能を変える場合、この結像系の倍率を変えるか、或いはフォトダイオードの活性領域を変えるかしなければならない。いずれの場合においても、幅広い範囲の分解能で使用することが出来るデテクタアレイを供給することは難しい。

## 【0011】

本発明は、符号化面を提供する反射性ドラムを利用することによりこれらの問題を解決するものである。ここで本発明の一実施例に基づくエンコーダ 20 を示す図 3 及び図 4 を参照する。図 3 はエンコーダ 20 の斜視図であり、図 4 はエンコーダ 20 の線 24 - 24' に沿って切断した場合の断面図である。符号化ストリップの機能は、ドラムの表面を反射性領域及び非反射性領域へと分割する符号 23 に示す非反射性領域により提供される。反射性及び非反射性領域は、出来れば方形であることが望ましい。ドラム 22 の軸 21 は、その位置が符号化されるシャフトの軸と一致している、或いは適正な結合機構により前述のシャフトへと結合されている。デテクタモジュール 25 は、光源 26 及び 1 つ以上のフォトデテクタ 27 を含んでいる。

20

## 【0012】

次に図 5 を参照するが、これはエンコーダ 20 中の相対的な距離を示したものである。本説明の目的上、ドラム 22 はドラム 22 から S の距離分離された非平行の光源 26 により照明されるものとする。更に、光源からの光はドラムの表面への法線に対して角度を持ってドラム表面へと当たるものとする。この例の場合、ドラムの凸表面が光源 26 の虚像を符号 31 に作る。反射性領域の幅を h とした場合、フォトデテクタにおける反射性領域の見かけの幅は h' であり、従って符号化ストリップは拡大されることになるのである。倍率は  $M = 1 + D / |f|^{-1} + S^{-1}$  によって概算される。ここで D はドラムからフォトデテクタまでの距離であり、f は凸型ミラー表面の焦点距離である。従って、D 及び S を変化させることにより倍率を変化させることが出来るのである。フォトデテクタ及び光源が同じモジュール内にある場合、表面からのモジュールの距離を変えることにより、倍率をドラム上のコードストリップ幅に一致させるように調節することができる。例えば、D = S の場合、倍率は  $2 + D / |f|$  となる。

30

## 【0013】

上述した実施例は非平行の光源を使ったものである。光源が平行である場合、S は無限大となる。この場合、 $M = 1 + D / |f|$  となる。

40

## 【0014】

上述からわかるように、本発明は撮像レンズを必要とするデザインに固有の制約を回避するものである。ドラムとフォトデテクタ間の距離を調節することにより、モジュールの光学素子を変えることなく同じデテクタモジュールで異なる符号化ストリップ分解能が実現される。従って、単一のデテクタモジュール・デザインを一定範囲のエンコーダに利用することが出来るものである。

## 【0015】

加えて、本発明に基づくエンコーダは、ドラムと同じ半径を持つディスク上に設けられたコードストリップを使用した従来のエンコーダよりも高い分解能を提供することが出来

50

る。コードストリップを図1に示したもののようなディスクを利用したエンコーダへと配置する場合の有効半径は、ディスクそのものの半径よりも小さい。加えて、反射性ストライプから反射される光の量により決まるストリップの最少幅がある。ストライプから反射される光の量は、ストライプの面積に正比例する。ストライプの数は、有効半径内の領域を、ストライプの幅で分割したものに正比例する。ディスクを使用したデザインにおいてより長いストライプを使用することにより面積を増大させようとした場合、ストライプを持つトラックの有効半径が小さくなる。また更に、ディスクを利用したデザインのストライプの最高長はディスク半径によって制約される。対照的に、コードストリップがドラム式のデザインに設けられた場合の半径は、全ドラム半径となる（ドラム半径に等しくなる）。また、ストライプの面積は、より長いドラムを使用することによってストライプの幅を変えることなく大きくすることができます。従ってドラム式のデザインは実質的により高い分解能を提供することが出来るのである。

#### 【0016】

上述した本発明の実施例においては、符号化ストライプはシャフトの回転に呼応して回転するドラムの外表面に配置されており、デテクタモジュールはシャフトが回転しても静止状態に保たれる何らかの支持体に固定されている。しかしながら、本発明の実施例として反射性ドラムの内側に符号化ストライプが配置されているものも可能である。ここで図6及び図7を参照すると、これらは符号化ストライプがドラム表面の内側にある実施例を描いたものである。図6はエンコーダ30の斜視図であり、図7はエンコーダ30の側面図である。エンコーダ30は、反射性の内表面を持つドラム31を含み、この内表面上に非反射性の符号化ストライプ32が配置されており、一連の反射性及び非反射性符号化ストライプが交互に形成されている。ストライプはデテクタモジュール33中の光源により照明される。デテクタモジュール33は更に、符号化ストライプから反射される光を検出する1つ以上のフォトデテクタを含んでいる。ドラム31は、ドラム31の軸と一致する軸を持つシャフト34に結合され、シャフト34の回転にあわせてドラム31が回転するようになっていることが望ましい。デテクタモジュール33は、ドラム31が回転しても静止状態に維持される面35を取り付けられている。一実施例においては、面35はシャフト34に取り付けられていないドラム31の端部を覆うキャップを形成するものである。このキャップは、ドラム31が回転する間も静止した状態に維持される程度にドラムからはずらして設けられている。キャップとドラム間の隙間が十分に小さければ、デテクタモジュール33及びドラム31の内表面は囲われた状態で外の環境から効果的に絶縁され、これにより外環境からの埃から保護されるものである。

#### 【0017】

上述した本発明の実施例は、ドラムが軸を中心に回転する間も静止状態に維持されるデテクタモジュールを利用したものである。この実施例は、デテクタモジュール中の部品への電源及び信号接続が、動きに対応する必要がないことから推奨されるものである。しかしながら、ドラムが固定維持される一方でデテクタモジュールが軸を中心に回転するようになっている実施例も可能である。

#### 【0018】

上述した本発明の実施例は、反射性の表面に非反射性のストライプを設けたものとして説明した。しかしながら、交互の反射性及び非反射性ストライプのパターンは、所望するストライプパターンが得られるいずれの手段によるものでも良い。

#### 【0019】

上述した本発明の実施例においては、単一のコードストリップが使用されている。このような実施例は、インクリメンタルエンコーダの機能性を提供するものである。しかしながら、本発明はアブソリュートエンコーダの構造にも採用することができる。アブソリュートエンコーダは、何らかの所定位置に対するシャフト位置の読み出し機能を提供するものである。例えば、アブソリュートシャフトエンコーダは、所定の開始位置へと戻る為に、シャフトをあと何度回転させれば良いかを示すものである。

#### 【0020】

10

20

30

40

50

次に図8を参照するが、これは本発明の他の実施例に基づくアブソリュートエンコーダ40の一部分を示す斜視図である。一般に、この装置がNビットの位置読み出しを提供するものである場合、1ビットに1本ずつ、N本の別個のコードストリップが存在することになる。また、1トラックにつき1つずつ、のN個の別個のデテクタモジュールが存在する。これらのトラックのうちの2本を図8の符号42及び43に示した。トラックは円筒形ドラム41の表面に上記の説明と同様の方式で設けられており、デテクタ47及び48は動くドラムに対して固定されたまま維持されるように配置されている。各デテクタは光源とフォトデテクタを有し、それらは上述と同様に動作する。各デテクタは、関連する符号化ストライプの1つがそのデテクタを通過すると信号を生じる。Nビットのバイナリエンコーダにおいては、K番目のトラック上のストライプの幅は、(k-1)番目のトラック上のストライプの幅の2倍ある。即ち、ストリップ45の幅は、近隣のトラック中のストリップ44の2倍あるということである。トラックは、デテクタの読み出しが、固定された基準位置に対するシャフトの位置を表す、Nビットのバイナリ数のK番目のビットを提供することになるように並んでいるのである。

#### 【0021】

当業者には本発明の様々な変更形態が上述した説明及び添付図から明らかである。従つて、本発明は本願請求項の範囲によってのみ限定されるものである。

#### 【0022】

なお、本発明は例として次の態様を含む。( )内の数字は添付図面の参照符号に対応する。

[1] 軸(21)により特性付けられる円筒形の表面を有し、前記軸に対して垂直方向に延在する法線を持つ表面を有するドラム(22)と、

前記円筒形表面上に交互に配された複数の反射性及び非反射性のストライプを有する第一のトラックと、

前記法線に対して角度を有するように前記ストライプを照明する第一の光源(26)と、

前記ドラムがフォトデテクタに対して移動した場合に前記反射性のストライプから反射された前記光源からの光を受光するように配置された第一のフォトデテクタ(27)と

を具備し、前記反射性のストライプは前記光源の画像を前記第一のフォトデテクタ上に形成することを特徴とするエンコーダ。

[2] 前記光源が平行光線を放射するものであることを特徴とする上記[1]に記載のエンコーダ。

[3] シャフトが回転した場合に前記ドラムが前記軸を中心として回転するものであることを特徴とする上記[1]に記載のエンコーダ。

[4] 前記シャフトと前記軸とが同軸上にあることを特徴とする上記[3]に記載のエンコーダ。

[5] 前記円筒形表面が前記トラックと前記軸との間にあることを特徴とする上記[1]に記載のエンコーダ。

[6] 前記トラックが前記円筒形表面と前記軸との間にあることを特徴とする上記[1]に記載のエンコーダ。

[7] 前記円筒形表面上に交互に配置された複数の反射性及び非反射性のストライプを有する第二のトラックと、前記第二のトラックの前記ストライプを前記法線に対して角度を有するように照明する第二の光源と、前記第二のトラックの前記反射性のストライプから反射された前記光源からの光を受光するように配置された第二のフォトデテクタを更に具備し、前記ドラムが前記第一、第二のフォトデテクタに対して移動することを特徴とする上記[1]に記載のエンコーダ。

[8] 前記第二のトラックの前記反射性ストライプの幅が、前記第一のトラックの前記反射性ストライプの幅と異なることを特徴とする上記[7]に記載のエンコーダ。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0023】

10

20

30

40

50

【図1】シャフトの位置を符号化する従来の技術に係るエンコーダの上面図である。

【図2】図1に示したエンコーダを線19-19'にて切断した状態で示す断面図である。

【図3】本発明の一実施の形態に基づくエンコーダの斜視図である。

【図4】図3に示したエンコーダを線24-24'にて切断した状態で示す断面図である。

【図5】図3及び図4に示したエンコーダにおける距離関係を描いた図である。

【図6】ドラム表面の内側に符号化ストライプを設けた本発明に基づく他の実施例の斜視図である。

【図7】図6に示したエンコーダの側面図である。

10

【図8】本発明の、他の実施の形態に基づくアブソリュートエンコーダの部分的な斜視図である。

**【符号の説明】**

**【0024】**

20 10 エンコーダ

21 軸

22 ドラム

23 非反射性領域(ストライプ)

25 デテクタモジュール

26 第一の光源

20

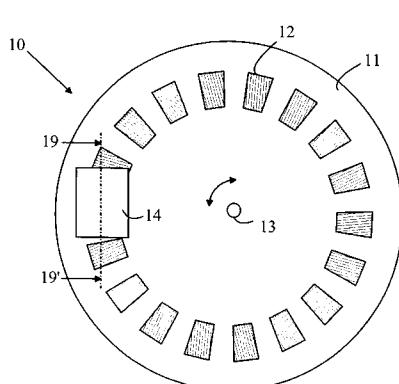
27 第一のフォトデテクタ

30 エンコーダ

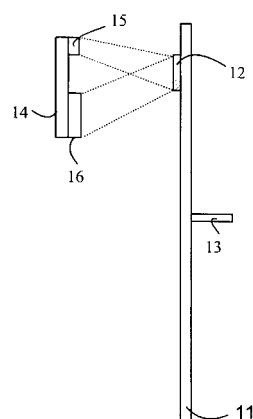
31 ドラム

32 非反射性の符号化ストライプ

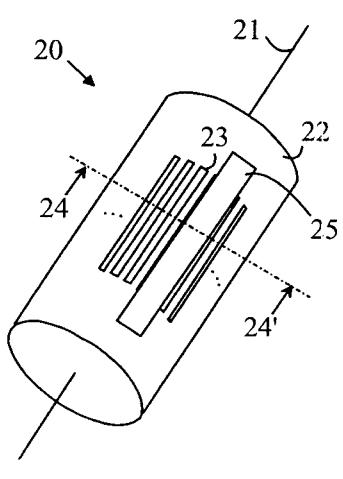
【図1】



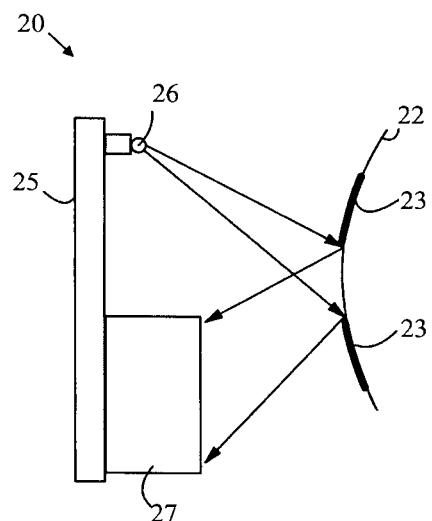
【図2】



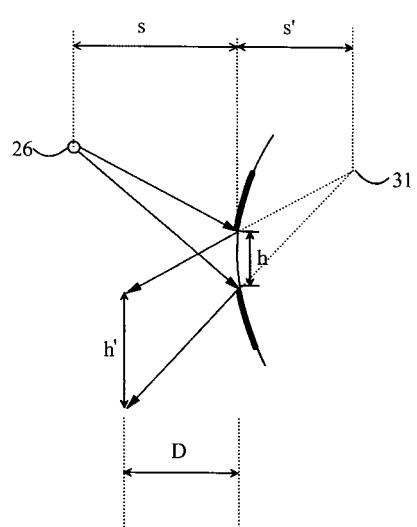
【図3】



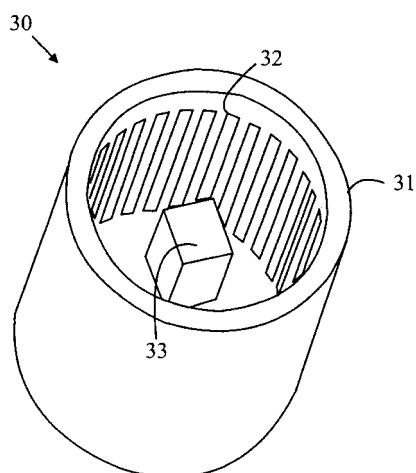
【図4】



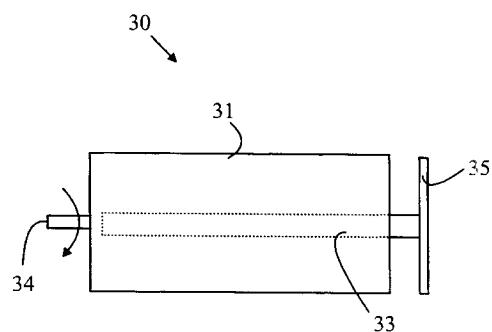
【図5】



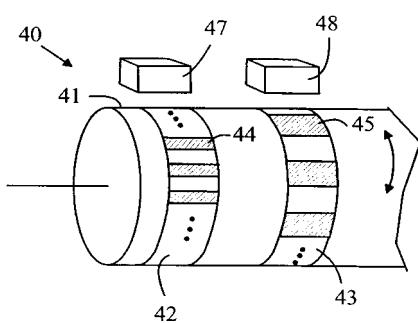
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100118407  
弁理士 吉田 尚美

(74)代理人 100125380  
弁理士 中村 綾子

(74)代理人 100130960  
弁理士 岡本 正之

(74)代理人 100125036  
弁理士 深川 英里

(74)代理人 100142996  
弁理士 森本 聰二

(74)代理人 100087642  
弁理士 古谷 聰

(74)代理人 100076680  
弁理士 溝部 孝彦

(74)代理人 100121061  
弁理士 西山 清春

(72)発明者 畑口 俊也  
東京都 八王子市 別所 1 - 3 2 - 6 - 2 0 2

(72)発明者 陳 日隆  
マレーシア ペラック 3 1 5 0 0 ラハット タマン・ピンジ・メワ プルシアラン・ジャリブ  
4 - 3

(72)発明者 胡 國興  
マレーシア ペナン 1 2 0 0 0 バタワース カンブン・ベンガリ リア・アパートメント C  
- 1 0 - 2 1

(72)発明者 スリニヴァサン ラクシュマナン  
マレーシア ペナン グリーン・レーン チャンカット テンバガ 3 3

(72)発明者 ライ ヒン チュア  
マレーシア ペナン 1 1 7 0 0 グルゴール プルシアラン・バトゥ・ウバン センチュリー・  
パーク 3 5 - 1 2 A - 3

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開昭57-34457(JP,A)  
特開平8-254439(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 D 5 / 2 6 - 5 / 3 8