

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5266561号
(P5266561)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 I 1 O C

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-7833 (P2010-7833)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年1月18日 (2010.1.18)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-145241 (P2011-145241A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年7月28日 (2011.7.28)	(74) 代理人	100064746
審査請求日	平成23年9月29日 (2011.9.29)		弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行
		(74) 代理人	100111246
			弁理士 荒川 伸夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学式エンコーダおよびスケール板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

変位制御用部材に設置されるスケール板と、
前記スケール板に照射する光を供給する発光源と、
前記スケール板に照射された前記光を検出する受光素子とを備えた光学式エンコーダであり、

前記スケール板には、前記光を反射して、前記受光素子に入射する前記光の光量を変えるための反射材を含む信号トラックが配置されており、

前記信号トラックでは、前記変位制御用部材の変位方向に沿った方向に関して周期的に前記反射材が印刷され、

前記信号トラックは、前記反射材を含む反射部と、前記反射材が配置されていない非反射部とを有し、

前記スケール板の主表面上に凹凸形状が形成されており、

前記信号トラックでは、前記スケール板の前記凹凸形状における凸部に前記反射部を形成するための前記反射材が配置されている、光学式エンコーダ。

【請求項2】

前記凸部に配置される前記反射材は前記光を反射する金属粉末を含む第1のインクまたは前記光を反射する無機系物質を含む第2のインクである、請求項1に記載の光学式エンコーダ。

【請求項3】

前記凸部に配置される前記反射材は黒系インクである、請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 4】

前記スケール板は前記光を吸収する材質からなる、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 5】

前記スケール板は前記光を透過する材質からなる、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 6】

前記スケール板の平面形状が円環状である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

10

【請求項 7】

前記スケール板の平面形状が直線状に延びる帯状である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 8】

変位制御用部材に設置されるスケール板と、
前記スケール板に照射する光を供給する発光源と、
前記スケール板に照射された前記光を検出する受光素子とを備えた光学式エンコーダであり、

前記スケール板には、前記光を吸収または遮蔽して、前記受光素子に入射する前記光の光量を変えるための吸収材を含む信号トラックが配置されており、

20

前記信号トラックでは、前記変位制御用部材の変位方向に沿った方向に関して周期的に前記吸収材が印刷され、

前記スケール板の主表面上に凹凸形状が形成されている、光学式エンコーダ。

【請求項 9】

前記信号トラックは、前記光を反射する金属被膜が配置された反射部と、前記吸収材を含む非反射部とを有する、請求項 8 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の光学式エンコーダを構成するスケール板。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学式エンコーダおよびスケール板に関するものであり、より特定的には、部材の移動量や回転量を検出する光学式エンコーダ、および当該光学式エンコーダを構成するスケール板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光学式エンコーダは、たとえば機械加工用の設備を構成する可動部材の移動量や回転量、位置、移動（回転）の方向などを高精度に検出し、検出した情報を設備の駆動部に高精度にフィードバックするために用いられる装置である。

40

【0003】

光学式エンコーダは、発光源からの光を受光部において検出したときの照度が、可動部材（変位制御用部材）の移動量に応じて規則的に変化するように構成され、変位制御用部材の移動量を検出する。このことは変位制御用部材が直線状に移動する場合においても、変位制御用部材が回転する場合においても同様である。

【0004】

ここで、光学式エンコーダの受光部において受ける光の照度分布をより歪みの少ない正弦波とすることがより好ましい。そのため従来から、たとえば特開平 5 - 87592 号公報（特許文献 1）に開示される光学式エンコーダは、以下に示す構成を有する。当該光学式エンコーダは、発光源と、拡散板と、マスクと、コード板と、受光アレイとを備えてい

50

る。拡散板は発光源からの光を拡散光として出力する役割を有する。マスクは拡散板からの光を通過させる窓部の輪郭が複数ピッチの正弦波を上下に折り返した形状または正弦波に近似した波形を上下に折り返した形状を有する。コード板（スケール板）では、マスクの窓部を通過した光を通過させるスリット部と遮光部とが交互に配列されている。受光アレイは、コード板を通過した光を受光する。

【0005】

マスクに正弦波状の窓部を設けることにより、当該窓部を通る光の照度分布は正弦波状となる。可動部材の移動量（または回転角度）の変化により、受光部において受ける光の照度分布が正弦波を描くように変化する場合に、たとえば当該光の照度分布が矩形波を描くように変化する場合に比べて、移動量（回転角度）の情報をより高精度に検出することができ、これは正弦波は矩形波と異なり、独立変数（ここでは移動量または回転角度）に関して連続的に値が変化する関数となるためである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平5 - 87592号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特開平5 - 87592号公報の光学式エンコーダは、受光アレイが受光する光の照度分布が、コード板の移動量に関して正弦波をなすものとするために、発光源とコード板との間に（複雑な）正弦波の形状を有する貫通孔としての窓部が形成されている。また特開平5 - 87592号公報の光学式エンコーダは発光源と、拡散板と、マスクと、コード板と、受光アレイ部とを備えることから、装置に備えられる部品の点数が多い。このため光学式エンコーダの製造が煩雑であるという問題がある。

20

【0008】

さらに、これらの点数の多い部品は、たとえば複数の光学式エンコーダ間で、部品間の寸法のばらつきなどが小さくなるように高精度に組み立てられる必要がある。このため当該光学式エンコーダの製造が困難であるという問題が生じる。

【0009】

本発明は、以上の問題点を鑑みなされたものである。その目的は、部品の点数がより少なく、各部品間の寸法のばらつきなどが小さくなるようにより組み立て精度を向上することが可能な光学式エンコーダを提供することである。また上記光学式エンコーダを構成するスケール板を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一の局面に係る光学式エンコーダは、変位制御用部材に設置されるスケール板と、スケール板に照射する光を供給する発光源と、スケール板に照射された光を検出する受光素子とを備えた光学式エンコーダである。上記スケール板には、光を反射して、受光素子に入射する光の光量を変えるための反射材を含む信号トラックが配置されている。上記信号トラックでは、変位制御用部材の変位方向に沿った方向に関して周期的に反射材が印刷される。上記信号トラックは、反射材を含む反射部と、反射材が配置されていない非反射部とを有する。上記スケール板の主表面上に凹凸形状が形成されている。上記信号トラックでは、スケール板の凹凸形状における凸部に反射部を形成するための反射材が配置されている。

40

【0011】

本発明の他の局面に係る光学式エンコーダは、変位制御用部材に設置されるスケール板と、スケール板に照射する光を供給する発光源と、スケール板に照射された光を検出する受光素子とを備えた光学式エンコーダである。上記スケール板には、光を吸収または遮蔽して、受光素子に入射する光の光量を変えるための吸収材を含む信号トラックが配置され

50

ている。上記信号トラックでは、変位制御用部材の変位方向に沿った方向に関して周期的に吸収材が印刷される。上記スケール板の主表面上に凹凸形状が形成されている。

【発明の効果】

【0012】

本発明においては、発光源からの光を受光素子に供給する供給量を制御するスケール板の信号トラックに、反射材や吸収材が印刷される。印刷により反射材や吸収材が塗布形成されるため、たとえばマスクに正弦波の形状を有する貫通孔を形成したり、スケール板にスリット部を形成したりする場合に比べてスケール板および光学式エンコーダの製造コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0013】

【図1】本実施の形態1の光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

【図2】本実施の形態1の光学式エンコーダに用いられる信号トラックの態様を示す上面図である。

【図3】信号トラック中に複数周期的に並ぶ反射部の1つを取り出した上面図である。

【図4】本実施の形態2の光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

【図5】本実施の形態2の光学式エンコーダの、図4とは異なる構成を示す概略図である。

【図6】本実施の形態3の光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

20

【図7】本実施の形態4の光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

【図8】本実施の形態5の光学式エンコーダにおいて、信号トラック中に複数周期的に並ぶ反射部の1つを取り出した上面図である。

【図9】本実施の形態7の光学式エンコーダの信号トラックに印刷される反射材の態様を示す上面図である。

【図10】本実施の形態8の光学式エンコーダの信号トラックに印刷される反射材の態様を示す上面図である。

【図11】図10のX I - X I線に沿う部分における概略断面図である。

【図12】本実施の形態9の光学式エンコーダの信号トラックに印刷される反射材の態様を示す上面図である。

30

【図13】図12のX I I I - X I I I線に沿う部分における概略断面図である。

【図14】本実施の形態10の光学式エンコーダの信号トラックに印刷される反射材の態様を示す上面図である。

【図15】図14のX V - X V線に沿う部分における概略断面図である。

【図16】本実施の形態10の光学式エンコーダの信号トラックが形成される工程を示す概略断面図である。

【図17】本実施の形態10の光学式エンコーダの信号トラックが形成された状態を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照しながら、本発明の各実施の形態について説明する。なお、各実施の形態において、同一の機能を果たす要素には同一の参照符号を付し、その説明は、特に必要がなければ繰り返さない。

40

【0015】

(実施の形態1)

図1を参照して、本実施の形態の光学式エンコーダ100は、直線状に移動する変位制御用部材の移動量や移動方向、位置などの情報を検出するために用いられる装置である。光学式エンコーダ100は、発光源1とスケール板2と受光素子4とを備えている。スケール板2の表面上には信号トラック3が配置されている。

【0016】

発光源1は、スケール板2に照射し、受光素子4が受ける光を供給する部品である。発

50

光源 1 としては、たとえば波長が約 600 nm ~ 約 950 nm の赤色可視光または赤外光を放出する発光ダイオードが用いられる。なお、スケール板 2 上の信号トラック 3 のより狭い領域に光を照射することにより、さらに高精度な情報を検出するために、発光源 1 として点光源発光ダイオードなどを用いることもできる。

【0017】

スケール板 2 はたとえば長尺形状を有しており、これがたとえば直線に沿った方向に移動する長尺形状の変位制御用部材 10 に取り付けられるように配置されている。変位制御用部材 10 は、たとえば機械加工時に直線に沿った方向に移動する、当該機械加工用の設備を構成する部材（図 1 にて図示されていない。以下「直線方向移動部材」と呼ぶ）に取り付けるように配置されている。変位制御用部材 10 は、たとえば直線方向移動部材の直線に沿った方向の移動量の制御用の部材である。なお、スケール板 2 を機械加工用の設備を構成する上記部材に直接取り付けてもよい。

10

【0018】

スケール板 2 は発光源 1 が発する光を反射しない材質からなるものであることが好ましい。なおここで光を反射しないとは、発光源 1 から出射する光の反射率が 5 % 未満であることを意味する。

【0019】

具体的には、スケール板 2 はたとえば光を吸収する黒系材料から構成されることが好ましい。ここで光を吸収するとは、発光源 1 から出射する光の吸収率が 90 % 以上であることを意味する。この条件を満たす黒系材料として、たとえば熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂などの樹脂を用いることが好ましい。あるいはスケール板 2 の本体を金属材料やガラス材料で形成し、その表面を上述した黒系材料（樹脂）にて被覆した構成としてもよい。

20

【0020】

あるいはスケール板 2 は、たとえば発光源 1 が発する光を透過する材質であってもよい。ここで光を透過するとは、発光源 1 から出射する光の透過率が 90 % 以上であることを意味する。ここでは光を透過する材料として、たとえば透明樹脂やガラスを用いることが好ましい。

【0021】

信号トラック 3 は、発光源 1 が発する光を反射して受光素子 4 に供給するための反射材としてのインク 5 が配置された領域である。信号トラック 3 は、スケール板 2 の延在する方向に交差する幅方向（たとえば図 2 の上下方向）の中央付近に、一定の幅を持ちスケール板 2 の延在する方向に延在する帯状の領域として、印刷により形成されている。信号トラック 3 は、発光源 1 が発する光を反射する（反射材としてのインク 5 を含む）反射部 3 a と、発光源 1 が発する光を反射しない（反射材としてのインク 5 が配置されていない）非反射部 3 b とからなる。反射部 3 a および非反射部 3 b は、スケール板 2 の延在する方向に関して一定間隔で複数並んでいる。

30

【0022】

なお、ここで光を反射するとは、光の反射率が 80 % 以上であることを意味する。

受光素子 4 は、スケール板 2 に照射された光のうち、信号トラック 3 にて反射された光を受光し、受光した光を光電変換により電気信号に変換する。受光素子 4 は、その電気信号を検出することにより、受光した光の照度を検出するための素子である。受光素子 4 としては、たとえばセンサ用フォトダイオードが用いられる。センサ用フォトダイオードを用いれば、さらに高精度に情報を検出することができる。

40

【0023】

インク 5 は、反射部 3 a の上面上に印刷されることにより配置されている。つまりここでインク 5 は発光源 1 が発する光を反射する性質を有する材料により形成されている。

【0024】

具体的にはインク 5 は、たとえば銀（Ag）の金属粉末がインク 5 の内部に充填された材質によりなることが好ましい。あるいは銀の代わりにたとえば金（Au）やアルミニウ

50

ム(A1)、クロム(Cr)などの金属粉末がインク5の内部に充填された材質によりなっているもよい。

【0025】

インク5は、図2に示すように、反射部3aの表面上に、スケール板2の延在する方向に関する一定の長さごとに周期的に異なる態様となるように印刷されている。たとえば、スケール板2の延在する方向に関して一定の長さごとにインク5の印刷される密度(単位面積あたりにインク5が印刷される量、たとえば単位面積あたりのインク5が印刷された領域の面積)が周期的に変化してもよい。あるいはスケール板2の延在する方向に関して一定の長さごとに、印刷されるインク5の内部における、たとえば銀の金属粉末の充填される濃度(インク5の単位体積中に、たとえば銀の金属粉末が充填される物質量)が周期的に変化するように印刷されているもよい。このように反射部3aは、発光源1が発する光を反射する金属粉末を含む第1のインクである反射材の密度が、特にスケール板2の延在する方向に関する位置に応じて変化された構成である。異なる観点から言えば、反射部3aでは、スケール板2の延在する方向における中央部で反射材の密度がもっとも高く、中央部から離れるにしたがって反射材の密度が低下している。

10

【0026】

次に、光学式エンコーダ100の動作原理について説明する。

光学式エンコーダ100においては、上述したように、直線方向移動部材に取り付けるように変位制御用部材10が配置されている。また変位制御用部材10に取り付けるようにスケール板2が配置されている。つまり変位制御用部材10やスケール板2は、直線方向移動部材と同じ方向に同じ量だけ移動する。

20

【0027】

ここで直線方向移動部材の移動する方向が図1の左右方向であれば、スケール板2および変位制御用部材10も図1の左右方向に移動する。つまりスケール板2と変位制御用部材10は、それぞれの延在する方向に沿って移動することになる。

【0028】

したがって、スケール板2の延在する方向に関して一定間隔で信号トラック3の反射部3aを配置すれば、反射部3aはスケール板2の移動する方向に沿って一定間隔で配置されているといえる。

【0029】

図2に示すように反射部3aの、特にスケール板2の延在する方向に関する位置に応じて、インク5の印刷された密度、あるいはインク5中に充填される金属粉末の密度が異なっている。

30

【0030】

スケール板2が直線方向移動部材とともにこれらの延在する方向に沿って移動するのに対し、発光源1や受光素子4は移動せず、光学式エンコーダ100の中の常に同じ場所に固定されている。したがって、スケール板2が移動すれば、発光源1が発する光線1a(図1参照)が照射されるスケール板2(信号トラック3)の延在する方向に関する位置は変化する。

【0031】

スケール板2の延在する方向に沿って周期的にインク5の印刷された密度などが変化しているため、光線1aが照射されるスケール板2の延在する方向に関する位置が変化すれば、光線1aが反射され、受光素子4に供給される割合が変化する。これはインク5が印刷された密度やインク5中の金属粉末の充填密度に応じて、光線1aの反射率が変化するためである。具体的にはインク5の密度や金属粉末の充填密度が高くなれば、光線1aの反射率が高くなる。

40

【0032】

したがって受光素子4に供給される光量を分析することにより、光線1aが照射されたスケール板2(信号トラック3)上の位置を検出することができる。つまり、スケール板2の移動量を知ることができるため、変位制御用部材10や直線方向移動部材の移動量を

50

知ることができる。すると、変位制御用部材 10 がたとえば直線方向移動部材に対して直線方向移動部材の移動量の情報をフィードバックすることにより、直線方向移動部材の移動量を高精度に制御することができる。

【0033】

ここで図 2 の反射部 3 a におけるインク 5 の密度の変化する態様は図 3 に示すとおりである。図 3 の左右方向における各位置において、インク 5 の印刷される密度（あるいはインク 5 中の金属粉末の充填密度）が連続的に、かつ傾斜的に（たとえば正弦波を描くように）変化する構成となっている。具体的には、反射部 3 a のうちスケール板 2 の延在する方向（図 3 の左右方向）に関する端部ほど当該インクの密度が低く、反射部 3 a のうちスケール板 2 の延在する方向に関する中央部ほど当該密度が高くなるように、当該密度を変化させることが好ましい。

10

【0034】

そして図 3 と同様にインク 5 の印刷される密度（あるいはインク 5 中の金属粉末の充填密度）が連続的にかつ傾斜的に変化する反射部 3 a が、スケール板 2 の延在する方向に関して一定距離ごとに規則正しく並んでいることが好ましい。

【0035】

なお、図 3 の左右方向における各位置において、インク 5 の印刷される密度（あるいはインク 5 中の金属粉末の充填密度）が連続的により大きく変化する構成となっていることがより好ましい。このようにすれば、光線 1 a が照射された位置をより高精度に検出することができる。

20

【0036】

また、発光源 1 が発する光が信号トラック 3 のうちインク 5 が印刷されない非反射部 3 b に照射された場合は当該光は反射せず、受光素子 4 にほとんど供給されない。これは非反射部 3 b の表面は、発光源 1 が発する光を反射しない材質からなるスケール板 2 の一部分であるためである。このように信号トラック 3 が発光源 1 が発する光を反射する反射部 3 a と、当該光を反射しない非反射部 3 b とを備えることにより、たとえば直線方向移動部材の移動量に応じて発光源 1 が発する光が反射されて受光素子 4 に供給される照度の分布をより明瞭にすることができる。つまり光線 1 a が照射された位置をより高精度に検出することができる。

30

【0037】

また上述したように、反射部 3 a の中でも比較的非反射部 3 b に近い、反射部 3 a の左右方向に関する端部において、インクの密度を低くすることにより、光の反射率が低くなる構成としている。このためスケール板 2 の延在する方向に関しては、反射部 3 a と非反射部 3 b との境界部においても反射率の差が小さくなっている。つまり反射部 3 a と非反射部 3 b との境界部においても、スケール板 2 の延在する方向に関してはインク 5 の印刷される密度（反射率）が連続的に変化する構成となっている。このことから位置の検出精度が向上される。

【0038】

次に、本実施の形態の作用効果について説明する。

本実施の形態においては光の反射率を変化させるインク 5 を、信号トラック 3 上に印刷することにより形成する。このためたとえばマスクに正弦波の形状を有する貫通孔を形成する場合に比べて、光の反射率を変化させる領域を容易に形成することができる。また印刷により光の反射率を変化させる領域を形成することから、光学式エンコーダ 100 に必要な部品の点数をより少なくすることができる。これらの、製造工程が簡便となることと、部品の点数が少なくなることから、光学式エンコーダ 100 の製造コストを大幅に低減することができる。

40

【0039】

さらに本実施の形態 1 においては、たとえば特開平 5 - 87592 号公報に開示された光学式エンコーダにおいて発光源からの光を拡散光として出力する拡散板や、正弦波の形状を有する貫通孔が形成されたマスクが備えられていない。

50

【 0 0 4 0 】

光学式エンコーダ 1 0 0 を構成する部品の点数が少なくなることから、光学式エンコーダ 1 0 0 を構成する部品を組み立てたときの部品間の間隙などの寸法のばらつきを小さくすることができる。したがって光学式エンコーダ 1 0 0 の加工精度を向上することができる。その結果、光学式エンコーダ 1 0 0 の品質を安定させ、信頼性を向上させることができる。

【 0 0 4 1 】

(実施の形態 2)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、発光源 1 が発する光を反射させる領域が異なっている。以下、本実施の形態の構成について説明する。

10

【 0 0 4 2 】

実施の形態 1 の光学式エンコーダ 1 0 0 は、スケール板 2 が光を吸収または透過する材質からなり、信号トラック 3 に光を反射するインク 5 が印刷された反射部 3 a が配置されている。これに対して実施の形態 2 においては、たとえば図 4 の光学式エンコーダ 2 0 0 のように、スケール板 2 が光を反射する材料で構成され、スケール板 2 (信号トラック 3) の延在する方向に、光を吸収 (遮蔽) する吸収材としてのインクが印刷されている。

【 0 0 4 3 】

図 4 に示すように、光学式エンコーダ 2 0 0 においては、光学式エンコーダ 1 0 0 と同じ位置に配置された信号トラック 3 を構成する反射部 3 a は、スケール板 2 を構成する材料により光が反射される領域である。そして非反射部 3 b は、光を吸収 (遮蔽) するインクが印刷されることにより光が吸収 (遮蔽) される領域である。ここで光を吸収するインクとしては、たとえば黒系インクを用いることができる。

20

【 0 0 4 4 】

この場合、信号トラック 3 の反射部 3 a、つまりスケール板 2 にインクが印刷されていない領域に、発光源 1 が発する光線 1 a が照射されると、当該光線 1 a は反射して受光素子 4 に到達する。これに対して信号トラック 3 の非反射部 3 b (スケール板 2 に光を吸収するインクが印刷された領域) に光線 1 a が照射されると、当該光線 1 a は反射しないため受光素子 4 にほとんど到達しない。したがって光学式エンコーダ 2 0 0 についても受光素子 4 に供給される光量を分析することにより、光学式エンコーダ 1 0 0 と同様に、光線 1 a が照射されたスケール板 2 (信号トラック 3) 上の位置を検出することができる。

30

【 0 0 4 5 】

なお実施の形態 1 のインク 5 と同様に、光学式エンコーダ 2 0 0 の非反射部 3 b のインクについても、スケール板 2 の延在する方向に関して一定の長さごとに、吸収材としてのインクの印刷される密度 (単位面積あたりにインクが印刷される量、たとえば単位面積あたりのインク 5 が印刷された領域の面積) が周期的に変化してもよい。つまり反射部 3 a は、発光源 1 が発する光を反射する金属粉末を含む第 1 のインクである反射材の密度が、特にスケール板 2 の延在する方向に関する位置に応じて周期的に異なる態様となるような (周期的に変化するような) 構成となっていることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 2 の光学式エンコーダ 2 0 0 は、たとえば図 4 のように、スケール板 2 自体がたとえば光を反射するアルミニウムやニッケルなどの金属材料などで構成されていてもよい。しかしたとえば図 5 の光学式エンコーダ 2 0 0 のように、スケール板 2 の、光線 1 a が照射される表面上に、光を反射する金属被膜 2 a が配置されており、当該表面上のうち金属被膜 2 a が配置されない領域に上述した光を吸収 (遮蔽) するインクが印刷された構成であってもよい。

40

【 0 0 4 7 】

つまり図 5 の光学式エンコーダ 2 0 0 の場合、信号トラック 3 のうち、金属被膜 2 a が形成された領域が反射部 3 a となり、インクが印刷された領域が非反射部 3 b となる。金属被膜 2 a は図 5 においては非反射部 3 b を除く、光線 1 a が照射される表面上のすべての領域に形成されている。しかし金属被膜 2 a は信号トラック 3 の反射部 3 a のみに形成

50

されていてもよい。

【0048】

図5の光学式エンコーダ200のように金属被膜2aにより反射部3aが形成される場合には、スケール板2自身は反射率の高い金属材料のみならず、たとえば樹脂やガラス系の材料など光を反射しない種々の材料から構成されていてもよい。そして当該スケール板2の一表面上に、めっきや金属蒸着、スパッタリング法などを用いることにより、金や銀やアルミニウム、ニッケルなどの反射率が高い材料からなる金属被膜2aを形成することが好ましい。この金属被膜2aを、少なくとも信号トラック3の反射部3aに形成した上で、非反射部3bには光を反射しない(光を吸収する)インクを印刷することが好ましい。

10

【0049】

本発明の実施の形態2は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態1と異なる。すなわち、本発明の実施の形態2について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態1に順ずる。

【0050】

(実施の形態3)

本実施の形態は、実施の形態1と比較して、発光源1が発光する光を進行させる方向が異なっている。以下、本実施の形態の構成について説明する。

【0051】

実施の形態1の光学式エンコーダ100は、発光源1が発する光をスケール板2において反射させることにより、受光素子4に当該光を供給している。しかし図6に示す本実施の形態の光学式エンコーダ300のように、たとえば発光源1が発する光をスケール板2において透過させることにより、受光素子4に当該光を供給する構成としてもよい。

20

【0052】

光学式エンコーダ300においては、光学式エンコーダ100と同じ位置に配置された信号トラック3に、発光源1が発する光を透過する透過部3cと、当該光を透過しない非透過部3dとが、スケール板2の延在する方向に関して一定間隔で複数並んでいる。非透過部3dには、光学式エンコーダ100の反射部3aと同様に、たとえば光を反射する金属粉末を含む反射材としてのインクが、位置に応じて密度が変化するように印刷されている。なお非透過部3dには光学式エンコーダ200の非反射部3bに配置された黒系のインクが配置されてもよい。この場合、非透過部3dにおいて光の吸収が起こる。これに対して透過部3cにはインクが印刷されない。また、スケール板2は光を透過する材料により構成されている。

30

【0053】

ここで光学式エンコーダ300では、非透過部3dに印刷されたインクの密度に応じて受光素子4に到達する光の照度が決まる。つまり光学式エンコーダ300についても光学式エンコーダ100と同様に、印刷により形成された非透過部3dと透過部3cを用いて、より少ない部品数で高精度に直線方向移動部材の移動量の検出ができるという作用効果を有する。

【0054】

なお図6において、変位制御用部材10がスケール板2の下部に配置されており、光線1aが変位制御用部材10を透過するように図示されている。しかしこれはスケール板2が変位制御用部材10に取り付けるように配置されていることを説明するために図1の光学式エンコーダ100と同様に図示したものである。実際には光線1aが変位制御用部材10を透過できるように、変位制御用部材10にスリットなどが形成されていることが好ましい。

40

【0055】

本発明の実施の形態3は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態1と異なる。すなわち、本発明の実施の形態3について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態1に順ずる。

50

【 0 0 5 6 】

(実施の形態 4)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、移動部材の移動方向が異なっている。以下、本実施の形態の構成について説明する。

【 0 0 5 7 】

たとえば図 1 に示す光学式エンコーダ 1 0 0 は、移動部材が直線方向に移動する。これに対してたとえば図 7 に示す光学式エンコーダ 4 0 0 のように、変位制御用部材 1 2 が回転角度（位相）の制御用の部材であってもよい。ここでの変位制御用部材 1 2 は、たとえば図示しないモータに接続されており、モータの回転を回転体 1 1 に伝達するためのモータ軸である。

10

【 0 0 5 8 】

光学式エンコーダ 4 0 0 の変位制御用部材 1 2 は、光学式エンコーダ 1 0 0 の変位制御用部材 1 0 に相当し、光学式エンコーダ 4 0 0 の回転体 1 1 は、光学式エンコーダ 1 0 0 のスケール板 2 に相当する。

【 0 0 5 9 】

この場合においても、回転体 1 1 が光学式エンコーダ 1 0 0 のスケール板 2 と同様に、発光源 1 が発する光を反射しない材質からなり、スケール板 2 に反射部 3 a と非反射部 3 b とを備える信号トラック 3 が、円環状に印刷されるようにする。そして反射部 3 a の上面上には、回転体 1 1 のなす円形の円周方向に関する一定の長さごと（回転体 1 1 のなす円形に関する一定の回転角度（位相）ごと）に周期的に密度が変化するように、インク 5 が印刷されている。

20

【 0 0 6 0 】

光学式エンコーダ 4 0 0 は、光学式エンコーダ 1 0 0 と同様に、たとえばモータの回転量に応じて発光源 1 が発する光が反射され、受光素子 4 に供給される照度が決まることを利用してモータの回転量を高精度に検出することができる。このため、たとえばモータに対して当該回転量の情報をフィードバックすることにより、モータの回転量を高精度に制御することができる。

【 0 0 6 1 】

なお、以上のような回転方向に変位する光学式エンコーダ 4 0 0 において、たとえば実施の形態 2 のように回転体 1 1 が光を反射する材料からなり、信号トラック 3 の非反射部 3 b のように光を反射しない（吸収または遮蔽する）材料からなるインクを印刷した構成を用いてもよい。あるいは光学式エンコーダ 4 0 0 において実施の形態 3 のように、回転体 1 1 を透過する光を受光素子 4 に供給する構成としてもよい。

30

【 0 0 6 2 】

本発明の実施の形態 4 は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態 1 と異なる。すなわち、本発明の実施の形態 4 について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態 1 に順ずる。

【 0 0 6 3 】

(実施の形態 5)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、反射部 3 a に印刷されるインクが異なっている。以下、本実施の形態の構成について説明する。

40

【 0 0 6 4 】

図 8 に示すように、実施の形態 5 の光学式エンコーダ 1 0 0 の反射部 3 a には、反射率が異なる複数の金属粉末の材料が充填されたインクが、スケール板 2 の延在する方向に複数種類並列するように印刷されている。つまり反射部 3 a は、特にスケール板 2 の延在する方向に関する位置に応じて反射率が異なる複数の金属粉末を含むインクが配置された構成である。

【 0 0 6 5 】

実施の形態 5 の光学式エンコーダ 1 0 0 の反射部 3 a におけるインクの態様は図 8 に示すとおりである。図 8 の左右方向は図 3 の反射部 3 a の左右方向と同様に、スケール板 2

50

の延在する方向である。スケール板 2 の左右方向における各位置において、反射部 3 a に印刷されるインクの種類を変化させる。

【 0 0 6 6 】

具体的には、図 8 に示すようにたとえば反射部 3 a のうち左右方向に関する端部に近い領域には発光源 1 が発する光に対する反射率が比較的低い、たとえばクロム系インク 6 を印刷する。クロム系インク 6 は、クロムの金属粉末が充填されたインクである。そして反射部 3 a の左右方向に関する中央部に近い領域ほど、発光源 1 が発する光に対する反射率が高いインクであるアルミニウム系インク 7、銀系インク 8 を印刷することが好ましい。ここでの銀系インク 8 とは、実施の形態 1 にて説明したインク 5 と同一の、銀の金属粉末が充填されたインクである。またアルミニウム系インク 7 とは、アルミニウムの金属粉末が充填されたインクである。

10

【 0 0 6 7 】

なお図 8 においては反射部 3 a の内部に 3 種類の金属粉末からなるインクが印刷されている。しかしながら、より多種類の金属粉末からなるインクが印刷されていてもよい。その場合においても、反射部 3 a の左右方向に関する端部から中央部に向けて、発光源 1 の発する光に対する反射率が漸次高くなるように印刷されることが好ましい。

【 0 0 6 8 】

この場合においても、信号トラック 3 (スケール板 2) の延在する方向に関して、発光源 1 の発する光の反射率が連続的に (傾斜的に) 変化する構成としている。このため、光線 1 a が照射されるスケール板 2 の延在する方向に関する位置が変化すれば、光線 1 a が反射され、受光素子 4 に供給される割合が変化する。また非反射部 3 b においては当該光はほとんど反射されないため、反射部 3 a の中でも比較的非反射部 3 b に近い、反射部 3 a の左右方向に関する端部において反射率が低いクロム系インク 6 が印刷される。このことからスケール板 2 の延在する方向に関しては、反射部 3 a と非反射部 3 b との境界部においても反射率の差が小さくなっている。

20

【 0 0 6 9 】

以上のように、反射部 3 a に印刷するインクの密度を変化させることにより反射率を変化させる代わりに、反射部 3 a に印刷するインクの種類を変化させることにより反射率を変化させてもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、以上のように複数の種類のインクを用いつつ、たとえば実施の形態 1 のように、各種類のインクの印刷される密度や、各種類のインク中に充填される金属粉末の密度を変化させた構成としてもよい。このようにすれば、位置に応じて変化する反射率の情報をさらに高精度に検出することができる。また実施の形態 2 における吸収材としてのインクに複数の種類のインクを用いてもよい。さらに、実施の形態 3 や実施の形態 4 に示す各光学式エンコーダにおいて、本実施の形態に記すような複数の種類のインクを用いた構成としてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

本発明の実施の形態 5 は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態 1 と異なる。すなわち、本発明の実施の形態 5 について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態 1 に順ずる。

40

【 0 0 7 2 】

(実施の形態 6)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、反射部 3 a に印刷するインクが異なっている。以下、本実施の形態の構成について説明する。

【 0 0 7 3 】

反射部 3 a に印刷するインク 5 (図 1 ~ 図 3 参照) として、反射率の高い金属材料の粉末が充填されたインク 5 の代わりに、反射率を増幅させる効果のある無機系物質が充填されたインク 5 (第 2 のインク) を用いてもよい。ここでインク 5 に充填される無機系物質としては、たとえば珪素 (S i) やタンタル (T a)、チタン (T i) を用いることが好

50

ましい。つまり反射部 3 a は、発光源 1 が発する光を反射する無機系物質を含む反射材である第 2 のインクの密度が位置に応じて変化された構成である。

【 0 0 7 4 】

このような無機系物質が充填されたインク 5 を用いて実施の形態 1 と同様の光学式エンコーダ 1 0 0 を形成しても、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。

【 0 0 7 5 】

なお、実施の形態 4 に示す光学式エンコーダにおいて、本実施の形態に記す無機系物質を充填したインク 5 を用いた構成としてもよい。

【 0 0 7 6 】

本発明の実施の形態 6 は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態 1 と異なる。すなわち、本発明の実施の形態 6 について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態 1 に順ずる。

【 0 0 7 7 】

(実施の形態 7)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、信号トラック 3 に印刷されるインクの態様が異なっている。以下、図 9 を参照しながら、本実施の形態の構成について説明する。

【 0 0 7 8 】

本実施の形態では、スケール板 2 上の信号トラック 3 が、反射部 3 a と非反射部 3 b とを備えておらず、信号トラック 3 上のほぼ全面に反射材としてのインク 5 が印刷されている。インク 5 の印刷される密度が、スケール板 2 の延在する方向に関する一定の長さごとに周期的に変化するように印刷されている。インク 5 はたとえば実施の形態 1 のように銀の金属粉末を充填させたインクであってもよいし、実施の形態 5 のように複数の金属粉末が図 9 の左右方向に関して周期的に変化するように印刷されたものであってもよい。あるいは実施の形態 6 のように無機系物質が充填されたインクであってもよい。

【 0 0 7 9 】

このように非反射部 3 b を設けず、信号トラック 3 上のほぼ全面にインク 5 が印刷されていても、反射部 3 a と非反射部 3 b とが設けられている場合と基本的に同様の効果を奏する。

【 0 0 8 0 】

なお、実施の形態 1 のように非反射部 3 b が設けられている場合は、一の非反射部 3 b 内の位置に応じた反射率の変化を検出することができない。一の非反射部 3 b 内のどの領域においても、発光源 1 が発する光の反射率は同様（ほとんど反射しない）であるためである。しかし実施の形態 7 においては、非反射部 3 b が存在しないため、信号トラック 3 上の、スケール板 2 の延在する方向に関するどの位置においても、反射率の変化が存在する。このため、たとえば直線方向移動部材の移動量にかかわらず、高精度に当該移動量を検出することができる。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 7 のように、非反射部 3 b を設けず、信号トラック 3 上のほぼ全領域に対して反射材を印刷する構成を、たとえば実施の形態 2 ~ 5 に用いてもよい。実施の形態 2 のように、反射材の代わりに吸収材としてのインクを信号トラック 3 上のほぼ全領域に、密度が周期変化するように印刷した場合、領域に応じて光の吸収率（言い換えれば反射率）を変化させることができる。実施の形態 3 においては非透過材としてのインクが、図 9 に示すように印刷されることが好ましい。実施の形態 5 においては複数種類のインクを、スケール板 2 の延在する方向に関して（非反射部 3 b を設けず）連続的に並列することが好ましい。

【 0 0 8 2 】

本発明の実施の形態 7 は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態 1 と異なる。すなわち、本発明の実施の形態 7 について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態 1 に順ずる。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

(実施の形態 8)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、信号トラック 3 に印刷されるインクの態様が異なっている。以下、図 10 および図 11 を参照して、本実施の形態の構成について説明する。

【0084】

実施の形態 1 においては、反射部 3 a のインク 5 の印刷される密度や、印刷されるインク 5 中に金属粉末が充填される密度を、スケール板 2 の延在する方向に関する位置に応じて変化させる。これに対して実施の形態 8 においては、反射部 3 a のインク 5 は、スケール板 2 の延在する方向に関する位置に応じて印刷される厚みが変化された構成となっている。

10

【0085】

図 10 の上面図および図 11 の断面図を参照して、インク 5 は、反射部 3 a のスケール板 2 の延在する方向に関する端部ほど厚く、中央部ほど薄くなるように印刷することが好ましい。このため図 11 の断面図に示すように、反射部 3 a のインク 5 はおよそ凹形状となるように印刷される。そして、スケール板 2 の延在する方向に関して反射率が連続的に（傾斜するように）変化するようにするため、インク 5 の厚みが連続的に（傾斜するように）変化する態様となっている。

【0086】

このような構成としても、実施の形態 1 と基本的に同様の効果を奏する。

ただし、インク 5 が厚く印刷される領域ほど、発光源 1 が発する光の反射率が高くなる。つまり図 10 および図 11 の反射部 3 a は、スケール板 2 の延在する方向に関する端部ほど光の反射率が高くなる。

20

【0087】

なお、実施の形態 2、3、4、6、7 において、インクの密度が周期的に変化するようインクを印刷するとともに、実施の形態 8 のようにインクの厚みが周期的に変化するようインクを印刷した態様としてもよい。

【0088】

本発明の実施の形態 8 は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態 1 と異なる。すなわち、本発明の実施の形態 8 について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態 1 に順ずる。

30

【0089】

(実施の形態 9)

本実施の形態は、実施の形態 1 と比較して、信号トラック 3 に印刷されるインクの態様が異なっている。以下、図 12 および図 13 を参照して、本実施の形態の構成について説明する。

【0090】

実施の形態 9 においても、実施の形態 8 と同様に、反射部 3 a のインク 5 は、スケール板 2 の延在する方向に関する位置に応じて印刷される厚みが変化された構成となっている。しかし図 12 の上面図および図 13 の断面図を参照して、インク 5 は、反射部 3 a のスケール板 2 の延在する方向に関する端部ほど薄く、中央部ほど厚くなるように印刷される。

40

【0091】

この場合は、反射部 3 a の端部（つまり非反射部 3 b との境界部）における反射率の変化を連続的なものとするために、スケール板 2 の材質を、（実施の形態 1 と同様に）発光源 1 が発する光を反射しない材質にて形成されたものとするのが好ましい。

【0092】

このような構成としても、実施の形態 1 と基本的に同様の効果を奏する。

また図 12 および図 13 に示すように、実施の形態 9 においては、スケール板 2 の延在する方向に関するインク 5 の厚みが階段状に変化する態様となっている。しかし実施の形態 9 においても、実施の形態 8 と同様に、当該厚みが連続的に（傾斜するように）変化す

50

る態様となってもよい。また図12、13のようにインク5の厚みを階段状に変化させる場合は、厚みの変化を極力細かくする(図12および図13における階段の段数を極力増加させ、各段のスケール板2の延在する方向に関する幅を狭くする)ことが好ましい。このようにすれば、インク5の厚みの変化が連続的な(傾斜するような)変化に近くなる。つまり、反射率を(スケール板2の延在する方向に関して)連続的に変化させることが可能となる。

【0093】

なお、実施の形態2、3、4、6、7において、インクの密度が周期的に変化するようにインクを印刷するとともに、実施の形態9のようにインクの厚みが周期的に変化するようにインクを印刷した態様としてもよい。

10

【0094】

本発明の実施の形態9は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態1と異なる。すなわち、本発明の実施の形態9について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態1に順ずる。

【0095】

(実施の形態10)

本実施の形態は、実施の形態1と比較して、信号トラック3の態様が異なっている。以下、図14および図15を参照して、本実施の形態の構成について説明する。

【0096】

本実施の形態の信号トラック3は、図14および図15を参照して、スケール板2の幅方向に関する中央部分に延在し、スケール板2の延在する方向に関して周期的に凹形状と凸形状とが形成された構成となっている。この点において、単純に信号トラック3の領域として印刷しただけの構成である実施の形態1の信号トラック3とは構成が異なっている。

20

【0097】

つまり本実施の形態の信号トラック3は、スケール板2の主表面(スケール板2の延在する方向とそれに交差する幅方向とがなす矩形の表面)上に凹凸形状が形成されている。そして凸形状の上部に、反射部としてのインク5が印刷されている。

【0098】

このような構成としても、実施の形態1と基本的に同様の効果を奏する。

30

なおインク5は、実施の形態1のように光を反射する金属粉末を充填した第1のインクであってもよいし、実施の形態6のように無機系物質を含む反射材を充填した第2のインクであってもよい。

【0099】

またたとえば実施の形態2、3、4、6、7において、反射材のインクを印刷する代わりに、本実施の形態のように信号トラック3が凹凸形状を有するように形成された態様となってもよい。

【0100】

次に、本実施の形態に係るスケール板2の製造方法について説明する。

まず、たとえば熱可塑性樹脂を用いて、たとえば射出成形法を行なうことにより、図14(図15)のように主表面上に凹凸が形成されたスケール板2の形状が形成される。なお射出成形法の代わりに、たとえばホットエンボスやロール成形法、プレス法などを用いてもよい。

40

【0101】

次に、図16に示すように印刷装置の部品である、たとえば円柱形のインク塗布用ローラ14の側面上に印刷しようとするインクを塗布し、インク塗布用ローラ14の側面を先に形成したスケール板2の凸形状の表面上に接触させながら回転させる。このようにすれば、図17に示すように、凸形状の表面上に反射材としてのインク5が印刷されたスケール板2が形成される。

【0102】

50

あるいはたとえば実施の形態3のように発光源1の光を透過させる仕様の光学式エンコーダ300に用いるスケール板2を形成する場合には、凸形状の表面上には、たとえばペンキなどの黒系のインクを印刷してもよい。このようにすれば、凸形状の表面上において光を吸収させることができるため、光の透過率を低下させることができる。この場合はスケール板2の凸形状以外の領域において光をより透過させるために、たとえばスケール板2がガラスなどの透明材料で形成されていてもよい。

【0103】

本発明の実施の形態10は、以上に述べた各点についてのみ、本発明の実施の形態1と異なる。すなわち、本発明の実施の形態10について、上述しなかった構成や条件、手順や効果などは、全て本発明の実施の形態1に順ずる。

10

【0104】

以上のように、本発明の各実施の形態に係る信号トラック3の反射材は、印刷される密度や、印刷される反射材の種類、および印刷される厚みに応じて反射率を任意に可変制御することができる。このため、受光素子4が受ける照度分布を、高精度で歪みの少ないものとし、変位制御用部材10(12)の移動量(回転角度)の情報をより高精度に検出することができる。

【0105】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

20

【産業上の利用可能性】

【0106】

本発明は、より低コストで光学式エンコーダを製造する技術として、特に優れている。

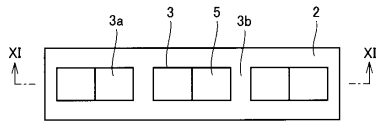
【符号の説明】

【0107】

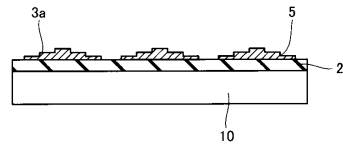
1 発光源、1a 光線、2 スケール板、2a 金属被膜、3 信号トラック、3a 反射部、3b 非反射部、3c 透過部、3d 非透過部、4 受光素子、5 インク、6 クロム系インク、7 アルミニウム系インク、8 銀系インク、10, 12 変位制御用部材、11 回転体、14 インク塗布用ローラ、100, 200, 300, 400 光学式エンコーダ。

30

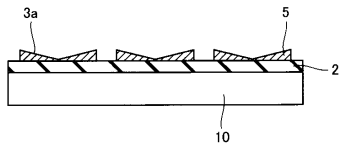
【 10 】



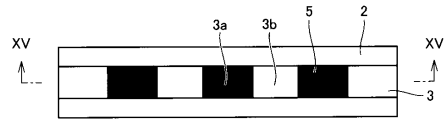
【 13 】



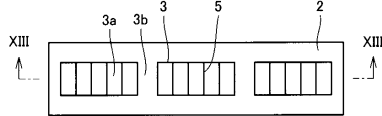
【 11 】



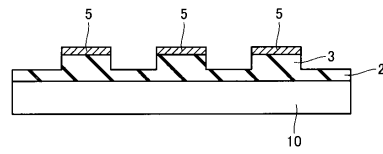
【 14 】



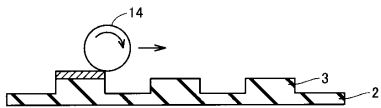
【 12 】



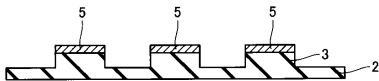
【 15 】



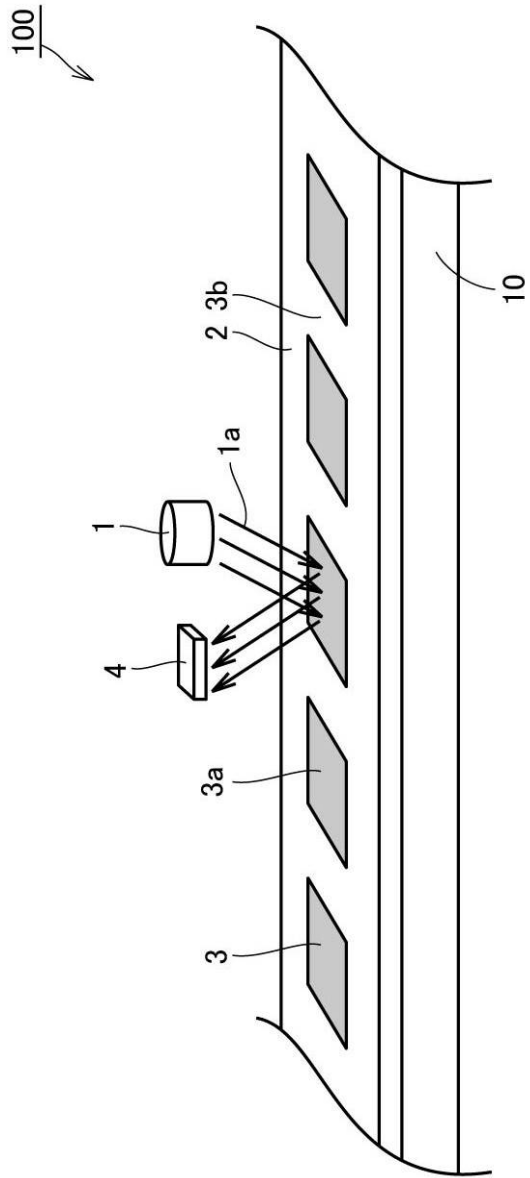
【 16 】



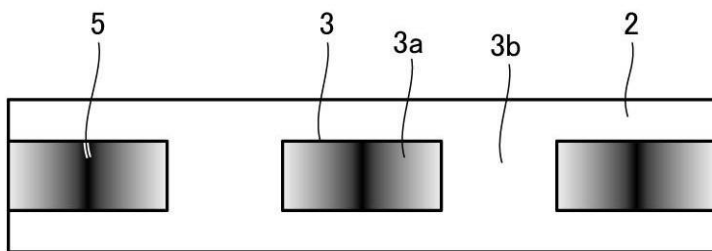
【 17 】



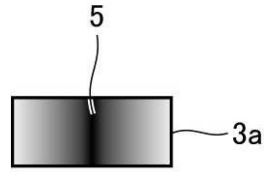
【 図 1 】



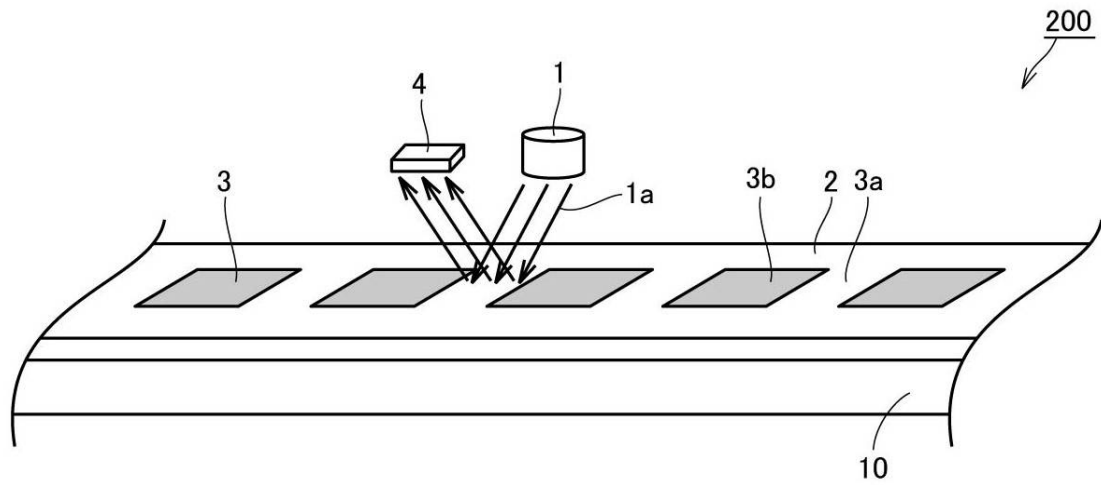
【 図 2 】



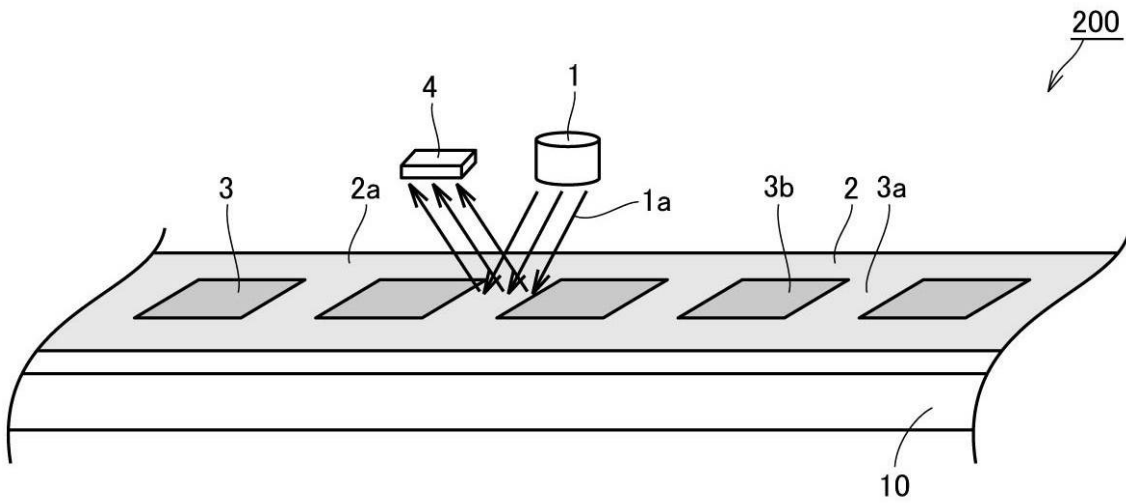
【 図 3 】



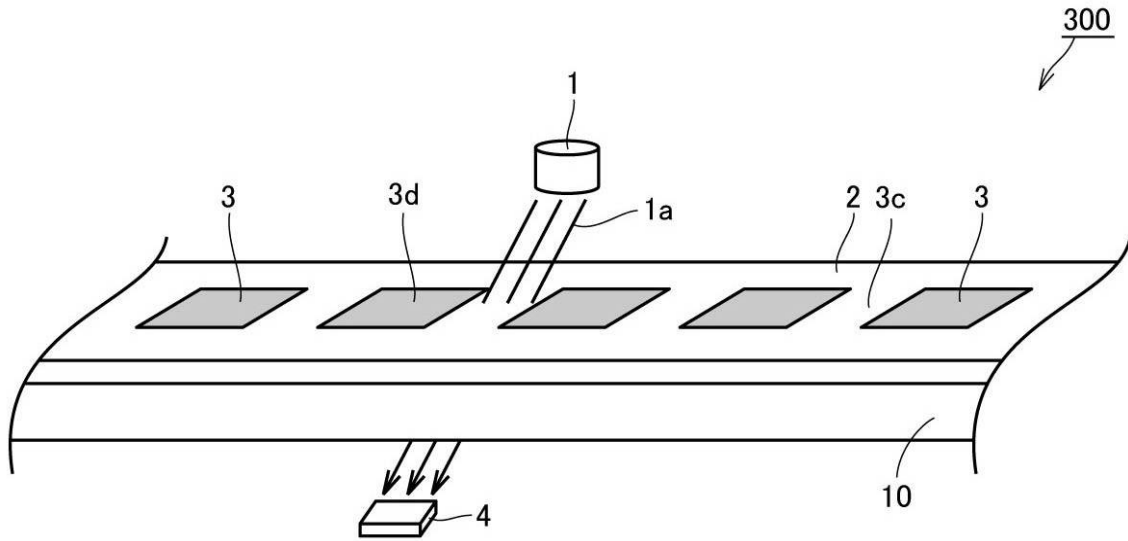
【 図 4 】



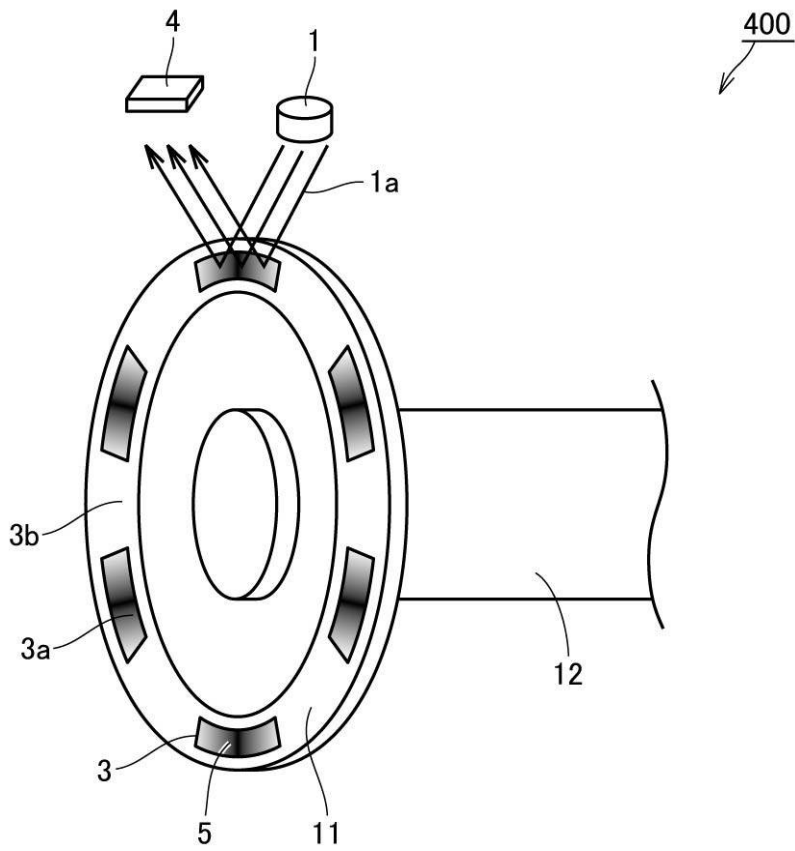
【 図 5 】



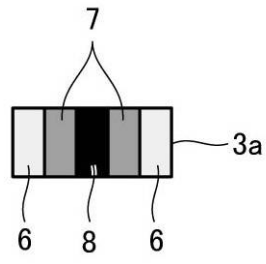
【 図 6 】



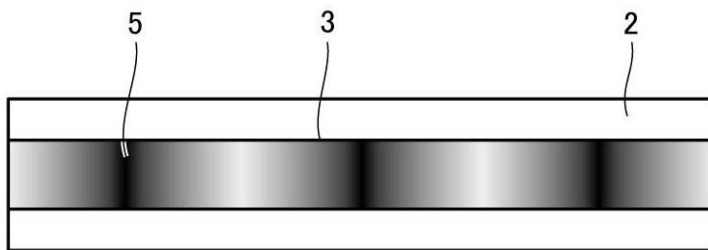
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100124523
弁理士 佐々木 真人
- (72)発明者 村上 治
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 武舎 武史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 野口 琢也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 河野 裕之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 二村 政範
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 平野 真樹

- (56)参考文献 特開平03-274415(JP,A)
特開2004-045063(JP,A)
実開昭62-057120(JP,U)
特開昭64-039643(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01D 5/26 - 5/38