

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5765968号
(P5765968)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015. 8. 19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015. 6. 26)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/347 (2006.01)

G O 1 D 5/347 1 1 O N

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-42074 (P2011-42074)
(22) 出願日 平成23年2月28日(2011. 2. 28)
(65) 公開番号 特開2012-181020 (P2012-181020A)
(43) 公開日 平成24年9月20日(2012. 9. 20)
審査請求日 平成26年2月5日(2014. 2. 5)

(73) 特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100086818
弁理士 高梨 幸雄
(72) 発明者 堀口 春彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内
(72) 発明者 名倉 千裕
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 吉田 久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学式エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、

前記光源により照射され測位方向の細周期パターンおよび粗周期パターンを1つのトラック内に備えるスケールと、

前記細周期パターンと前記粗周期パターンに共通であって前記光源から出た前記スケールからの透過光または反射光を検出する受光素子アレイと、

前記受光素子アレイからの位置検出信号を生成するための第1の初段増幅手段を含む信号処理手段と、を有し、

前記細周期パターンを検出するために前記受光素子アレイを測位方向に第1の周期で構成する高分解能検出モードと、

前記粗周期パターンを検出するために前記受光素子アレイを測位方向に第2の周期で構成する低分解能検出モードと、

を備える光学式エンコーダにおいて、

前記低分解能検出モードと前記高分解能検出モードとを切り替える際に、前記光源の光量変動を制御するために前記第1の初段増幅手段からの出力信号を用いる制御手段を有し、前記制御手段は、前記高分解能検出モードおよび前記低分解能検出モードの少なくとも一方において位置検出に未使用の受光素子がある場合に前記未使用の受光素子の出力を入力する第2の初段増幅手段を備え、

前記未使用の受光素子がある場合に前記第1の初段増幅手段と前記第2の初段増幅手段

10

20

からの出力信号の和信号を基に前記光源の光量変動を制御することを特徴とする光学式エンコーダ。

【請求項 2】

前記第 1 の初段増幅手段は、前記受光素子アレイからの 4 相出力に対応して 4 個の初段増幅手段より構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 3】

前記高分解能検出モードまたは前記低分解能検出モードにおいて前記未使用の受光素子が存在し、前記未使用の受光素子の各出力が前記第 2 の初段増幅手段に入力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学式エンコーダ。

【請求項 4】

前記高分解能検出モードおよび前記低分解能検出モードにおいて前記未使用の受光素子が存在し、前記未使用の受光素子の各出力が前記第 2 の初段増幅手段に入力することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光学式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置の変位を検出する光学式エンコーダに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、測定対象物の移動量や回転量等の変位を検出する変位検出装置として、光学式エンコーダが知られている。光学式エンコーダは、光源と、光源から発する光を反射もしくは透過し、光源に対して相対的に変位可能なスケールと、スケールで反射もしくは透過した光を受光する受光素子と、から構成されている。スケールには反射もしくは透過するパターンが形成されており、スケールの相対的な変位によって、受光素子で受光する光の光量に変化する。そして、受光素子で光量の変化によって生み出される検出信号に基づいて変位を検出する。

【0003】

特許文献 1 には、このような光学式エンコーダが開示されている。即ち、図 9 に示されるように、1 トラック上のスケールパターンに複数の異なる周期の変調を形成することにより、少ないスケールトラックからより多くの情報を得ることができる手法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 198318 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来例に加えて、本願の発明者による研究によれば、複数の変調周期を含むスケールを介してセンサ面上で受光される像には、以下の不要な空間周波数成分が存在することが分かってきた。即ち、回折光同士の干渉によって発生する不要な空間周波数成分や、スケール透過率あるいは反射率分布に含まれる不要な空間周波数成分である。この影響によって、理想的な正弦波からの誤差が生じ、その結果、逆正接演算によって位置信号に変換する際に、位置検出誤差になるという問題が顕在化した。

【0006】

高精度な位置検出を行うためには、センサ面上で受光される像の、回折光同士の干渉によって発生する不要な空間周波数成分や、スケール透過率または反射率分布に含まれる不要な空間周波数成分を低減し、検出波形の誤差成分を低減する必要がある。この問題を解決する方法の一例として、全体概略構成が図 2 に示されるような光学式エンコーダが考えられている。即ち、例えば図 3 に示されるようなスケールと、図 6 乃至図 8 に示されるよ

10

20

30

40

50

うな受光面配置とセンサの信号処理回路を用いて、検出分解能の切り替えを行って信号を取得する方法である。この方法に関して、以下に本発明に対する比較例として説明する。

【0007】

(比較例)

1トラック内に細周期パターンと粗周期パターンを備えたスケール(例えば図3に示されるスケール2)を用い、共通のセンサであるフォトダイオードアレイにて細周期パターン検出と粗周期パターン検出とを検出分解能を切り替えて行う。受光素子アレイであるフォトダイオードアレイ209の受光面配置の一例を図6、図7に示し、エンコーダの出力信号に関して説明する。図6及び図7中、フォトダイオードアレイ209にはフォトダイオードがX軸方向に50μmピッチで28個並んでいる。

10

【0008】

一つのフォトダイオードはX方向幅 X_pd が50μmであり、Y方向幅 Y_pd は800μmである。フォトダイオードアレイ209の全幅 X_total は1400μmである。なお、ここでは、Y方向幅 Y_pd は800μmの場合について説明を行うが、これに限るものではなく、 Y_pd がスケールトラック8のY方向幅 Y_0 の $2 \times n$ 倍(n は自然数)であれば構わない。

【0009】

それぞれのフォトダイオードからの出力は、図6、図7に示されるスイッチ210と図示しないスイッチ回路を介して切り替えられる。それぞれのフォトダイオードからの出力は、以下に述べる4相正弦波出力生成のために選択的に後段の4つの初段増幅器に接続されている。図8中、4つの初段増幅器(24、25、26、27)はI/V変換アンプであり、その出力は、 $S(A+)$ 、 $S(B+)$ 、 $-S(A-)$ 、 $-S(B-)$ の4相正弦波出力のそれぞれに対応する。

20

【0010】

検出分解能を切り替えるためのスイッチ回路は、スイッチ210への外部からの入力によって接続を切り替えることができる。入力がハイレベルの場合は図6に示すようにスケールパターン周期 $P = 100\mu m$ (反射像周期 $200\mu m$)の検出ピッチとなる。また、入力がローレベルの場合は図7に示すようにスケールパターン周期 $X_0 = 700\mu m$ (反射像周期 $1400\mu m$)の検出ピッチとなる。このように、検出分解能が切り替え可能な構成となっている。なおスケール位置が光源とフォトダイオードアレイの中間位置にあることから、フォトダイオードアレイ上の反射像周期はスケールパターン周期の2倍となっている。

30

【0011】

ここで、図6に示すように、 $100\mu m$ の検出ピッチにおいては、信号に関わるフォトダイオードの全幅が $1400\mu m$ となり、スケールパターン $700\mu m$ 周期($=X_0$)の変調成分の反射像周期と一致する。また、図7に示すように、 $700\mu m$ の検出ピッチにおいては、未使用のフォトダイオードを残しつつ、それぞれ4つの隣接するフォトダイオードが電氣的に接続される。これらの技術的意義については、後に詳述する。

【0012】

4相正弦波の相対位相はそれぞれの検出ピッチに対し、 $S(A+)$ を基準とすると、 $S(B+)$ は約+90度 $S(A-)$ は約+180度 $S(B-)$ は約+270度の関係にある。これらの出力に対して、信号処理回路101で2相正弦波状信号 $S(A)$ 、 $S(B)$ を生成し、さらにこれらの逆正接演算を行うことで位相信号を得る。

40

$$S(A) = S(A+) - S(A-)$$

$$S(B) = S(B+) - S(B-)$$

(比較例におけるAPC)

ここで、上記分解能切り替え構成を備える比較例において、光源光量を制御するAPC(オートパワーコントロール)を一般的に考えると、図8に示すセンサの信号処理回路部を備えることとなる。即ち、4相正弦波出力形成のための4つの初段増幅器(24、25、26、27)をAPC制御信号用にも兼用させる構成となる。

50

【 0 0 1 3 】

図 8 に示される信号処理回路において、位置検出用に 4 相正弦波出力 $S(A+)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B-)$ が A 相用差動アンプ 29、B 相用差動アンプ 30 を介して演算され、2 相正弦波信号 $S(A)$ 、 $S(B)$ が得られる。この時、分解能切り替えにより 4 相正弦波出力生成において未使用となるフォトダイオードは、GND (グラウンド) に接続されている (図 8)。光源光量の制御を行う APC は、基本的に 4 つの I V 変換アンプ (24、25、26、27) の出力を用いて行う。

【 0 0 1 4 】

このような構成の場合、検出分解能の切り替えにより 4 相正弦波出力に使用されるフォトダイオードの数が異なるため、APC に用いるフォトダイオードの数も異なることになり、検出分解能の切り替えによって光源光量が変動する。

10

【 0 0 1 5 】

そのため、以下のような問題が存在する。まず、APC により検出分解能の切り替え後に光源光量が減少する場合には、APC 応答時間までの間、過渡的に 2 相正弦波 (A 相、B 相) の振幅が所望の値よりも大きくなり、信号振幅が飽和することが懸念される。また、APC により検出分解能の切り替え後に光源光量が増加する場合には、APC 応答時間までの間、過渡的に 2 相正弦波 (A 相、B 相) の振幅が所望の値まで達しない。

【 0 0 1 6 】

さらに、検出分解能切り替えの際に信号振幅が飽和しないレベルまで信号振幅を抑えておくと、検出分解能の切り替え後に光源光量が増加する場合には、APC 応答時間後の信号振幅を大きく取ることができず、高い S/N を確保することが難しい。以上、検出分解能の切り替えによる APC に用いるフォトダイオード数が変化すること、すなわち APC 対象の光量が変化することは、切り替え時の信号振幅の飽和やダイナミックレンジ確保のための S/N 低下が位置検出誤差の要因となる。このため、切り替え前後の分解能を複合的に使用する位置検出を、高精度に行うことが難しいという問題があった。

20

【 0 0 1 7 】

そこで、本発明は上記問題点に鑑み、分解能切り替えによって位置検出信号生成において未使用となる受光素子が存在しても、光源光量の変動を抑えることができる光学式エンコーダを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 1 8 】

上記目的を達成するために、本発明に係わる光学式エンコーダは、光源と、前記光源により照射され測位方向の細周期パターンおよび粗周期パターンを 1 つのトラック内に備えるスケールと、前記細周期パターンと前記粗周期パターンに共通であって前記光源から出た前記スケールからの透過光または反射光を検出する受光素子アレイと、前記受光素子アレイからの位置検出信号を生成するための第 1 の初段増幅手段を含む信号処理手段と、を有し、前記細周期パターンを検出するために前記受光素子アレイを測位方向に第 1 の周期で構成する高分解能検出モードと、前記粗周期パターンを検出するために前記受光素子アレイを測位方向に第 2 の周期で構成する低分解能検出モードと、を備える光学式エンコーダにおいて、前記低分解能検出モードと前記高分解能検出モードとを切り替える際に、前記光源の光量変動を制御するために前記第 1 の初段増幅手段からの出力信号を用いる制御手段を有し、前記制御手段は、前記高分解能検出モードおよび前記低分解能検出モードの少なくとも一方において位置検出に未使用の受光素子がある場合に前記未使用の受光素子の出力を入力する第 2 の初段増幅手段を備え、前記未使用の受光素子がある場合に前記第 1 の初段増幅手段と前記第 2 の初段増幅手段からの出力信号の和信号を基に前記光源の光量変動を制御することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、分解能切り替えによって位置検出信号生成において未使用となる受光素子が存在しても、全ての受光素子で受光した光量の和信号から APC をかけることがで

50

きる。このため、分解能切り替え前後での光源光量の変動を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施形態に係わるセンサの信号処理回路部の説明図である。

【図 2】本発明の実施形態に係わる光学式エンコーダの構成を示す概略図である。

【図 3】本発明の実施形態に係わるスケールトラックの構成を説明する平面図である。

【図 4】本発明の実施形態に係わる高分解能検出時のフォトダイオードアレイの受光面配置を表す平面図である。

【図 5】本発明の実施形態に係わる低分解能検出時のフォトダイオードアレイの受光面配置を表す平面図である。

【図 6】比較例における高分解能検出時のフォトダイオードアレイの受光面配置を表す平面図である。

【図 7】比較例における低分解能検出時のフォトダイオードアレイの受光面配置を表す平面図である。

【図 8】比較例におけるセンサの信号処理回路部の説明図である。

【図 9】従来技術を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

《第 1 の実施形態》

本実施形態における光学式エンコーダの構成を図 2 に示す。このエンコーダは、測位方向が紙面垂直方向であって、可動部に取り付けられるスケール 2、固定部に取り付けられるセンサユニット 7 を備える。センサユニット 7 は、LED からなる光源 1、受光素子アレイであるフォトダイオードアレイ 9 を有する受光素子 3、信号処理回路部を内蔵したフォト IC チップからなる半導体素子を備える。更に、及びそれらを実装したプリント基板 4 等が同一パッケージ内に実装された受発光一体型のセンサユニットである。

【 0 0 2 2 】

スケール 2 は、ガラス基板上にクロム反射膜がとしてパターンニングされたスケールトラック 8 を備えている。センサユニット 7 内の光源 1 から出射した発散光束はスケール 2 のスケールトラック 8 に照射される。1 つのトラック内に細周期パターンと粗周期パターンを備えるスケールトラック 8 から反射した光束は、センサユニット 7 内で細周期パターン検出と粗周期パターン検出に共通に用いられるフォトダイオードアレイ 9 に向けて反射される。

【 0 0 2 3 】

光源 1 とフォトダイオードアレイ 9 はスケールトラック 8 の平面と平行な同一平面上にあって、光源 1 から出てスケールトラック 8 で反射されてフォトダイオードアレイ 9 に至る。即ち、光源 1 からフォトダイオードアレイ 9 に至る光路の丁度中間位置にスケールトラック 8 が存在する関係となる。これより、スケールトラック 8 の反射率分布が 2 倍拡大された像としてフォトダイオードアレイ 9 上で受光される。フォトダイオードアレイ 9 によって受光された反射光束は電気信号に変換され、エンコーダ信号として図 2 に示す信号処理回路 101 に送られる。信号処理回路 101 は、センサユニット 7 で得られたエンコーダ信号の内挿処理や、記憶装置 102 への信号の書き込み、および、読み出し、位置信号の出力等を行う。

【 0 0 2 4 】

(細周期パターンと粗周期パターンを備えたスケール)

1 つのトラック内に細周期パターンと粗周期パターンを備えるスケール 2 のスケールトラック 8 の一部の拡大図を図 3 に示す。スケールトラック 8 は、単位ブロックパターン 10 を測位方向である移動方向 (X 軸方向) と移動方向に垂直な方向 (Y 軸方向) にそれぞれ周期的に並べたパターンとなっている。スケールトラック 8 の単位ブロックパターン 10 は、X 方向幅 X0 が 700 μm 、Y 方向幅 Y0 が 50 μm である。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

単位ブロックパターン10は、細周期パターンとしてX軸方向50 μ mの幅でピッチP100 μ mごとに等間隔に配置されたパターン列からなる領域(領域A)と、粗周期パターンとして700 μ m周期の変調パターン列からなる領域(領域B)よりなる。領域Aと領域BのY軸方向の幅は共に25 μ mである。

【0026】

領域Aは、さらにY方向12.5 μ mごとに分割されており、パターン列が単位ブロックパターンの中心基準線に対しX軸方向に $\pm(100/12)$ μ mそれぞれシフトしている。このような構成にすることで、スケール反射像の強度分布がセンサ受光面領域で積分されることにより、100 μ m周期の3倍周期成分がキャンセルされ、理想的な正弦波からの歪が抑えられる。なお、本実施形態では、3倍周期成分のみの対策を行っているが、これに限るものではなく、他の周期成分をキャンセルするために多段のシフトにしたり、連続的なシフトにしてももちろん構わない。

10

【0027】

領域Bには、X方向幅50 μ mの11個の反射パターン列が並べられている。それぞれ反射パターンのY軸方向の幅は、W1=5 μ m、W2=9 μ m、W3=16 μ m、W4=20 μ m、W5=25 μ m、W6=25 μ m、W7=25 μ m、W8=20 μ m、W9=16 μ m、W10=9 μ m、W11=5 μ mである。

【0028】

また、本実施形態では、スケールのパターンとして、領域Aが100 μ mピッチ、領域Bが700 μ mピッチの場合について説明を行うが、本発明はこれに限るものではない。即ち、不要な周期成分をキャンセルするために2つの領域のパターンのピッチの比が奇数倍であれば構わない。

20

【0029】

(検出分解能の切り替え可能なフォトダイオードアレイおよび信号処理回路)

続いて、図1および図4乃至図5を用いて、本実施形態における検出分解能の切り替えと、信号処理回路について説明する。図1は本実施形態におけるセンサの信号処理回路部について説明する図である。図4は細周期パターンを検出する高分解能検出モード時のフォトダイオードアレイ9の受光面配置、図5は粗細周期パターンを検出する低分解能検出モード時のフォトダイオードアレイ9の受光面配置である。

【0030】

30

ここで図4、図5のフォトダイオードアレイ9は、図6、図7と同様に、フォトダイオードがX軸方向に50 μ mピッチで28個並んでおり、一つのフォトダイオードはX方向幅X_{pd}が50 μ mであり、Y方向幅Y_{pd}は800 μ mである。そして、フォトダイオードアレイ9の全幅X_{total}は1400 μ mとなる。それぞれのフォトダイオードからの出力は、図4、図5に示すスイッチ10と不図示のスイッチ回路を介して切り替えられ、選択的に後段の4つの初段増幅器に接続されている。

【0031】

4個の初段増幅器アンプからの出力は、S(A+)、S(B+)、S(A-)、S(B-)の4相出力にそれぞれに対応する。4相正弦波出力を用いるのは、直流成分を除去して振幅を2倍に拡大した信号を得て、移動方向の判別を行うことができるようにするためである。

40

【0032】

ここで、細周期パターン検出用のフォトダイオードアレイの測位方向の全受光幅は、粗周期パターンの周期に対応した低分解能検出用のフォトダイオードアレイの測位方向の受光幅の整数倍(ここでは1倍である1400 μ m)とされる。また粗周期パターン検出用の測位方向の受光幅は、スケールの細周期パターンの周期に対応した細周期パターン検出用フォトダイオードアレイの測位方向の各受光幅の整数倍(ここでは1倍である200 μ m)とされる。

【0033】

(分解能の切り替え)

50

スイッチ回路への入力が高レベルの場合は、高分解能検出モードとして図4に示すように、スケールパターン $100\mu\text{m}$ （第1の周期である反射像周期 $200\mu\text{m}$ ）の検出ピッチとなる。一方、スイッチ回路への入力がローレベルの場合は、低分解能検出モードとして図5に示すようにスケールパターン $700\mu\text{m}$ （第2の周期である反射像周期 $1400\mu\text{m}$ ）の検出ピッチとなる。

【0034】

（低分解能検出モード）

低分解能検出モード時の $700\mu\text{m}$ の検出ピッチにおいては、各々4つの隣接するフォトダイオードが電氣的に接続される。これにより、図5のA+、B+、A-、B-夫々がスケールパターン $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $200\mu\text{m}$ の幅で加算されることになり、 $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。

10

【0035】

なお、低分解能検出モード時に位置検出に用いられないフォトダイオードアレイ9の未使用のセンサは位置検出用の初段増幅器には入力されない。

【0036】

（高分解能検出モード）

高分解能検出モード時の $100\mu\text{m}$ の検出ピッチにおいては、信号に関わるフォトダイオードの全幅が $1400\mu\text{m}$ となり、スケールパターン $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する。このため、 $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分によって出力振幅が変動する影響を低減することができる。即ち、図4において離散して配置されるA+、B+、A-、B-夫々がスケールパターン $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $1400\mu\text{m}$ の範囲で加算されることになり、 $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。

20

【0037】

（位相信号の形成）

図1に示すように、4相正弦波出力 $S(A+)$ 、 $S(B+)$ 、 $S(A-)$ 、 $S(B-)$ の位置検出信号生成に用いられる初段増幅器（第1の初段増幅器）として、4つのIV変換アンプ（34、35、36、37）が構成されている。4相正弦波の相対位相はそれぞれの検出ピッチに対し、 $S(A+)$ を基準とすると、 $S(B+)$ は約 $+90$ 度、 $S(A-)$ は約 $+180$ 度、 $S(B-)$ は約 $+270$ 度の関係にある。これらの出力は、図2中の信号処理回路401において、以下の演算を行う。

30

$$S(A) = S(A+) - S(A-)$$

$$S(B) = S(B+) - S(B-)$$

上記の演算を行って、直流分が除去された2相正弦波状信号 $S(A)$ 、 $S(B)$ を生成し、さらにこれらの逆正接演算を行うことで位相信号を得る。

【0038】

（各周波数成分の発生メカニズムと不要成分の除去）

ここで、各周波数成分の発生メカニズムと不要成分の除去について説明する。スケールパターンからの回折角度分布は、反射率分布のフーリエ変換によって得られる。本実施形態のスケールトラック8では反射率の測位方向（X方向）分布が、一定振幅の $100\mu\text{m}$ 周期の反射率変調と、一定振幅の $700\mu\text{m}$ 周期の反射率変調との和になっている。これにより、主要な回折成分は、0次光に加え、粗周期（ $700\mu\text{m}$ 周期）による ± 1 次回折光と、細周期（ $100\mu\text{m}$ 周期）による ± 1 次回折光の5成分となる。

40

【0039】

これらの回折光に関して回折光同士の干渉による干渉縞の空間周波数は、干渉し合う回折光の回折角の差分によって決定される。粗周期が細周期の7倍であることから、細周期による回折角度は粗周期による回折角度の7倍となる。これより、粗周期の2倍拡大像の空間周波数を $1f$ （ $1f$ の空間周波数成分は、0次光と粗周期による ± 1 次回折光の干渉によって発生する）とすると、0次光と細周期による ± 1 次回折光の干渉によって $7f$ の

50

空間周波数成分が発生する。

【 0 0 4 0 】

検出されるべき $1f$ の空間周波数成分と $7f$ の空間周波数成分の他に、以下の不要な空間周波数成分 $2f$ 、 $6f$ 、 $8f$ 、 $14f$ が発生する。即ち、空間周波数成分 $2f$ は、粗周期による ± 1 次回折光同士の干渉によって発生し、空間周波数成分 $6f$ は、細周期による $+1$ 次 (-1 次) 回折光と粗周期による $+1$ 次 (-1 次) 回折光の干渉によって発生する。また空間周波数成分 $8f$ は、細周期による $+1$ 次 (-1 次) 回折光と粗周期による -1 次 ($+1$ 次) 回折光の干渉によって発生し、空間周波数成分 $14f$ は、細周期による ± 1 次回折光同士の干渉によって発生する。

【 0 0 4 1 】

低分解能検出モードでは、スケールからの反射回折像に含まれる空間周波数成分に関し、以下に示すように、不要な周波数成分は低減され、空間周波数成分 $1f$ のみが存在し、ほぼ理想的な正弦波が得られる。不要成分の除去に関しては、以下に示す通りである。低分解能検出モードでは、隣接する 4 つのフォトダイオード (図 5 の $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$) の出力が加算される。即ち、スケールパターン $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $200\mu\text{m}$ の幅が加算されることになり、 $100\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。これにより、不要周波数成分 $7f$ が除去できる。

【 0 0 4 2 】

更に不要周波数成分 $2f$ 、 $6f$ 、 $8f$ 、 $14f$ といった偶数次成分は、センサアレイに接続される信号処理回路で、 $S(A) = S(A+) - S(A-)$ によって除去される。その結果、不要な周波数成分は低減され、 $1f$ に関してほぼ理想的な正弦波が得られる。

【 0 0 4 3 】

高分解能検出モードでは、図 4 に示す $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ の夫々 7 つの離散するフォトダイオードの出力が加算される。即ち、スケールパターン $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分の反射像周期と一致する $1400\mu\text{m}$ の範囲で $A+$ 、 $B+$ 、 $A-$ 、 $B-$ の夫々が加算されることで、 $700\mu\text{m}$ 周期の変調成分が出力に与える影響を低減することができる。これにより、不要周波数成分 $1f$ が除去できる。

【 0 0 4 4 】

更に不要周波数成分 $2f$ 、 $6f$ 、 $8f$ 、 $14f$ といった偶数次成分は、センサアレイに接続される信号処理回路で、 $S(A) = S(A+) - S(A-)$ によって除去される。その結果、不要な周波数成分は低減され、 $7f$ に関してほぼ理想的な正弦波が得られる。

【 0 0 4 5 】

(A P C 制御)

スケール 2 のスケールトラック 8 を照射する光源 1 の光量変動は、フォトダイオードアレイ 9 の各出力の和を基に常時一定となるように A P C (オートパワーコントロール) 制御回路により制御される。ここで A P C 制御回路は、位置検出用の I V 変換アンプ (3 4、3 5、3 6、3 7) を第 1 の初段増幅手段とし、その出力信号を用いる。即ち、I V 変換アンプ (3 4、3 5、3 6、3 7) は位置検出用および光源光量制御用に兼用される増幅手段となり、A P C 制御回路では、位置検出に用いられるフォトダイオードアレイ 9 の各素子からの出力を全て初段増幅回路に入力して光源光量を制御する。

【 0 0 4 6 】

ここで、高分解能検出モードおよび/または低分解能検出モードにおいて、位置検出に用いられない未使用の受光素子が存在する場合がある。この場合、未使用の受光素子があれば、位置検出に用いられるフォトダイオードアレイ 9 の各素子からの出力の和が減少することとなる。未使用の受光素子は、上述したような低分解能検出モードのみで発生する場合の他、高分解能検出モードのみで発生する場合、高分解能検出モードおよび低分解能検出モードで発生する場合がある。

【 0 0 4 7 】

後者の例としては、図 4 において 28 個の受光素子の内、左側から 1 番目、6 番目乃至 8 番目、13 番目乃至 15 番目、20 番目乃至 22 番目、27 番目乃至 28 番目を位置検

10

20

30

40

50

出に未使用の受光素子とし、図 5 の配置に類した配置とした場合である。

【 0 0 4 8 】

前者の例としては、図 4 において、28 個の受光素子の内、左側から、A + 相は 3、11、19 番目、B + 相は 5、13、21 番目、A - 相は 7、15、23 番目、B - 相は 9、17、25 番目を位置検出に用いる受光素子とする。そして、これら以外を位置検出に未使用の受光素子とした場合である。

【 0 0 4 9 】

そこで、本実施形態では、A P C 用に第 1 の初段増幅器である 4 つの I V 変換アンプ (34、35、36、37) の他に、第 2 の初段増幅器として 5 つ目の初段増幅器である I V 変換アンプ 38 を備える。そして、検出分解能の切り替えにより 4 相正弦波出力生成において未使用となるフォトダイオードに対し、5 つ目の初段増幅器である I V 変換アンプ 38 に接続する。

【 0 0 5 0 】

これにより、スイッチ回路に外部からの入力を行うことで検出分解能を切り替える場合、4 相正弦波出力 S (A +)、S (B +)、S (A -)、S (B -) とともに、5 つ目の I V 変換アンプを介した S (C) が出力される。そして、第 1 の初段増幅手段からの出力と第 2 の初段増幅手段からの出力である 5 つの I V 変換アンプを介した出力全て (S (A +)、S (B +)、S (A -)、S (B -)、S (C)) の和信号を用いて光源 1 の A P C (オートパワーコントロール) を行う。このことにより、分解能切り替え前後の光源光量の変化を回避することができる。

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、分解能切り替えによって位置検出信号生成に未使用となるフォトダイオードが存在しても、全てのフォトダイオードで受光した光量の和信号から常時 A P C (オートパワーコントロール) を行うことができる。このため、切り替え時の光源光量の変動を回避できる。その結果、A P C 本来の光源特性変化等の長期的経時変化への光源光量安定性を維持したまま、切り替え後の分解能での検出信号を A P C 応答時間に依存することなく高速高精度で取得することが可能となる。また、切り替え前後の分解能を複合的に使用する位置検出が A P C 応答時間に依存することなく高速高精度で可能となる。

【 0 0 5 2 】

(変形例)

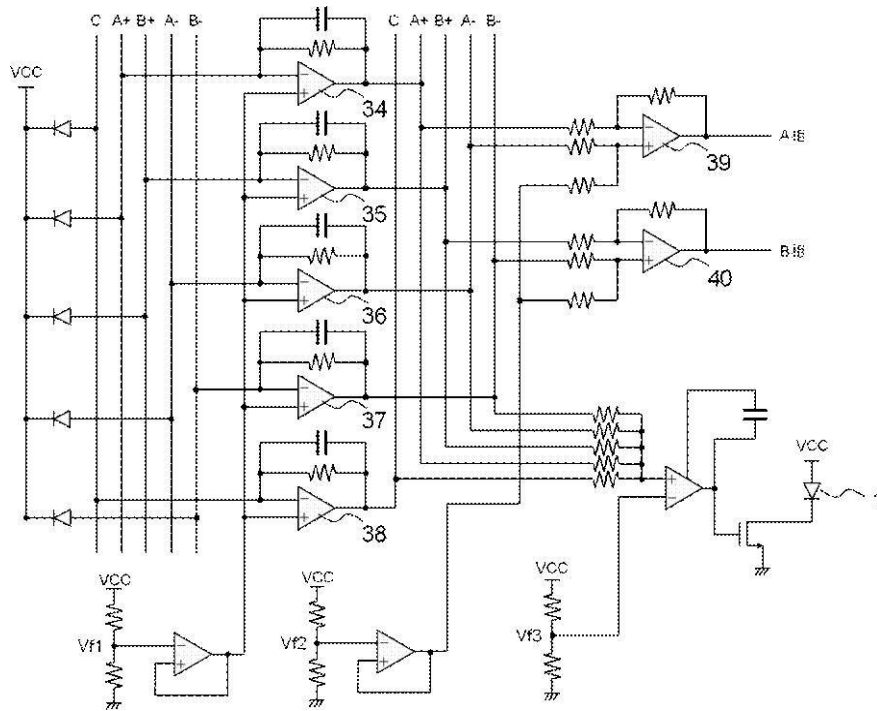
以上、スケールからの反射光をフォトダイオードアレイで検出するものとしたが、反射光の代わりにスケールからの透過光を検出するようにしても良い。また、本発明の技術思想の下で上述した各実施形態に記載した技術事項を適宜組み合わせることも勿論可能である。

【 符号の説明 】

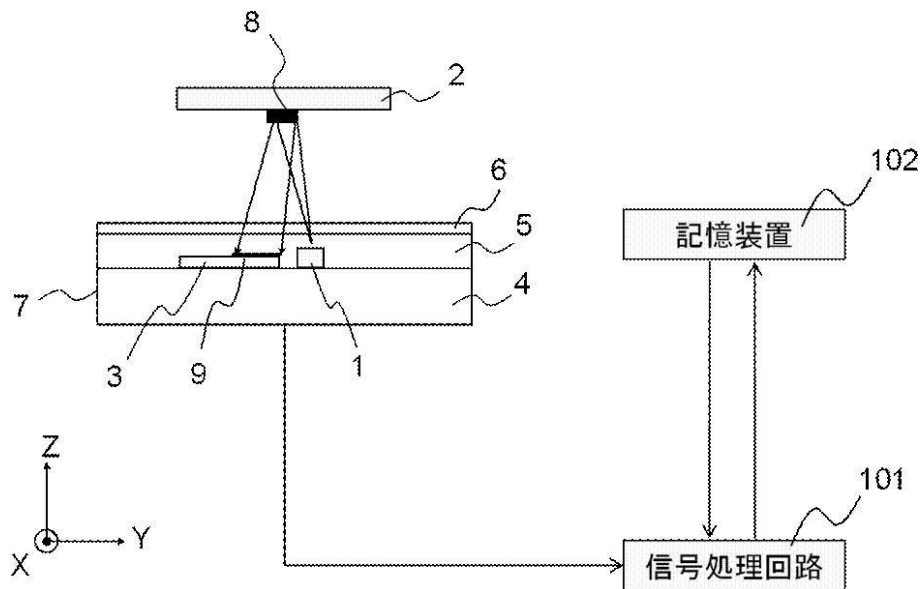
【 0 0 5 3 】

1・・・光源、2・・・スケール、3・・・受光素子、4・・・プリント基板、5・・・樹脂。6・・・透明ガラス基板、7・・・センサユニット、8・・・スケールトラック、9・・・フォトダイオードアレイ、10・・・スイッチ、34・・・A + 相用初段増幅器、35・・・B + 相用初段増幅器、36・・・A - 相用初段増幅器、37・・・B - 相用初段増幅器、38・・・C 相用初段増幅器

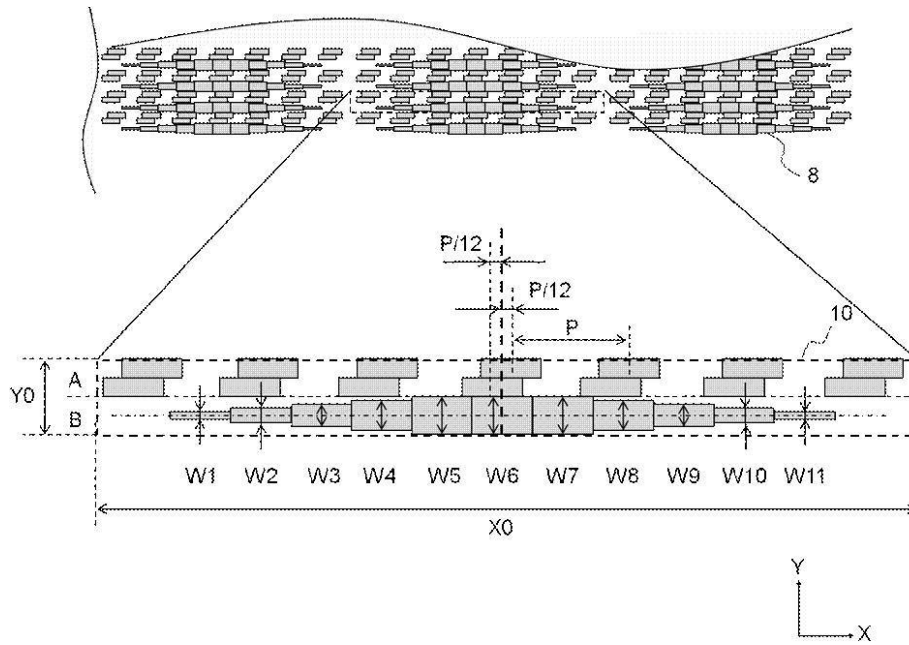
【図 1】



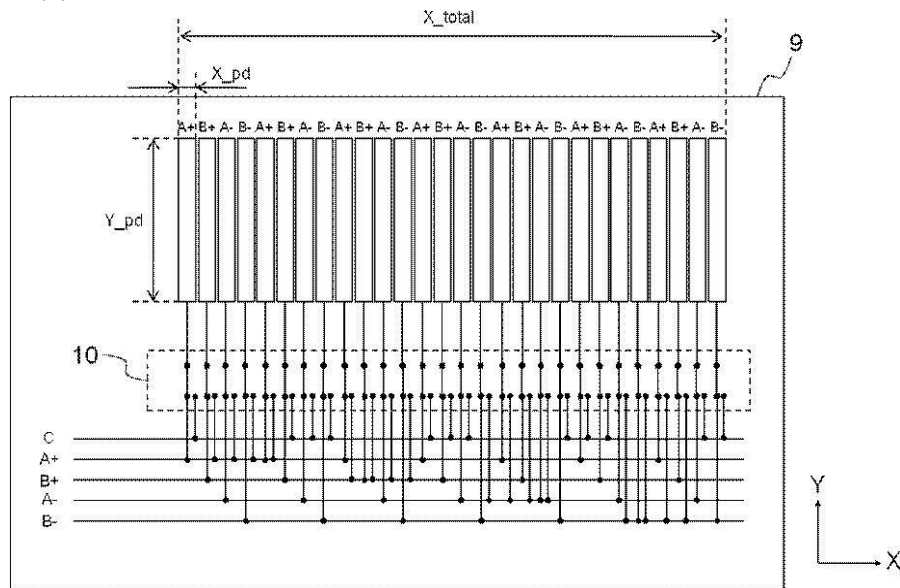
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

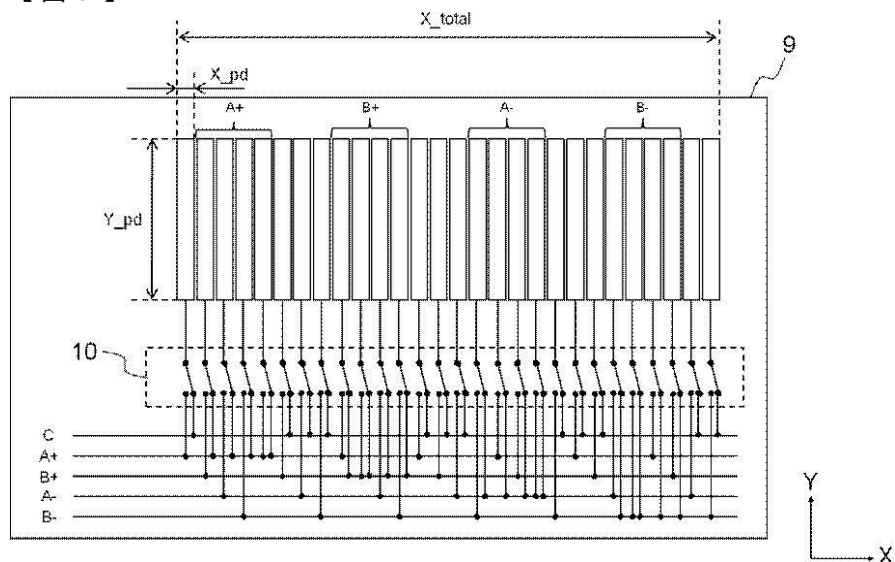
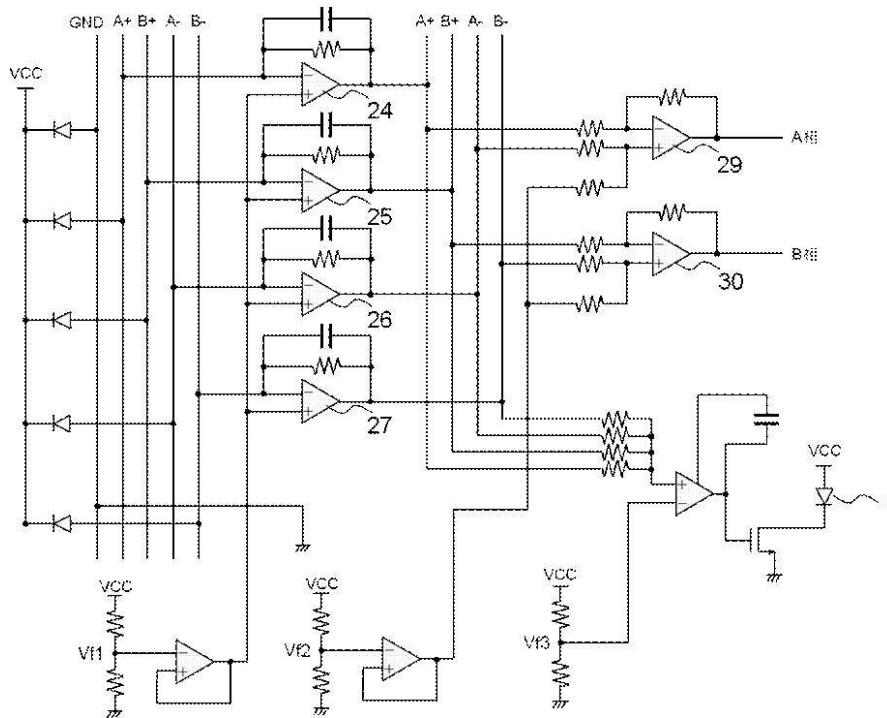
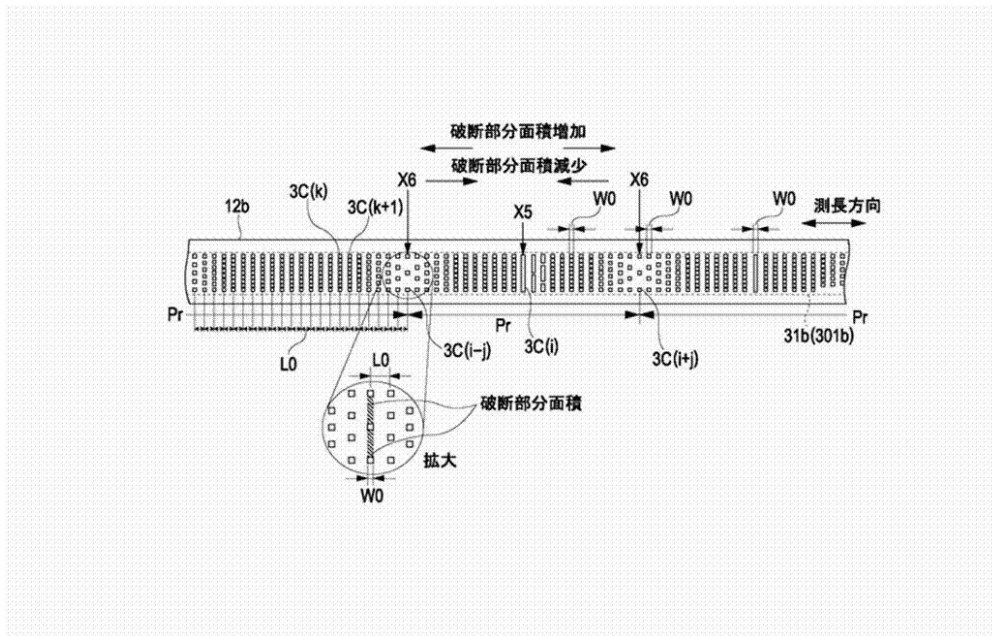


Figure 1 is a schematic diagram of a 2D array of vertical nanowires. The array is defined by a total width X_{total} and a pitch X_{pd} . The height of the nanowires is Y_{pd} . The nanowires are labeled with a sequence of 'A+' and 'B-' signals. A dashed box labeled 210 indicates a region of the array. The array is connected to a GND line and a series of A+, B+, A-, and B- lines. A coordinate system (X, Y) is shown at the bottom right.

【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-296075(JP,A)
特開2005-300306(JP,A)
特開2006-23220(JP,A)
特開平9-236451(JP,A)
特開平6-341859(JP,A)
特開平6-341858(JP,A)
特開平2-247834(JP,A)
特開平9-145408(JP,A)
特開2005-17116(JP,A)
実開昭63-174019(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/26 - 5/38
G01B 11/00 - 11/30