

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4989313号
(P4989313)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 D 5/347 (2006.01)

GO 1 D 5/36 (2006.01)

GO 1 D 5/347 I I O C

GO 1 D 5/36 W

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-140223 (P2007-140223)	(73) 特許権者	000220343
(22) 出願日	平成19年5月28日 (2007.5.28)		株式会社トプコン
(65) 公開番号	特開2008-292389 (P2008-292389A)		東京都板橋区蓮沼町75番1号
(43) 公開日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100082670
審査請求日	平成22年5月20日 (2010.5.20)		弁理士 西脇 民雄
		(72) 発明者	熊谷 薫
			東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト
			プコン内
		(72) 発明者	齊藤 政宏
			東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社ト
			プコン内
		審査官	岡田 卓弥

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 絶対角度演算装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空間変調されたパターンを有する回転板と、前記パターンの回転域に臨む発光部と、前記パターンを介して得られた前記発光部からの光を受光して光電変換信号列に変換する受光部と、該受光部から出力される光電変換信号列に含まれている空間変調成分に基づいて基準角度位置からの絶対角度位置を演算する演算回路とを有する絶対角度演算装置において、

前記演算回路は前記絶対角度位置を補間するために演算に要する絶対角度演算時間よりも短い設定時間の間で前記受光部から出力された前回の光電変換信号列と今回の光電変換信号列とを保存する光電変換信号列保存部と、該光電変換信号列保存部に保存されている前回の光電変換信号列と今回の光電変換信号列との相関を検出してそのずれ量を検出する相関検出回路と、今回得られたずれ量に基づいて前記パターン間の絶対角度位置相当値を内挿する内挿演算回路とを有し、

前記演算回路は、該ずれ量と前記絶対角度位置相当値に基づき内挿角度を算出して、前回得られた絶対角度位置に今回得られた内挿角度を加算して、現在の絶対角度位置を求めることを特徴とする絶対角度演算装置。

【請求項 2】

前記演算回路は、前記信号列を閾値を用いて二値化してずれ量を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の絶対角度演算装置。

【請求項 3】

前記パターンが、透過スリットであり、前記発光部と前記受光部とは前記透過スリットの回転域を挟んで対向されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の絶対角度演算装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、回転レーザー装置等に組み込まれているロータリーエンコーダを用いて、基準角度位置に対する絶対角度位置を演算する絶対角度演算装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、図1に示すように、回転レーザー装置1等の測量機では、回転プリズム（図示を略す）を例えば1秒間に3回転（1分間に180回転）させ、ファンビームBPをターゲット2に向けて照射し、ターゲット2からの反射光BP'を受光して、そのターゲット2の回転レーザー装置1の基準角度位置Qに対する絶対角度位置 θ を検出する構成のものが知られている。

【0003】

この回転レーザー装置1では、ついで、例えば、その検出された絶対角度位置 θ において、ターゲット2にレーザー光を照射し、ターゲット2からの反射光を受光して、回転レーザー装置1からターゲット2までの距離を測定している。

【0004】

この種の回転レーザー装置1では、その内部に、図2(a)、(b)に示すロータリーエンコーダ3が組み込まれている。このロータリーエンコーダ3は、回転板4と発光部5と受光部6とから大略構成されている。

【0005】

回転板4にはその外周部に周回り方向に多数の透過スリット7が形成されている。この多数の透過スリット7は、例えば、図2(c)に示すような空間変調された第1パターンP1、第2パターンP2、第3パターンP3から構成されている。

【0006】

各パターンP1～P3は一定のピッチ幅Pで形成され、パターンP1のパターン幅は固定幅とされ、パターン幅P2、P3はその幅が所定の規則に従って変調されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0007】

その発光部5と受光部6とは、回転板4のスリット形成領域に臨まされ、回転板4を挟んで互いに対向されている。発光部5は例えば発光素子5aとコリメータレンズ5bとから構成され、受光部6は例えばリニアセンサから構成されている。その受光部6は発光部5からの光をスリット7を介して受光し、その受光部6はその光を光電変換信号列に変換しその光電変換信号列は図示を略す演算回路に入力される。

【0008】

演算回路は受光部6の光電変換信号列に含まれている空間変調成分に基づいて、基準角度位置Qからの絶対角度位置 θ を演算する。

【特許文献1】特許3168451号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、この種の演算回路は、その絶対角度位置 θ を演算するのに、通常、100ミリセカント(ms)程度要しており、これに対して、この種のロータリーエンコーダ3は、この100ミリセカントの間に、例えば、108度程度回転することになるので、100ミリセカント間隔で測定するのでは、基準角度位置Qに対するターゲット2の精密な絶対角度位置 θ を求めることができないという不都合がある。

【0010】

10

20

30

40

50

また、2個以上のターゲット2の測定を同時に行いたい場合、108度未満の角度位置に2個以上のターゲットがあるときには、少なくとも一方は絶対角度位置を測定できないという不都合がある。

【0011】

本発明は、上記の事情に鑑みて為されたもので、角度演算時間の短縮化を図り、もって、精密な絶対角度位置を測定可能な絶対角度演算装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

請求項1に記載の絶対角度演算装置は、空間変調されたパターンを有する回転板と、前記パターンの回転域に臨む発光部と、前記パターンを介して得られた前記発光部からの光を受光して光電変換信号列に変換する受光部と、該受光部から出力される光電変換信号列に含まれている空間変調成分に基づいて基準角度位置からの絶対角度位置を演算する演算回路とを有する絶対角度演算装置において、

10

前記演算回路は前記絶対角度位置を補間するために演算に要する絶対角度演算時間よりも短い設定時間の間で前記受光部から出力された前回の光電変換信号列と今回の光電変換信号列とを保存する光電変換信号列保存部と、該光電変換信号列保存部に保存されている前回の光電変換信号列と今回の光電変換信号列との相関を検出してそのずれ量を検出する相関検出回路と、今回得られたずれ量に基づいて前記パターン間の絶対角度位置相当値を内挿する内挿演算回路とを有し、前記演算回路は、該ずれ量と前記絶対角度位置相当値に基づき内挿角度を算出して、前回得られた絶対角度位置に今回得られた内挿角度を加算して、現在の絶対角度位置を求めることを特徴とする。

20

【0013】

請求項2に記載の絶対角度演算装置は、前記演算回路は、前記信号列を閾値を用いて二値化してずれ量を検出することを特徴とする。

【0014】

請求項3に記載の絶対角度演算装置は、前記パターンが、透過スリットであり、前記発光部と前記受光部とは前記透過スリットの回転域を挟んで対向されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

30

請求項1ないし請求項3に記載の絶対角度演算装置によれば、角度演算時間の短縮化を図り、もって、精密な絶対角度位置を測定可能であるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、本発明に係わる絶対角度演算装置の発明の実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

【実施例】

【0017】

図3は、本発明に係わる絶対角度演算装置の要部構成を示すブロック回路図である。なお、ロータリエンコーダ3の構成は、図1と同様であるので、その詳細な説明は省略する。

40

【0018】

この図3において、10は受光部6としての例えば多数個の受光素子からなるリニアセンサ又はCCD、11は演算回路である。

【0019】

演算回路11は、マイクロコンピュータ12と、クロックドライバ13と、光電変換信号列保存部14と、相関検出回路15Aと内挿演算回路15Bとから大略構成されている。

【0020】

マイクロコンピュータ12は演算により得られる絶対角度位置 θ を補間するために、図

50

4に示す演算に要する絶対角度演算時間 T よりも短い設定時間 t を設定する機能を有する。ここでは、絶対角度演算時間 T は、100ミリ秒(ms)であり、角度に換算して108度である。また、設定時間 t は、ここでは、500マイクロ秒(μs)であり、角度に換算して0.54度である。

【0021】

そのマイクロコンピュータ12は、クロックドライバ13に制御信号を出力し、クロックドライバ13はリニアセンサ10にドライブ信号を出力する。

【0022】

リニアセンサ10はクロックドライバ13のドライブ信号に基づいて、光電変換信号列を増幅回路16を介して光電変換信号列保存部14に向かって出力する。そのリニアセンサ10の素子の個数は例えば512個である。ここでは、1素子のピッチ幅は角度に換算して73秒程度であり、従って、リニアセンサ10の角度は、 73×512 (秒)、約10.4度相当である。

10

【0023】

光電変換信号列保存部14は、マイクロコンピュータ12により設定された設定時間 t の間にリニアセンサ10の各素子から出力される光電変換信号列を一時的に保存する機能を有し、保存回路14Aと保存回路14Bとからなる。

【0024】

保存回路14A、14Bの一方は、現時点の直前の設定時間 t を前回と定義しかつ現時点を今回と定義して、前回得られた光電変換信号列を保存する前回分保存回路として機能し、保存回路14A、14Bの他方は今回得られた光電変換信号列を保存する今回分保存回路として機能する。

20

【0025】

マイクロコンピュータ12は、スイッチ素子17、18を制御する機能を有し、スイッチ素子17は500 μs 毎に増幅回路16と保存回路14Aとが接続されている状態と増幅回路16と保存回路14Bとが接続されている状態とに接続を切り換える。

【0026】

スイッチ素子18は500 μs 毎に保存回路14Aとマイクロコンピュータ12とが接続されている状態と保存回路14Bとマイクロコンピュータ12とが接続されている状態との間で切り換えられる。スイッチ素子17はスイッチ素子18が保存回路14Aとマイクロコンピュータ12とを接続する状態のときには増幅回路16と保存回路14Bとを接続する状態に切り換えられ、スイッチ素子18が保存回路14Bとマイクロコンピュータ12とを接続する状態のときには増幅回路16と保存回路14Aとを接続する状態に切り換えられる。そのスイッチ素子18は100 ms 毎に絶対角度演算に必要な光電変換信号列をマイクロコンピュータ12に入力させるのに用いられる。

30

【0027】

保存回路14A、14Bは、500 μs 時点を基準にしてその直前512個の各素子から出力された光電変換信号列を一時的に保存する機能を有する。マイクロコンピュータ12は、ここでは、100 ms 毎に保存回路14A又は14Bに接続され、保存回路14A又は14Bに保存されている512個の光電変換信号列に基づいて、絶対角度演算時間 T 毎に空間変調成分に基づいて基準角度位置 Q からの絶対角度位置 θ を演算する。そして、マイクロコンピュータ12は、その演算結果を表示部19に向けて出力し、表示部19はその基準角度位置 Q からの絶対角度位置 θ を画面に表示する。

40

【0028】

また、マイクロコンピュータ12は、設定時間 t 毎に前回分保存回路に保存されている光電変換信号列と今回分保存回路に保存されている光電変換信号列とのずれ量を相関法により検出するために、制御タイミング信号 ST によって、保存回路14A、保存回路14Bに保存されている各光電変換信号列を相関検出回路15Aに向けて出力させる。

【0029】

相関検出回路15Aは、例えば、保存回路14Aに保存されている512個の光電変換

50

信号列 $t r 1$ (図 5 (a) 参照) と、保存回路 14 B に保存されている光電変換信号列 $t r 2$ (図 5 (b) 参照) とを相関法に基づいて比較し、ずれ量 Δ を検出する。この図 5 では、図 5 (a) の符号 $\times 1$ で示す光電変換信号は、図 5 (b) の符号 $\times 2$ に示す光電変換信号に対応しており、8 素子 (画素) 分だけずれている状態が示されている。従って、ここでは、 $\Delta = 8$ である。

【0030】

そのずれ量はマイクロコンピュータ 12 に入力される。内挿演算回路 15 B で得られた内挿値もマイクロコンピュータ 12 に入力される。

【0031】

内挿演算回路 15 B は増幅回路 16 から出力された光電変換信号列から以下に説明する内挿値 (絶対角度相当値) を算出する。

10

【0032】

図 6 はその内挿値を算出するためのパターンの模式的説明図である。その図 6 には、絶対演算角度を算出した時点から次の絶対演算角度を算出する時点までの間に受光素子 10 の回転方向中心を横切るパターンが示されている。

【0033】

ここで、パターン間のピッチ間隔 P は例えば 14 画素に相当し、このピッチ間隔 P は角度に換算すると 1029 秒 (約 73 秒 $\times$ 14 画素 = 約 1022 秒)。ここでは、内挿演算回路 15 B は、0.1 秒又は 1 秒単位で内挿値を演算する。例えば、ずれ量 $\Delta = 8$ の場合、内挿値 A は $(8 / 14) \times 1029$ 秒に相当する値である。また、ずれ量 Δ が 14 以上の場合、ずれ量 Δ の数値 (画素数) を符号 M で表すとしてこの数値 $M \times 73$ 秒を 1029 で除した値 (ピッチ個数) M' の剰余を符号 M'' で表す。この符号 M'' は、 M' 番目のパターンと $(M' + 1)$ 番目のパターンとの間の画素の個数であって M' 番目のパターンから数えた値を示している。従って、 M' 番目のパターンと $(M' + 1)$ 番目のパターンとの間の内挿値 A' は、 $A' = (M'' / 14) \times 73$ の式を用いて求められる。

20

【0034】

従って、絶対角度取得時点からの内挿値 A は、

$$A = (1029 \times M') + A'$$

すなわち、

$$A = (1029 \times M') + (M'' / 14) \times 73$$

30

の式を用いて求められる。

【0035】

この内挿値 A のデータはマイクロコンピュータ 12 に入力される。マイクロコンピュータ 12 は内挿値 A に基づいて内挿角度 ϕ を演算する。そして、マイクロコンピュータ 12 は、前回得られた絶対角度位置 θ に今回得られた内挿角度 ϕ を加算して、現在の絶対角度位置 $(\theta + \phi)$ を求める。この例では、 $\Delta = 8$ であるので、内挿角度 ϕ は 588.8 (秒) である。なお、この例では、0.1 秒単位で内挿値 A を求めている。

【0036】

以下、この絶対角度演算装置の角度演算フローの一例を図 7 を参照しつつ説明する。

【0037】

40

ロータリーエンコーダ 3 が回転中であるとして、マイクロコンピュータ 12 は、例えば 100 ms 毎 (なお、この時間は任意に設定可能である。) にアブソリュート演算 (絶対角度位置演算) を実行する (S. 1)。マイクロコンピュータ 12 は、ついで、カウント値をクリアし (S. 2)、カウントを開始する (S. 3)。ついで、マイクロコンピュータ 12 は、カウント値を例えば 500 μ s (なお、この時間は任意に設定可能である。) で除算し (S. 4)、その除算値 N が整数であるか否かを判断する (S. 5)。

【0038】

除算値 N が整数でない場合、S. 3 から S. 5 の処理を繰り返す。S. 5 において、除算値 N が整数と判定された場合、切り換え信号をスイッチ素子 17 に向けて出力する。

【0039】

50

アブソリュート演算実行直後である場合、すなわち、 $N = 1$ の場合には、スイッチ素子 17 は増幅回路 16 と保存回路 14 A とが接続されている状態から増幅回路 16 と保存回路 14 B とが接続されている状態に切り換えられる (S . 6)。また、スイッチ素子 18 は、スイッチ素子 17 が接続されている保存回路とは接続されていない保存回路に切り換えられている。

【0040】

アブソリュート演算の際に用いられた 512 個の光電変換信号列 $t_r 1$ は前回分の光電変換信号列 $t_r 1$ として保存回路 14 A に保存される。保存回路 14 B には今回分の光電変換信号列 $t_r 2$ が保存される (S . 7)。

【0041】

相関検出回路 15 には、前回分の光電変換信号列 $t_r 1$ のデータと今回分の光電変換信号列 $t_r 2$ のデータとが入力され、相関検出回路 15 はその光電変換信号列 $t_r 1$ 、 $t_r 2$ に基づいて相関演算法によりずれ量 Δ を検出する (S . 8)。

【0042】

そのずれ量 Δ はマイクロコンピュータ 12 に入力され、マイクロコンピュータ 12 は、そのずれ量 Δ と内挿値 A とに基づいて内挿角度 φ を演算し、先に求められた前回分の絶対角度位置 θ_0 に今回得られた内挿角度 φ を加算して、絶対角度位置 θ_1 ($\theta_1 = \theta_0 + \varphi$) を求める (S . 9)。

【0043】

ついで、マイクロコンピュータ 12 は、 N が 200 であるか否かを判断し (S . 10)、 N が 20 でない場合には、S . 3 に移行して、カウントを続行し、再び除算値 N が整数であるか否かを判断する (S . 5)。例えば、 $N = 2$ の場合、マイクロコンピュータ 12 は、スイッチ素子 17 の切替を実行する。

【0044】

これにより、増幅回路 16 と保存回路 14 B とが接続されている状態から増幅回路 16 と保存回路 14 A とが接続されている状態に切り換えられる。この $N = 2$ の場合、保存回路 14 B は、前回分の光電変換信号列 $t_r 1$ のデータを保存する役割を有し、保存回路 14 A は今回分の光電変換信号列 $t_r 2$ を保存する役割を有する。

【0045】

この保存回路 14 B に保存されている前回分の光電変換信号列 $t_r 1$ のデータと保存回路 14 A に保存されている今回分の光電変換信号列 $t_r 2$ のデータとは同様に相関検出回路 15 に入力され、相関検出回路 15 はこれらのデータに基づいて相関演算法によりずれ量 Δ を同様に検出する。そのずれ量 Δ はマイクロコンピュータ 12 に入力され、マイクロコンピュータ 12 は、そのずれ量 Δ と内挿値 A とに基づいて角度 φ を演算し、先に求められた前回の絶対角度位置 θ_1 に今回得られた角度 φ を加算して、絶対角度位置 θ_2 ($\theta_2 = \theta_1 + \varphi$) を求める (S . 9)。

【0046】

マイクロコンピュータ 12 は、この処理を $N = \underline{200}$ になるまで繰り返す。ここでは、除算値 N が偶数の場合、保存回路 14 A は今回分の光電変換信号列を保存する機能を果たし、かつ、保存回路 14 B は前回分の光電変換信号列を保存する機能を果たすことになる。また、除算値 N が奇数の場合、保存回路 14 A は前回分の光電変換信号列を保存する機能を果たし、かつ、保存回路 14 B は今回分の光電変換信号列を保存する機能を果たすことになる。マイクロコンピュータ 12 は、保存回路 14 A 又は 14 B に保存されている光電変換信号列に基づいて、100 ms 毎に空間変調成分に基づいて基準角度位置 Q からの絶対角度位置 θ を演算することを繰り返す。

【0047】

マイクロコンピュータ 12 は、 $N = \underline{200}$ であると判断すると、S . 11 に移行して、ロータリエンコーダ 3 のスイッチがオフされたか否かを判断し、スイッチがオンの場合には、S . 1 に移行して、S . 1 ないし S . 11 の処理を続行する。

【0048】

10

20

30

40

50

この絶対角度演算装置を用いた回転レーザー装置 1 によれば、ターゲット 2 からの反射光 B P ' を受光した時点での基準角度位置 Q からの絶対角度位置 θ が精密に求められる。従って、測距を行う場合、基準角度位置 Q から何度の角度回転した時点で、測距レーザー光を射出させれば良いかが求まり、回転レーザー装置 1 が無人の場合でも、ターゲット 2 までの距離が求まる。

【 0 0 4 9 】

この実施例では、5 1 2 個の素子を用いて得られた 5 1 2 個の光電変換信号を用いて、絶対角度位置を補間して求めることにしたが、この 5 1 2 個の素子を全て使用する必要はなく、例えば、5 1 2 個の素子の中央の素子 2 5 6 番目の素子を中心にして前後 3 2 個、すなわち、6 4 個の素子を用いて、絶対角度位置を相関検出法により補間するようにしても良い。

10

【 0 0 5 0 】

このように 6 4 個の素子を用いた場合でも、1 素子のずれ角度は 7 3 秒であり、6 4 素子を用いると 6 0 7 2 秒となり、これに対して、5 0 0 μ s の間に、回転板 4 が回転する角度は、0 . 5 4 度 (2 0 1 6 秒) 程度であるので、回転板 4 の回転数が変動したとしても、補間演算に支障を来すことはないと考えられる。

【 0 0 5 1 】

この発明の実施例では、相関検出回路 1 5 A は、生の光電変換信号列 t r 1、t r 2 を用いて、相関検出を行ったが、図 8 (a)、(b) に示すように、6 4 個の光電変換信号を閾値 Q r を用いて二値化して得られた二値化後の光電変換信号列 t r 1 '、t r 2 ' をしてずれ量 Δ を検出する構成としても良い。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1】回転レーザー装置の使用方法の一例を示す説明図である。

【図 2】図 1 に示す回転レーザー装置に組み込まれているロータリーエンコーダの一例を示す説明図であって、(a) はその概略構成を示す平面図、(b) はその概略構成を示す側面図、(c) はその透過スリットのパターンの一例を示す展開図である。

【図 3】本発明に係わる絶対角度演算装置の一例を示すブロック回路図である。

【図 4】本発明に係わる絶対角度演算装置による角度演算時間の説明図である。

【図 5】図 4 に示す光電変換信号列保存部に保存されている光電変換信号列の一例を示す説明図であって、(a) は前回分の光電変換信号列を示し、(b) は今回分の光電変換信号列を示す。

30

【図 6】本発明に係わる内挿演算の説明図である。

【図 7】本発明に係わる絶対角度演算装置の処理手順を示すフローチャートの一例である。

【図 8】二値化された光電変換信号列の一例を示す説明図であって、(a) は前回分の光電変換信号列を示し、(b) は今回分の光電変換信号列を示す。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

6 ... 受光部

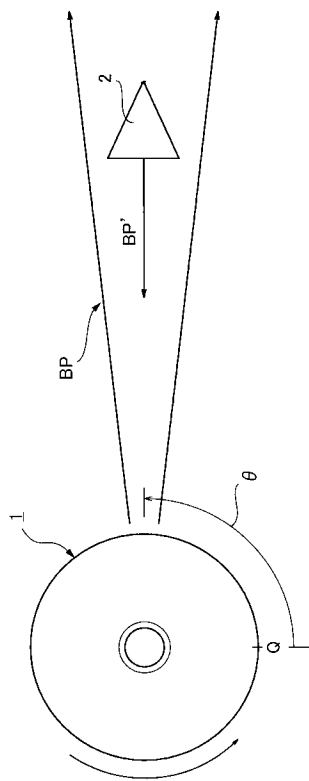
40

1 1 ... 演算回路

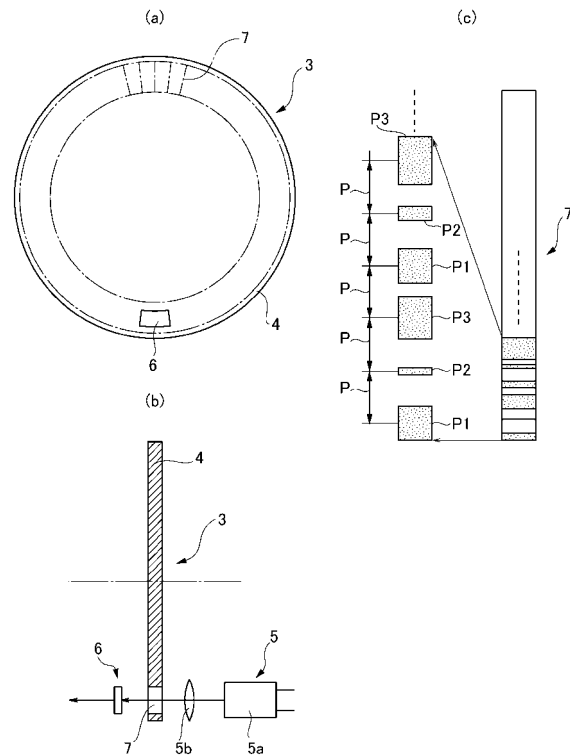
1 4 ... 光電信号変換列保存部

1 5 ... 相関検出回路

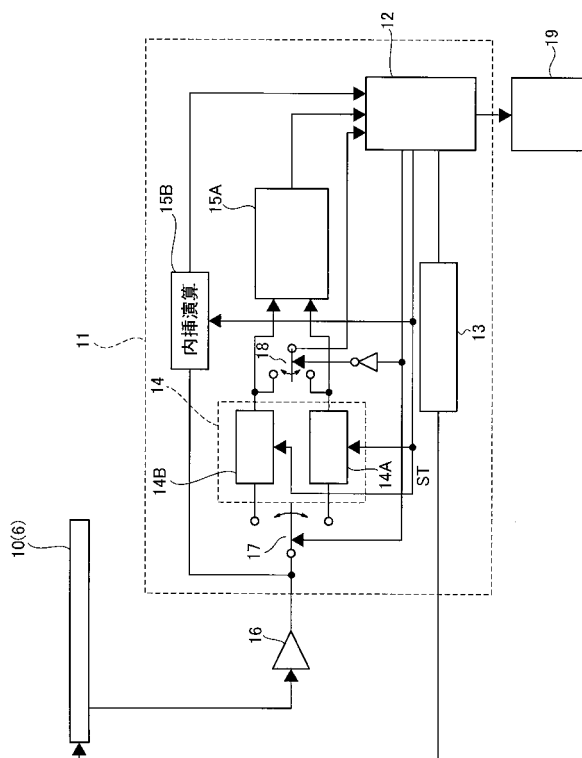
【 図 1 】



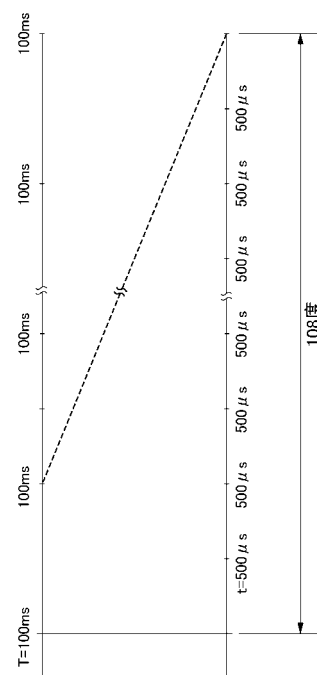
【 図 2 】



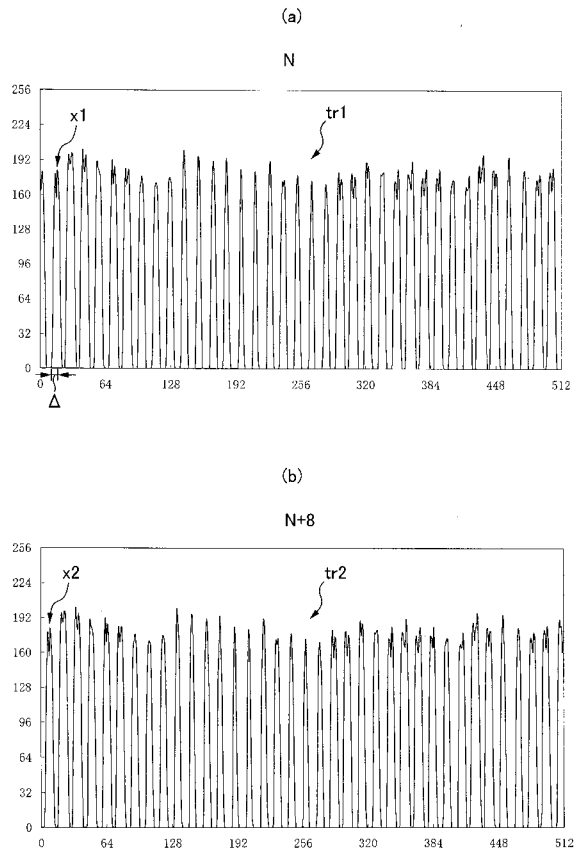
【 図 3 】



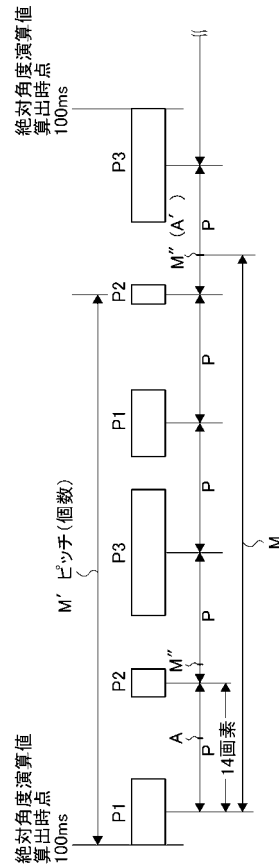
【 図 4 】



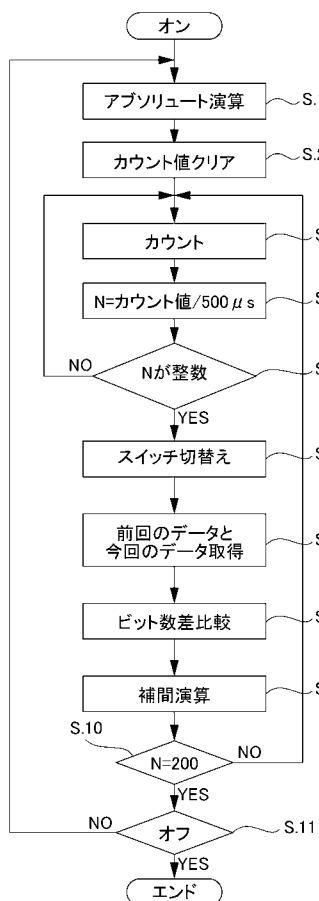
【図 5】



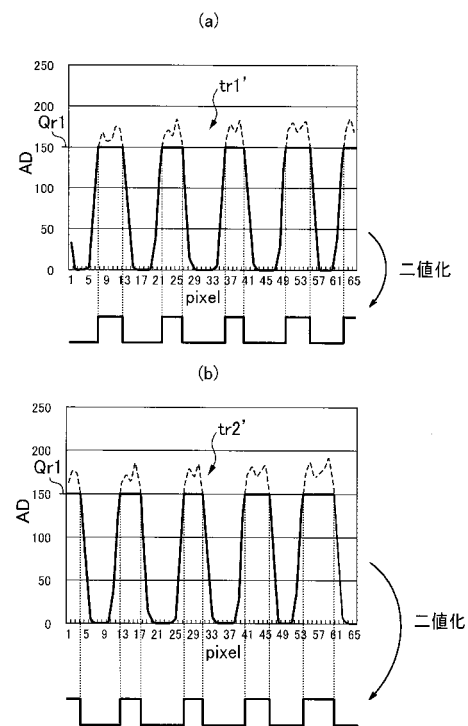
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2008/019855(WO,A1)

特開2006-226987(JP,A)

特開2006-29933(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01D 5/26 - 5/38