

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4195519号
(P4195519)

(45) 発行日 平成20年12月10日(2008.12.10)

(24) 登録日 平成20年10月3日(2008.10.3)

(51) Int.Cl.

G01D 5/244 (2006.01)
G01B 11/26 (2006.01)

F 1

G01D 5/244
G01B 11/26
G01D 5/244J
Z
A

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-9943
 (22) 出願日 平成10年1月21日(1998.1.21)
 (65) 公開番号 特開平10-227658
 (43) 公開日 平成10年8月25日(1998.8.25)
 審査請求日 平成17年1月18日(2005.1.18)
 (31) 優先権主張番号 784641
 (32) 優先日 平成9年1月21日(1997.1.21)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 398038580
 ヒューレット・パッカード・カンパニー
 HEWLETT-PACKARD COMPANY
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ハノーバー・ストリート 3000
 (74) 代理人 100087642
 弁理士 古谷 聰
 (74) 代理人 100063897
 弁理士 古谷 韶
 (74) 代理人 100076680
 弁理士 溝部 孝彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多重トラック位置エンコーダシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の軸(A')の周りを回転する物体の相対的な角位置を決定するのに使用する位置エンコーダシステム(10)であって、

第1の半径で等間隔で円周方向に配列され、第1の分解能の増分マーク(23)を備えた第1のトラック(24)、及び前記第1の半径とは異なる第2の半径で等間隔で円周方向に配列され、前記第1の分解能より大きい第2の分解能の増分マーク(25)を備えた第2のトラック(22)を有し、前記物体と共に第1の軸(A')の周りを回転するよう取り付けられているディスク(20)と、

前記ディスク(20)が回転するに際して、前記ディスク(20)の前記第1のトラック(24)に沿って増分マーク(25)を識別するよう構成された第1のセンサ(30)と、

前記第1のセンサ(30)から離して設けられ、前記ディスク(20)が回転するに際して、前記ディスク(20)の前記第2のトラック(22)に沿って増分マーク(23)を識別するよう構成された第2のセンサ(40)と、

前記第2のセンサ(40)に接続されて動作し、前記第2のセンサ(40)により識別された増分マーク(23)を定量し、それにより前記ディスク(20)の相対的な角位置を追跡するよう構成されているカウンタ(56)と、及び

前記カウンタ(56)及び前記第1のセンサ(30)に接続されて動作し、前記第1のセンサが前記第1のトラック(24)の最初の増分マークを識別する最初の位置から前記第1のセンサが前記第1のトラックの次の隣接する増分マークを識別する次位置までのディスク

10

20

の移動量と前記第2のトラック(22)の増分マーク(23)の量との間の相関を識別するのに使用されるプロセッサ(60)とを備え、前記相関が前記ディスクの精度を示すことからなる、位置エンコーダシステム(10)。

【請求項2】

前記第1及び第2のトラック(22、24)が、前記ディスク(20)上で同心リングを形成している、請求項1の位置エンコーダシステム(10)。

【請求項3】

前記第1及び第2のセンサ(30、40)が直径方向に反対側にある、請求項2の位置エンコーダシステム(10)。

【請求項4】

前記第1のトラック(24)が、前記ディスクの位置を示すために他の増分マークよりも幅の広いマークを有する、請求項1の位置エンコーダシステム(10)。

10

【請求項5】

前記第2のセンサ(40)が1又はより多くのアナログ出力信号を発生し、該アナログ出力信号が前記増分マーク(23、25)の連続的な値の定量をもたらす、請求項1の位置エンコーダシステム(10)。

【請求項6】

前記プロセッサ(60)が、前記連続的な値の定量値と、前記第1の分解能に対する第2の分解能の比に対応する増分マークの所望量との間の差を判定するよう構成されており、前記差がディスクの精度の尺度である、請求項5の位置エンコーダシステム(10)。

20

【請求項7】

前記物体について決定された相対角位置が、前記尺度に基づいて補正される、請求項6の位置エンコーダシステム(10)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に位置エンコーダに関し、更に詳細には、回転物体の角位置を追跡できる位置エンコーダシステムに関する。本発明は広い用途を有するが、プリンタでの使用に特によく適していることが実証されており、以下ではインクジェットプリンタの文脈で説明する。

30

【0002】

【従来の技術】

通常のインクジェットプリンタでは、シートと摩擦係合するよう構成された1又はより多くの送りローラを備えた送り機構により、シート媒体がプリンタを通される。送りローラは、連続する複数のシートをその回転軸の周りで方向付け、また印刷ジョブの質を確保することができるよう、精確に動かされる。ローラの動きは、シートの位置を指示するものであり、これは次いで画像をシート上に正確に配置するのに重要であることが理解されよう。しかしながら、シート位置は通常は、シートの位置を識別するように使用できる位置エンコーダを使用して決定される。

【0003】

当業者が認識しているように、プリンタに使用されている形式の位置エンコーダは一般に、隣接するセンサにより識別される増分マークを備えたディスクの形態を有している。ディスク(コードホイールとしても知られている)は、好適には送りローラ及びディスクの両者に共通の中心軸の周りを、送りローラと共に回転するように取り付けられている。ディスクが回転するにつれて、センサ及びこれに付随する構造が、通過する増分マークの数を数える。各マークは、シートの所定の角移動を示す。従って、基準又は始動位置に対するシートの角位置を決定することが可能である。

【0004】

通常の位置エンコーダに伴う一つの問題は、コードホイールの不正確さに基づく、位置測定の不正確に関係している。例えば、コードホイールを、その回転軸がその幾何学的中心

40

50

と対応するように、精確に位置決めすることは困難であることが認識されよう。コードホイールの回転軸と幾何学的中心のこの不一致は、偏心として知られているものであり、典型的には、結果的にセンサにより知覚される増分マーク間の距離が変動するために、エンコーダの位置測定値に周期的な誤差を生ずることが理解されよう。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

これまで、このようなコードホイールの不正確さは、コードホイールを取り付けるときの公差を厳密にすることにより、或いは比較的大きなコードホイールを用いることによって処理されてきた。しかしながらこれらは、組立作業に必要とされる精度を増大させ、又は材料費を増大させるため、プリンタのコストの増大につながる。そこで、コードホイールの不正確さを識別でき、コードホイールの位置を識別するときにそれを考慮することができるような位置エンコーダシステムが必要とされている。

10

【0006】

【課題を解決するための手段】

以上に述べた問題は、コードホイールと、一対のセンサと、カウンタと、及び別々に識別されたコードホイールのマーク間の相関を識別できるプロセッサとを備えている、位置エンコーダシステムを提供することによって対処される。かかる相関は、コードホイールの精度を表すものであり、従ってコードホイールを使用して決定された何らかの角位置について、誤差を自動的に補正するのに使用できる。

20

【0007】

好適実施例では、コードホイールは、第1及び第2のトラックを有するディスクの形態を取り、各トラックは一連の増分マークを備えている。第1のセンサが、第1のトラックに付けられたマークを識別する。第2のセンサは、第2のトラックに付けられたマークを識別し、通常は第2のトラックのマークの分解能は第1のトラックの分解能より高い。カウンタは、コードホイールの所定の角移動の間に第2のセンサにより識別されるマークの数を定量化し、この角移動は通常、第1のセンサが隣接したマークを識別する間の動きに対応する。プロセッサは次に、定量化されたマークの数を、マークの所定の所望量（偏心誤差の無いコードホイールを仮定して）と比較することにより、精度を決定する。

【0008】

本発明の位置エンコーダシステムはかくして、下記ステップを含む方法により実施できる。即ち、(1)第1及び第2のトラックを備え、第1のトラックが第1の分解能の増分マークを有し、第2のトラックが第2の分解能の増分マークを有する、第1軸の周りを回転するよう取り付けられるディスクを用意するステップと、(2)第1のトラックに付けられたマークを識別する第1のセンサを用意するステップと、(3)第2のトラックに付けられたマークを識別する第2のセンサを用意するステップと、(4)ディスクの所定の動きの間に第2のトラックのマークを定量するステップと、(5)定量化されたマークの数とマークの所定の所望量との間の差を判定することにより偏心度を識別し、マークの所望量が一般には第1の分解能に対する第2の分解能の比に対応するステップと、及び(6)対応する識別された偏心度に基づき、相対的な角位置を調節するステップである。

30

【0009】

本発明のこれらの、及びさらに他の目的と利点は、図面及び以下に示す好適実施例の詳細な説明を考察することにより、更に容易に理解されよう。

40

【0010】

【発明の実施の態様】

最初に図1を参照すると、本発明の好適実施例に従って構成された位置エンコーダシステムが、全体を10で示されている。前述したとおり、図示したシステムは広い用途を持っているが、ここでは物体の精確な位置決めが必要な、インクジェットプリンタのような装置での使用について説明する。例えば、プリンタの（印刷媒体の前進を指示する）送りローラの位置決めが不正確であるとすると、色の縞模様の生成、不適切な間隔、さらには印刷された文字列の重なりなどの、色々な問題が生ずる。

50

【0011】

図示した実施例では、位置エンコーダシステム10は、軸A'の周りを回転する送りローラ(図示せず)の角位置の識別に使用するように構成されている。これは、ディスク20の形を取るコードホイールを使用して行われ、このディスクもまた、軸A'の周りを回転するよう取り付けられている。理想的には、ディスクの回転軸は、その幾何学的中心Aに対応しているが、通常はプリンタの組立時に許容される程度の不正確さのために、実際の回転軸A'は、ディスクの幾何学的中心から偏っている。図示した実施例では、このような偏りを偏心度Eで示しているが、これは方向と振幅が共に変動しうる測定値である。

【0012】

なおも図1を参照すると、コードホイールは、各々に一連の増分マーク23、25を備えた、一対のトラック22、24を形成していることが注目される。1つ又はより多くの増分マーク(即ちマーク26)を、コードホイールに沿う特定の位置(即ち始動位置)を識別するよう適合させることができる。例えばマーク26は、他のマークの3倍の幅を有しており、コードホイールの所定のホームポジション又は始動位置を示している。従って、コードホイールの位置を決定するときは、マーク26により規定される始動位置に対して測定が行われる。

10

【0013】

トラックは通常、一対の同心リングを画定しており、これらはほぼディスクの周縁をたどっていて、それらの識別に対処するようになっている。内側トラック(又は第1のトラック)24は、分解能の低いトラックであり、第1の所定数の等間隔の増分マークを備えている。外側トラック(又は第2のトラック)22は、分解能の高いトラックであり、第1のトラックに付けられたマークの数より多い、第2の所定数の等間隔の増分マークを備えている。従って、第1のトラック24は第1の分解能を有し、第2のトラック22は第1の分解能より大きい、第2の分解能を有することになる。

20

【0014】

第1のトラックの分解能は、第2のトラックの分解能より低いから、第1のトラックの各マークが、第2のトラックの複数のマークに対応することが理解されよう。このことは、第1のトラックの所定部分に付けられたマークの数と、これに対応する部分で第2のトラックに付けられたマークの数との間で、所望の相関を判定することに対処したものである。このような相関は、第2のトラックのマークに対する、第1のトラックのマークの比として規定することができる。好適実施例では、第1のトラックには48個のマークがあり、第2のトラックには960個のマークがある。従って、第1のトラックの各マークは、第2のトラックの20個のマークに対応する。図1に示すマークでは、この比は概略的にしか表されていない。

30

【0015】

発明者らの教示によれば、エンコーダシステム10は、ディスクの第1及び第2のトラックに付けられた増分マークを識別するよう構成された、一対のセンサ(通常は光学センサ)30、40を備えている。第1のセンサ30は、ディスクが回転するに際して、第1のトラック24に付けられたマークを識別するように位置決めされている。第2のセンサ40は、第1のセンサ30とは直径方向で反対側にあり、ディスクが回転するに際して、第2のトラック22に付けられたマークを識別するように位置決めされている。別々のトラックのマークを別々のセンサで識別することにより、コードホイールの位置に関して異なる視点を得ることが可能になる。識別された位置の間での相関の存在、又は相関の欠如は、コードホイールの精度に関する表示を与える。そこでマイクロプロセッサ60(図面では「μP」と示されている)を用いて、実際に識別されたマークの数を、マークの所定の所望数に対して比較し、コードホイールの精度を決定することができる。

40

【0016】

センサ30は、1又はより多くの第1の出力信号32を発生し、その各々は第1のトラックの分解能に対応する周波数を有する。図示した実施例では、第1のセンサは、方形波の形を取る単独の出力信号32を発生する。第1の信号の周期は1/Nであり、ここでNは第1の

50

トラックに沿った増分マークの数（例えば48）である。各周期は、第1のセンサが最初のマークを識別する最初の位置と、第1のセンサが次に隣接するマークを識別する次位置との間での、コードホイールの所定の移動に対応するものであり、連続するマークは、方形波の立ち上がり（又は立ち下がり）エッジにより識別される。コードホイールは従って、増分ステップで移動すると考えることができ、各ステップは、第1のトラックに沿って識別されるマークに対応する。しかしながら、コードホイールは通常、所与の印刷動作中は連続して移動し、その場合に増分ステップは、コードホイールの動きの所定の区画を表すことが理解されるであろう。

【0017】

センサ40は、各々が第2のトラックの分解能に対応する周波数を有する、1又はより多くの第2の出力信号42、44を発生する。図1及び図3に示したように、第2の出力信号は、通常は位相シフトされた三角波の形を取る連続波である（波形44は波形42に対して90度位相シフトされている）。第2の信号の各々の周期は $1/M$ であり、ここでMは第2のトラックに付けられた増分マークの数（例えば960）である。従って、第1出力信号の周期は、第2出力信号の周期の20倍である。

10

【0018】

位相シフトされた第2出力は、三角波の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの区別を考慮したものであり、またこれに対応して、第2のトラックに付けられたマークの連続的な値の定量化に対処したものである。例えば各三角波は、三角波の振幅のデジタル表現を与えるように、アナログ／デジタル変換器46（図面では「A/D」と示されている）に伝えられることに注目すべきである。三角波はまた増幅器50を通され、対応して位相シフトされた方形波52、54（図3）を発生する。これらの方形波の各々はアップ／ダウンカウンタ56に伝えられる。三角波の振幅は、カウンタ56が発生するカウントと組み合わさって、第2のトラックに沿う連続的な位置の識別（連続的な値の定量）を可能にする。

20

【0019】

カウンタは、両方の方形波の立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを数えるように構成されており、システムの分解能の増大に備えている。例えば、カウンタ56は、第2の出力の各周期について、エッジ72、74、76及び78を数えることが注目される。カウンタは従って、第2のトラックの各マークが通過中に、カウントを4回行うことになる。コードホイールの精確な位置を識別する三角波の振幅によって、分解能は更に向上する。

30

【0020】

コードホイールの所定の動きの各々の間に、カウンタは第2のトラックのマークを定量する。コードホイールの幾何学的中心がその回転軸に一致する場合には、カウンタはこのような動きの各々の間に、 $4M/N$ （好適実施例では80）を数える。これは、マークの所定の所望量に対応する。しかしながら、コードホイールが精確に配置されていなければ、カウンタのカウントは、コードホイールの偏心度に応じて変化する。このような偏差（偏心誤差とも言われる）は正弦波（図4に80で示す）により表され、その振幅が偏心誤差に対応する。正弦波の周期は通常、コードホイールの1回転に対応し、最大偏心誤差が $\pm X$ （82、84で示す）で表される。

40

【0021】

前述したように、マイクロプロセッサ60は、第1のセンサ、第2のセンサ（アナログ／デジタル変換器を介して）、及びカウンタに接続されて動作するものであり、偏心誤差を決定することができる。このことは、第2のトラックの増分マークの量を、第2のトラック上での増分マークの所定の所望量と比較することによって達成され、増分マークの所望量は、前述したように第1のトラックの増分マークと第2のトラックの増分マークの間ににおける既知の関係に基づいて決定される。

【0022】

偏心誤差の位相及び振幅を判定することにより、コードホイールの識別された相対角位置を調節して、偏心誤差を補正することが可能であることが認識されよう。このことは通常、コードホイールの選択位置に対応する誤差補正データを含むテーブルを用いて行われる

50

。代わりに、偏心誤差をコードホイールの動きの各々について判定し、その時々で適切な補正を行うことができる。

【0023】

好適実施例では、この偏心誤差は最初のセットアップ時に判定される。即ち偏心誤差は、(1) トラック1のマークからマークへの各遷移について、トラック2の駆動ローラのエンコーダ値(Dre)、即ち(Dre(0)、Dre(1)、...、Dre(47))を記録し、

(2) $((k+1) + (k) + (k-1)) = Dre(k+1) - Dre(k-2)$ が最大であるようなkmaxを求め(は連続するエンコーダ値の間の差(即ち、k = 0 から47についてDre(k)-Dre(k-1))、

(3) $((k+1) + (k) + (k-1)) = Dre(k+1) - Dre(k-2)$ が最小であるようなkminを求め、

(4) 偏心の大きさ(E) = $C^* ((kmax) - (kmin)) = C^* (Dre(kmax) - Dre(kmin) + Dre(kmin-1))$ を求め、及び

(5) 偏心位置(Ae) = $(Dre(kmax) + Dre(kmin)) / 2 \pm 960$ (3840より小さい方)を求める

ことにより決定される。図示した実施例では、トラック1の増分マークは48/回転(内側トラック)、トラック2の増分マークは960/回転(外側トラック)、C = 48/4/ /R / (1/r2 + 1/r2)、R = 駆動ローラの半径(1インチ)、r1 = トラック1の半径(0.63インチ)、及びr2 = トラック2の半径(0.76インチ)である。

【0024】

従って、コードホイールの所定の動き(Y)について、下記の式に従って偏心誤差を補正することが可能である。

【0025】

$$Pc = Po + Y + R^* E / r1^* (\sin(2(Po+Y-Ae)/3840) - \sin(2(Po-Ae)/3840))$$

ここで、Pc = 補正位置、Po = 最初の位置、E = 校正からの偏心の大きさ、Ae = 校正からの偏心の偏りであり、3840はコードホイールの第2のトラックに対応するカウントの総数である。

【0026】

前述のシステムはかくして、図5に100で全般的に示した方法に従うものである。この方法は、第1の軸の周りを回転する物体の相対角位置の識別をもたらすものであり、(1) 第1の分解能の増分マーク備えた第1のトラックと第2の分解能の増分マークを備えた第2のトラックを有するディスクを準備するステップ(全般に102で示す)と、(2) 第1のトラックに隣接して、ディスクが回転するに際して第1のトラックの増分マークを識別する第1のセンサを準備するステップ(全般に104で示す)と、(3) 第2のトラックに隣接して(且つ第1のセンサから角度的に変位させて)、ディスクが回転するに際して第2のトラックに付けられた増分マークを識別する第2のセンサを準備するステップ(全般に106で示す)と、(4) ディスクの所定の動きの間に第2のトラックの識別された増分マークを定量して、この所定の動きの後のディスクの相対的な角位置を識別するステップ(全般に108で示す)と、(5) 所定の動きの後に第2のトラック上で識別された増分マークの数量と、第1の分解能に対する第2の分解能の比に対応する増分マークの所望量との間の差を判定することにより偏心度を識別するステップ(全般に110で示す)と、及び(6) 対応する識別された偏心度に基づき、識別された相対的な角位置を調節するステップ(全般に110で示す)とからなる。

【0027】

所定の動きとは、第1のセンサが第1のトラックの最初の増分マークを識別する最初の位置から、第1のセンサが第1のトラックの次の隣接する増分マークを識別する次位置までの、ディスクの移動として定義される。好適実施例では、増分マークを定量するステップと、偏心を判定するステップは、コードホイールが増分移動するごとに繰り返され、判定された偏心誤差は、コードホイールの偏心曲線を与えるためテーブルに格納される。従つて偏心データは、プリンタの最初のセットアップ時に集める必要があるだけである。

10

20

30

40

50

【0028】

本発明は、上記の動作原理及び好適実施例を参照して図示し説明してきたが、当業者には、特許請求の範囲に規定した本発明の思想及び範囲から逸脱することなしに、形態及び細目に関する他の変更を行い得ることが明らかである。

【0029】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、コードホイールが不正確に取り付けられていた場合でも、コストの増大をもたらすことなしにこれを識別し、補正を自動的に行うことができる、優れた位置エンコーダシステムが得られる。

【0030】

以下に本発明の好適な実施態様を例示的に列挙する。

10

【0031】

1. 第1の軸(A')の周りを回転する物体の相対的な角位置を決定するのに使用する位置エンコーダシステム(10)であって、

各々が所定分解能の増分マーク(23、25)を備えた第1及び第2のトラック(22、24)を有し、前記物体と共に第1の軸(A')の周りを回転するよう取り付けられているディスク(20)と、

前記ディスク(20)が回転するに際して、前記ディスク(20)の前記第1のトラック(24)に沿って増分マーク(25)を識別するよう構成された第1のセンサ(30)、

前記第1のセンサ(30)から離して設けられ、前記ディスク(20)が回転するに際して、前記ディスク(20)の前記第2のトラック(22)に沿って増分マーク(23)を識別するよう構成された第2のセンサ(40)と、

前記第2のセンサ(40)に接続されて動作し、前記第2のセンサ(40)により識別された増分マーク(23)を定量し、それにより前記ディスク(20)の相対的な角位置を追跡するよう構成されているカウンタ(56)と、及び

前記カウンタ(56)及び前記第1のセンサ(30)に接続されて動作し、前記第1のトラック(24)の所定部分と前記第2のトラック(22)の増分マーク(23)の量との間の相関を識別するのに使用されるプロセッサ(60)とを備え、前記相関が前記ディスクの精度を示すことからなる、位置エンコーダシステム(10)。

【0032】

20

2. 前記第1及び第2のトラック(22、24)が、前記ディスク(20)上で同心リングを形成している、上記1の位置エンコーダシステム(10)。

【0033】

3. 前記第1及び第2のトラック(22、24)が直径方向に反対側にある、上記2の位置エンコーダシステム(10)。

【0034】

4. 前記第1のトラック(24)が第1の分解能を有し、前記第2のトラック(22)が、前記第1の分解能より大きい第2の分解能を有している、上記1の位置エンコーダシステム(10)。

【0035】

30

5. 前記第2のセンサ(40)が1又はより多くのアナログ出力信号を発生し、該アナログ出力信号が前記増分マーク(23、25)の連続的な値の定量をもたらす、上記4の位置エンコーダシステム(10)。

【0036】

6. 前記プロセッサ(60)が、前記連続的な値の定量値と所定の所望カウントとの間の差を判定するよう構成されており、前記差がディスクの精度の尺度である、上記5の位置エンコーダシステム(10)。

【0037】

7. 前記物体について決定された相対角位置が、前記連続的な値の定量値と前記所定の所望カウントとの間の差に基づいて補正される、上記6の位置エンコーダシステム(10)。

40

50

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適実施例に従って構成された位置エンコーダシステムの概略図である。

【図2】図1に示した位置エンコーダシステムの一部を形成する第1のセンサの出力波形を示す。

【図3】図1に示した位置エンコーダシステムの一部を形成する第2のセンサの出力波形を示す。

【図4】補正前の典型的なコードホールの偏心誤差を例示する波形を示す。

【図5】本発明の好適実施例に従って物体の相対的な角位置を識別する方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

20 ディスク

22-24 トラック

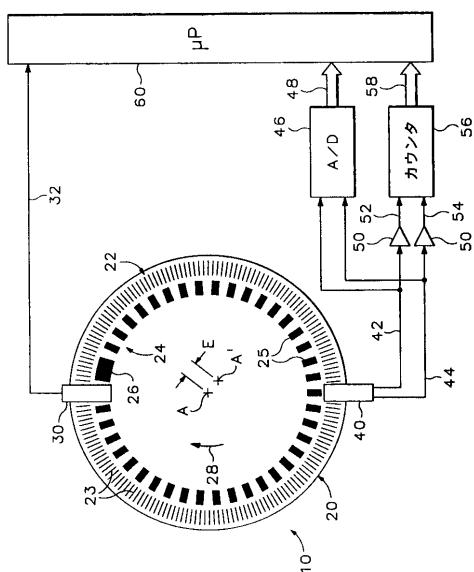
23. 25 増分マ-

30-40 ヤン

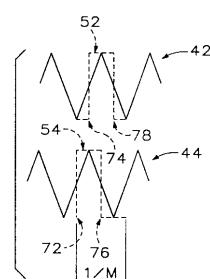
56 カウンタ

60 プロセッサ

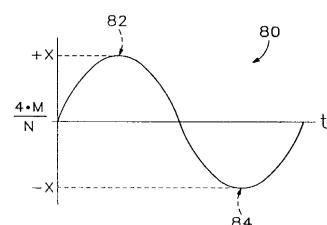
〔 1 〕



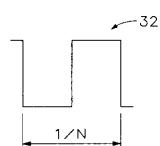
〔 四 3 〕



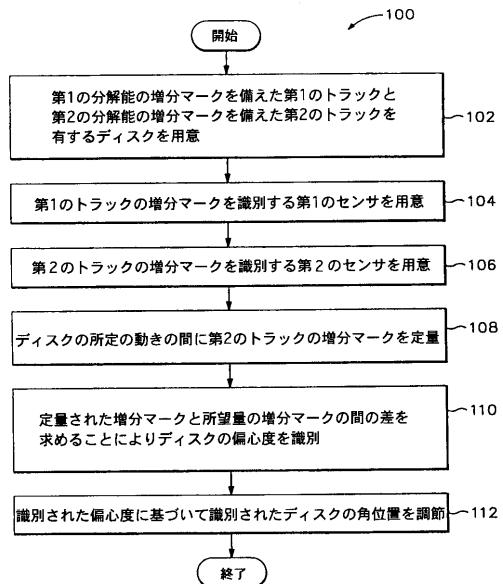
【圖 4】



【圖 2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 ユージーン・エイ・ケーパー

アメリカ合衆国ワシントン州98642, リッジフィールド・ノースウェスト・ワンハンドレッド
セブンティナインス・4112

(72)発明者 スティーブン・ビー・エルジー

アメリカ合衆国オレゴン州97202, ポートランド・サウスイースト・サーティフォース・アヴ
ェニュー・7324

審査官 井上 昌宏

(56)参考文献 特開平04-086521(JP, A)

特開平03-226626(JP, A)

特開平03-042518(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D5/00~5/62

G01B11/00~11/30