(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3608261号
(P3608261)
(45)発行日　平成17年1月5日(2005.1.5)　(24)登録日　平成16年10月22日(2004.10.22)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G04C 3/00　G04C 3/00 E

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21)出願番号　特願平7-229535
(22)出願日　平成7年9月6日(1995.9.6)
(65)公開番号　特開平9-72969
(43)公開日　平成9年3月18日(1997.3.18)
審査請求日　平成13年7月5日(2001.7.5)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(72)発明者　鈴木　克己
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者　砂川　強志
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者　春日　博文
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】時計の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
指針と、前記指針を回転駆動する歯車と、前記歯車を回転駆動させるロータとを有する時計の製造方法において、
前記歯車の回転面上に歯車中心より放射状に前記指針の回転位置をデジタルコード化した硬磁性膜パターンを印刷し、前記硬磁性膜パターンを垂直磁化する第１工程と、
前記歯車・前記ロータ・前記硬磁性膜パターンに対向させたホール素子を組み立てる第２工程と、
前記歯車回転面に平行に磁界を印加して前記ロータを着磁する第３工程と、
前記歯車回転面に垂直に前記第３工程より小さい磁界を印加して前記硬磁性膜パターンを着磁する第４工程とを有する
ことを特徴とする時計の製造方法。
【請求項２】
請求項１において、前記第４工程の前記印加磁界が、ロータ保磁力の１／２以下で、かつ、前記第１工程の硬磁性膜保磁力の３倍以上であることを特徴とする時計の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は磁気を利用した時計の指針位置検出機構の構造およびその製造方法に関する。
【０００２】

【従来の技術】
これまでの磁気を用いた位置検出装置は、特開平４－２６２５０２号公報や、特開平４－２６２５０１号公報に示されるように、デジタルコード化パターンやアナログパターンが形成されたバルクの永久磁石材料に被測定物体を接続し、磁石の動作や位置を被測定物体のものとして磁気センサで認識させるものや、ＨＤＤやＦＤＤのように薄膜の磁気メディアを用い、磁気ヘッドで磁気情報（データの位置）を読み取るものであった。
【０００３】
また、これまでの時計の指針位置検出装置には、接触通電方式、磁気方式、光方式、静電方式があった。
【０００４】
接触通電方式は、特開昭６１－１１１４８４号公報に示されるように、アースされた指針の一部が文字板上に形成された電極に接触しながら回転掃引、前記電極の両端から電流を流すことで指針位置の検出をしていた。
【０００５】
磁気方式は、特開昭５４－１１８８７０号公報に示されるように、文字板の検出したい位置にＭＲ素子等の磁気感応素子を配し、磁化した指針が前記磁気感応素子上を横切る際の磁束増加を検出していた。
【０００６】
光方式は、特開昭５５－１５４４８５号公報、特開昭６１－１７３１７号公報に示されるように、文字板上にＣＣＤや、太陽電池等の光感応素子を配し、素子上を指針が横切る際の光量の変化を検出する方式や、特開平３－２３９９６３号公報に示すように、歯車の軸中心外に小穴をあけ、その小穴を通過する光を複数の光センサーにて測定し、指針の回転を検出していた。
【０００７】
静電方式は、特開昭６２－２２２１８３号公報に示されるように、単電極の文字板上植字の上を指針が横切る際に発生する静電容量を時定数として測定し、指針位置の検出をしていた。
【０００８】
また、磁気方式指針位置検出装置の製造方法は、まず特開平４－２６２５０１号公報のように着磁されたバルクの永久磁石をレーザーを用いて部分的に加熱磁化し磁化パターンを形成、または特開平４－２６２５０２号公報のように着磁されていないバルクの永久磁石材料を部分的にレーザー加熱しながらその部分が磁化するのに必要な磁界を印加することで磁化パターンを形成し、それらの磁化パターンの配列で、位置情報を記録している。次に、その磁化パターン配列に向かい合わせて相対的な動作をするＭＲ素子等の磁気センサーを設置していた。磁気センサーが磁束の変化を検出することで位置情報を認識、位置を特定していた。またＦＤＤ、ＨＤＤに見られるような磁気ヘッド等を用い磁気媒体の一部を磁化し、その磁化の配列パターンで位置情報を記録することも行われている。さらに、特開昭５４－１１８８７０号公報の時計の指針位置検出装置の製造方法は詳記されていないが、時計ムーブメントは通常の時計の製造方法と同じで、文字板にＭＲセンサーを設置し、磁化した指針を最終組立工程で組み立てると考えられる。
【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
しかし、従来の特開平４－２６２５０２号公報のような磁気方式位置検出方法では、以下のような課題を有していた。
【００１０】
１）被測定物体に接続したバルクの永久磁石の位置を検出するものであって、被測定物体の位置を直接検出していないため、位置検出精度に誤差が大きい。
【００１１】
２）被測定物体に重いバルクの永久磁石を接続することが、被測定物体の動作、位置に影響を与える。特に、腕時計のような駆動トルクの小さい機械系に設置すると指針を動かす

こともできない。
【００１２】
３）被測定物体に、バルクの永久磁石、磁気センサ等の位置検出装置を接続するので、システムとして大きくなる。腕時計のようにスペースが限られたものでは設置できない場合も多い。
【００１３】
４）前記課題１、２、３を対策するものとして、被測定物体自体を、鋳造や焼結により製造されたバルクの永久磁石から作製することがあるが、永久磁石自体が非常に加工しにくい材料であり、さらにボンド磁石では、形状は作り込みやすいものの、機械要素として強度的に適さない場合が多いなど、制約が多い。
【００１４】
さらに、ＨＤＤやＦＤＤでは、磁気メディアが薄膜のため磁気情報の漏れ磁界が小さく、磁気ヘッドを磁気メディアから１ミクロン以内、もしくは接触させねばならなかった。距離を１ミクロン以下に非接触で保持するためには、磁気メディアを高速で回転させ、かつ磁気ヘッドの形状を特殊に加工して、フライングさせねばならなかった。また、磁気ヘッドの磁気情報検出起電力を大きくするためにも磁気メディアを高速で回転させねばならなかった。これらのため、低速で移動する物体の位置検出にこの方式は適さず、かつ、磁気ヘッドをフライングさせたり、磁気メディアに接触させたりするために、磁気ヘッドの特殊加工や耐摩耗性向上の保護膜形成など磁気ヘッドコストが高いという課題を有している。さらに、ＦＤＤのように磁気ヘッドを磁気媒体に接触させる方式では時計のように駆動トルクの小さな駆動系には適さない。
【００１５】
また、従来の時計の指針位置検出方法では以下の課題を有している。
【００１６】
１）接触通電方式は、電気接点間への異物の侵入や、接点の電蝕により、位置検出の信頼性が悪い。
【００１７】
２）これまでの磁気方式は、多点検出、例えば秒針の１秒毎の検出等が非常に困難で製造コストも高い。また指針に磁石や、高透磁率材料を用いるため、外部磁界に対し弱く、誤差を生じやすい。
【００１８】
３）光方式も、多点検出が困難で、コスト高となる。外部光により検出誤差も生じやすい。
【００１９】
４）静電方式は、湿度変化等の環境変化により、検出誤差を生じやすい。
【００２０】
さらに、特開平４－２６２５０１号公報、特開平４－２６２５０２号公報のような従来の磁気方式の位置検出装置の製造方法では時計の製造への適合性がない。すなわち時計の製造方法は、まず着磁していないロータ、ステータ、歯車等を組立て、構造上はムーブメントの完成体とし、次にムーブメント全体に２０Ｋエルステッドの磁界を歯車回転面に平行に印加し、ロータの着磁をしている。ロータを組立前に着磁しておくと、組立時に軟磁性体であるステータにロータが接合してしまい組立できない。よって、特開平４－２６２５０１号公報のように位置を記録した永久磁石をムーブメント内に歯車と連結設置しておくと、組立後の着磁で位置情報が消去、または誤情報となるという課題を有する。これを避けるためには、特開平４－２６２５０２号公報を応用し、磁化していない永久磁石をムーブメント内に歯車と連結設置、ムーブメント組立後のロータ着磁の後にムーブメント全体にロータに影響しない小さな磁界を印加しながらレーザーで磁化情報を永久磁石に書き込むことが考えられるが、ムーブメント内に設置された永久磁石は最大、時、分、秒に対応した３つとなり、かつ構造上ムーブメント中心、歯車の間に設置されるため、その一つ一つに位置情報を書き込むことは、量産性が無いという課題を有している。ＨＤＤやＦＤＤ

で用いられる磁気ヘッドで永久磁石に位置情報を磁化する場合も同じ課題を有し、さらには磁化パターンのピッチにより漏れ磁束密度が異なり、情報の認識が難しいという課題も合わせ持つ。

【００２１】

そこで本発明は、このような課題を解決するものであって、その目的とするところは、

１）極低速から高速までの速度で移動する移動物体の位置を直接認識でき、その位置検出ピッチは百ミクロン程度であり、時計の指針位置を１秒ごと安定して認識できる

２）検出システム全体が超小型で、組み込まれるデバイス等の形状を変更する必要や、デバイス等の動きや機能に影響を及ぼすことがない

３）実効消費電流が小さく、低製造コストである

４）現在広く実用化されている時計の製造工程に適合できる

時計の磁気方式指針位置検出装置とその製造方法を提供することにある。

【００２２】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記した目的を達成するためのものであり、以下にその内容を説明する。

【００２６】

本発明の時計の製造方法は、

指針と、前記指針を回転駆動する歯車と、前記歯車を回転駆動させるロータとを有する時計の製造方法において、

前記歯車の回転面上に歯車中心より放射状に前記指針の回転位置をデジタルコード化した硬磁性膜パターンを印刷し、前記硬磁性膜パターンを垂直磁化する第１工程と、

前記歯車・前記ロータ・前記硬磁性膜パターンに対向させたホール素子を組み立てる第２工程と、

前記歯車回転面に平行に磁界を印加して前記ロータを着磁する第３工程と、

前記歯車回転面に垂直に前記第３工程より小さい磁界を印加して前記硬磁性膜パターンを着磁する前記第４工程とを有することを特徴とする。

【００２７】

この製造方法を採用することにより、現在広く実用化されている時計の製造方法を大きく変更することなく、指針位置検出装置を組み込むことが可能になる。すなわち、通常の時計の製造方法の場合、指針を駆動するためのモータの主要構成部品であるロータを、時計駆動部ユニット（ムーブメント）に組み込んだ状態で磁界を印加して着磁作業を行うのであるが、本発明の硬磁性膜パターンは垂直磁化法を用いており、さらに印加磁界の大きさを調整して再着磁を行うことにより、ロータと硬磁性膜パターンが形成された歯車の双方を組み込んだ状態でムーブメントに対して着磁作業を行っても、ロータ及び硬磁性膜パターンを区別してそれぞれ正しく着磁することができる。

【００２８】

また、本発明の時計の製造方法は、前記第４工程の前記印加磁界が、ロータ保磁力の１／２以下で、かつ、前記第１工程の硬磁性膜保磁力の３倍以上であることを特徴とする。

【００２９】

このことにより、第４の工程によってロータの特性に悪影響を及ぼすことがなく、かつ硬磁性膜パターンを正しく着磁することが可能になる。

【００３０】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を図面に基づいて詳細に説明する。

【００３１】

本発明の一実施形態の構成を示す基本図を図１、図２に示す。図１は腕時計に代表される小型の時計駆動部ユニットであるムーブメントの断面図であり、図２は、図１のＡ－Ａ’断面である。図において、時刻を表示する指針１を支える指針軸５に、垂直磁化されている硬磁性膜パターン８が成膜されている歯車２がダイレクトに接続されている。歯車２は、ロータ９とダイレクトに接続されている歯車２２、及び歯車２２と連結されている歯車

２１と連結されており、ロータ９の回転に従い回転する。ロータ９は、ステータ１０と共にステップモータを構成しており、１ステップで１８０度ごと回転するようになっている。このため、歯車２は歯車２１、２２の減速比に応じた一定角度でステップ回転するようになっている。また、歯車２、歯車２１、歯車２２、ロータ９は、時計基板４ａ、４ｂによって回転可能に支持固定されている。時計基板４ｂの上部には時計基板４ｂ全体を覆うように、時刻文字・記号・数字などが表面上に形成された文字板３が設けられている。そして、このムーブメントは全体として数ｍｍ程度の厚さに抑えられている。本例においては、指針１として秒針を想定しているが、通常の時計の場合はこのほかに分針、時針も設けられている。ただし、図１においては、図面を簡略化し説明をわかりやすくするために分針と時針は図示を省略した。

【００３２】

硬磁性膜パターン８と対向する時計基板４ａ上にはホール素子７が設置されており、磁化情報を硬磁性膜パターン８から検出する。ボンディングワイヤ６の配線でホール素子制御電流をホール素子７に流し、ホール素子起電力を測定する。ホール素子７と硬磁性膜パターン８とは非接触であり、運針への影響をなくしている。また、ＧａＡｓホール素子はノンパッケージ品で３００μｍ＊３００μｍ＊１５０μｍ厚と非常に小さく、時計のムーブメントに容易に入れこむことができ、時計の厚みを変える必要もない。

【００３３】

硬磁性膜パターン８は、図２に示すように歯車２中心より放射状に配置されている。図において、形成角度θ_1、θ_3で指示された囲み枠部分が硬磁性膜パターン８が形成されている部分であり、それ以外の領域には硬磁性膜パターン８は形成されていない。そして、歯車２の回転位置をで絶対位置（アブソリュート位置）として認識できるように、形成角度θ_1、θ_3、ギャップ角度θ_2を適切に制御している。図２では歯車２の一部しか示していないが、実際には残りの歯車部分にも硬磁性膜パターン８があり、制御する形成角度、ギャップ角度はこれのみではない。すなわち、歯車２の回転位置に応じて硬磁性膜パターン８はそれぞれ異なっている。

【００３４】

ここで、図２において、ホール素子７検出部が運針（歯車２のステップ回転）毎に静止対向する歯車２の位置の一例を×印（ア～キ）で示した。前記したように、歯車２はステップ回転するために、歯車２の静止位置×は不連続になる。ステップ回転するたびにホール素子７にホール素子制御電流１０ｍＡをパルス的（断続的）に流すことにより磁化情報を検出できる。パルス幅はμ秒のオーダーで良いため、１０ｍＡという比較的大きな電流量であっても、消費電流としては運針の際にロータ９を回転させるために必要となる電流と同程度であり、非常に低消費電流である。歯車２の回転に合わせホール素子７の検出する位置が図２中ア、イ、ウ・・というようにステップ移動していくが、その際ホール素子起電力V_Hは図３に示すように変化する。ア、イ、ウでは垂直磁化された硬磁性膜パターン８に対向しているため＋の起電力を生ずるが、エ、オ、カ、キでは硬磁性膜パターン８からはずれ磁束の向きが逆になるので－となる。ホール素子検出部と硬磁性膜パターン間距離は１００μｍ程度であるため、ホール素子７にＧａＡｓホール素子を用いても１０ｍＡのホール素子制御電流で数ｍＶの起電力は確保でき、十分検出可能である。また、硬磁性膜パターン８からホール素子検出位置がはずれるポイントを図３に示すように明確に検出できることになる。そして、歯車２がアからカの６ステップ回転する間に＋＋＋－－－の磁化情報を検出することになるが、その一連の６ステップの磁化情報群でカの位置は例えば３５秒であるというアブソリュートの位置情報を認識させる。この対応関係は予めコード化、記憶させておく。秒や分認識では一周６０分割の認識が一般に求められるため、６ビットの位置認識が必要となり、最低６ステップ回転させ前記磁化情報群を形成することになる（なぜなら、少なくとも2^6＝６４通りの組み合わせが必要となるから）。本例においては秒針を例にとって説明しているが、例えば時針に関しての時認識においては一周１２分割であるので、最低４ステップ回転でよい。次に、更に１ステップ回転させキの位置で－情報を得て、イからの６磁化情報は＋＋－－－－の磁化情報群となり、これを３

６秒と認識するようにコード化、記憶させておく。このように位置情報群が重複しないように硬磁性膜パターン８のθ_1　、θ_2　等を制御する。

【００３５】

次に、磁気方式指針位置検出装置の製造方法を記することとする。まず、真鍮の歯車２１、歯車２２、歯車２をホブ歯切りにて作製する。歯車材質は真鍮に限定されず、非磁性材料なら何でも良い。ただし、磁性材料を用いるのは好ましくない。軟磁性材料等の磁性材料を用いると、後記する硬磁性膜パターン８の垂直磁化がしずらくなる欠点があるためである。

【００３６】

次に、粒径０．７ミクロンのＢａフェライト粉を１液性のエポキシ樹脂に８５ｗｔ％混練し、Ｂａフェライト印刷ペーストを作製する。この時、Ｂａフェライト粉が個々に分散するように十分混練する。Ｂａフェライト粉の磁気特性は、保磁力：９００エルステッド、残留磁化：３ＫＧであった。ここで、Ｂａフェライト粉の粒径は５ミクロン程度以下が良い。粒径が大きすぎると硬磁性膜の磁気の効率が悪くなり、また印刷パターン表面粗さが大きくなることで実質的な硬磁性膜パターン／ホール素子間ギャップが拡大してしまうためである。また、Ｂａフェライトの混練比であるが、大きいほど硬磁性膜パターン８の磁気特性が向上するものの、大きすぎると印刷性が悪くなるため８０～９０ｗｔ％が適した条件である。さらに、Ｂａフェライトの保磁力は、後記のロータ着磁と硬磁性膜パターン着磁を実施する際のお互いの影響度合いに大きく影響する。すなわち、充分な硬磁性膜着磁には保磁力の３倍以上の磁界印加が必要になるが、この印加磁界がロータ９の保磁力の１／２以下でないとロータ着磁特性への影響が大きくなり時計の運針に支障をきたす場合もないとはいえないからである。ロータ９の材質としてはＳｍＣｏが一般的に使われるので、Ｂａフェライトの保磁力はおおむね１Ｋエルステッド程度が適していることになる。

【００３７】

次に、歯車２上にＢａフェライトペーストをメタルマスクを用い印刷し、硬磁性膜パターン８を５０ミクロン厚で形成した。ここで硬磁性膜パターン８を形成する方法としてメタルマスク印刷を提示したが、他にも種々ある。メッシュのあるスクリーン印刷でも良いし、歯車にあらかじめ凹み、貫通穴をプレス等で形成しておきＢａフェライトペーストを埋め込む方法でも良い。また、膜厚であるが基本的には１０ミクロン以上であればいくらでも良い。ただし、印刷で歯車上に形成する場合は、ムーブメントの設計上の制約などであまり厚くできず、５０ミクロン程度となってしまう。前記の歯車内に埋め込む方法であれば２００ミクロン以上も可能であり、漏れ磁束密度も大きく取れ適している。

【００３８】

硬磁性膜パターン８形成後、ただちに硬磁性膜パターン８に５ＫＧの垂直磁界を印加し、Ｂａフェライト粉の配向をそろえ、焼成した。この工程により硬磁性膜パターン８の垂直方向残留磁化が７００Ｇより１５００Ｇに増加、ホール素子７の検出起電力を増大させ、温度等の環境外乱耐性に強くなった。前述したようにＢａフェライト粉の保磁力が９００エルステッドであり、着磁にはその３倍以上の約３ＫＧの磁界が必要であるが、ここでは磁性粉の配向を揃える（磁性粉をペースト中で回転させる）ため更に大きな磁界が必要となり、実際には５ＫＧ以上となった。ただし、あまり大きな磁界ではペーストに角が発生するため、配向最低必要磁界（約３ＫＧ）のおおむね２倍程度（約６ＫＧ）が限度であった。

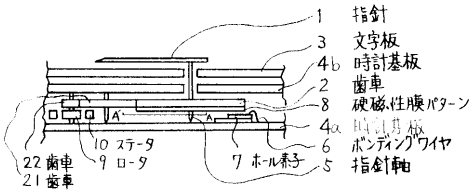
【００３９】

次に、ＧａＡｓホールセンサを図１のように時計基板４ｂに接着、ワイヤボンディング実装し、ホール素子制御電流の印加、ホール素子起電力の検出を可能とした。ＧａＡｓホールセンサは温度に対する特性変化が非常に小さい（すなわち、環境温度に対いて特性が安定している）ので用いた。他にＩｎＳｂ、ＩｎＡｓ等のホールセンサも試してみたが、いずれのホール素子を用いても良好に硬磁性膜パターンを検出することができた。ただし、ＧａＡｓホールセンサ以外のものではどれも温度に対して敏感であるので、検出出力が変動しやすく、＋－の認識が変化してしまうという現象が見られることがあった。

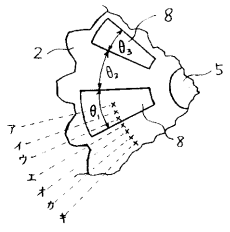
【００４０】
次に、前記作製した歯車に回転軸を圧入した。歯車２２については無着磁ＳｍＣｏロータ９の回転軸に圧入した。続いて、組立ロボット等を用い、図１のようなムーブメント状態になるように組み立てた。ロータ９を無着磁の状態で組み立てるのは、組み立てロボットにパーツフィーダー等でロータ９を供給する際、ロータ９同士が凝集・接合しないようにするためである。
【００４１】
次に、組み立てられたムーブメント（図１の状態）に水平磁界２０ＫＧを印加し、ＳｍＣｏロータ９の着磁をした。この時、硬磁性膜パターン８についても水平方向に着磁されてしまうため、硬磁性パターン８のみ垂直方向に着磁し直す必要がある。そこで、更に垂直方向に３ＫＧの垂直磁界を印加し硬磁性膜パターン８のみ着磁し直す。３ＫＧの磁界ではＳｍＣｏロータへの影響はほとんど無く、ロータ回転特性への影響は無視できた。
【００４２】
本発明による指針位置検出装置は、ホール素子、Ｂａフェライト印刷ペースト等の材料費、スクリーン印刷、ワイヤボンディング等の製造費というように、高価で特別なものがなく、またムーブメント組み立て後にロータ着磁を実施するという従来の時計の製造工程を踏襲しているため安価に製造できた。
【００４３】
磁気方式指針位置検出の短所として、強磁界による外乱があるが、仮に硬磁性膜の着磁が消磁されたとしても、再びムーブメント全体に垂直磁界を印加することで容易に復帰させることが可能である。
【００４４】
【発明の効果】
本発明によれば、従来不可能であった以下の効果を同時に有する位置検出装置を得ることができた。
【００４５】
１）極低速の速度でステップ移動する時計の指針位置を直接認識できる
２）検出システム全体が超小型のため時計ムーブメントを厚く変更する必要がなく、また運針に対しシステムが非接触のため運針の動きや機能に影響を及ぼすことがない
３）実効消費電流が小さく、低製造コストである
４）無着磁ロータの状態でムーブメントを組み立て、その後ムーブメント全体に強磁界を印加、ロータを着磁する時計の一般的な製造工程に適合できる
これらにより、時計の指針位置検出装置に望まれる、極低速の位置検出可能、消費電流が小さい、低コスト、超小型、高精度の機能が達成できた。現在、時計では自動現時刻復帰機能が付加されるようになってきている。これは、現時刻の情報を含む電波をキャッチし、自動で指針を正しい時刻に修正するものである。これには、時計の指針が現在どこの位置にあるのかを検出する指針位置検出機能が必須であるが、これまでは前記した精度、信頼性のない従来技術しかなく商品価値は小さかった。しかし、本発明により、例えば６度毎（秒針の１秒毎）に精度よく指針位置を修正できるようになった。すなわち、原子時計の精度を安価に達成できたことになり、その効果の大きさがわかる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の一実施形態における指針位置検出装置の断面図。
【図２】図１におけるＡ－Ａ’断面図。
【図３】本発明の一実施形態における歯車の動きに対するホール素子起電力の変化図。
【符号の説明】
１　指針
２　歯車
３　文字板
４ａ，４ｂ　時計基板
５　指針軸

6　　ボンディングワイヤ
7　　ホール素子
8　　硬磁性膜パターン
9　　ロータ
１０　　ステータ
２１　　歯車
２２　　歯車

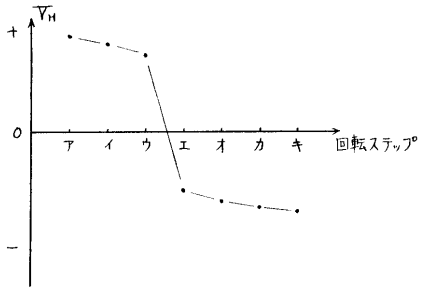
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

審査官　櫻井　仁

(56)参考文献　特開平０７－２０８９０７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G04C 3/00
G04C 3/14
G04C 9/00～9/08