

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5839530号  
(P5839530)

(45) 発行日 平成28年1月6日(2016.1.6)

(24) 登録日 平成27年11月20日(2015.11.20)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 L 43/00 (2006.01) HO 1 L 43/00  
 GO 1 R 33/02 (2006.01) GO 1 R 33/02 D  
 HO 1 L 43/12 (2006.01) HO 1 L 43/12

請求項の数 7 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-95129(P2015-95129)                  (22) 出願日 平成27年5月7日(2015.5.7)                  審査請求日 平成27年5月8日(2015.5.8)                   早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 713000630                  マグネデザイン株式会社                  愛知県知多郡東浦町大字緒川字東仙台33番地の10                   (72) 発明者 本蔵 義信                  愛知県知多郡東浦町大字緒川字東仙台33番地の10                   審査官 荒井 誠</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性ワイヤ整列装置および磁性ワイヤ整列方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤボビン、ワイヤリール、ワイヤ張力負荷装置およびワイヤ固定チャックからなるワイヤ供給装置部と、

ワイヤ引出チャック、引出張り状態のワイヤの中間を固定するワイヤ中間固定チャック、ワイヤ整列用基板、前記基板を固定する基板固定台および切断機からなるワイヤ整列装置部と、

前記引出張り状態のワイヤからなる基準線と、前記ワイヤを機械的に拘束するガイドからなる前記基板面上の基軸線との位置ずれ状態を検知する検出装置および前記両者の位置ずれを横送り、昇降、回転により調整する基板固定台送り装置からなるワイヤ位置決め装置部であって、前記基板固定台は前記ワイヤを前記基軸線上に磁力により吸着させるための磁力発生装置を埋設するとともに前記基板を固定チャックできるホルダーから構成されているワイヤ位置決め装置部と、

ワイヤ引出、前記ワイヤ中間固定チャックと前記引出チャックによる両端固定、前記基板固定台の調整位置への上昇、切断、前記基板固定台の下降および前記基板固定台の次工程への移動を連続的に繰り返す制御装置部とから構成されている磁性ワイヤ整列装置において、

前記両端固定および前記基板上に吸着された前記ワイヤの内部応力を前記ワイヤの長手方向に一様にした状態で、前記ワイヤ固定チャックと前記ワイヤ中間固定チャックの中間でワイヤを切断し、その後、前記ワイヤ中間固定チャックと前記ワイヤ引出チャックの両

10

20

者を解放してワイヤを拘束のない状態において、前記ワイヤの内部応力を解放することにより前記ワイヤのひねり方向応力を取り除いた状態の前記ワイヤを基板上のガイドと基板固定台内の磁力でもって仮止め維持することを特徴とする磁性ワイヤ整列装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の磁性ワイヤ整列装置において、

前記磁力発生装置は、直方体磁石からなり、前記ワイヤの長手方向に垂直に配置し、交互に N 極、S 極に磁化し、それらを組み合わせた複合磁石を鉄ヨークに埋設した磁石から構成されていることを特徴とする磁性ワイヤ整列装置。

【請求項 3】

請求項 1 から請求項 2 のいずれか 1 項に記載の磁性ワイヤ整列装置において、

前記基軸線は、水平方向のぶれを防止できる溝から構成されていることを特徴とする磁性ワイヤ整列装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の磁性ワイヤ整列装置において、

前記切断機は、機械式切断機から構成されていることを特徴とする磁性ワイヤ整列装置

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の磁性ワイヤ整列装置において、

前記ワイヤ供給装置部は、多数個のワイヤを同時に供給できるように構成されていることを特徴とする磁性ワイヤ整列装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の磁性ワイヤ整列装置において、

前記制御装置部は、ワイヤを素子間の間隔ピッチと素子内の間隔ピッチの組み合わせおよびコイル内のワイヤ間隔ピッチからなるピッチ送りの組み合わせを制御するプログラムから構成されていることを特徴とする磁性ワイヤ整列装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の磁性ワイヤ整列装置を使用して磁性ワイヤをワイヤ引出、両端固定、調整位置への基板固定台の上昇、切断、基板固定台の下降および次工程への移動、そして再びワイヤ引出と連続的にワイヤ整列操作を繰り返して基板全面に磁力を活用して仮止めするワイヤ整列方法において、

30

前記ワイヤに張力を負荷した状態で前記ワイヤを両端固定すると同時に前記基板固定台内の磁力により前記ワイヤを基板上に吸着し、

前記両端固定および基板上に吸着された前記ワイヤの内部応力を前記ワイヤの長手方向に一様にした状態で前記ワイヤをワイヤ中間固定チャックのワイヤ供給リール側で切断し、

その後、前記ワイヤ中間固定チャックとワイヤ引出チャックの両者を解放してワイヤを拘束のない状態において前記ワイヤの内部応力を解放することにより前記ワイヤのひねり方向の応力を取り除いた状態の前記ワイヤを前記基板上の前記ガイドと前記基板固定台内の磁力とにより仮止めして維持し、

次工程において仮止め維持した前記ワイヤの全面に樹脂を塗布し固化させて前記ワイヤのひねり応力のない状態で前記ワイヤを前記基板に固定することを特徴とするワイヤ整列方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁性ワイヤを基板上の多数の溝に沿って、ひねり応力を残存させることなく多数本整列配置する装置および磁性ワイヤ整列方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

超高感度マイクロ磁気センサである M I センサは、直径数十  $\mu\text{m}$  の微小な磁性ワイヤを

50

感磁体としたもので、電子コンパス、医療用センサ、セキュリティセンサなど幅広く使用されている。磁界検知素子であるMI素子は、アモルファスの磁性ワイヤを素子の長手方向に配置し、それを周回する検知コイルとコイル両端とワイヤ両端の4つの電極とを基板上に一体的に組みつけたものである。

#### 【0003】

磁性ワイヤは、直径10～30 $\mu\text{m}$ のものが素子基板上に取り付けられている。直接、両端の電極に半田付けする方法は内部応力が増加して磁性ワイヤの特性が大きく低下する。そこで磁性ワイヤを基板上にフリーな状態に設置しておいて、素子毎の磁性ワイヤ両端を超音波により固定する方法が特許文献1に開示されている。ひねり応力が無くなり、対称性を有するセンサ出力を得られている。しかしこの方法は一点一点を超音波接合するので極めて生産性が悪く実用的でなかった。

10

次に、磁性ワイヤ径に比べて十分大きく広くて深い溝に磁性ワイヤを埋設して樹脂で固定し、素子毎の磁性ワイヤの両端を一度の工程でメッキ接合すると同時に検出コイルをフォトリソグラフィによる微細加工技術で作製した特許文献2の方法は、生産性に優れており、しかもひねり応力の無い状態で固定するのでセンサ出力も良好である。しかしコイルピッチを微細化するのは困難であった。

磁性ワイヤを直接基板上に配置する特許文献3の方法は、コイルピッチを微細化する点では特許文献2の方法より優れているが、溝による水平方向の拘束力がないため磁性ワイヤの仮止めが不安定で磁性ワイヤの蛇行を許容し素子間の特性ばらつきが増加してしまっている。また配置した磁性ワイヤは位置ずれし易く、生産上のトラブルの原因となっている。さらに樹脂で固定する際、樹脂の膜厚が5～10 $\mu\text{m}$ と厚くなり、コイルピッチを30 $\mu\text{m}$ 以下に微細化するのは困難であった。

20

#### 【0004】

現在、MIセンサは、用途の拡大に伴い、その高感度化、マイクロサイズ化、測定レンジの拡大など一層の性能改善が求められている。高機能でマイクロサイズのMI素子の開発では、磁性ワイヤの直径は30 $\mu\text{m}$ から10 $\mu\text{m}$ への細径化、素子内の磁性ワイヤ感磁体の複数化、コイルピッチは30 $\mu\text{m}$ から5 $\mu\text{m}$ への微細化などを目指して研究開発されている。

#### 【0005】

測定レンジの拡大の方法は特許文献4に開示されているが、高感度化とマイクロサイズ化との間のトレードオフ問題が解決できていない。つまり測定レンジの拡大のためには、磁性ワイヤの長さを短くして反磁界を増加させることが必要であるが、コイル巻き数が減少して感度が低下してしまう。この問題を解決するためには、一個の素子の中に磁性ワイヤを多数本配置することおよびコイルピッチの微細化を図ってコイル巻き数を増加せしめることである。

30

従来の磁性ワイヤ整列方法ではコイルの微細化および磁性ワイヤの他数本配置は困難であった。コイルピッチの微細化のためには基板面を基準にコイルの凹凸を小さくする必要があるので、磁性ワイヤを微小な溝内に整列配置して、磁性ワイヤ下部だけが溝内に埋設し、基板の凹凸を小さくする磁性ワイヤ整列方法の開発が求められている。

#### 【0006】

40

さらに磁性ワイヤの直径を細径化するとコイルの微細化は容易となるが、ひねり応力は残存しやすくなる。また磁性ワイヤの直径を小さくするほど磁性ワイヤが同じ長さならば反磁界は小さくなるので、磁性ワイヤの長さをさらに短くする必要がある。結局コイル巻き数の増加につながらない。多数本の磁性ワイヤを一つの素子に配置するためには、従来の磁性ワイヤ整列装置に比べて、より微細に磁性ワイヤを整列配置する必要がある。このように高機能でマイクロサイズのMI素子を実現するためには、より高度な磁性ワイヤの微細整列技術および磁性ワイヤ整列装置の開発が課題となっている。

#### 【0007】

上述の特許文献を下記にまとめて示す。

#### 【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2000-81471号公報

【特許文献2】再公表特許WO2003/017299

【特許文献3】国際公開公報WO2012-043160A1

【特許文献4】特許第5110142号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従来、磁性ワイヤ整列装置は、微細な磁性ワイヤを巻きつけたワイヤボビンとワイヤボビンからワイヤを引出すワイヤリール、ワイヤ張力負荷装置およびワイヤ固定チャックからなるワイヤ供給部と、ワイヤ引出チャック、引出ワイヤ両端固定装置、ワイヤ整列用基板、基板固定台、引出張り状態のワイヤ仮押さえ装置と引出側固定位置と仮押さえ装置の間に取り付けられたレーザ切断機とからなるワイヤ引出張り部と、基板面上の位置決めマーカと装置に取り付けた位置決めマーカとの位置関係をマイクロスコップなど検出装置で確認し、両者の水平方向の位置ずれを調整する基板固定台を移動させる横送りおよび昇降の各調整機構からなるワイヤ位置決め部と、ワイヤ引出、両端固定、基板固定台の調整位置への上昇、切断、基板固定台の下降および横方向への移動を連続的に繰り返す制御装置とから構成されている。

ワイヤ供給部、ワイヤ引出張り部とワイヤ位置決めとは機械装置に設けられた基準線、基準面を基準に所定の精度で組み立て、ワイヤ位置決め部の位置決めマーカの所定の位置精度を機械的な方法で保証した装置であった。

しかし、MI素子のマイクロサイズ化、コイルの微細化や素子内に多数本の磁性ワイヤを配置するためには、ひねり応力など有害な内部応力を発生させないことを前提に、磁性ワイヤを微細溝にそって、多数本の整列配置を実現し、しかも安定で位置ずれのトラブルが発生しない磁性ワイヤ整列装置と磁性ワイヤ整列方法の開発が求められている。

磁性ワイヤの特徴として、磁性ワイヤは応力に敏感であることから磁気特性に大きな影響を与えるため、ひねり応力などの不均一性の内部応力は取り除き、内部応力の一様な状態が必須である。

【0010】

本発明者は、従来の装置の機械的精度に依存した方法では微細化には限界があることに気づき、ワイヤ供給装置部から磁性ワイヤを引出チャックで引出し、ピンと張った状態の磁性ワイヤを整列の基準線にして、基板上の溝との位置関係をマイクロスコップで観察して調整制御することで、基板上に磁性ワイヤを微細な間隔で整列取り付けができることに思い至った。磁性ワイヤを基準線とし、一方基板上に磁性ワイヤを埋設する磁性ワイヤ径より少し広めの溝を設けて基板側の基軸線とし、ワイヤ基準線と基板側の基軸線を基板近接位置に設置したマイクロスコップにて観察し、ワイヤ基準線と基板上の基軸線とのずれを観察し、基板固定が載置されている送り装置（基板固定台送り装置という。）で横方向、上下方向および回転方向をそれぞれ調整してワイヤ基準線と基軸線の両線を一致させる方法を考案した。

なお、基準線である磁性ワイヤを機械的に拘束するガイドからなる基軸線は、上述の溝および溝と同等の機能を有して並列する微細なポストや長手方向に伸びた凸形状などでもよい。

【0011】

本発明は、MI素子のマイクロサイズ化を主眼とした発明であるので、具体的なイメージを掴めやすいように構成要素の代表的な寸法を表記して説明する。もちろん本発明が説明に用いた寸法に限定されるものではない。

基板固定台を載置する基板固定台送り装置は、磁性ワイヤの長手方向に対して $\pm 1 \mu\text{m}$ の精度で稼働する左右方向の横送り機構と上下方向の昇降機構を有している。左右方向の横送り機構により、ワイヤ基準線と基板側の基軸線の両者のずれを $\pm 1 \mu\text{m}$ の精度で検出

10

20

30

40

50

して、直径10 $\mu\text{m}$ のワイヤを幅20 $\mu\text{m}$ の溝に配置することができる。

【0012】

上下方向の昇降機構は、磁性ワイヤと基板との間隔を接触ないし非接触では1 $\mu\text{m}$ 程度以下と可能な限り近接させ、1 $\mu\text{m}$ の解像度を持つマイクロスコープによる観察を可能にして、左右方向の調整後に溝の深さだけ、つまりおよそ7 $\mu\text{m}$ 程度だけ基板固定台を上昇させて、溝に磁性ワイヤを埋設することを可能にするものである。

次に、回転機構は、ワイヤ基準線と基軸線である溝線とが平行になるように調整するものである。

【0013】

基板固定台送り装置の制御能力は、使用する磁性ワイヤ径を基礎単位にして、磁性ワイヤ径に対して溝の幅は1.2倍から3倍程度とし、溝の深さは0.5倍から1.2倍程度として、基板固定台送り装置の送り精度は、磁性ワイヤ径の1/5程度以下にする必要がある。本発明はこの数値関係を限定するものではないが、MI素子のマイクロサイズ化を実現するためには上記数値範囲とすることが望ましい。

【0014】

基板固定台送り装置の左右方向の送り機構については、素子内に多数本の磁性ワイヤを整列配置する場合のために、素子間の間隔ピッチと素子内の磁性ワイヤ間隔ピッチおよびコイル内の磁性ワイヤ間隔ピッチの三つの異なるピッチ送りで制御することを可能にする。

基板固定台送り装置は、素子間隔ピッチは200 $\mu\text{m}$ から400 $\mu\text{m}$ 程度と大きく移動し、ワイヤ間隔ピッチは50 $\mu\text{m}$ から100 $\mu\text{m}$ 程度の小さな移動、およびコイル内磁性ワイヤの間隔は、磁性ワイヤ径を最小に20 $\mu\text{m}$ 程度と微細な移動を可能にする。しかも基板全体に磁性ワイヤを整列させる必要があるので基板の大きさ、60mmから200mm程度の移動距離を $\pm 1\mu\text{m}$ の精度で移動する能力をもつ基板固定台送り装置を採用する必要がある。ただし、供給ワイヤを多数本とする場合、基板固定台の移動距離は磁性ワイヤ本数で除した距離でよい。

【0015】

磁性ワイヤのひねり応力については、十分大きな張力を負荷して磁性ワイヤを張り、その状態で磁性ワイヤの両端を固定すると同時に基板固定台に埋め込まれた磁石により磁力で磁性ワイヤを基板上に吸着してから、磁性ワイヤを切断した後、磁性ワイヤの両端を固定しているチャックから磁性ワイヤの両端を開放して、基板上の溝の拘束力と磁石の磁力の吸着力で磁性ワイヤを基板上に保持する。この状態では、磁性ワイヤは自由で無固定の状態になっており、ひねり応力など内部応力を完全に解放された状態となり、その後の樹脂を基板全面に塗布して固定を行なうことで磁性ワイヤのひねり応力を除去することができる。

樹脂の塗布については、基板上の全ての磁性ワイヤが固定できるようにすることができれば、その塗布方法を上記の方法に限定するものではない。

【0016】

磁石については、基板の厚みおよび磁性ワイヤと磁石上面の間の距離を考慮して、また基板固定台をできるだけ薄くする必要があることを考慮して、厚み3mmの薄型の直方体形状の磁石を磁性ワイヤ長手方向に垂直に配置し、交互にN極、S極に磁化し、それらを組み合わせた複合磁石と鉄ヨークとを組み合わせて、その上を薄膜の非磁性材料でカバーする。これを基板固定台に埋設し、この上に基板をホルダーにより固定チャックする。この磁石の磁力で切断後の磁性ワイヤを基板の溝の中に維持固定する。

磁力式ワイヤ固定治具としては、上記の磁石に限定されものでなく、磁力を発生する装置であるならば電磁石などの装置でよい。

次に、磁性ワイヤの切断機は、機械的切断機やレーザー切断機など各種の方法を適用することができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明は、ピンと張った磁性ワイヤを基準線にして、それと基板上の磁性ワイヤ径と同等サイズの微小な溝の基軸線との位置関係をマイクロスコップで観察して位置合わせを行ない、そのずれを精密制御が可能な基板固定台で調整することによって精度の高いワイヤ整列を得ることが可能となり、マイクロサイズのM I素子の実現を可能とする効果を有する。

併せて、上記のワイヤ整列においては、磁性ワイヤのひねり応力は残存されていないために磁気特性への影響はなく、超高感度マイクロ磁気センサ素子の実現に寄与する。

また、M I素子内の微小間隔で磁性ワイヤを多数本配置することができ、M Iセンサの高感度化と測定レンジの拡大を可能とする効果を有する。

さらに、磁性ワイヤと磁性ワイヤを巻回するコイルとからなる磁気センサ、例えばFGセンサやGS Rセンサにおいても同等の効果が期待される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】磁性ワイヤ整列装置の構成を示す概念図である。

【図2】本発明装置で使用する磁性ワイヤを磁力で吸着する磁石の構造を示す概念図である。

【図3】素子基板上的M I素子と磁性ワイヤの位置関係を示す概念図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

(第1実施形態)

第1実施形態の磁性ワイヤ整列装置は、その構成を図1に示す。

磁性ワイヤ整列装置1は、ワイヤボビン11、ワイヤリール12、ワイヤ張力負荷装置13およびワイヤ固定チャック14からなるワイヤ供給装置部10と、ワイヤ引出チャック21、ワイヤ引出中間固定チャック22、ワイヤ整列用基板23、基板固定台24およびワイヤ切断機25からなるワイヤ整列装置部20と、磁性ワイヤ50と基板23の基軸線を一致させるマイクロスコップ31および磁性ワイヤ50を基板23に磁力で吸着させる磁石を埋設する基板固定台24と基板固定台24を載せて基板固定台24を左右に横送りする横送り機構321と昇降機構322と回転機構323からなる基板固定台送り装置32を備えるワイヤ位置決め装置部30と、ワイヤ引出、ワイヤ引出チャック21による固定とワイヤ中間固定チャック22による固定からなる両端固定、基板固定台24の調整位置への上昇とワイヤの磁力固定、ワイヤ中間固定チャック22のワイヤ供給リール12の側での切断(ワイヤ固定チャック14による固定位置とワイヤ中間固定チャック22による固定位置の間での切断をいう。)、基板固定台24の下降および横方向への横方向への移動を連続的に繰り返す制御装置部40とから構成されている。

【0020】

磁性ワイヤを基板上に整列する方法としては、上記の装置を使用して、ワイヤ供給装置部10からワイヤ引出チャック21でワイヤ固定チャック14とワイヤ中間固定チャック22との間の引出開始位置から引出固定位置まで引出固定された磁性ワイヤ50を基準線にして、磁性ワイヤ50と基板上的溝からなる基軸線との位置関係を溝全体にわたってマイクロスコップ31で移動しながら測定し、基板固定台送り装置32で調整一致させる。

【0021】

磁性ワイヤ50は、外周がガラス被覆された直径10 $\mu$ mから20 $\mu$ mの磁性アモルファスワイヤを使用する。基板としては、シリコン基板に幅15 $\mu$ m~30 $\mu$ m、深さ8 $\mu$ m~15 $\mu$ mの溝を、素子の幅間隔と同じ100 $\mu$ mから300 $\mu$ mピッチで、基板全体に溝加工を行なう。その後、溝加工した基板にM I素子の検出コイルの下側パターンと電極配線パターンを焼き付けたものを使用する。

この基板23は基板固定台24に取り付ける際には、溝方向と基板固定台の左右送り方向が直角かつ溝方向とワイヤ張り方向が並行になるように取り付けることが重要である。

。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

ワイヤ供給装置部 1 0 のワイヤ張力を一定に負荷する張力負荷装置 1 3 は、1 ~ 2 0 g の荷重を調整できる。ワイヤ径を 1 0  $\mu\text{m}$  とする場合、1 0 ~ 1 0 0  $\text{kg} / \text{mm}^2$  の範囲で調整することが適切である。

## 【 0 0 2 3 】

基板固定台 2 4 は、ワイヤ 5 0 を基軸線である基板上の溝に磁力により吸着させるための磁石を埋設するとともに基板 2 3 を磁石の上側に固定チャックできるホルダーからなっている。

基板固定台 2 4 を載置する基板固定台送り装置 3 2 の送り能力については、基板固定台 2 4 の左右移動における移動距離は左右に基板 2 3 の幅以上、また基板固定台 2 4 の昇降移動は基板固定台 2 4 のサイズ変更を考慮して 2 0 mm とし、いずれの移動も  $\pm 1 \mu\text{m}$  の制御能力を有する制御装置部 4 0 を使って精度を確保する。

## 【 0 0 2 4 】

基板固定台 2 4 に埋設されている磁石の構造を図 2 に示す。

厚み 3 mm の薄型の直方体形状の磁石をワイヤ長手方向に垂直に配置し、交互に N 極、S 極に磁化し、N 極着磁磁石 2 4 2 と S 極着磁磁石 2 4 3 からなる複合磁石を鉄ヨーク 2 4 4 に埋設させ、その上に薄膜の非磁性材料からなる非磁性薄膜 2 4 5 でカバーする。この磁石 2 4 1 の上に基板 2 3 を固定する。この磁石 2 4 1 の磁力で切断後の磁性ワイヤ 5 0 を基板上の溝の中に維持固定する。

## 【 0 0 2 5 】

磁性磁性ワイヤ 5 0 の基板 2 3 の上への整列組み込みは、ピンと張ったワイヤ 5 0 を基準線に、基板上の溝を基軸線として両者のずれをマイクロスコープ 3 1 で観察する。まず並行であることを確認した後、横方向のずれ量を  $\pm 1 \mu\text{m}$  で測定し、回転方向のずれを  $\pm 0.02$  度以下で測定し、ずれ量だけ左右方向の横送り機構 3 2 1 回転機構 3 2 3 で基板固定台 2 4 を移動させる。その後、磁性ワイヤ 5 0 が基板上の溝の底と接触するまで基板固定台 2 4 を昇降機構 3 2 2 で上昇移動させる。それをマイクロスコープ 3 1 で観察し、初期設定値として制御装置部 4 0 に記録する。

その後、ワイヤ中間固定チャック 2 2 のワイヤ供給リール 1 2 の側で機械的切断機 2 5 により磁性ワイヤ 5 0 を切断する。次いで、磁性ワイヤ 5 0 を固定しているワイヤ引出チャック 2 1 とワイヤ中間固定チャック 2 2 の両端固定を開放して磁性ワイヤ 5 0 をフリーな状態にする。この時に磁性ワイヤ 5 0 は基板固定台 2 4 に埋設されている磁石の磁力により基板 2 3 の溝底に吸着されて溝からはみ出さないように維持固定される。

## 【 0 0 2 6 】

マイクロスコープ 3 1 は、磁性ワイヤ 5 0 と基板上の溝の両方を観察する必要があるので、 $1 \mu\text{m}$  程度の解像度を有するものが望ましい。両者は立体的位置関係にあるので、マイクロスコープ 3 1 の焦点調整が微妙である。したがって、それが容易にできるマイクロスコープであることが望ましい。また、上記の機能を有する検出装置であれば、マイクロスコープに限定されるものではない。

なお、マイクロスコープの設置についての振動対策が重要であることは言うまでもない。

## 【 0 0 2 7 】

ワイヤ供給装置部 1 0 は、大量生産の場合にはワイヤ供給装置部 1 0 を多数個並列的に配置して多数本の磁性ワイヤ 5 0 を一度に供給できるようにする。リール 1 2 は V 字溝付きのものを使用して、磁性ワイヤ 5 0 がリール 1 2 から脱落しないようにする。この場合のワイヤ切断機 2 5 としては、多数のはさみからなる機械的切断機に加えてプレス切断機および生産性の優れたレーザ加工機を使用してもよい。

## 【 0 0 2 8 】

制御装置部 4 0 は、ワイヤ径、ガラス厚みなどのワイヤ特性を入力して自動でワイヤ 5 0 の張力を調整する機能、各チャック圧力 ( 1 4、2 1、2 2 )、ワイヤ切断力を調整する機能、基板固定台 2 4 の原点調整と原点復帰、作業基準位置への自動復帰機能、マイクロスコープ 3 1 によるずれ量の観察結果に基づいて左右および回転方向に基板固定台 2 4

10

20

30

40

50

を調整する機能、また基板 2 3 の厚み、溝深さ、ワイヤ径などの作業データを基礎に基板固定台 2 4 の高さの自動調整昇降機能および生産状況を管理する機能を有している。さらに非常時のためにマニュアル操作への切り替えも可能であることが望ましい。

#### 【 0 0 2 9 】

( 第 2 実施形態 )

第 2 実施形態は、第 1 実施形態において、ひねり応力のない状態の磁性ワイヤを基板上に整列させるための方法に関するものである。

第 1 実施形態の装置を使って、磁性ワイヤをワイヤ引出、両端固定、調整位置への基板固定台の上昇、切断、基板固定台の下降および横方向への移動、そして再びワイヤ引出と連続的にワイヤ整列操作を繰り返して基板全面に磁力を活用して仮止めする。

この時、磁性ワイヤに十分大きな張力を負荷した状態で磁性ワイヤを両端固定し、基板固定台内の磁力により磁性ワイヤを基板上に吸着する。

両端固定および基板上に吸着された磁性ワイヤの内部応力を磁性ワイヤの長手方向に一樣にした状態で磁性ワイヤをワイヤ中間固定チャックのワイヤ供給リール側で切断する

その後、ワイヤ中間固定チャックとワイヤ引出チャックの両者を開放して磁性ワイヤを拘束のない状態において磁性ワイヤの内部応力を解放することにより磁性ワイヤのひねり方向の応力を取り除いた状態の磁性ワイヤを基板上の溝と基板固定台内の磁力とにより仮止めして維持する。

次いで、磁性ワイヤを仮止め維持した基板を固定している基板固定台を基板固定台送り装置の上から次工程のために横方向に移動させる。

次工程において仮止め維持した磁性ワイヤの全面に樹脂を塗布し固化させて磁性ワイヤのひねり応力のない状態で磁性ワイヤを基板に固定する。

#### 【 0 0 3 0 】

磁性ワイヤに負荷する張力については、磁性ワイヤ内部の残留応力を除去するためには  $50 \text{ kg} / \text{mm}^2$  以上の強い張力をかけて、その状態でワイヤを切断して応力フリーの自由状態を保つことがひねり内部応力の除去には有効である。負荷をかけ過ぎるとワイヤが破断してしまうので、 $100 \text{ kg} / \text{mm}^2$  以下が望ましい。

磁石については、ワイヤ整列作業から樹脂塗布作業の間に磁性ワイヤを溝に維持するのに必要な磁力を確保した上で、基板固定台をできるだけ軽く小さくするために磁石も小さく設計することが望ましい。基板固定台の微小な移動を確保するために重要である。

なお、樹脂による磁性ワイヤの固定については、基板全面に塗布すると同時にワイヤ上部にも塗布できる適度な粘性を持つ樹脂を滴下することが重要である。磁性ワイヤと溝との表面張力に着目して溝内のワイヤ底面位置まで塗布すると同時に、ワイヤ上面まで全部塗布して磁性ワイヤが十分な強度で固定されていることが望ましい。しかし、ワイヤ上部に過度に樹脂が塗布されると、微細コイル形成を阻害するので望ましくない。

#### 【 0 0 3 1 】

( 第 3 実施形態 )

第 3 実施形態は、第 1 実施形態において、シリコン基板に形成する単位 M I 素子の中に多数本の磁性ワイヤを整列させるための方法に関するものである。この方法は、制御装置部のプログラムとして構成される。

基板に溝加工するに当たっては、基板に形成する M I 素子の間隔をユニットとして、M I 素子内に配置する磁性ワイヤ整列本数だけの溝を加工して、それを繰り返して基板全面に溝加工を施す。溝のサイズはできるだけ小さい方が望ましいが、磁性ワイヤを挿入するので幅では磁性ワイヤ直径より少し大きくし、深さは磁性ワイヤ半径より深くする。現在使用している磁性ワイヤの直径が  $10 \sim 20 \mu\text{m}$  であることを考慮すると具体的には溝の幅は  $15 \sim 30 \mu\text{m}$ 、深さは  $10 \sim 20 \mu\text{m}$  が適切である。

#### 【 0 0 3 2 】

単位 M I 素子の中の磁性ワイヤ本数は 1 本から 10 本程度が適切であるが、溝の間隔ピッチは可能な限り小さくすることによって、M I 素子のマイクロサイズ化が可能となる。

一つのコイル内に組み込む磁性ワイヤの整列については、磁性ワイヤの直径  $10 \mu\text{m}$  程度

10

20

30

40

50



を最小にして、コイル内のワイヤ本数に応じて調整された幅を持つ一つの溝に沿って整列する。コイルの間隔については、両側にコイル配線があるので電気絶縁性を確保するためには、溝間隔ピッチは30～100 μmが適切である。

現在市販品のMI素子は、長さ0.6 mm×幅0.4 mmでコイル巻き数は17回である。本技術で1/3のサイズ(長さ0.2 mmで幅0.4 mm)のMI素子を製作する場合、長さが0.2 mmの磁性ワイヤを、幅方向に幅ピッチ間隔を50 μmで4本整列配置する。磁性ワイヤの合計長さは、0.6 mmから0.8 mmへと増大する。コイルの微細化を組み合わせた場合、コイル巻き数は100回でセンサ出力の増加に寄与する。

また、コイル内に磁性ワイヤを2本挿入する場合には、磁性ワイヤ本数が合計8本となり、センサ出力は倍増する。同時に磁性ワイヤ長を0.6 mmから0.2 mmへ短くすると測定レンジは、12 Gaussから60 Gaussへと増加することができる。

さらに、磁性ワイヤ径の1/2程度の浅い溝に沿って磁性ワイヤを整列すると、基板面の凹凸が半減する。フォトリソグラフィの線幅は、ほぼ基板面の凹凸の二乗に反比例するので、本技術を使うと4倍以上の微細なコイルピッチの形成を容易に行なうことができる。したがって、コイル巻き数は4倍以上の増加となって感度が5倍以上と大幅に向上することも可能になる。

#### 【実施例】

#### 【0033】

図面を参照しつつ以下に挙げる実施例に基づいて本発明を詳細に説明する。

#### 【実施例1】

#### 【0034】

第1実施例である磁性ワイヤ整列装置について、図1と図2を用いて以下に説明する。

磁性ワイヤ整列装置1は、ワイヤボビン11、ワイヤリール12、ワイヤ張力負荷装置13およびワイヤ固定チャック14からなるワイヤ供給装置部10と、ワイヤ引出チャック21、ワイヤ引出中間固定チャック22、ワイヤ整列用基板23、基板固定台24およびワイヤ切断機25からなるワイヤ整列装置部20と、ワイヤ50と基板23の基軸線を一致させるマイクロスコープ31およびワイヤ50を基板23に磁力で吸着させる磁石241を埋設する基板固定台24と基板固定台24を載せて基板固定台24を左右に横送りする横送り機構321と昇降機構322と回転機構からなる基板固定台送り装置32を備えるワイヤ位置決め装置部30と、ワイヤ引出、両端固定、基板固定台24の調整位置への上昇とワイヤの磁力固定、切断、基板固定台24の下降および横方向への移動を連続的に繰り返す制御装置部40とから構成した。

#### 【0035】

基板23の上への磁性ワイヤの整列は、ワイヤ供給装置部10からワイヤ引出チャック21で引出固定されたワイヤ50を基準線にして、ワイヤ50と基板上の溝からなるワイヤ整列線との位置関係をマイクロスコープ31で測定し、基板23を固定している基板固定台24を基板固定台送り装置32の横送り機構321と回転機構323と昇降機構322で調整一致させることで実現した。

#### 【0036】

磁性ワイヤ50は、外周は厚み1 μmのガラス被覆された直径12 μmの磁性アモルファスワイヤを使用した。基板は、材質はシリコンで、サイズは100 mm×100 mmの正方形とした。その基板に、幅20 μm、深さ8 μmの溝を素子間隔と同じ200 μmピッチで基板全体に溝加工を施した。その後GSR素子の検出コイルの下側パターンと電極配線パターンを焼き付けてワイヤ整列基板23として使用した。基板23は基板固定台24に取り付ける際には、溝方向と基板固定台24の左右の横送り方向との直角度を、誤差で0.003度以内になるように取り付けた。

#### 【0037】

ワイヤ供給装置部 10 のワイヤ張力を一定に負荷するワイヤ張力負荷装置 13 は、6 g の荷重をかけることができるようにした。そして、ワイヤ張力は  $76 \text{ kg} / \text{mm}^2$  にした。

#### 【0038】

磁性ワイヤ 50 の基板 23 の上への整列組込みは、ピンと張った磁性ワイヤ 50 を基準線に、基板上の溝を基軸線として両者のずれをマイクロスコープ 31 で観察する。そのずれ量を水平方向  $\pm 1 \mu\text{m}$ 、回転方向  $\pm 0.01$  度の精度で測定し、ずれ量だけ左右方向への横送り機構 321 で回転方向は回転機構 323 で、基板固定台 24 を移動させた。その後、ワイヤ 50 が基板 23 の溝の底と接触するまで基板固定台 24 を昇降機構 322 で上昇移動させた。

10

それをマイクロスコープ 31 で確認し、これらの制御数値を制御装置部 40 に記憶させた後、連続運転を行なった。連続運転では、ワイヤ固定チャック 14 とワイヤ引出中間固定チャック 22 との間でワイヤ 50 をワイヤ切断機 25 により切断し、切断後はワイヤ引出中間固定チャック 22 とワイヤ引出チャック 21 との両端固定を開放して磁性ワイヤ 50 をフリーな状態にして溝に整列固定させた。この時ワイヤ 50 は基板固定台 24 に埋設された磁石 241 の磁力で溝からはみ出さないように固定できた。

#### 【0039】

マイクロスコープ 31 は、 $1 \mu\text{m}$  程度の解像度を有するものを使用し、マイクロスコープ台が振動することの無いように磁性ワイヤ整列装置 1 の本体に強く取り付けた。マイクロスコープ 31 の焦点調整は、手元のつまみで容易に調整できるようにした。基板固定台 24 の左右および昇降の移動は、移動距離として左右方向には  $100 \text{ mm}$ 、昇降方向には  $20 \text{ mm}$  とし、移動の全範囲で  $\pm 1 \mu\text{m}$  の制御能力をもつ制御装置部 40 を使って精度を確保した。

20

#### 【0040】

磁石 241 は、図 2 に示す形状をしている。長さ  $120 \text{ mm}$ 、幅  $5 \text{ mm}$ 、厚み  $3 \text{ mm}$  の薄型の直方体形状の磁石をワイヤ長手方向に垂直に配置し、交互に N 極 242、S 極 243 に磁化し、それを鉄のヨーク 244 に埋設させ、その上に厚さ  $0.02 \text{ mm}$  の薄膜の非磁性材料 245 でカバーした。この上に基板 23 を維持固定した。この磁石 241 の磁力で切断後のワイヤ 50 を基板 23 の溝の中に仮止めし、次工程の樹脂による固着工程でワイヤ 50 を溝内に安定して維持固定することができた。

30

#### 【0041】

ワイヤリール 12 は  $20 \text{ mm}$  径で V 字溝付きのものを使用し、切断機 25 は機械的な切断装置を使用した。

#### 【0042】

制御装置部 40 は、ワイヤ径、ガラス厚みなどのワイヤ特性を入力して自動でワイヤ 50 の張力を調整する機能、各チャック圧力 (14、21、22)、ワイヤ切断力を調整する機能、基板固定台 24 の原点調整と原点復帰、作業基準位置への自動復帰機能、マイクロスコープ 31 によるずれ量の観察結果に基づいて左右に基板固定台 24 を調整する機能、また基板 23 の厚み、溝深さ、ワイヤ径などの作業データを基礎に基板固定台 24 の高さの自動調整昇降機能および生産状況を管理する機能を組み込んだ。さらに非常時のためにマニュアル操作への切り替えも可能とした。

40

#### 【0043】

連続運転は、ワイヤ引出、両端固定、基板固定台 24 の調整位置への上昇、ワイヤ 50 の磁力による仮止め、切断、基板固定台 24 の下降および横方向への移動を連続的に繰り返して、基板全面で磁性ワイヤ 50 を溝に沿って整列できることを確認した。

以上の実施結果から分かるように、本実施例は、磁性ワイヤを微細な間隔で基板上に整列取り付けができて、MI 素子のマイクロサイズ化を実現することができ、その工業的意義は非常に大きいものである。

#### 【実施例 2】

#### 【0044】

50

第2の実施例は、第1の実施例において、ひねり内部応力のない状態の磁性ワイヤを基板上に整列を可能にした方法に関するものである。

直径10 $\mu\text{m}$ のガラス被覆付き(厚み1 $\mu\text{m}$ )の磁性ワイヤ50を使用して、ワイヤ張力負荷装置13における荷重を6gとし、ワイヤ張力を76kg/mm<sup>2</sup>とした。この大きな張力で内部歪を一様化した後、ワイヤ両端を固定して切断し、両端を開放して磁性ワイヤ50は応力フリーな状態で磁石241の磁力で仮止めされる。

基板23にワイヤ整列された基板固定台24は、磁性ワイヤ整列装置1から次工程に移動させた。次工程では仮止め維持した基板全面に樹脂を塗布して本固定した。この状態のひねり応力の残存については、MIセンサの出力を測定し左右対称の直線性を確認した。磁性ワイヤのひねりがあるとMIセンサの出力が対称で無くなる。

樹脂固定は、粘性を調整した樹脂を滴下して基板全面に塗布した後、固化処理を施した。ここで樹脂の粘性は、液滴を滴下後に、ワイヤの上部の一部が露出する程度になるように調整した。

【実施例3】

【0045】

第3の実施例は、第1の実施例と第2の実施例における同じ装置、同じワイヤ、同じ基板を使って、図3に示すようにMI素子一個の中に8本のワイヤを整列組込みができるように横送りピッチを素子間隔と単位素子内ワイヤピッチ間隔およびコイル内ワイヤピッチ間隔の三つの異なるピッチ送りを工夫したものである。

【0046】

基板23の横方向に素子の幅の間隔0.300mmを1ユニットとして300列、その中に8本の溝231を加工した。4つのコイルの幅は55 $\mu\text{m}$ 、隙間は5 $\mu\text{m}$ 、60 $\mu\text{m}$ ピッチとした。コイル内には15 $\mu\text{m}$ 幅の溝を5 $\mu\text{m}$ の隙間で2つの溝を加工した。それを300 $\mu\text{m}$ ピッチで繰り返して基板全面に溝加工を施した。合計2400個の溝を一枚の基板に作製した。溝のサイズは、幅15 $\mu\text{m}$ で深さは8 $\mu\text{m}$ とした。その後、基板電極233と基板側の下コイル配線234を焼き付けた。

基板固定台24の左右送りプログラムでは、ピーンと張った磁性ワイヤ50を基準線にして、基板側の溝231との位置合わせは、実施例1と同様の手順で行なうが、位置決めが完了した後の左右送りの仕方を、加工された溝に沿って、20 $\mu\text{m}$ 間隔、60 $\mu\text{m}$ 間隔、および300 $\mu\text{m}$ 間隔の3つの異なるピッチ送り、基板全面に磁性ワイヤ50を張るよう

に変更した。

【0047】

実施例3のMI素子232は、幅0.3mm×長さ0.2mmで、現在市販品のMI素子のサイズ、幅0.4mm×長さ0.6mmに比べて、1/4と大幅に小型化した。しかもワイヤ長さを0.6mmから0.2mmにして測定レンジを12ガウスから60ガウスへと増加することができた。感度は、実効ワイヤ長を0.5mmから0.6mmと増加でき、かつびさいなコイルピッチ形成技術を適用する前提とすることで、コイル巻き数を5倍増加して、感度を5倍増加させることができた。

【0048】

上記の実施例はMI素子を一つの例としているが、MI素子と同様の構成、すなわち磁性ワイヤとその周囲に巻回するコイルからなるFGセンサ用の素子やGSRセンサ用の素子における磁性ワイヤの整列にも適用できる磁性ワイヤ整列装置であり、磁性ワイヤ整列方法である。

【産業上の利用可能性】

【0049】

以上のように、本発明の磁性ワイヤ整列装置とワイヤ整列方法は、MI素子のマイクロサイズ化を実現する上で極めて重要な装置と方法である。

また、FGセンサやGSRセンサの素子の磁性ワイヤ整列装置として、あるいは磁性ワイヤ整列方法としても期待される。

【符号の説明】

## 【 0 0 5 0 】

1 : 磁性ワイヤ整列装置

1 0 : ワイヤ供給装置部 1 1 : ワイヤボビン 1 2 : ワイヤリール 1 3 : ワイヤ張力  
負荷装置

1 4 : ワイヤ固定チャック

2 0 : ワイヤ整列装置部 2 1 : ワイヤ引出チャック 2 2 : ワイヤ引出中間固定チャック

2 3 : ワイヤ整列用基板 2 3 1 : 溝 2 3 2 : 単位素子 2 3 3 : 基板電極

2 3 4 : 基板側下コイル配線 2 4 : 基板固定台 2 4 1 : 磁石 2 4 2 : N極着磁磁石

2 4 3 : S極着磁磁石 2 4 4 : 鉄ヨーク 2 5 : ワイヤ切断機

3 0 : ワイヤ位置決め装置部 3 1 : マイクロスコープ 3 2 : 基板固定台送り装置

3 2 1 : 横送り機構 3 2 2 : 昇降機構 3 2 3 : 回転機構

4 0 : 制御装置部

5 0 : 磁性ワイヤ

10

## 【要約】

## 【課題】

磁性ワイヤを基板上の溝にひねり応力を残存させることなく微小間隔で多数本整列配置する装置およびその磁性ワイヤの整列方法を提供する。

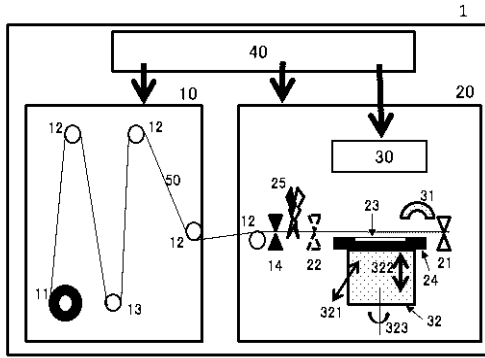
## 【解決手段】

ピンと張った磁性ワイヤを基準線にし、微小間隔で基板に形成された溝を基準軸として両者の位置関係をマイクロスコープによりずれを測定して、それを基板固定台送り装置により調整することで $\pm 1 \mu\text{m}$ の精度で磁性ワイヤを基板上の溝の中に整列する。その磁性ワイヤを磁力だけで固定することによりひねり応力を除去した後、MI素子の感磁体ワイヤとして樹脂で固着する。

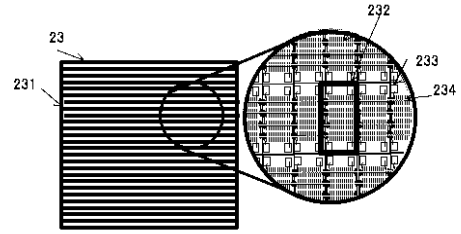
20

## 【選択図】図1

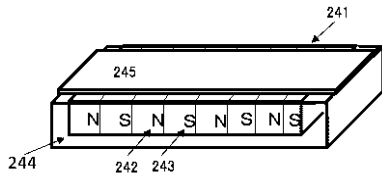
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-078198(JP,A)  
特開2002-245559(JP,A)  
国際公開第2003/071299(WO,A1)  
国際公開第2015/025606(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 33/00 - 33/18  
H01L 43/00 - 43/14