

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4715126号
(P4715126)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int. Cl.		F I	
H02K	15/02	(2006.01)	H02K 15/02 Z
B81B	5/00	(2006.01)	B81B 5/00
B81C	3/00	(2006.01)	B81C 3/00

請求項の数 15 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-235615 (P2004-235615)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成16年8月12日 (2004.8.12)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-65494 (P2005-65494A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年3月10日 (2005.3.10)	(74) 代理人	100067736
審査請求日	平成19年8月3日 (2007.8.3)		弁理士 小池 晃
(31) 優先権主張番号	200304381-7	(74) 代理人	100086335
(32) 優先日	平成15年8月12日 (2003.8.12)		弁理士 田村 榮一
(33) 優先権主張国	シンガポール (SG)	(74) 代理人	100096677
			弁理士 伊賀 誠司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超小型回転装置の製造方法及びこの方法により製造された超小型回転装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心孔を有するロータと、該ロータの中心孔を貫通するシャフトと、該シャフトを保持するシャフトホルダと、該シャフトホルダが取り付けられたステータとをそれぞれ備える複数の超小型回転装置の製造方法において、

第1の基板から前記ロータを複数個形成する工程と、

第2の基板から前記シャフトを複数個形成する工程と、

第3の基板から前記シャフトホルダを複数個形成する工程と、

前記シャフトホルダを前記ステータに取り付ける工程とを有し、

前記シャフトホルダを形成する工程では、

前記第3の基板に前記シャフトをそれぞれ保持する複数の孔を形成し、該孔に、該シャフトを前記ロータの中心孔に貫通した後に挿入して、該シャフトの一端を該孔に保持し、該第3の基板を分離して、個別の前記シャフトホルダを形成し、

前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに対向する位置に該シャフトホルダに向かって突出する突起を有する複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 2】

前記シャフトは、ウェーハ接着プロセスにより、前記シャフトホルダの孔に接着される請求項 1 に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 3】

前記ウェーハ接着プロセスは、熱処理である請求項 2 に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 4】

前記ロータの中心孔は、各シャフトが前記シャフトホルダの孔に挿入されるときガイドとして機能する請求項 1 に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 5】

前記シャフトホルダの孔は、エッチング処理により形成される請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 乃至第 3 の基板は、シリコンで形成されている請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

10

【請求項 7】

前記ロータは、エッチング処理により、前記第 1 の基板から形成される請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 8】

前記シャフトは、エッチング処理により、前記第 2 の基板から形成される請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 9】

更に、保護コーティング層を、前記ロータ、シャフト及びシャフトホルダのうちの 1 つ以上に塗布する工程を有する請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

20

【請求項 10】

前記保護コーティング層は、ダイヤモンド状カーボンである請求項 9 に記載の複数の超小型回転装置の製造方法。

【請求項 11】

中心孔を有するロータと、
前記ロータの中心孔を貫通するシャフトと、
前記ロータの中心孔に貫通されたシャフトの一端がウェーハ接着プロセスにより接着され、該シャフトの一端を保持するシャフトホルダと、
前記シャフトホルダが取り付けられたステータとを備え、
前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに対向する位置に該シャフトホルダに向かって突出する突起を有する超小型回転装置。

30

【請求項 12】

中心孔を有するロータと、
前記ロータの中心孔を貫通するシャフトと、
前記ロータの中心孔に貫通された前記シャフトの一端を保持するシャフトホルダと、
前記シャフトホルダが取り付けられたステータとを備え、
前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに向かって突出する突起を有し、該突起は、前記ロータ表面とシャフトホルダの間に空隙を維持して該ロータとシャフトホルダの摩擦を軽減するように、該シャフトホルダに対向する面に設けられた超小型回転装置。

40

【請求項 13】

更に、前記ロータ、シャフト及びシャフトホルダのうちの 1 つ以上に塗布された保護コーティング層を備える請求項 11 又は 12 に記載の超小型回転装置。

【請求項 14】

前記保護コーティング層は、ダイヤモンド状カーボンである請求項 13 に記載の超小型回転装置。

【請求項 15】

前記ロータは、1.5 cm 以下の径を有する請求項 11 乃至 14 のいずれか 1 項に記載

50

の超小型回転装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、MEMS（マイクロ・エレクトロメカニカル・システム）装置に関し、特にアキシャル型の電磁モータであるMEMS装置に関する。

【背景技術】

【0002】

モータは、機構部品（メカニカル・コンポーネント）の駆動源として広く使用されている。しかし、殆どのモータは、従来の機械加工及び組立技術により製造される多くの部品を有するので、かなり大型である。そのために、最近では、MEMS超小型回転装置、すなわちサブミリメートルの寸法を有する機械装置（例えば、モータの場合には最大直径が約15mm未満である）を開発する多くの研究がなされている。斯かる超小型回転装置の例は、超小型ポンプ又はモータを含んでいる。しかし、構成部品の寸法を縮小してモータの寸法を縮小するには、それらの取り扱いの困難さが増加するとともに、製造コストが急激に増加することとなる。

【0003】

既知の超小型回転装置は、スリーブを含み、このスリーブを貫通するスピンドルシャフトの周りで回転するロータ素子を有する。典型的な超小型回転装置を、図1に断面で示す。超小型回転装置は、ロータ（回転ディスク）101及びステータ105により構成される。ステータ105には、複数のコイル（図示せず）が設けられている。スピンドルシャフト102は、ステータ105から延び且つロータ101の中心孔106を貫通している。中心孔106の内面は、スピンドルシャフト102のスリーブを構成する。ロータ101は、ステータ105に対向する面に溝を有する。この溝は、中心孔106を囲み且つ永久磁石104及びヨーク103が挿入されている。ステータ105の巻回されたコイルに連続して電流を流すと、ロータ101は、スピンドルシャフト102の周りを回転する。図1に示す超小型回転装置は、ロータディスク101のスリーブをシャフト102に配置することにより構成される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来のモータに対比して、この既知のMEMS超小型回転装置は、シリコンやガラスの如き基板上に製造されるので、部品点数が少ない。しかし、それでもなお組立工程により組み立てる必要がある幾つかの部品がある。例えば、モータの組立時にシャフトをロータと組み合わせる必要がある。これらの各部品の寸法は極めて小さいので、斯かる組立のための信頼性の高いプロセスを確立するのは困難である。

【0005】

本発明は、超小型回転装置の新規且つ有用な製造方法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】

【0009】

本発明に係る複数の超小型回転装置の製造方法は、上述の課題を解決するために、中心孔を有するロータと、該ロータの中心孔を貫通するシャフトと、該シャフトを保持するシャフトホルダと、該シャフトホルダが取り付けられたステータとをそれぞれ備える複数の超小型回転装置の製造方法において、第1の基板から前記ロータを複数個形成する工程と、第2の基板から前記シャフトを複数個形成する工程と、第3の基板から前記シャフトホルダを複数個形成する工程と、前記シャフトホルダを前記ステータに取り付ける工程とを有し、前記シャフトホルダを形成する工程では、前記第3の基板に前記シャフトをそれぞれ保持する複数の孔を形成し、該孔に、該シャフトを前記ロータの中心孔に貫通した後に挿入して、該シャフトの一端を該孔に保持し、該第3の基板を分離して、個別の前記シャフトホルダを形成し、前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突

10

20

30

40

50

出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに対向する位置に該シャフトホルダに向かって突出する突起を有する。

【0010】

また、本発明に係る超小型回転装置は、中心孔を有するロータと、前記ロータの中心孔を貫通するシャフトと、前記ロータの中心孔に貫通されたシャフトの一端がウェーハ接着プロセスにより接着され、該シャフトの一端を保持するシャフトホルダと、前記シャフトホルダが取り付けられたステータとを備え、前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに対向する位置に該シャフトホルダに向かって突出する突起を有する。

更に、本発明に係る超小型回転装置は、中心孔を有するロータと、前記ロータの中心孔を貫通するシャフトと、前記ロータの中心孔に貫通された前記シャフトの一端を保持するシャフトホルダと、前記シャフトホルダが取り付けられたステータとを備え、前記シャフトホルダは、前記ステータから前記ロータに向かって突出して設けられているとともに、前記ロータは、該シャフトホルダに向かって突出する突起を有し、該突起は、前記ロータ表面とシャフトホルダの間に空隙を維持して該ロータとシャフトホルダの摩擦を軽減するように、該シャフトホルダに対向する面に設けられている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、超小型回転装置の新規且つ有用な製造方法を提供でき、更に本発明によれば、基板に多数のシャフト受け開孔を形成し、シャフトをこれら開孔に挿入し、更にその後

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図2は、本発明の一実施例である超小型回転装置の断面を示す。この超小型回転装置は、ロータ200と、ステータ208とを含んでいる。ロータ200は、中心開孔214を有するシリコン体201を含んでいる。シャフト202は、このステータ208から突出し、且つこれら2つは、シャフトホルダ207により連結されている。

【0013】

シャフト202は、軸211を中心に回転対称である。このシャフト202は、軸211の全ての部分において直径が一樣である第1の部分210と、ステータ208から遠い位置にあり且つその軸211に沿い直径が一樣であるヘッド部209とを含んでいる。ロータ200の中心開孔214は、ステップ(段差)状の断面形状であり、したがって2つの筒状スリーブ面212、213を含んでいる。筒状スリーブ面212は、筒状スリーブ面213より小径である。

【0014】

勿論、この図は、実寸法ではない。典型的には、ロータ200(図2中の横方向)の最大直径は、せいぜい3cmであり、且つ好ましくは2cm未満、又は1.5cm未満である。ロータ200の厚さは、好ましくは600μm又はそれ以下である。

【0015】

このT字状のシャフト202は、ロータ200の揺らぎを回避する手段を構成し、且つ回転を通じてロータ200を一定位置に保持する。したがって、シャフト202は、図1の通常のピン型シャフトと比較して利点を有する。

【0016】

図2に示す如く、シリコン体(以下、ロータディスクともいう)201は、ステータ208に対向する面に深い溝を有しており、そしてこの溝内には、磁性材料204(例えば、合金)及びヨーク層203にて実質的に満たされている。これらの材料は、ステータ208に固定されたコイル(図示せず)により適当な磁界が発生されると、回転運動を生じる。

【0017】

駆動機構の補強手段として、微小突起206がロータディスク201のステータ対向面

10

20

30

40

50

に形成される。これら突起の可能な形状構成は、図9(a)乃至図9(c)に示している。これら突起206は、ロータ200とステータ208間の分離を行い、回転動作時の接触抵抗を最小にすることを意図している。好ましくは、多数の丸味を帯びた突起206は、ロータディスク201の底面の開孔214の周りに対称的に離間して設けられ、接触面における回転動作の安定化を助ける。図9(c)に示す如く、突起はグループ状でもよい。突起206の形成にはエッチングが好ましい。その理由は、シリコン材料は比較的硬質であるので、ロータディスク201に他の欠陥を生じさせることなく必要な仕様が実現可能であるからである。

【0018】

モータアセンブリ全体の厚さを減少させるために、半導体プロセスを使用して薄い構成のロータ200を製造し、必要とする断面形状を選択的に生成し、且つ意図するロータ200の必要な形状を高精度に制御する。更に、このプロセスにより、単一の基板上に多数のロータディスク201のアレーを同時に製造し、これにより、製造コスト及び時間を低減可能である。この点において、プラズマエッチングの如き超小型製造技術が、従来の機械加工技術では達成不可能であった μm オーダの高さのステップ状断面がロータディスク201上に形成される。

【0019】

シリコン製のロータディスク201の製造におけるエッチング処理の詳細を、図3を参照して以下に説明する。

【0020】

図3(a)に示す如く、両面研磨した薄いシリコン基板301を、先ず高温炉内に入れて、薄いシリコン酸化物(SiO_2)層302を両面に生じさせる。このシリコン酸化物層(以下、 SiO_2 層ともいう)302は、スピコーティングされたフォトレジスト等の他の保護層でコーティングされていない場合に、本方法の後工程における保護マスクとして作用する。エッチングの深さ要求を考慮して、 SiO_2 層302の厚さは、低い深さ構成のエッチングをストップさせるのに十分である約 $2\mu\text{m}$ とする。

【0021】

次に、このシリコンウェーハであるシリコン基板301をスピコーティングして、一面の SiO_2 層302上に約 $7\mu\text{m}$ の厚さのフォトレジストマスク層303を形成し、且つその後、この SiO_2 層302を従来のリソグラフィ手段により希望する断面形状にパターン化する。次に、図3(b)に示す如く、ケミカルプラズマエッチング(CF_4 及び酸素プラズマを使用)を実行して、 SiO_2 層302のうちの希望しない部分を除去する。

【0022】

更に、シリコンウェーハであるシリコン基板301の同じ面にフォトレジストマスク層304を設け、 $2\mu\text{m}$ の酸化物層の残りの部分を覆う。このフォトレジストマスク層304をパターン化し、次に、図3(c)に示す如く、ケミカルエッチングを再度実行し、後続するエッチング処理のための他の断面を得る。

【0023】

プラズマエッチング処理中に、イオンは基板に向けて直進するので、イオンによる衝突から壁をシールドするボッシュ(Bosch)プロセスの場合のように、その後ポリマパッシベーションにより深い直角の壁が形成可能である。図3(c)に示す如く、シリコン基板301の殆どのエッチングされた部分は、厚さの約 $\frac{3}{4}$ が残る。

【0024】

これに続き、残留するフォトレジストマスク層は、アセトンへの浸漬等のケミカル溶剤を使用して除去される。更なるDRIE(深い反応性イオンエッチング)プラズマエッチングを実行することにより、シリコン体であるシリコン基板301の残留 SiO_2 層302で覆われていない部分から約 $20\mu\text{m}$ を除去する。これにより、図3(d)に示す如く、空気ベアリング機能を果たす一様に分布する突起206のセットを形成する。その後、残された SiO_2 をフッ化水素酸(HF)に浸漬することにより除去する。

10

20

30

40

50

【0025】

これに続いて、シリコン体であるシリコン基板301を反転する。別のパターン化されたマスク層305を使用して再度エッチングを行い、図3(e)及び図3(f)に示す如く、先に形成されたキャビティに合わせてシリコン基板301を貫通するスルーホール306を形成する。スルーホール306は、ロータディスク201の開孔となり、且つスルーホール307は、各ロータディスク201をシリコン基板301から分離する。スルーホール306、307がシリコン基板301の両側で正しく位置合わせ、すなわちアライメントするように、適切なマーキングと共に光学アライメントシステムが使用され、それがエッチングチャンバ内で反転されたときシリコン基板301を位置決めする。

【0026】

また、フォトレジスト層305が使用され、ロータディスク201がウェーハであるシリコン基板301から取り外される前に、中心開孔306の周囲領域のシリコン基板301の厚さを減少させる。ロータディスク201上のスリーブの寸法は、上述したT字状シャフト202の異なる寸法を受け入れるようにステップ状の断面にされる。

【0027】

この時点で、ロータディスク201の製造は完了する。それは、円形の平板状の形状であり、中心にスルーホール306を有する。このロータディスク201の一側には、大きい環状の溝が設けられており、後の組立工程で使用される。各ロータディスク201が基板から分離されると、エッチング中のボッシュポリマパッシベーションにより得られたポリマの残留層を有する。次に、ヒドロ亜硫酸(H_2SO_4)を含む超音波ミックスバスに浸漬することにより、この薄いコーティングを表面から完全に除去する。

【0028】

摩擦を軽減する更なる改良のために、エッチングされたロータディスク201のスリーブとなるスルーホール306を含むロータディスク201の全表面に順応コーティング被膜309の付加薄層が形成される。好ましくはダイヤモンド状のカーボン(DLC)被膜であるこの薄層309は、その硬い材料特性のために潤滑効果を与える。1つの可能な形成技術は、スパッタリング又は化学蒸着であり、更に本発明では、FCVA(フィルタードカソディックペーパー)法であり、この方法では、低温順応被膜が複雑な制御を行うことなく必要とする被膜厚が得られる。

【0029】

図4は、単一の基板上に多数のシャフトを製造する工程を示している。シャフトに適した材料は、優れた剛性及び硬さ特性を有するシリコンである。図4(a)に示す如く、図3(a)のウェーハ301と同様であるウェーハ401には、先ず透明フッ素樹脂サイトップ(Cytop、商標)ポリマ接着剤402が約2mmの厚さにスピンコーティングされる。このポリマ接着剤402は、リソグラフィにより要求される形状にパターン化され、その後図4(b)に示す如く、フォトレジストマスク403を使用してRIEエッチングされる。このポリマ接着剤402は、低温接着性及び耐化学特性に優れているという利点を有する。

【0030】

次に、図4(c)に示す如く、パターン化されたフォトレジストマスク404を使用してDRIEプラズマエッチングを実行することにより、所望のシャフト部が形成される。エッチングにより残されたフォトレジスト層404を除去することなく、基板401に、図4(d)に示す如く、デポジション技法を使用して全面にDLC被膜405をコーティングして、上述した摩擦抵抗の低減を図る。これに続いて、基板401は反転され、且つフォトレジスト層404により、新しいシリコン基板408上に固定される。フォトレジストマスク層406を配置して、図4(e)に示す如く更にエッチングされる。次に、フォトレジスト406を除去し、且つ隣接するシャフト間のDLC被膜405の部分を除去することにより、シャフト202を分離する。その後、シャフト202の上面及びDLC被膜405で既に覆われていないシャフト202の側部にDLC被膜407を形成する。次に、この構成を支持基板408から取り除く。図4(f)に示す如く、レジスト404

10

20

30

40

50

を除去して（その上の層 405 の部分を除いて）シャフトの製造が完了する。

【0031】

図5は、シャフトホルダ207の製造工程を示している。また、シャフトホルダ207は、シリコンウェーハより製造される。図5(a)に示す如く、酸化物(SiO_2)層502、503が熱酸化工程によりシリコンウェーハの基板501の各表面に形成される。リソグラフィパターンニングにより薄いマスク504が形成され、且つ図5(b)に示す如く、基板501の一面にRIEエッチングが行われる。次に、 SiO_2 層503が除去され、基板501が反転され、反対面に約 $2\mu\text{m}$ のサイトップ(Cytop)ポリマ接着剤514がスピンコーティングされ、そして、サイトップポリマ接着剤514の不要部分がパターン化されたマスク層505を使ってエッチング除去される。図5(e)に示す如く、フォトレジスト層506が、基板501の上面の選択された部分に形成され、またDLC被膜507が、ロータ接触領域となる面である基板501の上面に上述の如くFCVAを使用してコーティングされる。図5(f)に示す如く、このフォトレジスト層506を除去して、その上のDLC被膜507を除去する。次に、別のパターン化されたフォトレジストマスク508が形成され、そして基板501のRIEエッチングが行われ、図5(g)に示すキャビティ509が形成される。次に、図5(h)に示す如く、フォトレジスト508が除去される。このキャビティ509は、以下に説明するアライメント工程で有用である。

10

【0032】

モータのボンディング工程が図6に示されている。この工程では、ロータとステータとの位置合わせ、すなわちアライメントが重要である。最初の工程で、図6(a)に示す如く、シャフトホルダを含む基板501がアライメントされ、そして図6(b)に示す如く、ポリマ接着剤を使用して、既に製造されている専用のロータディスク201が接着される。この工程において、ガイド素子としてロータディスク201を取り外した後に残される基板301(図3に示す)の部分603を使用するのが有用である。図6(c)に示す如く、各ロータディスク201の開孔214をガイドとして使用して、各シャフト202を、この時点では基板501の残りの部分からまだ取り外されていないシャフトホルダ207のキャビティ509内に下向きに挿入する。次に、アセンブリ601をチャンバ内で少なくとも約160で少なくとも30分間加熱し、シャフト202をシャフトホルダ207に永久的に固着する。尚、基板501上の全てのアセンブリ601は、同じ構成であり、所定の寸法を有する。その後、基板セットアセンブリ601は反転され、且つ図6(d)に示す如く、基板501は、前に形成された SiO_2 マスク層502を使用してエッチングされ、各超小型モータアセンブリが基板501から分離される。このエッチングは、厚さ数 $100\mu\text{m}$ の筒状のベースを形成し、回転中にロータディスク201を保持するシャフト202を固定する支持ベース602として機能する。

20

30

【0033】

図7に示す如く、高磁気飽和特性を有する、例えばニッケル-鉄(Ni-Fe)である約 $100\mu\text{m}$ の厚さを有するリング状のヨークプレート203が、ロータディスク201のエッチング溝308の内面に接着され、誘起される電磁力を強化する。数 $100\mu\text{m}$ の厚さを有し、且つサマリウム-コバルト(Sm-Co)の如き磁性合金よりなるリング状のボンディングされた磁石204が、ヨーク203に重ねて挿入される。磁石204及びヨーク203の厚さは、それぞれ製造中に適切に制御され、それらがロータディスク201のエッチングされた凹状溝308内に完全に適合して底面が良好な平坦面となるようにされる。

40

【0034】

図8に示す如く、この超小型モータアセンブリは、超小型モータアセンブリをステータ208に完全に挿入することにより完成される。これは、光学アライメント工具を使用することなく、手で行うことが可能である。ステータ208は、薄いプリント回路基板(PCB)製であってもよい。それは、シャフトホルダ207の厚さより僅かに薄い厚さを有し、且つめっきされた銅のコイル巻線を有し、電界を発生して回転に必要な電磁トルクを

50

誘起する。コイルの全面に渡り一様な厚さを維持し、回転中にロータ200とステータ208間に一様なエアギャップ（空隙）を維持する。シャフト202のロータ200及びステータ208に対する直交度をチェックし、そしてロータ200のステータ208に対する平行度をチェックして、安定した回転動作を保証する。

【図面の簡単な説明】

【0035】

以下、本発明の好適な特徴を、図示の目的のみで示す図面を参照して説明する。

【図1】従来の超小型モータの断面図である。

【図2】本発明の一実施例である超小型モータの断面図である。

【図3】図3(a)乃至(f)により構成される、図2の超小型モータのロータディスクの製造工程の断面図である。

10

【図4】図4(a)乃至(f)により構成される、図2の超小型モータのシャフトの製造工程の断面図である。

【図5】図5(a)乃至(h)により構成される、図2の超小型モータのシャフトホルダの製造工程の断面図である。

【図6】図6(a)乃至(e)により構成される、図2の超小型モータの組立工程の断面図である。

【図7】図2のロータのヨーク及び磁石を図3の工程で製造されたディスクへ組み立てる工程の断面図である。

【図8】図2の超小型モータのステータを組み立てる工程の断面図である。

20

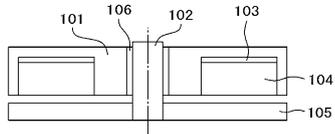
【図9】図9(a)乃至(c)により構成される、図2(c)のロータディスクの下面を本発明の範囲内における複数の異なる変形で示す図である。

【符号の説明】

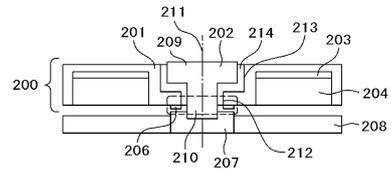
【0036】

200 ロータ、201 ロータディスク、202 シャフト、203 ヨーク、204 磁石、206 突起、207 シャフトホルダ、208 ステータ、212, 213 筒状スリーブ面、214 中心孔

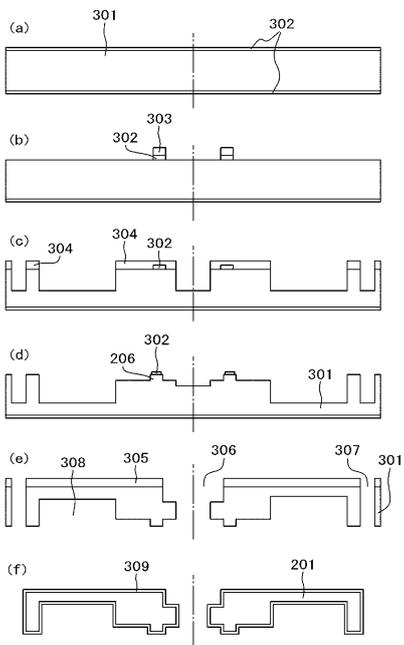
【 図 1 】



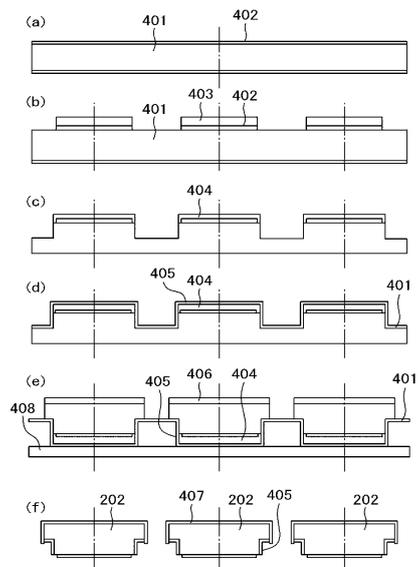
【 図 2 】



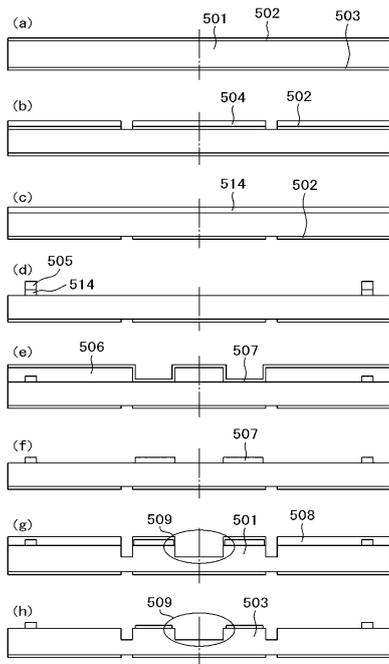
【 図 3 】



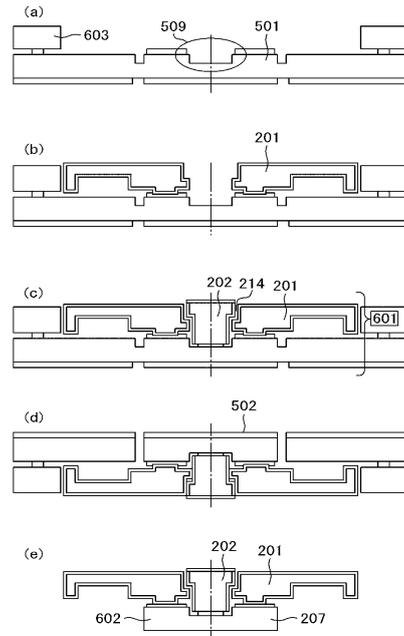
【 図 4 】



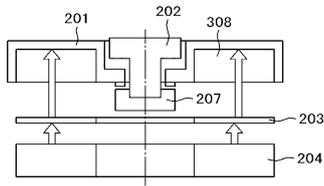
【図5】



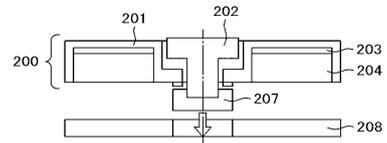
【図6】



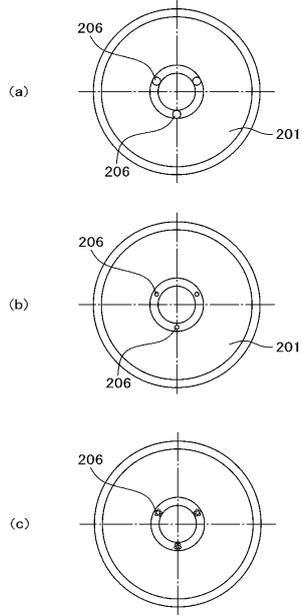
【図7】



【図8】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 高田 昭夫

シンガポール国 117684 シンガポール サイエンス パーク セカンド ジ アルファ
ナンバー03-08 サイエンス パーク ロード 10 ソニー エレクトロニクス (シンガ
ポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチ ラボラトリ内

(72)発明者 イェオ、チン ピイング

シンガポール国 117684 シンガポール サイエンス パーク セカンド ジ アルファ
ナンバー03-08 サイエンス パーク ロード 10 ソニー エレクトロニクス (シンガ
ポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチ ラボラトリ内

(72)発明者 ミャオ、ジャンミン

シンガポール国 117684 シンガポール サイエンス パーク セカンド ジ アルファ
ナンバー03-08 サイエンス パーク ロード 10 ソニー エレクトロニクス (シンガ
ポール) プライベート リミテッド シンガポール リサーチ ラボラトリ内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開平06-327211(JP, A)

特開平06-017822(JP, A)

特表2003-514679(JP, A)

米国特許出願公開第2002/0096018(US, A1)

特開平03-022885(JP, A)

特開昭63-106420(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 15/00 - 15/02, 15/04 - 15/16

B81B 5/00

B81C 3/00