

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-178509

(P2012-178509A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
HO 1 F	17/00	(2006.01)	HO 1 F	17/00	D	5E062
HO 1 F	27/29	(2006.01)	HO 1 F	17/00	A	5E070
HO 1 F	41/04	(2006.01)	HO 1 F	15/10	H	
			HO 1 F	41/04	C	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-41520 (P2011-41520)
 (22) 出願日 平成23年2月28日 (2011. 2. 28)

(71) 出願人 000231073
 日本航空電子工業株式会社
 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号
 (74) 代理人 100121706
 弁理士 中尾 直樹
 (74) 代理人 100128705
 弁理士 中村 幸雄
 (74) 代理人 100066153
 弁理士 草野 卓
 (72) 発明者 渡邊 晃司
 東京都渋谷区道玄坂一丁目21番2号 日
 本航空電子工業株式会社内
 Fターム(参考) 5E062 DD04 FG11
 5E070 AA01 BA11

(54) 【発明の名称】 多層膜コイルとその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 フォトリソ工程を使用せず、スルーホールが無く、バルク状の磁心が使用可能な多層膜コイルを提供する。

【解決手段】 基板上に導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが交互に積層され、その導電膜のパターン同士が接続されてヘリカル形状に形成される多層膜コイルであり、そのヘリカル形状の軸回りの一周分の周長をPとするとき、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとはPよりも短い定まった周沿いの長さLc、Liを有し、基板の直上に導電膜若しくは絶縁膜のパターンが形成され、ヘリカル形状の軸回りの同一向きについて、絶縁膜のパターンの開始の端点はその直下の導電膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さP - Liだけ進んだ位置に整合され、導電膜のパターンの開始の端点はその直下の絶縁膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さP - Lcだけ進んだ位置に整合されてそれぞれ積層される。

【選択図】 図1

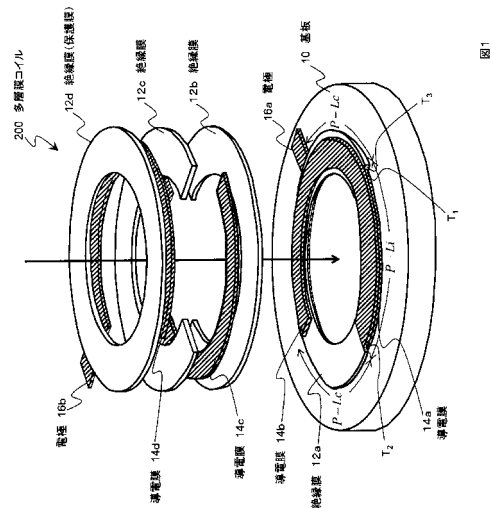


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが交互に積層されてなり、その導電膜のパターン同士が接続されてヘリカル形状のコイルを構成する多層膜コイルであって、

前記ヘリカル形状の軸回りの一周分の周長を P とするとき、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとは前記 P よりも短い定まった周沿いの長さ L_c 、 L_i を有し、前記基板の最下層である場合を除き、前記軸回りの同一向きについて、絶縁膜のパターンの開始の端点はその直下の導電膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_i$ だけ進んだ位置に整合され、導電膜のパターンの開始の端点はその直下の絶縁膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_c$ だけ進んだ位置に整合されてそれぞれ積層されており、 $L_i + L_c > P$ である多層膜コイル。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載された多層膜コイルであって、

前記ヘリカル形状は、その軸に垂直な平面への射影が半径 R の正円であり、前記導電膜のパターンと前記絶縁膜のパターンとは、 k を $k \geq 3$ なる整数として、共に中心角 θ が、
 $\theta = 360^\circ \cdot L_c / 2\pi R$ 、 $R = 360^\circ \cdot L_i / 2\pi \theta$ 、 $R = 360^\circ \cdot P / 2\pi \theta$

但し $\theta = 360^\circ / k$

の中心角 θ に対応する円弧状であり、前記周沿いの長さ $P - L_i$ 及び $P - L_c$ は、共に前記中心角 θ の円弧の長さであることを特徴とする多層膜コイル。

20

【請求項 3】

請求項 2 に記載した多層膜コイルであって、

前記 k は偶数であり、前記絶縁膜のパターンの幅は、前記導電膜のパターンの幅よりも太いことを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 4】

請求項 2 に記載した多層膜コイルであって、

前記 k は奇数であり、前記絶縁膜のパターンと前記導電膜のパターンは、同一形状であることを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 5】

請求項 1 に記載した多層膜コイルであって、

前記ヘリカル形状は、その軸に垂直な平面への射影が $N \geq 3$ (N は整数) の正 N 角形であり、

30

前記導電膜のパターンと前記絶縁膜のパターンとは、 m を $1 \leq m < N/2$ なる整数として共に前記正 N 角形の $N - m$ 個の辺の連続した形状であり、前記周沿いの長さ L_i と L_c は共に前記 $N - m$ 個の辺の連続した長さであることを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 6】

請求項 5 に記載した多層膜コイルであって、

前記絶縁膜のパターンと前記導電膜のパターンとは同一の形状であることを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 7】

請求項 5 に記載した多層膜コイルであって、

40

前記 m は、 $k = N/m$ が偶数となる N の約数であり、前記絶縁膜のパターンは、前記導電膜のパターンよりも相対的に幅広の形状を有することを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 8】

請求項 5 に記載した多層膜コイルであって、

前記 m は、 $k = N/m$ が奇数となる N の約数であることを特徴とする多層膜コイル。

【請求項 9】

請求項 3 に記載した多層膜コイルを成膜チャンバー内で作製する方法であって、

回転軸を中心とした所定の半径の円周上の前記中心角 θ と等しい角度毎に前記導電膜のパターンの開口部と前記絶縁膜のパターンの開口部とが $k/2$ 個ずつ合わせて k 個、全て同一の向きに交互に配置された回転メカマスクを用い、

50

前記回転メカマスクの前記導電膜のパターンの開口部又は前記絶縁膜のパターンの開口部の何れか一方の種類開口部に対応する位置に1個以上 $k/2$ 個以下の被膜基板を配置し、

前記被膜基板の上に前記導電膜のパターン又は前記絶縁膜のパターンの一方を成膜し、前記回転メカマスクを、前記回転軸を中心に前記同一の向きに前記中心角 分の角度を回転させて、前記導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する多層膜コイル作製方法。

【請求項10】

請求項4に記載した多層膜コイルを成膜チャンパー内で作製する方法であって、
回転軸を中心とした所定の半径の円周上の前記中心角 と等しい角度毎に前記導電膜のパターンと前記絶縁膜のパターンに共通する開口部が k 個、全て同一の向きに交互に配置された回転メカマスクを用い、

10

前記回転メカマスクの何れかの開口部に対応する位置に1個以上 k 個以下の被膜基板を配置し、

前記被膜基板の上に前記導電膜のパターン又は前記絶縁膜のパターンの一方を成膜し、前記回転メカマスクを、前記回転軸を中心に前記同一の向きに前記中心角 分の角度を回転させて前記導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する多層膜コイル作製方法。

【請求項11】

請求項6に記載した多層膜コイルを成膜チャンパー内で作製する方法であって、
回転軸の周りの同一径の周上にその回転軸からの方位につき $360^\circ/N$ に等しい角度ごとの間隔をあけて前記導電膜のパターン及び前記絶縁膜のパターンに共通する開口部が N 個、全て同一の向きに配置して設けられた回転メカマスクを用い、

20

前記成膜チャンパー内において、その回転メカマスクの、前記開口部の下方に同時に対応する位置に1個以上 N 個以下の基板を固定して、導電膜または絶縁膜の一方を成膜し、回転メカマスクを前記回転軸の周りに定まった向きに $360^\circ \cdot m/N$ に等しい角度だけ回転し、導電膜または絶縁膜の他方を成膜することを繰り返すことで、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互積層することを特徴とする多層膜コイル作製方法。

【請求項12】

請求項7に記載した多層膜コイルを成膜チャンパー内で作製する方法であって、
回転軸を中心とした所定の半径の円周上に、中心角 $= 360^\circ/k$ に等しい角度ごとに間隔を空けて前記導電膜のパターンの開口部と前記絶縁膜のパターンの開口部とが $k/2$ 個ずつ合わせて k 個、全て同一の向きに交互に配置された回転メカマスクを用い、

30

前記回転メカマスクの前記導電膜のパターンの開口部又は前記絶縁膜のパターンの開口部の何れか一方の種類開口部に対応する位置に1個以上 $k/2$ 個以下の被膜基板を配置し、

前記被膜基板の上に前記導電膜のパターン又は前記絶縁膜のパターンの一方を成膜し、前記回転メカマスクを、前記回転軸を中心に前記同一の向きに前記中心角 分の角度を回転させて、前記導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する多層膜コイル作製方法。

40

【請求項13】

請求項8に記載した多層膜コイルを成膜チャンパー内で作製する方法であって、
回転軸を中心とした所定の半径の円周上に、中心角 $= 360^\circ/k$ に等しい角度ごとに間隔を空けて前記導電膜のパターンと前記絶縁膜のパターンに共通する開口部が k 個、全て同一の向きに交互に配置された回転メカマスクを用い、

前記回転メカマスクの前記開口部に対応する位置に1個以上 k 個以下の被膜基板を配置し、

前記被膜基板の上に前記導電膜のパターン又は前記絶縁膜のパターンの一方を成膜し、前記回転メカマスクを、前記回転軸を中心に前記同一の向きに前記中心角 分の角度

50

を回転させて前記導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する多層膜コイル作製方法。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 8 の何れかに記載した多層膜コイルであって、

前記基板上的前記ヘリカル形状の軸の位置に一体の磁性体の磁心が設けられたことを特徴とする多層膜コイル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、薄膜を積層して形成されるヘリカル（軸に垂直な平面への射影について同一のパターンを繰り返す螺旋）形状をなす多層膜コイルと、その作製方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

ヘリカル形状をなす多層膜コイルの先行技術としては、例えば特許文献 1 に開示された小型のチップ状コイルが知られている。図 17 にそのチップ状コイルの斜視図を示す。導電性薄膜 2 e, 2 f, 2 g が、1 層目、2 層目、3 層目と積層され、コイル端子 5 a と、ワイヤーボンディング等で接続するパッド端子 5 b との間でヘリカルコイルが形成されている。

【0003】

図 18 に図 17 のチップ状コイルの断面図を示す。図 18 (a) は A - A 断面図、図 18 (b) は B - B 断面図である。1 はコイル基板であり、1 層目の導電性薄膜 2 e の上に下部絶縁層 3 a が積層され、その上に 2 層目の導電性薄膜 2 f が積層され、その上に上部絶縁層 3 b が積層され、その上に 3 層目の導電性薄膜 2 g が積層されている。そして、最上層には、チップ状コイルの全体を覆うように保護膜 7 が形成されている。1 層目の導電性薄膜 2 e と 2 層目の導電性薄膜 2 f とはスルーホール 4 a で接続され、2 層目と 3 層目はスルーホール 4 b で接続される。9 a, 9 b, 9 c は膜状磁心であり、それぞれの膜状磁心の間には下部絶縁層 3 a と上部絶縁層 3 b が介在している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 10 - 233315 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のチップ状コイルは、導電性薄膜間を接続するのに絶縁層に設けたスルーホールを必要としていた。よって、コイルにはスルーホール分の絶縁層の厚みが余分に必要であり、コイルの巻き数を増やすとコイル全体の厚みが厚くなる課題がある。また、コイルの中心軸に設けられる磁心が、絶縁層によって分離された膜状磁心であり、作用の強いバルク (bulk) 状の磁心を設けることが難しいという課題がある。また、チップ状コイルの作製には、一定の設備と工数を必要とするフォトリソグラフィ技術（以降、フォトリソ工程とも称する）を用いるのでコスト高になる課題がある。

40

【0006】

この発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、スルーホールを用いる必要がなく、バルク状の磁心が使え、フォトリソ工程が不要な多層膜コイルとその作製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】

【0007】

この発明の多層膜コイルは、基板の上に導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが交互に積層され、その導電膜のパターン同士が接続されたヘリカル形状である。そのヘリカル形状の軸回りの一周分の周長を P とするとき、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとは周

50

長 P よりも短い定まった周沿いの長さ L_c , L_i を有する。そして、基板上の最下層である場合を除き、ヘリカル形状の軸回りの同一向きについて、絶縁膜のパターンの開始の端点はその直下の導電膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_i$ だけ進んだ位置に整合され、導電膜のパターンの開始の端点はその直下の絶縁膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_c$ だけ進んだ位置に整合されてそれぞれ積層され、 $L_i + L_c > P$ である。

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、軸回りの定まった同一向きについて、「絶縁膜のパターンの開始の端点は、その直下の導電膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_i$ だけ進んだ位置に整合され」る要件によって、絶縁膜のパターンとその直下の導電膜のパターンとを合わせた長さが周長 P に等しくなるため、絶縁膜のパターンの終末の端点は、必ず直下の導電膜のパターンの開始の端点にちょうど突き当たって終端する構成となる。同じく「導電膜のパターンの開始の端点はその直下の絶縁膜のパターンの開始の端点よりも周沿いの長さ $P - L_c$ だけ進んだ位置に整合され」る要件によって、導電膜のパターンとその直下の絶縁膜のパターンとを合わせた長さが周長 P に等しくなるため、導電膜のパターンの終末の端点は、必ず直下の絶縁膜のパターンの開始の端点にちょうど突き当たって終端する構成となる。

【0009】

このように構成されることによって、この発明の多層膜コイルは、パターンどうしの無駄な重畳部分や間隙が形成されず、従って不要の凹凸もない、膜のパターンが最密に充填され最適にコンパクトで滑らかな交互積層が可能となる。そして、 L_c , L_i が P よりも短いことと $L_i + L_c > P$ であることとの要件によって、導電膜のパターンの直上の絶縁膜のパターンで覆われない露出部分の形成と、その露出部分における次の導電膜のパターンとの接続とが担保され、コイルが形成される。すなわち、絶縁膜を間に挟んだ導電膜は $P - L_i > 0$ の長さ分絶縁膜を挟まずに直接重なり合う。この重なり部分で導電膜同士の導通が得られるので、従来技術のようにスルーホールを必要としない。また、それぞれ定まった形状の導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを交互に積層する構造なので、フォトリソ工程を用いずに、メカマスクの利用によって、コイルの形態によってはただか2枚或いはたった1枚のメカマスクの利用によって、簡便な成膜工程で導電膜と絶縁膜とを交互積層してコイルを形成することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の多層膜コイル200の構造の一例を示す斜視図。

【図2】導電成膜マスク20と絶縁成膜マスク25の平面図と側面図の一例を示す図。

【図3】薄膜を形成する蒸着装置の概略図を示す図。

【図4】回転メカマスクを用いて薄膜を形成する蒸着装置の概略図を示す図。

【図5】図4に示す矢印Aの方向から見た回転メカマスク45と基板ホルダー48とを示す図。

【図6】導電膜のパターン14と絶縁膜のパターン12を交互に成膜する工程を示す図。

【図7】中心角 $\theta = 30^\circ$ とした場合の回転メカマスク70の平面図を示す図。

【図8】中心角 $\theta = 60^\circ$ とした場合の回転メカマスク80の平面図を示す図。

【図9】開口部の数 k を奇数個とした場合の一例である回転メカマスク80の平面図を示す図。

【図10】導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを、正 N 角形（四角）とした場合の一例である回転メカマスク100の平面図を示す図。

【図11】導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを、正六角形、 $m = 1$ とした場合の回転メカマスク110の平面図を示す図。

【図12】導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを、正六角形、 $m = 2$ とした場合の回転メカマスク120の平面図を示す図。

10

20

30

40

50

【図 1 3】導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを、正五角形、 $m = 2$ とした場合の回転メカマスク 1 3 0 の平面図を示す図。

【図 1 4】回転メカマスク 1 3 0 を用いて、コイル形成をする様子を示す図。

【図 1 5】図 3 に示す矢印 A の方向から見た基板ホルダー 4 8 と回転メカマスク 4 5 を示す図。

【図 1 6】多層膜コイルの軸に、一体の磁心を配置した多層膜コイル 1 7 0 の斜視図を示す図。

【図 1 7】従来のチップ状コイルの斜視図を示す図。

【図 1 8】図 1 7 のチップ状コイルの断面を示す図。

【発明を実施するための形態】

10

【0 0 1 1】

以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。複数の図面中同一のものには同じ参照符号を付し、説明は繰り返さない。

【実施例 1】

【0 0 1 2】

図 1 にこの発明の多層膜コイル 2 0 0 の構造例を斜視図で示す。非導電性の例えばガラス材で構成される高さの低い円柱状の基板 1 0 の上に、周沿いの長さ $P - L_c$ の円弧が切り欠かれた円環形状の周沿いの長さ L_c の導電膜のパターン 1 4 a が、切り欠かれた $P - L_c$ の部分を右向き（図 1 において）にして成膜されている。P はヘリカル形状の円をなす軸回りの一周分の周長であり、 L_c は P より小とされる。この例では、絶縁膜のパターン 1 2 a は、導電膜のパターン 1 4 a よりもやや幅広である。絶縁膜のパターン 1 2 a は、導電膜のパターン 1 4 a の上（基板 1 0 と反対側）に、図中の矢印の向きに見下ろして時計回りとなる向きに、端点 T_2 から周沿いの長さ L_i だけ成膜されている。開始の端点 T_2 は、基板 1 0 の上側から見て、導電膜のパターン 1 4 a の開始の端点 T_1 よりも時計回りに周沿いの長さ $P - L_i$ だけ進んだ位置である。ここで、 L_i も P より小とされ、また $L_i + L_c > P$ である。なお、図 1 においては、P、 L_c 、 L_i は円環形状の外周の長さを示している。しかし、これに限る必要はなく、あらかじめ決めておけば、円環形状のどの部分の長さでもかまわない。例えば、内周の長さや中心の長さでもかまわない。

20

【0 0 1 3】

このようにすれば、導電膜のパターン 1 4 a とその直上の絶縁膜のパターン 1 2 a とを合わせた周沿いの長さがちょうど周長 P に等しくなるので、絶縁膜のパターン 1 2 a の終端の端点 T_3 は、導電膜のパターン 1 4 a の開始の端点 T_1 にちょうど突き当たる。したがって、端点 T_1 と端点 T_3 の間に無駄な空隙や重畳が形成されず、この両端点の突き当たりの部分において導電膜のパターン 1 4 a と絶縁膜のパターン 1 2 a とは滑らかに接続する。そしてその両端点の突き当たりの部分の上に成膜されるパターン、この例では導電膜のパターン 1 4 b を、その無駄な空隙や重畳による凹凸の無い下層の上に滑らかに形成することができる。なお、この例では、導電膜のパターン 1 4 a の終端の近傍に電極 1 6 a が成膜される例を示している。

30

【0 0 1 4】

そして次に、第 3 層目となる導電膜のパターン 1 4 b が、その直下の絶縁膜のパターン 1 2 a の開始の端点 T_2 よりも時計回りに周沿いの長さ $P - L_c$ 進んだ位置を開始の端点として成膜され、同様にその導電膜のパターン 1 4 b の終端の端点が絶縁膜のパターン 1 2 a の開始の端点 T_2 に突き当たる。ここで第 1 層目の導電膜のパターン 1 4 a の露出していた長さ $P - L_i$ の円弧部分の表面において、その第 1 層目の導電膜のパターン 1 4 a と第 3 層目の導電膜のパターン 1 4 b とが直接に接続する。以降同様にして絶縁膜のパターンと導電膜のパターンとの交互積層を繰り返し、この例では第 7 層目の導電膜のパターン 1 4 d に他方の電極 1 6 b が形成され、その上には保護膜を兼ねた絶縁膜のパターン 1 2 d が成膜されてヘリカル形状の多層膜コイル 2 0 0 が、電極 1 6 a と 1 6 b 間に形成されている。

40

【0 0 1 5】

50

このようにして、最適にコンパクトな多層膜コイルが構成される。なおこの実施例 1 において、 L_c と L_i とは互いに等しい長さである必要はない。またこの例では、導電膜間の短絡防止を強化するために、絶縁膜のパターン 12a ~ 12d を導電膜のパターン 14a ~ 14d よりもやや幅広としているが、これらを同一の幅で形成してもよい。

【0016】

さらに、この例では導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとに円環形状を用いたが、本発明においてコイルのヘリカル形状は、軸に垂直な平面への射影が正円となる線形状を描くものに限らない。実施例 1 の変形例として、非正円や多角形を含む周長が P の周回形状を繰り返すヘリカル形状のコイルが、実施例 1 と同様に構成され得る。

〔多層膜コイル 200 の作製方法〕

次に、図 1 に示した多層膜コイル 200 の作製方法を説明する。

【0017】

図 2 に、導電膜のパターン 14 を成膜する導電成膜マスク 20 の一例と、絶縁膜のパターン 12 を成膜する絶縁成膜マスク 25 の一例を示す。図 2 (a) は導電膜のパターン 14 を成膜する導電成膜マスク 20 の一例、図 2 (b) は絶縁膜のパターン 12 を成膜する絶縁成膜マスク 25 の一例である。この導電成膜マスク 20 と絶縁成膜マスク 25 は、例えばステンレス等の金属円板で構成されるメカマスクであり、成膜の工程において、図 3 に示すように基板 10 の表面にほぼ接するように位置決めされる。

【0018】

導電成膜マスク 20 と絶縁成膜マスク 25 とは、それぞれ、図 1 の多層膜コイル 200 の導電膜のパターン 14、絶縁膜のパターン 12 に各一致する導電膜のパターンの開口部 21、絶縁膜のパターンの開口部 26 を有している。すなわち、導電膜のパターンの開口部 21 は、図 2 (a) に示すように、周長 P の円環から周沿いの長さ $P - L_c$ の円弧を切り欠いた周沿いの長さ L_c の円環形状を有している。また絶縁膜のパターンの開口部 26 は、図 2 (b) に示すように、周長 P の円環から周沿いの長さ $P - L_i$ の円弧を切り欠いた周沿いの長さ L_i の円環形状を有している。そして絶縁膜のパターンの開口部 26 は、導電膜のパターンの開口部 21 よりもやや幅広とされている。

【0019】

導電膜と絶縁膜のパターンは一般的な蒸着法若しくはスパッタ法によって成膜される。図 3 に真空蒸着法で用いる蒸着装置の概略図を示して薄膜形成方法を説明する。真空チャンバー 40 内は、排気ポンプ 42 によって例えば 10^{-4} Pa 以下の高真空に保たれる。熱源としての電子銃 41 は、導電膜の蒸着源 43 と絶縁膜の蒸着源 44 を、それぞれの成膜時に蒸発させる。導電膜の蒸着源 43 は例えば Cu、絶縁膜の蒸着源 44 は例えば S_iO_2 等が用いられる。

【0020】

対向する位置に基板ホルダー 48 と基板 10 が配置され、その上に導電成膜マスク 20 または絶縁成膜マスク 25 が、基板 10 の表面にほぼ接するように位置決めされる。ここで導電成膜マスク 20 と絶縁成膜マスク 25 とは、基板 10 上に交互に取り換え設置され、導電成膜マスク 20 が設置される時に導電膜の蒸着源 43 が、絶縁成膜マスク 25 が設置される時に絶縁膜の蒸着源 44 が、それぞれ電子銃 41 によって蒸着される。その取り換え設置の際、軸回りの同一の向きについて、絶縁成膜マスク 25 のその向きに関する絶縁膜のパターンの開口部 26 の始まりの端点は、その直前に設置された導電成膜マスク 20 のその向きに関する導電膜のパターンの開口部 21 の始まりの端点の位置よりも、その向きについて周沿いに $P - L_i$ だけ進んだ位置に来るように位置合わせされる。同じく、導電成膜マスク 20 のその向きに関する導電膜のパターンの開口部 21 の始まりの端点は、その直前に設置された絶縁成膜マスク 25 のその向きに関する絶縁膜のパターンの開口部 26 の始まりの端点の位置よりも、その向きについて周沿いに $P - L_c$ だけ進んだ位置に来るように位置合わせされる。

【0021】

このようにして、2 枚のメカマスクを交互に、軸回りに方位をずらしつつ設置して成膜

10

20

30

40

50

してゆくことで、図 1 の多層膜コイル 200 を積層してゆくことができる。

【0022】

また変形例として、導電膜のパターン及び絶縁膜のパターンが正多角形からそれぞれ 1 辺ないし連続する複数の辺を切り欠いて得る形状を有するようなコイルであっても、全く同様に 2 枚のメカマスクを軸回りにずらしながら交互に設置して成膜してゆくことができる。或いは、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを長さ及び幅に関して全く同じ形状とし、たった 1 枚のメカマスクをその両方に共用して軸回りに方位をずらしながら交互に成膜を行い、コイルを作製することもできる。その他、垂直断面への射影が正円や正多角形でないようなヘリカル形状の多層膜コイルも、導電膜及び絶縁膜のパターンのためにそれぞれ必要な数だけのメカマスクを用意して、成膜し積層してゆくことができる。

10

【実施例 2】

【0023】

以上は最も一般的な場合であるが、これに対して特に、コイルのヘリカル形状が断面正円（半径 R）であり、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが共に、k を k-3 の整数として

【0024】

【数 1】

$$\Phi = 360^\circ \cdot Lc / 2\pi R = 360^\circ \cdot Li / 2\pi R = 360^\circ - \alpha \quad (1)$$

ただし、 $\alpha = 360^\circ / k$

20

【0025】

と書けるような中心角 α をもつ円弧状とすればさらに作製の容易がはかれる。すなわちこの場合には、実施例 1 の 2 枚のメカマスクに替えて、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部との両方を形成した 1 枚の回転メカマスクを利用し、それを真空チャンパー内で回動させながら交互の成膜を行ってゆくことで、メカマスクの取り換え設置をせず、しかも複数個の多層膜コイルを同時に並行して、効率的に作製できる。以下、この例について詳細に説明する。

【0026】

図 4 に、回転メカマスクを用いる蒸着装置の概略図を示す。蒸着源 43、44 に対向する位置に基板ホルダー 48 と複数の被膜基板（図示の例では、基板 10a と 10b）と回転メカマスク 45 が配置される。被膜基板は上記した基板 10（図 1）と同じものであり、蒸着源 43、44 側の面を被膜面として基板ホルダー 48 に固定されている。その被膜基板の被膜面に近接して回転メカマスク 45 が配置されている。

30

【0027】

回転メカマスク 45 が回転モーター 49 によって回転されることで、それぞれの被膜基板の上に位置する導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部とが切り替わる。被膜基板（すべて）の被膜面の上に導電膜のパターンの開口部が配置された時は、蒸着源 43 が電子銃 41 によって蒸発され、被膜基板の被膜面に導電膜（例えば Cu）のパターンが成膜される。絶縁膜のパターンを成膜する時には、被膜基板の被膜面の上に絶縁膜のパターンの開口部が配置され蒸着源 44 が蒸発されて、絶縁膜（例えば SiO₂）のパターンが成膜される。

40

【0028】

回転メカマスクには、その回転軸からの方位につき上記（1）式の α に等しい角度ごとの間隔をあけ、かつ、パターンの円環形状の中心が回転軸の周りの同一半径 Rm の周上となるように、全部で k 個の導電膜または絶縁膜のパターンの開口部を設ける。

【0029】

このような回転メカマスクを利用して作製できる多層膜コイルの例として、まず、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとがともに中心角 $\alpha = 270^\circ$ の円弧状である多層膜コイルについて説明する。この場合、上記（1）式の $\alpha = 90^\circ$ 、整数 k = 4 である。図 5 に、図 4 に示す矢印 A 方向から見たこの例の多層膜コイルを作製するための回転メカマ

50

ク 4 5 と基板ホルダー 4 8 を示す。図 5 (a) が回転メカマスク 4 5 の形状を示す図であり、図 5 (b) が基板ホルダー 4 8 と基板 1 0 a、1 0 b の配置を示す図である。回転メカマスク 4 5 には、回転軸 (原点) 4 7 を中心とした所定の半径 R_m の円周上に、中心角 $= 90^\circ$ 分の弧を切り欠いた円環形状の導電膜のパターンの開口部 4 5 a と 4 5 b と、絶縁膜のパターンの開口部 4 6 a と 4 6 b とが、2 個ずつ合わせて計 4 個、全て同一の向きに、パターンの切り欠きの中心角と等しい角度すなわち $= 90^\circ$ ごとの間隔を空けた方位に、交互に設けられる。

【 0 0 3 0 】

2 つの被膜基板である基板 1 0 a と基板 1 0 b は、例えば図 5 (a) の導電膜のパターンの開口部 4 5 a、4 5 b の位置に同時に整合することができるよう配置される。つまり、回転メカマスク 4 5 の導電膜のパターンの開口部 4 5 a、4 5 b 又は絶縁膜のパターンの開口部 4 6 a、4 6 b の何れか一方の種類開口部に対応する位置に、基板ホルダー 4 8 上に図 5 (b) に例示するように配置される (配置する基板は、もちろん何れか一方のみでもよい。)。

10

【 0 0 3 1 】

図 6 に、導電膜のパターン 1 4 と絶縁膜のパターン 1 2 を交互に成膜する工程を示す。図 6 (a) は、図 5 (b) に示した基板 1 0 a の上に電極 1 6 a 付きの導電膜のパターン 1 4 a が成膜された状態を示す。なお、説明は基板 1 0 a 上の薄膜形成について説明するが、回転メカマスク 4 5 を用いて図 5 (b) に示したように基板ホルダー 4 8 の上に基板 1 0 b も配置すると、基板 1 0 b の上にも同じ薄膜が同時に成膜されることになる。

20

【 0 0 3 2 】

図 6 (a) の導電膜のパターン 1 4 a は、図 5 (a) に示した位置の回転メカマスク 4 5 を反時計方向 (矢印 A の方向から見て) に 90° 回転させて、導電膜のパターンの開口部 4 5 a を、基板 1 0 a の上に位置決めして成膜されたものである。電極 1 6 a は、予め図示しない電極形成用のマスクによって成膜される。

【 0 0 3 3 】

図 6 (b) に示す絶縁膜のパターン 1 2 a は、図 6 (a) の導電膜のパターン 1 4 a を成膜した時の回転メカマスク 4 5 を、時計方向に 90° 回転させて導電膜のパターン 1 4 a の上に成膜された絶縁膜である。この時、絶縁膜のパターン 1 2 a は、導電膜のパターン 1 4 a の開始の端点よりも、時計方向に周沿いの長さ $P - L_i$ の長さ進んだ位置から成膜される。なお、図 6 を用いた説明では、円環形状の中心部分の周沿いの長さを、単に周沿いの長さと言うことにする。

30

【 0 0 3 4 】

図 6 (c) に示す導電膜のパターン 1 4 b は、更に回転メカマスク 4 5 を時計方向に 90° 回転させ、基板 1 0 a の位置に導電膜のパターンの開口部 4 5 b を位置決めして成膜された導電膜である。この時、導電膜のパターン 1 4 b は、絶縁膜のパターン 1 2 a の開始の端点よりも、時計方向に周沿いの長さ $P - L_c$ の長さ進んだ位置から成膜され、一層前の導電膜のパターン 1 4 a と斜線で示す部分で導通する。

【 0 0 3 5 】

図 6 (d) に示す絶縁膜のパターン 1 2 b は、更に回転メカマスク 4 5 を時計方向に 90° 回転させ、導電膜のパターン 1 4 b の開始の端点よりも、時計方向に周沿いの長さ $P - L_i$ 進んだ位置から成膜される。

40

【 0 0 3 6 】

図 6 (e) に示す導電膜のパターン 1 4 c は、更に回転メカマスク 4 5 を時計方向に 90° 回転させ、絶縁膜のパターン 1 2 b の開始の端点よりも、時計方向に周沿いの長さ $P - L_c$ 進んだ位置から成膜される。そして、図示しない電極形成用のマスクによって電極 1 6 b が形成される。導電膜のパターン 1 4 c は、一層前の導電膜のパターン 1 4 b と斜線で示す部分で導通する。

[変形例 1]

以上は整数 $k = 4$ の場合の例を述べたが、一般に、 k を偶数とすると、回転メカマスク

50

に、回転軸からの方位につき角度 $= 360^\circ / k$ ごとの間隔をあけて交互に、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部とを $k/2$ 個ずつ設けることで、何れか一方の種類の開口部に対応する位置に1個以上 $k/2$ 個以下の数だけ被膜基板を配置して成膜することができる。よって、 k が偶数の場合は、両者のパターンの形状を変えることが可能である。したがって、 k が偶数の場合は、図5(a)に示すように導電膜のパターンの開口部45a, 45bの幅を、絶縁膜のパターンの開口部46a, 46bの幅よりも狭くすると好都合である。その方が、積層される導電膜のパターン同士の短絡を発生し難くすることができる。

【0037】

絶縁膜のパターンと導電膜のパターンの周沿いの長さ L_i , L_c は、上記して説明した例に限定されない。その長さは任意の長さに設定することが可能である。図7に、弧の長さ $P - L_i$ 若しくは $P - L_c$ を決める中心角 $\theta = 30^\circ$ とした場合の回転メカマスク70の平面図を示す。

10

【0038】

回転メカマスク70には、回転軸(原点)76を中心とした所定の半径 R_m の円周上に、中心角 $\theta = 30^\circ$ に対する弧の長さ $P - L_c$ が切り欠かれた周沿いの長さが L_c の円環形状の導電膜のパターンの開口部70a~70fと、周沿いの長さが L_i の絶縁膜のパターンの開口部71a~71fとが6個ずつ合わせて計12個($k = 12$)、全て同一の向きに 30° の角度毎に交互に配置される。なお、図7では、導電膜のパターンの開口部70a~70fを灰色、絶縁膜のパターンの開口部71a~71fを白抜きで示している。

20

【0039】

回転メカマスク70の導電膜のパターンの開口部又は絶縁膜のパターンの開口部の何れか一方の種類の開口部に対応する位置に1個以上 $k/2$ 個以下の被膜基板を配置し、被膜基板の上に導電膜のパターン又は絶縁膜のパターンの一方を成膜し、回転メカマスクを回転軸76を中心に同一の向きに中心角 θ 分の角度を回転させて導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する。

【0040】

以上、 $k = 4$ と $k = 12$ の例を示したが、 k が偶数であれば同様にして $k/2$ 個の多層膜コイルを同時に作製できる。

[変形例2]

実施例1、実施例2、実施例2変形例1では、絶縁膜のパターンは導電膜のパターンよりも幅広であった。しかし、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンは、同一形状にしても良い。図8に中心角 $\theta = 300^\circ$ 、 $\theta = 60^\circ$ に対する弧の長さが切り欠かれた導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが同一形状の回転メカマスク80を示す。回転メカマスク80は、開口部のパターンが同一なので、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部とは共通であって区別はなく、それらの開口部に対応する位置に1個以上最大 $k = 6$ 個までの数の被膜基板を配置して、回転メカマスクを $\theta = 60^\circ$ ずつ回転させ導電膜と絶縁膜とを交互に成膜してゆくことができる。

30

【実施例3】

【0041】

実施例2では k を偶数とした場合を示したが、 k を奇数としてもよい。図9に、 $k = 3$ ($\theta = 120^\circ$) としたときの回転メカマスク90の平面図を示す。

40

【0042】

k が奇数の場合は、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部を、回転メカマスク90の全周に渡って交互に設けることができない。つまり k が奇数の時は、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部とは共通の形状とされ、(上述の実施例2変形例2と同じく)開口部は共通で利用される。例えば $k = 3$ の場合、開口部91, 92, 93は、回転軸(原点)96を中心とした所定の半径 R_m の円周上に $\theta = 120^\circ$ 毎に同一の向きに設けられる。ここで、被膜基板は、全ての開口部に対応する基板ホルダー48上に配置することが可能である。つまり、回転メカマスク90を用いる際の被膜基

50

板は、何れかの開口部に対応する位置に1個以上k個以下の数、配置される。図9の場合、被膜基板は最大3個配置することができる。

【0043】

回転メカマスク90を使用して絶縁膜のパターンと導電膜のパターンを成膜する工程は、各膜を成膜する度に回転メカマスク90を回転させる角度が120度である点が異なるだけで、図6で説明した工程と全く同じである。なお、3以外の奇数5、7、9、11でも同様である。

【実施例4】

【0044】

実施例2と実施例3とでは、絶縁膜のパターンと導電膜のパターンの形状が円環形状の場合について説明した。しかし、その形状は $N - 3$ (N は整数)の正 N 角形でもよい。その場合は、 m を $1 < m < N/2$ である整数として、その正 N 角形から連続した m 個の辺を切り欠いた形状で導電膜及び絶縁膜のパターンを構成する。すなわち上述の導電膜及び絶縁膜のパターンの長さ L_c 及び L_i は、ともに正 N 角形の連続した $N - m$ 個の辺の長さ分に相当し、ここで $m < N/2$ とするのは、上述の実施例1に関して述べた一般的な条件 $L_i + L_c > P$ を担保するためである。図10に、 $N = 4$ 、正四角形とした場合の回転メカマスク100を示す。上記不等式の条件から、今の場合には必然的に $m = 1$ である。従って、回転メカマスク100には、回転軸(原点)106を中心とした所定の半径 R_m の円周上に、中心角 $\theta = 360^\circ / (N/m) = 360^\circ / k' = 90^\circ$ 毎に($k' = N/m$ については後述する。)一辺が切り欠かれた正四角形(カタカナの「コ」を左右反対にした形)の導電膜のパターンの開口部101aと101bと、絶縁膜のパターンの開口部102aと102bとが2個ずつ合わせて計4個、全て同一の向きに90度の角度毎に交互に設けられる。

【0045】

切り欠かれた辺の数を m とすると、図10において、導電膜のパターンの開口部101a、101bと、絶縁膜のパターンの開口部102a、102bは $N - m = 4 - 1 = 3$ 個の辺の連続した形状であり、上記した L_i と L_c に相当する長さは3個の辺の連続した長さである。ここで一般に、 m を、 $k' = N/m$ が偶数(今の場合には $k' = 4/1 = 4$)となる N の約数とすれば、導電膜のパターンの開口部と絶縁膜のパターンの開口部との形状を変えることが可能である。すなわち図10の例においては、絶縁膜のパターンの開口部102a、102bと、導電膜のパターンの開口部101a、101bの形状を変えることが可能である。そして、絶縁膜のパターンの開口部102a、102bを、導電膜のパターンの開口部101a、101bよりも相対的に幅広の形状にすることが可能であり、それによって積層される導電膜のパターン同士の短絡を発生し難くすることができる。

[変形例]

これに対し、 $k' = N/m$ が奇数となる場合について次に述べる。図11に、回転メカマスク100の変形例として正六角形($N = 6$)で $m = 2$ とした回転メカマスク110の例を示す。この例では、 $k' = N/m = 3$ である。回転メカマスク110には、回転軸116を中心とした所定の半径 R_m の円周上に、中心角 $\theta = 120^\circ$ 毎に2辺が切り欠かれた正六角形の開口部111~113が3個、全て同一の向きに120度の角度毎に設けられる。 k' が奇数の場合は、実施例3で説明した同じ理由で、絶縁膜のパターンの開口部と導電膜のパターンの開口部は、共通の形状とされる。

【0046】

一般に、 k' が奇数の場合には、回転メカマスク(110)の開口部に対応する位置に1個以上 N 個以下の被膜基板を配置し、その被膜基板の上に導電膜のパターン又は絶縁膜のパターンの一方を成膜する。そして、回転メカマスク(110)を、回転軸(原点)(116)を中心に同一の向きに中心角 θ 分回転させて導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に積層して多層膜コイルを作製する。

【0047】

同じく k' が奇数となる場合のもう1つの例として、図12に正五角形($N = 5$)で m

10

20

30

40

50

= 1とした回転メカマスク120の例を示す。回転メカマスク120には、回転軸126を中心とした所定の半径Rmの円周上に、中心角 $\theta = 72^\circ$ ($360^\circ / N$) 毎に1辺が切り欠かれた正五角形の開口部121~125が5個、全て同一の向きに 72° の角度毎に設けられる。

【0048】

絶縁膜のパターンの開口部と導電膜のパターンの開口部は共通の形状とされる点、及び、回転メカマスク120を、回転軸(原点)126を中心に同一の向きに中心角 θ 分の角度を回転させて、それぞれの膜を成膜する作製方法は実施例4変形例と同じである。

【0049】

以上は、図10~図12に示す例を参照して、 $k' = N/m$ が偶数または奇数となる、すなわちmがNの約数となるように選んだ場合について述べた。

10

【実施例5】

【0050】

しかし、mがNの約数でない、すなわち $k' = N/m$ が(偶数または奇数の)整数とならないような整数の組Nとmを選んでも、やはり回転メカマスクを利用して本発明を実施することは可能である。そのような場合には、回転メカマスクに回転軸からの方位につき角度 $360^\circ / N$ ごとの間隔をあけて、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとに共通する開口部をN個、全て同一の向きに配置して設け、それらの開口部に対応する位置に1個以上N個以下の被膜基板を固定して、回転メカマスクを回転軸周りに $360^\circ \cdot m / N$ に等しい角度ずつ回転しながら導電膜と絶縁膜とを交互に成膜してゆけばよい。

20

【0051】

図13に、 $N = 5$ 、 $m = 2$ とした回転メカマスク130の例を示す。回転メカマスク130には、回転軸136を中心とした所定の半径Rmの円周上に、2辺が切り欠かれた正五角形の開口部131~135が5個、全て同一の向きに $360^\circ / N = 360^\circ / 5 = 72^\circ$ の角度毎に設けられる。そして、その 72° の2倍の角度すなわち 144° に等しい角度ずつ回転させて導電膜と絶縁膜とを交互に成膜・積層することで左巻きに導電パターンがつながり、コイルが形成できる。

【0052】

このコイル形成の様子を図14に示す。図14(a)は、図13の開口部131に対応する位置に被膜基板を配置して導電膜のパターン e_1 、 d_1 、 c_1 を形成した状態を示している。図14(b)は、回転メカマスク130を時計方向に $360^\circ \cdot 2 / 5 = 144^\circ$ 回転させ開口部134が被膜基板の上になる状態で絶縁膜のパターン b_1 、 a_1 、 e_2 を成膜した状態を示す。導電膜のパターン e_1 の上に絶縁膜のパターン e_2 が成膜される。

30

【0053】

図14(c)は、更に回転メカマスク130を時計方向に $360^\circ \cdot 2 / 5 = 144^\circ$ 回転させ開口部132が被膜基板の上になる状態で導電膜のパターン d_2 、 c_2 、 b_2 を成膜した状態を示す。1層目の導電膜のパターン d_1 、 c_1 と導通が取れた導電膜のパターン b_2 が、絶縁膜のパターン b_1 の上に成膜されてコイルの導線が左巻きの方向で延長されることが分かる。図14(d)は、次の絶縁膜のパターンの成膜工程で、絶縁膜のパターン d_3 が導電膜のパターン d_2 の上に延長された状態を示す。図14(e)は、その次の成膜工程で絶縁膜のパターン a_2 の上に導電膜のパターン a_3 が成膜された状態を示している。なお、この実施例5について説明したコイルの作成方法、すなわち回転メカマスクを $360^\circ \cdot m / N$ に等しい角度ずつ回転させながら、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンを交互に成膜する方法は、上述のmがNの約数でない場合だけに限定されず、 $k' = N/m$ が偶数または奇数である場合にも、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとが同一の形状でさえあれば、より一般的にこれを利用してその正N角形状の多層膜コイルが作製できる。

40

【実施例6】

【0054】

以上説明した例は、図3に示す矢印Aの方向から見て、回転メカマスクを時計方向に中

50

心角 若しくは ずつ回転させるごとに、導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に成膜して多層膜コイルを作製する方法である。この作製方法では左巻きの多層膜コイルが作製される。つまり、回転メカマスクの回動方向とコイルの巻き線の方向は逆向きとなる。

【0055】

右巻きの多層膜コイルの作製も同様な方法で作製することが可能である。図15(a)に、右巻きの多層膜コイルを作製する場合の回転メカマスク45、図15(b)に基板ホルダー48上の基板10a、10bを示す。図15(a)と(b)は、説明済みの図5をY軸(開口部45aと45bの配列方向)対称とした図であり、各参照符号には「」を付して区別をしているが、開口部の方向が異なるだけで同じ働きをするものである。

10

【0056】

回転メカマスク45を反時計方向に中心角度 ずつ回転させながら導電膜のパターンと絶縁膜のパターンとを交互に成膜することで、右巻きの多層膜コイルを作製することができる。その工程は、回転メカマスク45の回転方向が異なるだけで、図6と同じである。

【実施例7】

【0057】

図16に、多層膜コイルのヘリカル形状の軸の位置に一体(バルク状)の磁性体を設けた多層膜コイル170の斜視図を示す。多層膜コイル170は、基板173の上に形成された多層膜コイル171のヘリカル形状の軸の位置に例えばフェライト材料の一体の磁性体174が設けられたものである。

20

【0058】

この発明の多層膜コイルの作製方法によれば、絶縁膜のパターンと導電膜のパターンがフォトリソ工程に抛らずに選択的に成膜することが出来るので、図16に示すように多層膜コイルの中心部に一体の磁性体を容易に配置することが可能である。作用の強い一体の磁性体を設けることで多層膜コイルの性能を向上させることができる。

【0059】

また、図16では、多層膜コイル171の上に、多層膜コイル172を積み重ねて1個の多層膜コイル170とする概念も示している。組み合わされる多層膜コイル172は、多層膜コイル171と同方向の巻き線のコイルで有っても良いし、逆方向の巻き線で有っても良い。多層膜コイル172は、極めて薄いドーナツ形状の基板の上にこの発明の方法で作製されたコイルである。図16では、ドーナツ形状の基板の表記は省略している。

30

【0060】

このように成膜済みの多層膜コイルを複数個組み合わせて1個の多層膜コイルを作製するようにしても良い。この方法によれば、磁性体174に対して後付けで色々な仕様の多層膜コイルを作製することも可能である。

【0061】

以上述べたように、この発明による多層膜コイルは、絶縁層に設けた導体のスルーホール(しばしばビア、ビアホール等とも呼ばれる)を用いることなく、コイルを構成する導体の膜層同士が直接に接続され、しかも各層がコイルの小型化のために最適な仕方で配設される多層膜コイルの構造を提供する。また、多層膜コイルであってしかも中央にバルク状の磁心を簡単に設けることのできる構成を提供する。

40

【0062】

また、この発明の多層膜コイル作製方法によれば、フォトリソグラフィの工程を必要としない。また、メカマスクの利用によって、またコイルの形態によってはたった1枚のメカマスクをチャンパー内で回動させることで、導電層と絶縁層の交互積層ができる。また、導電膜のパターンの終末の端点は、必ず直下の絶縁膜の開始の端点にちょうど突き当たって終端する構成となる。このように構成されることによって、この発明の多層膜コイルは、パターン同士の無駄な重畳部分や間隙が形成されず、不要な凹凸もない最適にコンバ

50

クトで滑らかな交互積層を可能にする。

【符号の説明】

【0063】

導電性薄膜 2 e , 2 f , 2 g

下部絶縁層 3 a

スルーホール 4 a , 4 b

コイル端子 5 a

保護膜 7

膜状磁心 9 a , 9 b , 9 c

基板 10 , 10 a , 10 b , 17 3

絶縁膜のパターン 12 a ~ 12 d

電極 16 a , 16 b

導電成膜マスク 20

真空チャンバー 40

排気ポンプ 42

基板ホルダー 48

回転軸 (原点) 47 , 76 , 86 , 96 , 106 , 116 , 126 , 136

回転メカマスク 45 , 70 , 80 , 90 , 100 , 110 , 120 , 130

開口部 21 , 26 , 45 a , 45 b , 46 a , 46 b , 70 a ~ 70 f , 71 a ~ 71

f , 80 a ~ 80 f , 91 ~ 93 , 101 a , 101 b , 102 a , 102 b , 111 ~ 20

113 , 121 ~ 125 , 131 ~ 135

多層膜コイル 170 , 171 , 172 , 200

磁性体 174

上部絶縁層 3 b

パッド端子 5 b

導電膜のパターン 14 a ~ 14 d

絶縁成膜マスク 25

電子銃 41

蒸着源 43 , 44

回転モーター 49

10

20

【図1】

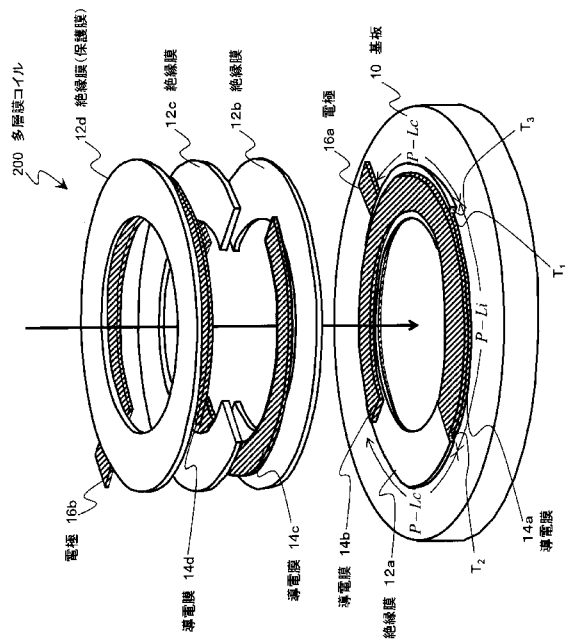


図1

【図2】

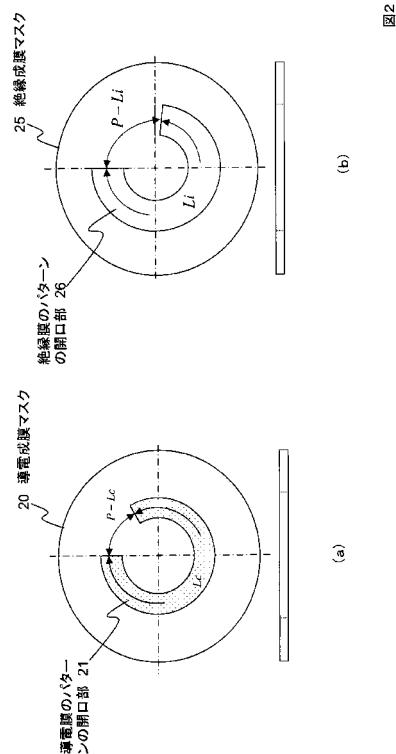


図2

【 図 3 】

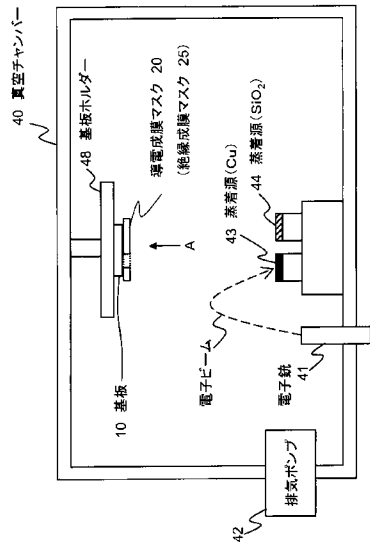


図3

【 図 4 】

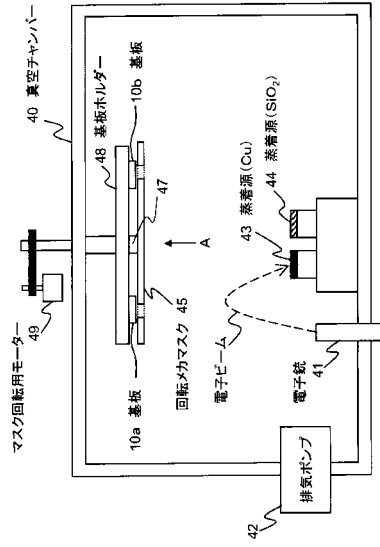


図4

【 図 5 】

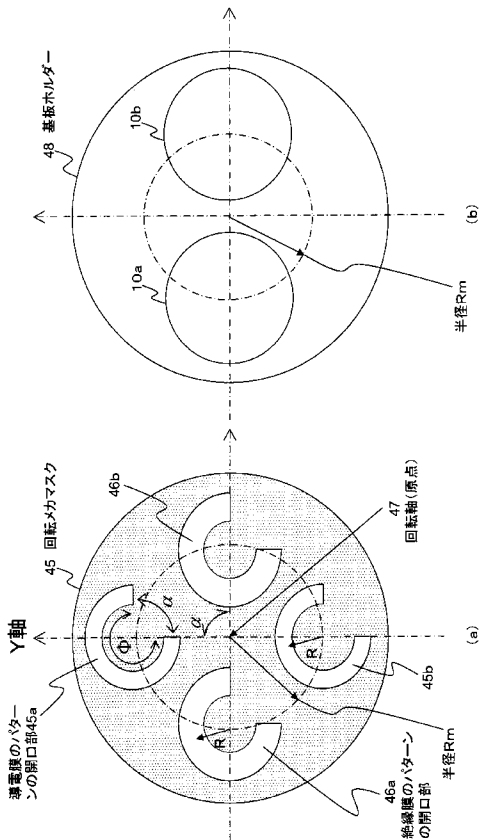


図5

【 図 6 】

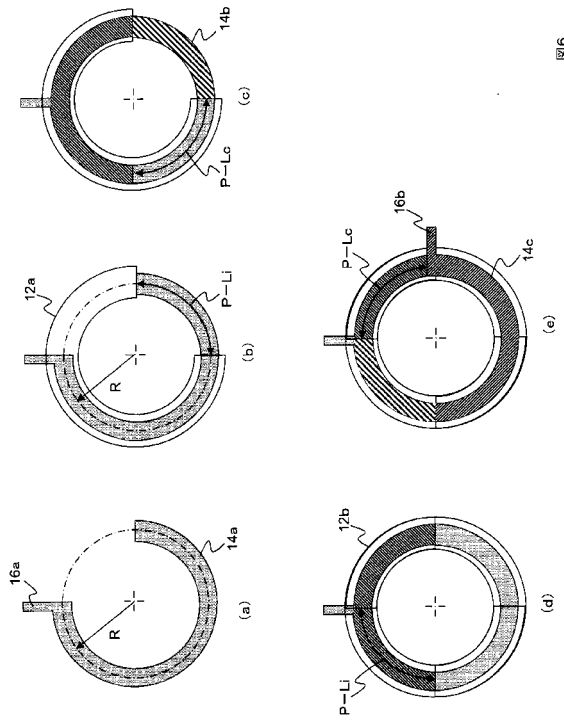


図6

【 図 7 】

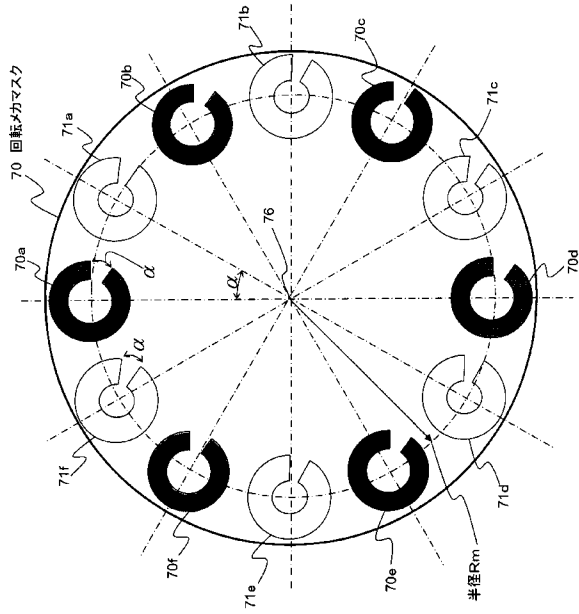


図7

【 図 8 】

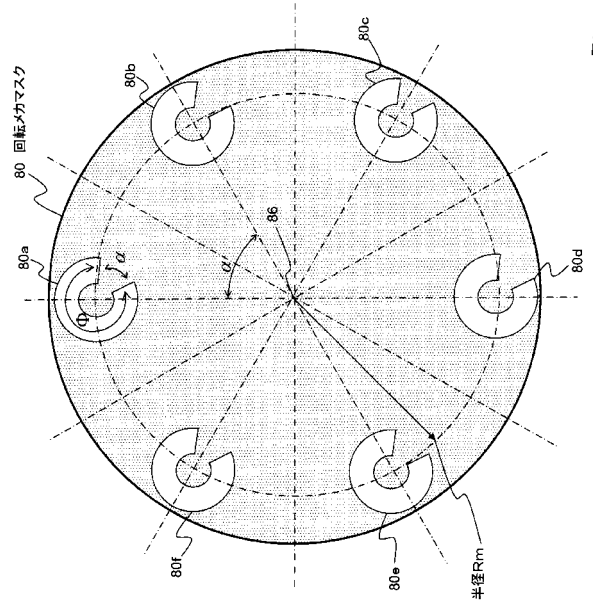


図8

【 図 9 】

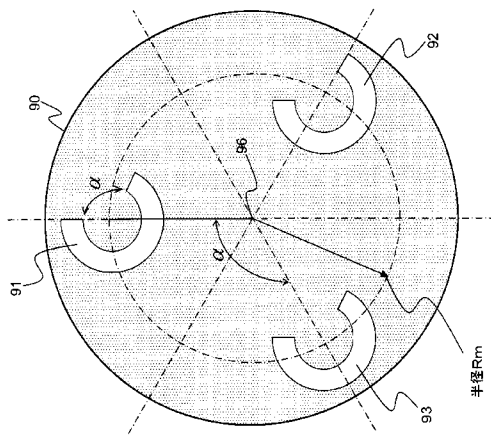


図9

【 図 10 】

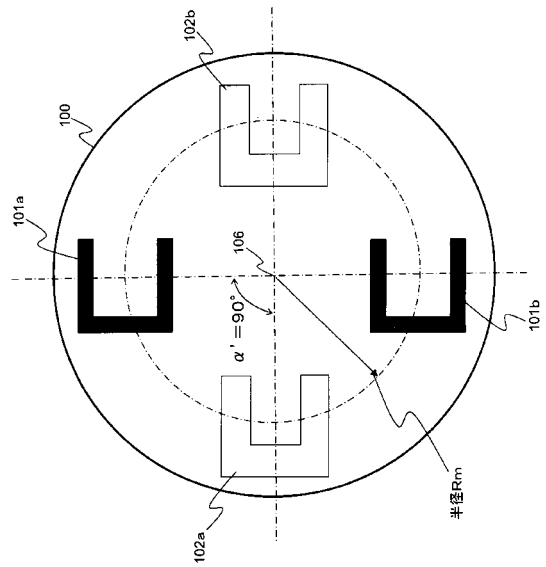


図10

【 図 1 1 】

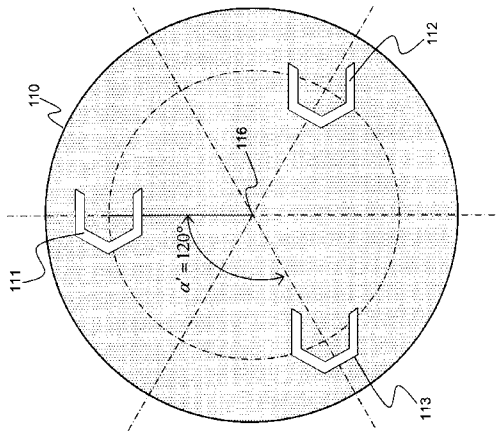


図11

【 図 1 2 】

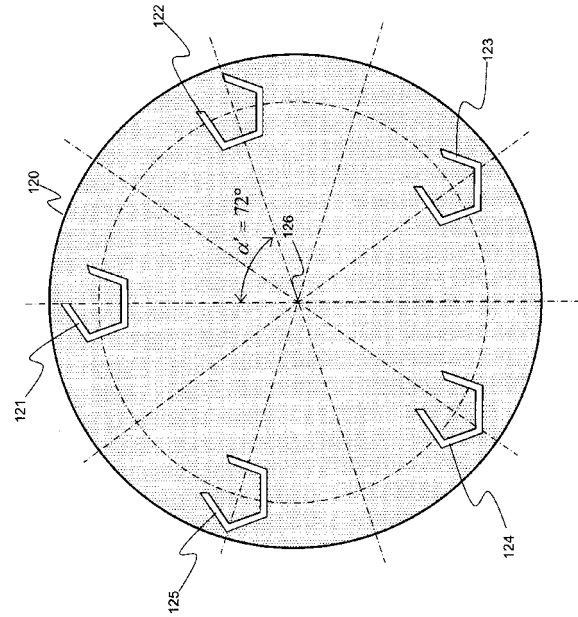


図12

【 図 1 3 】

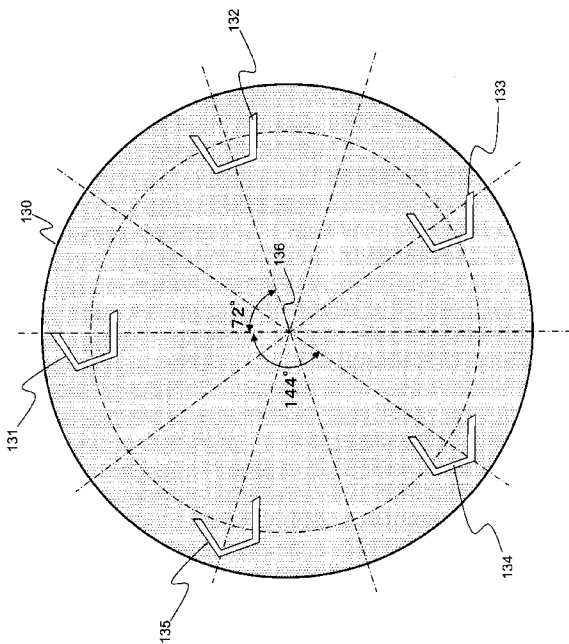


図13

【 図 1 4 】

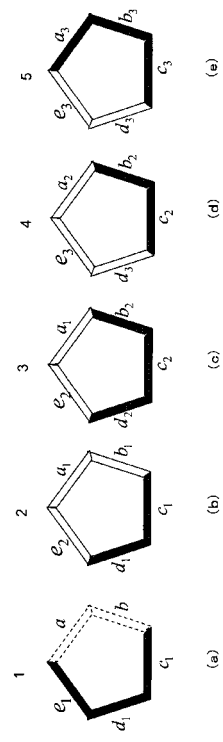
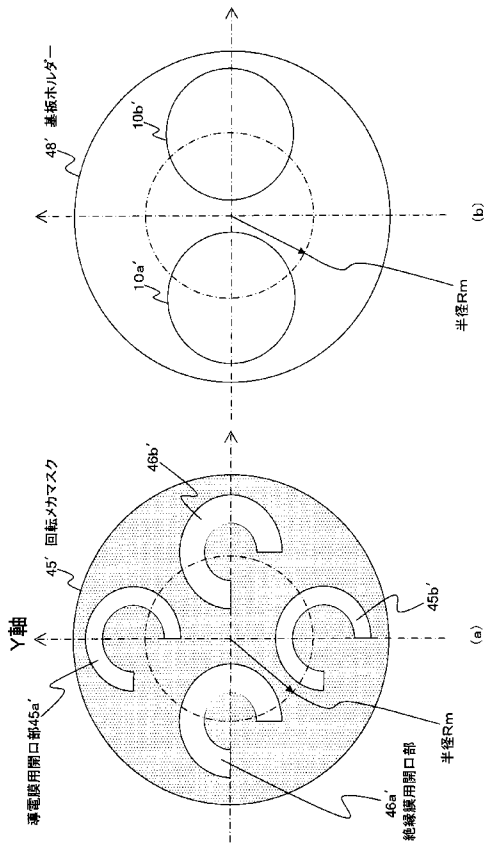


図14

【 図 1 5 】



【 図 1 7 】

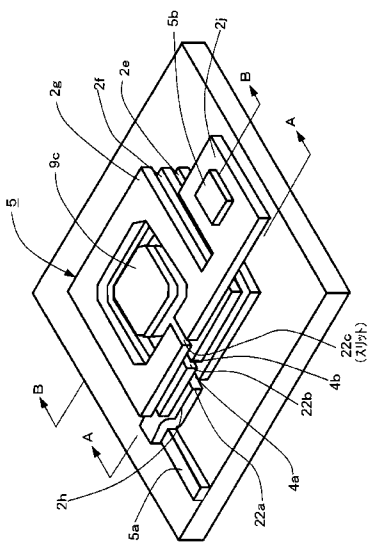


図17

【 図 1 6 】

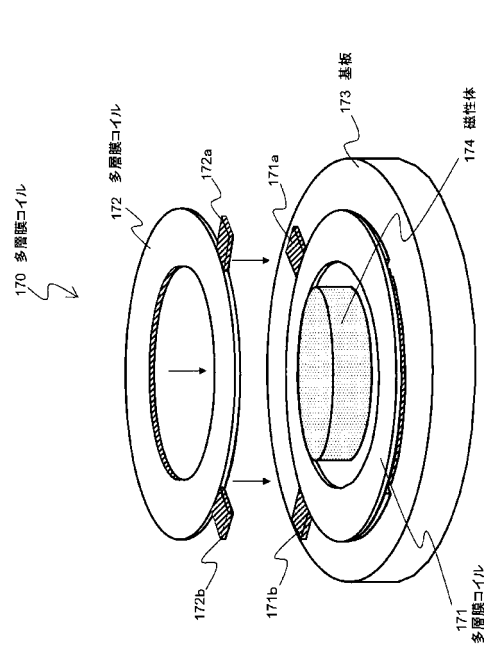


図15

図16

【 図 1 8 】

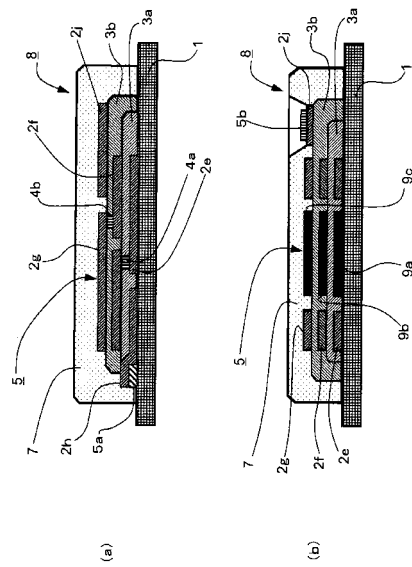


図18