

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 9 月 1 日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/105280 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053393
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 17 日(17.02.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-039222 2010 年 2 月 24 日(24.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒 2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菊地 幸男 (KIKUCHI, Yukio) [JP/JP]; 〒 2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社 アルバック 内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒 5008731 岐阜県岐阜市大宮町 2 丁目 1 2 番地の 1 Gifu (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

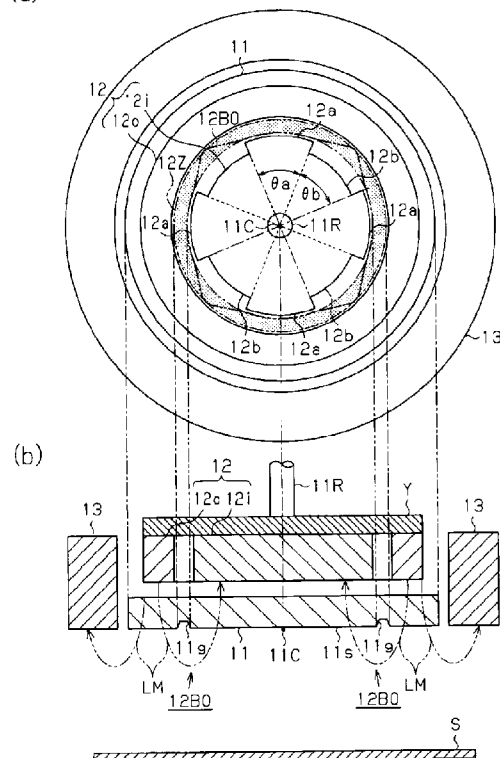
[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC CIRCUIT AND MAGNETRON SPUTTERING APPARATUS

(54) 発明の名称: 磁気回路及びマグネトロンスパッタ装置

[図1]

(a)



(57) Abstract: Disclosed is a magnetic circuit (12), which is disposed on the side that is the reverse side of the surface (11s) of a target (11), said surface being subjected to sputtering, and which forms a leak field in the vicinity of the surface. The magnetic circuit includes a first magnetic pole section, a second magnetic pole section (12o), and a third magnetic pole section (12a). The second magnetic pole section (12o) surrounds the first magnetic pole section in the direction parallel to the surface (11s), and has the magnetic polarity opposite to that of the first magnetic pole section. The second magnetic pole section (12o) maintains the distribution of the density of a magnetic flux, which is formed outside of the surface (11s) by means of the second magnetic pole section by having the surface therebetween. The third magnetic pole section (12a) is disposed between the first magnetic pole section and the second magnetic pole section in the direction parallel to the surface (11s). The third magnetic pole section (12a) is movable with respect to the surface (11s), and the distribution of the density of the magnetic flux formed on the surface (11s) due to interactions between the first magnetic pole section and the second magnetic pole section is changed by the movement of the third magnetic pole section with respect to the surface subjected to sputtering.

(57) 要約:

[続葉有]



NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

ターゲット (11) の被スパッタ面 (11s) とは反対側に配設されて被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成する磁気回路 (12) は、第 1 の磁極部と第 2 の磁極部 (12o) と第 3 の磁極部 (12a) を含む。第 2 の磁極部 (12o) は、被スパッタ面 (11s) と平行な方向において第 1 の磁極部を囲むとともに、該第 1 の磁極部とは反対の磁極を有している。第 2 の磁極部 (12o) は、該第 2 の磁極部により被スパッタ面 (11s) を介して被スパッタ面の外側に形成される磁束密度の分布を維持する。第 3 の磁極部 (12a) は、被スパッタ面 (11s) と平行な方向において第 1 の磁極部と第 2 の磁極部との間に配置されている。第 3 の磁極部 (12a) は、被スパッタ面 (11s) に対して移動可能であって、第 1 の磁極部と第 2 の磁極部との相互作用により被スパッタ面 (11s) に形成される磁束密度の分布を上記被スパッタ面に対する移動によって変更する。

明 細 書

発明の名称：磁気回路及びマグネトロンスパッタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、ターゲットの裏面側に設けられて該ターゲットの表面側に磁場を形成する磁気回路、及び該磁気回路を備えるマグネトロンスパッタ装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体基板やガラス基板等に薄膜を形成する装置の一つとしてマグネトロンスパッタ装置が知られている。マグネトロンスパッタ装置に設けられるターゲットの裏面側にはターゲットの被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成するための磁気回路が配置されて、ターゲットの被スパッタ面側に形成されるプラズマの高密度化が、この漏れ磁場により図られている。

[0003] マグネトロンスパッタ装置に設けられる磁気回路としては、例えば図10(a)(b)に示される構造が知られている。図10(a)は、ターゲットの裏面側（被スパッタ面とは反対側の面側）から見たターゲット及び磁気回路の平面構造を示し、図10(b)は該ターゲット及び磁気回路の断面構造を示している。同図10に示されるように、円板状のターゲットTの裏面側には、ターゲットTと同一の中心軸を有した円板状をなす内側磁石M1が配置されている。またターゲットTの裏面側には、内側磁石M1の外周に離隔して配置され該内側磁石M1を取り囲むように、ターゲットTと同一の中心軸を有した円環状をなす外側磁石M2が配置されている。磁気回路Mを構成するこれら内側磁石M1と外側磁石M2とは、それらの平面側（ターゲット面と平行な面）が互いに反対の磁極となるように配置されている。

[0004] 上述したマグネトロンスパッタ装置にてスパッタ処理が実施される際には、まず直流あるいは高周波電圧がターゲットTに印加されてターゲットTの被スパッタ面Tsに対して電場が形成されて、これにより、被スパッタ面Tsの近傍にプラズマが生成される。この状態で、ターゲットTの被スパッタ

面 T_s に対して磁気回路 M による漏れ磁場が形成されると、ターゲット T の被スパッタ面 T_s に対する法線方向の磁場成分が「0」となる点（垂直磁場ゼロ点）でプラズマの密度が特に高くなる。その結果、被スパッタ面 T_s のうち、垂直磁場ゼロ点に対向する領域でスパッタ頻度が高くなる。

[0005] ここで、磁気回路 M による漏れ磁場が形成されると、垂直磁場ゼロ点を繋ぐ直線は、図 10 (a) の二点鎖線で示されるような円形環状の垂直磁場ゼロライン B_0 となる。従って、磁気回路 M を用いてターゲット T のスパッタ処理が実施されると、この垂直磁場ゼロライン B_0 に対向するターゲット T 上の領域でスパッタ頻度が高くなる。その結果、凹部（エロージョン部 T_g ）が被スパッタ面 T_s に形成される。ターゲット T の被スパッタ面 T_s に一旦エロージョン部 T_g が形成されると、さらに高い密度の漏れ磁場がこのエロージョン部 T_g の内部に形成される。このために、エロージョン部 T_g の深さ方向へのエロージョンの進行が一層に加速されてしまう。特に、ターゲット T が磁性体から構成される場合には一般に強い磁場が必要とされるため、エロージョン部 T_g の内部に形成される磁場も自ずと強く、エロージョン部 T_g の深さ方向へのエロージョンの進行がさらに顕著なものとなる。このように、垂直磁場ゼロライン B_0 に対向する極めて小さい領域のみでターゲット T が多く消費される。その結果、垂直磁場ゼロライン B_0 に対向する領域以外に十分な厚みがあるにも関わらず、ターゲット T をやむなく交換しなければならないという場合があった。そこで、例えば特許文献 1 に記載のように、被スパッタ面の中心から磁気回路を偏心させるとともに、被スパッタ面の中心を回転中心として磁気回路を回転させることで、上記エロージョン部 T_g の領域を被スパッタ面内に分散させるという提案がなされている。

[0006] より詳細には、図 11 (a) (b) に示されるように、先の図 10 に示される磁気回路 M よりも内側磁石 M_1 及び外側磁石 M_2 を縮径するとともに、被スパッタ面 T_s の中心（ターゲット中心点 C_t ）からこれら内側磁石 M_1 及び外側磁石 M_2 の中心（磁気回路中心点 C_m ）を被スパッタ面 T_s の径方向に偏倚量 d だけ偏心させる。そして、ターゲット中心点 C_t を回転中心と

して磁気回路Mを回転させつつ、スパッタ処理を実施する。これにより、磁気回路中心点C_mが軌跡L_cを描くとともに、垂直磁場ゼロラインが同軌跡L_cの周方向に沿って走査される。つまり軌跡L_cの外側を囲う多数の垂直磁場ゼロ点によって、同図11(a)のドットの付された領域である垂直磁場ゼロ領域ZB0が形成される。その結果、垂直磁場ゼロ領域ZB0がターゲットの径方向に広がるとともに、被スパッタ面T_sにおいては、他の領域よりもスパッタ頻度が高くなる領域が上記垂直磁場ゼロ領域ZB0の拡大に伴って広がる。そして、被スパッタ面T_sにおけるエロージョン部T_gの深さ方向への進行が遅くなるため、ターゲットTの利用効率を高めることが可能となっている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平5-179441号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、上述したようなターゲットの周囲には、図12に示されるように、接地電位に接続されたアースシールドESがアノードとして配設されている。ターゲットTの被スパッタ面T_sの近傍で形成されるプラズマの状態、ひいては被スパッタ面T_sのスパッタにより形成される薄膜の膜厚は、ターゲットTの電位がこのアースシールドESに対して安定することにより維持される。

[0009] 一方、磁気回路中心点C_mをターゲット中心点C_tから偏心させた状態で回転させると、磁気回路Mの回転に伴い、アースシールドESを貫く単位面積あたりの磁力線LMの本数（磁束密度）も変動する。例えば、図12(a)の実線で示される位置に外側磁石M₂が移動すると、図12(b)に示されるアースシールドESの左側部分で磁束密度が高くなるのに対して、アースシールドESの右側部分で磁束密度が低くなる。これに対して、図12(

a) の二点鎖線で示される位置に外側磁石M2が移動すると、図12(b)に示されるアースシールドESの左側部分で磁束密度が低くなるのに対して、アースシールドESの右側部分で磁束密度が高くなる。そして、こうした磁束密度の変化を妨げるような電圧がアースシールドESの各部分で誘起される。その結果、アースシールドESに対するターゲットTの電位が被スパッタ面Tsの面内で変動してしまい、薄膜の面内で膜厚がばらつくことになる。特に、膜厚の分布に高い精度が求められる極薄膜を形成する場合やターゲットの電位変動による膜質の変動が問題となる場合にあっては、このようなターゲットの電位変動が、より深刻な問題となる。

[0010] なお、被スパッタ面Ts内におけるターゲットTの電位変動は、上記アースシールドESを備えた構成に限らず、被スパッタ面Tsの外側を囲う他の部材がアノードとして機能するマグネトロンスパッタ装置において一般に生じるものである。また、上述のような膜厚の面内ばらつきは、円板状のターゲットに対して回転しつつ磁場を印加する磁気回路に限り生じるものではなく、例えば、矩形状のターゲットに対してその左側及び右側あるいは上側及び下側に移動しつつ磁場を印加する磁気回路等であっても概ね共通して生じるものである。

[0011] 本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、膜厚の面内ばらつきを抑えつつ、ターゲットの被スパッタ面におけるエロージョン部を被スパッタ面内に分散することが可能な磁気回路及び該磁気回路を備えるマグネトロンスパッタ装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

本発明の第一の態様は、ターゲットの被スパッタ面と反対側に配設されて該被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成する磁気回路は、第1の磁極部と第2の磁極部と第3の磁極部とを備えている。前記第2の磁極部は、前記被スパッタ面と平行な方向において前記第1の磁極部を囲むように構成されると

ともに、前記第 1 の磁極部とは反対の磁極を有して前記被スパッタ面を介して該第 2 の磁極部が前記被スパッタ面の外側に形成する磁束密度の分布を維持する。前記第 3 の磁極部は、前記被スパッタ面と平行な方向において前記第 1 の磁極部と前記第 2 の磁極部との間に配置されるとともに、前記第 1 の磁極部と前記第 2 の磁極部との相互作用により前記被スパッタ面に形成される磁束密度の分布を前記被スパッタ面に対する移動によって変更可能であることを要旨とする。

[0013] 本発明の第二の態様は、上記第一の態様の磁気回路において、前記第 1 の磁極部と前記第 2 の磁極部との少なくとも一方が、前記被スパッタ面に対して移動可能であり、前記第 3 の磁極部が、前記第 1 の磁極部と前記第 2 の磁極部との少なくとも一方に設けられていることを要旨とする。

[0014] 本発明の第三の態様は、上記第二の態様の磁気回路が、前記第 1 の磁極部として設けられる第 1 の磁石と、前記第 2 の磁極部として設けられる第 2 の磁石とを備え、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との少なくとも一方は、前記被スパッタ面に対して移動する移動体として設けられており、前記第 3 の磁極部は、前記移動体に設けられているとともに、当該移動体が移動する方向と交差する方向に延びる側面を有することを要旨とする。

[0015] 本発明の第四の態様は、上記第三の態様の磁気回路において、前記第 3 の磁極部は、前記移動体が移動する方向と交差する方向に延びる凸部であることを要旨とする。

本発明の第五の態様は、上記第四の態様の磁気回路において、前記ターゲットは円板状に構成され、前記第 1 の磁石は、前記ターゲットと同一の中心軸を有した円柱状に構成されて前記ターゲットの中心を回転中心として回転可能であり、前記第 2 の磁石は前記ターゲットと同一の中心軸を有した環状に構成されていることを要旨とする。

[0016] 本発明の第六の態様は、上記第五の態様の磁気回路において、前記凸部は、前記移動体に設けられた複数の凸部のうちの一つであり、該複数の凸部の各々は、それが設けられた前記移動体と同じ磁極を有しており、前記複数の

凸部は、前記ターゲットの周方向において偏って配置されていることを要旨とする。

[0017] 本発明の第七の態様は、マグネトロンスパッタ装置である。マグネトロンスパッタ装置は、成膜対象物に対して被スパッタ面を露出するターゲットと、前記ターゲットの周囲に配置される、接地された部材と、前記ターゲットの被スパッタ面とは反対側に配設されて、該被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成する磁気回路と、を備え、前記磁気回路が、上記第一～第六の態様のいずれか一つに記載の磁気回路で構成されていることを要旨とする。

[0018] 上記第一の態様の磁気回路又は上記第七の態様のマグネトロンスパッタ装置によれば、磁気回路の第1の磁極部を囲むように第2の磁極部が配置される。この第2の磁極部は、自身が形成する磁束密度の分布を、ターゲットの被スパッタ面において維持する。そのため、例えばアノードが第2の磁極部の外側に配設される場合、該アノードを貫通する磁束密度の分布が第2の磁極部によって維持される。その結果、アノードにおける磁束密度の変動が抑えられて、アノードに対するターゲットの電位が安定するようになる。ひいては被スパッタ面におけるスパッタ速度が該被スパッタ面内において均一に維持されやすくなる。

[0019] 加えて、第1の磁極部と第2の磁極部との間には、第3の磁極部が配置されている。このため、第1の磁極部と第2の磁極部との間に形成される垂直磁場ゼロ点の位置を、第3の磁極部の位置に応じて、第1の磁極部又は第2の磁極部に偏らせることができる。さらに、この第3の磁極部は移動可能である。従って、第1の磁極部と第2の磁極部とによって漏れ磁場が形成される際、その漏れ磁場内に生じる垂直磁場ゼロ点を、第3の磁極部の移動によって被スパッタ面に均等に分散させることができる。

[0020] その結果、ターゲットの被スパッタ面におけるスパッタ反応の偏りが被スパッタ面に均等に分散されるため、被スパッタ面に形成されるエロージョン部が被スパッタ面に均等に分散されることになる。

[0021] 上記第二の態様の磁気回路では、第1の磁極部と第2の磁極部の少なくと

も一方を移動させることによって、垂直磁場ゼロ点を被スパッタ面内に分散させることができる。

上記第三の態様の磁気回路では、第1の磁極部としての第1の磁石と、第2の磁極部としての第2の磁石とのうちの少なくとも一方が、被スパッタ面に対して移動する移動体であり、第3の磁極部が移動体に設けられている。よって、第3の磁極部を移動させるための構成と、第1の磁極部及び第2の磁極部の少なくとも一方を移動させるための構成との共通化を図ることが可能である。また、第3の磁極部は、移動体が移動する方向と交差する側面を有している。この構成によれば、垂直磁場ゼロ点を繋ぐ垂直磁場ゼロラインが、移動体の移動する方向に対して交差する方向に延びるようになる。

[0022] 上記第四の態様の磁気回路によれば、第1の磁石及び第2の磁石の少なくとも一方に凸部を設けるという簡便な構成によって、膜厚の面内ばらつきを抑えつつ、ターゲットの被スパッタ面におけるエロージョン部を被スパッタ面と平行な方向に均等に分散させることが可能である。

[0023] 上記第五の態様の磁気回路では、第1の磁石及び第2の磁石がターゲットと同一の中心軸を有して、これら第1の磁石及び第2の磁石の少なくとも一方に第3の磁極部が設けられる。このような構成によれば、第1の磁石の移動方向に対して直交する方向へ垂直磁場ゼロ点が分散しやすくなる。そのため、垂直磁場成分が「0」となる領域を被スパッタ面と平行な方向へ効果的に分散することが可能である。

[0024] 上記第六の態様の磁気回路では、複数の凸部がターゲットの周方向において偏って配置される。ここで、複数の凸部が偏りを持って配置される磁気回路の構造としては、(i) 第1の磁石か又は第2の磁石にのみ凸部が設けられる構造、あるいは(ii) 第1の磁石及び第2の磁石の両方にそれぞれ凸部が設けられる構造であってよい。本願発明者の鋭意研究により、上記(i)の磁気回路において第1の磁石にのみ凸部が偏って設けられている場合、垂直磁場を有する磁場の領域が、凸部の近傍で第1の磁石に近づくことが見出された。この際、垂直磁場ゼロ点も、凸部の近傍で第1の磁石12iに近

づくものとなる。さらに、第1の磁石の周方向に沿って凸部から離間する距離が大きくなる程、垂直磁場を有する磁場の領域、ひいては垂直磁場ゼロ点、第2の磁石に近づくことが見出された。

[0025] なお、上記(i)の磁気回路において第2の磁石にのみ凸部が偏って設けられる場合も同様である。即ち、垂直磁場ゼロ点は、凸部の近傍で第2の磁石に近づく反面、該第2の磁石の周方向に沿って凸部から離間する距離が大きくなる程、第1の磁石に近づくものとなる。

[0026] また、上記(ii)の磁気回路においても、基本的に上記(i)の磁気回路の場合と同様に垂直磁場ゼロ点に変化するものとなる。即ち、第1及び第2の磁石の各々において、垂直磁場ゼロ点は、凸部の近傍でその凸部が設けられた磁石に近づく反面、磁石の周方向に沿って凸部から離間する距離が大きくなる程、凸部が配置されていない磁石に近づくものとなる。

[0027] その結果、上述の(i)及び(ii)のいずれの場合であっても、上記凸部がターゲットの周方向において等配される構成と比較して、ターゲットの中心と垂直磁場ゼロライン（垂直磁場ゼロ点）との距離の最大値と最小値との差が大きくなる。それゆえに、ターゲットの被スパッタ面におけるエロージョン部が該スパッタ面内に、より分散されるようになる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1] (a) は本発明の一実施の形態に係るマグネトロンスパッタ装置の構造の一部を概略的に示す平面図、(b) は図1(a)のマグネトロンスパッタ装置の断面図。

[図2] 図1のマグネトロンスパッタ装置に設けられた磁気回路の外形寸法を説明する図。

[図3] 図1のマグネトロンスパッタ装置に設けられた磁気回路が形成する垂直磁場が「0」となる点の動径と偏角との関係を示すグラフ。

[図4] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図5] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図6] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図7] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図8] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図9] 変形例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図。

[図10] (a) は従来例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図、(b) は図 10 (a) の構造を示す断面図。

[図11] (a) は従来例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図、(b) は図 11 (a) の構造を示す断面図。

[図12] (a) は従来例の磁気回路の構造をターゲットと共に示す平面図、(b) は図 12 (a) の構造を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明のマグネトロンスパッタ装置を具現化した一実施の形態について、図 1 ～図 3 を参照して説明する。

図 1 (a) は、本実施の形態にかかるマグネトロンスパッタ装置に搭載された磁気回路 12 とその周辺構造をターゲット 11 の裏面側から見た平面図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) の断面図である。本明細書で、ターゲット 11 の裏面とは非スパッタ面をいう。マグネトロンスパッタ装置は真空槽を含み、この真空槽のカソードには、磁性材料からなる円板状のターゲット 11 が取り付けられている。ターゲット 11 は、成膜対象物である基板 S と対向する被スパッタ面 11 s としての表面を有する。またターゲット 11 の裏面の近傍には、第 1 の磁石としての内側磁石 12 i と第 2 の磁石としての外側磁石 12 o とを含む磁気回路 12 が配置されている。内側磁石 12 i と外側磁石 12 o とは、ターゲット 11 の被スパッタ面 11 s に対して互いに反対の磁極を有しており、ターゲット 11 の被スパッタ面 11 s に対して漏れ磁場を形成する。

[0030] 磁気回路 12 の内側磁石 12 i は、ターゲット 11 と同一の中心軸を有しており歯車状に構成されている。即ち、内側磁石 12 i の中心は、被スパッタ面 11 s の中心点であるターゲット中心点 11 C と同軸上に位置している。内側磁石 12 i は、ターゲット中心点 11 C を通って被スパッタ面 11 s

の法線方向に延びる回転軸 11R に連結されている。即ち、内側磁石 12i は、被スパッタ面 11s に対して移動する移動体として設けられている。よって、内側磁石 12i が回転軸 11R を中心に回転するとき、内側磁石 12i と外側磁石 12o との相互作用により形成される単位面積あたりの漏れ磁場の分布、すなわち磁束密度の分布も、この回転軸 11R を中心に被スパッタ面 11s に対して回転する。

[0031] 磁気回路 12 の外側磁石 12o は、ターゲット 11 と同一の中心軸を有しており円環状に構成されている。外側磁石 12o は、内側磁石 12i の周囲を囲うようにターゲット 11 の外周縁に配置されている。外側磁石 12o も、上記内側磁石 12i と同様、ターゲット中心点 11C を通って被スパッタ面 11s の法線方向に延びる回転軸 11R に連結されている。即ち、外側磁石 12o も、内側磁石 12i と同様、被スパッタ面 11s に対して移動する移動体として設けられている。本実施の形態では、内側磁石 12i と外側磁石 12o とは、共通のヨーク Y に固定された状態で回転軸 11R に連結されており、それにより内側磁石 12i 、外側磁石 12o 、及びヨーク Y は回転軸 11R を中心に一体に回転する。外側磁石 12o は、被スパッタ面 11s を介して該被スパッタ面 11s の外側に漏れ磁場を形成する。なお、内側磁石 12i (つまり外側磁石 12o) が回転軸 11R を中心に回転しても、外側磁石 12o によって被スパッタ面 11s の外側に形成される単位面積あたりの漏れ磁場の分布、すなわち磁束密度の分布は、概ね維持される。

[0032] 内側磁石 12i の外周面には、ターゲット 11 の周方向に沿うように 4 つの凸部 12a が配列されている。各凸部 12a は、内側磁石 12i の中心から外側磁石 12o の内周面に向かう方向、つまり、内側磁石 12i の径方向外側に延びている。言い換えれば、内側磁石 12i は、本体としての円柱部分と、その円柱部分の外周面に設けられた 4 つの凸部 12a とを含む。これら凸部 12a は、被スパッタ面 11s と平行な方向において、内側磁石 12i の円柱部分と外側磁石 12o との間に配置されている。ここで、本実施の形態では、内側磁石 12i の円柱部分が第 1 の磁極部、外側磁石 12o が第

2の磁極部、内側磁石12iの各凸部12aが第3の磁極部として設けられている。なお、内側磁石12iの円柱部分と4つの凸部12aとは一体に成形されたものであって、同一の磁極を有している。このような内側磁石12iの構造では、ターゲット11の周方向において隣り合う2つの凸部12aの間に、径方向の内側に窪む溝部12bが構成される。即ち、内側磁石12iの外周面には、4つの溝部12bが形成されることとなる。4つの凸部12aはそれぞれ合同な形状で構成されるとともに、4つの溝部12bもまたそれぞれ合同な形状で構成されている。凸部12aを構成する各側面のうち、ターゲット11の径方向においてターゲット中心点11Cから最も離れた側面（突出面）は、外側磁石12oの内周面と平行な凸曲面である。また溝部12bを構成する各側面のうち、ターゲット11の径方向においてターゲット中心点11Cに最も近い側面（溝底面）は、これもまた外側磁石12oの内周面と平行な凸曲面である。

[0033] ターゲット11の径方向における凸部12aの長さ（溝部12bの深さ）は、回転軸11Rを中心に内側磁石12iが回転する際に凸部12aの突出面と外側磁石12oの内周面とが接触しないように規定されている。またターゲット11の周方向における凸部12aの長さ（溝部12bのピッチ）は、4つの凸部12aが等間隔に配置されるように、該周方向における溝部12bの幅と同一の長さに規定されている。また凸部12aの突出面は、回転軸11Rと平行な方向から見て、中心角（凸部中心角 θ_a ）が約 45° になるように構成されている。また溝部12bの溝底面は、これもまた回転軸11Rと平行な方向から見て、中心角（ピッチ中心角 θ_b ）が 45° となるように構成されている。

[0034] 一方、ターゲット11の周囲には、接地電位に接続された接地部材としてのアースシールド13がアノードとして配置されている。ターゲット11の被スパッタ面11sの近傍に形成されるプラズマの状態、ひいては被スパッタ面11sのスパッタにより形成される薄膜の膜厚は、ターゲット11の電位がこのアースシールド13に対して安定することによって維持される。

- [0035] マグネトロンスパッタ装置にてスパッタ処理が実施される際には、まずターゲット 11 の構成材料に応じた直流あるいは高周波電圧がターゲット 11 に印加される。これによりターゲット 11 の被スパッタ面 11 s に対して電場が形成され、該被スパッタ面 11 s の近傍にプラズマが生成される。この状態でターゲット中心点 11 C を回転中心として磁気回路 12 が回転され、内側磁石 12 i と外側磁石 12 o との相互作用により被スパッタ面 11 s の近傍に漏れ磁場が形成される。この漏れ磁場により、被スパッタ面 11 s に対する法線方向の磁場成分（垂直磁場）が「0」となる点（垂直磁場ゼロ点）で、プラズマの密度が高められる。その結果、被スパッタ面 11 s のうち、垂直磁場ゼロ点に対向する部分でスパッタ頻度が高くなる。
- [0036] この際、回転軸 11 R と平行な方向から見て、垂直磁場ゼロ点は、凸部 12 a の径方向の外側では、内側磁石 12 i に近くなる一方、溝部 12 b の径方向の外側では、外側磁石 12 o に近くなる。この垂直磁場ゼロライン 12 B0 の形状、即ち、垂直磁場ゼロライン 12 B0 の内側磁石 12 i への広がり及び外側磁石 12 o への広がり、内側磁石 12 i と外側磁石 12 o との磁力のバランスにより決定される。
- [0037] 従って、垂直磁場ゼロ点を繋ぐラインである垂直磁場ゼロライン 12 B0 は、図 1（a）の二点鎖線で示されるように、円形環状ではなく、ターゲット中心点 11 C からの距離がターゲット 11 の径方向において異なる非円形環状を描く。
- [0038] ここで内側磁石 12 i が回転すると、上述したような非円形環状の垂直磁場ゼロライン 12 B0 が、ターゲット中心点 11 C を中心に、ターゲット 11 の周方向の全体にわたり走査される。その結果、内側磁石 12 i が 1 回転すると、垂直磁場の成分が「0」となる領域である垂直磁場ゼロ領域 12 Z が、ターゲット 11 の径方向にて凸部 12 a の突出量（溝部 12 b の深さ）に応じた幅を有した円形環状に形成される。なお、図 1（a）では、この垂直磁場ゼロ領域 12 Z がドットの付された領域として示されている。
- [0039] ここで、従来の磁気回路に見られるように、磁気回路 12 が上記のような

4つの凸部12aを有しない場合、内側磁石12iの磁極端面と外側磁石12oの磁極端面とがともに同心円状となる。よって、これらの磁石12i, 12oによって形成される垂直磁場ゼロライン12B0も、ターゲット中心点11Cを中心とした円状となる。このような円状の垂直磁場ゼロライン12B0が形成された場合には、垂直磁場ゼロライン12B0は内側磁石12iの移動方向と交差する方向に広がらない。従って、仮に内側磁石12iが回転したとしても、垂直磁場ゼロ領域12Zは垂直磁場ゼロライン12B0と何ら変わらないものとなる。そのため、ターゲット11の被スパッタ面11sには、垂直磁場ゼロライン12B0に相当する細い凹部（エロージョン部11g）が形成されてしまう。よって垂直磁場ゼロライン12B0と対向する領域のみでターゲットTが消費されることとなる。その結果、ターゲットTの寿命が大幅に短くなってしまう。

[0040] これに対して、本実施の形態では、磁気回路12が上記4つの凸部12aを有していることから、内側磁石12iの移動方向と交差する方向に広がる非円形環状の垂直磁場ゼロライン12B0が形成される。これにより、垂直磁場ゼロ領域12Zが被スパッタ面11sの径方向に拡大される。即ち、垂直磁場ゼロ領域12Zと対向する被スパッタ面11sの部分（エロージョン部11g）が、凸部12aの突出量の分、拡大されることになる。このため、被スパッタ面11sにおけるエロージョン部11gの深さ方向への進行が遅くなり、その結果、ターゲット11の利用効率を高めることが可能である。また内側磁石12iの移動方向と交差する方向、より詳細には外側磁石12oの内周面の接線方向に凸部12aが延びているため、その凸部12aの延出方向に、垂直磁場ゼロ点が分散される。そのため、垂直磁場成分が「0」となる垂直磁場ゼロ領域12Zを、より効果的に広げることが可能である。

[0041] ここで、磁気回路12内において、相対的にターゲット11の外縁側に配置される外側磁石12oは、ターゲット中心点11Cを通る回転軸11Rを中心に回転する。よって、外側磁石12oが被スパッタ面11sを介して被

スパッタ面 11s の外側に磁力線 LM を形成する際に、アースシールド 13 を貫通する単位面積あたりの磁束、すなわち磁束密度は、内側磁石 12i と外側磁石 12o とが一体に回転する間も概ね維持される。それゆえに、アースシールド 13 における磁束密度の変動が抑えられるため、アースシールド 13 に対するターゲット 11 の電位が安定する。この結果、被スパッタ面 11s がスパッタされる速度が、該被スパッタ面 11s の面内において均一に維持されやすくなる。このように、磁気回路 12 の外側磁石 12o が、ターゲット 11 と同心の環状をなす場合に、外側磁石 12o の回転中心をターゲット中心点 11C に一致させることによって、ターゲット 11 への電圧印加時に、外側磁石 12o を回転させたとしても、アースシールド 13 における磁束密度の変動を抑えることができる。

[0042] 次に、内側磁石 12i の外形寸法及び外側磁石 12o の外形寸法と、垂直磁場ゼロ領域 12Z の大きさとの関係について図 2 及び図 3 を参照して説明する。まず内側磁石 12i の外形寸法及び外側磁石 12o の外形寸法について図 2 を参照して説明する。図 2 は、磁気回路 12 の各部における外形寸法を説明する図である。図 2 に示されるように、本実施の形態では、磁気回路 12 における各部の外形寸法、及び垂直磁場が「0」となるエロージョン点 Pz の極座標が以下のように定義される。

- ・ 外側磁石 12o の内径を、外側磁石内径 R_{oa} とする。
- ・ 外側磁石 12o の外径を、外側磁石外形 R_{ob} とする。
- ・ 回転軸 11R の軸線と内側磁石 12i の外周面との最小距離を、内側磁石径 R_i とする。
- ・ 回転軸 11R の軸線と内側磁石 12i の外周面との最大距離と、内側磁石径 R_i との差分を、突出量 W_c とする。
- ・ 回転軸 11R の軸線と内側磁石 12i の外周面との最大距離と、外側磁石内径 R_{oa} との差分を、離間量 W_s とする。
- ・ 回転軸 11R の軸線とエロージョン点 Pz との距離を、動径 R_z とする。
- ・ 回転軸 11R の軸線上の点を原点とする半直線（図 2 において「0°」が

付された一点鎖線)と、同原点及びエロージョン点 P_z を含む半直線とのなす角度を、偏角 θ_z とする。

[0043] 図3は、エロージョン点 P_z の動径 R_z と偏角 θ_z との関係を突出量 W_c ごとに例示するグラフであって、下記外形寸法を有した磁気回路12におけるエロージョン点 P_z の動径 R_z と偏角 θ_z との関係を示す。なお、図3に示される「黒丸印」の突出量 W_c は1.0センチである一方、「黒四角印」の突出量 W_c は0.5センチであり、「黒三角印」の突出量 W_c は0.3センチである。

- ・外側磁石内径 R_{oa} : 4.0センチ
- ・外側磁石外形 R_{ob} : 5.0センチ
- ・内側磁石径 R_i : 2.5センチ
- ・突出量 W_c : 0.3センチ, 0.5センチ, 1.0センチ

図3に示されるように、突出量 W_c が0.3センチ~0.5センチの範囲では、偏角 θ_z が $0^\circ \sim 45^\circ$ の範囲においてエロージョン点 P_z の動径が一定の値を示すことが分かる。また偏角 θ_z が約 60° であるときに動径 R_z が最大値を示すようなピークが $45^\circ \sim 90^\circ$ の偏角 θ_z の範囲で認められる。そして、突出量 W_c が1.0センチである場合の動径 R_z の最大値と動径 R_z の最小値との差分である動径幅 dR_1 が0.3センチである一方、突出量 W_c が0.5センチである場合の動径幅 dR_2 は0.4センチである。また突出量 W_c が0.3センチである場合の動径幅 dR_3 は0.3センチである。この動径幅 dR_1 , dR_2 , dR_3 は、垂直磁場ゼロ領域12Zにおける径方向の幅に相当する。このため、上述したような外形寸法からなる磁気回路12が用いられる場合であれば、凸部12aの突出量 W_c を0.5センチとする構成が好ましいと言える。なお、上記いずれの外径寸法であっても、磁気回路12を用いた場合のターゲット11表面のエロージョン部11gは、被スパッタ面11sが掘れても図1に示されるように形成されるため、ターゲット11の利用効率が向上する。

[0044] 以上説明したように、本実施の形態に係る磁気回路12及び該磁気回路1

2を用いるマグネトロンスパッタ装置によれば、以下に列挙する効果が得られるようになる。

(1) 磁気回路12において、相対的にターゲット11の外縁側に配置される外側磁石12oは、ターゲット11の被スパッタ面11sにおける磁束密度の分布を維持する。そのため、ターゲット11の周囲に配設されたアースシールド13を貫通する磁場の分布も該アースシールド13に対して維持されるようになる。つまりアースシールド13における磁束密度の変動が抑えられる。その結果、アースシールド13に対するターゲット11の電位が安定し、被スパッタ面11sのスパッタ速度が該被スパッタ面11sの面内において均一に維持されやすくなる。

[0045] (2) 内側磁石12iの外周面には、内側磁石12iの移動する方向(ターゲット11の周方向)と交差する方向に延びる凸部12aが設けられるため、凸部12aの近傍では、内側磁石12iの磁極端面が外側磁石12oの磁極端面に近づくことになる。その結果、エロージョン点Pzを繋ぐ垂直磁場ゼロライン12B0は、凸部12aの近傍では内側磁石12iに近く、凸部12aから遠くなるほど外側磁石12oに近くなる。そのため、凸部12aを有しない従来構成と比較して、垂直磁場ゼロ領域12Zが被スパッタ面11sと平行な方向に広がることになる。つまりターゲット11の被スパッタ面11sにおけるスパッタ反応の偏りが被スパッタ面11s内に分散される。その結果、被スパッタ面11sに形成されるエロージョン部11gが被スパッタ面11s内に分散されることになる。

[0046] (3) ターゲット11の径方向に延びる凸部12aが内側磁石12iに設けられるため、エロージョン点Pzが内側磁石12iの移動する方向に対して直交する方向に変位しやすくなる。それゆえに、垂直磁場ゼロ領域12Zを、より効果的に広げることが可能である。

[0047] なお、上記実施の形態は、以下のように適宜変更して実施することも可能である。

・凸部12aを設ける位置は、内側磁石12iの外周面に限定されない。

例えばターゲット中心点 1 1 C を中心にして外側磁石 1 2 o が回転する構成であれば、例えば図 4 に示されるように、外側磁石 1 2 o の内周面に凸部 1 2 a が設けられてもよい。また、ターゲット中心点 1 1 C を中心に回転する磁石が内側磁石 1 2 i であるか外側磁石 1 2 o であるかにかかわらず、図 5 に示されるように、内側磁石 1 2 i の外周面及び外側磁石 1 2 o の内周面にそれぞれ凸部 1 2 a が設けられてもよい。すなわち、磁石の移動によって凸部 1 2 a が相対的に移動し、それにより磁石が形成する磁束密度の分布が被スパッタ面 1 1 s 内において変化する構成であれば、上述した (1) ~ (3) に準じた効果が得られる。

[0048] ・凸部 1 2 a は、内側磁石 1 2 i の外周面に等間隔に配列されることに限られない。例えば図 6 に示されるように、外側磁石 1 2 o の内周面において凸部 1 2 a が等間隔に配列されてもよい。

[0049] ・あるいは、2 つ以上の凸部 1 2 a が、内側磁石 1 2 i の外周面において周方向に偏って配置されてもよいし、又は、外側磁石 1 2 o の内周面において周方向に偏って配置されてもよい。ここで、2 つ以上の凸部 1 2 a が偏りをもって配置される磁気回路の構造としては、(i) 内側磁石 1 2 i か又は外側磁石 1 2 o にのみ凸部 1 2 a が設けられる構造、あるいは (ii) 内側磁石 1 2 i 及び外側磁石 1 2 o の両方にそれぞれ凸部 1 2 a が設けられる構造であってよい。

[0050] (i) の磁気回路において例えば内側磁石 1 2 i にのみ凸部 1 2 a が偏って設けられる場合、垂直磁場を有する磁場の領域が、凸部 1 2 a の近傍で内側磁石 1 2 i に近づくものとなる。よって、垂直磁場ゼロ点も、凸部 1 2 a の近傍で内側磁石 1 2 i に近づくものとなる。一方、内側磁石 1 2 i の外周面に沿って凸部 1 2 a から離間する距離が大きくなる程、垂直磁場を有する磁場の領域、ひいては垂直磁場ゼロ点が、外側磁石 1 2 o に近づくものとなる。

[0051] なお、(i) の磁気回路において、外側磁石 1 2 o にのみ凸部 1 2 a が偏って設けられている場合も同様である。即ち、垂直磁場ゼロ点は、凸部 1 2

aの近傍で外側磁石12oに近づく反面、外側磁石12oの周方向に沿って凸部12aから離間する距離が大きくなる程、内側磁石12iに近づくものとなる。

[0052] また、(ii)の磁気回路においても、基本的に上記(i)の磁気回路の場合と同様に垂直磁場ゼロ点に変化するものとなる。即ち、内側磁石12i及び外側磁石12oの各々において、垂直磁場ゼロ点は、凸部12aの近傍でその凸部12aが設けられた磁石に近づく反面、磁石の周方向に沿って凸部12aから離間する距離が大きくなる程、凸部12aが配置されていない磁石に近づくものとなる。

[0053] その結果、上述の(i)及び(ii)のいずれの場合であっても、上記凸部12aがターゲット11の周方向において等配される構成と比較して、ターゲット11の中心と垂直磁場ゼロライン（垂直磁場ゼロ点）との距離の最大値と最小値との差が大きくなる。それゆえに、ターゲット11の被スパッタ面11sにおけるエロージョン部が該スパッタ面内に、より分散されるようになる。

[0054] ・内側磁石12iに設けられた凸部12aの近傍では、垂直磁場ゼロラインB0が内側磁石12iに近づくとともに、凸部12aからの距離が遠くなる程、垂直磁場ゼロラインB0が外側磁石12oに近づくことが認められた。しかしながら、こうした垂直磁場ゼロラインB0の軌跡は一例に過ぎない。すなわち、垂直磁場ゼロラインB0の軌跡とは、内側磁石12iの磁力、外側磁石12oの磁力、及び内側磁石12iに設けられた凸部12aの突出量とのバランスにより規定されるものである。そのため、両磁石12i, 12oの磁力、及び凸部12aの突出量によっては、内側磁石12iに設けられた凸部12aの近傍では、垂直磁場ゼロラインB0が外側磁石12oに近づくとともに、凸部12aからの距離が遠くなる程、内側磁石12iに近づく、といった構成として具現化することもできる。

[0055] ・ターゲット11の径方向における凸部12aの長さ（溝部12bの深さ）は、回転軸11Rを中心にして内側磁石12iが回転する際に凸部12a

が有する凸曲面と外側磁石 12 o の内周面とが接触しない範囲で、任意に設定される。またターゲット 11 の径方向における凸部 12 a の長さが、凸部 12 a ごとに異なってもよい。このような構成であっても、上述した (1) ~ (3) に準じた効果が得られる。

[0056] ・ターゲット 11 の周方向における凸部 12 a の長さ（溝部 12 b のピッチ）は、その周方向における溝部 12 b の幅に限られない。例えば図 6 に示されるように、凸部中心角 θ_a がピッチ中心角 θ_b より小さくてもよく、あるいは凸部中心角 θ_a がピッチ中心角 θ_b より大きくてもよい。

[0057] ・内側磁石 12 i の中心点 12 c は、例えば図 7 に示されるように、内側磁石 12 i の回転中心（ターゲット中心点 11 C）から偏心してもよい。このような構成であれば、凸部 12 a の突出量に加えて、内側磁石 12 i の中心点 12 C が内側磁石 12 i の回転中心から偏心している分、垂直磁場ゼロ領域をさらに広げることが可能である。

[0058] ・第 3 の磁極部としての凸部 12 a が、内側磁石 12 i と一体に形成されることに限定されない。内側磁石 12 i の本体（例えば円柱部分）と凸部 12 a とを別々に成形した後に、これら本体と凸部 12 a とを接合してもよい。また、こうした構成は、外側磁石 12 o に凸部 12 a が設けられる場合でも採用可能である。

[0059] ・内側磁石 12 i の本体部分（例えば円柱部分）と凸部 12 a とが、互いに異なる磁極を有してもよい。また、こうした構成は、外側磁石 12 o に凸部 12 a が設けられる場合でも採用可能である。

[0060] ・凸部 12 a の配設数は、内側磁石 12 i の外周面あるいは外側磁石 12 o の内周面において凸部 12 a が互いに離間している限り、任意に変更可能である。

・第 3 の磁極部としての凸部 12 a は、内側磁石 12 i あるいは外側磁石 12 o に設けられることに限定されない。例えば図 8 に示されるように、第 3 の磁極部を、内側磁石 12 i 及び外側磁石 12 o のいずれにも設けず、これら内側磁石 12 i と外側磁石 12 o との間に、ターゲット 11 の被スパッ

タ面に対して移動可能となるように配置してもよい。つまり、第3の磁極部を、中間磁石12mとして具現化してもよい。この場合、ターゲット11と同心の円上に、複数の矩形状の中間磁石12mを、互いに離間させて配置してもよい。例えば、図8においては、8つの中間磁石12mを等間隔に配置している。ただしこれら中間磁石12m間の距離は同一としなくともよい。また、中間磁石12m同士が、ターゲット11の周方向において互いに離間して設けられる限りは、該中間磁石12mの配設数を任意に変更可能である。

[0061] ・加えて、上記中間磁石12mは、内側磁石12iと同一の磁極を有してもよいし、また、外側磁石12oと同一の磁極を有してもよい。

・さらに、上記中間磁石12mとしては、異なる磁極を有する複数の中間磁石12mが混在するようにしてもよい。

[0062] ・例えば図9に示されるように、ターゲット11は、矩形状の板でもよい。この場合、矩形環状の外側磁石12oがターゲット11に対して位置決めされてもよく、内側磁石12iが外側磁石12oの長手方向に沿って往復移動する棒状に構成されてもよい。図9の例においては、外側磁石12oの内周面に複数の凸部12aが設けられているとともに、内側磁石12iの外周面にも複数の凸部12aが設けられている。なお、外側磁石12oが内側磁石12iの移動領域を囲み、外側磁石12oからの磁束密度の分布が被スパッタ面11sで維持されるのであれば、外側磁石12oの形状は特に限定されない。又、内側磁石12iが被スパッタ面11sに対して移動することにより内側磁石12iと外側磁石12oとの相互作用により生じる磁束密度の分布が被スパッタ面11sで変わるのであれば、内側磁石12iの形状も特に限定されない。このような構成であっても、上述した(1)～(3)に準じた効果が得られる。

[0063] ・上記実施形態では、内側磁石12iと外側磁石12oとの双方を被スパッタ面11sに対して移動する移動体として設けた。これを変更して、内側磁石12i（第1の磁極部を含む第1の磁石）のみを移動体としてもよい。

あるいは、外側磁石 12o（第2の磁極部を含む第2の磁石）のみを移動体としてもよい。こうした構成であれば、磁気回路12そのものの機械的な設計の自由度、内側磁石12iの形状に関する自由度、及び外側磁石12oの形状に関する自由度が拡大されるという利点がある。

[0064] なお、第1の磁極部を含む第1の磁石のみを移動体とする場合、被スパッタ面に対して移動させる第3の磁極部は、以下のように構成されればよい。すなわち、（A1）第3の磁極部が第1の磁極部に取り付けられるかまたは一体に形成されることによって、第3の磁極部を第1の磁極部とともに移動させるという構成、あるいは、（A2）第3の磁極部が移動機構に取り付けられることによって、第1の磁極部とは個別に第3の磁極部を移動させるという構成である。

[0065] 同様に、第2の磁極部を含む第2の磁石のみを移動体とする場合、被スパッタ面に対して移動させる第3の磁極部は、以下のように構成されればよい。すなわち、（B1）第3の磁極部が第2の磁極部に取り付けられるかまたは一体に形成されることによって、第3の磁極部を第2の磁極部とともに移動させるという構成、あるいは、（B2）第3の磁極部が移動機構に取り付けられることによって、第2の磁極部とは個別に第3の磁極部を移動させるという構成である。

[0066] ・第2の磁極部としての外側磁石12oは、例えばターゲット11が固定された真空槽に取り付けられて、被スパッタ面11sに対して位置決め固定されてもよい。こうした構成によっても、外側磁石12oにより被スパッタ面11sの外側に形成される磁束密度の分布を被スパッタ面11sで維持することができる。

[0067] ・また、第1の磁極部のみを移動体とする場合、つまり外側磁石12oが被スパッタ面11sに対して位置決め固定される場合、例えば、円環状の外側磁石12oがターゲット中心点11Cから偏心して配置されてもよい。この場合、外側磁石12oが、楕円環状や矩形環状に構成されてもよい。こうした構成によっても、外側磁石12oにより被スパッタ面11sの外側に形

成される磁束密度の分布を被スパッタ面 1 1 s で維持することができる。

[0068] ・凸部 1 2 a は、内側磁石 1 2 i の移動方向と交差する方向に延びるのであれば、必ずしも外側磁石 1 2 o の内周面の接線方向に延びることに限定されない。こうした構成であれば、凸部 1 2 a の形状に関わる自由度を拡大させることができる。

[0069] ・ターゲット 1 1 を構成する材料には、磁性材料の他、金属材料や絶縁材料を用いることが可能である。

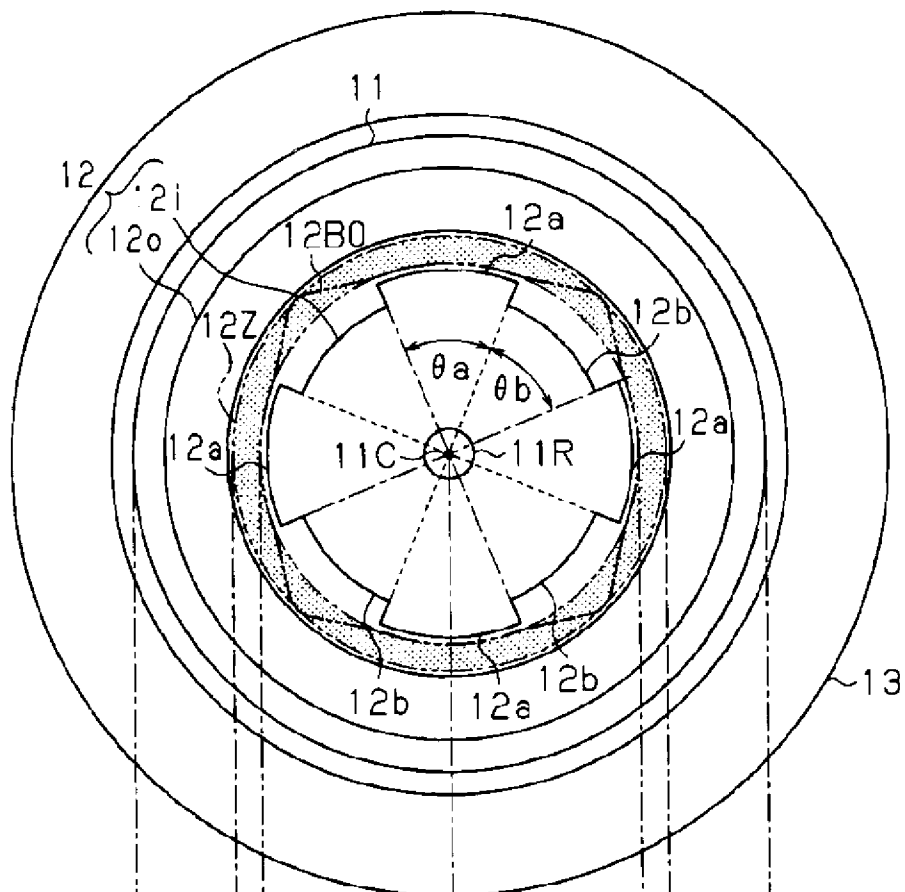
請求の範囲

- [請求項1] ターゲットの被スパッタ面とは反対側に配設されて該被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成する磁気回路であって、
- 第1の磁極部と第2の磁極部と第3の磁極部とを備え、
- 前記第2の磁極部は、
- 前記被スパッタ面と平行な方向において前記第1の磁極部を囲むように構成されるとともに、前記第1の磁極部とは反対の磁極を有して前記被スパッタ面を介して前記第2の磁極部が該被スパッタ面の外側に形成する磁束密度の分布を維持し、
- 前記第3の磁極部は、
- 前記被スパッタ面と平行な方向において前記第1の磁極部と前記第2の磁極部との間に配置されるとともに、前記第1の磁極部と前記第2の磁極部との相互作用により前記被スパッタ面に形成される磁束密度の分布を前記被スパッタ面に対する移動によって変更可能であることを特徴とする磁気回路。
- [請求項2] 請求項1に記載の磁気回路において、
- 前記第1の磁極部と前記第2の磁極部との少なくとも一方が、前記被スパッタ面に対して移動可能であり、
- 前記第3の磁極部が、前記第1の磁極部と前記第2の磁極部との少なくとも一方に設けられていることを特徴とする磁気回路。
- [請求項3] 請求項2に記載の磁気回路は、
- 前記第1の磁極部として設けられる第1の磁石と、
- 前記第2の磁極部として設けられる第2の磁石とを備え、
- 前記第1の磁石と前記第2の磁石との少なくとも一方は、前記被スパッタ面に対して移動する移動体として設けられており、
- 前記第3の磁極部は、前記移動体に設けられるとともに、当該移動体が移動する方向と交差する方向に延びる側面を有することを特徴とする磁気回路。

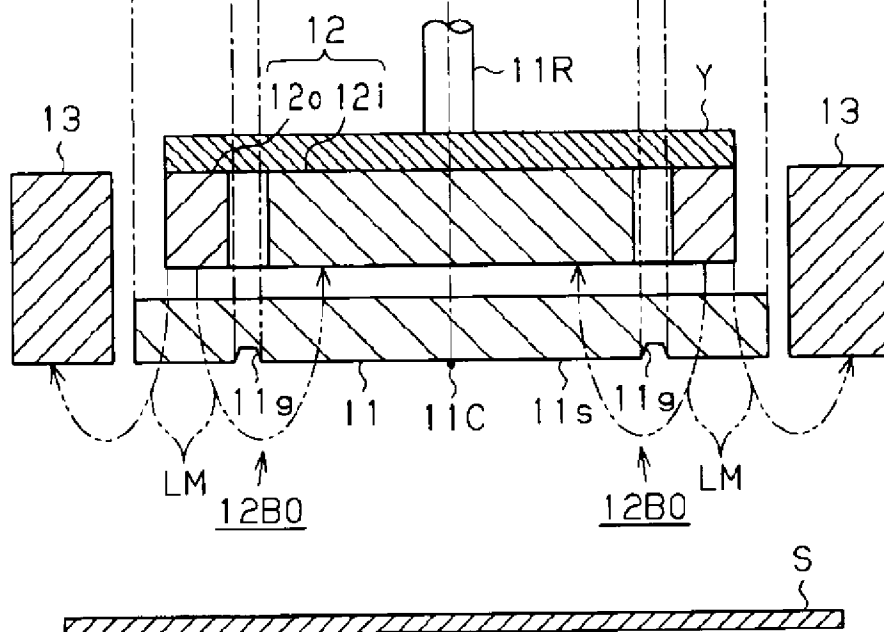
- [請求項4] 請求項3に記載の磁気回路において、
前記第3の磁極部は、前記移動体が移動する方向と交差する方向に延びる凸部であることを特徴とする磁気回路。
- [請求項5] 請求項4に記載の磁気回路において、
前記ターゲットは、円板状に構成され、
前記第1の磁石は、前記ターゲットと同一の中心軸を有した円柱状に構成されて前記ターゲットの中心を回転中心として回転可能であり、
前記第2の磁石は、前記ターゲットと同一の中心軸を有した環状に構成されていることを特徴とする磁気回路。
- [請求項6] 請求項5に記載の磁気回路において、
前記凸部は、前記移動体に設けられた複数の凸部のうちの一つであり、該複数の凸部の各々は、それが設けられた前記移動体と同じ磁極を有しており、
前記複数の凸部は、前記ターゲットの周方向において偏って配置されていることを特徴とする磁気回路。
- [請求項7] マグネトロンスパッタ装置であって、
成膜対象物に対して被スパッタ面を露出するターゲットと、
前記ターゲットの周囲に配置される、接地された部材と、
前記ターゲットの被スパッタ面とは反対側に配設されて、該被スパッタ面の近傍に漏れ磁場を形成する磁気回路と、を備え、
前記磁気回路が、請求項1～6のいずれか一項に記載の磁気回路で構成されていることを特徴とするマグネトロンスパッタ装置。

[図1]

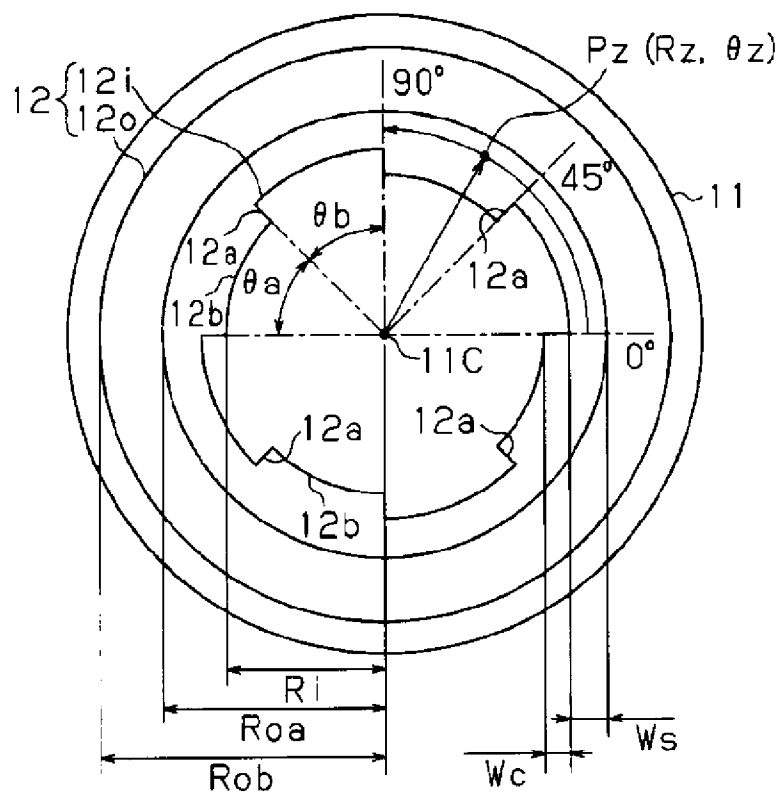
(a)



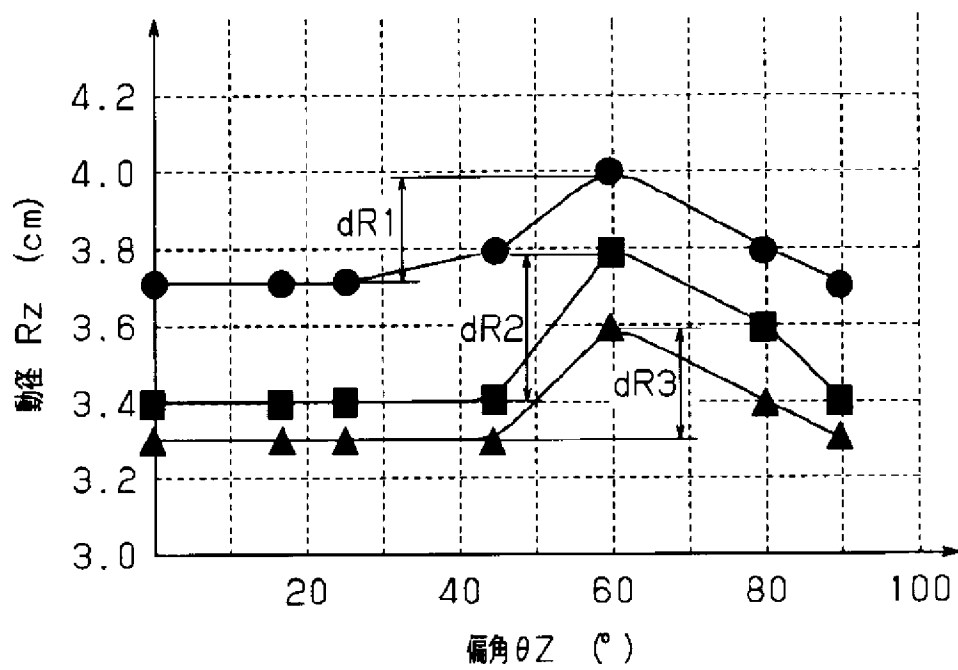
(b)



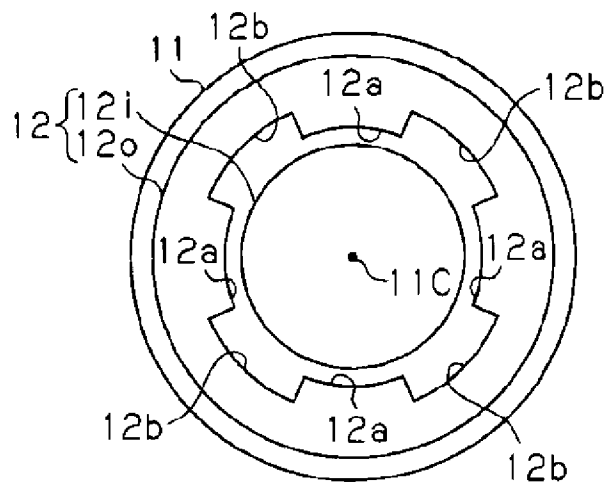
[図2]



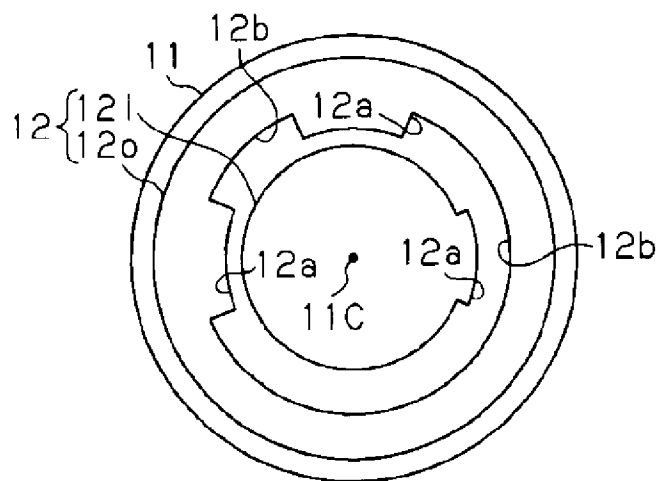
[図3]



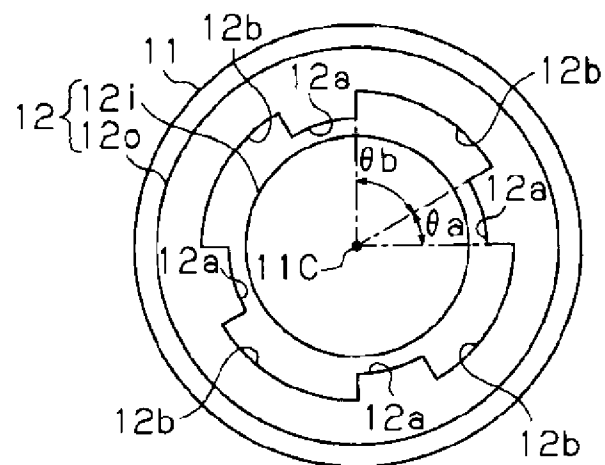
[図4]



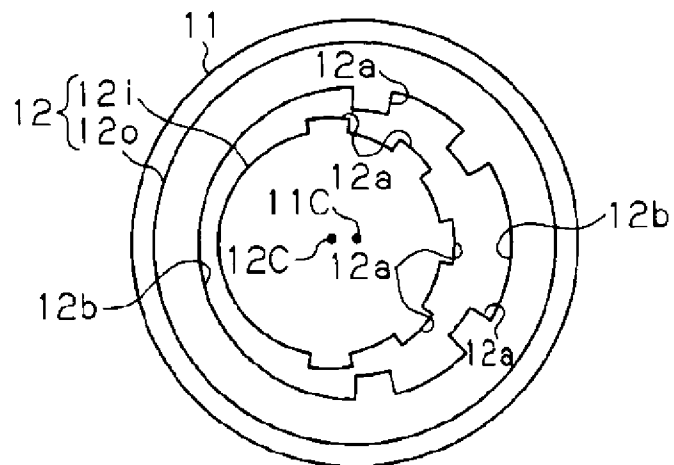
[図5]



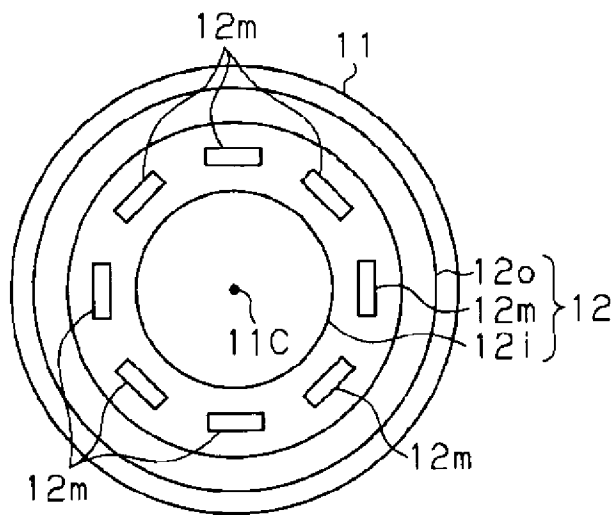
[図6]



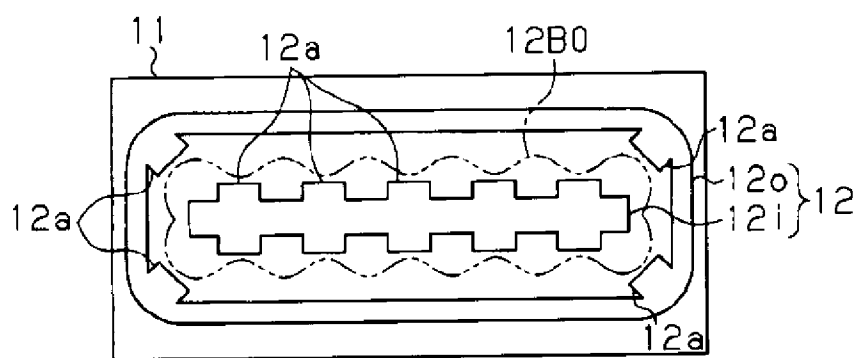
[図7]



[図8]

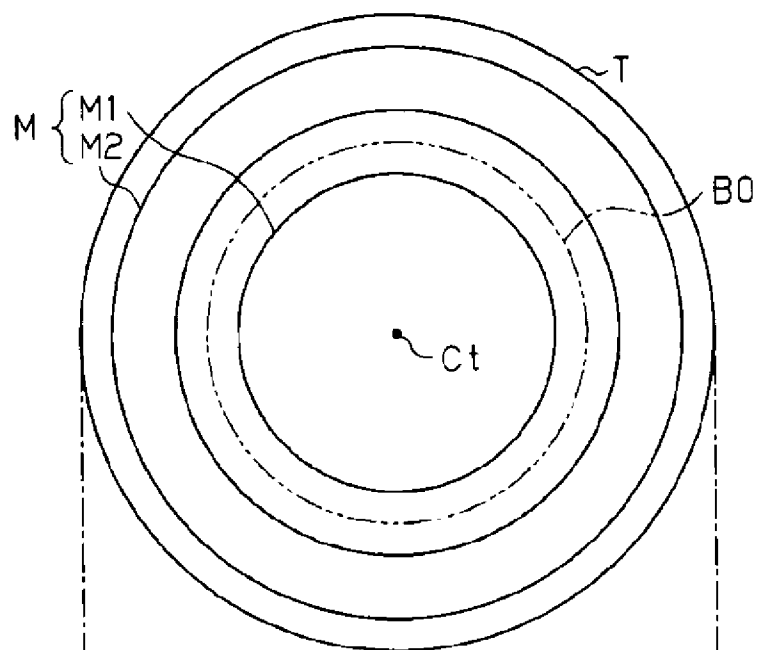


[図9]

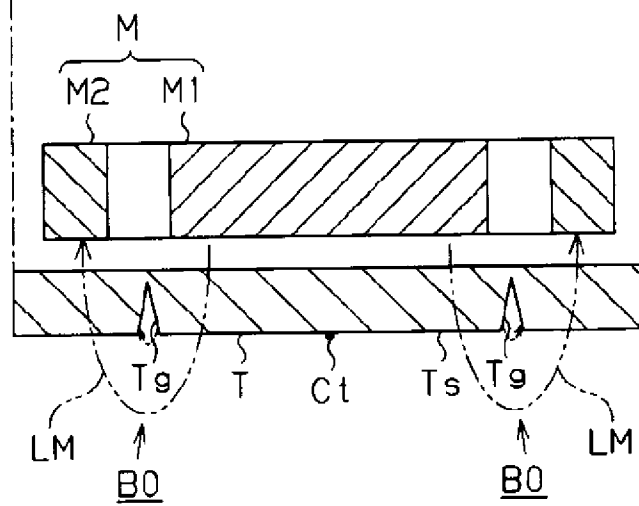


[図10]

(a)

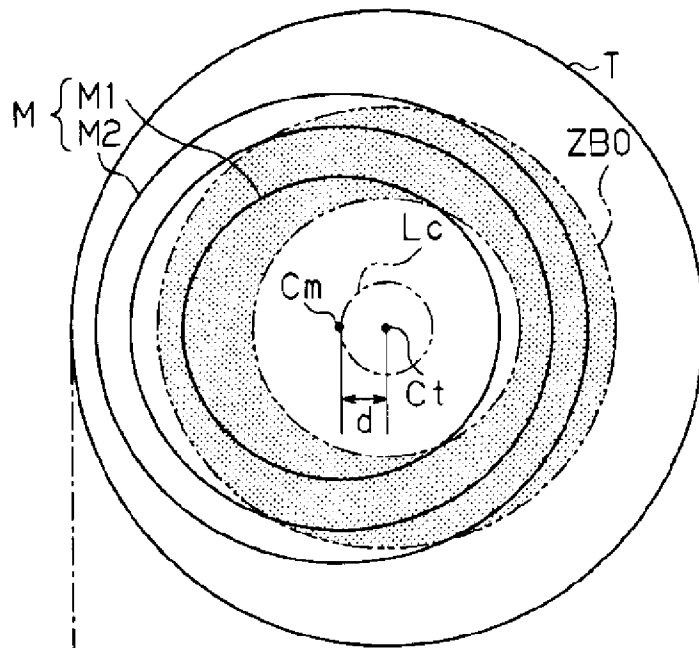


(b)

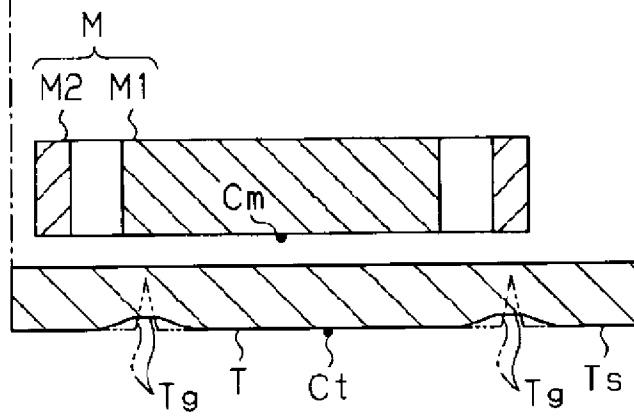


[図11]

(a)

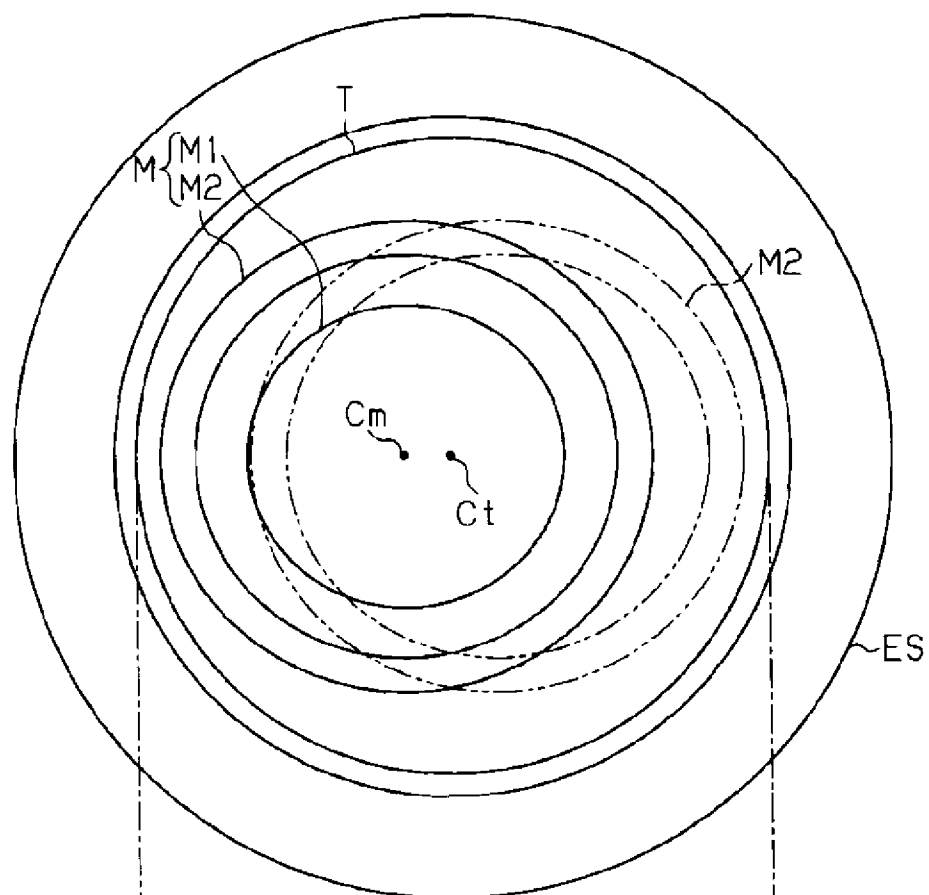


(b)

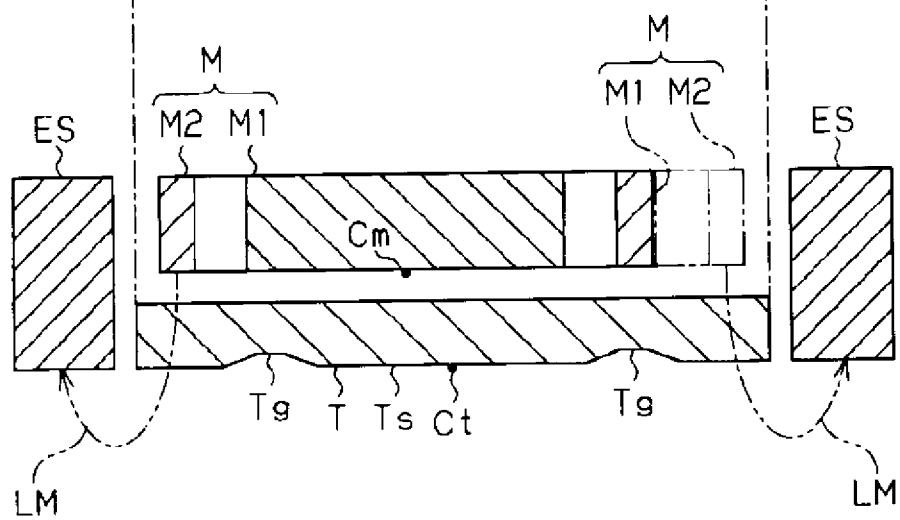


[図12]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/35 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C23C14/00-14/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 6656/1989 (Laid-open No. 99962/1990) (Nihon Kentetsu Co., Ltd.), 09 August 1990 (09.08.1990), claims; examples; fig. 1, 2 (Family: none)	1-7
X	JP 53-57758 A (Hitachi, Ltd.), 25 May 1978 (25.05.1978), claims; fig. 4, 6, 7 (Family: none)	1, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 April, 2011 (21.04.11)

Date of mailing of the international search report
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053393

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-232593 A (Applied Materials Inc.), 02 September 2005 (02.09.2005), claims; paragraph [0017]; fig. 7, 9 to 15 & EP 1553207 A2 & CN 1676662 A & KR 2005/072672 A	1-4, 7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C23C14/35 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C23C14/00-14/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	日本国実用新案登録出願 1-6656 号 (日本国実用新案登録出願公開 2-99962 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (日本建鐵株式会社) 1990. 08. 09, 実用新案登録請求の範囲, 実施例, 第 1, 2 図 (ファミリーなし)	1 - 7
X	JP 53-57758 A (株式会社日立製作所) 1978. 05. 25, 特許請求の範囲, 第 4, 6, 7 図 (ファミリーなし)	1, 7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松本 要

4 G

3 1 3 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-232593 A (アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド) 2005.09.02, 特許請求の範囲, 【0017】, 図7, 9-15 & EP 1553207 A2 & CN 1676662 A & KR 2005/072672 A	1 - 4, 7