

(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
2009年11月19日(19.11.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/139434 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/34 (2006.01) H01L 21/285 (2006.01)
C23C 14/35 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058976
- (22) 国際出願日: 2009年5月14日(14.05.2009)
- (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 2008-127998 2008年5月15日(15.05.2008) JP
特願 2008-298064 2008年11月21日(21.11.2008) JP
特願 2009-016289 2009年1月28日(28.01.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人山口大学(YAMAGUCHI UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7538511 山口県山口市吉田1677-1 Yamaguchi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 諸橋 信一(MOROHASHI, Shinichi) [JP/JP]; 〒7558611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 国立大学法人山口大学工学部内 Yamaguchi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 英知国際特許事務所(EICHI Patent & Trademark Corp.); 〒1120011 東京都文京区千石4丁目45番13号 Tokyo (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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 (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, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

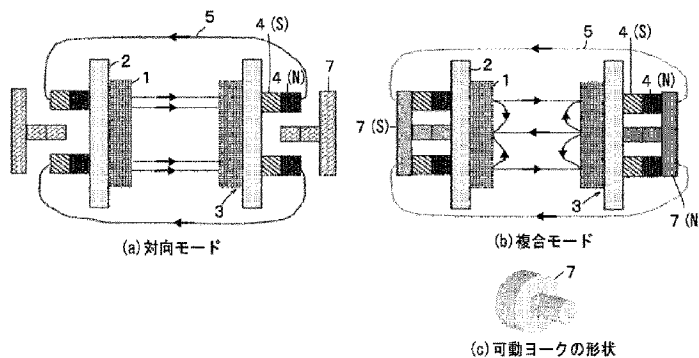
規則 4.17 に規定する申立て:

[続葉有]

(54) Title: SPUTTERING SYSTEM FOR DEPOSITING THIN FILM AND METHOD FOR DEPOSITING THIN FILM

(54) 発明の名称: 薄膜作製用スパッタ装置及び薄膜作製方法

[図1]



(a) FACING MODE
 (b) COMPOUND MODE
 (c) SHAPE OF MOVABLE YOKE

(57) Abstract: Provided are a facing target sputtering system and a method effective for each material wherein the pattern of a magnetic line of force can be varied easily between facing targets, and a plurality of types of sputtering, e.g. facing-mode facing target sputtering, compound-(facing plus magnetron) mode facing target sputtering, and the like, can be carried out easily. A sputtering system for depositing a thin film wherein a pair of target holders (2) each holding a target (1) are arranged so as to face each other, wherein a magnetic pole group consisting of a plurality of magnetic pole elements having at least different directions of magnetic pole is arranged on the back side of each target holder, the magnetic pole element is any of a permanent magnet (4), yokes (7, 8), an electromagnet (13), or a combination thereof, and a flux line pattern control means is provided for varying a flux line pattern (5) between targets arranged opposite to each other by moving at least a part of the magnetic pole elements or varying at least the strength or direction of magnetic field.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2009/139434 A1



- 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則 4.17(ii))
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

対向ターゲット間の磁力線パターンを容易に変化させることができ、簡便に対向モード対向ターゲットスパッタ、複合（対向+マグネトロン）モード対向ターゲットスパッタ等の複数通りのスパッタが可能となり、各々の材料に効果的な対向ターゲットスパッタ装置及び方法を提供する。ターゲット1が配置されたターゲットホルダー2の一对を、ターゲット同士が対向するように配置させた薄膜作製用スパッタ装置であって、各々のターゲットホルダーの裏面側には、少なくとも異なる磁極方向を有する複数の磁極要素からなる磁極群が配置され、磁極要素は、永久磁石4、ヨーク7、8、電磁石13のいずれか、またはその組合せであり、磁極要素の少なくとも一部を移動、または磁界強度及び方向の少なくとも一方を変化させて、対向配置されたターゲット間の磁束線パターン5を変化させる、磁束線パターン制御手段を有する。

明 細 書

発明の名称： 薄膜作製用スパッタ装置及び薄膜作製方法

技術分野

[0001] 本発明は、薄膜単層及び多層構造からなるエレクトロニクス、電子工業、時計工業、機械工業、光学工業において、欠くことのできない重要な薄膜作製用スパッタ装置及び薄膜作製方法に関する。

背景技術

[0002] 薄膜単層及び多層構造からなる電子材料とその応用である電子デバイス作製において、真空状態下での薄膜作製用スパッタ装置は重要である。薄膜作製方法は大きく分けて、蒸着、スパッタ、CVD (Chemical Vapor Deposition) がある。なかでもスパッタは、基板材料の種類を問わずどんな材質の膜でも有毒なガスを使用しないで安全に比較的簡単な装置で薄膜を堆積できることから、各方面において広く使用されている。

[0003] スパッタの原理を以下、概略説明する。真空装置内でプラズマを発生させ、そのプラズマ中のイオンをターゲットに衝突させてターゲット表面の構成原子・分子をはじき飛ばして、基板上に堆積させて薄膜を作製する。スパッタ装置は、衝撃イオン源であるイオン化ガスまたは放電プラズマの発生方法、印加電源の種類、電極の構造から図 18～24 のような各種の方法がある。

[0004] 図 18 に示すイオンビームスパッタはイオン室で形成した照射イオンをスパッタ室へ導出してターゲットをスパッタして薄膜を堆積する。イオンを形成する方法の違いで熱陰極型のカウフマンイオン源、電子サイクロトロン共鳴 (electron cyclotron resonance: ECR) 型の ECR イオン源がある。いずれも Ar 等のイオンビームを引きだしてターゲットに照射してスパッタする方法である。放電時の圧力が 10^{-4} Torr 以下と低くてもスパッタが可能であり、薄膜への放電ガスの混入が少なくスパッタ粒子のもつ運動エネルギーが大きいために表面平滑性の優れた緻密な薄膜形成が可能となるが、薄膜堆積速度が

小さいことが欠点である。

[0005] 図19、図20に示す2極スパッタは、プラズマ内のイオンが陰極降下内で加速されてターゲットを衝撃してスパッタをおこし、対向した基板の上にスパッタされた粒子が飛来して薄膜が形成される。図20において、3はターゲットユニットを表し、その中で、1はターゲット、2はターゲットプレート（ターゲットホルダー）を表す。印加電源の違いにより直流（DC）、交流（RF）スパッタがある。装置構成は簡単なものの、1) プラズマ効率が悪くプラズマを起こすために導入するガス圧力を高くしなければならず、薄膜へのガス混入が大きい、2) プラズマ効率が悪く、結果的に薄膜堆積速度が小さい、3) ターゲット1をイオンガスが衝撃するとき生成される高エネルギーの γ 電子（2次電子）が正対している基板を直撃するために、基板温度が堆積中に数百度にも上昇してしまう、4) ターゲット1と基板が正対しているために、ターゲット1を衝撃したイオンの一部が基板を直撃する（反跳イオン）ために基板へのダメージ及び多成分の薄膜での組成ずれが起こる、等の欠点がある。

[0006] 2極スパッタの欠点を解決するために、マグネトロンスパッタが考案された。図21はその代表的なプレナーマグネトロンスパッタの原理図を示す。図21において、4は磁石を表し、4（N）はN極を、4（S）はS極を表す。また、5は磁束線を表す。印加電源の違いにより直流（DC）、交流（RF）スパッタがある。2極スパッタで述べた、ターゲット1をイオンガスが衝撃するとき生成される高エネルギーの γ 電子は基板直撃による基板温度上昇の大きな原因ではあるが、高エネルギーのためにガスをイオン化してプラズマ放電を維持するため上で重要な役割をしている。そこで、ターゲット裏面に図のように磁石4を配置して湾曲磁界5を形成させ、ターゲット1表面から放出された γ 電子をターゲット表面近くに閉じこめるようにして雰囲気ガスとの衝突回数の増加を図ることによって、1) 雰囲気ガスのイオン化を促進してプラズマ効率を高めること（高速スパッタ）、2) 図のような閉じた移動経路により高エネルギーの γ 電子の基板衝撃による基板温度上昇

を抑制できること（低温スパッタ）、が特徴である。マグネトロン配置により2極スパッタの欠点は大幅に改善されたが、基板とターゲット1が正対しているために、1) 湾曲磁界の一部は閉じずに基板にまで達する可能性があり、そのために γ 電子の基板への入射、2) 反跳イオンの基板への入射を、を完全には抑制することはできない。また、強磁性体をターゲット1にした場合、磁石の磁界が強磁性体の部分を通り γ 電子を閉じこめるのに十分な大きさの磁界がターゲット1表面に印加できないため、強磁性体の低温・高速スパッタが困難、であることも欠点である。しかしながら、構造が比較的簡単で高堆積速度で薄膜形成可能なために、プレーナマグネトロンスパッタは広く使用されている。

[0007] 図22に示す対向モード対向ターゲット式スパッタ（特許文献2, 3参照）は、マグネトロンスパッタのもつ欠点を改善するために考案された。2つのターゲット1が対向する位置にあり、それぞれのターゲット裏面には互いに反対磁極をもつように磁石4が配置されている。雰囲気ガスのイオン化ガスのターゲット衝撃によりターゲット表面から放出された高エネルギーの γ 電子は対向するターゲット間に閉じこめられ高密度プラズマを発生する。基板は対向するターゲットの横のプラズマ外に置かれているために、 γ 電子及び反跳イオンの基板への入射を完全に抑制することができ、低温スパッタが可能となる。 γ 電子を閉じこめることによる高密度プラズマにより、雰囲気ガス圧力を低くしても放電が可能で（ $\sim 10^{-4}$ Torr台）、薄膜への雰囲気ガス混入も小さく、強磁性体のターゲットを用いた場合でも、低温スパッタも可能であるという特徴を持つ。印加電源の違いにより直流（DC）、交流（RF）スパッタがある。

[0008] しかしながら、図21、図22の各々の原理図を比較して判るように、プレーナマグネトロンスパッタではターゲット裏面に配置された磁石4の発生する磁界5は閉じているのに対して、従来型の対向ターゲット式スパッタの場合のターゲット及びターゲット裏面の磁石と発生する磁力線の振舞いから判るように、従来型では対向するターゲット間の向き合う面の磁石の磁極は

反対であるために、そこに発生する磁束線は閉じている。しかしながら図から明らかなように磁石のターゲット反対面は閉じた磁束線を形成できず、磁束線の漏洩が生じる。裏面に磁界が漏洩するということはその分だけ対向するターゲット面間に磁界が廻らないことを意味し、磁石から発生する磁界を有効に対向するターゲット面に導いていないことになり効率のよい磁石の使い方になっていない。この影響を小さくするために、ターゲットと反対側の磁極後ろには漏れ磁界を小さくするために厚い鉄ヨークを設置する必要がある、構造が大きくならざるを得ない欠点がある。対向するターゲット間の磁界はおよそ150~250 Oe（エルステッド）が必要である。対向するターゲット間に大きな磁界を発生させるためにネオジウム磁石を用いるが、先に述べたようにターゲットと反対側の磁極での漏れ磁界の発生から、有効に磁界を導かないために磁石の厚さを厚くしなければならない。しかも鉄ヨークの飽和磁化は有限なので、鉄ヨークをあまり薄くすると磁氣的に飽和してしまい、鉄ヨークの裏面に磁界を漏洩させてしまう。漏洩磁界を小さくするための鉄ヨークの厚みも厚く設計しなければならない。図21で示したマグネトロンスパッタでは磁界は磁石の表及び裏面両方とも閉じているために磁石+鉄ヨークの厚みは60ミリ程度で済むのに対して、従来型の対向モード対向ターゲット式スパッタでは結果的に、磁石+鉄ヨークの厚みは80ミリ程度になってしまうことが、欠点である。

[0009] また、ダメージが小さいことは長所ではあるが、基板との位置関係から、マグネトロンスパッタに比べて堆積速度が大きくとれないことが生産性という観点からは不利となる。堆積速度を上げるために、DCスパッタのための直流電源あるいはRFスパッタのための交流電源の投入電力を増やしていくと、ターゲット中心部にプラズマが集中する傾向があり、投入電力の飽和現象がおこり、堆積速度が飽和して上がらなくなる傾向がある。

[0010] これに対して、図23に示す対向モードとマグネトロンモードを併せた複合モード対向ターゲットスパッタ（特許文献1参照）では、一方のターゲットユニット3裏面には図21のマグネトロンスパッタと同じ磁石4の配置に

、対向するもう片方のターゲットユニット3裏面も同じくマグネトロンスパッタと同じ磁石4の配置に、ただし一方の磁石とは反対磁極になるように磁石4を配置する。なお、6は背面ヨークである。それぞれのターゲット面にはマグネトロンスパッタと同じように湾曲磁界（マグネトロンモード）が形成されると同時に、対向するターゲット間には反対磁極による垂直磁界（対向モード）が形成される。図22の対向モード対向ターゲットスパッタで問題となっていたターゲットホルダー外側の磁束線漏洩は、図23に示すように、反対磁極によって閉じた磁気回路を形成するために、問題ではなくなり、鉄ヨークの厚さも対向スパッタの時と比べて薄く、マグネトロンスパッタの場合と同じくらいの薄さで十分となる。基板と対向する2つのターゲットの位置関係は対向ターゲット式スパッタと同じで、磁界は基板には入射しにくい構造であり、低温スパッタが実現できる。

[0011] 複合モードにあっては、マグネトロンモードと対向モードの磁界形成により、対向モードのみのスパッタで生じていた投入電力を大きくしていったときの堆積速度の飽和が起きにくく、対向モードのみに比べて、堆積速度を格段に大きくとることができるという利点をもつ。

[0012] しかしながら、図24に示すように、ターゲット1が強磁性体の場合、磁石4の磁束線5が強磁性体の部分を通りマグネトロンモードである湾曲磁界がターゲット表面に印加できにくくなるために、対向モードである垂直磁界成分のみとなる。なお、1aは強磁性材料のターゲット、5aは弱い磁束線を表す。磁石の強さが同じだったら、図22に示す対向モード対向ターゲットスパッタに比べて、強磁性ターゲット内にマグネトロンモードである湾曲磁界が埋没する分、強磁性ターゲット間の対向モードの磁界は小さくなる。その分、 γ 電子を閉じこめることによる高密度プラズマによる強磁性体の低温・高速スパッタが、純粋な対向モード対向ターゲットスパッタに比べて不利となる。ループ型磁界の生成の影響により垂直磁界の大きさは、対向モードのみの場合の垂直磁界の大きさに比べて、半分ほどに小さくなるのが磁場シミュレーション結果から判っている。この垂直磁場の減少は、ターゲッ

ト間に γ 電子の閉じこめる効果が、対向モードのみに比べて小さくなる。すなわち、低温スパッタの効果としては、マグネトロンスパッタよりはあがるが、対向モードのみに比べてやや弱くなる。

[0013] 近年の電子素子あるいは光学薄膜は多層薄膜構造をとる場合が殆どであり、真空を破らずに多層薄膜構造を作製することが必要である。しかも、その薄膜材料は磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料など多岐にわたる。図23に示す対向ターゲット式スパッタで多層薄膜構造作製を行うには、図25に示すように多層薄膜の種類別の対向ターゲットカソードを並列に配置しなければならない。図21に示すマグネトロンスパッタでも同様に多層薄膜の種類別のマグネロンカソードを配置することが必要となる。磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料などが混在する多層薄膜構造を同一真空装置内でスパッタで作製する場合に、それぞれの材料に効果的なスパッタ方法で作製することが、高品質な多層薄膜構造作製に求められる。先に記述したように、低温スパッタが実現できるのは、図22で示した対向モード対向ターゲットスパッタ、図23で示した複合モード対向ターゲットスパッタである。

[0014] 種々の材料の多層薄層を形成するには、それぞれ異なるターゲットや、スパッタ条件を選択する必要がある、それぞれ図22に示すような対向ターゲット式スパッタ方式とするか、図21に示すマグネトロンスパッタ方式にするかは別として、図26に示すように多層薄膜の種数ごとに複数のターゲットを並列に並べるか、或いは図27に示すボックス回転式ターゲット（特許文献4参照）等の如き装置を配置しなければならない。

[0015] また、近年、有機EL素子を代表とするディスプレイ素子や太陽電池などの広範囲な分野において、透明導電体を有機フィルム基板上に形成したフレキシブルデバイスが求められている。このためには、熱的にも、物理的にも弱い有機フィルム基板上にスパッタする必要がある、ダメージを与えない、いわゆる低温スパッタ技術が求められる。これは一般に堆積速度の遅い緩やかな堆積を意味することになる。しかし他方で、生産性という観点からは

高速堆積のスパッタ技術が要望されてもいる。

[0016] 高速スパッタを行うためには印加電力を大きくすれば堆積速度は大きくできるが、大きな運動エネルギーをもって、ターゲットからの原子や分子が基板に衝突するため、薄膜や基板にダメージを与えることになる。更に、すでに述べたように、高速スパッタを可能にするマグネトロンスパッタを用いると、発生する γ 電子や反跳ガス（一般にアルゴンガス）により、基板にダメージを与え、基板温度の上昇をまねくし、更に、負イオンの薄膜層への混入を生じるなどの不都合を生じる。このような相反する課題が存在し、その解決策が望まれていたのである。

[0017] 非特許文献1、特許文献5では、下地膜上の透明導電膜作製において、初期成長層を対向ターゲット式スパッタで作製し、残りの膜厚をマグネトロンスパッタで薄膜作製している。どちらのスパッタ方式とも、ターゲットをカソード（陰極）に真空装置側をアノード（陽極）にして電圧を印加してスパッタをおこなっている。薄膜の初期成長層をダメージの小さい対向ターゲット式スパッタで作製し、初期成長層の存在により下地層へのダメージが軽減できることから残りの膜厚をダメージが大きい堆積速度が大きくとれるマグネトロンスパッタで透明導電膜を作製している。対向ターゲット式スパッタのカソードとマグネトロンスパッタのカソード間の基板移動機構も含めて1つのチャンバーに2つのカソード設置と移動のための装置を入れなければならず、チャンバー容積の増大が問題となる。

先行技術文献

特許文献

- [0018] 特許文献1：特開2005-179716
特許文献2：特開平6-17248
特許文献3：特開平5-18291
特許文献4：国際公開2008/149635
特許文献5：特開2007-39712

非特許文献

[0019] 非特許文献1 : ULVACTECHNICAL JOURNAL NO. 64 (2004) pp18-22

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0020] 強磁性材料には対向モード対向ターゲットスパッタ、非強磁性材料には複合モード対向ターゲットスパッタが、効果的な方法であると考えられる。しかしながら、これまでの対向ターゲット式スパッタでは、対向ターゲット間の磁束線パターンを変えるメリットは大きいですが、対向ターゲット間の磁束線パターンを変えることは非常に困難であった。磁石そのものを全交換することが必要である。この事情はマグネトロンスパッタにおいても同様である。そもそも、磁石が作る磁束線パターンを、同一スパッタ装置の同一カソードにおいて、スパッタする材料に応じて磁束線パターンを変える、という概念そのものが無かったのが現状である。磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料などが混在する多層薄膜構造を同一真空装置内でスパッタで作製する場合に、それぞれの材料に効果的なスパッタ方法で作製することが高品質な多層薄膜構造作製に求められるが、従来はそれを解決する装置が無かった。

[0021] 本発明は、前記問題点を解決し、対向ターゲット間の磁束線パターンを容易に変化させることができ、簡便に対向モード対向ターゲットスパッタ、複合（対向+マグネトロン）モード対向ターゲットスパッタ等の複数通りのスパッタが可能となり、各々の材料に効果的な対向ターゲットスパッタ方式を提供することを目的とする。また、低ダメージ性と高速堆積という相反する課題の解決を可能にし、更に真空室内での基板の移動を必要とせず、しかも、複数種類のモードで連続的にスパッタする装置及び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

[0022] 上記課題を解決するため、本発明は以下の構成を有する。

ターゲットが配置されたターゲットホルダーの一对を、前記ターゲット同士が対向するように配置させた薄膜作製用スパッタ装置であって、

各々の前記ターゲットホルダーの前記ターゲットの配置面とは反対の裏面側には、少なくとも異なる磁極方向を有する複数の磁極要素からなる磁極群が配置され、

前記磁極要素は、永久磁石、ヨーク、電磁石のいずれか、またはその組合せであり、

前記磁極要素の少なくとも一部を移動、または磁界強度及び方向の少なくとも一方を変化させて、対向配置された前記ターゲット間の磁束線パターンを変化させる、磁束線パターン制御手段を有する、ことを特徴とする薄膜作製用スパッタ装置。

[0023] また、本発明は以下の構成を有する。

基板上に新たに薄膜を形成するにあたり、対向する一对のターゲット間の極性に従って磁束線を形成させた状態（対向モード）でスパッタを行い、引き続き、対向する一对のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行う、ことを特徴とする薄膜作製方法。

[0024] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記磁極群の各々の磁極要素は、隣り合う磁極要素同士で磁極方向が交互に異なるように配置されている。

[0025] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記磁極群は、異なる磁極方向の磁極要素が同心円状に配置されている。

[0026] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記磁極要素は、永久磁石またはヨークを少なくとも含み、

前記磁極群中の複数の磁極要素の一部又は全部を移動させることにより、対向配置された前記ターゲット間の磁束線パターンを変えることができる。

[0027] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記磁極要素はヨーク及び磁石を少なくとも含み、前記磁石は永久磁石または電磁石であり、

前記ヨークの少なくとも一部は移動可能であり、

前記ヨークの少なくとも一部を移動させることにより、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方から前記ヨークを離間させることが可能である。

[0028] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記ヨークは、

一端が、前記ターゲットホルダーの裏面に接触または近接しており、

他端が、前記磁石の、ターゲット裏面とは反対側の位置している磁極に磁氣的に接続されている。

[0029] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記ヨークが、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方に近接しているときは、前記ターゲット間の磁束線パターンは複合モードであり、

前記ヨークが、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方から離間しているときは、前記ターゲット間の磁束線パターンは対向モードである。

[0030] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記磁極要素は、電磁石を少なくとも含み、

前記電磁石の磁極性及びその強度の少なくとも一方を変化させることを可能とするよう電流の向き及び強さをコントロールするための装置をさらに有する。

[0031] 上記構成は、モードの変換手段として、電磁石を用いたものである。すなわち、電磁石にあっては、コイルに通電する電流の向きを変えることにより、磁石の磁極性を逆転させることができるため、永久磁石のみならず、電磁石部分も含めて、全面的な対向モードとし得る。また対向モードとすることもできる。そのうえ、通電量を変化させることにより、各モードでの強度を変化させ、種々の基板に対応できるし、また薄膜の材質に対しても最適条件を選択し得る。

[0032] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記ターゲットホルダーは、回転軸が同一平面内にある2つ以上の回転可能な多角型ターゲットホルダーであり、

その各面には、それぞれターゲットが設置され、各ターゲットホルダーの少なくとも1つを回転させることによりターゲットの対向する面を形成させるよう構成した。

[0033] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

前記ターゲットホルダーを対向配置させた機構を1つのモジュールとして、真空チャンバー内に1つ以上の前記モジュールを配設した。

[0034] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

多層薄膜構造の薄膜作製方法であって、当該多層薄膜構造の少なくともその最下層の薄膜形成にあたり、まず対向モードでスパッタを行い、引き続き複合モードでスパッタする。

[0035] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

薄膜作製用スパッタ装置を用いた薄膜作製方法であって、

基板上に新たに薄膜を形成するにあたり、前記磁束線パターン制御手段により対向する一対のターゲット間の極性に従って磁束線を形成させた状態（対向モード）でスパッタを行い、初期成長層を形成し、

引き続き、前記磁束線パターン制御手段により対向する一対のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行う。

[0036] また、好ましくは以下の実施態様を有しても良い。

薄膜作製用スパッタ装置を用いた、多層薄膜構造の薄膜作製方法であって、

前記多角柱型ターゲットホルダーの各ターゲットには、異なる材料が配置されており、

少なくとも多層薄膜の最下層の薄膜の形成にあたり、前記磁束線パターン制御手段により対向する一対のターゲット間の極性に従って磁束線を形成さ

せた状態（対向モード）でスパッタを行って初期成長層を形成し、

引き続き、前記磁束線パターン制御手段により対向する一对のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行って薄膜を完成させ、

次いで前記多角柱型ターゲットホルダーを回転させ、異なる種類の薄膜を形成させる。

[0037] なお、前記ヨーク及び前記磁極片は磁性体であれば何でも良いが、通常は鉄が用いられる。

発明の効果

[0038] 本発明は、前記磁極群の高機能的な配置を施すことによって、対向ターゲット間の磁束線パターンを容易に変化させることができ、簡便に対向モード対向ターゲットスパッタ、複合（対向+マグネトロン）モード対向ターゲットスパッタ等の複数モードの対向ターゲットスパッタが可能となり、磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料などが混在する多層薄膜構造を同一真空装置内で対向ターゲットスパッタで作製する場合に、それぞれの材料に効果的な対向ターゲットスパッタ方法が提供でき、高品質な多層薄膜構造作製が可能となる。また、ヨークまたは永久磁石を移動させる態様にあつては、極めてコンパクトな装置となるため、小さい真空装置内で、真空を破ることなく複数のモード、或いは多層薄膜を形成させることが可能となる。

[0039] また、本発明は、基板上に薄膜を形成するにあたり、まず対向モードで薄膜の初期成長層を形成させ、引き続き複合モードで、残りの薄膜を完成させることにより、基板材料や多層薄膜における、先に形成された薄膜層を傷つけることなく、且つ処理時間を短縮して、均質な薄膜形成を行うことができる。更に本発明の特徴は、透明導電材料、磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料など、いかなる材料の基板に対しても適用し得るが、なかでも有機高分子材料の如く、熱的にも物理的にも弱い材料よりなる基板にダメージを与えることなく高速で薄膜を形成させることが可能となる。

[0040] 本発明により、ダメージを与えない低温スパッタを必要としている分野として、有機EL素子のみならず、同じディスプレイに属し、しかも熱に弱いためにダメージを与えることなく透明電極ITOを堆積する必要がある液晶、あるいは厚さが1nm（10億分の1メートル）のトンネルバリアを真ん中に両側を超伝導薄膜で挟み込む原子オーダーの界面制御を必要とする超伝導トンネル接合や、強磁性薄膜でトンネルバリアを挟み込む強磁性トンネル接合、70nmルール（64Gb i t DRAM）以降の半導体リソグラフィ技術として位置づけられている軟X線縮小投影リソグラフィ、或いは物性評価のX線顕微鏡に必要なX線ミラー多層膜、発光ダイオード分野など広範囲な分野の高品質・高性能な電子デバイス作製が可能となる。

図面の簡単な説明

[0041] [図1]実施形態1-1の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、(c)は可動ヨーク形状、を示す。

[図2]実施形態1-2の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、(c)は固定ヨーク及び可動ヨークの形状、を示す。

[図3]実施形態1-3の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、(c)は固定ヨーク及び可動ヨークの形状、を示す。

[図4]実施形態1-4の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図5]実施形態1-5の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図6]実施形態1-6の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図7]実施形態1-7の概略図で、可動ヨークをボックス型ターゲットに適用した例を示す。

[図8]実施形態2-1の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図9]実施形態2-1の概略図で、複合モード対向ターゲットスパッタの磁束線パターンを説明する図。

[図10]実施形態2-2の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図11]実施形態2-3の概略図で、(a)は対向モード対向ターゲットスパッタ、(b)は複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図12]実施形態2-4の概略図で、薄膜作製の一例。

[図13]実施形態2-5の概略図で、対向モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図14]実施形態2-5の概略図で、複合モード対向ターゲットスパッタ、を示す。

[図15]実施形態3-1の、電磁石のコイル通電オンオフによるスパッタモード変換の原理図。

[図16]実施形態3-2の、ボックス回転型多元対向スパッタ装置の原理図。

[図17]実施形態4に用いた装置の原理図である。

[図18]イオンビームスパッタの原理図。

[図19]2極スパッタの原理図。

[図20]2極スパッタの原理図。

[図21]プレナーマグネトロンスパッタの原理図。

[図22]対向モード、対向ターゲット式スパッタの原理図。

[図23]複合モードスパッタの原理図。

[図24]ターゲットに強磁性材料を用いたときの複合モード対向ターゲットスパッタ原理図。(a)は背面ヨーク無しの時の断面図、(b)は背面ヨーク有りの時の断面図、を示す。

[図25]3元対向ターゲットスパッタ原理図。

[図26]種々のモード(システム)を並列に並べて、薄膜形成を行う例の図。

[図27] 多角柱式ターゲットホルダーの原理図。

発明を実施するための形態

[0042] <<実施形態 1 >>

以下、図 1～6 を用いながら、本発明の実施形態の一例である実施形態 1 について説明する。

[0043] マグネトロンモードのスパッタでは、極性の異なる複数の磁極群を用いて磁気回路を形成する場合、異なる極性で磁界の強さが平衡するように磁極群を平衡型配置にするのが一般的である。本発明では、接触または近接した磁石とヨークとからなる磁極群において、外側の輪状の磁石と輪状磁石の中心にヨークを、非平衡マグネトロンモードになるように配置する。非平衡配置にすることにより、対向モード+マグネトロンモードの複合モードにおいて、対向モード分の磁界密度を大きくすることができる。

[0044] 図 1 は、本発明の実施形態 1-1 の例を示す図である。図 1 では、ターゲットの裏面に、接触または近接した磁石とヨークとからなる磁極群において、外側の輪状の磁石と輪状磁石の中心にヨークを、マグネトロンモードになるように配置してある。図 1 において、3 はターゲットユニットを表し、ターゲットユニット 3 はターゲット 1 及びターゲットプレート 2 からなる。ターゲットユニット 3 の裏面には、磁石 4 及び可動ヨーク 7 からなる磁極群が配置されている。4 (N) は磁石 4 の N 極、4 (S) は磁石 4 の S 極、7 (N) は N 極に着磁した可動ヨーク 7、7 (S) は S 極に着磁した可動ヨーク 7 を表す。また、5 は磁束線を表す。対向する各々のターゲットユニット 3 の裏面に配置されている磁石 4 は図のように配置されており、ターゲット 1 間で図のような磁束線 5 が発生する。可動ヨーク 7 は、ターゲット 1 の面に垂直な方向に移動可能である。可動ヨーク 7 が磁石 4 から離間した状態を図 1 (a) に、可動ヨーク 7 が磁石 4 に接触した状態を図 1 (b) に、可動ヨーク 7 形状を図 1 (c) に示す。図 1 (a) では、可動ヨーク 7 が磁石 4 及びターゲットユニット 3 から離間しているため、可動ヨーク 7 は磁気回路にあまり影響を与えずに、磁束線 5 が図のように対向モードになり、対向モー

ド対向ターゲットスパッタ方式として利用できる。図1(b)では、可動ヨーク7が磁石4の裏面側で接触しているため、可動ヨーク7が、N極に着磁7(N)もしくはS極に着磁7(S)する。したがって、可動ヨーク7によりターゲット1の表面で発生する磁界は、隣接する磁石4による磁界と逆方向であり、図1のように可動ヨーク7と磁石4との間で磁束線5が生じる。また、図のように、対向するターゲット1間でも磁束線5が発生する。したがって、マグネロンモード+対向モードの複合モード対向ターゲットスパッタ方式として利用できる。このように、磁極群中の可動ヨーク7を移動させることで、対向するターゲット1間の磁束線5のパターンを変えることができる。

[0045] 図2は、本発明の実施形態1-2の例を示す図である。図2は、ヨーク7、8の一部を移動させる実施形態である。図1ではヨーク全体を移動させたが、図2の実施形態では、ヨークを、可動ヨーク7と固定ヨーク8とに分けて、可動ヨーク7のみを移動させる。可動ヨーク7が前記磁石4から離間した状態を図2(a)に、可動ヨーク7が前記磁石4に接触した状態を図2(b)に、固定ヨーク8と可動ヨーク7の形状例を図2(c)に示す。なお、8(N)はN極に着磁した固定ヨーク8を表し、8(S)はS極に着磁した固定ヨーク8を表す。図2(a)に示す状態は対向モード対向ターゲットスパッタ方式で、図2(b)に示す状態はマグネロンモード+対向モードの複合モード対向ターゲットスパッタ方式である。前記磁極群中のヨークの一部を移動させることで、対向するターゲット間の磁束線のパターンを変えることができる。ヨークの一部のみを移動させるようにすることにより、ヨーク全体を移動させるのに比べて構成が簡単になり得る。

[0046] 図3は、本発明の実施形態1-3の例を示す図である。図3は、ヨーク7、8の一部を移動させる別の実施形態である。可動ヨーク7が前記磁石4から離間した状態を図3(a)に、可動ヨーク7が前記磁石4に接触した状態を図3(b)に、固定ヨーク8と可動ヨーク7の形状例を図3(c)に示す。図3(a)に示す状態は対向モード対向ターゲットスパッタ方式で、図3

(b) に示す状態はマグネトロンモード+対向モードの複合モード対向ターゲットスパッタ方式である。前記磁極群中のヨークの一部を移動させることで、対向するターゲット間の磁束線のパターンを変えることができる。図2との違いはヨークの一部は常にターゲット3の反対側の磁石4と常に接触しており、ヨークの一部の可動の有無による漏洩磁束の影響を小さくできる。

[0047] 図4は、本発明の実施形態1-4の例を示す図である。図4は、図2に示す磁石群と基本的には同じで、磁石4とヨーク7, 8からなる磁極群をマグネトロンモードになるように配置し、可動ヨーク7が前記磁石4から離間した状態を図4(a)に、可動ヨーク7が前記磁石4に接触した状態を図4(b)に示す。図4(a)に示す状態は対向モード対向ターゲットスパッタ方式で、図4(b)に示す状態はマグネトロンモード+対向モードの複合モード対向ターゲットスパッタ方式である。前記磁極群中のヨーク7, 8の一部を移動させることで、対向するターゲット間の磁束線のパターンを変えることができる。図2との違いは、ターゲット側に輪状の磁石の断面積より大きな磁極片9を磁石と接触させて設置して、ターゲット間の磁束線の均一性の向上を図っている。なお、9(N)はN極に着磁した磁極片9、9(S)はS極に着磁した磁極片9を表す。この実施形態により、大型の基板に伴うターゲットサイズの大型化にも対応できる。

[0048] 図5は、本発明の実施形態1-5の例を示す図である。図5は、大型の基板に伴う、ターゲットサイズの大型化にも対応できる別の実施形態を示す。複数の磁石4と固定ヨーク8からなる磁極群をマグネトロンモードになるように配置し、可動ヨーク7が前記磁石4から離間した状態を図5(a)に、可動ヨーク7が前記磁石4に接触した状態を図5(b)に示す。また、それぞれの断面図は、複数の磁石4と固定ヨーク8の配置、及び固定ヨーク8が可動ヨーク7と接触あるいは非接触した時の着磁状態を示す。図5(a)に示す状態は対向モード対向ターゲットスパッタ方式で、図5(b)に示す状態はマグネトロンモード+対向モードの複合モード対向ターゲットスパッタ方式である。前記磁極群中のヨークの一部を移動させることで、対向するタ

ターゲット間の磁束線 5 のパターンを変えることができる。

[0049] 上述の実施形態ではターゲットが正対している例を示したが、これらに限られず、例えば、図 6（本発明の実施形態 1-6）に示すように対向するターゲットのそれぞれを基板と向き合う方向に任意の角度に自由に回転制御することにより、基板の堆積速度を大きくすることができる。

[0050] 図 7 は、実施形態 1-7 を説明する図である。実施形態 1-7 は、特許文献 4 のようなボックス型のターゲットホルダー 2 の背面ヨークの一部を可動ヨーク 7 にした例である。可動ヨーク 7 を磁石 4 及びターゲットホルダー 2 から離間させることによりターゲット 1 間の磁束線パターンを対向モードにすることができ、可動ヨーク 7 を磁石 4 及びターゲットホルダー 2 に接触または近接させることにより磁束線パターンを複合モードにすることができる。なお、このボックス回転型多元対向スパッタでスパッタしている対向面のみ、対向モード→複合モードの変化をさせるが、スパッタしていない他の面の磁束モードはマグネロンモードにして、従来技術で問題となっていたターゲットホルダー外側での磁場の発散を抑制している。図 7 では、ボックス型のターゲットホルダー裏面の磁石及び可動ヨークの配置として図 1 の配置を採用したものであるが、これに限らず、ボックス型のターゲットホルダー裏面の磁石、ヨーク及び磁極片の配置として図 2～図 5 の配置を採用しても良いのは言うまでも無い。

[0051] <<実施形態 2>>

続いて、図 8～14 を用いながら、本発明の実施形態の一例である実施形態 2 について説明する。

[0052] 実施形態 1 では、ヨーク 7 を移動させることにより対向するターゲット 1 間の磁束線パターンを変化させたが、本実施形態では永久磁石を移動させることにより対向するターゲット 1 間の磁束線パターンを変化させる。図 8 及び図 9 は、実施形態 2-1 を説明する図である。図 8 (a) は可動磁石 10 をターゲットプレート 2 から離間させた状態であり、ターゲット 1 間の磁束線パターンは対向モードになり、図 8 (b) は可動磁石 10 をターゲット P

レート2に接触させた状態であり、ターゲット1間の磁束線パターンは複合モードになる。図8(b)では可動磁石10をターゲットプレート2に完全に接触させたが、図9のように可動磁石10とターゲットプレート2との距離を制御することで、複合モードの磁束線パターンや磁界強度をコントロールすることができる。なお、10(N)は可動磁石10のN極、10(S)は可動磁石10のS極を表す。

[0053] 図10は、実施形態2-2を説明する図である。実施形態2-1では、固定磁石4及び可動磁石10は1個ずつであったが、これに限らず、図10のように複数個の組合せでも良い。

[0054] 図11は、実施形態2-3を説明する図である。実施形態2-1ではターゲット1は正対しているが、これに限らず図11のように任意の角度で傾斜していても良い。

[0055] 図12は、実施形態2-1の対向スパッタ装置を用いた薄膜作製方法の一例である、実施形態2-4を説明する図である。図8の対向スパッタ装置を真空チャンバー11の中に配置し、基板12上に薄膜を作製する。まずは、図12(a)のように対向モードで初期成長層を作製し、その後、真空チャンバー11内の真空を維持したまま可動磁石10を移動させて図12(b)のように複合モードにして、初期成長層の上にさらに薄膜を作製する。

[0056] 図13及び図14は、実施形態2-5を説明する図である。実施形態2-5は、特許文献4のようなボックス型のターゲットホルダー2の背面磁石の一部を可動磁石10にした例である。図13は可動磁石10をターゲットホルダー2から離間させて対向モードにした例、図14は可動磁石10をターゲットホルダー2に接触させて複合モードにした例である。なお、スパッタしている対向面のみ、対向モード→複合モードの変化をさせるが、スパッタしていない他の面の磁束モードはマグネトロンモードにして、従来技術で問題となっていたターゲットホルダー外側での磁場の発散を抑制している。

[0057] <<実施形態3>>

続いて、図15~16を用いながら、本発明の実施形態の一例である実施

形態3について説明する。

- [0058] 実施形態3の特徴の一つは、ターゲットホルダーの裏側にある電磁石のコイル通電オンオフにより、対向モードと複合モードの切り換えを行うことが可能な装置を用いることにより、基板を移動させたり、真空状態を破ることなく、薄膜の初期成長を行わせ、引き続き複合モードにより、高速で薄膜形成を完成させることにある。しかもコイルに通電する電流値、すなわち電磁石に印加する磁場の大きさはスパッタで薄膜作製する材料によって最適な値を選択可能になることである。
- [0059] 図15により、本実施形態の概念を説明する。これを実施形態3-1とする。図中ターゲット1及びターゲットホルダー2である。図15では、永久磁石2個、電磁石1個を示したが、交互に複数存在させてもよい。勿論、市松模様状に複数列配置することもできる。ターゲットは、一対が向い合せに存在する。そして、各ターゲットの裏側には、それぞれ永久磁石4及び電磁石13からなる磁極群が設けられている。永久磁石と鉄等の軟磁性材料の芯とその周りに巻かれているコイルから成り立つ電磁石とからなる複数の磁極群が、前記一対のターゲットホルダー各々の裏面に接触又は近接して配置され、対向する磁極群の間で異なる方向の磁束線を発生させるよう異なる磁極の永久磁石及びコイル通電時の電磁石が対向に配置してあり、対向するターゲット間で、磁束線5が発生する状態である。
- [0060] 図15(a)にあつては、電磁石のコイルに電流を流さない状態、所謂通電オフの状態では電磁石は磁石として機能していない状態である。このため、磁束線5は図のように一対のターゲット間に発生し、対向モードを形成する。なお、永久磁石や電磁石の鉄心の形状は一般に筒状および棒状であるが、理解を容易にするため、本明細書では断面形状で示している。
- [0061] 図15(b)では、電磁石のコイル通電オンでも同じターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と同じ極性になるようにコイルに通電し、かつ対向するターゲット間では一連の磁極群間では反対磁極となる対向モードを形成している。コイルに通電する電流値、すなわち電磁石に印加する磁

場の大きさはスパッタで薄膜作製する材料によって最適な値を選択可能である。

[0062] 図15(c)では、ターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるようにコイルに通電し、かつ対向するターゲット間では一連の磁極群間では反対磁極となる複合モードを形成している。コイルに通電する電流値、すなわち電磁石に印加する磁場の大きさはスパッタで薄膜作製する材料によって最適な値を選択可能である。本実施形態では、磁極群において、外側の筒状の磁石と筒状磁石の中心におかれる電磁石を、非平衡マグネトンモードになるように電磁石のコイルに通電することが好ましい態様となる。即ち、磁界強度の絶対値の大きさが外側の輪状磁石の方が、電磁石の作る磁界強度の絶対値より大きくなる非平衡配置にする。こうすることで、対向モード+マグネトンモードの複合モードにおいて、ターゲット間の距離が大きくなっても対向モード分の磁界強度を大きくすることができ、ターゲット間での γ 電子の閉じこめ効果を大きく取ることができる。

[0063] 図15では対向するターゲットは完全に正対した状態で説明しているが、基板への堆積速度を一層大きくするために、対向するターゲットのそれぞれを基板に向き合う方向に任意の角度に自由に回転制御して堆積してもかまわない。

[0064] 更に実施形態3-2として、図16を示す。図16にあつては、ボックス回転型多元対向スパック装置（多角型ターゲットホルダーともいう）を用いる場合である。図に示すように2つの多角型ターゲットホルダーを対向させて用いる。各面に存在するターゲット及びその裏面にある永久磁石及び電磁石はすでに説明した機構と何等異ならない。

[0065] すなわち、回転軸が同一平面内にある2つの回転可能な多角柱型ターゲットホルダー一対が対向して配置され、各面にはそれぞれターゲットが配置された薄膜作製用スパッタ装置であつて、前記ターゲットホルダーの各裏面には一連の永久磁石と電磁石とからなる磁極群が裏面に接触または近接し、かつターゲットホルダー内で磁極群が閉じた磁気回路を構成するように配置さ

れ、かつ対向するターゲットホルダー間で対向する2つの面の各々の裏面に存在する磁極群が互いに反対磁極になるように配置されており、電磁石のコイル通電オフあるいは通電オンでも同じターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と同じ極性になるように電磁石のコイルに通電し、かつ対向するターゲット間の一連の磁極群間では反対磁極となる対向モードのみの対向ターゲット式スパッタで作製し、次に、同じターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるように電磁石のコイルに通電し、かつ対向するターゲット間では一連の磁極群間では反対磁極となる、スパッタモード切替による複合モードの対向ターゲット式スパッタで初期成長層以降の薄膜を作製することを特徴とする薄膜作製方法を行うことができる。コイルに通電する電流値、すなわち電磁石に印加する磁場の大きさはスパッタで薄膜作製する材料によって最適な値を選択可能である。

[0066] すなわち、図16(a)にあっては、対向するターゲットホルダー間の電磁石のコイル通電はオフで対向するターゲットホルダー間の磁束線パターンは対向モードになっている。それ以外の電磁石のコイルは同じターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるように通電し、マグネトロンモードにして、従来技術で問題となっていたターゲットホルダー外側での磁場の発散を押さえて収束させている。

[0067] 図16(b)にあっては、対向するターゲットホルダー間の電磁石は、各々のターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と同じ極性になるように電磁石のコイルに通電し対向するターゲットホルダー間の磁束線パターンは対向モードになっている。それ以外の電磁石のコイルは同じターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるように通電し、マグネトロンモードにして、従来技術で問題となっていたターゲットホルダー外側での磁場の発散を押さえて収束させている。

[0068] 図16(c)にあっては、対向するターゲットホルダー間の電磁石は、各々のターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるように電磁石のコイルに通電し対向するターゲットホルダー間の磁束線パタ

ーンは複合モードになっている。それ以外の電磁石のコイルは同じくターゲットホルダー裏面の一連の磁極群中の永久磁石と反対磁極になるように通電し、マグネトロンモードにして、従来技術で問題となっていたターゲットホルダー外側での磁場の発散を押さえて収束させている。

[0069] 図15に示した例と同じく、コイルに通電する電流値、すなわち電磁石に印加する磁場の大きさはスパッタで薄膜作製する材料によって最適な値を選択可能である。また、磁極群において、外側の筒状の磁石と筒状磁石の中心におかれる電磁石を、非平衡マグネトロンモードになるように電磁石のコイルに通電することが好ましい態様となる。即ち、磁界強度の絶対値の大きさが外側の輪状磁石の方が、電磁石の作る磁界強度の絶対値より大きくなる非平衡配置にする。こうすることで、対向モード+マグネトロンモードの複合モードにおいて、ターゲット間の距離が大きくなっても対向モード分の磁界強度を大きくすることができ、ターゲット間での γ 電子の閉じこめ効果を大きく取ることができる。

[0070] 図16では2つの回転可能な多角型ターゲットホルダーの回転軸は平行であり、対向するターゲットは完全に正対した状態で説明しているが、基板への堆積速度を一層大きくするために、対向するターゲットのそれぞれを基板に向き合う方向に任意の角度に自由に回転制御し得るよう回転可能な多角型ターゲットホルダーの回転軸を同一平面内になるように角度を変えてもよい。

[0071] 図16に示すように、一对の多角型ターゲットホルダーの向かい合う面を、対向モードとして薄膜の初期成長を行う。多角型のターゲットホルダーを用いる利点は、ボックス内の磁束線を隣り合う永久磁石又は電磁石との間で完結し、磁束線の発散を防ぐことができ、一層効率を高めることができること、複数種のターゲットをそれぞれ備えることにより、真空を破ることなく複数種の薄膜を形成させることができること或いは使用によりターゲットが消耗した場合に真空を破ることなくターゲットホルダーを回転させ、新たな面により操作を続けることもできるので、作業能率を著しく向上させること

ができる。

[0072] 実施形態3ではターゲットが正対している例を多く示したが、これらの態様に限られるものではない。更に、本発明において、電磁石の極性を変えること及び磁束線の強弱をつける手段は特に限定されず、電流の方向を逆転させること、電流の量を変化させる手段を用いる。これらの方法はすでに公知の手段が何ら限定されることなく採用し得るものである。

[0073] <<実施形態4>>

続いて、実施形態1～3の装置を用いた、薄膜作製方法の一例である実施形態4について説明する。

[0074] 本実施形態の特徴の一つは、ターゲットの裏側にあるヨークまたは永久磁石を移動させたり、電磁石を制御することにより、対向モードと複合モードの切り換えを行うことが可能な装置を用いることにより、基板を移動させたり、真空状態を破ることなく、薄膜の初期成長を行わせ、引き続き複合モードにより、高速で薄膜形成を完成させることにある。

[0075] 本実施形態において対向モードで薄膜を形成させることが重要である。確かに対向モードでスパッタすることは、堆積速度が遅く、時間的には不利であるが、堆積が穏やかで、下地の基板や先に形成されている薄膜を傷つけることがないし、また基板の熱を上昇させることもない。かくして、一定の初期成長を行わせた後に複合モードにより、高速で薄膜を完成させるのであるが、あらかじめ対向モードで均一な薄膜の下地ができているので、その上に複合モードで堆積しても、ダメージは実質的でないのである。しかし、本発明者の経験から、後半をマグネトロンモードによる堆積は、薄膜中への陰イオンの混入や薄膜表面の荒れ、更には下地との原子の混合などが生じ、好ましくないのである。

[0076] 本実施形態における対向モードでの初期成長はスパッタする材質にもよるので、あらかじめ試行することによって、確認すればよいが、一般には目的とする薄膜の5～30%程度あればよい。

[0077] また、本実施形態のスパッタ方法が好適に使用される薄膜としては、IT

○透明電導膜や SnO_2 薄膜、 ZnO_2 薄膜、 IZO 薄膜、 Nb あるいは Ta ドーピング TiO_2 薄膜などの透明導電性薄膜、或いは Nb 薄膜、 Ta 薄膜、 Al 薄膜などの金属薄膜、 SiO_2 薄膜、 Al_2O_3 薄膜、 MgO 薄膜などの絶縁薄膜、或いは CoFeB 薄膜、 NiFe 薄膜などの強磁性薄膜などである。

[0078] 更には、透明導電性材料、磁性材料、非磁性材料、金属材料、誘電体材料などが混在する多層薄膜構造を同一真空装置内で作成することも可能であり、また、酸化膜、窒化膜等の薄膜を作製するときは、 Ar ガスに最適な量の酸素、窒素ガスを添加して、酸化膜、窒化膜を作製することもできる。

[0079] 以下に本実施形態の具体例として透明導電膜ITO薄膜の製作例を示す。

[0080] 装置の概略図を図17に示す。対向及び複合切替カソードに取り付けた2枚のターゲットのターゲットはいずれも直径100mm Φ 、厚さ5mmで組成は In_2O_3 -10wt% SnO_2 である。スパッタ全圧は0.5Paで Ar に O_2 ガスを微量(O_2 分圧で $0.0\sim 1.0\times 10^{-2}$ Paの範囲)混合した反応性スパッタでITO薄膜を作製する。対向カソードにおいては、DC印加電力は0.6kWで、このときの堆積速度は60nm/minである。この条件で初期成長層として10nm堆積し、基板はそのまま、カソードを対向モードから複合モードに外部切替えて、DC印加電力1.0kWで堆積速度120nm/minで残りの190nmを堆積する。基板移動が必要ないことから、カソードそれぞれに設置するスパッタ用ガス制御機構は Ar 用1つと O_2 用1つの計2つで済む。いずれも基板加熱無しで作製してある。作製したITO薄膜はシート抵抗 $15.3\Omega/\text{sq}$ と良好な値を示した。

[0081] 比較例1として、特許文献4の図25に記載されている1つの真空チャンパーに対向カソードとマグネトロンカソードを設置した方法でのITO薄膜作製方法について説明する。対向カソードに取り付けた2枚のターゲット、マグネトロンカソードに取り付けた1枚のターゲットの、計3枚のターゲットはいずれも直径100mm Φ 、厚さ5mmで組成は In_2O_3 -10wt% SnO_2 である。スパッタ全圧は0.5Paで Ar に O_2 ガスを微量(O_2 分圧で $0.0\sim 1.0\times 10^{-2}$ Paの範囲)混合した反応性スパッタでITO薄膜を作製する。対向カソードにおいては

、DC印加電力は0.6 kWで、このときの堆積速度は60 nm/minである。この条件で初期成長層として10 nm堆積し、基板移動機構によりマグネトロンカソード上に移動させて、DC印加電力0.4 kWで堆積速度180 nm/minで残りの190 nmを堆積する。基板移動が必要なことから、カソードそれぞれに設置するスパッタ用ガス制御機構はAr用1つとO₂用1つを、カソードそれぞれに設置する必要から計4つが必要となる。いずれも基板加熱無しで作製してある。作製したITO薄膜はシート抵抗15.6 Ω/sqと良好な値を示した。

[0082] 次に比較例2として、特許文献4の図27に記載されている1つの真空チャンバーに対向カソードと複合カソードの2つを設置した方法でのITO薄膜作製方法について説明する。対向カソードに取り付けた2枚のターゲット、複合カソードに取り付けた2枚のターゲットの、計3枚のターゲットはいずれも直径100 mmφ、厚さ5 mmで組成はIn₂O₃-10wt%SnO₂である。スパッタ全圧は0.5 PaでArにO₂ガスを微量(O₂分圧で0.0~1.0×10⁻²Paの範囲)混合した反応性スパッタでITO薄膜を作製する。対向カソードにおいては、DC印加電力は0.6 kWで、このときの堆積速度は60 nm/minである。この条件で初期成長層として10 nm堆積し、基板移動機構により複合カソード上に移動させて、DC印加電力1.0 kWで堆積速度120 nm/minで残りの190 nmを堆積する。基板移動が必要なことから、カソードそれぞれに設置するスパッタ用ガス制御機構はAr用1つとO₂用1つを、カソードそれぞれに設置する必要から計4つが必要となる。いずれも基板加熱無しで作製してある。作製したITO薄膜はシート抵抗15.3 Ω/sqと良好な値を示した。

[0083] 本実施形態と比較例の決定的な違いは、同じ薄膜を形成させるにあたって、(1)本実施形態にあつてはチャンバー容積が半分以下となる。(2)本実施形態では基板移動機構が不要である。(3)本実施形態ではスパッタ用ガス制御機構や加熱機構は1台ですむ等、装置のイニシャルコストやランニングコストの大幅な低減が図れる。また、4層構造の薄膜作製を、対向カソ

ードと複合カソードの2つを1セットとして4セット必要とする比較例と、本実施形態のスパッタモード可変機構付ボックス回転型4元対向スパッタで比較すると、チャンバー容積は約1/8以下となり、更なるイニシャルコスト及びランニングコストの低減が図れる。

[0084] 以上、本発明の実施形態の一例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において各種の変更が可能であることは言うまでもない。

符号の説明

- [0085] 1 : ターゲット (ターゲット本体)
- 1 a : 強磁性材料のターゲット
- 2 : ターゲットプレート (ターゲットホルダー)
- 3 : ターゲットユニット
- 4 : 磁石
- 4 (N) : 磁石 (N極)
- 4 (S) : 磁石 (S極)
- 5 : 磁束線
- 5 a : 弱い磁束線
- 6 : 背面ヨーク
- 7 : 可動ヨーク
- 8 : 固定ヨーク
- 9 : 磁極片
- 10 : 可動磁石
- 10 (N) : 可動磁石 (N極)
- 10 (S) : 可動磁石 (S極)
- 11 : 真空チャンバー
- 12 : 基板
- 13 : 電磁石
- 14 : 電流源

請求の範囲

- [請求項1] ターゲットが配置されたターゲットホルダーの一对を、前記ターゲット同士が対向するように配置させた薄膜作製用スパッタ装置であつて、
- 各々の前記ターゲットホルダーの前記ターゲットの配置面とは反対の裏面側には、少なくとも異なる磁極方向を有する複数の磁極要素からなる磁極群が配置され、
- 前記磁極要素は、永久磁石、ヨーク、電磁石のいずれか、またはその組合せであり、
- 前記磁極要素の少なくとも一部を移動、または磁界強度及び方向の少なくとも一方を変化させて、対向配置された前記ターゲット間の磁束線パターンを変化させる、磁束線パターン制御手段を有する、ことを特徴とする薄膜作製用スパッタ装置。
- [請求項2] 前記磁極群の各々の磁極要素は、隣り合う磁極要素同士で磁極方向が交互に異なるように配置されている、
- ことを特徴とする請求項1記載の薄膜作製用スパッタ装置。
- [請求項3] 前記磁極群は、異なる磁極方向の磁極要素が同心円状に配置されている、
- ことを特徴とする請求項1または2記載の薄膜作製用スパッタ装置。
- [請求項4] 前記磁極要素は、永久磁石またはヨークを少なくとも含み、
- 前記磁極群中の複数の磁極要素の一部又は全部を移動させることにより、対向配置された前記ターゲット間の磁束線パターンを変えることができる、
- ことを特徴とする請求項1～3いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置。
- [請求項5] 前記磁極要素はヨーク及び磁石を少なくとも含み、前記磁石は永久磁石または電磁石であり、
- 前記ヨークの少なくとも一部は移動可能であり、

前記ヨークの少なくとも一部を移動させることにより、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方から前記ヨークを離間させることが可能である、

ことを特徴とする請求項 1～4 いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項6]

前記ヨークは、

一端が、前記ターゲットホルダーの裏面に接触または近接しており、

他端が、前記磁石の、ターゲット裏面とは反対側の位置している磁極に磁氣的に接続されている、

ことを特徴とする請求項 5 記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項7]

前記ヨークが、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方に近接しているときは、前記ターゲット間の磁束線パターンは複合モードであり、

前記ヨークが、前記ターゲットホルダーの裏面と前記磁石の少なくとも一方から離間しているときは、前記ターゲット間の磁束線パターンは対向モードである、

ことを特徴とする請求項 6 記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項8]

前記磁極要素は、電磁石を少なくとも含み、

前記電磁石の磁極性及びその強度の少なくとも一方を変化させることを可能とするよう電流の向き及び強さをコントロールするための装置をさらに有する、

ことを特徴とする、請求項 1～7 いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項9]

前記ターゲットホルダーは、回転軸が同一平面内にある 2 つ以上の回転可能な多角型ターゲットホルダーであり、

その各面には、それぞれターゲットが設置され、各ターゲットホルダーの少なくとも 1 つを回転させることによりターゲットの対向する

面を形成させ得るよう構成した、

ことを特徴とする請求項 1～8 いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項10] 前記ターゲットホルダーを対向配置させた機構を 1つのモジュールとして、真空チャンバー内に 1つ以上の前記モジュールを配設した、ことを特徴とする、請求項 1～9 いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置。

[請求項11] 基板上に新たに薄膜を形成するにあたり、対向する一対のターゲット間の極性に従って磁束線を形成させた状態（対向モード）でスパッタを行い、引き続き、対向する一対のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行う、ことを特徴とする薄膜作製方法。

[請求項12] 多層薄膜構造の薄膜作製方法であって、当該多層薄膜構造の少なくともその最下層の薄膜形成にあたり、まず対向モードでスパッタを行い、引き続き複合モードでスパッタする、ことを特徴とする、請求項 11 記載の薄膜作製方法。

[請求項13] 請求項 1～10 いずれか記載の薄膜作製用スパッタ装置を用いた薄膜作製方法であって、

基板上に新たに薄膜を形成するにあたり、前記磁束線パターン制御手段により対向する一対のターゲット間の極性に従って磁束線を形成させた状態（対向モード）でスパッタを行い、初期成長層を形成し、

引き続き、前記磁束線パターン制御手段により対向する一対のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行う、

ことを特徴とする薄膜作製方法。

[請求項14] 請求項 9 記載の薄膜作製用スパッタ装置を用いた、多層薄膜構造の

薄膜作製方法であって、

前記多角柱型ターゲットホルダーの各ターゲットには、異なる材料が配置されており、

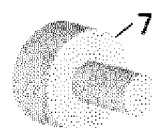
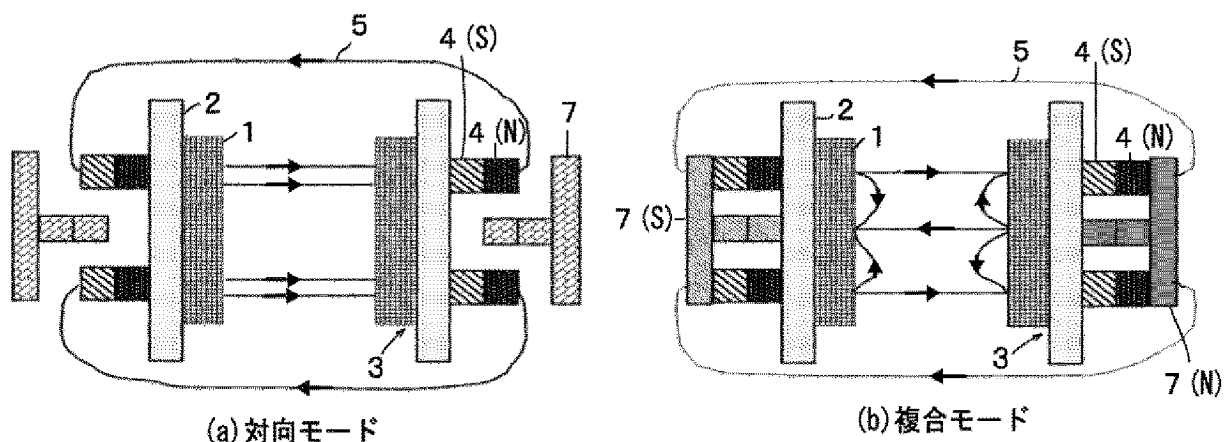
少なくとも多層薄膜の最下層の薄膜の形成にあたり、前記磁束線パターン制御手段により対向する一对のターゲット間の極性に従って磁束線を形成させた状態（対向モード）でスパッタを行って初期成長層を形成し、

引き続き、前記磁束線パターン制御手段により対向する一对のターゲット各々の表面にループ状の磁束線を形成させると共に対向するターゲット間にも磁束線を形成する状態（複合モード）でスパッタを行って薄膜を完成させ、

次いで前記多角柱型ターゲットホルダーを回転させ、異なる種類の薄膜を形成させる、

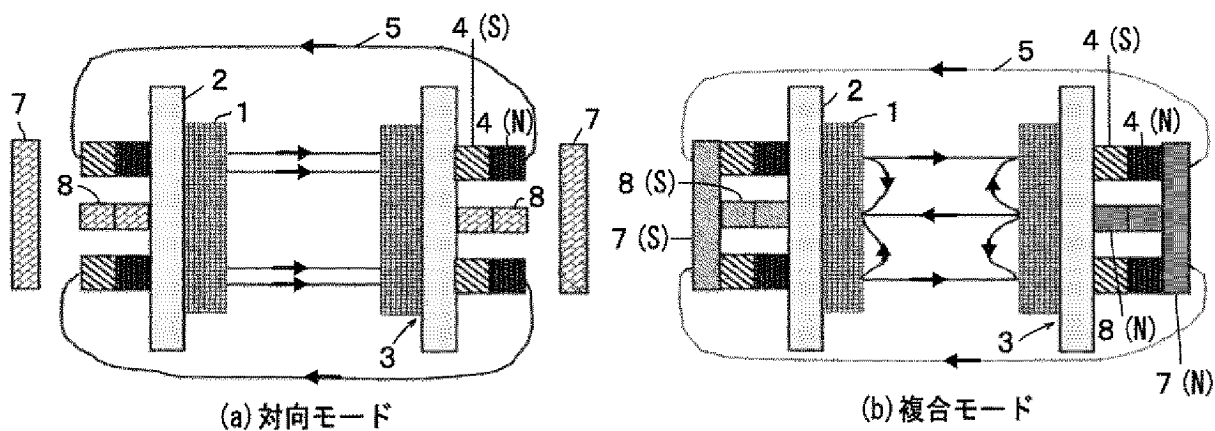
ことを特徴とする薄膜作製方法。

[図1]



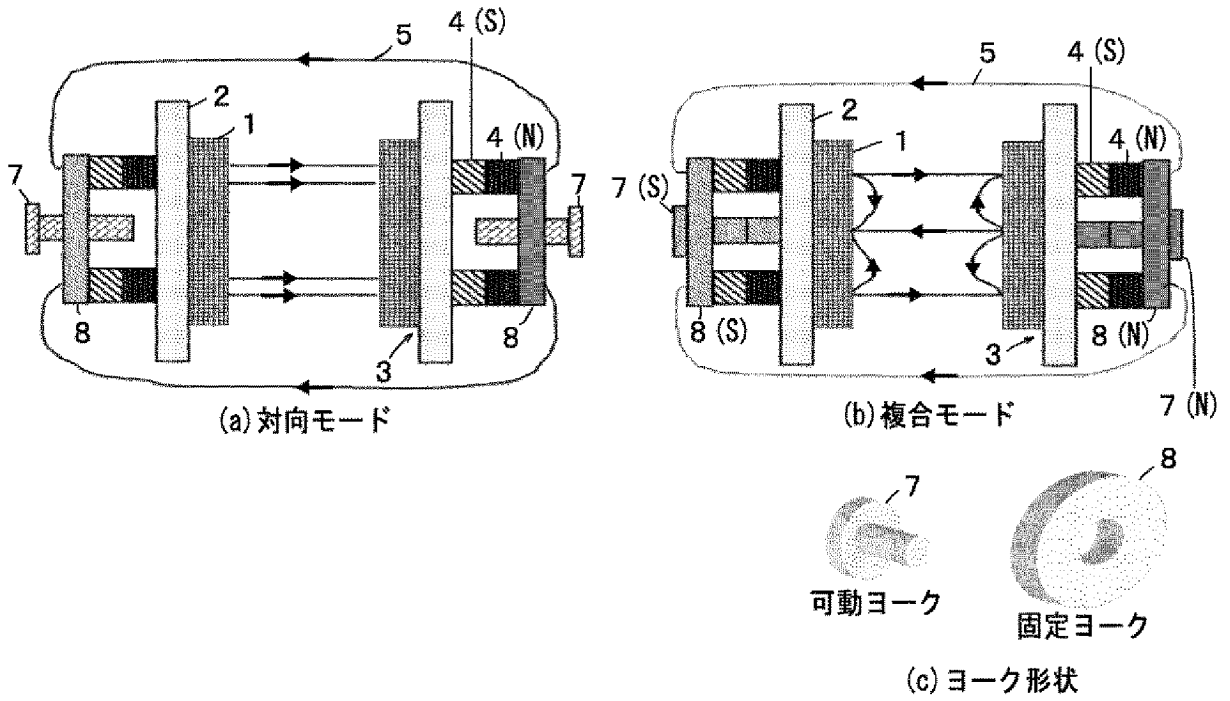
(c) 可動ヨークの形状

[図2]

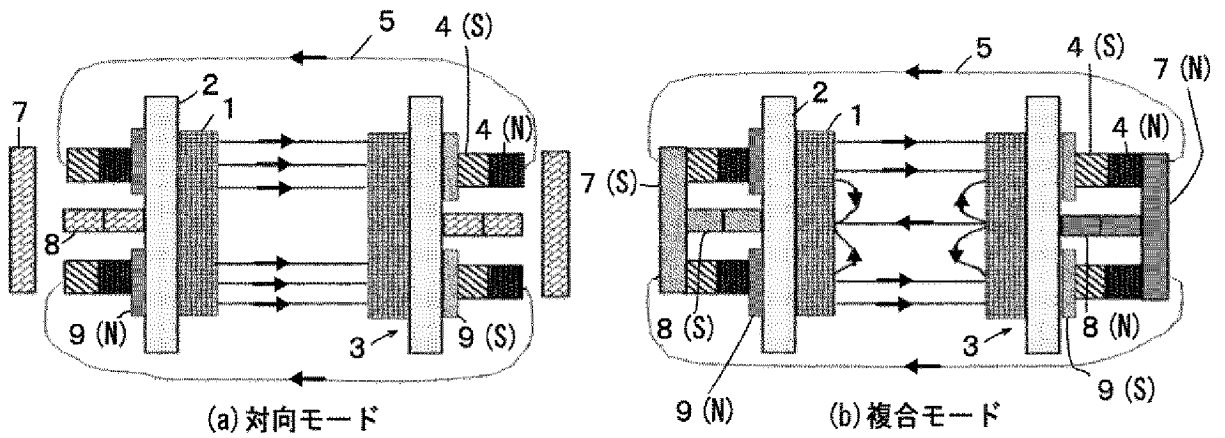


固定ヨーク 可動ヨーク
(c) ヨーク形状

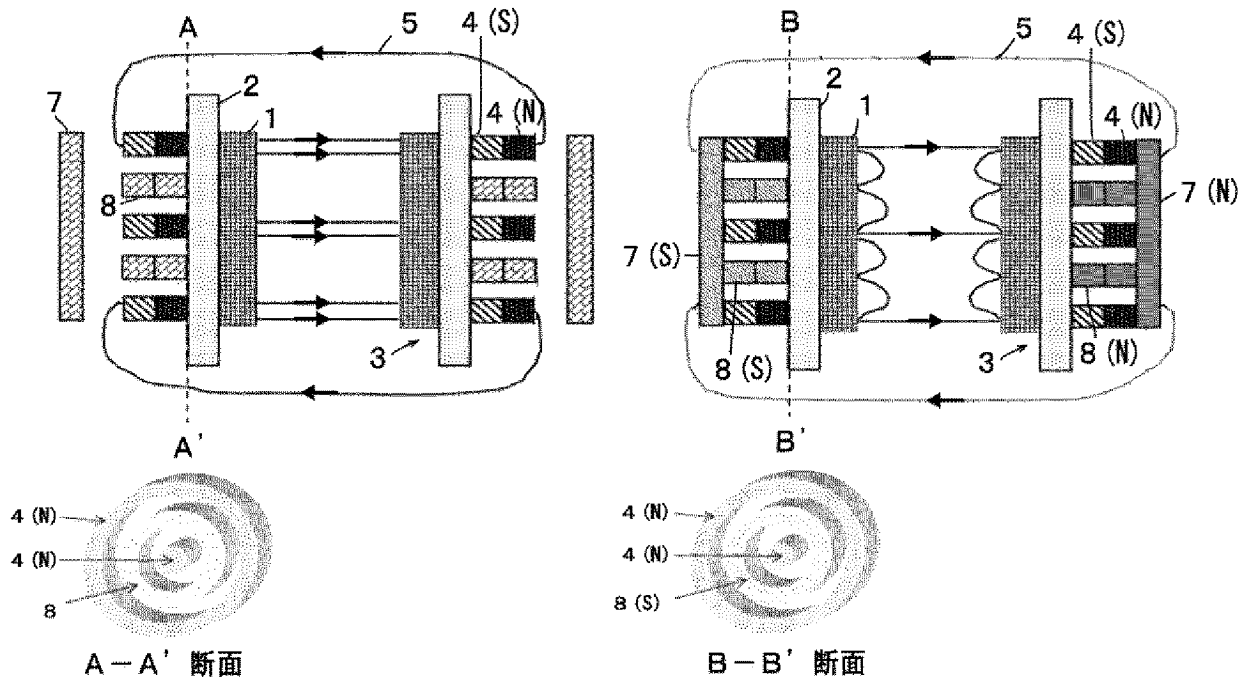
[図3]



[図4]



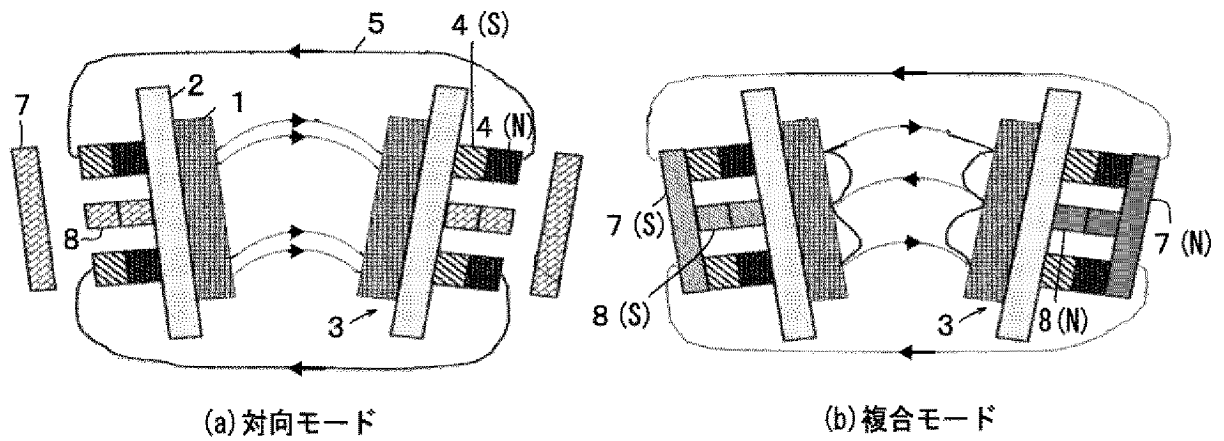
[図5]



(a) 対向モード

(b) 複合モード

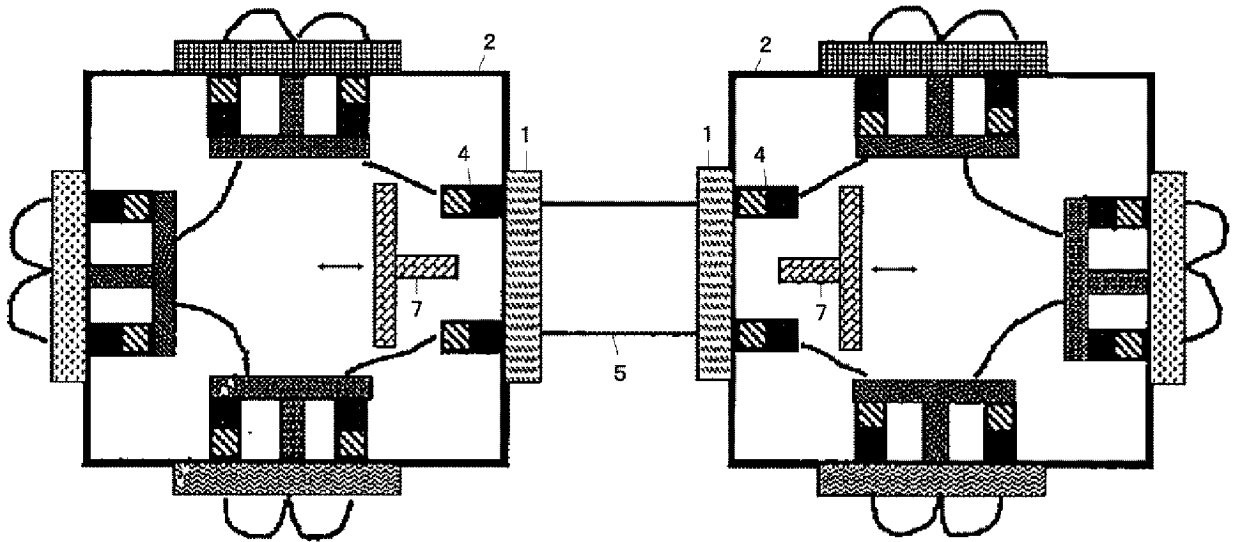
[図6]



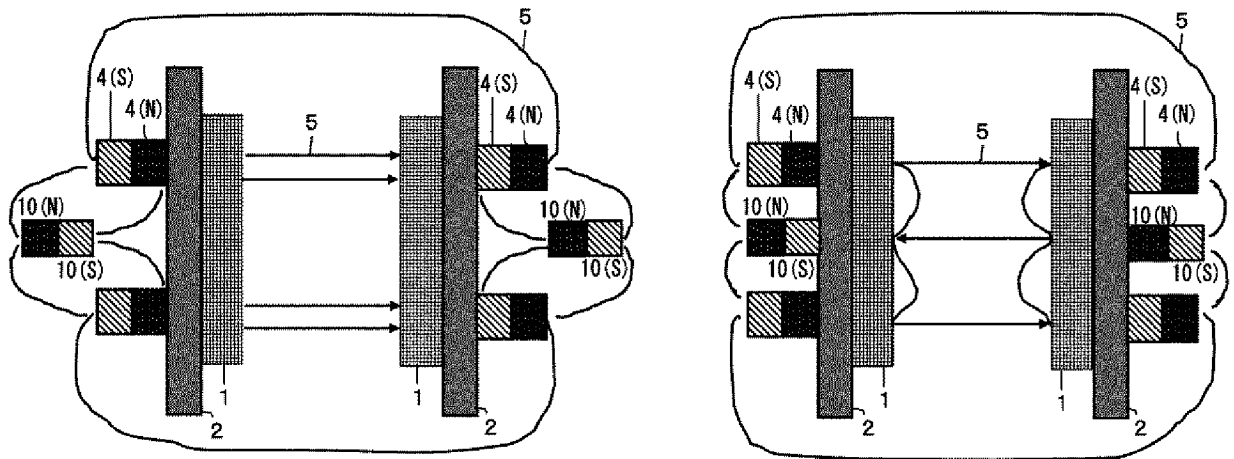
(a) 対向モード

(b) 複合モード

[図7]



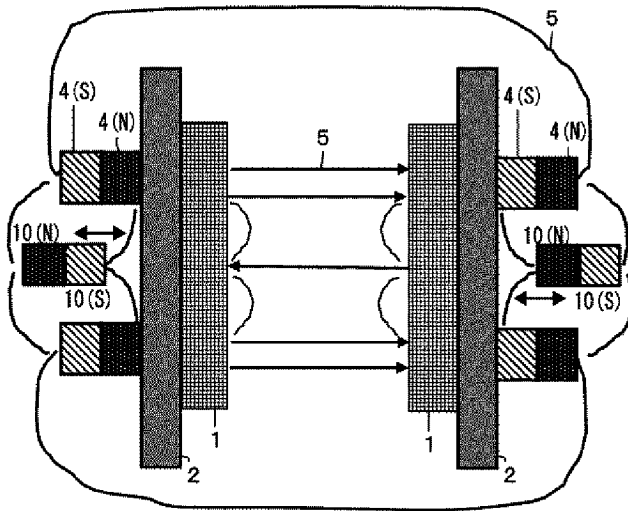
[図8]



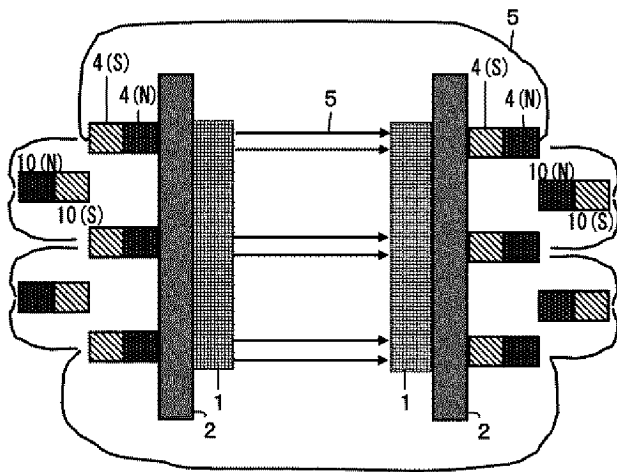
(a) 対向モード

(b) 複合モード

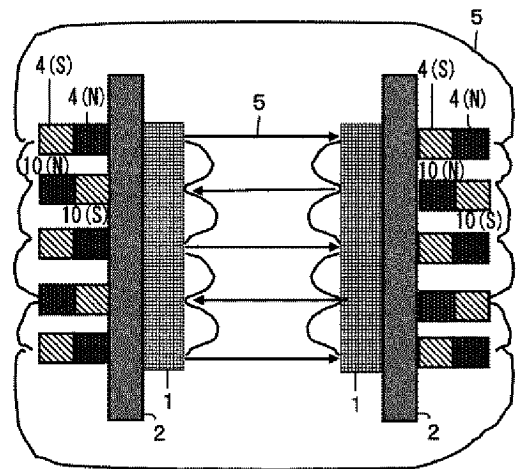
[図9]



[図10]

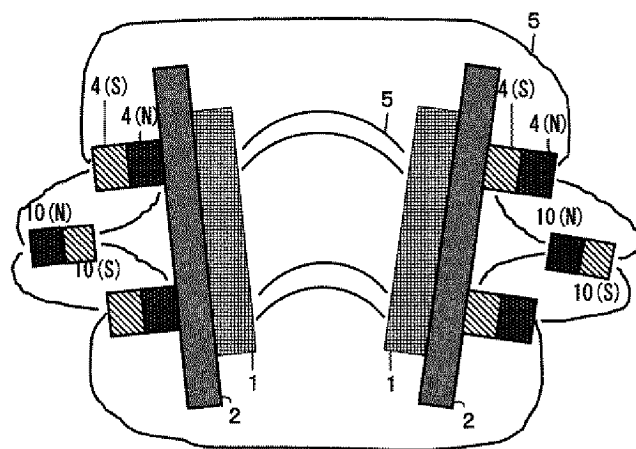


(a) 対向モード

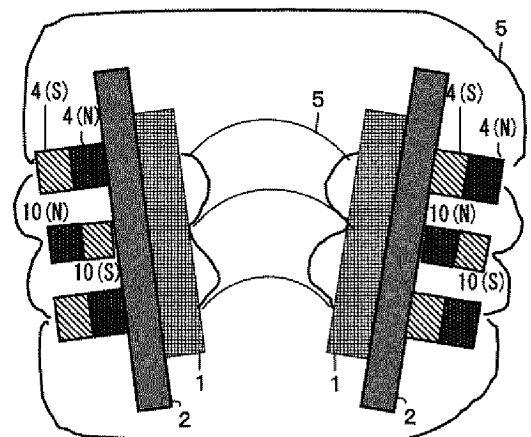


(b) 複合モード

[図11]

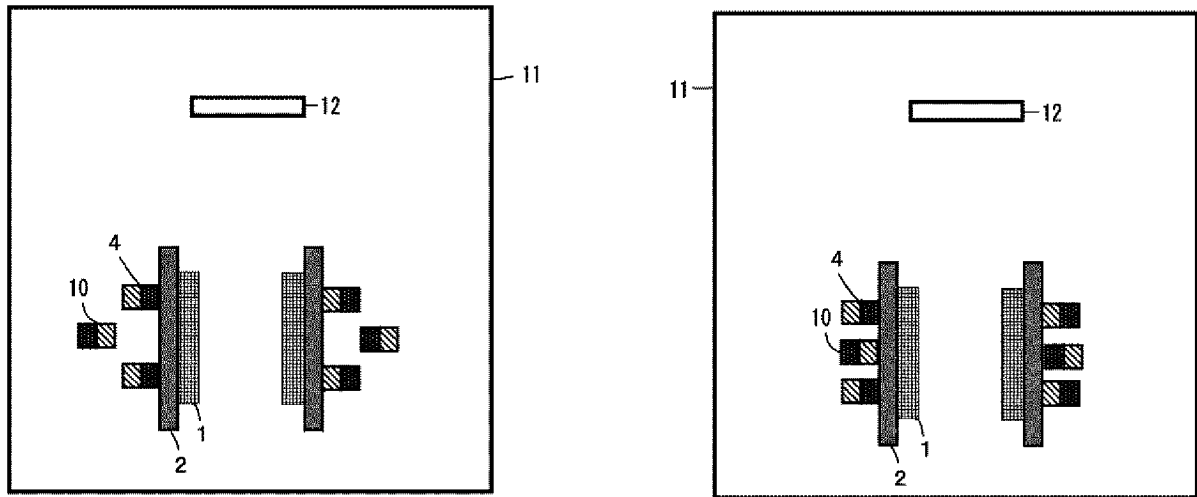


(a) 対向モード



(b) 複合モード

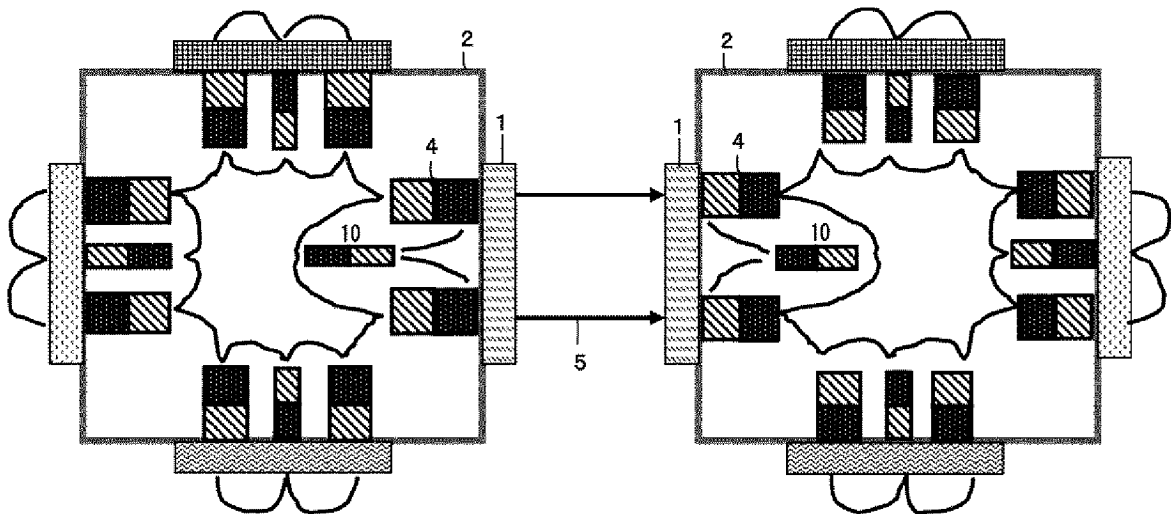
[図12]



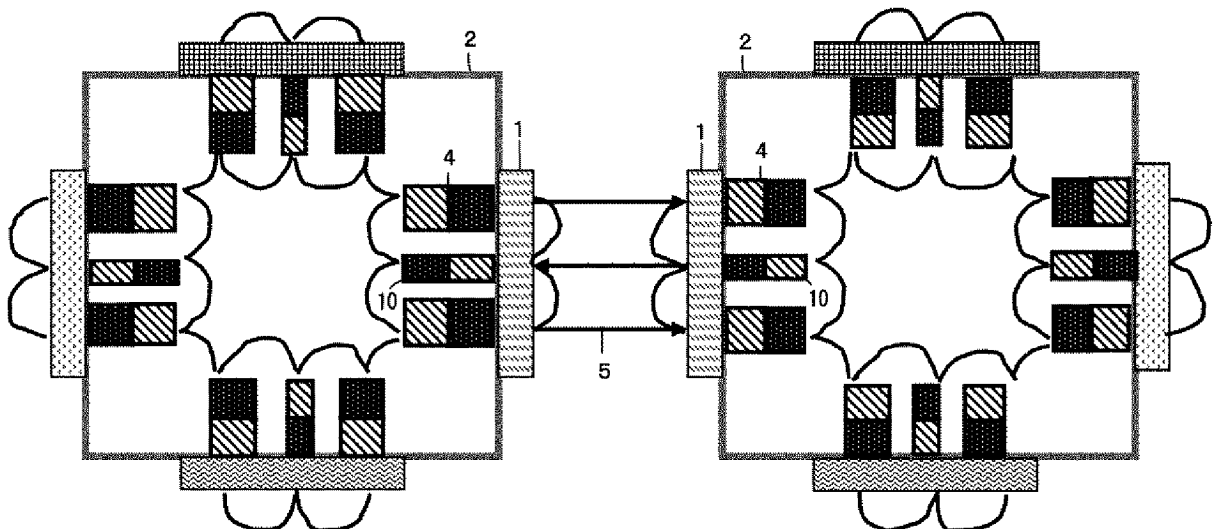
(a) 対向モードでの初期成長層作製

(b) 複合モードでの初期成長層以降の薄膜作製

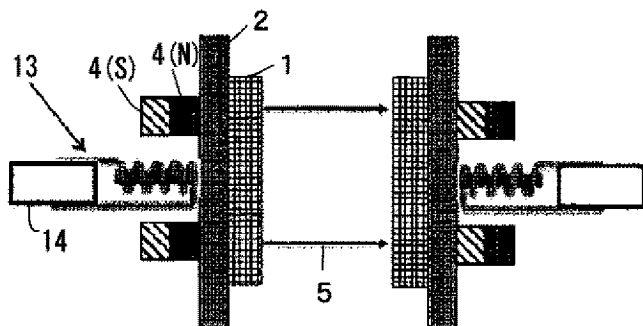
[図13]



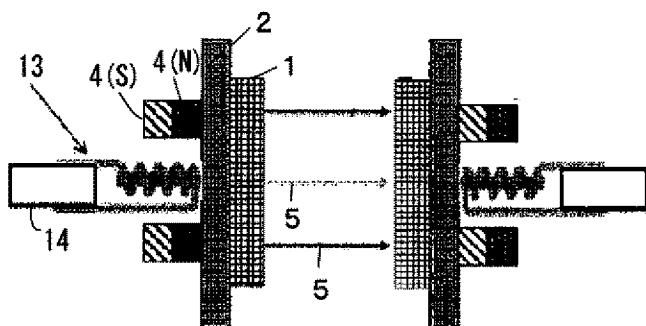
[図14]



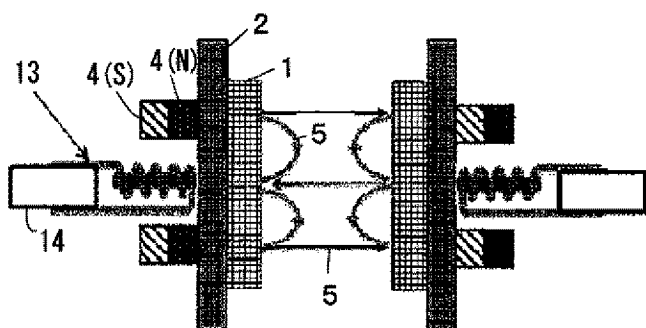
[図15]



(a) 電磁石：コイル通電オフ（対向モード）

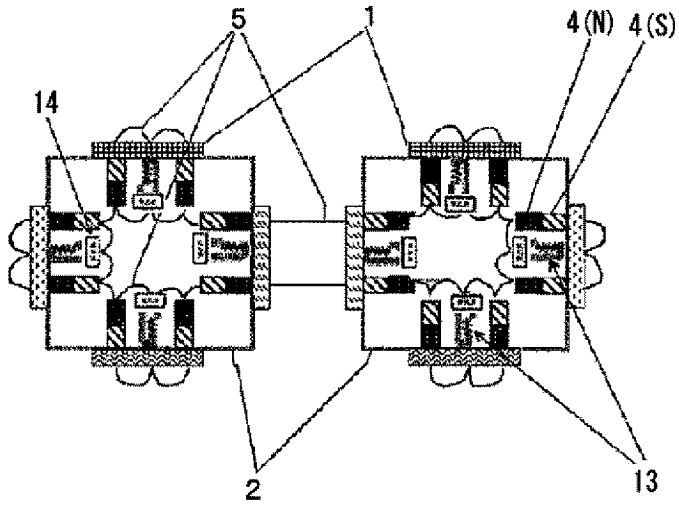


(b) 電磁石：コイル通電オン（対向モード）

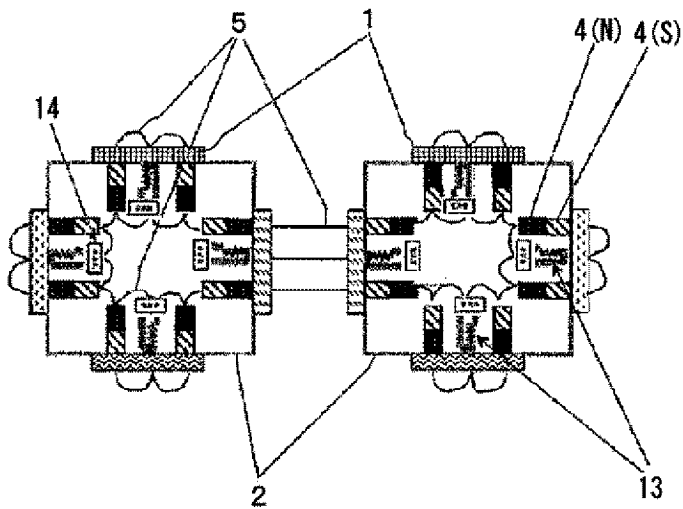


(c) 電磁石：コイル通電オン（複合モード）

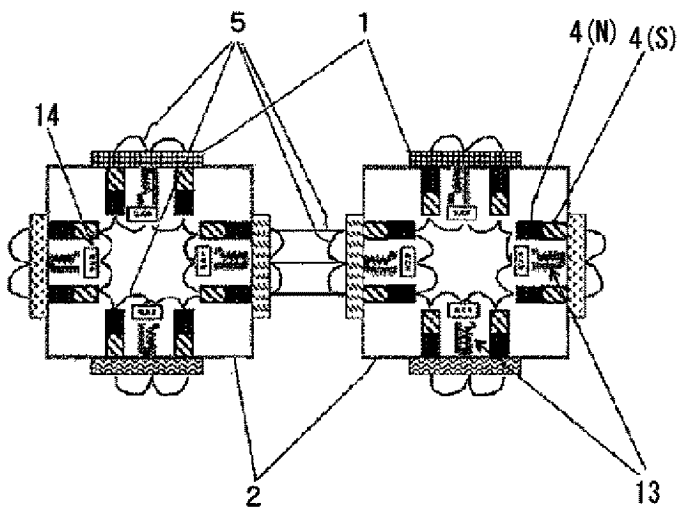
[図16]



(a) 電磁石：対向するコイル通電オフ（対向モード）
他のコイル通電オン

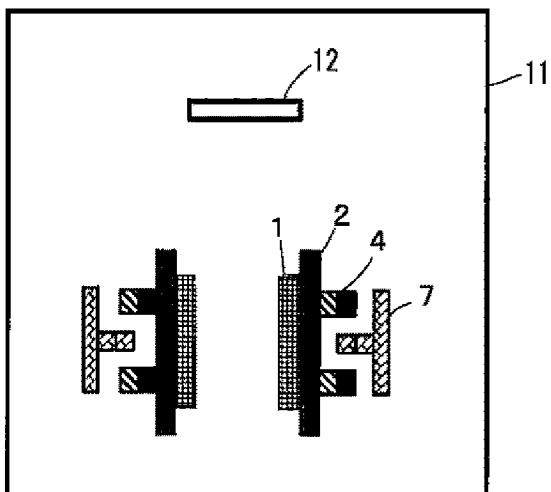


(b) 電磁石：対向するコイル通電オン（対向モード）
他のコイル通電オン

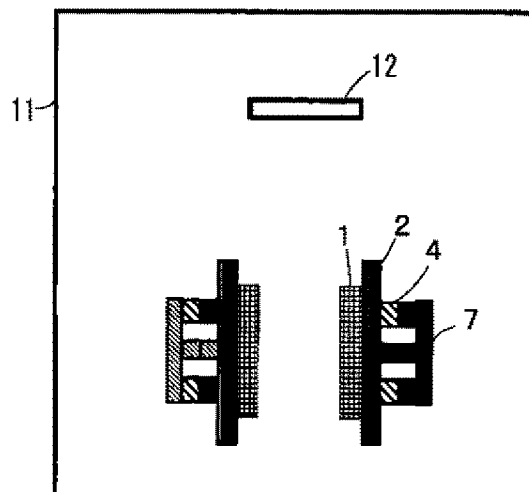


(c) 電磁石：対向するコイル通電オン（複合モード）
他のコイル通電オン

[図17]

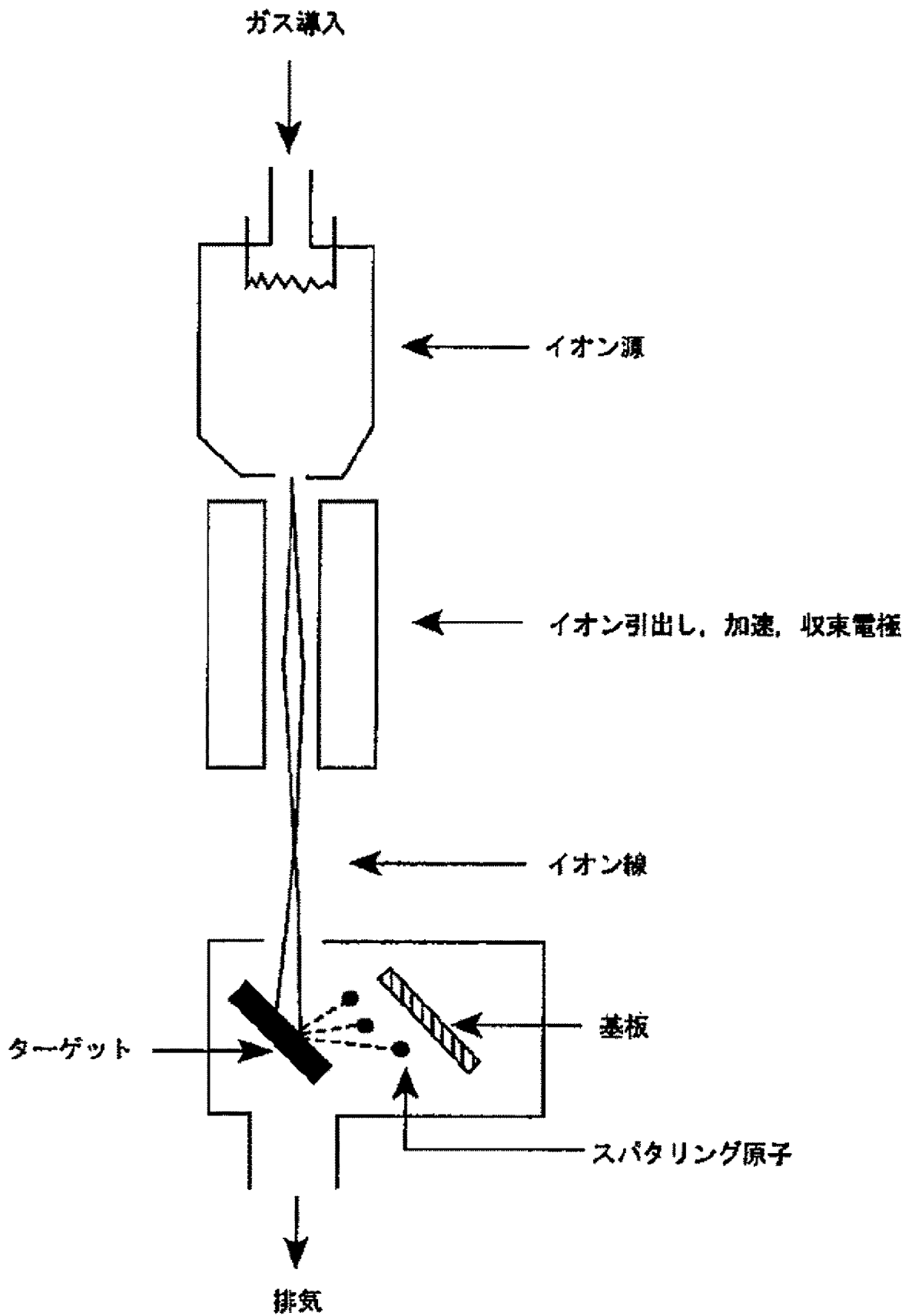


a) スパッタモード切替機能付き対向ターゲット式スパッタ
対向モードでのITO初期成長層作製

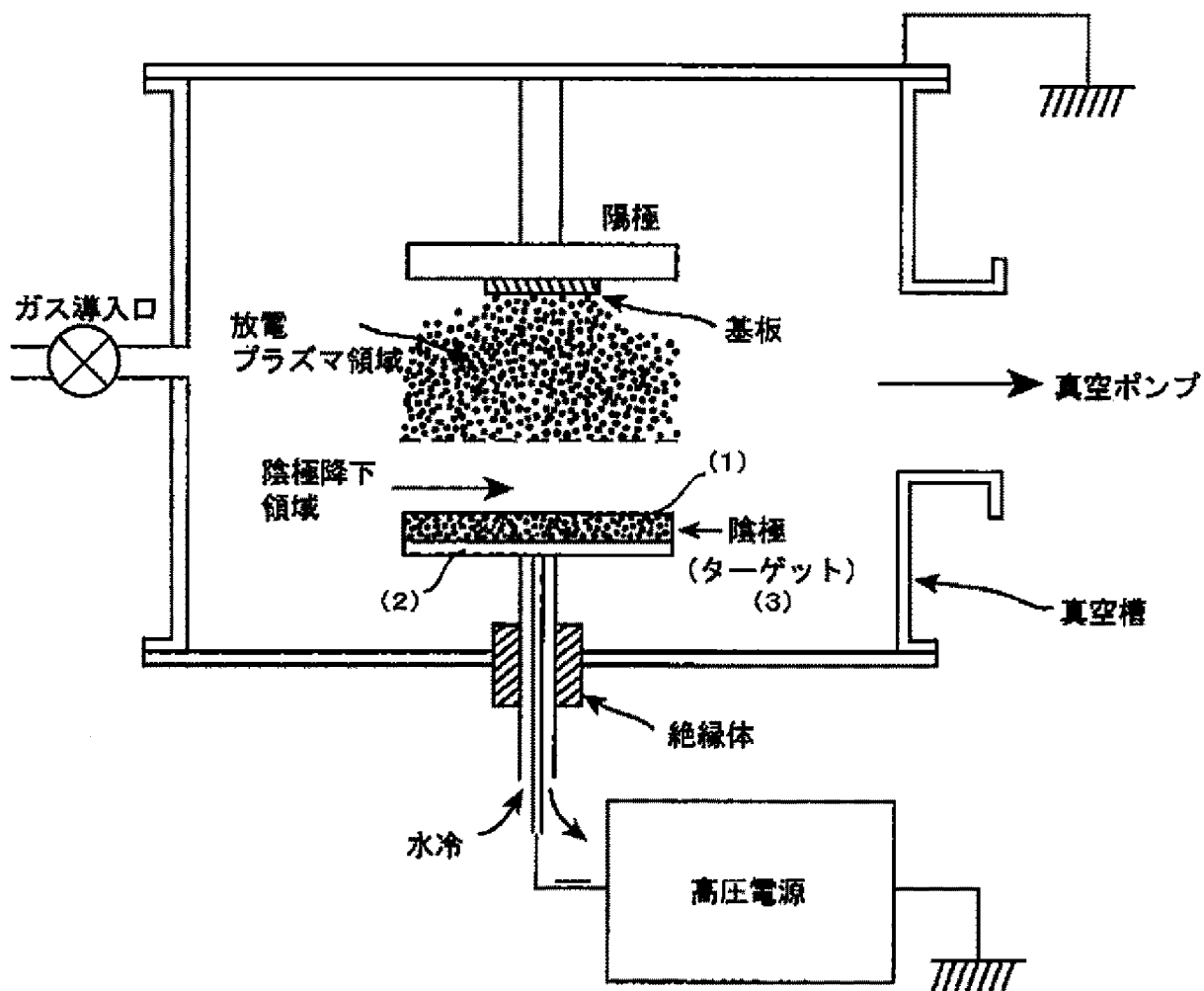


b) スパッタモード切替機能付き対向ターゲット式スパッタ
複合モードでのITO初期成長層以降の薄膜作製

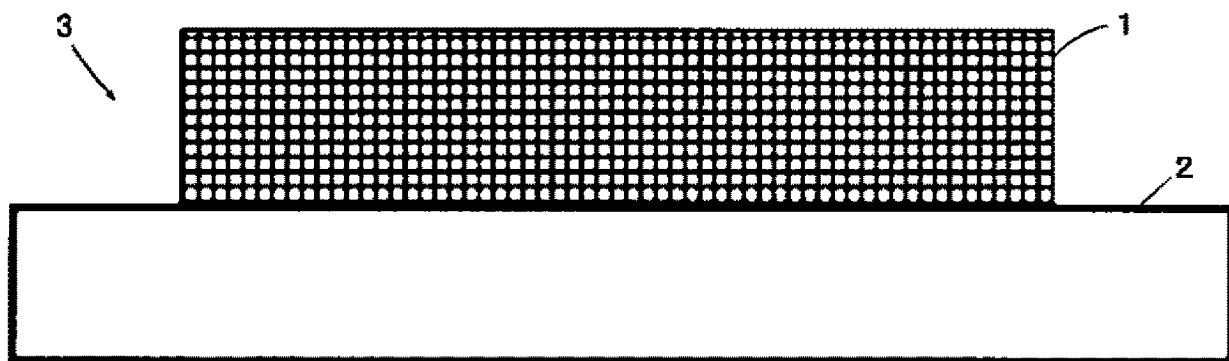
[図18]



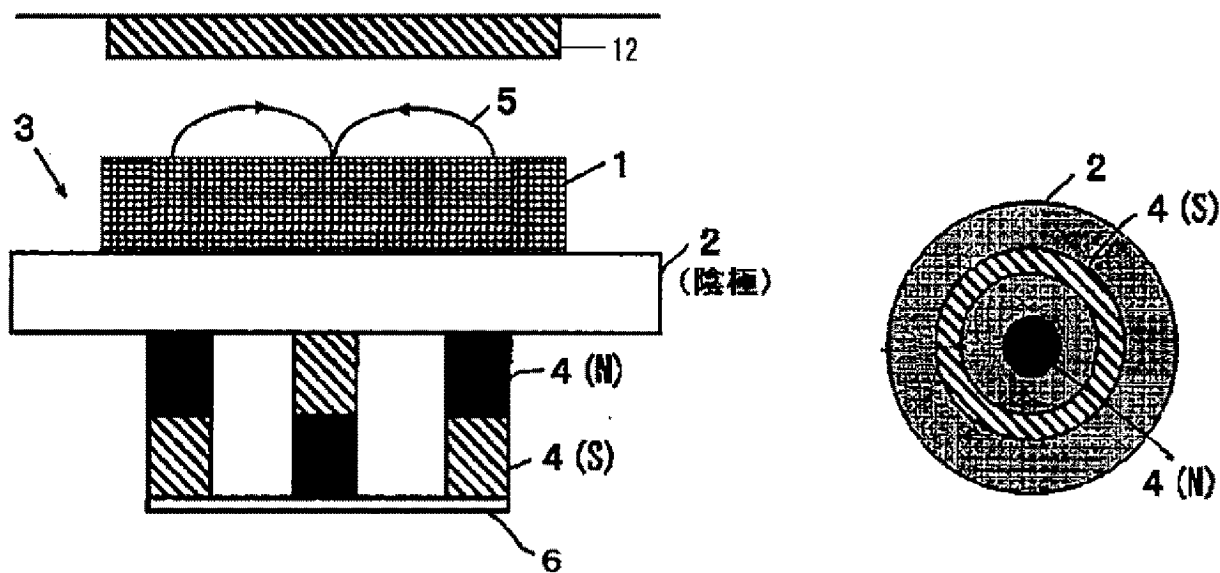
[図19]



[図20]



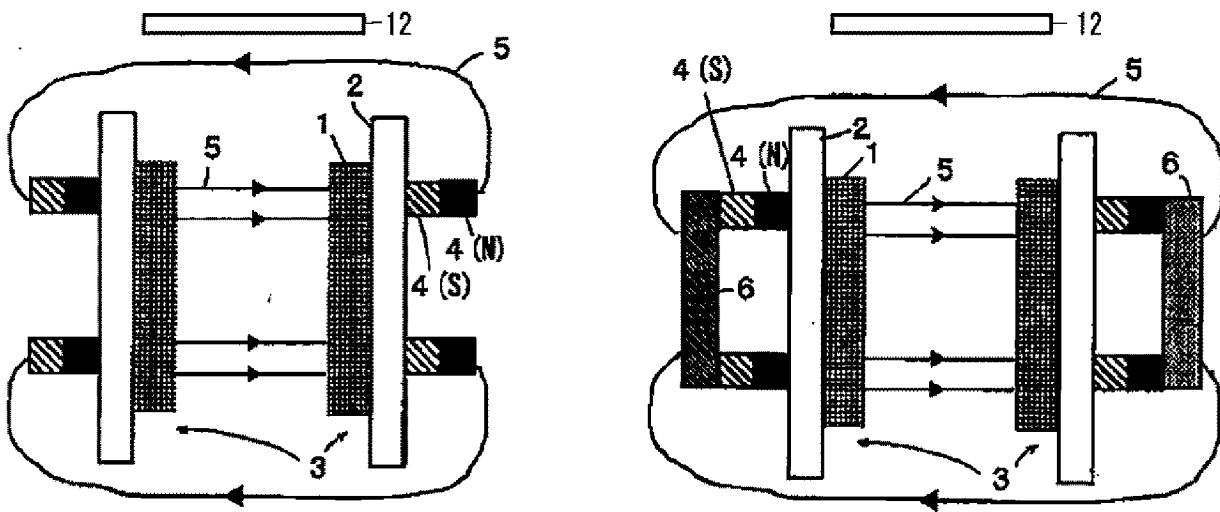
[図21]



(a) 断面図

(b) 真下からの外観図

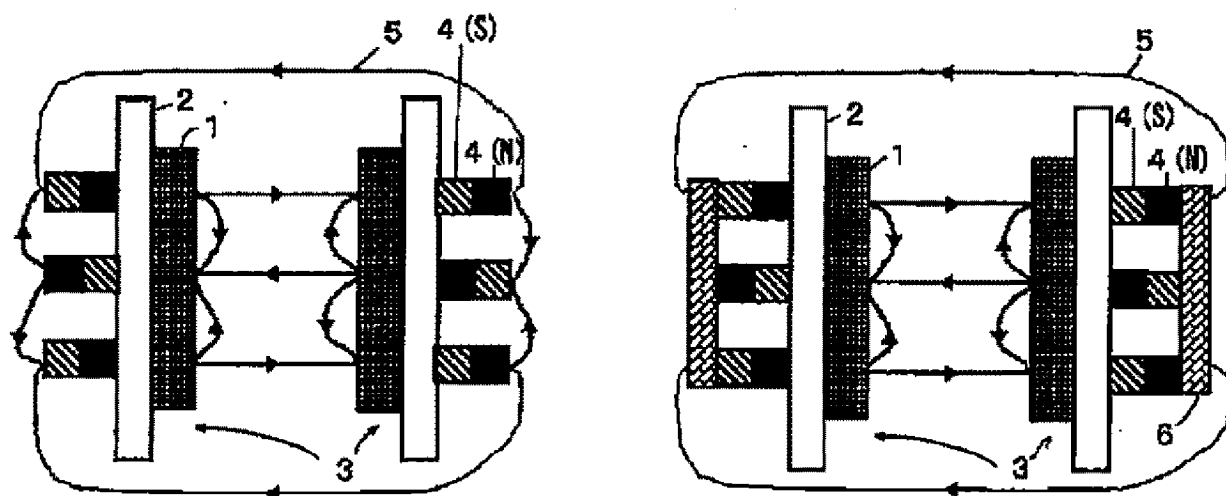
[図22]



(a) 背面ヨーク無しの場合

(b) 背面ヨーク有りの場合

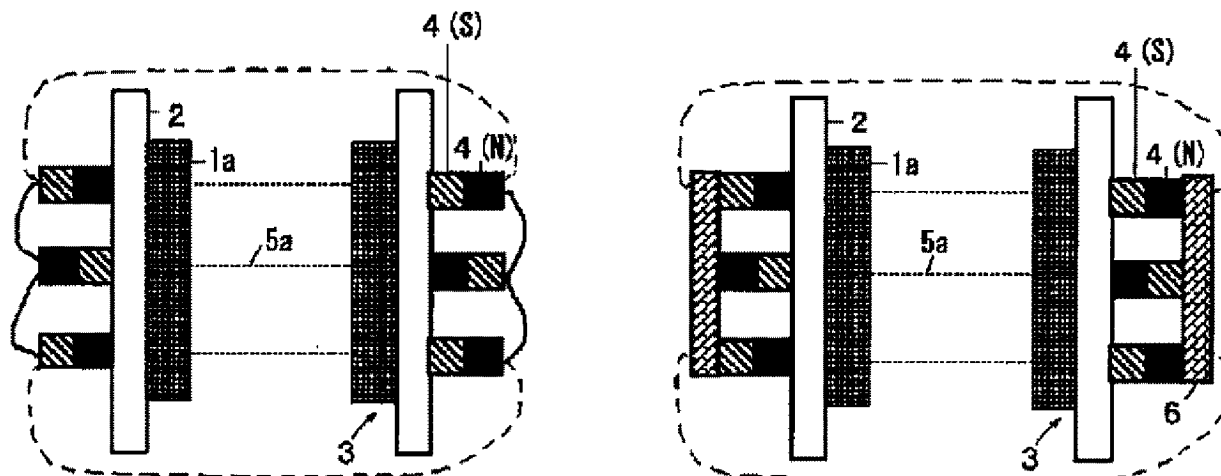
[図23]



(a) 背面ヨーク無しの場合

(b) 背面ヨーク有りの場合

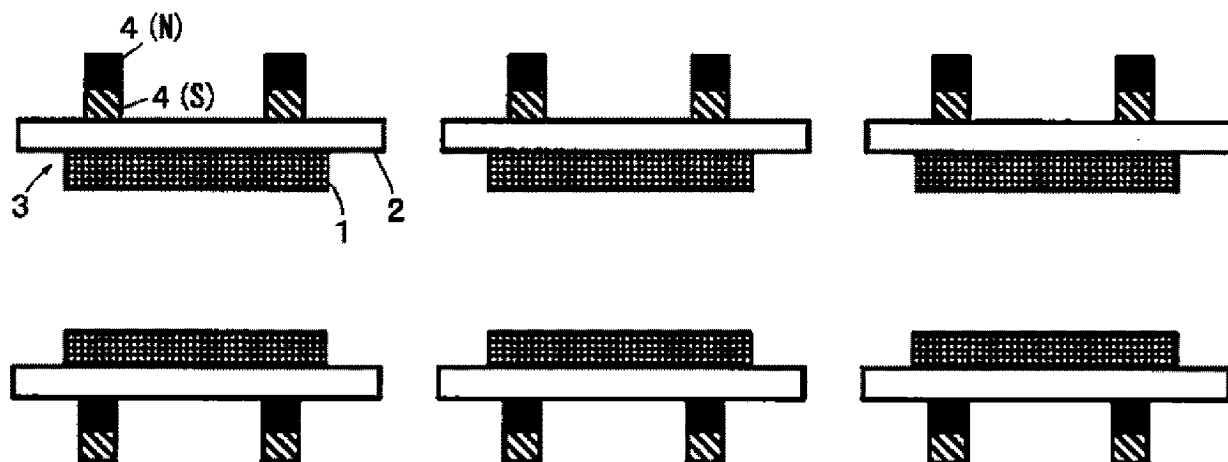
[図24]



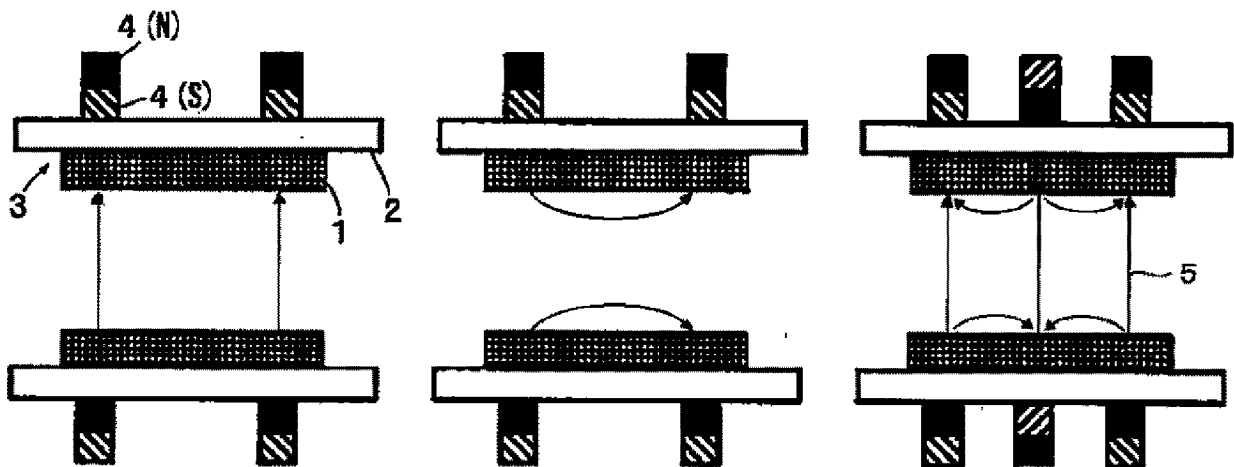
(a) 背面ヨーク無しの場合

(b) 背面ヨーク有りの場合

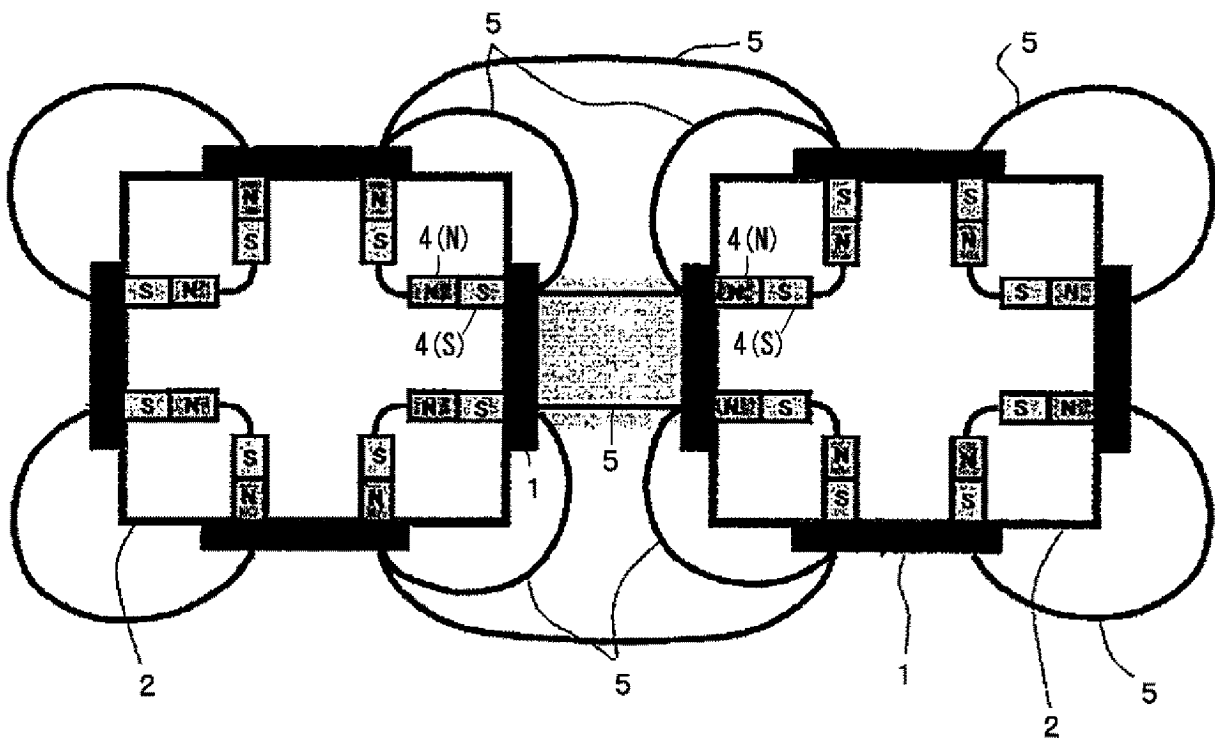
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/058976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C23C14/34(2006.01) i, C23C14/35(2006.01) i, H01L21/285(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)
C23C14/34, C23C14/35, H01L21/285

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 A	JP 3-240944 A (Masahiko NAOE), 28 October, 1991 (28.10.91), Claims; examples; Fig. 2 (Family: none)	1-4, 10 6, 7, 9, 11-14
Y A	WO 2007/010798 A1 (Ulvac, Inc.), 25 January, 2007 (25.01.07), Claims; examples; Figs. 4(b), 5 & US 2008/0210546 A1 & EP 1905865 A1	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14
Y A	JP 2002-363742 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 December, 2002 (18.12.02), Claims; examples (Family: none)	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 May, 2009 (29.05.09)	Date of mailing of the international search report 14 July, 2009 (14.07.09)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058976

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-273628 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 03 October, 2000 (03.10.00), Claims; examples (Family: none)	1-5,10 6,7,9,11-14
Y A	JP 5-214527 A (Hitachi, Ltd.), 24 August, 1993 (24.08.93), Claims; examples (Family: none)	1-5,10 6,7,9,11-14
X A	JP 63-277756 A (Canon Inc.), 15 November, 1988 (15.11.88), Claims; examples (Family: none)	1,2,8,10 6,7,9,11-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C23C14/34(2006.01)i, C23C14/35(2006.01)i, H01L21/285(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 (IPC)) Int.Cl. C23C14/34, C23C14/35, H01L21/285										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2009年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2009年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2009年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2009年	日本国実用新案登録公報	1996-2009年	日本国登録実用新案公報	1994-2009年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2009年									
日本国実用新案登録公報	1996-2009年									
日本国登録実用新案公報	1994-2009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 A	JP 3-240944 A (直江正彦) 1991.10.28, 特許請求の範囲、実施例、 第2図 (ファミリーなし)	1-4, 10 6, 7, 9, 11-14								
Y A	WO 2007/010798 A1 (株式会社アルバック) 2007.01.25, 特許請求の 範囲、実施例、図4 (b)、図5 & US 2008/0210546 A1 & EP 1905865 A1	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14								
Y A	JP 2002-363742 A (松下電器産業株式会社) 2002.12.18, 特許請求 の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 29.05.2009	国際調査報告の発送日 14.07.2009									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 亀代 陽子 電話番号 03-3581-1101 内線 3416	4G 3946								

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
Y A	JP 2000-273628 A (松下電器産業株式会社) 2000. 10. 03, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14
Y A	JP 5-214527 A (株式会社日立製作所) 1993. 08. 24, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1-5, 10 6, 7, 9, 11-14
X A	JP 63-277756 A (キヤノン株式会社) 1988. 11. 15, 特許請求の範囲、実施例 (ファミリーなし)	1, 2, 8, 10 6, 7, 9, 11-14