

(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2005-298895
(P2005-298895A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl.⁷
C23C 14/24

F I
C 2 3 C 14/24

テーマコード (参考)
4 K O 2 9

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-116380 (P2004-116380)
(22) 出願日 平成16年4月12日 (2004.4.12)

(71) 出願人 000231464
株式会社アルバック
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地
(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100106666
弁理士 阿部 英樹
(74) 代理人 100102875
弁理士 石島 茂男
(72) 発明者 川村 裕明
千葉県山武郡山武町横田523 株式会社
アルバック千葉超材料研究所内

最終頁に続く

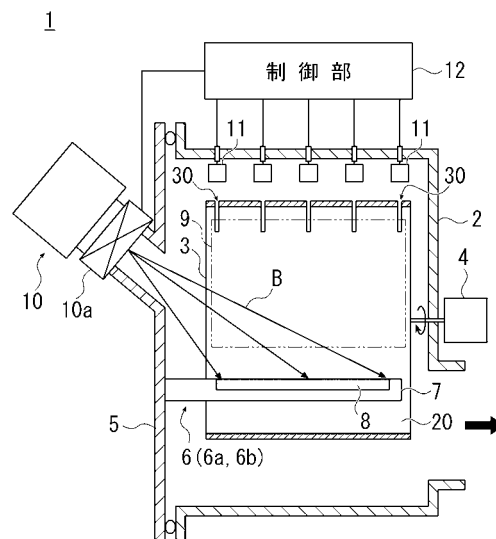
(54) 【発明の名称】 真空蒸着方法及び真空蒸着装置

(57) 【要約】

【課題】 蒸着材料の捕集効率を大幅に高めるとともに、装置のメンテナンス時間及び成膜時間の短縮が可能な真空蒸着技術を提供する。

【解決手段】 本発明は、真空中において、円筒形状に形成された捕集基板3の内側に二つの蒸発源6 a、6 bを配置し、捕集基板3をその回転軸を中心として回転させつつ捕集面20に対して蒸着を行う。捕集基板3に、複数のスリット30を設け、スリット30を通過する蒸着材料8の蒸気流80の量を膜厚計11で検出し、その結果に基づいて蒸着材料8の蒸発量を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空中において、湾曲形状の捕集面を有する捕集基板を、蒸発源の周囲を取り囲むように配置し、前記捕集基板を当該捕集面に沿う方向に移動させつつ当該捕集面に対して蒸着を行う工程を有する真空蒸着方法。

【請求項 2】

ほぼ円筒形状に形成された前記捕集基板の内側に前記蒸発源を配置し、当該捕集基板をその回転軸を中心として回転させつつ当該捕集基板の内側の捕集面に対して蒸着を行う請求項 1 記載の真空蒸着方法。

【請求項 3】

金属又は金属化合物からなる複数の蒸着材料を用い、前記捕集基板の捕集面上に積層膜を形成する工程を有する請求項 1 又は 2 のいずれか 1 項記載の真空蒸着方法。

【請求項 4】

前記金属は、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta 又はこれらの混合物からなり、前記金属酸化物は、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta 若しくはこれらの混合物の酸化物、窒化物又は酸窒化物からなる請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の真空蒸着方法。

【請求項 5】

真空槽と、
前記真空槽内に配置された蒸発源と、
前記真空槽内において前記蒸発源を取り囲むように配置された湾曲形状の捕集面を有する捕集基板と、
当該捕集基板を所定の方向に移動させるための移動機構とを有する真空蒸着装置。

【請求項 6】

前記捕集基板がほぼ円筒形状に形成されるとともにその回転軸を中心として回転するように構成され、
前記蒸発源が前記捕集基板の内側に配置されている請求項 1 記載の真空蒸着装置。

【請求項 7】

前記蒸発源が、異なる蒸着材料を収容可能な複数の蒸発源を有している請求項 5 又は 6 のいずれか 1 項記載の真空蒸着装置。

【請求項 8】

前記捕集基板に、当該蒸着材料を通過させるための開口部が設けられるとともに、前記真空槽内に、当該開口部を通過する蒸着材料の蒸気流の量を検出する膜厚測定部が配設され、さらに、当該膜厚測定部において得られた結果に基づいて当該蒸着材料の蒸発量を制御する制御機構を有している請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項記載の真空蒸着装置。

【請求項 9】

前記捕集基板に前記開口部が複数設けられるとともに、前記膜厚測定部が当該開口部に対応して複数配設されている請求項 8 記載の真空蒸着装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、真空蒸着によって基板上に成膜を行う真空蒸着方法及び真空蒸着装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の真空蒸着装置においては、真空槽内において、蒸発源に対向して平面状の捕集基板を設けるようにしている（例えば特許文献 1 参照）。

【0003】

図 5 は、従来真空蒸着装置の一例を示す概略構成図である。

図 5 に示すように、この真空蒸着装置 101 においては、真空槽 102 内に、蒸発源 1

10

20

30

40

50

03と、ホルダー104に取付けられた平面状の捕集基板105とを備えている。

【0004】

この従来技術においては、真空槽102内を所定圧力に真空排気した後、蒸発源103の蒸着材料を電子ビーム加熱、レーザー加熱、抵抗加熱、誘導加熱などの手段で蒸発することにより、蒸発源103に対向した位置に設けられた捕集基板105上に所定の蒸着材料の薄膜を成膜する。

【0005】

図6は、2種類の材料からなる積層膜を成膜する用途に供された従来の蒸着装置の一例を示す概略構成図である。

図6に示すように、この真空蒸着装置201においては、真空槽202内に、2種類の蒸発源203、204と、回転するホルダー205に取付けられた平面状の捕集基板206とを備えている。

【0006】

この真空蒸着装置201においては、真空槽201内を所定圧力に真空排気した後、捕集基板206を第1の蒸発源203に対向する位置に配置し、蒸発源203の蒸着材料を電子ビーム加熱、レーザー加熱、抵抗加熱、誘導加熱などの手段で蒸発させる。

【0007】

次に、モーター207を回転させ、捕集基板206を第2の蒸発源204に対向する位置に移動して蒸発源204の蒸着材料を同様に蒸発させる。

そして、これらの作業を繰り返すことにより、捕集基板206上に2種類の材料からなる積層膜を成膜する。

【0008】

図5及び図6の装置において、捕集基板105、206上で±10%以内の膜厚均一性を得るには、蒸発源103、203、204の面積が十分小さいと仮定すると、蒸発源103、203、204から捕集基板105、206を見込む立体角は30°以内としなければならない。

【0009】

このため、蒸発源103、203、204からの蒸気流の大部分108、208は成膜に寄与しない。この場合、計算上では全蒸着材料10%程度が成膜に寄与するにすぎない。

【0010】

このように、従来技術においては、蒸発源から蒸発した材料の大部分が基板上で捕集されず、蒸着装置の内壁や防着板などに付着することになり蒸着材料の捕集効率が著しく低いという欠点があった。

【0011】

また、従来技術では、捕集基板以外に付着した蒸着材料の除去作業(メンテナンス作業)に多くの時間が費やされるため装置の稼働率が低く、結果として成膜時間が長くなるという欠点もあった。

【0012】

【特許文献1】特開平9-228032号公報

【特許文献2】特開平8-225939号公報

【特許文献3】特開平7-109570号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、このような従来の技術の課題を解決するためになされたもので、蒸着材料の捕集効率を大幅に高めるとともに、装置のメンテナンス時間及び成膜時間の短縮が可能な真空蒸着技術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】

【0014】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するためになされた請求項1記載の発明は、真空中において、湾曲形状の捕集面を有する捕集基板を、蒸発源の周囲を取り囲むように配置し、前記捕集基板を当該捕集面に沿う方向に移動させつつ当該捕集面に対して蒸着を行う工程を有する真空蒸着方法である。

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、ほぼ円筒形状に形成された前記捕集基板の内側に前記蒸発源を配置し、当該捕集基板をその回転軸を中心として回転させつつ当該捕集基板の内側の捕集面に対して蒸着を行うものである。

請求項3記載の発明は、請求項1又は2のいずれか1項記載の発明において、金属又は金属化合物からなる複数の蒸着材料を用い、前記捕集基板の捕集面上に積層膜を形成する工程を有するものである。

10

請求項4記載の発明は、請求項1乃至3のいずれか1項記載の発明において、前記金属は、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta又はこれらの混合物からなり、前記金属酸化物は、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta若しくはこれらの混合物の酸化物、窒化物又は酸窒化物からなるものである。

請求項5記載の発明は、真空槽と、前記真空槽内に配置された蒸発源と、前記真空槽内において前記蒸発源を取り囲むように配置された湾曲形状の捕集面を有する捕集基板と、当該捕集基板を所定の方向に移動させるための移動機構とを有する真空蒸着装置である。

請求項6記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記捕集基板がほぼ円筒形状に形成されるとともにその回転軸を中心として回転するように構成され、前記蒸発源が前記捕集基板の内側に配置されているものである。

20

請求項7記載の発明は、請求項5又は6のいずれか1項記載の発明において、前記蒸発源が、異なる蒸着材料を収容可能な複数の蒸発源を有しているものである。

請求項8記載の発明は、請求項5乃至7のいずれか1項記載の発明において、前記捕集基板に、当該蒸着材料を通過させるための開口部が設けられるとともに、前記真空槽内に、当該開口部を通過する蒸着材料の蒸気流の量を検出する膜厚測定部が配設され、さらに、当該膜厚測定部において得られた結果に基づいて当該蒸着材料の蒸発量を制御する制御機構を有しているものである。

請求項9記載の発明は、請求項8記載の発明において、前記捕集基板に前記開口部が複数設けられるとともに、前記膜厚測定部が当該開口部に対応して複数配設されているものである。

30

【0015】

本発明の場合、湾曲形状の捕集面を有する捕集基板を蒸発源の周囲を取り囲むように配置し、捕集基板を当該捕集面に沿う方向に移動させつつ当該捕集面に対して蒸着を行うようにしたことから、蒸発源からの蒸気流の大部分を成膜に寄与させることができ、これにより膜厚の均一性を維持しつつ蒸着材料の捕集効率を大幅に向上させてコストダウンを図ることが可能になる。

【0016】

また、本発明によれば、真空槽内に蒸着材料がほとんど付着せず、蒸着材料の除去作業に多くの時間を費やす必要がなくなるため、装置のメンテナンス時間を短縮させることができ、その結果として成膜時間を短縮させることができる。

40

【0017】

本発明において、ほぼ円筒形状に形成された捕集基板の内側に蒸発源を配置し、当該捕集基板をその回転軸を中心として回転させつつ当該捕集基板の内側の捕集面に対して蒸着を行うようにすれば、蒸発源と捕集面の各部分との距離が等しくなるため、膜厚の均一性をより向上させることが可能になる。

【0018】

本発明において、捕集基板に設けた開口部を通過する蒸着材料の蒸気流の量を膜厚測定部によって検出し、膜厚測定部において得られた結果に基づいて当該蒸着材料の蒸発量を制御すること、特に捕集基板に開口部を複数設けるとともに、膜厚測定部を当該開口部に対応して複数配設することによって、捕集面上の各部分の成膜速度を一定にすることがで

50

きるので、膜厚の均一性をより向上させることが可能になる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、蒸着材料の捕集効率を大幅に向上させるとともに、成膜時間及び装置のメンテナンス時間を短縮することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の好ましい実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図1は、本実施の形態の真空蒸着装置の構成を示す側面側断面図、図2及び図3は、同真空蒸着装置の正面側断面図、図4は、同真空蒸着装置の捕集基板の外観を示す図である

10

【0021】

図1に示すように、本実施の形態の真空蒸着装置1は、図示しない真空排気系に接続された真空槽2を有し、この真空槽2内に円筒状の捕集基板3が、その回転軸が水平となるように配置されている。

【0022】

この捕集基板3は、例えば内径500mm、長さ500mmの大きさを有し、その内側面には、蒸着材料の回収を目的として例えば厚さ200 μ mのポリイミドフィルムが貼り付けられ、その表面の捕集面20上に蒸着を行うようになっている。

【0023】

捕集基板3は、真空槽2の外部に設けられたパルスモーター4を有する駆動機構（移動機構）によって駆動され、上記回転軸を中心として1~100rpmの速度で回転するように構成されている。

20

【0024】

真空槽2は開閉自在の開閉扉5を有し、この開閉扉5に蒸発源6が取り付けられている。

本実施の形態の蒸発源6は、長尺の水冷銅ルツボ7を有している（例えば、幅50mm \times 長さ400mm \times 高さ30mm）。そして、この水冷銅ルツボ7は、捕集基板3の内部に向かってその回転軸と平行となるように水平に配置され、収容された蒸着材料8が捕集基板3の内部空間に位置するように構成されている。

30

【0025】

図2に示すように、本実施の形態の場合には、捕集基板3の内部空間に二つの蒸発源6a、6bが設けられており、異なる材料（例えばSi及びTi）による膜を交互に蒸着して積層膜を形成することができるようになっている。

【0026】

捕集基板3内部の捕集面20の近傍にはシャッター9が設けられている。

このシャッター9は、蒸発源6の加熱開始から蒸気流80が安定して発生するまでの間蒸着材料8が捕集基板3に付着するのを防ぐためのもので、捕集基板3の曲面に対応する形状に湾曲形成され、捕集基板3の回転軸と同軸構造の回転機構（図示せず）により回転するように構成されている。

40

【0027】

なお、図2は、シャッター9が蒸発源6と対向して閉位置にある状態を示すもので、成膜時には、この位置から180 $^{\circ}$ 回転して蒸発源6下方の開位置まで移動するようになっている（図3参照）。

【0028】

真空槽2の開閉扉5の外側の部位には、蒸着材料8を加熱するための例えば最大出力60kWの電子銃10が取り付けられている。

【0029】

この電子銃10は、電子線偏向電磁石10aを有しており、各蒸発源6a、6bの蒸着材料8の全面（2次元）にわたって任意の場所を任意の時間照射できるように構成されて

50

いる。

【0030】

図4に示すように、捕集基板3には、その円周方向に延びる複数（本実施の形態の場合は5つ）のスリット（開口部）30が設けられている。

【0031】

本発明の場合、スリット30の幅Wは特に限定されることはないが、1mm以上10mm以下とすることが好ましい。

スリット30の幅Wが1mm未満の場合には、蒸着材料8の付着によって目詰まりするおそれがあり、10mmより大きい場合には、蒸着材料8が真空槽2の壁面に付着するおそれがあるとともに、捕集基板3の有効面積が減少するという不都合がある。

10

【0032】

また、スリット30の長さは特に限定されることはないが、流出する蒸気流80の量を正確に測定する観点からは、捕集基板3の外周長（ ）の15%以上の長さとするのが好ましい。

【0033】

スリット30間のピッチPは特に限定されることはないが、捕集基板3の長さ方向の膜厚均一性確保の観点からは、捕集基板3の長さLの1/3以下とすること、すなわち、捕集基板3の長さ方向に関して3つ以上のスリット30を設けることが好ましい。

【0034】

真空槽2内の捕集基板3の上方には、各スリット30から流出する蒸気流80の量を測定するための水晶振動子式の膜厚計（膜厚測定部）11が設けられている。

20

【0035】

本実施の形態の膜厚計11は、上記各スリット30に対応して5つ設けられ、各スリット30から流出する蒸気流80の量を独立して測定することができるようになっている。

【0036】

さらに、本実施の形態の場合、各膜厚計11は、電子銃10の電子線偏向電磁石10aに対する励磁電流を制御する制御部12に接続され、各膜厚計11において得られた結果に基づいて電子銃10から放射される電子線を制御するように構成されている。

【0037】

なお、上述したシャッター9にも捕集基板3の各スリット30に対応する位置に各スリット30と同じ寸法のスリット90が設けられ、これによりシャッター9が閉位置の状態にある状態において蒸気流80の量の測定を行うように構成されている。

30

【0038】

このような構成を有する本実施の形態において捕集基板3の捕集面20上に蒸着を行うには、真空槽2内の各蒸発源6a、6bに、異なる蒸着材料8a、8bをそれぞれ充填した後、真空槽2内を例えば 3×10^{-4} Pa以下の圧力に真空排気する。

【0039】

ここで、蒸着材料8としては、金属又は金属化合物からなる材料を使用することができる。

この場合、金属材料としては、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta又はこれらの混合物からなるものがあげられる。

40

【0040】

一方、金属化合物材料としては、Al、Si、Ti、Zn、Zr、Nb、In、Ta若しくはこれらの混合物の酸化物、窒化物又は酸窒化物からなるものがあげられる。

【0041】

そして、上記電子銃10による電子線加熱により2種類の蒸着材料8a、8bの溶解脱ガス処理を充分行った後に成膜を開始し、まず、第1の蒸発源6aの蒸着材料8a全面を電子線照射により均一に加熱溶解した後、電子線Bの電流を徐々に増加させ安定な蒸気流80を発生させる。

【0042】

50

その際、図 2 に示すように、閉位置にあるシャッター 9 のスリット 9 0 及び捕集基板 3 のスリット 3 0 を通過して流出する蒸気流 8 0 の量を各膜厚計 1 1 で測定し、各膜厚計 1 1 の測定値が例えば $\pm 10\%$ 以内で一致するよう電子線偏向電磁石 1 0 a の励磁電流を設定する。

【0043】

この状態で捕集基板 3 を例えば 20 rpm で回転させるとともに、図 3 に示すように、シャッター 9 を蒸気流 8 0 が捕集基板 3 に到達できる開位置に回転移動させて所定の成膜速度で第 1 の蒸着材料 6 a の成膜を開始する。

【0044】

成膜中においては、各膜厚計 1 1 による膜厚測定と、その結果に基づく電子線偏向電磁石 1 0 a の励磁電流の再設定を所定の間隔で実施し、所定の膜厚に達したところでシャッター 9 を閉位置に戻して第 1 の蒸着材料 8 a の成膜を終了する。

【0045】

次に、同様の手法により第 2 の蒸着材料 8 b の成膜を行い、さらに、上述した操作を第 1 及び第 2 の蒸着材料 8 a、8 b について所定回数繰り返すことにより、ポリイミドフィルムの捕集面 2 0 上に 2 種類の材料からなる交互積層膜を形成する。

【0046】

以上述べたように本実施の形態によれば、円筒形状に形成された捕集基板 3 の内側に蒸発源 6 を配置し、捕集基板 3 を回転軸を中心として回転させて内側の捕集面 2 0 に蒸着を行うことから、蒸発源 6 からの蒸気流 8 0 の大部分を成膜に寄与させることができ、これにより膜厚の均一性を維持しつつ蒸着材料 8 の捕集効率を大幅に向上させてコストダウンを図ることが可能になる。

【0047】

また、真空槽 2 内に蒸着材料 8 がほとんど付着せず、蒸着材料 8 の除去作業に多くの時間を費やす必要がなくなるため、装置のメンテナンス時間を短縮させることができ、その結果として成膜時間を短縮させることができる。

【0048】

さらに、本実施の形態においては、捕集基板 3 に設けたスリット 3 0 を通過する蒸着材料 8 の蒸気流 8 0 の量を複数の膜厚計 1 1 によって検出し、各膜厚計 1 1 において得られた結果に基づいて当該蒸着材料 8 の蒸発量を制御することから、捕集面 2 0 上の各部分の成膜速度を一定にすることができ、膜厚の均一性をより向上させることができる。

【0049】

なお、本発明は上述の実施の形態に限られることなく、種々の変更を行うことができる。

例えば、上述の実施の形態においては、2 種類の材料からなる積層膜を成膜する場合を例にとって説明したが、本発明はこれに限られず、単層あるいは 3 種類以上の積層膜を形成する場合にも適用することができる。

【0050】

また、蒸着材料の蒸発には電子線加熱を用いたが、この他にレーザー加熱、抵抗加熱、誘導加熱など通常、真空蒸着に用いられるあらゆる加熱方法が使用可能である。

【0051】

さらに、捕集基板の形状は、円筒形状のみならず、楕円筒形状や多角筒形状の捕集基板や略球形状のものを用いることも可能である。

【0052】

さらにまた、捕集基板に設ける開口部（スリット）についても、例えば多数の円形状の開口部を設けることも可能である。

【0053】

加えて、上述の実施の形態においては、捕集基板の内面に貼り付けたフィルム上に蒸着を行うようにしたが、捕集基板の内面に対して直接蒸着を行うことも可能である。

【実施例】

10

20

30

40

50

【0054】

以下、本発明によってSi及びTiからなる交互積層膜を成膜する方法の実施例を具体的に説明する。

上述した真空蒸着装置1を用い、真空槽2内に設置された2つの蒸発源6a、6bに、Si、Tiからなる蒸着材料8a、8bをそれぞれ充填した後、真空槽2内を 3×10^{-4} Pa以下の圧力に真空排気した。

【0055】

そして、上記電子銃10による電子線加熱によりSi及びTiの溶解脱ガス処理を充分行った後に成膜を開始し、まず、Si用の蒸発源6aの全面を電子線照射により均一に加熱溶解した後、電子線Bの電流を徐々に増加させ安定な蒸気流80を発生させた。

10

【0056】

その際、図2に示すように、閉位置にあるシャッター9のスリット90及び捕集基板3のスリット30を通過して流出する蒸気流80の量を各膜厚計11で測定し、各膜厚計11の測定値が $\pm 10\%$ 以内で一致するよう電子線偏向電磁石10aの励磁電流を設定した。

【0057】

この状態で捕集基板3を20rpmで回転させるとともに、シャッター9を蒸気流80が捕集基板3に到達できる開位置に回転移動させてSiの成膜を開始した。

この場合、成膜速度は、100nm/minとなるよう電子銃10の出力を設定した。

【0058】

成膜中においては、各膜厚計11による膜厚測定と、その結果に基づく電子線偏向電磁石10aの励磁電流の再設定を約2分間隔で実施し、膜厚が600nmに達したところでシャッター9を閉位置に戻してSi膜の成膜を終了した。

20

【0059】

次に、同様に手法でTi膜の成膜を行った。この場合、成膜速度、膜厚はそれぞれSi膜の場合と同一にした。

【0060】

以上の操作をSi、Tiについて各々10回繰り返すことにより、ポリイミドフィルムの捕集面20上にSiとTiそれぞれ10層ずつからなる総膜厚12 μ mの交互積層膜を形成した。

30

【0061】

その後、ポリイミドフィルムを回収して積層膜の断面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、Si膜、Ti膜ともに各層が600nm \pm 50nmの範囲にあることが確認できた。

【0062】

また、本発明の真空蒸着装置で成膜したSi及びTiからなる積層膜の捕集基板における捕集効率は、表1に示すように60~70%という高い捕集効率であることが確認できた。

【0063】

この場合、捕集効率(%)は、成膜前後のポリイミドフィルム及びSi、Ti材料の重量変化を測定して以下の式により計算した。

40

【0064】

(ポリイミドフィルム上に成膜した積層膜の重量/蒸発したSi及びTiの重量) $\times 100$

【0065】

【表 1】

表 1 . 蒸発材料の捕集効率

| 試験番号 | Si+Ti 蒸発前後の重量差 (g) | 積層膜の重量 (g) | 捕集効率 (%) |
|------|-----------------------|------------|----------|
| 1 | 46.3 | 30.1 | 65 |
| 2 | 45.8 | 32.5 | 71 |
| 3 | 47.2 | 31.4 | 66 |

捕集基板面積 : 7850 cm²

Si 比重 : 2.3

Ti 比重 : 4.5

Si 膜厚 : 6 μm

Ti 膜厚 : 6 μm

10

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本発明の真空蒸着装置の実施の形態の構成を示す側面側断面図

【図2】同真空蒸着装置の正面側断面図

20

【図3】同真空蒸着装置の正面側断面図

【図4】同真空蒸着装置の捕集基板の外観を示す図

【図5】従来の真空蒸着装置の一例を示す概略構成図

【図6】2種類の材料からなる積層膜を成膜する用途に供された従来の蒸着装置の一例を示す概略構成図

【符号の説明】

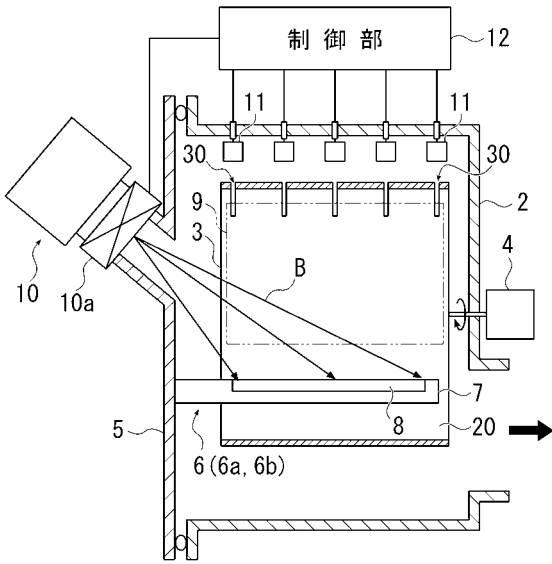
【0067】

1 ... 真空蒸着装置 2 ... 真空槽 3 ... 捕集基板 4 ... パルスモーター 6 (6a、6b)
 ... 蒸発源 8 (8a、8b) ... 蒸着材料 9 ... シャッター 10 ... 電子銃 10a ... 電子
 線偏向電磁石 20 ... 捕集面 30 ... スリット (開口部) 80 ... 蒸気流 90 ... スリ
 ット (開口部)

30

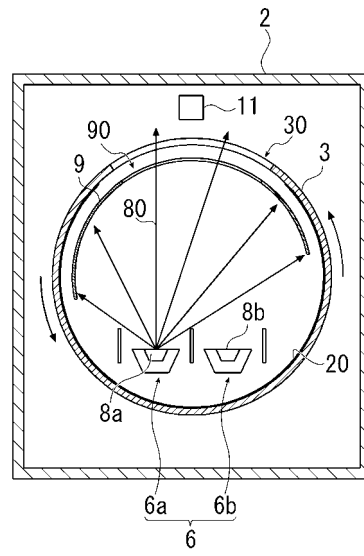
【 図 1 】

1



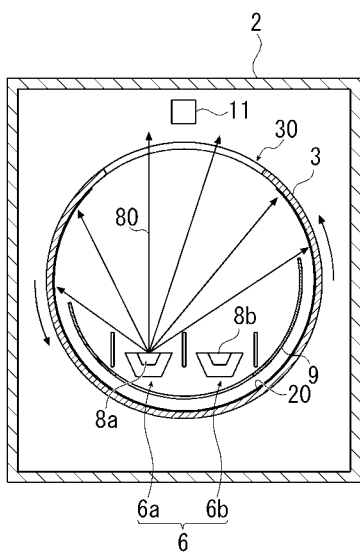
【 図 2 】

1

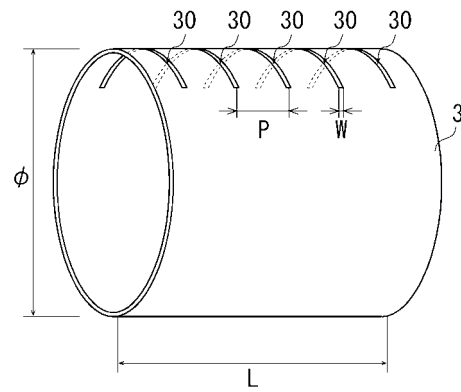


【 図 3 】

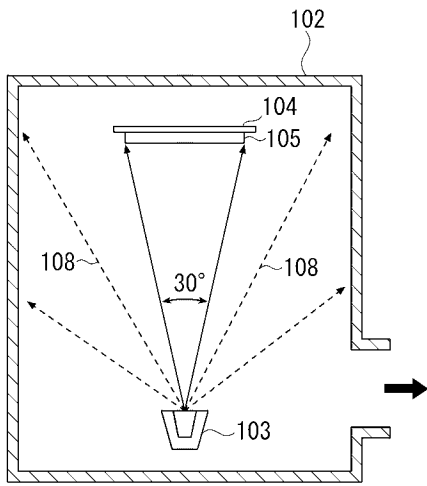
1



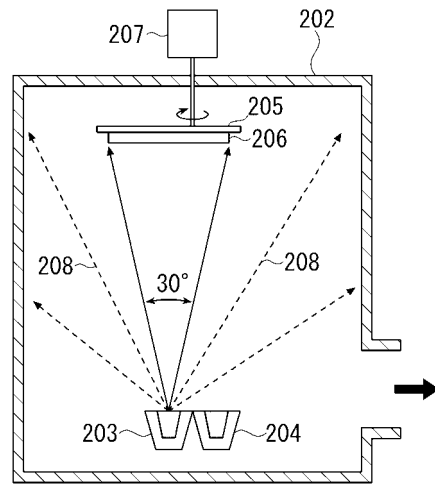
【 図 4 】



【 図 5 】
101



【 図 6 】
201



フロントページの続き

(72)発明者 増田 忠

千葉県山武郡山武町横田 5 2 3 株式会社アルバック千葉超材料研究所内

(72)発明者 近藤 晃次

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 河津 健司

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 4K029 AA11 AA25 BA17 BA35 BB02 CA01 DB03 DB21 EA02 JA08