

(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2020-7618

(P2020-7618A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
C23C	14/04	(2006.01)	C23C	14/04	A	4K029		
C23C	14/12	(2006.01)	C23C	14/12				
C23C	14/10	(2006.01)	C23C	14/10				
C23C	14/32	(2006.01)	C23C	14/32	H			
C23C	14/50	(2006.01)	C23C	14/50	G			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-130824 (P2018-130824)
 (22) 出願日 平成30年7月10日 (2018.7.10)

(71) 出願人 000211123
 中外炉工業株式会社
 大阪府大阪市中央区平野町3丁目6番1号
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100118625
 弁理士 大島 康
 (74) 代理人 100144200
 弁理士 奥西 祐之
 (72) 発明者 古屋 英二
 大阪府大阪市中央区平野町3丁目6番1号
 中外炉工業株式会社内
 Fターム(参考) 4K029 AA11 AA25 BA46 BA62 BB02
 BD01 CA04 DD05 EA06 HA03
 JA02

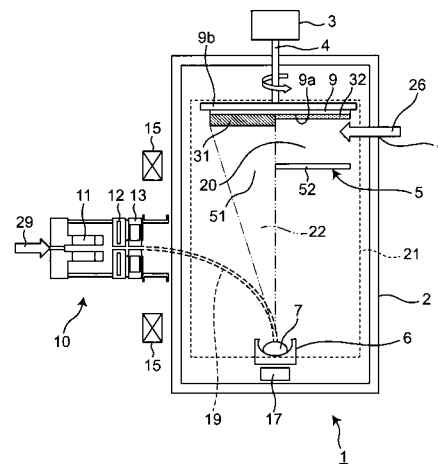
(54) 【発明の名称】 積層成膜装置

(57) 【要約】

【課題】異なる方法で形成される第1層および第2層を交互に積層する積層成膜装置を提供する。

【解決手段】基材9の被形成面9aに対面するように配置される蒸着材料7と、基材と蒸着材料との間に配置される蒸発制御体5と、原料ガス26を供給するガス供給部8と、基材と蒸発制御体との間にプラズマ領域21を形成するプラズマ発生源10とを備え、蒸発制御体は、開口部51と非開口部52とを交互に有し、基材と蒸発制御体との間で相対的な位置変化をもたらすように構成されており、基材の被形成面が、蒸発制御体の開口部と非開口部とに交互に対面することにより、それぞれ、活性化反応性蒸着法によって形成される第1層31と、プラズマ励起化学的気相成長法によって形成される第2層32とを被形成面の上で交互に形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材の被形成面に対面するように配置される蒸着材料と、
前記基材と前記蒸着材料との間に配置される蒸発制御体と、
前記基材と前記蒸発制御体との間に原料ガスを供給するガス供給部と、
前記基材と前記蒸発制御体との間にプラズマ領域を形成するプラズマ発生源とを備え、
前記蒸発制御体は、開口部と非開口部とを交互に有し、
前記基材と前記蒸発制御体との間で相対的な位置変化をもたらすように構成されており

、
前記基材の前記被形成面が、前記蒸発制御体の前記開口部と前記非開口部とに交互に対面することにより、それぞれ、前記蒸着材料からの蒸発物と前記原料ガスとを前記プラズマ領域で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって形成される第 1 層と、前記原料ガスを前記プラズマ領域で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって形成される第 2 層とを前記被形成面の上で交互に形成することを特徴とする、積層成膜装置。

10

【請求項 2】

前記プラズマ領域が、プラズマビームを生成する圧力勾配型プラズマガンによって生成され、前記蒸発物が、前記蒸着材料への前記プラズマビームの照射によってもたらされることを特徴とする、請求項 1 に記載の積層成膜装置。

【請求項 3】

前記基材の前記被形成面の反対側には、プラズマ引き寄せ磁石が配設されていることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の積層成膜装置。

20

【請求項 4】

前記相対的な位置変化が、連続的にもたらされることを特徴とする、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の積層成膜装置。

【請求項 5】

前記蒸着材料が SiO₂ であるとともに前記原料ガスが炭化水素系ガスであり、前記第 1 層がガスバリア性を有するとともに前記第 2 層が応力緩和性を有することを特徴とする、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の積層成膜装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

この発明は、異なる方法で形成される第 1 層および第 2 層を交互に積層する積層成膜装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一種類の第 1 層だけでは、十分な効果を発揮できないため、第 1 層と、第 1 層とは異なる特性を有する第 2 層とを交互に積層した積層膜がある。例えば、非特許文献 1 は、水蒸気や酸素などのガスの侵入を防止するために、無機層と有機層とを交互に積層したガスバリア膜を開示する。

40

【0003】

特許文献 1 は、従来技術の説明において、プラズマビームを用いたイオンプレーティング法によってガスバリア膜を形成するとき、有機層の形成と無機層の形成とが別々の工程であることを開示する。

【0004】

特許文献 2 は、真空チャンバに向けてプラズマビームを生成する圧力勾配型プラズマガンを備える真空成膜装置を開示する。

【0005】

特許文献 3 は、基材ホルダに対して自公転可能に取り付けられた基材に対面するように、複数のターゲットが配置されたスパッタリング装置を開示する。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2007-46081号公報

【特許文献2】特開平11-269636号公報

【特許文献3】実開平04-89548号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】小川倉一、「プラスチック基材へのガスバリア膜の低温形成技術と評価」、表面技術、2010年、第61巻、第10号、p.670-674

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来技術では、或る一つの方法を用いて成膜するだけであり、異なる方法を用いて第1層および第2層を形成することができない。

【0009】

したがって、この発明の解決すべき技術的課題は、異なる方法で形成される第1層および第2層を交互に積層する積層成膜装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記技術的課題を解決するために、この発明によれば、以下の積層成膜装置が提供される。

20

【0011】

すなわち、この発明に係る積層成膜装置は、

基材の被形成面に対面するように配置される蒸着材料と、

前記基材と前記蒸着材料との間に配置される蒸発制御体と、

前記基材と前記蒸発制御体との間に原料ガスを供給するガス供給部と、

前記基材と前記蒸発制御体との間にプラズマ領域を形成するプラズマ発生源とを備え、

前記蒸発制御体は、開口部と非開口部とを交互に有し、

前記基材と前記蒸発制御体との間で相対的な位置変化をもたらすように構成されており

30

、
前記基材の前記被形成面が、前記蒸発制御体の前記開口部と前記非開口部とに交互に対面することにより、それぞれ、前記蒸着材料からの蒸発物と前記原料ガスとを前記プラズマ領域で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって形成される第1層と、前記原料ガスを前記プラズマ領域で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって形成される第2層とを前記被形成面の上で交互に形成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、基材と蒸発制御体との間での相対的な位置変化によって、基材の被形成面が蒸発制御体の開口部に対面すると、蒸着材料からの蒸発物と原料ガスとをプラズマ領域で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって第1層が形成され、基材の被形成面が蒸発制御体の非開口部に対面すると、原料ガスをプラズマ領域で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって第2層が形成される。したがって、異なる方法で形成される第1層および第2層を交互に積層することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】この発明の第1実施形態に係る積層成膜装置を説明する図である。

【図2】基材上に積層された第1層および第2層の模式図である。

【図3】この発明の第2実施形態に係る積層成膜装置を説明する図である。

【図4】この発明の第3実施形態に係る積層成膜装置を説明する図である。

50

【図5】この発明の第4実施形態に係る積層成膜装置を説明する図である。

【図6】この発明の第5実施形態に係る積層成膜装置を説明する図である。

【図7】蒸発制御体の第1変形例を示す模式的平面図である。

【図8】蒸発制御体の第2変形例を示す模式的平面図である。

【図9】蒸発制御体の第3変形例を示す模式的斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(第1実施形態)

図1および図2を参照しながら、第1実施形態に係る積層成膜装置1を説明する。

【0015】

10

図1に示すように、積層成膜装置1は、真空チャンバ2、回転駆動モータ3、蒸発制御体5、坩堝6、ガス供給部8、基材9、基材ホルダ9bおよびプラズマ発生源10を備える。真空チャンバ2は、図示しない真空ポンプに接続され、真空チャンバ2の内部が所定の減圧状態に保たれている。

【0016】

坩堝6は、真空チャンバ2の内部であり且つ真空チャンバ2の下方に配置されている。凹形状の坩堝6には、後述する蒸着材料7が収容される。蒸着材料7がプラズマによって加熱されることによって、蒸着材料7から蒸発物22が蒸発する。基材9は、真空チャンバ2の内部であり且つ真空チャンバ2の上方の基材ホルダ9bに取り付けられている。基材9は、例えば、シート体、板体、またはロール状に巻回されたフィルム体などの様々な形状を取ることができる。図1に示した基材9は、板体であり、回転駆動モータ3から下方に延びるシャフト4によって回転可能に支持されている。基材9の被形成面9aは、坩堝6に収容された蒸着材料7に対面している。

20

【0017】

蒸発制御体5は、真空チャンバ2の内部であり且つ坩堝6と基材9との間に配置されている。蒸発制御体5は、例えば、シート体、板体、またはロール状に巻回されたフィルム体などの様々な形状を取ることができるが、図1に示した蒸発制御体5は、板体である。蒸発制御体5は、開口部51と非開口部52とを有し、蒸着材料7からの蒸発物22の通過を制御する。開口部51は、蒸着材料7からの蒸発物22の通過を可能にする。非開口部52は、蒸着材料7からの蒸発物22の通過を遮断する。図1に示した蒸発制御体5では、例えば、左半分が開口部51であり、右半分が非開口部52である。蒸発制御体5と基材9との間には、隙間領域20が形成されている。

30

【0018】

プラズマ発生源10が、真空チャンバ2の外部であり且つ真空チャンバ2の側方に配置されている。回転駆動モータ3が、真空チャンバ2の外側であり且つ上方に配置されている。プラズマ発生源10の周囲には、プラズマを真空チャンバ2内に導くための環状の収束コイル15が設けられている。真空チャンバ2の中には、ガス供給部8を通じて、例えば、後述する炭化水素系ガスやシラン系ガスなどの原料ガス26が供給される。また、坩堝6の下方には、プラズマを坩堝6に引き寄せるための坩堝磁石17が配置されている。

【0019】

40

図1に示した積層成膜装置1では、圧力勾配型プラズマガン10がプラズマ発生源10として用いられている。圧力勾配型プラズマガン10は、放電電源16(後述する図6に図示)のマイナス側に接続された環状の陰極11と、放電電源16のプラス側に抵抗を介して接続された環状の第1中間電極12と、第2中間電極13とを備える。陰極11側から放電ガス29(例えばアルゴンガス)を供給し、放電ガス29をプラズマ状態にして第2中間電極13から真空チャンバ2内に向けて、プラズマ状態の放電ガス29を流出させるように構成されている。放電電源16のプラス側は、導電性材料からなる坩堝6に接続されている。

【0020】

第2中間電極13からは、坩堝6内の蒸着材料7に向けて出射されるプラズマビーム1

50

9が形成され、プラズマビーム19の照射によって蒸着材料7が蒸発して、蒸発物22を生成する。生成された蒸発物22が、基材9の被形成面9aに付着して、薄膜が形成される。なお、収束コイル15は、プラズマビーム19に対して横断面を収縮させる働きを有する。坩堝6の下部に設けられた坩堝磁石17は、プラズマビーム19の焦点合わせおよびプラズマビーム19の湾曲を行う働きを有する。

【0021】

圧力勾配型プラズマガン10は、プラズマビーム19の照射によって蒸発物22を生成させる加熱手段の機能と、真空チャンバ2内の略全体にわたってプラズマ領域21を発生させるプラズマ発生源の機能とを有する。

【0022】

上記積層成膜装置1を用いて、第1層31と第2層32とを交互に形成することによって積層膜30を成膜する方法を説明する。

【0023】

有機ELディスプレイや液晶ディスプレイに代表されるフラットパネルディスプレイでは、ディスプレイパネルの基材としてガラス基板が用いられるが、薄膜化、軽量化、耐衝撃性向上、フレキシブル化、更には、ロールツーロールプロセスへの適応の観点から、透明樹脂基板や透明樹脂フィルムへの代替要求が高まっている。

【0024】

透明樹脂基板や透明樹脂フィルムの上に直に有機EL素子を形成した場合、有機EL素子が水蒸気や酸素ガスに弱いため、有機EL素子が劣化する。したがって、水蒸気や酸素ガスに対するガスバリア性を有するとともに透明であるガスバリア膜を、透明樹脂基板や透明樹脂フィルムの上に形成することが必要となる。

【0025】

ガスバリア性を有する単一種類の薄層を複数で積層した積層膜の場合、ガスバリア性を有する薄層自体の脆さのために薄層に微小クラックが入ってしまい、ガスバリア性が低下する。そこで、図2に示すように、ガスバリア性を有する第1層31と、応力緩和性を有する第2層32とを交互に積層した透明な積層膜(ガスバリア膜)30を、透明樹脂基板や透明樹脂フィルムの上に形成することが検討されている。しかしながら、従来技術は、真空チャンバ2内において、或る一種類の方法を用いて、第1層31および第2層32を形成するものである。これに対して、本願の積層成膜装置1は、異なる方法で形成される第1層31および第2層32を交互に積層することを特徴としている。

【0026】

以下に、SiOCHからなる第1層31と、CHからなる第2層32とを交互に積層する積層膜(ガスバリア膜)30の成膜方法を例示として説明する。

【0027】

坩堝6にはSiOが蒸着材料7としてセットされ、ガス供給部8からはCH₄ガスが原料ガス26として供給される。図示しない真空ポンプで真空チャンバ2内を減圧した後、放電電源16を起動する。プラズマガン10により放電ガス29のプラズマが生成されるとともに、このプラズマを収束させることで生成されるプラズマビーム19を蒸着材料7であるSiOに照射する。蒸着材料7がプラズマビーム19で高温に加熱されることにより、蒸着材料7からはSiOが蒸発物22として蒸発する。プラズマガン10によって生成されたプラズマの残部は、真空チャンバ2内の略全体にわたってプラズマ領域21を形成する。

【0028】

蒸発物22のSiOが基材9の側に向けて蒸発するとき、蒸発制御体5の開口部51のところにある蒸発物22のSiOは、開口部51を通過して基材9の側にさらに進行できる。しかしながら、蒸発制御体5の非開口部52のところにある蒸発物22のSiOは、非開口部52によって進路が妨害されるため、基材9に向けて進むことができない。

【0029】

蒸着材料7を収容した坩堝6から基材9の被形成面9aの近傍に至る領域では、プラズ

10

20

30

40

50

マ領域 2 1 が形成されているとともに、ガス供給部 8 から供給された CH_4 ガスの原料ガス 2 6 が存在する。そのため、開口部 5 1 に対応し且つ被形成面 9 a の近傍でのプラズマ領域 2 1 において、蒸発物 2 2 の SiO と、原料ガス 2 6 の CH_4 ガスとが、プラズマによって活性化されて反応する。その結果、開口部 5 1 に対応するところでの被形成面 9 a の上には、微量の CH を含む SiOCH 膜が第 1 層 3 1 として形成される。 SiOCH 膜は、水蒸気や酸素ガスに対するガスバリア性を有するとともに透明である。このように、蒸発物 2 2 と原料ガス 2 6 とをプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させる方法は、活性化反応性蒸着法 (Activated Reactive Evaporation: 略して A R E 法) と呼ばれている。

【 0 0 3 0 】

他方、非開口部 5 2 に対応し且つ被形成面 9 a の近傍でのプラズマ領域 2 1 (隙間領域 2 0) においては、蒸発物 2 2 の SiO が届かず、原料ガス 2 6 の CH_4 のみが、プラズマで活性化されて分解して反応する。その結果、非開口部 5 2 に対応するところでの被形成面 9 a の上には、 CH 膜が第 2 層 3 2 として形成される。 CH 膜は、応力緩和性を有するとともに透明である。このように、原料ガス 2 6 をプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させる方法は、プラズマ励起化学的気相成長法 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition: 略してプラズマ C V D 法) と呼ばれている。

【 0 0 3 1 】

ガスバリア膜としての積層膜 3 0 を形成する間、基材 9 は、基材回転駆動モータ 3 によって連続的に回転しているのに対して、蒸発制御体 5 は固定されている。そのため、基材 9 と蒸発制御体 5 との間で相対的な位置変化が連続的にもたらされる。そして、基材 9 の被形成面 9 a の或る特定の部分に着目すると、基材 9 の回転により、当該特定の部分が開口部 5 1 に対面する開口場面と、当該特定の部分が非開口部 5 2 に対面する遮蔽場面とが、交互に存在する。開口場面では SiOCH 膜の第 1 層 3 1 が活性化反応性蒸着法によって形成され、遮蔽場面では CH 膜の第 2 層 3 2 がプラズマ励起化学的気相成長法によって形成される。基材 9 が所定の回転速度 (成膜可能な移動速度) で連続的に回転すると、基材 9 の被形成面 9 a の上には、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 が交互に積層される。その結果、図 2 に示すように、所定の数で第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 が積層された積層膜 3 0 が、基材 9 の被形成面 9 a の上に形成される。

【 0 0 3 2 】

上記構成によれば、基材 9 と蒸発制御体 5 との間での相対的な位置変化によって、基材 9 の被形成面 9 a が蒸発制御体 5 の開口部 5 1 に対面すると、蒸着材料 7 からの蒸発物 2 2 と原料ガス 2 6 とをプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって第 1 層 3 1 が形成され、基材 9 の被形成面 9 a が蒸発制御体 5 の非開口部 5 2 に対面すると、原料ガス 2 6 をプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって第 2 層 3 2 が形成される。したがって、異なる方法で形成される第 1 層 3 1 と第 2 層 3 2 とを交互に積層した積層膜 3 0 が形成される。

【 0 0 3 3 】

蒸着材料 7 が SiO であるとともに、原料ガス 2 6 が炭化水素系ガスである場合、第 1 層 3 1 がガスバリア性を有するとともに、第 2 層 3 2 が応力緩和性を有する。したがって、ガスバリア性を有する第 1 層 3 1 と、応力緩和性を有する第 2 層 3 2 とが交互に積層されるので、優れたガスバリア性を有する積層膜 (ガスバリア膜) 3 0 を基材 9 に形成できる。

【 0 0 3 4 】

(第 2 実施形態)

図 3 を参照しながら、第 2 実施形態に係る積層成膜装置 1 を説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 に示すように、第 2 実施形態に係る積層成膜装置 1 では、基材 9 がその長手方向に移動するとともに、蒸発制御体 5 が真空チャンバ 2 に固定されている。

【 0 0 3 6 】

基材 9 は、例えば、2 つのロール間で巻回されたシート形状をしており、図示しない基

材駆動モータがロールを駆動することによって、基材 9 が図 3 の左側から図 3 の右側に連続的に移動する。なお、図 3 では、便宜上、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の各厚みが、基材 9 の厚みよりも少し薄いくらいに図示されているが、実際の第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の各厚みは数百ナノメートル程度である。

【0037】

蒸発制御体 5 は、基材 9 の移動方向に沿って、開口部 5 1 および非開口部 5 2 が交互に配置されている。蒸発制御体 5 では、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の積層数に対応した数量の開口部 5 1 および非開口部 5 2 が形成されている。開口部 5 1 および非開口部 5 2 は、それぞれ、図 3 の紙面直交方向に延びている。基材 9 の被形成面 9 a と非開口部 5 2 との間であって、非開口部 5 2 寄りのところには、ガス供給部 8 が配設されている。ガス供給部 8 は、図 3 の紙面直交方向に延びていて、紙面直交方向に離間配置された複数のガス供給孔（図示しない）を通じて原料ガス 2 6 を供給する。

10

【0038】

図 3 においては、例えば、基材 9 が左側から右側に向けて所定の移動速度（成膜可能な移動速度）で連続的に移動するのに対して、蒸発制御体 5 が固定されているので、基材 9 と蒸発制御体 5 との間では相対的な位置変化がもたらされる。

【0039】

基材 9 が蒸発制御体 5 に対して連続的に移動するとき、図 3 の一番左側にある開口部 5 1 では、蒸着材料 7 からの蒸発物 2 2 と原料ガス 2 6 とをプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって、第 1 層 3 1 が、基材 9 の被形成面 9 a の直上に形成される。図 3 の左側にある非開口部 5 2 では、原料ガス 2 6 をプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって第 2 層 3 2 が、第 1 層 3 1 の上に形成される。同様に、図 3 の中央にある開口部 5 1 では、活性化反応性蒸着法によって、第 1 層 3 1 が、第 2 層 3 2 の上に形成され、図 3 の右側にある非開口部 5 2 では、プラズマ励起化学的気相成長法によって、第 2 層 3 2 が、第 1 層 3 1 の上に形成され、図 3 の一番右側にある開口部 5 1 では、活性化反応性蒸着法によって、第 1 層 3 1 が、第 2 層 3 2 の上に形成される。その結果、図 2 に示すように、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 が所定の積層数で積層された積層膜 3 0 が、基材 9 の被形成面 9 a の上に形成される。

20

【0040】

上記構成によれば、基材 9 と蒸発制御体 5 との間での相対的な位置変化によって、基材 9 の被形成面 9 a が蒸発制御体 5 の開口部 5 1 に対面すると、蒸着材料 7 からの蒸発物 2 2 と原料ガス 2 6 とをプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって第 1 層 3 1 が形成され、基材 9 の被形成面 9 a が蒸発制御体 5 の非開口部 5 2 に対面すると、原料ガス 2 6 をプラズマ領域 2 1 で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって第 2 層 3 2 が形成される。したがって、異なる方法で形成される第 1 層 3 1 と第 2 層 3 2 とを交互に積層した積層膜 3 0 が形成される。

30

【0041】

（第 3 実施形態）

図 4 を参照しながら、第 3 実施形態に係る積層成膜装置 1 を説明する。

【0042】

図 4 に示すように、第 3 実施形態に係る積層成膜装置 1 では、アノード部としての電子帰還電極 1 8 が、圧力勾配型プラズマガン 1 0 の出口側に設けられている。

40

【0043】

坩堝 6 内の蒸着材料 7 が電気絶縁性である場合、坩堝 6 の表面や真空チャンバ 2 の内面などに電気絶縁性の蒸発物 2 2 が付着することによって、坩堝 6 の表面が電氣的に絶縁された状態となり、真空チャンバ 2 内で通電不能となる。このため、プラズマビーム 1 9 に対する連続的に且つ安定した制御ができなくなり、成膜の安定性が低下する。

【0044】

そこで、圧力勾配型プラズマガン 1 0 の出口部には、絶縁管 1 4 と電子帰還電極 1 8 とが設けられている。絶縁管 1 4 は、プラズマビーム 1 9 の周囲を取り囲み、電氣的に浮遊

50

状態として突設している。電子帰還電極 18 は、真空チャンバ 2 内にて絶縁管 14 の外周側を取巻くとともに、放電電源 16 のプラス側に接続され、圧力勾配型プラズマガン 10 の出口部よりも高い電位になっている。

【0045】

アノード部としての電子帰還電極 18 が、蒸着材料 7 から離れた位置に設けられているので、電気絶縁性の蒸着材料 7 からの蒸発物 22 が電子帰還電極 18 に付着しにくくなる。また、圧力勾配型プラズマガン 10 から出たプラズマビーム 19 と電子帰還電極 18 との間に両者を遮る絶縁管 14 が設けられているので、プラズマビーム 19 が電子帰還電極 18 に入射して、陰極 11 と電子帰還電極 18 との間で異常放電が発生することを防止できる。したがって、プラズマビーム 19 の照射が連続的にかつ安定的に維持されるので、電気絶縁性の蒸着材料 7 が安定的に蒸発できる。

10

【0046】

(第4実施形態)

図5を参照しながら、第4実施形態に係る積層成膜装置1を説明する。

【0047】

第4実施形態に係る積層成膜装置1では、第2実施形態と同様に、基材9がその長手方向に移動するとともに、蒸発制御体5が真空チャンバ2に固定されている。図5に示すように、基材9の被形成面9aとの反対側に位置するとともに蒸発制御体5の非開口部52と重なる部分には、プラズマ引き寄せ磁石28が配設されている。また、基材9の被形成面9aと非開口部52との間であって、非開口部52寄りのところには、ガス供給部8が配設されている。

20

【0048】

プラズマ引き寄せ磁石28は、基材9の移動方向と直交する移動直交方向(すなわち、図5の紙面直交方向)に板状に延びている。例えば、プラズマ引き寄せ磁石28では、そのN極が、基材9の被形成面9aの側に位置して、そのS極が、基材9の被形成面9aとの反対側に位置する。

【0049】

真空チャンバ2の内部で生成されたプラズマの一部は、プラズマ引き寄せ磁石28の磁力線の近傍に比較的多く存在するように引き寄せられる。隙間領域20における被形成面9aの近傍では、プラズマ引き寄せ磁石28の磁界によって、プラズマが引き寄せられて、プラズマ密度が高くなった高密度プラズマ領域25が形成される。当該高密度プラズマ領域25により、蒸着材料7から蒸発した蒸発物22や原料ガス26が、より活性化される。したがって、蒸発制御体5によってプラズマが回り込みにくくなっている隙間領域20における被形成面9aの近傍において、プラズマ密度が高くなった高密度プラズマ領域25が形成されるので、第1層31および第2層32の膜質および成膜速度が向上する。

30

【0050】

(第5実施形態)

図6を参照しながら、第5実施形態に係る積層成膜装置1を説明する。

【0051】

図6に示すように、第5実施形態に係る積層成膜装置1では、圧力勾配型プラズマガン10がプラズマ発生源として用いられるとともに、蒸着材料7が、別の加熱手段によって加熱される。

40

【0052】

坩堝6の下部には、磁石17を配置しないで、電気ヒータなどの加熱手段27を配置する。圧力勾配型プラズマガン10は、プラズマビーム19の照射によって真空チャンバ2内の略全体にわたってプラズマ領域21を発生させるプラズマ発生源としての機能を有する。

【0053】

磁石17を坩堝6の下部に配置していないため、圧力勾配型プラズマガン10から照射されたプラズマビーム19は、湾曲することなく、図6のように、真空チャンバ2内をほ

50

ば直線状に広がる。なお、照射口付近には、プラズマビーム 19 を上下方向にシート状に押しつぶすことを可能にする磁石（図示せず）を配置してもよい。

【0054】

第5実施形態に係る積層成膜装置 1 では、圧力勾配型プラズマガン 10 がプラズマ発生源として用いられるとともに、蒸着材料 7 が、加熱手段 27 によって加熱されるように構成されている。

【0055】

圧力勾配型プラズマガン 10 は、プラズマビーム 19 が、蒸発制御体 5 と基材 9 との間の隙間領域 20 において略水平方向に進行するように、配置されている。したがって、隙間領域 20 における基材 9 の近傍では、プラズマ密度の高いプラズマ領域 21 が形成される。

10

【0056】

また、坩堝 6 の周囲や下部には、加熱手段 27 が配設されている。加熱手段 27 として、抵抗加熱ヒータや誘導加熱コイルなどが用いられる。加熱手段 27 によって、蒸着材料 7 を収容した坩堝 6 が加熱されることにより、蒸着材料 7 から蒸発物 22 が蒸発する。

【0057】

隙間領域 20 における被形成面 9a の近傍では、圧力勾配型プラズマガン 10 から略直進するプラズマビーム 19 によって、図 1 に示した第 1 実施形態の場合よりもプラズマ密度の高いプラズマ領域 21 が形成されている。当該プラズマ密度の高いプラズマ領域 21 により、蒸着材料 7 から蒸発した蒸発物 22 や原料ガス 26 が、より活性化される。したがって、隙間領域 20 における被形成面 9a の近傍において、プラズマ密度の高いプラズマ領域 21 が形成されるので、第 1 層 31 および第 2 層 32 の膜質および成膜速度が向上する。

20

【0058】

（蒸発制御体 5 の変形例）

次に、図 7 から図 9 を参照しながら、蒸発制御体 5 の変形例を説明する。

【0059】

図 7 は、蒸発制御体 5 の第 1 変形例を示す模式的平面図であり、図 8 は、蒸発制御体 5 の第 2 変形例を示す模式的平面図であり、図 9 は、蒸発制御体 5 の第 3 変形例を示す模式的平面図である。

30

【0060】

図 7 に示すように、第 1 変形例に係る蒸発制御体 5 は、平面視で方形形状をしており、それぞれが直角三角形をした複数の開口部 51 および非開口部 52 を有する。開口部 51 および非開口部 52 が、交互に形成されて、回転中心を対称点とする点対称に構成されて、真空チャンバ 2 に固定されている。図 7 に例示した蒸発制御体 5 では、4 組の開口部 51 および非開口部 52 が形成されている。基材 9 が一回転すると、基材 9 の被形成面 9a 上には、4 組の第 1 層 31 および第 2 層 32 が交互に積層された積層膜 30 が形成される。

【0061】

図 8 に示すように、第 2 変形例に係る蒸発制御体 5 は、平面視で長方形形状をしており、基材 9 の移動方向と蒸発制御体 5 の長手方向とが一致している。蒸発制御体 5 が真空チャンバ 2 に固定されて、基材 9 が蒸発制御体 5 の長手方向に移動するように構成されている。蒸発制御体 5 の長手方向に沿って、開口部 51 および非開口部 52 が、交互に形成されている。図 8 に例示した蒸発制御体 5 では、非開口部 52 が蒸発制御体 5 の背景部分を構成して、4 つの開口部 51 が長手方向に離間して形成されている。基材 9 が連続的に移動すると、基材 9 の被形成面 9a 上には、3 組の第 1 層 31 および第 2 層 32 が交互に積層されるとともに第 1 層 31 が被形成面 9a の上に積層された積層膜 30 が形成される。

40

【0062】

図 9 に示すように、第 3 変形例に係る蒸発制御体 5 は、平面視で長方形形状をしており、無端のベルト状に構成されている。ベルト状の蒸発制御体 5 は、一對のローラー 54 の

50

間で架け渡されている。ローラー54が図示しないローラー駆動モータによって回転することにより、ベルト状の蒸発制御体5の上面部が、例えば、図9での左側から右側に移動し、下面部が、図9での右側から左側に移動する。蒸発制御体5には、非開口部52が蒸発制御体5の背景部分を構成して、矩形形状をした複数の開口部51が、長手方向に離間して形成されている。蒸発制御体5が長手方向に移動すると、蒸発制御体5での上面側の開口部51と下面側の開口部51とが、重なるときがある。上面側および下面側の開口部51が少なくとも部分的に重なったとき、蒸発物22の通過が可能になり第1層31が形成される。上面側および下面側の開口部51が全く重ならないとき、蒸発物22の通過が遮断されて第2層32が形成される。基材9の被形成面9a上には、上面側および下面側での開口部51の重なりに応じた第1層31および第2層32が交互に積層された積層膜30が形成される。

10

【0063】

この発明の具体的な実施の形態について説明したが、この発明は、上記実施形態および変形例に限定されるものではなく、この発明の範囲内で種々変更して実施することができる。

【0064】

原料ガス26は、 CH_4 ガス以外に、 C_2H_2 ガス、 C_3H_8 ガスなどの C_xH_y の炭化水素系ガス、テトラメチルシラン(TetraMethylSilane: TMS)やテトラエトキシシラン(Tetraethyl orthosilicate: TEOS)などのシラン系ガスにすることができる。

【0065】

ディスプレイパネルの基材9に対してガスバリア膜としての積層膜30を形成する場合、蒸着材料7は、 SiO 以外に、 Si 系や Al 系や Mg 系や Cr 系の酸化物や窒化物であって、薄膜化したときに透明になるものであればよい。

20

【0066】

酸素ガスや窒素ガスなどの反応用ガスを真空チャンバ2内に導入することができる。反応用ガスは、原料ガス26への添加、あるいはガス供給部8とは別の系統のガス供給部を通じた供給によって、真空チャンバ2内に導入することができる。例えば、蒸着材料7が SiO であり且つ原料ガス26が CH_4 ガスである場合に窒素ガスを導入すると、第1層31として $SiONCH$ 膜が形成され、第2層32として NCH 膜が形成される。また、酸素ガスは、例えば、上述した SiO 膜に酸素不足が起こる場合に導入できる。

30

【0067】

プラズマからの加熱によって蒸発制御体5が変形することを防止するために、蒸発制御体5は、水冷構造にすることができる。

【0068】

蒸発制御体5での開口部51および非開口部52での相対的移動量は、開口部51および非開口部52毎に異なるようにすることができる。開口部51での相対的移動量が大きくなると、第1層31の厚みが厚くなり、開口部51での相対的移動量が小さくなると、第1層31の厚みが薄くなる。非開口部52の相対的移動量が大きくなると、第2層32の厚みが厚くなり、非開口部52の相対的移動量が小さくなると、第2層32の厚みが薄くなる。したがって、開口部51および非開口部52での相対的移動量を変えることによって、第1層31および第2層32の厚みをそれぞれ変化させることができる。

40

【0069】

蒸着材料7は、DC型、RF型、電子サイクロトロン共鳴(ECR)型、マグネトロン型またはイオンビーム型のスパッタ法によって蒸発させることもできる。スパッタ法で成膜するとき発生するプラズマは、真空チャンバ2内にプラズマ領域21を生成して、第1層31および第2層32の形成に利用される。

【0070】

図3のように、複数のガス供給部8が隙間領域20に設けられている場合、ガス供給部8毎に供給する原料ガス26の種類を変えることができる。異なる組成や膜質を有する第1層31および第2層32が積層された積層膜30を形成できる。

50

【0071】

蒸着材料7は、電子ビームやレーザー光やホローカソードなどの加熱手段27によって加熱することができる。

【0072】

基材9と蒸発制御体5との間に形成される隙間領域20は、原料ガス26やプラズマが基材9の被形成面9aに適切に行き渡るように構成される。

【0073】

基材9と蒸発制御体5との間で相対的な位置変化をもたらすように、基材9および蒸発制御体5の少なくとも一方が移動することができる。基材9と蒸発制御体5との間での相対的な位置変化を連続的にもたすことができる。当該構成によれば、第1層31および第2層32の形成が連続的に行われるので、第1層31および第2層32の膜質が均一化される。なお、基材9と蒸発制御体5との間での相対的な位置変化を、非連続的に（ステップ送りで）もたす態様にもたすこともできる。

10

【0074】

この発明および実施形態をまとめると、次のようになる。

【0075】

この発明の一態様に係る積層成膜装置1は、

基材9の被形成面9aに対面するように配置される蒸着材料7と、

前記基材9と前記蒸着材料7との間に配置される蒸発制御体5と、

前記基材9と前記蒸発制御体5との間に原料ガス26を供給するガス供給部8と、

前記基材9と前記蒸発制御体5との間にプラズマ領域21を形成するプラズマ発生源10とを備え、

20

前記蒸発制御体5は、開口部51と非開口部52とを交互に有し、

前記基材9と前記蒸発制御体5との間で相対的な位置変化をもたらすように構成されており、

前記基材9の前記被形成面9aが、前記蒸発制御体5の前記開口部51と前記非開口部52とに交互に対面することにより、それぞれ、前記蒸着材料7からの蒸発物22と前記原料ガス26とを前記プラズマ領域21で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって形成される第1層31と、前記原料ガス26を前記プラズマ領域21で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって形成される第2層32とを前記被形成面9aの上で交互に形成することを特徴とする。

30

【0076】

上記構成によれば、基材9と蒸発制御体5との間での相対的な位置変化によって、基材9の被形成面9aが蒸発制御体5の開口部51に対面すると、蒸着材料7からの蒸発物22と原料ガス26とをプラズマ領域21で活性化して反応させる活性化反応性蒸着法によって第1層31が形成され、基材9の被形成面9aが蒸発制御体5の非開口部52に対面すると、原料ガス26をプラズマ領域21で活性化して反応させるプラズマ励起化学的気相成長法によって第2層32が形成される。したがって、異なる方法で形成される第1層31と第2層32とを交互に積層した積層膜30を形成できる。

【0077】

また、一実施形態の積層成膜装置1では、

前記プラズマ領域21が、プラズマビーム19を生成する圧力勾配型プラズマガン10によって生成され、前記蒸発物22が、前記蒸着材料7への前記プラズマビーム19の照射によってもたらされる。

40

【0078】

上記実施形態によれば、圧力勾配型プラズマガン10によって、プラズマ領域21の形成と、蒸着材料7からの蒸発物22の蒸発とが可能になる。

【0079】

また、一実施形態の積層成膜装置1では、

前記基材9の前記被形成面9aの反対側には、プラズマ引き寄せ磁石28が配設されて

50

いる。

【 0 0 8 0 】

上記実施形態によれば、隙間領域 2 0 における被形成面 9 a の近傍では、プラズマ引き寄せ磁石 2 8 の磁界によって、プラズマ密度が高くなった高密度プラズマ領域 2 5 が形成され、当該高密度プラズマ領域 2 5 により、蒸着材料 7 から蒸発した蒸発物 2 2 や原料ガス 2 6 が、より活性化される。したがって、蒸発制御体 5 によってプラズマが回り込みにくくなっている隙間領域 2 0 における被形成面 9 a の近傍において、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の膜質および成膜速度が向上する。

【 0 0 8 1 】

また、一実施形態の積層成膜装置 1 では、
前記相対的な位置変化が、連続的にもたらされる。

10

【 0 0 8 2 】

上記実施形態によれば、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の形成が連続的に行われるので、第 1 層 3 1 および第 2 層 3 2 の膜質が均一化される。

【 0 0 8 3 】

また、一実施形態の積層成膜装置 1 では、
前記蒸着材料 7 が SiO₂ であるとともに前記原料ガス 2 6 が炭化水素系ガスであり、前記第 1 層 3 1 がガスバリア性を有するとともに前記第 2 層 3 2 が応力緩和性を有する。

【 0 0 8 4 】

上記実施形態によれば、ガスバリア性を有する第 1 層 3 1 と、応力緩和性を有する第 2 層 3 2 とが交互に積層されるので、優れたガスバリア性を有する積層膜（ガスバリア膜）3 0 を基材 9 に形成できる。

20

【 0 0 8 5 】

また、一実施形態の積層成膜装置 1 では、
前記プラズマガン 1 0 の出口側には、アノード部 1 8 が設けられている。

【 0 0 8 6 】

上記実施形態によれば、電気絶縁性の蒸着材料 7 からの蒸発物 2 2 がアノード部 1 8 に付着しにくくなるため、プラズマビーム 1 9 の照射が連続的にかつ安定的に維持されるので、電気絶縁性の蒸着材料 7 が安定的に蒸発できる。

【 符号の説明 】

30

【 0 0 8 7 】

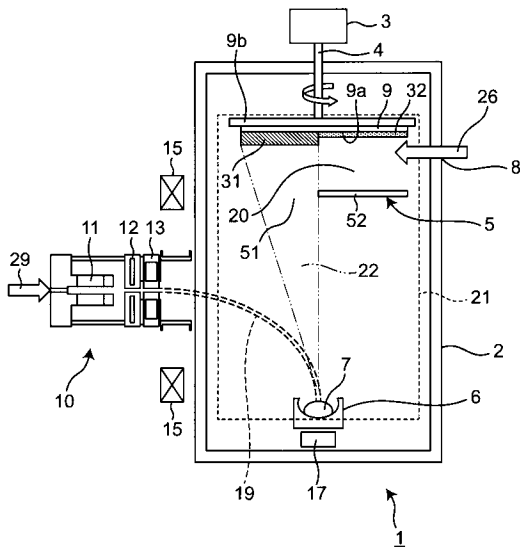
- 1 積層成膜装置
- 2 真空チャンバ
- 3 基材回転駆動モータ
- 4 シャフト
- 5 蒸発制御体
- 6 坩堝
- 7 蒸着材料
- 8 ガス供給部
- 9 基材
- 9 a 被形成面
- 9 b 基材ホルダ
- 1 0 圧力勾配型プラズマガン（プラズマ発生源）
- 1 1 陰極
- 1 2 第 1 中間電極
- 1 3 第 2 中間電極
- 1 4 絶縁管
- 1 5 収束コイル
- 1 6 放電電源
- 1 7 坩堝磁石

40

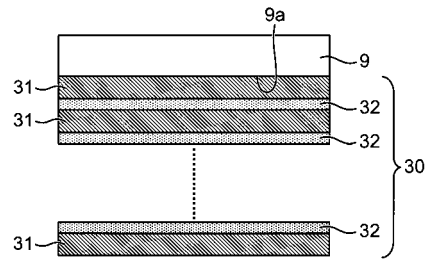
50

- 1 8 電子帰還電極（アノード部）
- 1 9 プラズマビーム
- 2 0 隙間領域
- 2 1 プラズマ領域
- 2 2 蒸発物
- 2 5 高密度プラズマ領域
- 2 6 原料ガス
- 2 7 加熱手段
- 2 8 プラズマ引き寄せ磁石
- 2 9 放電ガス
- 3 0 積層膜（ガスバリア膜）
- 3 1 第1層
- 3 2 第2層
- 5 1 開口部
- 5 2 非開口部
- 5 4 ロールー

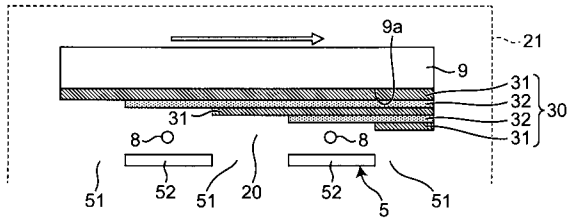
【 図 1 】



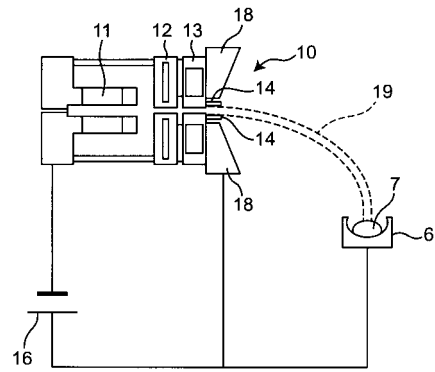
【 図 2 】



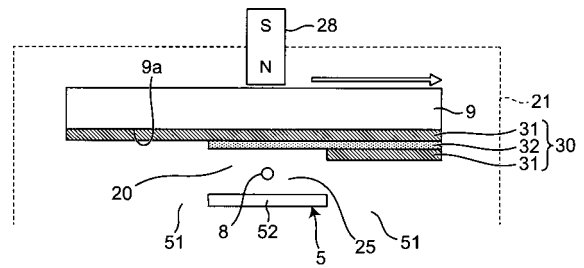
【 図 3 】



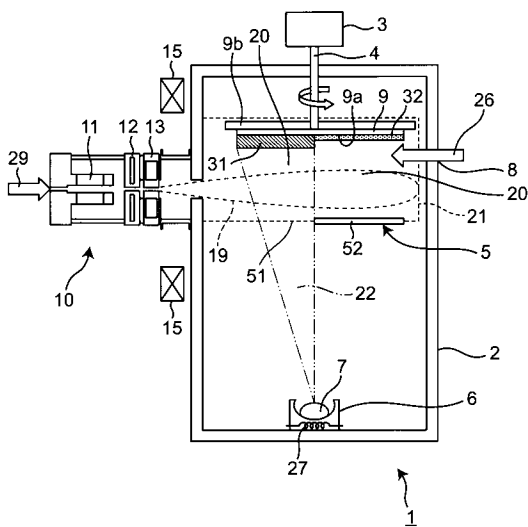
【 図 4 】



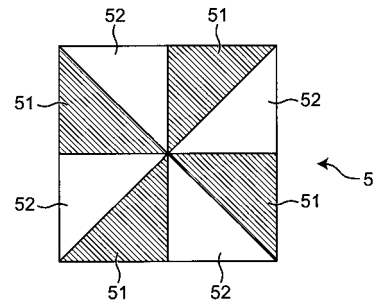
【 図 5 】



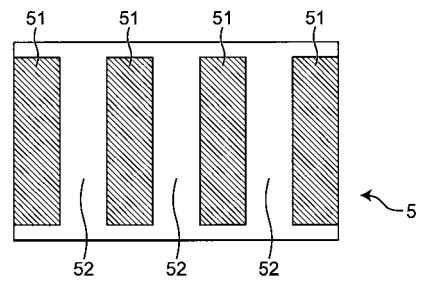
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

