(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5504091号
(P5504091)

(45)発行日　平成26年5月28日(2014.5.28)　(24)登録日　平成26年3月20日(2014.3.20)

(51)Int.Cl.		F I		
C23C 14/06	(2006.01)	C23C	14/06	Q
C03C 17/42	(2006.01)	C03C	17/42	
C23C 28/00	(2006.01)	C23C	28/00	D

請求項の数 9　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2010-174032(P2010-174032)
(22)出願日　平成22年8月2日(2010.8.2)
(65)公開番号　特開2012-31494(P2012-31494A)
(43)公開日　平成24年2月16日(2012.2.16)
審査請求日　平成25年6月13日(2013.6.13)

(73)特許権者　000231464
株式会社アルバック
神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００番地
(74)代理人　100101236
弁理士　栗原　浩之
(74)代理人　100128532
弁理士　村中　克年
(72)発明者　吉田　隆
千葉県富里市美沢１０－２　株式会社アルバック　千葉超材料研究所内
(72)発明者　三村　寿文
千葉県富里市美沢１０－２　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】成膜方法及び成膜装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する成膜方法であって、

酸素原子（Ｏ）及び水素原子（Ｈ）を含有するプラズマ生成ガス雰囲気中で生成したプラズマに被処理基板を曝し、前記被処理基板の表面に前記酸素原子（Ｏ）及び前記水素原子（Ｈ）を結合させ、次いで前記有機層を形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項２】

前記被処理基板は、透明基板に密着層が形成されたものであることを特徴とする請求項１記載の成膜方法。

【請求項３】

前記密着層が、Ｓｉ、Ａｌ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｓｎ、Ｚｎ、Ｍｇ及びＩｎから選ばれた少なくとも１種の金属の酸化物、酸化窒化物、窒化物からなる膜であることを特徴とする請求項２に記載の成膜方法。

【請求項４】

前記密着層の少なくとも表面がSiO_2膜であることを特徴とする請求項２記載の成膜方法。

【請求項５】

前記前記プラズマ生成ガスが、水蒸気であることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の成膜方法。

【請求項６】

被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する有機層形成手段を備えた成膜装置であって、
プラズマ生成ガスを導入するプラズマ生成ガス導入手段と電圧印加手段とを備え、
プラズマ生成ガス導入手段により成膜装置内に酸素原子及び水素原子を含有するプラズマ生成ガスを導入し、該プラズマ生成ガス雰囲気中で前記電圧印加手段により電圧を印加してプラズマを生成して被処理基板を曝し、前記被処理基板の表面に前記酸素原子及び前記水素原子を結合させ、その後、前記有機層形成手段により被処理基板上に前記有機層を形成することを特徴とする成膜装置。
【請求項７】
被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する有機層形成手段を備えた成膜装置であって、
プラズマ生成ガスを導入するプラズマ生成ガス導入手段と電圧印加手段とを備えたプラズマ処理室と、
前記有機層形成手段を備えた成膜室とを備え、
前記プラズマ処理室では、前記プラズマ生成ガス導入手段により前記プラズマ処理室内に酸素原子及び水素原子を含有するプラズマ生成ガスを導入し、該プラズマ生成ガス雰囲気中で前記電圧印加手段から電圧を印加してプラズマを生成して被処理基板を曝し、前記被処理基板の表面に前記酸素原子及び前記水素原子を結合させ、
前記成膜室では、前記有機層形成手段により前記有機層を被処理基板上に形成することを特徴とする成膜装置。
【請求項８】
前記プラズマ処理室と前記成膜室とは、それぞれ真空排気手段を備えると共に、この順で直列に配されており、
前記被処理基板を搬送する搬送手段が前記プラズマ処理室と前記成膜室とに亘って設けられていることを特徴とする請求項７に記載の成膜装置。
【請求項９】
前記成膜装置の中央には、被処理基板がその表面に設置される回転ドラムが設けられると共に、その回転ドラムの周囲には、前記プラズマ処理室と前記成膜室とが区画されて設けられていることを特徴とする請求項７に記載の成膜装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、成膜方法及び成膜装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
現在、携帯端末などの各種端末では、人体が直接パネル表面に接触して操作するタッチパネルが多く用いられている。このタッチパネルの表面は、人体が直接パネル表面に接触することから、傷や汚れがつきやすいので防汚層（有機層）が設けられている。
【０００３】
防汚層としては、フッ素系樹脂が用いられていることが多い。このようなフッ素系樹脂からなる膜の形成方法としては、真空蒸着法が知られている（例えば特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１０－１０６３４４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１によれば、真空蒸着法により、効率的に膜質の優れた膜を形成することが可能である。しかしながら、防汚層とその下層との間の密着性が使用状態により低下する場

合がある。

【０００６】

そこで、本発明の課題は、上記従来技術の問題を解決することにあり、その下層との密着性の優れた防汚層を形成するための成膜方法及び成膜装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の成膜方法は、被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する成膜方法であって、酸素原子（Ｏ）及び水素原子（Ｈ）を含有するプラズマ生成ガス雰囲気中で生成したプラズマに被処理基板を曝し、被処理基板の表面に酸素原子（Ｏ）及び水素原子（Ｈ）を結合させ、次いで前記有機層を形成することを特徴とする。

【０００８】

本発明の成膜方法では、フッ素含有樹脂からなる防汚層を形成前にプラズマに被処理基板を曝すことで、被処理基板の表面がクリーニングされ、かつ、被処理基板がエッチングされるので密着性を向上することができる。さらに、ＯとＨとを含むガス雰囲気中でプラズマ処理することで、よりフッ素含有樹脂からなる防汚層と基板との密着性を向上させることができる。

【０００９】

前記被処理基板は、透明基板に密着層が形成されたものであることが好ましい。より防汚層との密着性を向上させることができるからである。

【００１０】

前記密着層が、有機層との密着性の観点から、Ｓｉ、Ａｌ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｓｎ、Ｚｎ、Ｍｇ及びＩｎから選ばれた少なくとも１種の金属の酸化物、酸化窒化物、窒化物からなる膜であることが好ましい。特に、密着層として特にSiO_2膜を用いると透明性が高いので、例えば得られた被処理基板をタッチパネルに用いることができる。

【００１２】

前記プラズマ生成ガスが、水蒸気であることが好ましい。水蒸気であれば、簡易にガスを発生させることができる。

【００１３】

本発明の成膜方法を実施することができる成膜装置は、被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する有機層形成手段を備えた成膜装置であって、プラズマ生成ガスを導入するプラズマ生成ガス導入手段と電圧印加手段とを備え、プラズマ生成ガス導入手段により成膜装置内に酸素原子及び水素原子を含有するプラズマ生成ガスを導入し、該プラズマ生成ガス雰囲気中で前記電圧印加手段により電圧を印加してプラズマを生成して被処理基板を曝し、前記被処理基板の表面に前記酸素原子及び前記水素原子を結合させ、その後、前記有機層形成手段により被処理基板上に前記有機層を形成することを特徴とする。

【００１４】

また、本発明の成膜方法を実施することができる成膜装置は、被処理基板上にフッ素含有樹脂からなる有機層を形成する有機層形成手段を備えた成膜装置であって、プラズマ生成ガスを導入するプラズマ生成ガス導入手段と電圧印加手段とを備えたプラズマ処理室と、　前記有機層形成手段を備えた成膜室とを備え、前記プラズマ処理室では、前記プラズマ生成ガス導入手段により前記プラズマ処理室内に酸素原子及び水素原子を含有するプラズマ生成ガスを導入し、該プラズマ生成ガス雰囲気中で前記電圧印加手段から電圧を印加してプラズマを生成して被処理基板を曝し、前記被処理基板の表面に前記酸素原子及び前記水素原子を結合させ、前記成膜室では、前記有機層形成手段により前記有機層を被処理基板上に形成することを特徴とする。

【００１５】

本発明の成膜装置の好ましい実施形態としては、前記プラズマ処理室と前記成膜室とは、それぞれ真空排気手段を備えると共に、この順で直列に配されており、前記被処理基板を搬送する搬送手段が前記プラズマ処理室と前記成膜室とに亘って設けられていることか

、前記成膜装置の中央には、被処理基板がその表面に設置される回転ドラムが設けられると共に、その回転ドラムの周囲には、前記プラズマ処理室と前記成膜室とが区画されて設けられていることが挙げられる。

【発明の効果】

【００１６】

本発明の成膜方法及び成膜装置によれば、成膜したフッ素含有樹脂からなる防汚層の密着性が高いという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００１７】

【図１】実施形態１の成膜方法で得られた積層構造の模式的断面図である。

【図２】実施形態１に係る成膜装置の概略構成を示す模式図である。

【図３】実施形態２の成膜方法で得られた積層構造の模式的断面図である。

【図４】実施形態２に係る成膜装置の概略構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

（実施形態１）

以下、本発明について図１を用いて説明する。図１は、積層構造１の模式的断面図である。積層構造１は、透明基板２と、透明基板２上に成膜された密着層３と、密着層３上に積層された防汚層４とからなる。

【００１９】

透明基板２は、一方面側（密着層３とは逆側）に収容された素子を保護してタッチパネルを構成するものである。このような透明基板２の材料としては、例えば、透明樹脂フィルム又はガラス等が挙げられる。本実施形態ではガラスからなる。なお、本実施形態における透明基板２は、透過率が１００％のものに限定されず、いわゆる半透明も含むものである。

【００２０】

密着層３は、防汚層４と透明基板２との密着性を向上するためのものである。詳しくは後述するが、この密着層３の表面は、プラズマ処理工程によりクリーニングされて、ややエッチングされた状態となっている。このため、防汚層４との密着性を従来よりも高めることができる。

【００２１】

密着層３は、無機材料から形成される。無機材料としては、Ｓｉ、Ａｌ、Ｔａ、Ｎｂ、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｓｎ、Ｚｎ、Ｍｇ及びＩｎから選ばれた少なくとも１種の金属の酸化物、酸化窒化物、窒化物が挙げられる。これらのうち、酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒化酸化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム等が好ましく、これらの１種を単独で、或いは、これらを任意に混合して使用することができる。なお、本実施形態では、密着層３は、特に好ましい透過率を有するSiO_2膜からなる。

【００２２】

密着層３の厚みは１～１０００ｎｍ、好ましくは５～１５０ｎｍの範囲で適宜設定することができる。密着層３の厚みが上記の範囲未満であると、密着性を発現することができず、また、密着層３の厚みが上記の範囲を超えると、逆に応力等によるクラックが生じ易くなるとともに、成膜に要する時間が長くなり好ましくない。

【００２３】

防汚層４は、フッ素を含む有機層であり、この防汚層４が形成されていることで、例えば人体が接触したことでできる傷や指紋などからタッチパネルの表面を保護するものである。防汚層４を構成するフッ素系樹脂とは、高分子主鎖が、例えば、CF_2＝，－CF_2－，－ＣＦＨ－等の繰り返し単位を有するものが挙げられ、本実施形態では、直鎖構造のパーフルオロポリエーテル基を有するものを用いている。また、本実施形態における防汚

層４を構成するフッ素系樹脂は、この高分子主鎖の末端にケイ素原子を有するものであり、高分子主鎖末端に位置するケイ素原子には、アルコキシ基が酸素－ケイ素結合により付加されている。

【００２４】

防汚層４の膜厚としては、特に制限するものではないが、０．０００５～５μｍの範囲で適宜設定することができる。０．０００５μｍ未満であると、充分な汚れ付着防止機能を発現することが困難となり、また、５μｍを超えると、光透過率の低下等が生じるからである。

【００２５】

かかる積層構造１は、以下のようにして形成される。

【００２６】

初めに、ガラス基板である透明基板２上に、密着層３を形成する。このような密着層３の成膜方法としては、例えば、ＣＶＤ法、プラズマＣＶＤ法、スパッタリング法、イオンプレーティング法などが挙げられる。密着層３としてのSiO_2膜をスパッタリング法により形成する場合には、形成条件としては、例えば、スパッタリングターゲット：Ｓｉターゲット、スパッタリングガス：Ａｒ＋O_2、Ａｒガス流量：５０ｓｃｃｍ、O_2ガス流量：１５ｓｃｃｍ、投入パワー：２５００Ｗである。

【００２７】

次いで、この密着層３が形成された透明基板２に対してプラズマ処理を行う（プラズマ処理工程）。このプラズマ処理により、密着層３表面がエッチングされて、防汚層４との密着性が向上すると共に、密着層３表面に存在する不純物が除去されるので、防汚層４との密着性をさらに向上させることができる。

【００２８】

プラズマ処理におけるプラズマ生成ガスは、酸素原子（Ｏ）を含むガスである。このような酸素原子を含むガスとしては、O_2等の酸素原子を含むガス、また、H_2OなどのＯＨ基含有ガス等のＯと水素原子（Ｈ）とを含むガスが挙げられる。なお、これらのうちの１種もしくは２種以上を混合させて用いてもよく、また、これらのガスにＡｒ、Ｈｅ等の不活性ガスを混合させて用いてもよい。さらにまた、ＯとＨとを別々のガスに含有させてそれぞれを供給して、成膜室内で混合させてもよい。

【００２９】

プラズマ生成ガスとしては、好ましくは、ＯとＨとを含むガス、特にＯＨ基を含有するガスを用いることであり、最も好ましくは、ＯＨ基を有するH_2Oのみからなるガス、即ち水蒸気を用いることが挙げられる。ＯとＨとを含むガスを用いてプラズマ処理を行うと、密着層３の表面にＯ、Ｈがそれぞれ結合する。そして、その後密着層３上に防汚層４を形成した場合に、防汚層４のフッ素樹脂を構成する高分子主鎖末端に位置するケイ素原子には、アルコキシ基が酸素－ケイ素結合により付加されているが、このアルコキシ基が加水分解されることによりヒドロキシル基となる。そして、このヒドロキシル基と、この密着層３表面のＯ、Ｈとが脱水縮合反応してシロキサン結合を作る。このようにシロキサン結合を作ることで、より密着層３と防汚層４とが強固に結びつき、密着性を向上させることができる。なお、ＯとＨとを含むガスとしては、上述のように、ＯＨ基を含むガスを用いてもよく、また、Ｏを含有するガスとＨを含有するガスとを別々にプラズマ処理室内に導入して用いてもよいが、ＯＨ基を含有するガスを導入する方が、効率よく上述した反応を生じさせることができるため、好ましい。

【００３０】

さらにこの場合、ＯとＨとを含むガスの中でも特に水蒸気を用いれば、簡易に、かつ、安価に処理を行うことができて好ましい。さらに、ＯとＨとを含むガスの中でも特に水蒸気を用いることで、密着性が向上する。

【００３１】

かかるプラズマ処理工程では、プラズマ生成ガスとしてＯＨ基を有するガスを導入する場合には、ガス流量：５～５０ｓｃｃｍ、投入パワー：１００～３０００Ｗである。本実

施形態では、水蒸気を用いて、ガス流量：２０ｓｃｃｍ、投入パワー：１０００Ｗで６０秒間プラズマ処理を行った。

【００３２】

その後、この密着層３上に防汚層４を形成する。防汚層４の形成方法としては、塗布法、蒸着法等が挙げられるが、本実施形態では蒸着法を用いている。

【００３３】

蒸着法としては、真空蒸着法、イオンビーム蒸着法、抵抗加熱蒸着法が挙げられるが、本実施形態では所定の圧力状態で蒸着源を加熱して蒸着を行う抵抗加熱蒸着法を用いている。所定の圧力状態とは、1×10^{-4}～1×10^{-2}Ｐａである。本実施形態では、2×10^{-3}～4×10^{-4}Ｐａとなるように保持しながら、加熱手段により２２０℃まで蒸着源としての商品名オプツールＤＳＸ（ダイキン工業株式会社製）を加熱して、厚さ２ｎｍの蒸着膜を形成している。

【００３４】

本実施形態にかかる成膜装置について、以下図２を用いて説明する。成膜装置１０は、いわゆるインライン式の成膜装置であり、基板に対して所定の処理を行う処理室が直列に接続されているものである。成膜装置１０は、ロードロック室１１と、密着層形成室１２と、プラズマ処理室１３と、防汚層形成室１４とをこの順で備える。なお、成膜装置１０内において、透明基板２は、搬送手段としての搬送トレイにより支持されて搬送される。なお、本実施形態において搬送手段とは、透明基板２を載置する搬送トレイと、搬送トレイを移動させる移動手段とからなるものである。

【００３５】

ロードロック室１１には、大気中から透明基板２が搬入される。ロードロック室１１には、図示しない真空ポンプが設けられ、ロードロック室１１内を所定の真空度になるまで真空排気し、その真空度を保持することができるように構成されている。なお、図示しないが各処理室には真空ポンプが設けられて処理室毎に所望の真空度とすることができる。

【００３６】

密着層形成室１２は、透明基板２に対してスパッタリング法により密着層３（図１参照）を形成するためのものである。密着層形成室１２に搬送された透明基板２は、図示しない搬送手段で基板設置位置１２１に設置される。密着層形成室１２には、この基板設置位置１２１に設置された透明基板２に対向するように、スパッタリングターゲット１２２がターゲット支持部１２３により支持されて設置される。ターゲット支持部１２３には、高周波電源１２４が接続されていて、スパッタリングターゲット１２２に電圧を印加できるように構成されている。

【００３７】

スパッタリングターゲット１２２は、密着層に応じて材料を適宜設定する。本実施形態では、密着層としてSiO_2膜を形成するために、スパッタリングターゲット１２２として金属シリコンターゲットが設置されている。

【００３８】

また、密着層形成室１２には、スパッタリングガスが封入された２つの第１ガス封入部１２５がそれぞれ第１バルブ１２６を介して設置されている。各第１バルブ１２６の開度を調整することで、第１ガス封入部１２５から所望量のスパッタリングガスを密着層形成室１２内に導入することができる。本実施形態においては、一方の第１ガス封入部１２５にＡｒガスが、他方の第１ガス封入部１２５にO_2ガスが、それぞれ封入されている。

【００３９】

プラズマ処理室１３は、本発明におけるプラズマ処理を行うためのものである。プラズマ処理室１３は、搬送トレイに載置された透明基板２に高周波電圧を印加するための電圧導入部１３１が設けられている。電圧導入部１３１には、電圧印加手段１３２が接続されて、搬送トレイに載置された透明基板２に電圧が印加できるように構成されている。なお、これらの電圧導入部１３１及び電圧印加手段１３２は、プラズマを形成することができるものであれば、限定されない。

【００４０】
また、プラズマ処理室１３には、プラズマ生成ガス（本実施形態ではH_2O）を封入した第２ガス封入部１３３が、第２バルブ１３４を介して接続されている。第２バルブ１３４の開度を調整することで、第２ガス封入部１３３から所望量のプラズマ生成ガスをプラズマ処理室１３内に導入することができる。
【００４１】
防汚層形成室１４は、蒸着法により透明基板２の密着層上に防汚層４（図１参照）を形成するためのものである。防汚層形成室１４に搬送された透明基板２は、図示しない搬送手段で基板設置位置１４１に設置される。防汚層形成室１４には、設置された透明基板２に対向するように、蒸着手段１４２が設置されている。蒸着手段１４２は、蒸着方法によるが、本実施形態では、図示しない蒸着源が加熱手段を備えた坩堝中に設置されたものである。
【００４２】
かかる成膜装置１０における成膜について説明する。ロードロック室１１に透明基板２が搬送されると、ロードロック室１１では排気が行われ、真空状態となる。所望の真空状態となった後に、透明基板２は密着層形成室１２に搬送される。密着層形成室１２では、透明基板２に対して密着層が形成される。具体的には、各第１バルブ１２６の開度を調整して各第１ガス封入部１２５からスパッタリングガス（例えばO_2ガス及びＡｒガス）を導入すると共に、高周波電源１２４からスパッタリングターゲット１２２に電圧を印加してスパッタリングを開始して、密着層３を形成する。
【００４３】
次いで、透明基板２が密着層形成室１２からプラズマ処理室１３へ搬送される。プラズマ処理室１３では、透明基板２上の密着層に対してプラズマ処理が行われる。具体的には、プラズマ処理室１３では、第２バルブ１３４の開度を調整して第２ガス封入部１３３からプラズマ生成ガスが導入されると共に電圧印加手段１３２から電圧導入部１３１に電圧が印加されて、密着層３表面が若干エッチングされて密着層３表面のクリーニングが行われる。
【００４４】
次いで、透明基板２は、プラズマ処理室１３から防汚層形成室１４へ搬送される。防汚層形成室１４では、プラズマ処理された密着層３上に防汚層４が形成される。具体的には、坩堝を加熱手段により加熱して、搬送された透明基板２の密着層３に対して加熱された蒸着源を付着して防汚層４を形成する。
【００４５】
防汚層４が形成されたのち、透明基板２は、ロードロック室１１に搬送され、ロードロック室１１において大気開放された後に成膜装置１０から搬出される。
【００４６】
このようにして、本実施形態の成膜装置１０では、密着層形成室１２と防汚層形成室１４との間にプラズマ処理室１３を設けることで、所望のプラズマ処理を行うことができ、これにより、密着層３と防汚層４との密着性を向上させることができる。
【００４７】
（実施形態２）
本実施形態にかかる積層構造について、図３を用いて説明する。図３に示すように、本実施形態にかかる積層構造１Ａでは、密着層３Ａが複数層からなる点が実施形態１に示す密着層３（図１参照）とは異なる。
【００４８】
本実施形態における密着層３Ａは、酸化タンタル（Ta_2O_5）からなる第１層３１と、SiO_2膜からなる第２層３２とが、この順で複数層形成されてなるものである。この本実施形態における密着層３Ａは、密着層として機能すると共に、反射防止層としても機能するものである。この密着層３Ａの表面も、本発明におけるプラズマ処理がなされていることで密着性が高い。

【００４９】
密着層３Ａとして用いることができる膜としては、上述した密着層３Ａと同一の材料を用いることができ、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒化酸化ケイ素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウム、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、酸化タンタル、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム等を挙げることができ、これらのうちの１種又は２種以上を混合した第１層３１と、第１層３１とは異なる材料であり、かつ、これらのうちの１種又は２種以上を混合した第２層３２とすることができる。
【００５０】
本実施形態における第１層３１と第２層３２の組み合わせとしては、第１層３１のTa_2O_5膜と第２層３２のSiO_2膜との組み合わせ、第１層３１のNb_2O_5膜と第２層３２のSiO_2膜との組み合わせ、第１層３１のTiO_2膜と第２層３２のSiO_2膜との組合わせ等が挙げられ、特に第１層３１がTa_2O_5膜、第２層３２がSiO_2膜であることが好ましい。
【００５１】
なお、本実施形態では、２種の膜を順次重ねて密着層３Ａとしているが、これに限定されず、３種以上の膜を順次重ねてもよい。
【００５２】
また、このように複数層からなる密着層３Ａを用いる場合であっても、防汚層４に接触する層（本実施形態では第２層３２）は、防汚層４との密着性がより高いSiO_2膜であることが好ましい。
【００５３】
このような密着層３Ａを形成する場合には、例えば、第１層３１の形成条件は、スパッタリングターゲット：Ｔａターゲット、スパッタリングガス：Ａｒ、Ａｒガス流量：５０～５００ｓｃｃｍ、O_2ガス流量：５０～５００ｓｃｃｍ、投入パワー：１～１０ｋＷである。第２層３２の形成条件は、スパッタリングターゲット：Ｓｉターゲット、スパッタリングガス：Ａｒ、Ａｒガス流量：５０～５００ｓｃｃｍ、O_2ガス流量：５０～５００ｓｃｃｍ、投入パワー：１～１０ｋＷである。本実施形態では、第１層３１の形成条件は、スパッタリングターゲット：Ｔａターゲット、スパッタリングガス：Ａｒ、Ａｒガス流量：１００ｓｃｃｍ、O_2ガス流量：３１０ｓｃｃｍ、投入パワー：７ｋＷである。第２層３２の形成条件は、スパッタリングターゲット：Ｓｉターゲット、スパッタリングガス：Ａｒ、Ａｒガス流量：５０ｓｃｃｍ、O_2ガス流量：２００ｓｃｃｍ、投入パワー：７ｋＷである。
【００５４】
また、本実施形態における積層構造１Ａを形成する場合の密着層表面のプラズマ処理の条件は、実施形態１と同一である。そして、密着層表面のプラズマ処理後、防汚層４を実施形態１と同様に形成する。
【００５５】
このような積層構造１Ａを形成する成膜装置について、図４を用いて説明する。
【００５６】
本実施形態にかかる成膜装置２０は、中央部に回転ドラム２１が設けられている。この回転ドラム２１には、複数枚の透明基板２が設けられる。即ち、本実施形態における成膜装置２０では、回転ドラム２１が基板設置部として機能するように構成されている。回転ドラム２１は、回転可能であり、回転ドラム２１の表面に設置された複数の透明基板２に対して、各処理が行われる。成膜装置２０は、図示しない真空ポンプが設けられており、これにより成膜装置２０内を所望の真空度とすることができる。
【００５７】
成膜装置２０は、さらに内部が複数の処理室に区切られている。本実施形態では、成膜装置２０は、その周方向に、第１層形成室２２と、第２層形成室２３と、プラズマ処理室２４と、防汚層形成室２５とに区切られている。第１層形成室２２と第２層形成室２３と

は互いに対向する位置にあり、プラズマ処理室２４と防汚層形成室２５とが互いに対向する位置にある。

【００５８】

第１層形成室２２と、第２層形成室２３は、共にスパッタリング法により第１層３１及び第２層３２（図３参照）を形成することができるように構成されている。即ち、第１層形成室２２ではスパッタリング法により第１層を形成し、第２層形成室２３では、スパッタリング法により第２層を形成する。

【００５９】

第１層形成室２２には、一対の第１層用スパッタリングターゲット２２１が、それぞれターゲット支持部２２２に支持されて設置されている。各ターゲット支持部２２２には、高周波電源２２３が接続されている。これにより、一対の第１層用スパッタリングターゲット２２１には、それぞれ互いに正負反対の電圧が印加される。また、第１層形成室２２には、スパッタリングガスが封入された第３ガス封入部２２４が第３バルブ２２５を介して接続されている。

【００６０】

第２層形成室２３は、スパッタリングターゲット以外は第１層形成室２２と同様の構成となっている。即ち、第２層形成室２３には、一対の第２層用スパッタリングターゲット２３１が、それぞれターゲット支持部２３２に支持されて設置されている。ターゲット支持部２３２には、高周波電源２３３が接続されている。また、第２層形成室２３には、スパッタリングガスが封入された第４ガス封入部２３４が第４バルブ２３５を介して接続されている。

【００６１】

プラズマ処理室２４には、プラズマ生成ガスとしてのH_2Oガスが封入された第５ガス封入部２４１が第５バルブ２４２を介して接続されている。また、プラズマ処理室２４には、図示しないがプラズマを形成するための電圧印加手段を備えている。

【００６２】

また、プラズマ処理室２４には、O_2ガスが封入された第６ガス封入部２４３が第６バルブ２４４を介して接続されている。このO_2ガスは、密着層３Ａ（図３参照）の金属酸化膜を形成する場合にプラズマ処理室２４内に導入されるものである。即ち、本実施形態では、実施形態１とは異なり、透明基板上に金属膜を成膜しただけでは酸化しないので、金属膜を第１層形成室２２又は第２層形成室２３で形成した後に、金属酸化物膜とするために、このプラズマ処理室２４内でO_2ガス雰囲気中でのプラズマに曝すのである。
なお、密着層３Ａ表面のプラズマ処理においてO_2ガスを用いる場合には、第５ガス封入部２４１のみを設けることで足りる。

【００６３】

防汚層形成室２５には、蒸着手段２５１が設置されている。蒸着手段２５１は、蒸着方法によるが、本実施形態では、図示しない蒸着源が加熱手段を備えた坩堝に設置されたものである。

【００６４】

かかる成膜装置２０における成膜について説明する。成膜装置２０に複数の透明基板２が搬送され、搬送された透明基板２は、回転ドラム２１にそれぞれ所定の間隔をあけて設置される。その後、成膜装置２０内は排気が行われ、所望の真空状態となる。真空状態となった後に、回転ドラム２１の回転が開始される。回転ドラム２１は、全ての透明基板２に対して全ての膜の成膜が完了するまで一方向に回転し続ける。

【００６５】

初めに、第１層形成室２２でのスパッタリング法が実施されて透明基板２にTa_2O_5膜である第１層３１を形成する。具体的には、第３バルブ２２５の開度を調整して第３ガス封入部２２４からスパッタリングガス（Ａｒガス）を導入すると共に、高周波電源２２３から一対のスパッタリングターゲット２２１に電圧を印加してスパッタリングを開始して、単原子層のＴａ膜を成膜する。成膜されたＴａ膜は、プラズマ処理室２４でO_2ガス

雰囲気中でのプラズマに曝されてTa_2O_5膜である第１層３１（図３参照）が形成される。

【００６６】

このようにして順次回転ドラム２１上に設置された透明基板２上に第１層を形成し、全ての回転ドラム２１上の透明基板２に成膜が終了すると、次いで第２層３２（図３参照）の形成が始まる。即ち、第２層形成室２３でスパッタリング法が実施されて透明基板２にSiO_2膜である第２層３２を形成する。具体的には、第４バルブ２３５の開度を調整して第３ガス封入部２３４からスパッタリングガス（Ａｒガス）を導入すると共に、高周波電源２３３から一対のスパッタリングターゲット２３１に電圧を印加してスパッタリングを開始して、単原子層のＳｉ膜を成膜する。成膜されたＳｉ膜は、プラズマ処理室２４でO_2ガス雰囲気中でのプラズマに曝されて第２層３２（図３参照）が形成される。

【００６７】

このようにして各透明基板２の第１層上に第２層を形成すると、再度第１層形成室２２においてスパッタリングが開始されて、第２層上に第１層が形成される。そして、第１層及び第２層をこの順で順次積層していくことで、密着層３Ａ（図３参照）が形成される。

【００６８】

全ての各透明基板２に密着層３Ａを形成した後に、各透明基板２に対してプラズマ処理室２４でプラズマ処理が行われる。具体的には、プラズマ処理室２４で、第５バルブ２４２の開度を調整して第２ガス封入部２４１からプラズマ生成ガス（H_2Oガス）が導入されると共に電圧が印加されて、密着層３Ａ表面が若干エッチングされ密着層３表面のクリーニングが行われる。

【００６９】

全ての透明基板２の密着層３Ａに対してプラズマ処理が行われると、プラズマ処理された密着層３Ａ上に防汚層４（図３参照）が形成される。具体的には、防汚層形成室２５において蒸着手段２５１の蒸着源の加熱を開始して、透明基板２の密着層３Ａ上に、加熱された蒸着源が付着して防汚層を形成する。

【００７０】

防汚層が形成されたのち、成膜装置２０は大気開放されて、防汚層が成膜された透明基板２は、成膜装置２０から搬出される。

【００７１】

このようにして、本実施形態の成膜装置２０では、プラズマ処理室２４を設けることで、所望のプラズマ処理を行うことができ、これにより、密着層３Ａと防汚層４との密着性を向上させることができる。

【００７２】

以下、実施例により本発明の実施形態についてより詳細に説明する。

【００７３】

（実施例１及び参考例２）

実施形態１にかかる成膜装置により表１に示す各条件で積層構造１を形成した。なお、記載のない条件については実施形態１に記載したものと同一である。

【００７４】

（比較例１）

実施例１とは、プラズマ処理工程においてＯ含有ガスを用いなかった点以外は全て同一の条件で積層構造を形成した。

【００７５】

（実施例３及び参考例４）

実施形態２にかかる成膜装置により表１に示す各条件で積層構造１Ａを形成した。なお、記載のない条件については実施形態２に記載したものと同一である。

【００７６】

（比較例２）

参考例２とは、プラズマ処理工程においてＯ含有ガスを用いなかった点以外は全て同一

の条件で積層構造を形成した。

【００７７】

（比較例３）

プラズマ処理工程を行わなかった点以外は全て実施例１と同一の条件で積層構造を形成した。

【００７８】

実施例１及び３、参考例２及び４、並びに比較例１～３の積層構造に対して、それぞれ耐久試験を行い、密着性を確認した。耐久試験は、各積層構造の防汚層表面を、荷重（１０００ｇ／ｃｍ^2）をかけたスチールウールで摺動し、摩耗した後に防汚層表面に水滴を落とし、この水滴の接触角が１０５度以下になった場合の摺動回数を測定したものである。即ち、摺動回数が多いほど、防汚層が剥がれにくく、密着性が高いことを示す。結果を表１に合わせて示す。

【００７９】

【表１】

	密着層材料		密着層形成条件	プラズマ形成ガス	ガス流量（sccm）	投入パワー（kW）	防汚層形成条件	限界摺動回数
	第1層	第2層						
実施例1	SiO_2		実施形態1と同一	H_2O	20	1000	実施形態1と同一	10000回
参考例2	SiO_2		実施形態1と同一	O_2	15	1000	実施形態1と同一	7000回
比較例1	SiO_2		実施形態1と同一	Ar	50	1000	実施形態1と同一	3000回
実施例3	SiO_2	Ta_2O_5	実施形態2と同一	H_2O	20	1000	実施形態1と同一	10000回
参考例4	SiO_2	Ta_2O_5	実施形態2と同一	O_2	15	1000	実施形態1と同一	7000回
比較例2	SiO_2	Ta_2O_5	実施形態2と同一	Ar	50	1000	実施形態1と同一	3000回
比較例3	SiO_2		実施形態1と同一	なし			実施形態1と同一	1000回

【００８０】

表１に示すように、全ての実施例で比較例に対して摺動回数が多く、密着性が向上したことが分かった。また、プラズマ生成ガスとして水蒸気を用いたプラズマ処理を行った場合には、特に密着性が高いことが分かった。

【００８１】

（他の実施形態）

本発明は、上述した実施形態に限定されない。例えば、成膜装置は実施形態１及び２に挙げたものに限定されず、各実施形態にかかる成膜方法を実施することができるものであればよい。例えば、一つの成膜装置内に、本実施形態におけるプラズマ処理室に設けられたプラズマ処理手段、蒸着手段を設け、基板をこれらに対向するようにして設置することができるように構成してもよい。

【００８２】

また、実施形態２にかかる成膜装置２０では、第１層成膜室２２と第２層成膜室２３とが互いに対向するように設けたが、これに限定されず、例えば隣接するように設けてもよい。

【００８３】

また、上述した各実施形態では密着層３、３Ａを形成したが、これに限定されず、密着層が予め形成してある基板に対してプラズマ処理を行うことも可能である。また、密着層３、３Ａを設けなくてもよい。

【００８４】

本実施形態では密着層３Ａを全て金属酸化物膜としているため、プラズマ処理室２４内にO_2ガスを導入するように構成しているが、これに限定されない。例えば、窒化物膜を形成する場合には、プラズマ処理室２４内に窒素含有ガスを導入するようにしてもよい。

【００８５】

本実施形態では、スパッタリング法として高周波スパッタリング法を用いたが、これに限定されず、例えば、磁石をスパッタリングターゲットの背後に設置して磁場と電場の直交するマグネトロン放電を利用するマグネトロンスパッタ法や、ＥＣＲプラズマを用いて真空中でスパッタリングを行うＥＣＲスパッタリング法などを用いてもよい。また、本実施形態では、二つのスパッタリングターゲット間に高周波電圧を印加したが、このようないわゆるデュアル式のスパッタリング方法に限られない。例えば、単一のスパッタリングターゲットに対して高周波電源を接続し、接地された基板とスパッタリングターゲットとの間で高周波電圧を印加してもよい。

【００８６】

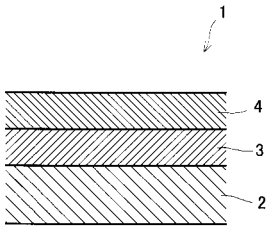
実施形態２では、密着層３Ａとして反射防止層としても機能する膜を挙げたがこれに限定されず、他の光学機能膜であってもよい。

【符号の説明】

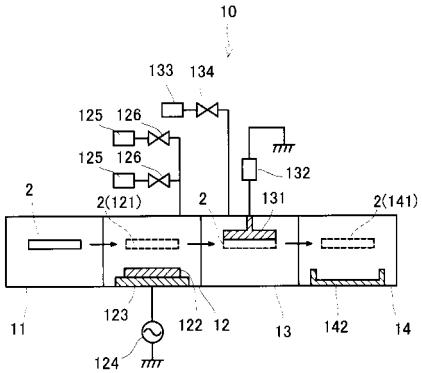
【００８７】

１、１Ａ	積層構造
２	透明基板
３、３Ａ	密着層
４	防汚層
１０	成膜装置
１１	ロードロック室
１２	密着層形成室
１３	プラズマ処理室
１４	防汚層形成室
２０	成膜装置
２１	ローラー
２２	第１層形成室
２３	第２層形成室
２４	プラズマ処理室
２５	防汚層形成室
３１	第１層
３２	第２層

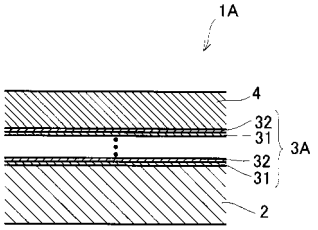
【図１】


1
4
3
2

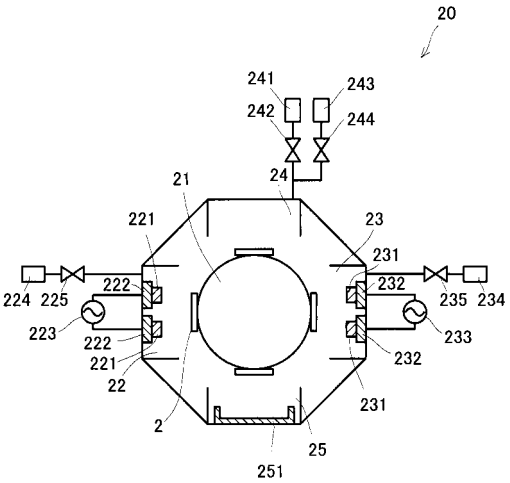
【図２】


10
133
134
125
126
125
126
132
2
2(121)
2
131
2(141)
123
122
12
13
142
14
11
124

【図３】


1A
4
32
31
3A
32
31
2

【図４】


20
241
243
242
244
24
21
221
23
231
222
232
224
225
235
234
223
222
233
221
232
22
231
2
25
251

フロントページの続き

(72)発明者　松本　昌弘
千葉県富里市美沢１０－２　株式会社アルバック　千葉超材料研究所内
(72)発明者　谷　典明
千葉県富里市美沢１０－２　株式会社アルバック　千葉超材料研究所内
(72)発明者　久保　昌司
神奈川県茅ヶ崎市萩園２５００　株式会社アルバック内

審査官　伊藤　光貴

(56)参考文献　特開２００５－３０１２０８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２７８７８８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－００７１２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－３０９１３９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２３Ｃ　１４／００－１４／５８
Ｃ０３Ｃ　１７／４２