(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3638055号
(P3638055)
(45)発行日　平成17年4月13日(2005.4.13)　(24)登録日　平成17年1月21日(2005.1.21)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01L 21/285	H01L	21/285	S
H01L 21/203	H01L	21/285	301Z
H01L 21/268	H01L	21/203	S
H01L 21/3205	H01L	21/268	Z
	H01L	21/88	B

請求項の数 8　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平8-119495
(22)出願日　平成8年4月18日(1996.4.18)
(65)公開番号　特開平9-283468
(43)公開日　平成9年10月31日(1997.10.31)
審査請求日　平成15年3月14日(2003.3.14)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100098785
弁理士　藤島　洋一郎
(72)発明者　ダラム　パル　ゴサイン
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　中越　美弥子
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　ジョナサン　ウエストウォーター
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】低抵抗導電膜の作製方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

低耐熱性の基板をその軟化温度よりも低い温度に設定すると共に、アルゴンより原子半径が小さく、原子量の小さな希ガス元素の雰囲気中において導電体ターゲットをスパッタリングすることにより前記低耐熱性の基板上に導電膜を形成する工程と、

前記基板上に形成された導電膜にエネルギービームを照射して熱処理を施す工程と

を含むことを特徴とする低抵抗導電膜の作製方法。

【請求項２】

前記希ガス元素をヘリウムとしたことを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。

【請求項３】

前記導電体ターゲットは透明導電体材料により形成されていることを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。

【請求項４】

前記透明導電体材料はＩＴＯであることを特徴とする請求項３記載の低抵抗導電膜の作製方法。

【請求項５】

前記導電体ターゲットは不透明導電体材料により形成されたことを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。

【請求項６】

更に、前記基板と導電膜との間に前記エネルギービーム照射時における前記基板の発熱を防止するためのバッファ層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。
【請求項７】
前記エネルギービームは前記導電膜により吸収される波長のビームを用いることを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。
【請求項８】
前記エネルギービームを照射する前に、前記導電膜をパターニングすることを特徴とする請求項１記載の低抵抗導電膜の作製方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は半導体デバイスにおける電極や配線として用いられる低抵抗導電膜の作製方法に係り、特にガラス，プラスチック等からなる低耐熱性基板の上にスパッタリング法により形成される低抵抗導電膜の作製方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年の大画面ディスプレイの開発に伴い、ポリカーボネイト（ＰＣ）等のプラスチックからなる低耐熱性基板上に形成される透明電極（透明導電膜）として、より低抵抗で高透過率のものが要望されている。
【０００３】
従来、この透明導電膜の形成方法としては、ＩＴＯターゲットを、スパッタレートの大きなアルゴン（Ａｒ）ガス雰囲気中においてマグネトロンスパッタリングを行うことにより基板上にＩＴＯ(Indium Tin Oxide,酸化インジウムすず) 膜を堆積させる方法が主流であった。
【０００４】
この従来のスパッタリング法において、透明導電膜として低抵抗のものを作製するためには、基板の温度を２００℃以上の高温にする必要があり、更に、低抵抗でしかも高透過率の透明導電膜を得るためには、ＩＴＯ薄膜を堆積して形成したのち、酸素雰囲気中において３００～５００℃の高温で熱処理（アニール）を施す必要があった。しかし、このように高温の熱処理を施すと、プラスチック等の低耐熱性の基板が軟化する虞れがあり好ましくない。
【０００５】
また、ＬＳＩ（Large Scale Integrated circuit）の金属配線に用いられるアルミニウム等の導電膜においても、より低抵抗のものが望まれている。従来、このような金属配線として用いられる導電膜も、上記透明導電膜と同様に、アルゴンガス雰囲気中においてマグネトロンスパッタリングを行うことにより基板上に堆積させて形成されるのが主流であった。
【０００６】
しかし、この方法により形成されるアルミニウム等の導電膜は結晶粒径が小さいので、本来の導電率よりも小さい導電率の膜しか作製することができず、金属配線の低抵抗化は困難であった。
【０００７】
これに対して、アルゴンガス雰囲気中のマグネトロンスパッタリングにより作製した導電膜に、エキシマレーザのような短波長のパルスレーザを照射して結晶粒径を大きくすることにより導電膜を低抵抗化する方法が考えられている。この方法では、レーザビームは導電膜において大部分吸収されるので、導電膜のみを局所的に加熱することができる。従って、基板の温度は低温に保ったままで導電膜に熱処理（アニール）を施すことができ、プラスチック等により形成された低耐熱性の基板を軟化させることなく、透明導電膜や金属配線の低抵抗化を図ることが可能である。

【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
上述のようにスパッタリングにより導電膜を形成したのち、この導電膜に対してレーザビームを照射することにより導電膜の低抵抗化を図ることができるものの、従来の方法には次のような問題があった。すなわち、従来のアルゴンガス雰囲気中のマグネトロンスパッタリングにより作製した導電膜には、膜中にアルゴンが数１０％含まれている。文献によると、アルゴンガスを用いたスパッタリング法により形成されたタンタルシリサイド（$TaSi_2$）膜の場合、膜中に入ったアルゴンを外部に放出させるために必要な熱処理温度は９００℃以上であり、更にアルゴンを１００％外部に放出させるためには１１００℃以上の熱処理が必要である。従って、これから類推すると、スパッタリングにより形成されたＩＴＯ膜やアルミニウム膜等の導電膜中のアルゴンを外部に放出させるためには、５００℃以上の熱処理を施す必要がある。
【０００９】
しかしながら、導電膜の結晶粒径を大きくするためにエキシマレーザ等の短波長のパルスレーザを照射すると、薄膜はパルス幅２０～３０ｎｓ程度の極短時間に１４００℃以上の高温に加熱されるため、アルゴンガスは放出されるものの、膜内部から突沸する状態となり薄膜を破壊してしまう現象が生じるという問題があった。
【００１０】
本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、スパッタリング法により導電膜を形成したのち、導電膜にエネルギービームを照射して結晶化させる際に、膜の破壊が生ずることを防止しつつ低抵抗化を図ることができる低抵抗導電膜の作製方法を提供することにある。
【００１１】
【課題を解決するための手段】
本発明に係る低抵抗導電膜の作製方法は、低耐熱性の基板をその軟化温度よりも低い温度に設定すると共に、アルゴンより原子半径が小さく、原子量の小さな希ガス元素の雰囲気中において導電体ターゲットをスパッタリングすることにより低耐熱性の基板上に導電膜を形成する工程と、基板上に形成された導電膜にエネルギービームを照射して熱処理を施す工程とを含むものである。
【００１２】
本発明による方法は、スパッタガスとしてアルゴンガスを用いた従来のスパッタリング法により導電膜を作製したとき、成膜中に膜内に入ったアルゴンが２００℃程度の熱処理によって外部に放出されないのは、主としてアルゴンの原子半径（０．１４４ｎｍ）と原子量（３９．９４８）が大きいことによるものと考え、スパッタガスとしてアルゴンよりも原子半径が小さく、かつ原子量が小さくて軽い希ガスの元素のガスを用いることにより、成膜中に膜内に入ったガス元素を低温の熱処理によって外部に容易に放出させようとするものである。
【００１３】
すなわち、本発明の低抵抗導電膜の作製方法では、アルゴンよりも原子半径の小さな希ガス雰囲気中でスパッタリングが行われ、軟化温度よりも低い温度に設定された低耐熱性の基板上に導電膜が形成される。続いて、基板上に形成された導電膜にエネルギービームが照射され極短時間に結晶化を促進して導電膜の低抵抗化が図られる。このエネルギービームの照射時において、成膜中に導電膜内に入った希ガスはアルゴンよりも原子半径が小さく軽いため膜内から外部に容易に放出される。これにより希ガスが突沸して導電膜を破壊する虞れがなくなる。
【００１４】
アルゴンよりも原子半径が小さく、軽い希ガスの元素としてはヘリウム（Ｈｅ）およびネオン（Ｎｅ）を挙げることができる。このうちヘリウムは原子半径（０．０９５ｎｍ）と原子量（４．００２）が極めて小さく、膜から容易に放出されるため、特に本発明に好適である。

【００１５】
低耐熱性の基板としては、例えば軟化温度が２００℃程度以下の基板であり、具体的には例えばポリカーボネイト（ＰＣ）等のプラスチックからなる基板が用いられる。この基板上には、基板と導電膜との間に、エネルギービーム照射時における基板の発熱を防止するためのバッファ層を形成することが好ましい。
【００１６】
また、エネルギービームとしては、導電膜が吸収する波長のビーム例えばレーザビームが用いられ、特にエキシマレーザによるパルスレーザビームを用いることが好ましい。エキシマレーザとしては、ＸｅＣｌエキシマレーザによるパルスレーザビーム（波長３０８ｎｍ）やＸｅＦエキシマレーザによるパルスレーザビーム（波長３５０ｎｍ）などが用いられる。
【００１７】
導電体ターゲットは例えばＩＴＯ(Indium Tin Oxide)，酸化スズ（SnO_2），三酸化タングステン（WO_3），酸化亜鉛（ＺｎＯ）等の酸化物からなる透明導電体材料やアルミニウム（Ａｌ），銅（Ｃｕ），金（Ａｕ）等の金属からなる不透明導電体材料が用いられる。
【００１８】
【実施の形態】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、ここでは、低耐熱性基板の上に形成される導電膜として透明導電膜（ＩＴＯ膜）を用い、このＩＴＯ膜の低抵抗化を例として説明する。
【００１９】
図１（ａ）～（ｃ）は本発明の一実施の形態に係るＩＴＯ膜の作製工程を表すものである。この方法は、まず、同図（ａ）に示したように例えばポリカーボネイト（ＰＣ）からなる低耐熱性基板１０を用意し、この低耐熱性基板１０上に例えばＣＶＤ（Chemical Vapor Deposition:化学的気相成長)法により例えば膜厚１００ｎｍの窒化シリコン膜（ＳｉＮ）１１を形成する。続いて、この窒化シリコン膜１１上に例えば同じくＣＶＤ法により例えば膜厚２００ｎｍの二酸化シリコン膜（SiO_2）１２を形成する。これら窒化シリコン膜１２および二酸化シリコン膜１３からなる積層膜はバッファ層を構成しており、後述のレーザビーム照射工程においてレーザによる発熱が低耐熱性基板１０に伝わることを防止するものである。
【００２０】
このように窒化シリコン膜１１および二酸化シリコン膜１２からなるバッファ層を形成したのち、次に、低耐熱性基板１０をこの基板が軟化しない程度の温度（室温から２００℃以下）に保ちながら同図（ｂ）に示したように、アルゴンより原子半径の小さな希ガス、例えばヘリウム（Ｈｅ）雰囲気中においてＩＴＯ(Indium Tin Oxide)をターゲットとしたマグネトロンスパッタリングを行い、二酸化シリコン膜１２上に膜厚１００～２００ｎｍ程度の薄いＩＴＯ膜１３を形成する。ここで、ヘリウムのガス圧は例えば３ｍＴｏｒｒ、スパッタレイトは例えば６ｎｍ／分とする。
【００２１】
ＩＴＯ膜１３を形成したのち、同図（ｃ）に示したように、このＩＴＯ膜１３に対してＸｅＣｌエキシマレーザによるレーザビーム（波長３０８ｎｍ，エネルギー５０～１９０ｍＪ／cm^2，パルス幅３０ｎｓ）１４を照射して熱処理（アニール）を施すことにより結晶化させる。このエキシマレーザビームの照射は多段階照射とすることにより結晶化を促進させることができる。
【００２２】
図２および図３はそれぞれこのエキシマレーザビームのエネルギー量とＩＴＯ膜１３のシート抵抗値の変化との関係を表す特性図である。ここで、図２は低耐熱性基板１０を室温に保った状態でスパッタリングを行った場合、一方、図３は低耐熱性基板１０を１２０℃に保った状態でスパッタリングを行った場合の抵抗変化をそれぞれ表すものである。これ

らの図からも明らかなように、低耐熱性基板１０を室温に保った状態でスパッタリングを行った場合にはレーザビーム照射前には４×１０^{6} Ω／□であったシート抵抗が２×１０^{3} Ω／□へと低下し、また低耐熱性基板１０を１２０℃に保った状態でスパッタリングを行った場合にはレーザ照射前には４×１０^{5} Ω／□であったシート抵抗が９×１０^{2} Ω／□へと大幅に低下している。これはエキシマレーザビームの照射前と照射後のＲＥＥＤ（Reflective High Energy Electron Diffraction;反射高速電子線回折）法による測定の結果、エキシマレーザを照射した後のＩＴＯ膜１３の結晶性が向上していることから、これによりシート抵抗が低下したものと考えられる。

【００２３】

図４はレーザビームの各波長に対するＩＴＯ膜１３の光透過率の変化状態を、レーザビーム照射前と照射後とを対比して表すものである。ここで、四角印はレーザ照射前の光透過率、丸印はレーザ照射後の光透過率を示している。この図からも明らかなように、エキシマレーザを照射した後も光透過率が低下していないことかわかる。また、エキシマレーザを照射したときにはＩＴＯ膜１３からヘリウムが容易に放出され、従って膜が破壊されることがなかった。

【００２４】

このように本実施の形態では、アルゴンよりも原子半径が小さく、軽いヘリウム（Ｈｅ）ガス雰囲気中においてスパッタリングを行うことによりＩＴＯ膜１３を作製し、次いでエキシマレーザビーム１４を照射して結晶化させるようにしたので、レーザビーム照射時にＩＴＯ膜１３から希ガス（ヘリウム）が突沸することによる膜破壊を伴わないで、しかも基板１０を高温に加熱することなく、低抵抗で高透過率の導電膜を作製することができることがわかった。

【００２５】

上記実施の形態では導電膜として透明導電膜（ＩＴＯ膜１３）を作製するようにしたが、ＬＳＩ配線に用いられるアルミニウム膜等の金属薄膜においても、ヘリウム（Ｈｅ）ガス雰囲気中においてスパッタリングを行うことにより薄膜を作製し、次いでエキシマレーザを照射して熱処理（アニール）を行うことにより、同じく膜破壊を伴わないで、低抵抗で高透過率の薄膜を作製することができることは容易に想像できる。

【００２６】

なお、本実施の形態による方法では、レーザビームの照射前に導電膜をパターニングし、そののちレーザビームを照射して低抵抗化することが可能である。この場合は、エッチングしやすい条件（すなわち、シート抵抗が高い状態）でパターニングできるので、製造に必要なマスクを少なくすることができ、製造プロセスを簡略化することができる。

【００２７】

以上実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定するものではなく、種々変形可能である。例えば、上記実施の形態においては、基板材料としてプラスチックを用いたものについて説明したが、ガラス等その他の材質を用いるようにしてもよく、この場合にはスパッタリング時における基板温度はその材質に合わせて軟化しない程度の温度に設定すればよい。

【００２８】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の低抵抗導電膜の作製方法によれば、従来用いられていたアルゴンガスの代わりに、このアルゴンガスよりも原子半径が小さく、軽い希ガス、特にヘリウムガスを用いてスパッタリングを行うことにより導電膜を形成し、この導電膜にエネルギービームを照射して熱処理を施すようにしたので、ビーム照射時に希ガスを容易に放出することができ、膜破壊を生ずることなく、かつ基板温度を上げることなく極短時間に結晶化を促進して低抵抗の導電膜を作製することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施の形態に係るＩＴＯ膜の作製方法を説明するための工程毎の断面図である。

【図２】基板を室温に保った状態でのスパッタリングによりＩＴＯ膜を形成した場合のエキシマレーザの照射エネルギー量とシート抵抗値の変化状態との関係を表す特性図である。

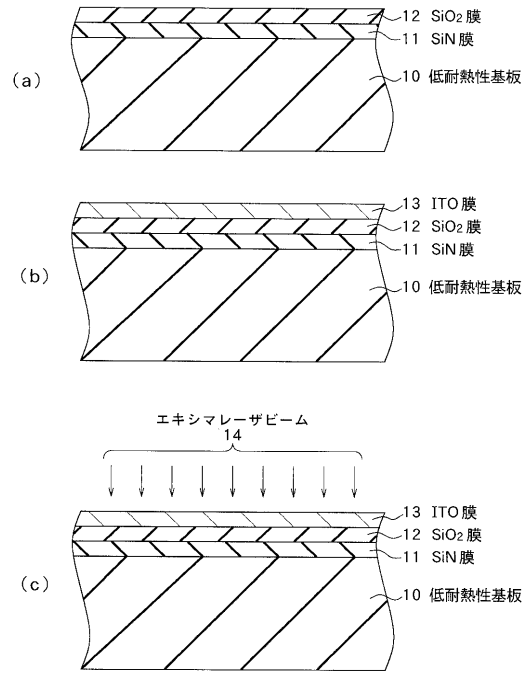
【図３】基板を１２０℃の温度に保った状態でのスパッタリングによりＩＴＯ膜を形成した場合のエキシマレーザの照射エネルギー量とシート抵抗値の変化状態との関係を表す特性図である。

【図４】図１の方法により作製されたＩＴＯ膜のエキシマレーザ照射前と照射後でのビーム波長に対する光透過率の関係を表す特性図である。

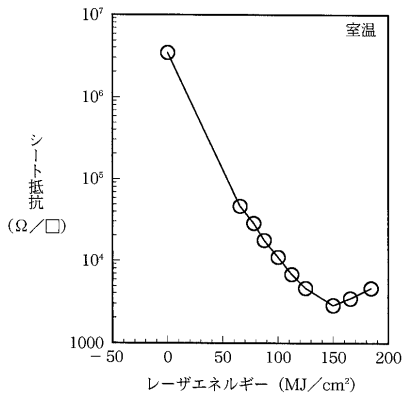
【符号の説明】

１０…低耐熱性基板、１１…窒化シリコン膜、１２…二酸化シリコン膜、１３…ＩＴＯ膜（導電膜）、１４…エキシマレーザビーム

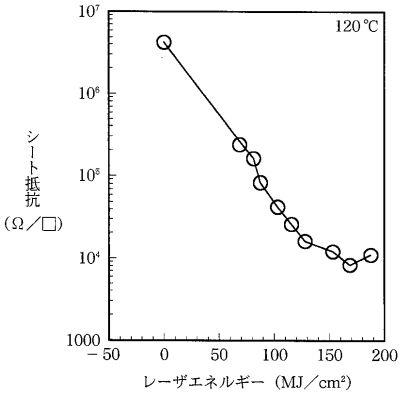
【図１】



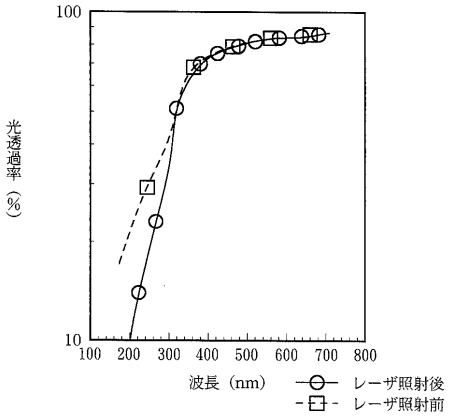
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　碓井　節夫
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

審査官　小野田　誠

(56)参考文献　特開平０６－１０８２４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 21/285
H01L 21/203
H01L 21/268
H01L 21/3205