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

特許第3727693号

(P3727693)

(45)発行日　平成17年12月14日(2005.12.14)　(24)登録日　平成17年10月7日(2005.10.7)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
C23C 14/34	C23C	14/34	U
C23C 14/06	C23C	14/06	A

請求項の数 3　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-243828
(22)出願日　平成7年8月29日(1995.8.29)
(65)公開番号　特開平9-67671
(43)公開日　平成9年3月11日(1997.3.11)
審査請求日　平成13年6月19日(2001.6.19)

前置審査

(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　100102875
弁理士　石島　茂男
(74)代理人　100106666
弁理士　阿部　英樹
(72)発明者　樋口　靖
千葉県山武郡山武町横田５２３番地　日本真空技術株式会社　千葉超材料研究所内
(72)発明者　中村　久三
千葉県山武郡山武町横田５２３番地　日本真空技術株式会社　千葉超材料研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＴｉＮ膜製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

希ガスと窒素ガスとを含む反応ガスでＴｉメタルターゲットをスパッタして基板上にＴｉＮ膜を成膜するＴｉＮ膜製造方法であって、

スパッタ電力を減少させながら前記反応ガスで前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしたときに、前記Ｔｉメタルターゲットの表面が金属ＴｉからＴｉＮに切り替わったスパッタ電力の大きさを予め求めておき、

前記ＴｉＮ膜を成膜する前に、前記金属ＴｉからＴｉＮに切り替わったスパッタ電力の値よりも小さい電力で、希ガスと窒素ガスとを含む前処理ガスによって前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしてその表面を窒化させる前処理を行うことを特徴とするＴｉＮ膜製造方法。

【請求項２】

スパッタ電力を増加させながら前記反応ガスで前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしたときに、前記Ｔｉメタルターゲットの表面がＴｉＮから金属Ｔｉに切り替わり始めるスパッタ電力の値を予め求めておき、

前記ＴｉＮ膜の成膜に投入するスパッタ電力の大きさを、前記ＴｉＮから金属Ｔｉへ切り替わり始めるスパッタ電力の値を超えない範囲で、できるだけ大きくすることを特徴とする請求項１記載のＴｉＮ膜製造方法。

【請求項３】

前記ＴｉＮ膜は、前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタして形成した金属Ｔｉ膜上に形

成することを特徴とする請求項１又は請求項２のいずれか１項記載のＴｉＮ膜製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、半導体デバイスを製造する際に用いられる配線作製プロセスの分野にかかり、特に、一つのＴｉメタルターゲットでＴｉ膜とＴｉＮ膜との成膜をする技術に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体デバイスの素子間の電気的接続に用いられる金属には、製造が容易であり、抵抗値も低いことから一般にはアルミニウム(Ａｌ)が使用されており、スパッタリング法で成膜されたＡｌ薄膜をドライエッチング法によってパターンニングして主配線が作られている。
【０００３】
しかしながらこのようなＡｌ薄膜を基板表面に直接成膜した場合には、Ｓｉが露出しているコンタクトホールの底面において、ＡｌとＳｉとが反応し、コンタクトホール内での接続不良を引き起こすことがある。それを防止するために、基板上にＴｉＮ／Ｔｉ積層膜をバリア膜として成膜することで反応を制御し、その上にＡｌ薄膜を成膜することも行われている。
【０００４】
このようなＴｉ薄膜やＴｉＮ薄膜は、Ａｌ配線に用いられるばかりでなく、例えばブランケットＣＶＤ法によって成膜されるW薄膜の下地膜としても用いられており、WF_6やＨＦガスに対するバリア層として、また、密着性の悪いＣＶＤ膜のグルー層として広く使用されている。
【０００５】
ところで、これらＴｉＮ／Ｔｉ積層膜は、一般にはスパッタリング法によって成長され、通常では、Ｔｉ薄膜は２００～５００Å程度、ＴｉＮ薄膜は５００～１０００Å程度の膜厚に成膜されるが、ＴｉＮターゲットをスパッタリングしてＴｉＮ膜を成膜させると、前記ＴｉＮターゲットからダストが発生し、膜欠陥等の不良が発生するという問題がある。
【０００６】
そこで従来より、Ｔｉメタルターゲットを窒素ガスを含む反応ガスでスパッタリングして基板上にＴｉＮ膜を成長させる反応性スパッタリング法による成膜が行われている。そして、このようなＴｉメタルターゲットを用いたＴｉＮ膜の成膜は、同じチャンバー内に基板を置きながら導入ガスを切り替えるだけでＴｉ膜もＴｉＮ膜も成膜できることから、特に、ＴｉＮ／Ｔｉ積層膜を成膜したい場合に便利であり、コストも低くなることから広く行われるようになってきた。
【０００７】
しかしながら、Ｔｉ膜を成膜した後、窒素ガスを含む反応ガスを導入して反応性スパッタリングを行う場合には、窒素ガス割合やスパッタ電力の大きさが成膜されるＴｉＮ膜の膜質に大きな影響を与えてしまう。特に、基板とターゲット間の距離が大きいスパッタリング装置を用いる場合や、大きな成膜速度を得たい場合等、大電力を投入してＴｉメタルターゲットの反応性スパッタを行うと、ＴｉＮ膜の膜質が悪くなるという現象があり、解決が望まれていた。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、上記従来技術の不都合を解決するために創作されたもので、その目的は、Ｔｉメタルターゲットを使用してＴｉＮ膜を安定的に成膜できる技術を提供することにある。
【０００９】
【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項１記載の発明は、希ガスと窒素ガスとを含む反応ガスでＴｉメタルターゲットをスパッタして基板上にＴｉＮ膜を成膜するＴｉＮ膜製造方法であって、スパッタ電力を減少させながら前記反応ガスで前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしたときに、前記Ｔｉメタルターゲットの表面が金属ＴｉからＴｉＮに切り替わったスパッタ電力の大きさを予め求めておき、前記ＴｉＮ膜を成膜する前に、前記金属ＴｉからＴｉＮに切り替わったスパッタ電力の値よりも小さい電力で、希ガスと窒素ガスとを含む前処理ガスによって前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしてその表面を窒化させる前処理を行うことを特徴とするＴｉＮ膜製造方法である。

【００１０】

請求項２記載の発明は、請求項１記載のＴｉＮ膜製造方法であって、スパッタ電力を増加させながら前記反応ガスで前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタしたときに、前記Ｔｉメタルターゲットの表面がＴｉＮから金属Ｔｉに切り替わり始めるスパッタ電力の値を予め求めておき、前記ＴｉＮ膜の成膜に投入するスパッタ電力の大きさを、前記ＴｉＮから金属Ｔｉへ切り替わり始めるスパッタ電力の値を超えない範囲で、できるだけ大きくすることを特徴とするＴｉＮ膜製造方法である。

【００１１】

請求項３記載の発明は、請求項１又は請求項２のいずれか１項記載のＴｉＮ膜製造方法であって、前記ＴｉＮ膜は、前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタして形成した金属Ｔｉ膜上に形成することを特徴とするＴｉＮ膜製造方法である。

【００１２】

【発明の実施の形態】

本発明の発明者らは、Ｔｉ膜を成膜した後で同じＴｉメタルターゲットを用いてＴｉＮ膜を成長させる場合に、成膜されるＴｉＮ膜の特性が安定しないのは、ＴｉＮ膜を成膜している際のＴｉメタルターゲットの表面状態が、ＴｉＮ膜の成膜開始直後のスパッタ電力の大きさや反応ガス中の窒素ガス割合の大きさに影響されるためであることを見出した。

【００１３】

一般に、ＴｉＮ膜を成膜する際のＴｉメタルターゲットの表面状態には、金属Ｔｉが露出している状態と、ＴｉＮで覆われている状態との２種類の状態があるが、反応性スパッタリング法によってＴｉＮ膜を成長させる場合には、プラズマ中や基板表面上でＴｉＮを発生させるだけでなく、Ｔｉメタルターゲットの表面がＴｉＮで覆われていることが望ましいと言われている。

【００１４】

このようなＴｉメタルターゲットの２種類の表面状態は、スパッタリング条件を変えることで互いに切り換えることができるが、窒素ガスを含まないスパッタリングガスでＴｉメタルターゲットをスパッタし、基板上にＴｉ膜を成膜した直後は、前記Ｔｉメタルターゲットの表面に導電性の良好な金属Ｔｉが露出しているため、先ず、この状態からＴｉメタルターゲット表面がＴｉＮで覆われた状態へ切り替わる場合を説明する。

【００１５】

図１(ａ)を参照し、この図１(ａ)は窒素ガス７５％、Ａｒガス２５％の反応ガスでＴｉメタルターゲットの反応性スパッタリングを行ったときのスパッタ電力とスパッタ電圧の関係を示すグラフであり、前記金属Ｔｉが露出したＴｉメタルターゲットに前記反応ガスを用い１４ｋＷのスパッタ電力を投入した(点$Ｐ_4$)。このときのスパッタ電圧は、Ｔｉ膜を成膜したときと同じく４００Ｖ程度の低電圧であり、この状態からスパッタ電力の大きさを徐々に小さくして行くと、スパッタ電力が大きいうちはスパッタ電圧に変化は見られず、略一定の低電圧を示す(直線$Ｌ_1$の$Ｐ_4$～$Ｐ_1$：領域〔ＩＩＩ〕、〔ＩＩ〕)。従ってこの状態では、Ｔｉメタルターゲットの表面は導電性の良好な金属Ｔｉが露出したままである。

【００１６】

更にスパッタ電力を小さくしてゆくとスパッタ電圧が急に増加し始め(点$Ｐ_1$)、それよりもスパッタ電力を小さくすると、スパッタ電圧は高電圧を示して増加が停止する(点$Ｐ_2$

)(領域〔Ｉ〕)。スパッタ電圧が高電圧であることから、そのときの前記ＴｉメタルターゲットのＴｉに比べて抵抗が大きいＴｉＮとなっていることが分かる。それ以上スパッタ電力を小さくしても、略一定の高電圧を示して推移する。

【００１７】

逆に前記領域〔Ｉ〕の状態からスパッタ電力を大きくして行くと、スパッタ電圧の値は、前記高電圧を維持し、略一定値をとる(直線$Ｌ_2$)。

【００１８】

前記低電圧から前記高電圧に切り替わった点$Ｐ_2$、$Ｐ_1$よりもスパッタ電力を大きくしてもスパッタ電圧は高電圧を示し、前記ＴｉメタルターゲットのＴｉＮで覆われたままである（領域〔ＩＩ〕)。

【００１９】

そして、更にスパッタ電力を大きくすると、スパッタ量が大きくなるのに対して前記ＴｉメタルターゲットのＴｉＮを窒化するのに必要な窒素が不足するようになり、スパッタ電圧は減少し始め(点$Ｐ_3$)、スパッタ電圧は低電圧となって減少は停止する(点$Ｐ_4$)。それ以降スパッタ電力を増加させた場合は、スパッタ電圧は前記直線$Ｌ_1$に従って推移し、略一定の低電圧を示す(領域〔ＩＩＩ〕)。

【００２０】

このように、窒素ガスを含む反応ガスでＴｉメタルターゲットをスパッタリングする場合、前記直線$Ｌ_2$上で、前記ＴｉメタルターゲットのＴｉＮへ切り替わった前記点$Ｐ_2$と、ＴｉＮから金属Ｔｉへ切り替わり始める前記点$Ｐ_3$とではスパッタ電力の大きさが一致せず、スパッタ電力とスパッタ電圧との間にヒステリシスが見られる。

【００２１】

そこで、Ｔｉ膜成膜直後の金属Ｔｉが露出しているＴｉメタルターゲットを用いてＴｉＮ膜を成膜する場合には、予め、ＴｉＮ膜を成長させる反応ガスを用いてスパッタ電力を減少させながら前記金属Ｔｉが露出したＴｉメタルターゲットをスパッタし、その表面が金属ＴｉからＴｉＮに切り替わった前記点$Ｐ_2$におけるスパッタ電力の大きさを求めておき、ＴｉＮ膜を成膜する前に、前記反応ガスを前処理ガスとし、該点$Ｐ_2$よりも小さいスパッタ電力でスパッタリングを行えば、前記ＴｉメタルターゲットのＴｉＮで覆うことができ、その後はＴｉＮ膜を安定して成膜することが可能となる。

【００２２】

但し、前記点$Ｐ_2$のスパッタ電力ではＴｉＮ膜の成膜速度が小さすぎるため、ＴｉＮ膜を成膜する際の反応ガスを用い、予めＴｉＮで覆われた前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタ電圧を増加させながらスパッタし、その表面がＴｉＮから金属Ｔｉに切り替わり始める前記点$Ｐ_3$におけるスパッタ電力の値を求めておき、前記ＴｉＮ膜の成膜に投入するスパッタ電力の大きさを、前記点$Ｐ_3$の値を超えない範囲で、できるだけ大きくすれば、ＴｉＮ膜を安定的に、しかも効率よく成膜することが可能となる。

【００２３】

また、上述のようなヒステリシスは、スパッタ電力とスパッタ電圧との間だけでなく、反応ガス中の窒素ガス割合とスパッタ電圧との間でも見られる現象である。

【００２４】

これを説明すると、図１(ｂ)は、１２ｋＷのスパッタ電力でＴｉメタルターゲットの反応性スパッタリングを行った場合の、反応ガス中の窒素ガス割合とスパッタ電圧との関係を示すグラフである。

この図１(ｂ)を参照し、Ｔｉ膜を成膜した直後の金属Ｔｉが露出しているＴｉメタルターゲットを窒素ガス割合が７０％の反応ガスを用いて投入スパッタ電力１２ｋＷで反応性スパッタリングを行うと、スパッタ電圧は４００Ｖ程度の低電圧を示す(点$Ｐ_{14}$)。この状態から反応ガス中の窒素ガス割合を増して行くと、窒素ガス割合が少ないうちはスパッタ電圧は略一定の低電圧を示す(直線$Ｌ_3$：領域〔ＶＩ〕、〔Ｖ〕)。このときは前記ＴｉメタルターゲットのＴｉＮの表面はまだ導電性の良好な金属Ｔｉである。

【００２５】

更に窒素ガス割合を増加させるとスパッタ電圧が急に増加し始め(点P_{11})、それよりも窒素ガス割合を増加させると、スパッタ電圧は高電圧を示して増加は停止する(点P_{12})(領域〔ＩＶ〕)。この領域〔ＩＶ〕では、前記Ｔｉメタルターゲットの表面が金属Ｔｉに比べて抵抗が大きいＴｉＮで覆われている。

【００２６】

逆に、前記領域〔ＩＶ〕から窒素ガス割合を小さくして行くと、スパッタ電圧は略一定の高電圧を示し(直線L_4)、前記点P_{12}における窒素ガス割合よりも小さくしてもスパッタ電圧は高電圧を維持し、その表面はＴｉＮで覆われたままである(領域〔Ｖ〕)。

【００２７】

更に窒素ガス割合を小さくするとスパッタ電圧が減少し始め(点P_{13})、それよりも窒素ガス割合よりも小さくするとスパッタ電圧は低電圧を示して減少は停止する(点P_{14})。このときは前記Ｔｉメタルターゲットの表面は金属Ｔｉに戻っている。

【００２８】

このように、反応ガス中の窒素ガス割合を変化させてスパッタリングすると、Ｔｉメタルターゲットの表面が金属ＴｉからＴｉＮへ切り替わった前記点P_{12}と、ＴｉＮから金属Ｔｉへ切り替わり始める前記点P_{13}とでは、窒素ガス割合が一致せず、窒素ガス割合とスパッタ電圧との間にヒステリシスが見られる。

【００２９】

従って、前記反応ガス中に含まれる窒素ガスの割合を増加させながら金属Ｔｉが露出した前記Ｔｉメタルターゲットをスパッタし、その表面が金属ＴｉからＴｉＮへ切り替わった前記点P_{12}での窒素ガスの割合を予め求めておき、その割合以上の窒素ガスを含む前処理ガスによって前記Ｔｉメタルターゲットのスパッタリングを行えば、その表面をＴｉＮで覆うことができるので、以後のＴｉＮ膜の成膜を安定に行うことが可能となる。

【００３０】

但し、その窒素ガス割合が大きすぎて結晶性のよいＴｉＮ膜を成膜できないので、予め前記反応ガス中の窒素ガス割合を減少させながらＴｉＮで覆われたＴｉメタルターゲットをスパッタし、その表面がＴｉＮから金属Ｔｉへ切り替わり始める前記点P_{13}における窒素ガスの割合を求めておき、その割合を下回らない範囲で、できるだけ小さい窒素ガス割合の反応ガスを用いればよい。

【００３１】

以上説明したように、ＴｉＮで覆う前処理を行う際にはスパッタ電力の大きさを小さくしても、窒素ガス割合を大きくしてもよいが、いずれの場合にも、前記Ｔｉメタルターゲット表面の金属ＴｉからＴｉＮへの切り替わりと、ＴｉＮから金属Ｔｉへの切り替わりとを求めるためには、予めスパッタ電力又は窒素ガス割合を変化させてＴｉメタルターゲットの反応性スパッタリングを行い、スパッタ電圧を検出すればよい。

【００３２】

【実施例】

本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

図３を参照し、２は本発明に用いた全面エロージョン型のマグネトロンスパッタリング装置であり、図示しない真空ポンプによって真空排気される成膜チャンバー３を有している。

【００３３】

前記成膜チャンバー３の天井には、表面が前記成膜チャンバー３内に向き、裏面は大気中に向くようにカソード電極４が気密に設けられており、前記カソード電極４の表面にはＴｉメタルターゲット５が配置され、裏面には磁石回転機構９が配置されている。

【００３４】

前記磁石回転機構９には、前記Ｔｉメタルターゲット５の表面と垂直に回転軸２２が設けられ、該回転軸２２には、前記Ｔｉメタルターゲット５の表面と平行に回転板２１が取り付けられている。前記回転板２１の表面には、複数の磁石２３が配置され、前記Ｔｉメタルターゲット５表面に磁界が作られて、プラズマを高密度に閉じ込められるように構成

されている。

【００３５】

前記Ｔｉメタルターゲット５と対向する前記成膜チャンバー３の底面には、基板ステージ６が設けられており、ＴｉＮ／Ｔｉ積層膜を成膜するために、先ず、前記成膜チャンバー３と図示しない基板搬送室との間に設けられたアイソレーションバルブ１２を開け、基板を前記成膜チャンバー３内に搬入し、前記基板ステージ６上に載置して、符号７で示す基板を前記Ｔｉメタルターゲット５と平行に対向させ、前記アイソレーションバルブ１２を閉じ、真空排気しながらスパッタリングガスであるＡｒガスを導入した。

【００３６】

前記成膜チャンバー３は接地電位に置かれており、前記カソード電極４には直流電源１４が接続されている。前記成膜チャンバー３と前記カソード電極４とは、絶縁部材１１で電気的に絶縁されているので、前記直流電源１４を起動して前記カソード電極４を負電位に置き、前記Ｔｉメタルターゲット５表面にプラズマを発生させた。

【００３７】

このとき、前記基板７と前記Ｔｉメタルターゲット５との間に設けられた図示しないシャッターを閉じておき、前記Ｔｉメタルターゲット５表面のＴｉＮ等の不純物を除去するためのダミースパッタを行った後、前記シャッターを開け、前記基板７表面へのＴｉ膜の成膜を開始した。

【００３８】

成膜条件は、

スパッタ電力　……　１２ｋＷ

スパッタ圧力　……　０．１Ｐａ

とし、図４(ａ)に示すように、前記基板７の表面に膜厚３００ÅのＴｉ膜５４を成膜した。

【００３９】

前記Ｔｉ膜５４の成膜後、窒素ガス７５％、Ａｒガス２５％から成る反応ガスを導入した。

【００４０】

このマグネトロンスパッタリング装置２でのスパッタ電力とスパッタ電圧との関係は前記図１(ａ)に示した通りの特性であり(反応ガス中の窒素ガス割合が７５％の場合)、投入するスパッタ電力を６ｋＷよりも小さくしないと、前記Ｔｉメタルターゲット５をＴｉＮで覆うことができない。そこで、前記Ｔｉメタルターゲット５表面をＴｉＮで確実に覆うために、ここでの前処理としてスパッタ電力を５ｋＷにして５秒間反応性スパッタリングを行い、前記Ｔｉメタルターゲット５表面をＴｉＮで覆った。従って、前処理条件は、

スパッタ電力　……　５ｋＷ

窒素ガス割合　……　７５％（N_2／(Ａｒ＋N_2)）

スパッタ圧力　……　０．１Ｐａ

前処理時間　……　５秒

である。

【００４１】

ところで、例えばターゲット・基板間の距離が大きいスパッタリング装置を使用する場合等、実用的なＴｉＮ膜の成膜速度を得るためには、前記前処理でのスパッタ電力では小さすぎるため、できるだけ大きなスパッタ電力を投入したい。

【００４２】

このマグネトロンスパッタリング装置２では、図１(ａ)のグラフに示すとおり、前記Ｔｉメタルターゲット５が一旦ＴｉＮで覆われた後は、スパッタ電力が１２ｋＷ以下の範囲であればその表面に金属チタンは露出しない。そこで、大きな成膜速度と良質なＴｉＮ膜を得るために、１２ｋＷのスパッタ電力で反応性スパッタリングを行ってＴｉＮを堆積させ、図４(ｂ)に示すように、前記Ｔｉ膜５４上にＴｉＮ膜５５を成膜した。　従って、このときのＴｉＮ膜の成膜条件は、

スパッタ電力　……　１２ｋＷ
窒素ガス割合　……　７５％（N_2／(Ａｒ＋N_2)）
スパッタ圧力　……　０．１Ｐａ
である。

【００４３】
なお、前記Ｔｉ膜５４と前記ＴｉＮ膜５５の成膜の際、前記回転軸２２をその中心軸線回りに回転させて前記磁石２３のつくる磁界を前記Ｔｉメタルターゲット５の表面上で回転移動させ、前記Ｔｉメタルターゲット５表面の全面がスパッタされるようにしておいた。

【００４４】
所定膜厚のＴｉＮ膜５５を成膜した後、前記アイソレーションバルブ１２を開け、図示しない基板搬出入室より前記基板７を取り出すと共に、別の基板を前記成膜チャンバー３内に搬入し、シャッターを閉じてＡｒガスでダミースパッタを行い、ＴｉＮ膜を成膜した際に生成した前記Ｔｉメタルターゲット５表面のＴｉＮを除去して金属Ｔｉを露出させた後、上述したのと同じＴｉ膜成膜条件、前処理条件、ＴｉＮ膜成膜条件にてＴｉＮ／Ｔｉ積層膜を成膜した。このように、ＴｉＮ／Ｔｉ積層膜の成膜を、合計２５枚の基板に対して行い、各基板のシート抵抗(Ω／□)を測定した。図３の横軸に前記２５枚の基板を成膜したサンプル番号順に並べ、各基板のシート抵抗を●でプロットして示す。シート抵抗はほぼ一定であり、ＴｉＮ膜が安定に成膜されていることが分かる。なお、前記前処理中に成膜されたＴｉＮ膜の膜厚はＴｉＮ膜の膜厚の１／２０程度であり、シート抵抗に影響を与えていなかった。

【００４５】
比較例として、前記マグネトロンスパッタリング装置２を用い、前記前処理を行わない他は同じ条件で、２５枚の基板上にＴｉ膜とＴｉＮ膜とを順次成膜し、シート抵抗を測定した。その結果を、同様に、前記図３に○でプロットして示す。前記前処理を行った基板と比較するとばらつきが大きい。

【００４６】
なお、このスパッタリング装置２では、前記成膜チャンバー３内には防着板１３が設けられており、前記成膜チャンバー３の内壁に前記Ｔｉメタルターゲット５のターゲット材が付着しないようにされているので、前記ＴｉＮ膜５５にはパーティクルに起因する膜欠陥は見られなかった。

【００４７】
次に、本発明の他の実施例を説明する。
前記マグネトロンスパッタリング装置２を用い、前述の実施例と同様にスパッタ電力を１２ｋＷ、スパッタ圧力を０．１Ｐａに設定し、Ａｒガス１００％で構成されるスパッタガスを導入し、図４(ａ)に示すように、基板７表面に膜厚３００ÅのＴｉ膜５４を成膜した。

【００４８】
このマグネトロンスパッタリング装置２では、スパッタ電力が１２ｋＷと高出力であると、図１(ｂ)のグラフに示す通り、反応ガス中の窒素ガス割合を９０％以上にしないと金属Ｔｉが露出した前記Ｔｉメタルターゲット５をＴｉＮで覆うことができない。そこで、スパッタ電力は前記Ｔｉ膜成膜時の１２ｋＷにしたままで、導入ガスを、前記１００％Ａｒガスから窒素ガス９０％とＡｒガス１０％の混合ガスで構成される前処理ガスに切り替え、５秒間の反応性スパッタリングを行った。従って、このときの前処理条件は、
スパッタ電力　……　１２ｋＷ
窒素導入量　……　９０％（N_2／(Ａｒ＋N_2)）
スパッタ圧力　……　０．１Ｐａ
前処理時間　……　５秒
である。

【００４９】

この窒素ガス割合９０％の前処理ガスは窒素が多すぎて、得られるＴｉＮ膜の結晶性が悪い。そこで、その前処理が終了した後、導入ガスを、窒素ガス７５％、Ａｒガス２５％で構成される反応ガスに切り替え、１２ｋＷのスパッタ電力を維持したまま前処理の終了した前記Ｔｉメタルターゲットの反応性スパッタリングを行ってＴｉＮ膜を成膜した。

【００５０】

このＴｉ膜成膜条件、前処理条件、ＴｉＮ膜成膜条件で、合計２５枚の基板上にＴｉ膜とＴｉＮ膜とをこの順で成膜してシート抵抗を測定したところ、前記図２の●のプロットを結んだグラフと同程度の少ないばらつきのシート抵抗値が得られた。但し、スパッタリングガスの切り替えよりも投入電力の変更が容易なことやプロセス追随性の面からは、前述の投入電力の大きさを切り替えて前処理を行う方が優れていると考えられる。

【００５１】

なお、これら実施例ではＴｉ膜上にＴｉＮ膜を成膜する場合を説明したが、一つの基板にＴｉＮ膜とＴｉ膜をこの順で成膜する場合等、要するに、本発明は、金属Ｔｉが露出したＴｉメタルターゲットを使用してＴｉＮ膜を成膜する場合に広く用いることが可能である。

【００５２】

【発明の効果】

一つのＴｉメタルターゲットでＴｉ膜とＴｉＮ膜とを安定に成膜することが可能となる。

膜質のよいＴｉＮ膜を安定的に得ることができるので、特性にばらつきが少なく、また、大きなスパッタ電力を投入してＴｉＮ膜の成膜を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　(ａ)：スパッタ電力とスパッタ電圧との間の関係を示すグラフ(窒素割合７５％)　(ｂ)：窒素ガス導入量とスパッタ電圧との間の関係を示すグラフ(投入電力１２ｋＷ)

【図２】　本発明の一実施例により製造したＴｉＮ膜のシート抵抗値と、従来技術により成膜したＴｉＮ膜のシート抵抗値とのばらつきの相違を比較した図

【図３】　本発明に用いることができるマグネトロンスパッタリング装置の一例

【図４】　本発明の工程を説明するための図

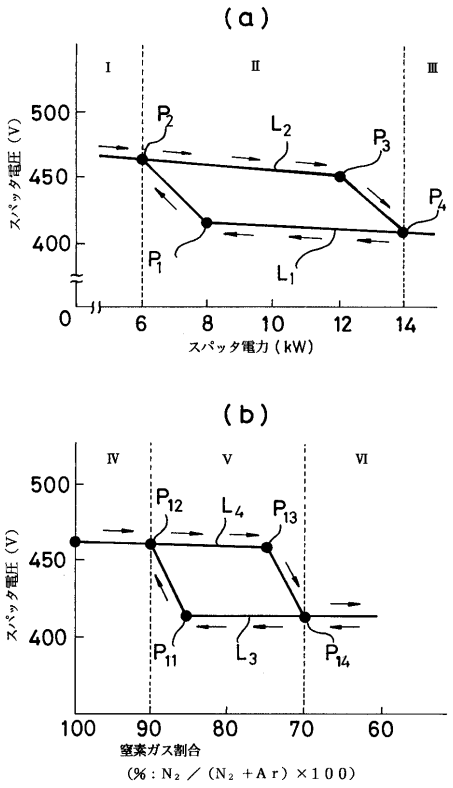
(ａ)：基板上にＴｉ膜を成膜した段階の基板断面図

(ｂ)：そのＴｉ膜上にＴｉＮ膜を成膜した段階の基板断面図

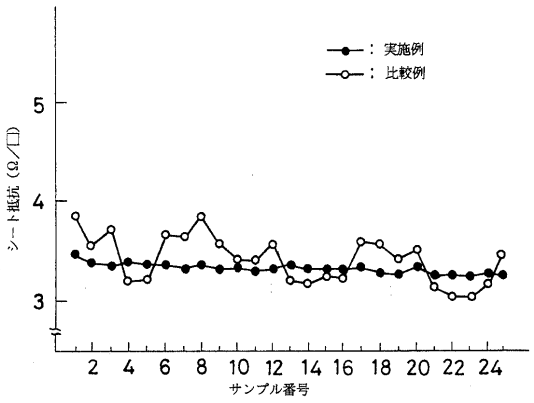
【符号の説明】

５…Ｔｉメタルターゲット　　７…基板　　５４……Ｔｉ膜　　５５…ＴｉＮ膜

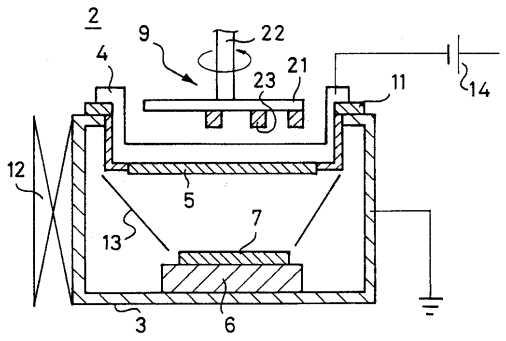
【図１】


(a)
I
II
III
500
450
400
0
スパッタ電圧（V）
P2
L2
P3
P4
P1
L1
6
8
10
12
14
スパッタ電力（kW）
(b)
IV
V
VI
500
450
400
スパッタ電圧（V）
P12
L4
P13
P11
L3
P14
100
90
80
70
60
窒素ガス割合
（%：N2 ／（N2 +Ar）×100）

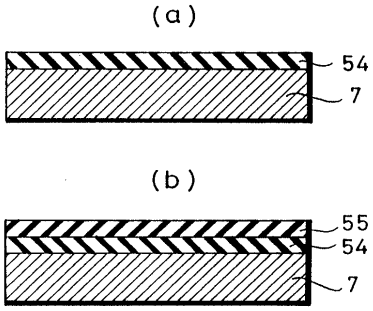
【図２】


：実施例
：比較例
5
4
3
シート抵抗（Ω／□）
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
サンプル番号

【図３】


2
9
22
4
23
21
11
14
12
5
7
13
3
6

【図４】


(a)
54
7
(b)
55
54
7

フロントページの続き

(72)発明者　小松　孝
千葉県山武郡山武町横田５２３番地　日本真空技術株式会社　千葉超材料研究所内
(72)発明者　水沢　寧
静岡県裾野市須山１２２０－１４　日本真空技術株式会社　富士裾野工場内
(72)発明者　和田　久
静岡県裾野市須山１２２０－１４　日本真空技術株式会社　富士裾野工場内
(72)発明者　近藤　智保
静岡県裾野市須山１２２０－１４　日本真空技術株式会社　富士裾野工場内
(72)発明者　高杉　文人
静岡県裾野市須山１２２０－１４　日本真空技術株式会社　富士裾野工場内
(72)発明者　小日向　久治
静岡県裾野市須山１２２０－１４　日本真空技術株式会社　富士裾野工場内
(72)発明者　池田　智
千葉県山武郡山武町横田５２３番地　日本真空技術株式会社　千葉超材料研究所内

審査官　宮澤　尚之

(56)参考文献　特開平０５－０３６６３３（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２２３４６１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
C23C 14/00-14/58