

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3564505号
(P3564505)

(45) 発行日 平成16年9月15日(2004.9.15)

(24) 登録日 平成16年6月18日(2004.6.18)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 1 L	21/316	HO 1 L	21/316	X
HO 1 L	21/336	HO 1 L	29/78	6 1 7 T
HO 1 L	29/786	HO 1 L	29/78	6 1 7 V

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-228547 (P2002-228547)	(73) 特許権者	000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(22) 出願日	平成14年8月6日(2002.8.6)	(74) 代理人	100110858 弁理士 柳瀬 睦肇
(62) 分割の表示	特願2001-41079 (P2001-41079) の分割	(74) 代理人	100100413 弁理士 渡部 温
原出願日	平成6年2月18日(1994.2.18)	(72) 発明者	山崎 舜平 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(65) 公開番号	特開2003-78146 (P2003-78146A)	(72) 発明者	深田 武 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(43) 公開日	平成15年3月14日(2003.3.14)		
審査請求日	平成14年8月6日(2002.8.6)		
(31) 優先権主張番号	特願平5-55236		
(32) 優先日	平成5年2月19日(1993.2.19)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に半導体領域を形成し、
前記半導体領域上に酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シランを用いて形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項2】

基板上に下地絶縁膜を形成し、
前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
前記半導体領域上に酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シランを用いて形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項3】

基板上に酸化珪素を主成分とする下地絶縁膜を形成し、

10

20

前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
 前記半導体領域上に酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
 前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
 前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜、前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シランを用いて形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 4】

基板上に酸化珪素を主成分とする下地絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
 前記半導体領域に密着するように、酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
 前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
 前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜、前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シランを用いて形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

【請求項 5】

基板上に酸化珪素を主成分とする下地絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
 前記半導体領域に密着するように、酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
 前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
 前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜、前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シランを用い、プラズマ CVD によって形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

20

【請求項 6】

基板上に酸化珪素を主成分とする下地絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
 前記半導体領域上に酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
 前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
 前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜、前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シラン、酸素及びハロゲン含有ガスを含む混合雰囲気において形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

30

【請求項 7】

基板上に酸化珪素を主成分とする下地絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜上に半導体領域を形成し、
 前記半導体領域上に酸化珪素を主成分とし、炭素の濃度が $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下、ハロゲン元素の濃度が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であるゲイト絶縁膜を形成し、
 前記ゲイト絶縁膜上にゲイト電極を形成し、
 前記ゲイト電極上に酸化珪素を主成分とする層間絶縁膜を形成し、
 前記下地絶縁膜、前記ゲイト絶縁膜及び前記層間絶縁膜は、有機シラン、酸素及び塩素を含む炭化水素を含む混合雰囲気において形成されることを特徴とする半導体装置の作製方法。

40

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記ハロゲン元素は、塩素または弗素であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

50

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記基板は、ガラス基板であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記炭素及び前記ハロゲン元素の濃度は、二次イオン質量分析法により検出された値であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記有機シランは、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ 、 $\text{Si}_2\text{O}(\text{OC}_2\text{H}_5)_6$ 、 $\text{Si}_3\text{O}_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_8$ 、 $\text{Si}_4\text{O}_3(\text{OC}_2\text{H}_5)_{10}$ 、または $\text{Si}_5\text{O}_4(\text{OC}_2\text{H}_5)_{12}$ であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、絶縁ゲイト型電界効果トランジスタ等の薄膜デバイスに用いられるゲイト絶縁膜を 650 以下の低温で得る方法およびそのようにして得られた絶縁被膜に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

20

従来、薄膜型の絶縁ゲイト型電界効果トランジスタ (TFT) 等の薄膜デバイスにおいては、結晶シリコンを形成した後、この表面を 900 ~ 1100 の高温で熱酸化することによって、特性の良好な酸化珪素を作製し、これをゲイト絶縁膜として用いることがなされてきた。

【0003】

このような熱酸化膜の特徴は、界面準位密度が極めて低いことと結晶シリコンの表面に一樣な厚さで形成できることに集約される。すなわち、前者は良好なオン/オフ特性やバイアス/温度に対する長期の信頼性をもたらし、また、後者は島状の半導体領域のエッチ部分でのゲイト電極と半導体領域 (活性層) の短絡を少なくすることによって歩留りを向上させた。

30

【0004】

【発明が解決しようする課題】

しかしながら、このような熱酸化膜を用いる場合には基板材料として高温に耐える材料を選択しなければならなかった。この点に関しては、安価なガラス材料 (コーニング 7059 等の無アルカリガラス) を用いることができず、したがって、特に大面積基板を用いる場合にコストが増大する点で不利であった。近年、無アルカリガラス基板上に TFT を形成する技術が開発途上にあるが、このような技術においては熱酸化膜を使用することができず、スパッタ法やプラズマ CVD 法、減圧 CVD 法等の物理的あるいは化学的気相成長法によってゲイト絶縁膜を形成していた。

【0005】

40

しかし、このような手段によって形成された酸化珪素膜は、熱酸化膜に比べると特性の見劣りは否めなかった。すなわち、一般に界面準位密度は大きく、また、ナトリウム等のアルカリイオンが成膜中に侵入する危険が常に付きまっていた。また、ステップカバレッジ (段差被覆性) がそれほど良好でないため、島状の半導体領域のエッチ部分でのゲイト電極と活性層との短絡が頻発した。このため、特性、信頼性、歩留りの全てを満足させるものを得ることは極めて難しかった。

【0006】

本発明はこのような諸問題の少なくとも 1 つを解決せんとしてなされたものである。すなわち、本発明においては、ステップカバレッジの良好な酸化珪素膜を作製する方法を提供し、また、本発明においては、アルカリイオンやその他の好ましくない不純物に対して耐

50

性を有する酸化珪素被膜およびそれを作製する方法を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1は、ゲイト絶縁膜として、エトキシ基を有する有機シランと、酸素と、塩化水素もしくは塩素を含む炭化水素とを含む混合ガスを材料ガスとするプラズマCVD法によって得られた酸化珪素を主成分とする膜を用いることを特徴とする。

本発明の第2は、ゲイト絶縁膜として、エトキシ基を有する有機シランと、酸素と、弗素含有ガス（例えば、 NF_3 、 C_2F_6 ）とを含む混合ガスを材料ガスとするプラズマCVD法によって得られた酸化珪素を主成分とする膜を用いることを特徴とする。

【0008】

ここで、エトキシ基を有する有機シランとしては、化学式 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ （テトラ・エトキシ・シラン、以下、TEOSという）、 $\text{Si}_2\text{O}(\text{OC}_2\text{H}_5)_6$ 、 $\text{Si}_3\text{O}_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_8$ 、 $\text{Si}_4\text{O}_3(\text{OC}_2\text{H}_5)_{10}$ 、 $\text{Si}_5\text{O}_4(\text{OC}_2\text{H}_5)_{12}$ で表現される物質が好ましい。このような有機シラン材料は、基板表面を泳動する時間が長く、表面での分解によって酸化珪素膜を形成するので、凹部への回り込みが良好でステップカバレッジの優れた被膜が得られる。

【0009】

また、塩素を含む炭化水素としては、化学式 C_2HCl_3 （トリクロロエチレン）、 $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ （トリクロロエタン）、 CH_2Cl_2 （ジクロールメタン）で表される物質が好ましい。このような塩素を含むガスは主として気相中で分解されて、成膜雰囲気中に存在するナトリウム等のアルカリ元素と化合して基板から離れて、酸化珪素膜中からのアルカリ元素の離脱を促進する。一部の塩素原子は酸化珪素膜へ残存するが、これはその後外部から侵入するアルカリ元素に対するバリヤ（障壁）として機能する。この結果、TFEの信頼性を向上せしめることが可能となる。この塩素を含む炭化水素の濃度は全体の0.01~1%が好ましい。1%以上の濃度を添加すると特性に悪影響を及ぼす。

【0010】

以上の方法によって得られた酸化珪素を主成分とする絶縁被膜においては、2次イオン質量分析法で不純物元素として、ハロゲン元素（例えば、弗素または塩素）が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 検出され、一方、炭素も $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 以下の濃度である。特に界面準位密度を低くするには炭素の濃度を $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすることが望まれる。炭素の濃度を低下させるには、成膜時の基板温度を200以上、好ましくは300以上とすればよい。

【0011】

さらに、このようにして形成される絶縁被膜は、その形成の初期にはダングリングボンドが多く析出する傾向があるので、事前に下地の半導体（シリコンを主成分とするものが好ましい）膜を酸素を含むプラズマ雰囲気中にさらしておくことよい。この結果、界面準位密度が低下すると共に、バイアス/温度試験におけるフラットバンド電圧の変動が小さくなり、信頼性が向上する。また、この際には、酸素以外に塩化水素もしくはトリクロロエチレン、トリクロロエタン、ジクロールメタン等の塩素を有する材料を混入させてもより一層の効果を得ることができる。

【0012】

一方、上記の手法によって酸化珪素を主成分とする絶縁被膜を形成した後、200~650で熱処理することによってもフラットバンド電圧の変動を減少せしめることができた。この際には、アルゴンもしくは窒素等の酸素を有しない雰囲気中で処理することが好ましかった。フラットバンド電圧の変動は、特に450以上の熱処理によって顕著に減少し、600以上で飽和した。

【0013】

本発明の第3はシリコンを主成分とする島状の非単結晶半導体領域を酸素と、塩化水素もしくは塩素を含む炭化水素を含むプラズマ雰囲気中にさらした後、前記非単結晶半導体領

10

20

30

40

50

域を覆って、エトキシ基を有する有機シランと酸素とを材料としてプラズマCVD法によって酸化珪素を主成分とする膜を形成することを特徴とする。

【0014】

この場合には主として、プラズマ処理の間にチャンパー内に塩化水素もしくは塩素を含む炭化水素が蓄積され、続く酸化珪素の成膜時に、第1の発明で塩化水素や塩素を含む炭化水素を混入するのと同じ効果をもたらす。また、プラズマ処理による信頼性の向上は先に述べたのと同じである。さらに、得られる酸化珪素膜中の塩素、炭素の濃度も第1の発明の場合と同様な値になるようにすると良い結果が得られた。また、酸化珪素を主成分とする被膜形成後に200～650、好ましくは450～600で熱処理するとさらに良好な結果が得られた。

10

【0015】

本発明においては用いられるプラズマCVD装置は、一般に用いられる平行平板型(すなわち、1組の平板状の電極をチャンパー中で対向させ、一方もしくは双方の電極上に試料基板を配置した構造を有するもの)を用いても、あるいは実施例に示すように陽光柱方式のものでもよい。

【0016】

後者が前者に優る点は、大きく2点ある。すなわち、第1に前者では一度に処理できる基板の量が電極の面積によって決定されるのに対して、後者は放電体積によって決定されるため、後者の方が同時に多量に処理できること。第2に前者は基板表面でのプラズマのダメージが大きいのにに対して、後者では電位勾配がほとんどないのでプラズマのダメージが著しく少なく、また、均一性も良好なため、TFTの特性、歩留りに悪影響を及ぼすことが少ないことである。

20

【0017】

なお、成膜に用いられるプラズマCVD装置のチャンパーは十分にクリーニングして、ナトリウム等のアルカリ元素を減らしておくことが要求される。チャンパーのクリーニングには、チャンパー内に塩素、塩化水素、もしくは上記に示したような塩素を含む炭化水素と、酸素を導入した上で、プラズマを発生させればよい。また、その際にはチャンパー内を150以上、好ましくは300以上に加熱しておくで一層の効果が得られる。

【0018】

【実施例】

本実施例は、陽光柱方式のプラズマCVD法によって、島状のシリコンの非単結晶半導体被膜上にゲイト絶縁膜としての酸化珪素膜を形成する方法、および得られた酸化珪素膜の主として電気的な特性に関するものである。用いられたプラズマCVD装置は図1に示すような垂直断面(図1上に示した断面図)および水平断面(図1下に示した上面図)を有している。陽光柱方式は、プラズマ放電における陽光柱領域に基板を配置して、被膜を形成することを特徴とする。

30

【0019】

プラズマを発生させる電力はRF電源102および103から供給される。使用される周波数としては13.56MHzに代表されるラジオ波が一般的である。この2つの電源から供給される電力は位相シフター104、およびマッチングボックス105、106によってプラズマの状態が最良になるように調整される。RF電源から供給される電力はチャンパー101の内部に平行に配置され、電極カバー112、113で保護された1組の電極107、108に到達し、この電極間に放電が生じる。電極107、108間には基板がセッティングされる。量産性を高めるために基板111はコンテナ109に入れられ、コンテナ内のサンプルホルダー110の両面にセットされる。基板は電極間に水平に配置されることが特徴である。基板は赤外線ランプ114によって加熱され、適当な温度に保たれる。図には示されないが、この装置には排気装置、ガス供給装置も設けられている。

40

【0020】

まず、成膜条件と得られる膜の特性について説明する。基板温度は300とした。また

50

、チャンパー内には、酸素を300SCCM、TEOSを15SCCM、トリクロロエチレン（以下、TCEという）を2SCCM導入した。RFパワーは75W、全圧は5Paである。また、成膜後に350、35分の水素雰囲気でのアニールをおこなった。

【0021】

図3は高抵抗シリコンウェファー上に本装置を用いて成膜した厚さ1000の酸化珪素膜の絶縁破壊試験の結果である。酸化珪素膜上には1mmのアルミニウム電極を形成して電圧-電流の関係をプロットした。図3(C)は基板に特別な処理をおこなわないで、成膜したもので絶縁耐圧が低い。しかしながら、基板をチャンパーにセットした後、基板温度300、酸素を400SCCM、TCEを0~5SCCM流し、全圧5Paの雰囲気、RFパワー150Wで10分間プラズマ雰囲気にした（この工程では気相反応では被膜は形成されない）後に、引き続いて酸化珪素膜を堆積すると図3(A)に示すように良好な耐圧を示す酸化珪素膜が得られた。

10

しかしながら、酸化珪素成膜時のTCEの流量を4SCCM以上、例えば、5SCCMに増やすと図3(B)に示すように耐圧の劣る被膜になってしまった。この結果から、TCEの濃度には最適な値があることが明らかになった。

【0022】

図4(A)は、信頼性試験の1つとして、バイアス/温度印加試験によるフラットバンド電圧(V_{FB})の変動(ΔV_{FB})と基板前処理の関係を示したものである。バイアス/温度試験では、150で試料に+17Vの電圧を1時間印加した後、室温でそのC-V特性を測定し、さらに、150で-17Vの電圧を1時間印加した後、室温でそのC-V特性を測定し、この2回の測定での V_{FB} の差を ΔV_{FB} として評価した。

20

【0023】

前処理を行わなかった試料（図4(A)において、(a)と表示）では、 V_{FB} は5V前後で比較的大きな値を示した。しかし、前処理をおこなうことによってそれは改善された。図4(A)の(b)、(c)の前処理条件を以下に示す。

試料	(b)	(c)
基板温度	300	300
TCE/酸素	0/400	0.5/400
RFパワー	150W	150W
処理時間	10分	10分

30

図4から、TCEを用いて基板の前処理をおこなうことによって、より一層の改善が見られることが確かめられた。

【0024】

同様な改善は成膜後にアニールをおこなうことによって得られる。アニールは1気圧のアルゴン雰囲気300~570で、1時間おこなった。アニール温度と V_{FB} の関係を図4(B)に示す。特に450以下の温度で V_{FB} の低減が観測され、600に近づくにつれて一定の値に漸近する傾向がうかがえる。このことから、成膜後のアニールは信頼性向上に寄与することが明らかにされた。

【0025】

以上の実験から得られた結果を用いて、TF Tを作製した。その工程を図2に示す。まず、基板（コーニング7059）201上に厚さ2000の下地の酸化珪素膜202をTEOS、酸素、TCEを原料とする陽光柱方式プラズマCVD法によって形成した。用いた装置は図1に示したものと同一である。主な条件は以下の通りである。

40

基板温度：300℃ 全圧：5Pa

ガス TEOS：15SCCM 酸素：300SCCM

TCE：2SCCM

RFパワー：75W

【0026】

50

その後、プラズマCVD法によって、厚さ500nmのアモルファスシリコン膜を堆積し、これをパターニングして、島状シリコン領域203を形成した。さらに、窒素雰囲気400、30分放置することによって、水素出しをおこなった。そして、図2(A)に示すようにレーザーアニールをおこなって、結晶化させた。レーザーにはKrFエキシマレーザー(波長248nm、パルス幅20ns)を用いた。エネルギー密度は200~350mJ/cm²とした。また、レーザー照射時には基板温度を300~500、例えば450に保った。

【0027】

その後、図2(B)に示すように、この島状シリコン領域203を覆って、ゲイト絶縁膜として厚さ1000の酸化珪素膜204をTEOS、酸素、TCEを原料とする陽光柱方式プラズマCVD法によって形成した。成膜に先立って、基板の前処理をおこなった。用いた装置は図1に示したものと同一である。前処理の主な条件を以下に示す。

基板温度 : 300℃ 全圧 : 5Pa
 ガス 酸素 : 400SCCM TCE : 0.5SCCM
 RFパワー 150W 処理時間 10分

続いて、成膜をおこなった。主な成膜条件は以下の通りである。また、成膜後、アルゴン雰囲気、550で1時間のアニールをおこなった。

基板温度 : 300℃ 全圧 : 5Pa
 ガス TEOS : 15SCCM 酸素 : 300SCCM
 TCE : 2SCCM
 RFパワー : 75W

【0028】

次に、シリコンを2%ドーピングしたアルミニウム膜を6000堆積し、これをパターニングしてゲイト電極205を形成した。そして、図2(C)に示すように不純物イオン(燐やホウ素)をプラズマドーピング法によって、ゲイト電極205をマスクとして自己整合的に導入し、不純物領域206、207を形成した。不純物が形成されなかった領域はチャンネル形成領域208となる。ドーピングはゲイト絶縁膜を通しておこなわれるので、燐の場合は80kVの、また、ホウ素の場合は65kVの加速電圧が必要であった。また、ドーズ量は $1 \times 10^{15} \sim 4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ が適当であった。

【0029】

その後、図2(D)に示すように、再びレーザーアニール法によって、不純物の活性化をおこなった。レーザーにはKrFエキシマレーザー(波長248nm、パルス幅20ns)を用いた。エネルギー密度は200~350mJ/cm²とした。また、レーザー照射時には基板温度を300~500に保ってもよい。レーザー照射終了後、0.1~1気圧の分圧の水素雰囲気、350で35分間のアニールをおこなった。

【0030】

次に、層間絶縁物として厚さ5000の酸化珪素膜209を堆積した。酸化珪素膜209はTEOS、酸素、TCEを原料とする陽光柱方式プラズマCVD法によって形成した。用いた装置は図1に示したものと同一である。主な成膜条件は以下の通りである。

基板温度 : 300℃ 全圧 : 5Pa
 ガス TEOS : 30SCCM 酸素 : 300SCCM
 RFパワー : 100W

【0031】

そして、層間絶縁物にコンタクトホール210、211を形成し、アルミニウムによって

10

20

30

40

50

T F Tのソース、ドレインに電極 2 1 2、2 1 3を形成した。アルミニウムの代わりにチタン、窒化チタンを用いてもよい。以上によってT F Tを完成することができた。得られたT F Tの歩留りはゲイト絶縁膜のステップカバレッジが改善されたことと、ゲイト絶縁膜の信頼性が向上したために歩留りが著しく改善された。

【 0 0 3 2 】

【 発明の効果 】

本発明によって、得られる酸化珪素膜がゲイト絶縁膜として十分に信頼性に優れていることは以上に述べたとおりである。しかも、信頼性だけでなく、歩留りの向上にも寄与することが明らかになった。また、特に実施例に示したような陽光柱方式のプラズマC V D装置を用いることによって量産性も改善できる。このように本発明は産業上、有益な発明である。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 実施例に用いられた陽光柱方式C V D装置の概念図を示す。

【 図 2 】 実施例におけるT F Tの作製工程図を示す。

【 図 3 】 実施例において得られた絶縁被膜の耐压特性を示す。

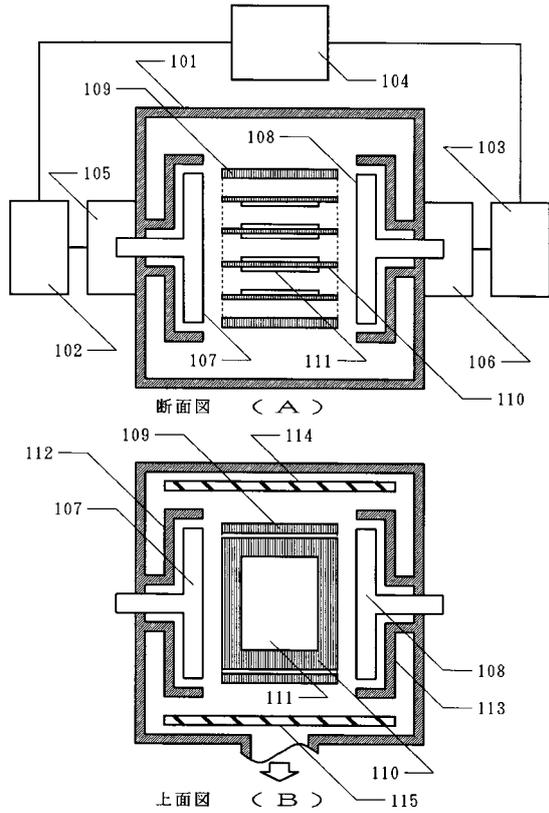
【 図 4 】 実施例において得られた絶縁被膜の $V_{F B}$ 特性を示す。

【 符号の説明 】

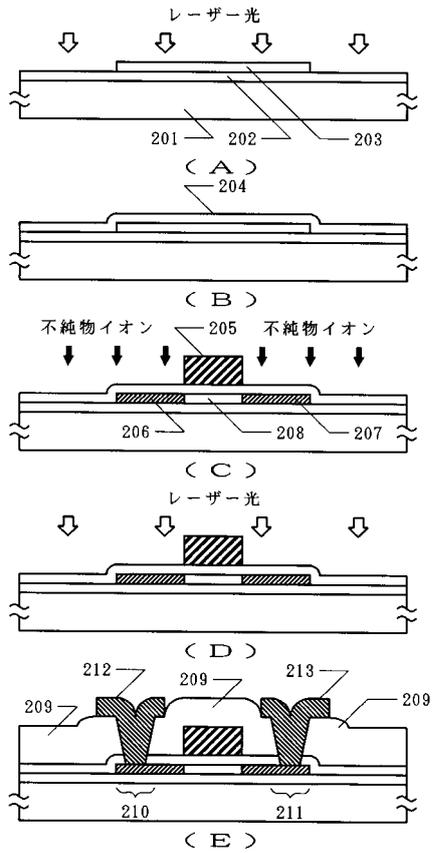
- 1 0 1 . . . チャンバー
- 1 0 2、1 0 3 . . . R F 電源
- 1 0 4 . . . 位相シフター
- 1 0 5、1 0 6 . . . マッチングボックス
- 1 0 7、1 0 8 . . . 電極
- 1 0 9 . . . コンテナ
- 1 1 0 . . . 基板ホルダー
- 1 1 1 . . . 基板
- 1 1 2、1 1 3 . . . 電極ホルダー
- 1 1 4、1 1 5 . . . ヒーター（赤外線ランプ）

20

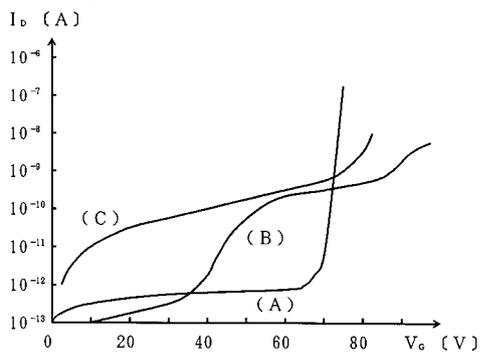
【図1】



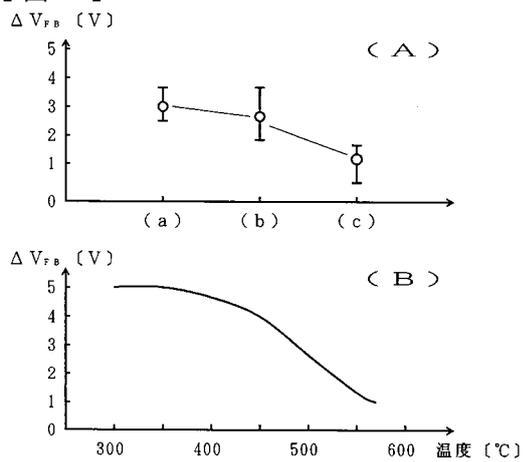
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 坂間 光範
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 上原 由起子
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 上原 弘
神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 和瀬田 芳正

- (56)参考文献 特開平4 - 165679 (JP, A)
特開平3 - 36767 (JP, A)
特開平4 - 295826 (JP, A)
特開平6 - 53503 (JP, A)
特開平5 - 55581 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/316
H01L 21/336
H01L 29/786