

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3688802号
(P3688802)

(45) 発行日 平成17年8月31日(2005.8.31)

(24) 登録日 平成17年6月17日(2005.6.17)

(51) Int. Cl.⁷

F I

C 3 O B 29/06
C 3 O B 23/08
H O 1 L 21/20
H O 1 L 21/205
H O 1 L 27/12

C 3 O B 29/06 5 O 4 E
C 3 O B 23/08 M
H O 1 L 21/20
H O 1 L 21/205
H O 1 L 27/12 E

請求項の数 3 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-109764
(22) 出願日 平成8年4月30日(1996.4.30)
(65) 公開番号 特開平9-295893
(43) 公開日 平成9年11月18日(1997.11.18)
審査請求日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(73) 特許権者 595103094
石田 誠
愛知県豊橋市野依台1丁目13番地3
(73) 特許権者 000000033
旭化成株式会社
大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号
(74) 代理人 100077481
弁理士 谷 義一
(72) 発明者 石田 誠
愛知県豊橋市野依台1-13-3
(72) 発明者 森安 嘉貴
静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成工業
株式会社内

審査官 田中 則充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 SOI構造体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁性を有する酸化物基板上にシリコン結晶膜が形成されてなるSOI構造体の製造方法であって、前記シリコン結晶膜の成長前に金属元素を前記酸化物基板上に30オングストロームより薄い厚さで付着させ、この金属元素膜の上にシリコン結晶膜を成長させることを特徴とするSOI構造体の製造方法。

【請求項2】

前記金属元素は、前記酸化物基板を構成している金属元素から選ばれる少なくとも一種の金属元素であることを特徴とする請求項1に記載のSOI構造体の製造方法。

【請求項3】

前記酸化物基板が単結晶Al₂O₃または - Al₂O₃ / Si基板のいずれかであり、前記金属元素がアルミニウムであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のSOI構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術的分野】

本発明は、エピタキシャル成長方法を用いたSOI(Silicon On Insulator)構造体の製造方法において、絶縁性基板上に成膜したシリコン結晶膜の結晶性および平坦性の改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

絶縁性基板上にシリコン結晶膜をエピタキシャル成長させてSOI (Silicon On Insulator) 構造体を得る製造方法の代表的なものとしては、絶縁性基板としてサファイア単結晶基板を用い、その上にシリコン結晶膜を成長させて、SOS (Silicon on Sapphire) 構造体を得る方法がある。また、シリコン単結晶基板上に $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 層やマグネシア・スピネル ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) 層を成長させ、しかる後にシリコン結晶膜を成長させる方法も報告されている。これらの構造体は、いずれも、CVD法 (Chemical Vapor Deposition) やMBE法 (Molecular Beam Epitaxy) 等によって製造されるのが一般的である。

10

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来の製造方法においては、酸化物基板の上にシリコンを成膜しただけでは結晶性の良いシリコン膜を得ることができず、シリコンの成膜後にシリコン膜にシリコンイオン照射を行ってシリコン非晶質層を形成し、しかる後に、この非晶質層をシード層としてアニール処理により固相エピタキシャル層を成長させる方法などのように、後処理工程が必要であった (例えば、S. S. Lau et al., Appl. Phys. Lett. 34 (1979) 76に開示。)。また、平滑な表面を得るためには、さらに機械的な研磨を行うなどの後工程が必要であった。

【0004】

したがって、本発明の課題は、SOI構造体において絶縁性基板上に成膜したシリコン結晶膜の結晶性および平坦性を改善することのできるSOI構造体の製造方法を提供することにある。

20

【0005】**【課題を解決するための手段】**

前記課題を解決するために、本発明者らは、鋭意研究を重ねたところ、次のような知見を得ることができた。すなわち、シリコンを成膜する前に極薄い金属層を酸化物基板の上に形成し、基板上の表面の原子結合の終端を金属原子ですべて終端させる。そして、この金属原子を終端として持つ表面上にシリコンを成膜すると、成長するシリコン原子と前記金属原子とが格子整合でき、結晶性の良いシリコンの成長膜を得ることができることを、見出した。本発明は、かかる知見に基づいてなされたものである。

30

【0006】

つまり、本願発明のSOI構造体の製造方法は、絶縁性を有する酸化物基板上にシリコン結晶膜が形成されてなるSOI構造体の製造方法であって、前記シリコン結晶膜の成長前に金属元素を前記酸化物基板上に30オングストロームより薄い厚さで付着させ、この金属元素膜の上にシリコン結晶膜を成長させることを特徴とする。

【0007】

ここで、前記金属元素は、前記酸化物基板を構成している金属元素から選ばれる少なくとも一種類の金属元素であることが好ましい。

【0008】

さらに、前記酸化物基板は単結晶 Al_2O_3 または $\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板のいずれかであり、前記金属はアルミニウムであることが好ましい。

40

【0010】**【発明の実施の形態】**

本発明において、絶縁性を有する酸化物基板は、高結晶性で単結晶であることが好ましい。このような材料としては、例えば、サファイア、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、マグネシア・スピネル、酸化亜鉛が、有用である。また、この絶縁性基板としては、シリコン基板の上に、 $\text{-Al}_2\text{O}_3$ 、マグネシア・スピネル、酸化亜鉛、酸化セリウム等の酸化物膜を、エピタキシャル成長させてなる基板でもよい。これらのうち、特に、サファイア基板や $\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 基板が、絶縁性が良好で好ましい。

50

【0011】

また、絶縁性を有する酸化物基板の上に付着させる金属としては、該酸化物基板を構成している金属が好ましい。例えば、サファイア基板や $-Al_2O_3/Si$ 基板の場合、アルミニウムが特に好ましい。アルミニウムは、半導体プロセスでは汎用の材料であることから、SOI構造体を製造する上で有用である。

【0012】

本発明における特徴的な処理である金属元素の基板への付着は、従来の酸化物基板表面の原子レベルでの不規則な表面を金属元素で終端させて、シリコンを成膜する表面の状態を安定化、均一化するために行われる。

【0013】

シリコン膜の成長方法としては、基板表面に付着された金属元素が、シリコンの成長開始前に酸化しないように、高真空下で行えるものが好ましく、例えば、MBE法やUHV-CVD(Ultra High Vacuum CVD)法が挙げられる。

【0014】

また、付着された金属の一部は、シリコンの成長温度まで基板を昇温する過程において、その一部が消失する。その状況を図5に示す。図5は、MBE法において $-Al_2O_3/Si$ 基板上にアルミニウムを付着させ、シリコンの成長温度である800まで昇温し、それぞれの段階でアルミニウムがどういう化学状態にあるかをXPS(X-ray Photo-electronic Spectroscopy)を用いて分析した結果を示すグラフである。図5の(a)はアルミニウムの付着前で、基板表面の $-Al_2O_3$ に由来するAl-O結合のみが検知されている。(b)は室温においてアルミニウムの付着後で、Al-O結合とAl-Al結合が検知されている。(c)はアルミニウムの付着後800まで昇温した後のもので、Al-Al結合は検知されず、Al-O結合のみが検知されている。すなわち、熱処理によってAl-Al結合が検出されない程度にまでアルミニウムが消失したと言える。

【0015】

付着させる金属の膜厚は、熱処理の過程において減少するものであるから、熱処理条件が異なれば、それに応じて付着させる際の金属の膜厚を変えることになる。つまり、熱処理によって適当な膜厚が存在し、膜厚が厚いと逆にシリコン膜の膜質は悪化する。例えば、800で5分間熱処理する条件のもとでは、アルミニウムの膜厚は、30オングストローム以下であることが必要である。

【0016】

【実施例】

本発明の具体的な実施例を以下に詳細に説明する。

【0017】

(実施例1)

はじめに絶縁性の酸化物基板を得るために、シリコン基板上に $-Al_2O_3$ 成長を行った。これには基板としてSi(111)ウェハを使用した。金属アルミニウムと N_2O を原料として用いるMBE装置内において、基板温度; 820、アルミニウムのクヌードセンセル温度(K-セル温度; Knudsen cell temperature); 1100、 N_2O 圧力; 3×10^{-2} Paで、単結晶 $-Al_2O_3$ を、前記シリコン基板上に成長させた。60分の成長で、膜厚が約50オングストロームの単結晶 $-Al_2O_3$ 膜が得られた。

【0018】

次に、表面に $-Al_2O_3$ を成長させたシリコン基板($-Al_2O_3/Si$ 基板)を室温にまで下げ、アルミニウムのクヌードセンセル温度1050において、アルミニウム薄膜を1オングストローム/秒の成長速度で20オングストローム成長させた。

【0019】

次に、基板温度を800まで昇温し、ジシラン(Si_2H_6)を原料として用いるガスソースMBE装置内で、約4000オングストロームのシリコン膜を5分間で成長させた

10

20

30

40

50

。以上の処理を、同一のM B E装置の中で連続して実施した。

【0020】

図1は、成長後のシリコン結晶膜表面の反射高速電子線回折(R H E E D)パターンを撮影した電子線回折写真である。この写真には、明瞭なストリーク状の7×7パターンが観察され、シリコン結晶膜の結晶性および平坦性が非常に良いことを示している。

【0021】

図2は、当該シリコン結晶膜の表面の走査型電子顕微鏡(S E M)写真である。図2の写真から観察されるように、得られたシリコン結晶膜の表面状態は、凹凸が少なく、また凹凸レベルも低く、当該膜が平坦な表面を有している。

【0022】

(比較例1)

実施例1と同様に、S i (1 1 1) 基板上に単結晶 - A l ₂ O₃ 膜を約50オングストローム成長させた。その後、アルミニウムの付着なしに、実施例1と同様に同一条件で、基板温度を800 にて、シリコン結晶膜を約4000オングストローム成長させた。

【0023】

図3は、成長後のシリコン結晶膜表面のR H E E Dパターンを撮影した電子線回折写真である。この写真から観察されるように、この比較例のシリコン結晶膜は、実施例1のシリコン結晶膜と異なり、回折パターンはスポット状であり、ファセットの存在を示す矢尻状のパターンも観察される。

【0024】

図4は、前記シリコン結晶膜表面のS E M写真である。このS E M写真から観察されるように、このシリコン結晶膜表面には、粒状の突起が多数存在している。

【0025】

これらの結果から、実施例1のS O I構造体において、シリコン結晶膜の結晶性および平坦性が、比較例1のS O I構造体と比べて飛躍的に向上していることが確認された。

【0026】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明のS O I構造体の製造方法によれば、サファイア等の絶縁性酸化物基板を用いてS O I構造体を製造する場合に、従来必要であったシリコンの固相エピタキシャル成長法などによる後処理工程を必要とせず、容易にかつ低コストで、良好なS O I構造体を製造できる。また、シリコン結晶膜の成長後の表面平坦性が非常によいことから、このS O I構造体を用いて、例えば、M O S - F E T等の半導体素子を作製しようとする場合に、特性のばらつきの少ない素子を作製できる。また本発明では、基板への金属の付着とシリコン結晶膜の成長とを一貫プロセスで作製でき、界面での汚染の影響も低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によって形成されたS O I構造体表面の反射高速電子線回折パターンを撮影した電子線回折写真である。

【図2】本発明によって形成されたS O I構造体の表面の走査型電子顕微鏡写真である。

【図3】基板へのアルミニウムの付着を行わなかった比較例のS O I構造体表面の反射高速電子線回折パターンを撮影した電子線回折写真である。

【図4】基板へのアルミニウムの付着を行わなかった比較例のS O I構造体表面の走査型電子顕微鏡写真である。

【図5】 - A l ₂ O₃ / S i 基板上にアルミニウムを付着させ、シリコンの成長温度である800 まで昇温し、途中の段階でアルミニウムがどういう化学状態にあるかをX P Sを用いて分析した結果を示すグラフである。

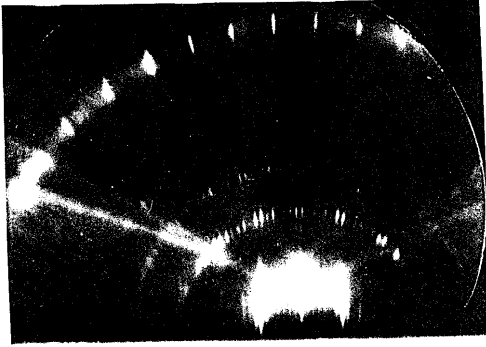
10

20

30

40

【 図 1 】



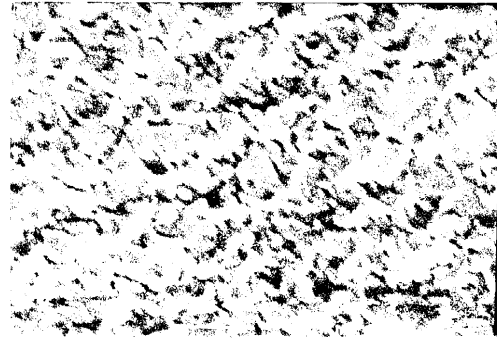
【 図 3 】



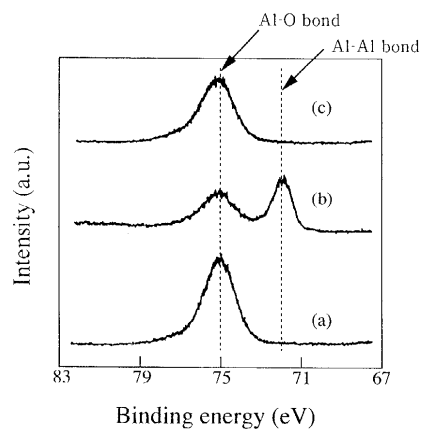
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭50-003910(JP, B1)
特公昭43-011971(JP, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

C30B 1/00-35/00

C30B 23/08

H01L 21/20

H01L 21/205

H01L 27/12