

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-38955
(P2012-38955A)

(43) 公開日 平成24年2月23日(2012.2.23)

(51) Int.Cl.
H01L 21/205 (2006.01)

F I
H01L 21/205

テーマコード(参考)
5F045

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2010-178484(P2010-178484)
(22) 出願日 平成22年8月9日(2010.8.9)

(71) 出願人 000106276
サンケン電気株式会社
埼玉県新座市北野3丁目6番3号
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100100712
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74) 代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

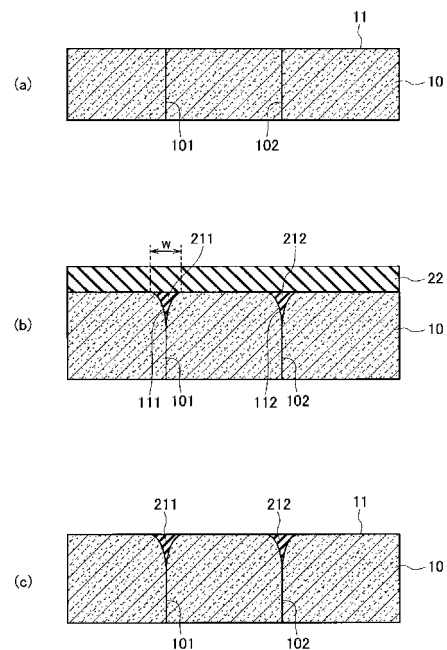
(54) 【発明の名称】 化合物半導体層の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 工程数の増大及び工程の長時間化が抑制された、転位の少ない化合物半導体層をエピタキシャル成長できる化合物半導体層の形成方法を提供する。

【解決手段】 第1の化合物半導体層の主面を酸化して、主面、及び主面から第1の化合物半導体層内部に延伸する転位に沿った第1の化合物半導体層内部の転位領域に、酸化膜を形成するステップと、転位領域に形成された酸化膜を除去せずに、主面に形成された酸化膜を除去するステップと、転位領域に形成された酸化膜の主面に露出した部分を覆うように、主面上に第2の化合物半導体層をエピタキシャル成長させるステップとを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の化合物半導体層の主面を酸化して、前記主面、及び前記主面から前記第 1 の化合物半導体層内部に延伸する転位に沿った前記第 1 の化合物半導体層内部の転位領域に、酸化膜を形成するステップと、

前記転位領域に形成された前記酸化膜を除去せずに、前記主面に形成された前記酸化膜を除去するステップと、

前記転位領域に形成された前記酸化膜の前記主面に露出した部分を覆うように、前記主面上に第 2 の化合物半導体層をエピタキシャル成長させるステップと

を含むことを特徴とする化合物半導体層の形成方法。

10

【請求項 2】

熱酸化法によって前記第 1 の化合物半導体層の主面を酸化することを特徴とする請求項 1 に記載の化合物半導体層の形成方法。

【請求項 3】

機械的な研磨法によって前記主面に形成された酸化膜を除去することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の化合物半導体層の形成方法。

【請求項 4】

前記主面に形成された酸化膜を除去する場合に、前記第 1 の化合物半導体層の上部の一部まで除去することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の化合物半導体層の形成方法。

20

【請求項 5】

前記化合物半導体層が、III - V 族窒化物半導体層であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の化合物半導体層の形成方法。

【請求項 6】

前記第 2 の化合物半導体層から前記第 1 の化合物半導体層を除去するステップを更に含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の化合物半導体層の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エピタキシャル成長を用いた化合物半導体層の形成方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体レーザや発光ダイオード (LED) 等の発光素子やフォトダイオード等の受光素子、或いは高耐圧パワーデバイス等に、例えば III - V 族窒化物半導体等からなる、化合物半導体装置が使用されている。代表的な III - V 族窒化物半導体は、 $Al_xIn_yGa_{1-x-y}N$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$ 、 $0 < x + y < 1$) で表され、例えば窒化アルミニウム (AlN)、窒化ガリウム (GaN)、窒化インジウム (InN) 等である。

【0003】

エピタキシャル成長によって化合物半導体層上に他の化合物半導体層を形成することができる。例えば、異種基板上に化合物半導体層をヘテロエピタキシャル成長させて、化合物半導体基板として使用する方法が用いられている。しかし、種基板上に形成された化合物半導体層には、種基板と化合物半導体層の格子不整合や熱膨張係数差のために転位が発生する。化合物半導体層に転位がある場合、その化合物半導体層上に成長させた他の化合物半導体層に転位が伝搬する。また、同種基板上に化合物半導体層をホモエピタキシャル成長させる場合、種基板の転位が化合物半導体層に伝搬する。このため、転位の少ない化合物半導体層を成長させる方法が望まれている。

40

【0004】

例えば、種基板上に形成した第 1 の窒化物半導体層の転位発生箇所にエッチングによってエッチピットを形成し、このエッチピット内に保護膜を形成する方法が提案されている (例えば、特許文献 1 参照。)。保護膜を選択成長マスクにして第 2 の窒化物半導体層を

50

成長させることにより、転位密度の低い窒化物半導体基板を形成できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3832313号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記方法で形成されるエッチピットの大きさには制約がある。また、貫通転位は刃状転位、螺旋転位、混合転位の3種類に分類され、貫通転位の種類によってエッチピットの大きさが異なることが知られている。このため、エッチピットが小さすぎる場合にエピタキシャル成長工程を追加したり、十分長い時間をかけてエッチピットを形成する必要がある。一方、エッチピットが大きくなると選択成長マスクが大きくなり、化合物半導体層を成長させる工程において横方向の成長速度を速くする必要がある。このため、縦方向の成長速度が遅くなり、成長時間が長くなる。即ち、所望の厚みの化合物半導体層を成長させるために、工程数の増大、工程の長時間化を伴うという問題があった。

10

【0007】

上記問題点に鑑み、本発明は、工程数の増大及び工程の長時間化が抑制された、転位の少ない化合物半導体層をエピタキシャル成長できる化合物半導体層の形成方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様によれば、(イ)第1の化合物半導体層の主面を酸化して、主面、及び主面から第1の化合物半導体層内部に延伸する転位に沿った第1の化合物半導体層内部の転位領域に、酸化膜を形成するステップと、(ロ)転位領域に形成された酸化膜を除去せずに、主面に形成された酸化膜を除去するステップと、(ハ)転位領域に形成された酸化膜の主面に露出した部分を覆うように、主面上に第2の化合物半導体層をエピタキシャル成長させるステップとを含む化合物半導体層の形成方法が提供される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、工程数の増大及び工程の長時間化が抑制された、転位の少ない化合物半導体層をエピタキシャル成長できる化合物半導体層の形成方法を提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法を説明するための模式的な工程図である(その1)。

【図2】本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法を説明するための模式的な工程図である(その2)。

【発明を実施するための形態】

【0011】

次に、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。ただし、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各部の長さの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。又、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることはもちろんである。

40

【0012】

又、以下に示す実施形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、構成部品の形状、構造、配置等を下記のものに特定するものでない。この発明の実施形態は、特許請求の範囲において、種々の変

50

更を加えることができる。

【0013】

本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法は、第1の化合物半導体層の主面を酸化して、主面、及び主面から第1の化合物半導体層内部に延伸する転位に沿った第1の化合物半導体層内部の転位領域に酸化膜を形成するステップと、転位領域に形成された酸化膜を除去せずに、主面に形成された酸化膜を除去するステップと、転位領域に形成された酸化膜の主面に露出した部分を覆うように、主面上に第2の化合物半導体層をエピタキシャル成長させるステップとを含む。以下では、第1の化合物半導体層が、図1(a)に示すような、主面11から内部に延伸する転位101~102を有する種基板10である場合について例示的に説明する。転位101~102は、例えば種基板10を貫通する貫通転位である。

10

【0014】

種基板10には、例えば窒化ガリウム(GaN)基板などのIII-V族窒化物半導体基板などが使用される。或いは、半絶縁性基板や絶縁性基板の上に化合物半導体層を形成したテンプレート基板を、種基板10に採用してもよい。

【0015】

種基板10の主面11を酸化することにより、図1(b)に示すように、主面11に酸化膜(以下において、「表面酸化膜」という。)22が形成される。このとき、主面11から種基板10内部に延伸する転位101~102に沿った転位領域111~112は、種基板10の転位が発生していない他の領域に比べて、酸化レートが速い。このため、転位領域111~112においては、転位101~102に沿って種基板10の膜厚方向に深く酸化が進む。その結果、図1(b)に示すように、主面11から種基板10の内部に延伸する酸化膜(以下において、「転位領域酸化膜」という。)211~212が転位領域111~112に形成される。

20

【0016】

一般的に、転位の無い単結晶領域よりも、転位(粒界)領域において転位に沿う方向に原子が拡散しやすいことが知られている。特に低温において、単結晶領域での原子の拡散係数は転位領域での原子の拡散係数よりも小さい。

【0017】

したがって、上記に述べたように、転位領域111~112において転位101~102に沿って種基板10の膜厚方向に深く酸化が進み、転位領域111~112に転位領域酸化膜211~212が形成される。

30

【0018】

表面酸化膜22及び転位領域酸化膜211~212の形成には、ウェット酸化法、ドライ酸化法、加圧酸化法などの熱酸化法を採用可能である。例えば種基板10がGaN基板の場合、酸化ガリウム(Ga₂O₃)膜である表面酸化膜22及び転位領域酸化膜211~212が形成される。

【0019】

或いは、ケミカル酸化法やプラズマ酸化法を用いて表面酸化膜22及び転位領域酸化膜211~212を形成してもよい。

40

【0020】

なお、転位領域酸化膜211~212の主面11に露出した部分の面積は、できるだけ小さいことが好ましい。例えば、転位領域酸化膜211~212の主面11に露出した部分の主面11に沿った長さwは、数nm~数十nm程度である。一般的に、転位領域酸化膜211~212の主面11に露出した部分の主面11に沿った長さは、表面酸化膜22の膜厚と同程度である。したがって、表面酸化膜22の膜厚が数nm~数十nm程度になるように、酸化の条件を設定する。

【0021】

例えば、酸素流量5mリットル/分、酸化温度900、加熱時間30分の条件で窒化アルミニウムガリウム(AlGaN)膜を酸化すると、膜厚10nm程度の酸化膜が形成

50

される。したがって、例えば、膜厚が数十 nm の表面酸化膜 2 2 を形成するためには、加熱時間を 90 分程度に設定する。即ち、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 の長さ w を数十 nm 程度にするためには、加熱時間を 90 分程度に設定すればよい。ただし、転位領域 1 1 1 ~ 1 1 2 での原子の拡散係数が転位の無い領域での原子の拡散係数に比べて大きいことから、拡散係数の差を考慮して酸化膜形成時の加熱時間を短縮することも可能である。

【0022】

次に、図 1 (c) に示すように、種基板 1 0 の主面 1 1 に形成された表面酸化膜 2 2 を、機械的研磨法や化学的機械的研磨 (C M P) 法などにより除去する。表面酸化膜 2 2 のみを選択的に除去し、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 を残すために、化学的研磨法よりも機械的研磨法を採用することが好ましい。なお、表面酸化膜 2 2 を完全に除去するために、オーバーエッチングによって種基板 1 0 の上部の一部まで除去してもよい。

10

【0023】

表面酸化膜 2 2 を除去した後、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 を選択成長マスクとして、種基板 1 0 の主面 1 1 上に第 2 の化合物半導体層として化合物半導体層 3 0 をエピタキシャル成長させる。

【0024】

エピタキシャル成長開始直後においては、図 2 (a) に示すように、種基板 1 0 の主面 1 1 の転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 が形成されていない領域にエピタキシャル層が成長し、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 上にはエピタキシャル層は形成されない。つまり、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 は、種基板 1 0 の主面 1 1 の転位 1 0 1 ~ 1 0 2 が生じている位置にエピタキシャル層を成長させないマスクである。このため、化合物半導体層 3 0 に、転位 1 0 1 ~ 1 0 2 に起因する転位は形成されない。

20

【0025】

そして、化合物半導体層 3 0 の膜厚が厚くなるにつれて、横方向にもエピタキシャル成長が進む。その結果、図 2 (b) に示すように、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 の主面 1 1 に露出した部分が化合物半導体層 3 0 によって覆われる。

【0026】

転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 の主面 1 1 に露出した部分の面積は小さく、例えば主面 1 1 に沿った長さ w は数 nm ~ 数十 nm 程度である。このため、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 の主面 1 1 に露出した部分を覆うよう成長させる化合物半導体層 3 0 のエピタキシャル成長条件は、膜厚方向にエピタキシャル層を成長させる一般的な条件でもよい。ただし、化合物半導体層 3 0 の所望の膜厚が薄い場合には、膜厚方向の成長速度に対する膜厚方向に垂直な横方向の成長速度の比率を大きくすることが好ましい。これにより、化合物半導体層 3 0 の膜厚が比較的薄い場合にも、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 の主面 1 1 に露出した部分を化合物半導体層 3 0 によって覆うことができる。一方、化合物半導体層 3 0 の膜厚が厚い場合には、膜厚方向の成長速度に対する横方向の成長速度の比率を小さくすることにより、化合物半導体層 3 0 の成長時間の増大を抑制できる。

30

【0027】

化合物半導体層 3 0 は、例えば、GaN 層などの III - V 族窒化物半導体である。エピタキシャル成長によって種基板 1 0 上に化合物半導体層 3 0 を形成するため、所望の化合物半導体層 3 0 の材料に応じて、種基板 1 0 の材料は適宜選択される。化合物半導体層 3 0 のエピタキシャル成長には、例えばハイドライド気相成長 (H V P E) 法、有機金属気相成長 (M O V P E) 法、分子線エピタキシー (M B E) 法、ナトリウム (Na) フラックス法、アモノサーマル法などを採用可能である。

40

【0028】

化合物半導体層 3 0 から種基板 1 0 を除去することにより、図 2 (c) に示すように、化合物半導体基板として化合物半導体層 3 0 が得られる。例えば、化合物半導体層 3 0 が露出するまで、種基板 1 0 を研磨して除去する。これにより、化合物半導体層 3 0 をフリースタANDINGの低転位基板として使用できる。或いは、化合物半導体層 3 0 から種基板 1 0 を除去せずに、低転位の化合物半導体層 3 0 をテンプレートとして使用してもよい

50

。

【 0 0 2 9 】

以上に説明したように、本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法では、種基板 1 0 の主面 1 1 の転位 1 0 1 ~ 1 0 2 が生じている位置をマスクするように、転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 が形成される。転位領域酸化膜 2 1 1 ~ 2 1 2 が形成された主面 1 1 に化合物半導体層 3 0 を成長させることによって、種基板 1 0 の転位 1 0 1 ~ 1 0 2 の影響を受けずに、化合物半導体層 3 0 が形成される。これにより、転位の少ない化合物半導体層を得ることができる。

【 0 0 3 0 】

G a N 膜にエッチピットを形成することは容易でないが、本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法によれば、エッチピットを形成することなく、転位の少ない化合物半導体層 3 0 を形成することができる。

10

【 0 0 3 1 】

上記のように、本発明の実施形態に係る化合物半導体層の形成方法によれば、工程数の増大及び工程の長時間化が抑制された、転位の少ない化合物半導体層 3 0 をエピタキシャル成長することができる。

【 0 0 3 2 】

なお、上記では種基板 1 0 に化合物半導体層 3 0 を成長される例を示したが、転位の少ない化合物半導体層 3 0 を成長させる下地が種基板に限られないことはもちろんである。例えば、化合物半導体層を積層して製造される半導体レーザや L E D などの発光素子、フォトダイオードなどの受光素子についても、転位の少ない化合物半導体層を有するデバイス構造を実現できる。

20

【 0 0 3 3 】

(その他の実施形態)

上記のように、本発明は実施形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

【 0 0 3 4 】

既に述べた実施形態の説明においては、G a N 層などの III - V 族窒化物半導体層を化合物半導体層 3 0 として形成する場合を説明した。しかし、エピタキシャル成長により形成されるエピタキシャル層であれば、化合物半導体層 3 0 として III - V 族窒化物半導体層以外の化合物半導体層を形成してもよい。表面を酸化できる種基板であれば、種基板上に転位の発生が抑制されたエピタキシャル層を成長させることができる。

30

【 0 0 3 5 】

このように、本発明はここでは記載していない様々な実施形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係る発明特定事項によってのみ定められるものである。

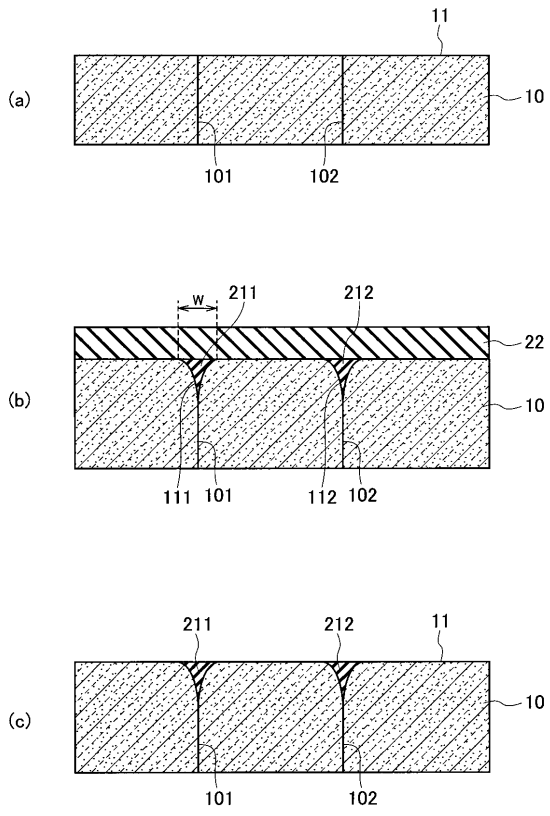
【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

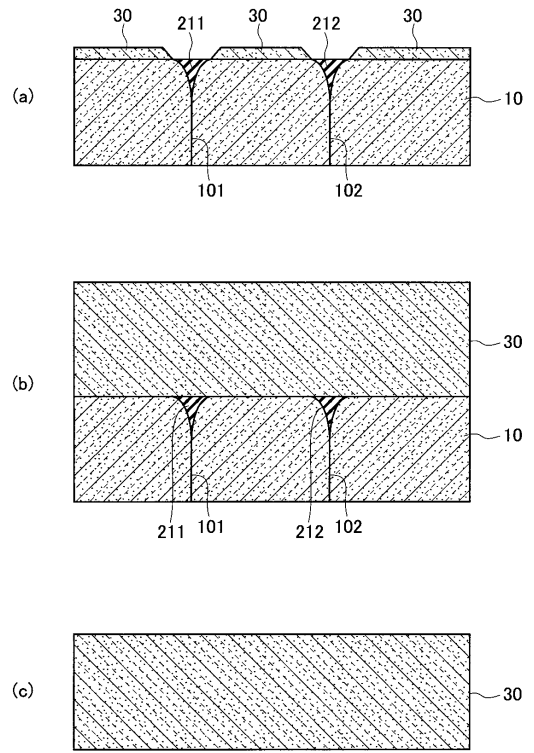
- 1 0 ... 種基板
- 1 1 ... 主面
- 2 2 ... 表面酸化膜
- 3 0 ... 化合物半導体層
- 1 0 1 ~ 1 0 2 ... 転位
- 1 1 1 ~ 1 1 2 ... 転位領域
- 2 1 1 ~ 2 1 2 ... 転位領域酸化膜

40

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 憲

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

Fターム(参考) 5F045 AA04 AB09 AB14 AF04 AF08 AF12 AF20 BB11 BB12 DA67
HA02