

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2012-518284
(P2012-518284A)

(43) 公表日 平成24年8月9日(2012.8.9)

(51) Int.Cl.
H01L 21/20 (2006.01)

F I
H01L 21/20

テーマコード (参考)
5F152

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-550437 (P2011-550437)
 (86) (22) 出願日 平成22年1月11日 (2010.1.11)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年8月18日 (2011.8.18)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/000090
 (87) 国際公開番号 W02010/094371
 (87) 国際公開日 平成22年8月26日 (2010.8.26)
 (31) 優先権主張番号 09290100.8
 (32) 優先日 平成21年2月19日 (2009.2.19)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

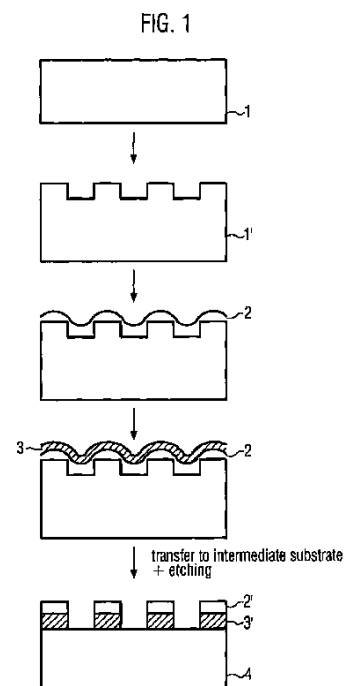
(71) 出願人 507088071
 ソイテック
 フランス 38190 ベルナン パルク
 テクノロジーク デ フォンティエヌ
 シュマン デ フランク (番地なし)
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
 (72) 発明者 ファブライス ルテルトル
 フランス エフ-38240 メラン シ
 ュマン デ ビュクロ 40
 (72) 発明者 ブルース フォーレ
 フランス エフ-38000 グルノーブ
 ル リュ ドゥ ヴュー タンプル 10

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ひずみ材料層の緩和および転写

(57) 【要約】

本発明は、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層を形成する方法に関し、この方法は、シード基板を提供するステップと、シード基板をパターンニングするステップと、パターンニングされたシード基板上にひずみ材料層を成長させるステップと、ひずみ材料層をパターンニングされたシード基板から中間基板に転写するステップと、ひずみ材料層を熱処理によって少なくとも部分的に緩和するステップとを含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層を形成する方法であって、
シード基板を提供するステップと、
前記シード基板をパターンニングするステップと、
前記パターンニングされたシード基板上にひずみ材料層を成長させるステップと、
前記ひずみ材料層を前記パターンニングされたシード基板から中間基板に転写するステップと、
前記ひずみ材料層を熱処理によって少なくとも部分的に緩和させるステップと
を含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

前記シード基板の前記パターンニングによって、シード基板の島状領域が形成され、
前記ひずみ材料層は前記シード基板の島状領域上で成長し、前記方法は
前記ひずみ材料層の島状領域を形成するステップであって、
前記ひずみ材料の島状領域は前記熱処理によって少なくとも部分的に緩和される、ステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記シード基板の前記パターンニングは、前記シード基板の表面上に開領域を備えるマスクを堆積させるステップを含み、
ひずみ材料の島状領域は、前記シード基板上の前記マスクの前記開領域における前記シード基板の表面上で成長し、
前記ひずみ材料の島状領域は前記パターンニングされたシード基板から前記中間基板へ転写され、
前記ひずみ材料の島状領域が前記熱処理によって少なくとも部分的に緩和されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記ひずみ材料層を前記パターンニングされたシード基板から前記中間基板に転写する前記ステップは、
前記ひずみ材料層の下の前記パターンニングされたシード基板にイオンを挿入して、弱化させた層を形成するステップと、
前記弱化させた層において、前記パターンニングされたシード基板から前記ひずみ材料層を熱処理によって分離させるステップと
をさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の方法。

30

【請求項 5】

前記ひずみ材料層を前記パターンニングされたシード基板から前記中間基板に転写する前記ステップは、
前記ひずみ材料層にイオンを挿入して、弱化させた層を形成するステップと、
前記弱化させた層において前記パターンニングされたシード基板から前記ひずみ材料層を熱処理によって分離するステップと
をさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の方法。

40

【請求項 6】

前記ひずみ材料層を前記パターンニングされたシード基板から前記中間基板に転写する前記ステップは、前記パターンニングされたシード基板を除去するステップを含み、特に、前記除去するステップは、前記パターンニングされたシード基板の電磁波照射、切削、機械研磨、またはエッチングを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の方法。

【請求項 7】

前記パターンニングされたシード基板上で前記ひずみ材料層を成長させる前に、少なくとも 1 つのバッファ層を成長させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ひずみ材料層を前記パターンニングされたシード基板から前記中間基板に転写する

50

前記ステップは、前記ひずみ材料層上に低粘度層、特に埋込コンプライアント層を堆積させるステップと、前記低粘度層を前記中間基板に接合するステップとを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 9】

前記低粘度層は、ホウリンケイ酸ガラス、BPSG、またはSiO₂などのボロンまたはリンを含む化合物を含むか、それらから成ることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層をターゲット基板に転写するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

前記シード基板、前記中間基板、および前記ターゲット基板は、サファイアまたはシリコンを含むか、それらから成ることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

前記ひずみ材料層は、InGaNまたはGaNから成るか、それらを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

前記ひずみ材料層は、Inを少なくとも3%、特に少なくとも10%含むInGaN層であることを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層のターゲット基板への前記転写するステップは、特にエッチング、機械研磨、前記中間基板の切削、または電磁波照射によって前記中間基板を除去することを含むことを特徴とする請求項 9 乃至 12 のいずれかに記載の方法。

【請求項 15】

前記少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域を前記ターゲット基板に転写する前記ステップは、前記少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域上に、高粘度層、特に埋込層を堆積するステップと、前記高粘度層を前記ターゲット基板に接合するステップとを含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

半導体デバイスを製造する方法であって、ターゲット基板上に少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料を提供する請求項 15 に記載のステップを含み、前記形成された少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料上に、少なくとも1つの材料層、特にLED用の層、または光電池デバイス層またはレーザデバイス層をエピタキシャル成長させるステップをさらに含むことを特徴とする方法。

【請求項 17】

支持構造物であって、特にサファイアまたはシリコンから成る支持構造物と、高粘度層と、

請求項 1 から 16 のいずれかに記載の方法によってもたらされ、特に、100マイクロメートル×100マイクロメートルから1mm×1mmまでの面積の大きさと、500オングストロームを越える厚さを有する少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域と

を有することを特徴とするウエハ。

【請求項 18】

前記緩和されたひずみ材料上に、少なくとも1つの活性層、特に、LED層、レーザデバイス層または光電池デバイス層をさらに備えることを特徴とする請求項 17 に記載のウエハ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、半導体デバイスの製造に用いられるコンプライアント基板の分野に関し、特に、ひずみ材料の島状領域を緩和させること、および、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域を、次の半導体製造プロセスで適切に利用できるある種の支持基板に転写することに関する。

【背景技術】

【0002】

ヘテロエピタキシーによって基板上に薄膜を成長させることは、半導体技術において重要な製造ステップである。例えば発光半導体デバイスの分野、または太陽電池の分野では、ヘテロエピタキシャル膜をサファイアまたはSiCのような基板上に成長させて、最終的な半導体デバイスを形成する必要がある。ヘテロエピタキシャル膜を別の基板に転写させた後は、これらの膜を、例えば電子工学的用途や光電子工学的用途で使用される層をエピタキシャル成長させるために利用することができる。

10

【0003】

しかしながら、膜の格子定数と熱膨張係数に比べて、異なる格子定数と異なる熱膨張係数を有する基板上に、ヘテロエピタキシーにより膜を形成させると、この膜上に成長する層の材料品質に悪影響を及ぼす原因となる圧縮/引張ひずみや、これに応じて発生する転位、亀裂、塑性緩和などのような欠陥によって、膜上に成長する層の材料品質に悪影響が及ぼされる。

【0004】

したがって、当技術分野では、熱処理によってひずみを緩和させるために、コンプライアント層、例えば低粘度層が、ヘテロエピタキシャル膜とターゲット基板との間に提供されている。

20

【0005】

しかしながら、現在利用されているひずみヘテロエピタキシャル膜を緩和させる方法は、座屈などの抑制に関しては、常に満足のいく結果を示す訳ではない。しかも、ある種のシード層を含むシード（成長）基板上に成長させたヘテロエピタキシャル膜を、特定の半導体をさらに製造するために使用されるべき別の基板に転写することにより、一般的にはヘテロエピタキシャル膜を無傷のまま維持することに、特に、ヘテロエピタキシャル膜を損傷することなくシード基板を除去することに関する課題が提起される。

【0006】

したがって、本発明の根底にある課題は、半導体デバイスの製造に適切に利用できる、確実に緩和された、および無傷の材料層（島状領域）を形成する方法を提供することである。

30

【発明の概要】

【0007】

先に述べた課題は、請求項1に記載の少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層を形成する方法によって解決され、この方法は、

シード基板を提供するステップと、

シード基板をパターンニングするステップと、

パターンニングされたシード基板上にひずみ材料層を成長させるステップと、

ひずみ材料層をパターンニングされたシード基板から中間基板に転写するステップと、

ひずみ材料層を、熱処理によって、少なくとも部分的に緩和させるステップとを含む。

40

【0008】

「ひずみ材料層」という表現は、連続的な層、または島状領域を呈している非連続的な層のどちらかを選択的に示す。シード基板は、広範囲にわたって均一な基板、またはある種の支持基板に接合させたシード層、もしくはこの支持基板上で成長させたシード層を備えるハイブリッド基板とすることができる。ひずみ材料層を、パターンニングされたシード基板から中間基板に転写するプロセスでは、シード基板を、エッチング、機械研磨、切削、電磁波照射またはレーザー照射などのうちの1またはそれより多くによって除去することができる。この転写後に、ひずみ材料層の上に残る可能性があるシード基板の残渣材料

50

は、研磨またはエッチングによって除去することができる。

【0009】

「パターンニング」という表現は、非常に一般的な意味で使用されており、a) シード基板の表面を、例えばエッチング、特にプラズマエッチングもしくは化学エッチング、またはスクライビング照射によって構築し、島状領域と凹部を形成することと、b) シード基板の材料を実質的に除去せずに、パターンニングされたマスクをシード基板の表面上に堆積させることを含んでいる。

【0010】

特に、一実施形態によれば、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域を形成する方法が提供され、この方法は、

10

シード基板を提供するステップと、

シード基板をパターンニングして、シード基板の島状領域を形成するステップと、

パターンニングされたシード基板上、特に、シード基板の島状領域上に、ひずみ材料層を成長させるステップと、

ひずみ材料層を、パターンニングされたシード基板から中間基板に転写するステップと、

ひずみ材料層の島状領域を形成するステップと、

ひずみ材料の島状領域を熱処理によって少なくとも部分的に緩和させるステップとを含む。

【0011】

20

シード基板の島状領域の表面の形状に従ってひずみ材料層をエピタキシャル成長させ、成長させたひずみ材料の島状領域が癒着する前にこの成長を停止させることにより、または、ひずみ材料層を、まずはシード基板の島状領域の表面の形状に従ってエピタキシャル成長させ、次に、形成したひずみ材料の島状領域を癒着させることにより平坦な表面を形成することによってもたらされるひずみ材料の比較的平坦な表面から島状領域を形成することにより、ひずみ材料の島状領域の形成が直接的に達成される。

【0012】

一般的には、ひずみ材料層の島状領域を形成するステップは、パターンニングされたシード基板から中間基板へ転写される前、またはこの転写後のどちらにおいても実行可能であることに留意すべきである。

30

【0013】

あるいは、閉領域と開領域（それぞれ、シード基板の表面を被覆し、露出させている）を備えるパターンニングされたマスクがシード基板上に堆積され、このシード基板上のマスクの開領域（シード基板の表面が露出された領域）に、ひずみ材料の島状領域を成長させる。続いて、この成長させたひずみ材料の島状領域は、中間基板に転写され、この転写後に、中間基板上のひずみ材料における島状領域を少なくとも部分的に緩和させるために熱処理にかけられる。

【0014】

このパターンニングされたシード基板を用いて形成されるひずみ材料の島状領域は、例えば長方形のストライプ状、または円形など、あらゆる所望の形状とすることができ、約100×100マイクロメートルから数平方ミリメートルの大きさを有することができる。ひずみ材料の個々の島状領域を互いに数10マイクロメートルから約100マイクロメートルの間隔を空けて配置することができる。ひずみ材料の島状領域を分離しているシード基板の凹部（トレンチ）の深さは、数ナノメートルから数10マイクロメートルの範囲とすることができ、この島状領域とトレンチのサイズを、材料における熱機械ひずみにより適合させることができる。

40

【0015】

先に述べた例のうちの1つによる本発明の方法により、シード基板の表面上にひずみ材料をエピタキシャル成長させることによって、パターンニングされたシード基板上にひずみ材料の島状領域を直接的にもたらすことが可能である。特に、本発明の方法により、連続

50

的な表面のシード層上でエピタキシャル成長が実行される従来技術よりも、成長させるひずみ材料の結晶品質が大幅に高まるという利点をもたらされる。特に、亀裂が回避される。ひずみ材料の島状領域とシード基板との間の熱膨張係数の差は、結晶品質にさほど大きな影響を及ぼさないので、このように、成長させた材料において亀裂が特に回避されるのである。言い換えれば、従来技術により製造されるひずみ材料層に比べて、本発明では、例えばGaNまたはInGaNなどの選択されたひずみ材料に対して、熱膨張係数の差がより大きいシード基板を使用することが可能であり、なおかつ、同じ所望の結晶品質を得ることが可能である。

【0016】

より不整合なシード基板を使用することができるので、従来技術では許容し得なかった低コストの基板を用いることが可能である。このような低コスト基板は、再利用する必要なしに、除去および廃棄することができる。例えば、シリコンシード基板を、GaNおよびInGaNなどのIII/V材料をエピタキシにより成長させるのに使用することができる。エピタキシャル成長前にシリコンシード基板がパターンニングされている場合でも、シリコンシード基板上でGaNおよびInGaNのエピタキシを、何の悪影響もなく実行することができる。

10

【0017】

さらに、パターンニングされたシード基板を使用することによって、エピタキシャル材料におけるひずみの度合いを低減させることができるので、従来のプロセスに比べ、格子の不整合がより大きいシード基板を使用することが可能であり、また、同じ結晶品質を得ることが可能である。

20

【0018】

さらには、パターンニングされたシード基板によってひずみの度合いが低減されるので、同じシード基板で亀裂がなく表面が平坦なものに比べて、作製されるひずみ材料の島状領域の厚さをより厚くすることができる。

【0019】

こうした状況において、ひずみ材料における結晶品質をさらに向上させるために、当技術分野において公知のある種のバッファ層を、シード基板とひずみ材料との間に設けることができることにも留意しなければならない。このバッファ層は、パターンニングされたシード基板の島状領域によって島状領域を示すことができ、または、シード基板の島状領域に対応しているバッファ層材料の島状領域が癒着を受けるまで形成された場合、連続的な層とすることができる。

30

【0020】

例えば、InGaN材料のエピタキシの前に、GaNバッファをシリコンのパターンニングされたシード基板上に堆積させるのが好ましい。GaNバッファ層における亀裂を回避することができるので、従来の方法を使用するよりもInGaNの品質が損われるのを低減することができる。さらに、InGaN材料におけるひずみの大きさも著しく小さくできるように、GaNバッファにおいて格子不整合によるひずみの大きさも著しく小さくすることができる。これにより、従来技術に比べ、層の厚さをより厚くすることができ、またはInGaN層におけるさらに高いインジウムの含有量を使用することができる。

40

【0021】

ある例によれば、ひずみ材料の島状領域の成長を島状領域の癒着が始まる前に停止させるのが好ましい、つまり、島状領域は他の島状領域から離れたままであることが好ましい。

【0022】

あるいは、ひずみ材料が癒着してしまうほど小さなサイズの島状領域を有するシード基板上でひずみ層を成長させる（ひずみ材料層の上部が島状領域を有する）ことも考えられる。パターンのサイズは成長の条件と材料に依存するが、シード島状領域の大きさは、通常約数ナノメートルである。この場合、ひずみ層における転位をなくして、転位密度を低下させることができると同時に、欠陥や亀裂を低減することができる。ひずみ材料の島状

50

領域を形成する方法は、シード基板をパターンニングするのに使用される方法と同じである。この方法は、緩和プロセスのためにひずみ層が中間基板に転写される前、または転写された後に実行可能である。

【0023】

バッファ層を使用する場合は、パターンニングされたシード基板上にバッファ層を層が癒着するまで成長させるのが好都合である。次に、連続的なバッファ層上に、緩和されるべきひずみ材料が堆積される。バッファ層内の転位密度が低いため、転位位置でひずみ材料が損傷されるのを回避することができる。

【0024】

ひずみ材料層（島状領域）を中間基板に転写するプロセスのために、ひずみ材料からシード基板を剥離させなければならない。ひずみ材料層の下のシード基板にイオンを挿入して弱化させた層を形成し、この弱化させた層においてシード基板からひずみ材料層を熱処理によって剥離させることにより、この剥離を容易にすることができる。

10

【0025】

あるいは、ひずみ材料層内にイオンを挿入して弱化させた層を形成し、この弱化させた層においてシード基板からひずみ材料層を熱処理によって剥離させることができる。特に、これにより、シード基板材料の残渣を残さずにひずみ材料層を剥離することが可能になる。シード基板の剥離に対して施された熱処理の熱量は、ひずみ材料の緩和に対して施された熱処理の熱量とは異なるということも言える。

【0026】

先の例において、ひずみ材料層をシード基板から中間基板に転写するステップは、ひずみ材料層上に低粘度層、特に埋込コンプライアント層を堆積させるステップと、この低粘度層を中間基板に接合するステップとを含むことができる。

20

【0027】

低粘度層は、ホウリンケイ酸ガラス、BPSG、もしくはSiO₂などの、ボロンまたはリンを含む化合物を含むか、それらから成ってもよい。同様の層を中間基板上に堆積させた後に、転写プロセスのためにこの層をひずみ材料層（島状領域）に接合することができる。次に、中間基板に転写されたひずみ材料を緩和するための熱処理によって、低粘度材料層がある程度リフローされ、これにより、ひずみ材料が少なくとも部分的に緩和される。「低粘度」という表現によって、熱処理におけるリフロー性質が特に示されている。ひずみ材料の島状領域を形成するプロセスは、堆積された低粘度層を適宜パターンニングするステップを含むことができる（下記の詳細な説明を参照）。ホウリンケイ酸ガラスは、ガラスの実際の組成に対応して、約800 または約850 の温度で所望のリフロー特性を呈し、これにより、InGaNなどのひずみ材料を緩和させることができる。

30

【0028】

この部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域を、ターゲット基板に転写することができる。この転写のために、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域上に、酸化物（熱酸化物材料）を含むかそれから成る埋込層などの高粘度層を形成し、ターゲット基板に接合することができる。「高粘度」という用語は、「低粘度」材料よりもガラス転移温度が高いということを示している。例えば、ボロンを4.5%、リンを2%含む低粘度BPSG層は、約800 の温度で所望のリフロー特性を呈する。ほとんどの低粘度酸化物材料は、約600 ~ 約700 のガラス転移温度を有する。一方、高粘度酸化物材料のガラス転移温度は1000 を越えており、また1200 を上回ることが好ましい。ターゲット基板は、例えばシード基板または中間基板と同じ材料とすることができる。

40

【0029】

C面III/N材料に関しては、ひずみ材料に極性がある場合に、およひひずみ材料をシード物質上で成長させるプロセスに続いて、シード物質から中間物質に転写させ、中間物質からターゲット物質に転写する2ステップの転写プロセスが実行される場合に、次に行われる層のエピタキシャル成長に好適なシード物質上の成長面に対向する緩和されたひずみ材料の表面の極性を維持することができる。特にIII/N材料の場合は、シード物

50

質上で成長させた後に露出される面が I I I 族元素極性を示せば、2ステップから成る転写プロセスの後に露出される面も、後続の I I I / N 層のエピタキシャル成長に最も好適な I I I 族元素極性を示すことになる。成長後に露出される面が N 極性面 (N - f a c e) である場合は、次のエピタキシを正しい極性で行うには 1 ステップの転写プロセスで足りるであろう。

【0030】

最初のひずみ材料に極性がない場合は、2ステップから成る転写プロセスを避けることができ、中間基板に接合された少なくとも部分的に緩和された材料上でエピタキシャル成長が生じうる。この場合、低粘度層が選択され、エピタキシの温度でリフローせずに安定した状態を保ち得ることが好ましい。

10

【0031】

さらに本発明は、半導体デバイスの製造方法を提供し、先に述べた例のうちの 1 つによる少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料をターゲット基板上に提供するステップを含み、また、この形成された少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層 / 島状領域、特に、LED 用の層、または光電池デバイス層あるいはレーザデバイス層上に、少なくとも 1 つの材料層をエピタキシャル成長させるステップとをさらに含む。

【0032】

さらに、

支持構造物であって、特にサファイアから成る支持構造物と、
高粘度材料と、

20

先に述べた例のうちの 1 つによる方法によってもたらされ、特に、100 マイクロメートル × 100 マイクロメートルから 1 mm × 1 mm までの面積の大きさと、500 オングストロームを越える厚さを有する少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域とを備えるウエハが提供される。

【0033】

このウエハは、緩和されたひずみ材料層 / 島状領域上に少なくとも 1 つの活性層、特に、LED の層、レーザデバイスの層または光電池デバイスの層を含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

本発明のさらなる特徴や利点を、図面を参照しながら説明する。この説明では、本発明の好適な実施形態を図示するように意図されている添付の図を参照する。これらの実施形態は、本発明の全範囲を表すものではないということが理解される。

30

【0035】

【図 1】シード基板をエッチングによりパターンニングするステップと、パターンニングしたシード基板上にひずみ材料層を成長させるステップとを含む本発明の方法の一例を説明する図である。

【図 2】開領域を備えるマスクをシード基板上に堆積させるステップと、シード基板上の、マスクによって被覆されていない領域に、ひずみ材料の島状領域を成長させるステップとを含む本発明の方法の別の例を説明する図である。

【図 3】パターンニングされたシード基板上の、平坦な表面を有して形成されたバッファ層上に、ひずみ材料層を成長させる本発明の方法の別の例を説明する図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下に、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料層の形成に関する本明細書に開示されている方法の 2 つの代替的实施形態を、図 1 と図 2 を参照しながら述べる。図 1 に示すように、ひずみ材料層を成長させるために、シード基板 1 が提供される。このシード基板 1 は、例えばサファイア基板、またはシリコン基板とすることができる。シード基板 1 がエッチングによってパターンニングされて、凹部によって分離されたシード基板の島状領域 1' がもたらされる。このシード基板の島状領域は、例えば 1 × 1 ミリメートルの大きさであり、約 10 から約 1000 マイクロメートル離して配置することができる。凹部は

50

、約1マイクロメートルの深さを有することがある。

【0037】

シード基板1がパターンニングされた後は、例えばインジウムを10%有するInGa_Nなどのひずみ材料のエピタキシが、ひずみ材料層2の厚さが約250ナノメートルになるまで実行される。このひずみ材料層2の結晶品質を向上させるために、ひずみ材料層2を成長させる前に、パターンニングされたシード基板上、特にシード基板の島状領域1'上に、バッファ層(図示せず)を堆積させてもよい。このバッファ層は、シリコン表面上で、厚さ数マイクロメートルのGa_N層の下に堆積された厚さ50~100nmのAlN核形成層を含むことができる。バッファ層の成長は、材料が癒着する前に停止される。

【0038】

ひずみ材料層2の上、特にシード基板の島状領域1'の上に、低粘度(コンプライアント)層3が堆積される。この低粘度層3の厚さは、約500ナノメートルとすることができる。

【0039】

低粘度層3と同様の低粘度層が、ひずみ材料層2が転写されることになる中間基板4上に堆積される。この中間基板4は、シード基板1と同じ材料とすることができ、例えばシリコンで作製される。中間基板4上に堆積された低粘度層の厚さは、例えば約1マイクロメートルとすることができる。次に、ひずみ材料層2上に堆積された低粘度層3と、中間基板4に堆積された低粘度層の両方が研磨される。この研磨ステップによって、低粘度材料の厚さが約1マイクロメートルとなり、その後ひずみ材料層2が低粘度層を介して中間基板4に接合される。

【0040】

この接合ステップの後に、例えばプラズマエッチングもしくは化学エッチング、および/または切削によってシード基板1が除去される。さらに、シード基板1が除去された後は、エッチングによって低粘度材料の島状領域3'がもたらされる。あるいは、ひずみ材料層2上に堆積された低粘度層3は、中間基板4に接合/転写される前にエッチングされる。この場合、接合ステップの前に中間基板4上に堆積された低粘度材料は、転写された後に、ひずみ材料の島状領域2'間の間隔においてエッチングされて、図1に示すような低粘度材料の島状領域3'がもたらされる。

【0041】

図2は、中間基板4上に、ひずみ材料の島状領域2'と、低粘度材料の島状領域3'とをもたらし方法の代替的な例を示す。図2に示すように、シード基板1(例えばシリコンまたはサファイアで作製される)が提供され、マスク層5によって部分的に被覆される。このマスク層5は開領域を備え、SiO₂材料またはSi₃N₄材料を含むことができる。この開領域内で、ひずみ材料2(例えばGa_Nまたはインジウム含有量約10%のInGa_N)を厚さ500nmまで成長させ、ひずみ材料2とマスクの上に低粘度層3を堆積させる。この低粘度層3と、中間基板4上に堆積された低粘度層とを接合し、続いてシード基板1を除去することにより、ひずみ材料の島状領域2'が中間基板4に転写される。次の緩和ステップを向上させるために必要であれば、低粘度材料の島状領域3'は、ひずみ材料の島状領域2'の間の隙間内で中間基板に達するまでエッチングされる。

【0042】

図1および図2に示されたどちらの例においても、代替的に中間基板4上の連続的な低粘度材料層上にひずみ材料の島状領域2'をもたらしことができる(すなわち、特に中間基板4上に堆積された低粘度層のエッチングは行われぬ)ということに留意すべきである。

【0043】

図1および図2の一番下に示した、低粘度材料の島状領域3'の上にひずみ材料の島状領域2'を有する構造物は、例えば約800 または約850 の熱処理に約4時間にわたってかけられて、低粘度材料、例えばホウリンケイ酸ガラス、BPSG、またはSiO₂など、ボロンまたはリンを含む化合物の島状領域3'がリフロー/塑性変形されること

10

20

30

40

50

により、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域 2'、例えばインジウムを 10%含む InGa_Nの部分的に緩和された島状領域がもたらされる。

【0044】

続いて、少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域 2' 上および/またはターゲット基板上に、接合層を堆積させることができる。少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域 2' を、接合基板を介してターゲット基板に接合した後に、中間基板 4 と低粘度材料の島状領域 3' を、例えばエッチングまたは電磁波照射によって除去すると、例えば InGa_Nの島状領域などの少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域 2' の表面を取り戻すことができる。この少なくとも部分的に緩和されたひずみ材料の島状領域 2' は次に、構成された材料層のエピタキシャル成長用、特に、結晶層のエピタキシャル成長用またはホモエピタキシャル成長用に使用することができ、これは、LED もしくはレーザなどの電子工学的、光起電力学的、または光電子工学的な用途において有用な特定の半導体デバイスの製造に用いられる。

10

【0045】

図 3 には、パターンニングされたシード基板 1' に、平坦な表面を有して形成されたバッファ層 7 上で、ひずみ材料層 2 を成長させる本発明の方法の別の例が示されている。図 3 に示した例によれば、パターンニングされたシード基板 1' 上に、AIN 核形成層 6 が形成される。続いて、この AIN 核形成層 6 の上方に、例えば GaN を含むバッファ層 7 が堆積される。この堆積中に、まずバッファ層 7 を、パターンニングされたシード基板 1' の島状領域の形状に適合させる。しかしながら、示した例によれば、バッファ層 7 が、島状の表面形状が水平になる（バッファ層 7 の島状領域が癒着する）まで堆積されて、バッファ層 7 の平らな上面が形成される。

20

【0046】

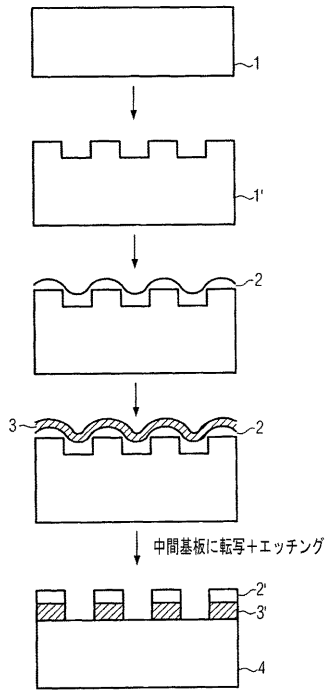
このバッファ層 7 の平らな表面上に、ひずみ材料 2 をエピタキシャル成長させ、この成長させたひずみ材料層 2 の上に、ホウリンケイ酸ガラス層 8 を堆積させる。続いて、ホウリンケイ酸ガラス層 8 とひずみ材料層 2 がパターンニングされて、ひずみ材料の島状領域 2' と、ホウリンケイ酸ガラスの島状領域 8' がもたらされる。このパターンニングプロセス後には、中間基板 4 上に形成されたホウリンケイ酸ガラス層の島状領域 3' を用いて、中間基板 4 への転写が行われる。ホウリンケイ酸ガラス層 8 とひずみ材料層 2 のパターンニングを、中間基板 4 に転写した後に実行することも可能であることに留意すべきである。先に述べたように、ひずみ材料の島状領域 2' を転写させた後に、緩和を行うことが可能である。

30

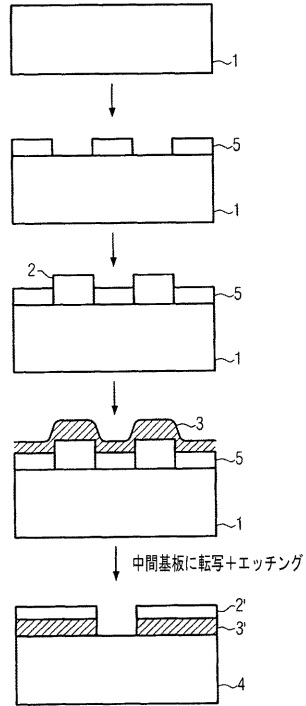
【0047】

先に述べた全ての実施形態は、限定することを意図したものではなく、本発明の特徴および利点を説明する例としての役割を果たす。先に述べたいくつかの特徴または全ての特徴を、様々な方法で組み合わせることができるということを理解されたい。

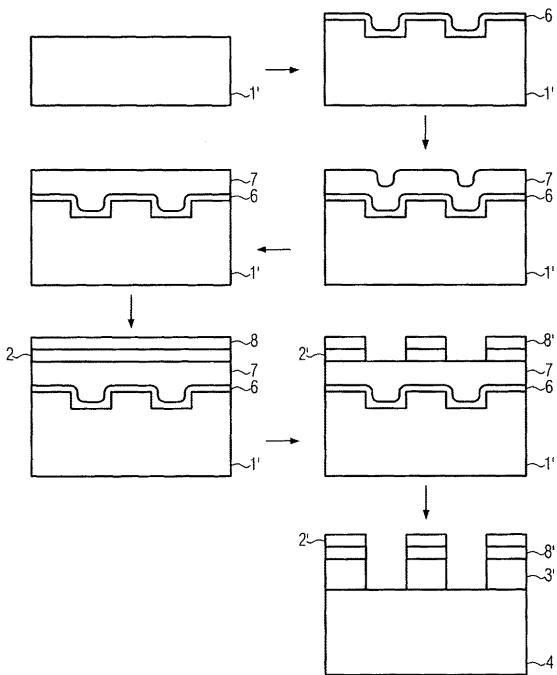
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 国際調査報告 】

61100650006



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No
 PCT/EP2010/000090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L21/20 H01L21/762 C30B29/38 C30B33/02 C30B33/06 C30B29/40 H01L21/02 ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L C30B Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/030368 A (AMBERWAVE SYSTEMS CORP [US]; CURRIE MATTHEW T [US]; LOCHTEFELD ANTHONY) 15 March 2007 (2007-03-15)	1-8, 11-14, 16-18
Y	* Figures 1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B; paragraphs [0027]-[0045] *	9,10,15
Y	YIN HAIZHOU ET AL: "Tunable uniaxial vs biaxial in-plane strain using compliant substrates", APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 87, no. 6, 5 August 2005 (2005-08-05), pages 61922-061922, XP012077396, ISSN: 0003-6951 abstract; figure 1	9,15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 September 2011		Date of mailing of the international search report 06/10/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Norga, Gerd 22.12.2011

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/000090

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 894 989 A (SOITEC SILICON ON INSULATOR [FR]) 22 June 2007 (2007-06-22) * page 1, line 23 - line 32 ; page 2, line 22 - page 3, line 14 * -----	10
A	WO 2005/029576 A (CORNING INC [US]; COUILLARD JAMES G [US]; MACH JOSEPH F [US]; GADKAREE) 31 March 2005 (2005-03-31) page 36, line 24 - line 32; figures 3,4 -----	1-18
A	KOSTRZEWA M ET AL: "Feasibility of III-V on-silicon strain relaxed substrates", JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 275, no. 1-2, 15 February 2005 (2005-02-15), pages 157-166, XP004823195, ISSN: 0022-0248 the whole document -----	1-18
A	US 2007/026643 A1 (TADATOMO KAZUYUKI [JP] ET AL) 1 February 2007 (2007-02-01) the whole document -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/000090

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007030368	A	15-03-2007	NONE
FR 2894989	A	22-06-2007	NONE
WO 2005029576	A	31-03-2005	CN 1765014 A 26-04-2006 EP 1599901 A2 30-11-2005 EP 2104132 A2 23-09-2009 EP 2104133 A2 23-09-2009 EP 2104137 A2 23-09-2009 JP 2006518116 A 03-08-2006 KR 20060056272 A 24-05-2006 KR 20080072938 A 07-08-2008 KR 20090059171 A 10-06-2009 KR 20100067132 A 18-06-2010 KR 20100128341 A 07-12-2010 SG 154331 A1 28-08-2009
US 2007026643	A1	01-02-2007	US 2007026644 A1 01-02-2007

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 パスカル ゲナルド

フランス エフ - 3 8 1 9 0 フロージュ ロティスモン デ セリジエ 3

Fターム(参考) 5F152 LN03 LN32 LP08 LP09 MM09 MM10 NN03 NN13 NP09 NQ09