

(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2005-533384

(P2005-533384A)

(43) 公表日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/205	H O 1 L 21/205	4 K O 2 9
// C 2 3 C 14/48	C 2 3 C 14/48	5 F O 4 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2004-522239 (P2004-522239)	(71) 出願人	590000514
(86) (22) 出願日	平成15年7月15日 (2003. 7. 15)		コミツサリア タ レネルジー アトミー
(85) 翻訳文提出日	平成17年1月17日 (2005. 1. 17)		ク
(86) 国際出願番号	PCT/FR2003/002225		フランス国・75752・パリ・15エム
(87) 国際公開番号	W02004/010494		・リュ・ドゥ・ラ・フェデラシオン・31
(87) 国際公開日	平成16年1月29日 (2004. 1. 29)		-33
(31) 優先権主張番号	0209118	(71) 出願人	505020307
(32) 優先日	平成14年7月18日 (2002. 7. 18)		エス・オー・アイ・テック・シリコン・オ
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		ン・インスレーター・テクノロジーズ
			フランス・F-38926・クロール・セ
			デックス・パルク・テクノロジーク・デ・
			フォンテーヌ・ベルナン・(番地なし)
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電氣的に活性な薄膜を移送するための方法

(57) 【要約】

本発明は、初期基板からターゲット基板へと電氣的に活性な薄膜を移送するための方法に関するものであって、初期基板の一方の面を通してイオン打込を行い、これにより、初期基板の打込面から所定深さのところに脆弱な埋設面を形成し、これにより、打込面と埋設面との間に延在するものとして、薄膜の延在範囲を規定し；初期基板の打込面に対して、ターゲット基板の一方の面を固定し；埋設面のところにおいて、薄膜を、初期基板の残部から分離させ；ターゲット基板上へと移送された薄膜の薄肉化を行う；という方法において、イオン打込ステップ時には、打込照射量と打込エネルギーと打込電流とを、打込欠陥の濃度が所定しきい値よりも小さくなるように選択し、これにより、薄肉化を受けた後の薄膜に関し、アクセプター欠陥の数を、薄膜に所望の電氣的性質をもたらすようなものとする。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

初期基板からターゲット基板へと電氣的に活性な薄膜を移送するための方法であって、
- 前記初期基板の一方の面を通してイオン打込を行い、これにより、前記初期基板の打込面から所定深さのところに脆弱な埋設面を形成し、これにより、前記打込面と前記埋設面との間に延在するものとして、薄膜の延在範囲を規定し；

- 前記初期基板の前記打込面に対して、前記ターゲット基板の一方の面を固定し；
- 前記埋設面のところにおいて、前記薄膜を、前記初期基板の残部から分離させ；
- 前記ターゲット基板上へと移送された前記薄膜の薄肉化を行う；

という方法において、

前記イオン打込ステップ時には、打込照射量と打込エネルギーと打込電流とを、打込欠陥の濃度が所定しきい値よりも小さくなるように選択し、これにより、前記薄肉化を受けた後の前記薄膜に関し、アクセプター欠陥の数を、前記薄膜に所望の電氣的性質をもたらすようなものとすることを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法において、

前記イオン打込ステップ時には、水素と希ガスとの中から選択されたイオンの打込を行うことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法において、

前記固定ステップ時には、接着を行い、

この接着を、中間介在膜を介しての分子接着、または、中間介在膜を使用しない分子接着、または、反応による接着、または、金属性接着、または、半田付け、または、構成分子の拡散による接着、とすることを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の方法において、

前記薄膜に対して、打込欠陥をヒーリングするためのアニールを行うことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 4 記載の方法において、

前記ヒーリングのためのアニールを、前記薄膜の前記薄肉化ステップの前に行うことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 4 記載の方法において、

前記ヒーリングのためのアニールを、前記薄膜の前記薄肉化ステップの後に行うことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の方法の応用であって、

前記ターゲット基板上に、SiC 薄膜、または、GaAs 薄膜、または、GaN 薄膜、または、ダイヤモンド薄膜、または、InP 薄膜、を得るに際して適用することを特徴とする応用。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、初期基板（あるいは、初期基体）からターゲット基板（あるいは、ターゲット基体）へと、電氣的に活性な薄膜を移送するための方法に関するものである。

【0002】

本発明は、特に、とりわけシリコンカーバイドからなる薄膜の移送といったような、半導体材料からなる薄膜の移送に関して、適用される。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

仏国特許出願公開第 2 6 8 1 4 7 2 号明細書（米国特許第 5 , 3 7 4 , 5 6 4 号明細書に対応）には、半導体材料からなる薄膜を形成するための方法が開示されている。薄膜は、まず最初に、初期基板内において、イオン打込によってその領域が規定される。初期基板の一方の面に対して、所定の照射量およびエネルギーでもってイオン（通常は、水素イオン）が打ち込まれ、これにより、イオン打込面から、初期基板内へのイオンの平均侵入深さに対応した深さのところに、埋設された脆性フィルムが形成される。初期基板のイオン打込面は、その後、受領基板すなわちステッフナー（あるいは、補剛体）の一面に対して固定される。その後、アニールを行うことにより、薄膜を、初期基板の残部から分離させることができる。これにより、ステッフナーに付着した状態の薄膜が得られる。この技術は、現在では周知であり、十分に極められている。この技術により、エレクトロニクス品質の S O I 基板を得ることができる。

10

【 0 0 0 4 】

上記方法は、いくつかの修正を加えた後に、シリコンカーバイド半導体に対して適用されている。これにより、S i C O I と称されるフィルム積層体、すなわち、シリコン基板が酸化シリコンフィルムによって被覆されさらにその上にシリコンカーバイドフィルムが積層されてなるようなフィルム積層体、を得ることができる。この主題に関しては、“Silicon carbide on insulator formation by the Smart-Cut(R) process” by L. DiCioccio et al., Materials Science and Engineering, B 46 (1997), pages 349 to 356 という文献を参照することができる。

20

【 0 0 0 5 】

S i C O I 基板に関して行われた開発においては、移送される S i C 薄膜の電気抵抗率という問題点が研究された。

【 0 0 0 6 】

酸化シリコン上へと移送された S i C の最初のフィルムは、その電気伝導性を完全に失っていた。適切な照射によって初期的に誘起されても、完全に絶縁性となった。獲得した絶縁特性に関し、移送されたフィルム内に導入された電氣的な補償が、イオン打込を行うのに使用されたプロトンの通過によって材料内に形成された打込欠陥に関連していることが、示された。この主題に関しては、以下の文献を参照することができる。

- “Defect studies in Epitaxial SiC - 6H Layers on Insulator (SiCOI)” by E. Hugonnard-Bruyere et al., Microelectronic Engineering 48 (1999), pages 277 to 280

30

- “High resistance layers in n-type 4K - silicon carbide by hydrogen ion implantation” by R. K. Nadella et al., Appl. Phys. Lett. 70(7), 17th February 1997, pages 886 to 888

- “Electrical isolation of GaN by ion implantation damage: Experiment and model” by C. Uzan-Saguy et al., Applied Physics Letters, Vol. 74, No. 17, 26th April 1999, pages 2441 to 2443

【 0 0 0 7 】

S i C 薄膜の移送を行うのに必要なプロトンの照射量は、打込面とイオンの平均打込深さとの間にわたってのイオンの経路全体にわたって、打込欠陥の集中を形成する。これら欠陥は、電氣的観点からは、アクセプター中心として振る舞う。

40

【 0 0 0 8 】

研究された S i C 薄膜に関しての、例えば窒素ドーパントによって得られた n タイプの初期ドーピング、または、例えばアルミニウムドーパントによって得られた p タイプの初期ドーピングは、 $10^{19} \sim 10^{15} \text{ atoms/cm}^3$ とされた。ドーピングされる薄膜は、エピタキシャル成長に由来するものか、あるいは、バルク基体そのものに由来するものか、のいずれかとされた。単純に考えれば、移送される薄膜内において上記方法によって導入された残留補償中心の濃度が、初期的なドーピング（ドナー中心の濃度）よりも大きい場合には、移送される薄膜は、非常に抵抗的な振舞いを示すこととなる（上述し

50

たような Hugonnard-Bruyere 氏他による文献を参照されたい)。

【0009】

アクセプター欠陥のこのような濃度は、第1に、プロトンの打込によって形成された打込欠陥の濃度に依存するものであり、第2に、移送される薄膜に対して課された技術的ステップにおいてそのような欠陥を排除し得る可能性に依存するものである、すなわち、打込欠陥の濃度をできる限り低減し得る可能性に依存するものである。

【0010】

電氣的観点からは、補償欠陥を有した半導体薄膜は、エレクトロニクスデバイスの製造に適した輸送特性(キャリア濃度)を有するものではない。にもかかわらず、上記仏国特許出願公開第2681472号明細書に記載の方法によってSiCOI構造を形成した場合には、移送された薄膜を使用してエレクトロニクスデバイスを製造することが要望される。

10

【0011】

多くの研究チームが、打込欠陥の生成メカニズムと、そのような打込欠陥の絶滅に必要な形成条件と、を研究してきた。これら研究により、SiCの場合に例えば水素といったような軽いイオンによって形成されたある種の打込欠陥が、 2×10^{18} atoms/cm³ よりも大きなドーピングの場合には約1300 というアニール温度で初期抵抗性を十分に回復し得るにもかかわらず、最大で1500 までのアニール温度において安定なものであり得ることがわかった(上述した E. Hugonnard-Bruyere 氏他による文献を参照されたい)。それでもなお、上記製造条件下においては、電氣的残留補償濃度が、大きなままである。“The effects of damage on hydrogen implant induced thin-film separation from bulk silicon carbide” by R. B. Gregory et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 572, 1999, Materials Research Society, pages 33 to 38という文献によれば、高温での打込により、完全には打込欠陥を排除し得ないけれども、打込欠陥の一部を排除し得るものとされている。

20

【0012】

この公知技術においては、シリコン基板上へとSiC薄膜を移送する場合に、そのような高温の熱処理を適用し得ないことは、明らかである。なぜなら、シリコンの融点が1413 であるからである。

【0013】

最後に、一般的に言って、そのような高温の熱処理が可能であるような、接着フィルム(あるいは、接着フィルムが使用されない場合であっても)やシリコン以外の基板(例えば、多結晶SiC)を使用した場合であっても、導入される欠陥の濃度が大きいことのためにまた欠陥の熱的安定性のために、十分な抵抗性を回復することができない。また、そのような高温が、マイクロエレクトロニクス産業においてはほとんど使用されるものではないことから、この手法は、望ましくない。

30

【0014】

最後に、高温での打込は、工業的規模での実施が困難であるとともに、初期的ドーピングに対応した電気伝導性を完全には回復し得ないものである。

【特許文献1】仏国特許出願公開第2681472号明細書(米国特許第5,374,564号明細書に対応)

40

【非特許文献1】“Silicon carbide on insulator formation by the Smart-Cut(R) process” by L. DiCioccio et al., Materials Science and Engineering, B 46 (1997), pages 349 to 356

【非特許文献2】“Defect studies in Epitaxial SiC - 6H Layers on Insulator(SiCOI)” by E. Hugonnard-Bruyere et al., Microelectronic Engineering 48 (1999), pages 277 to 280

【非特許文献3】“High resistance layers in n-type 4K - silicon carbide by hydrogen ion implantation” by R. K. Nadella et al., Appl. Phys. Lett. 70(7), 17th February 1997, pages 886 to 888

50

【非特許文献4】“Electrical isolation of GaN by ion implantation damage: Experiment and model” by C. Uzan-Saguy et al., Applied Physics Letters, Vol. 74, No. 17, 26th April 1999, pages 2441 to 2443

【非特許文献5】“The effects of damage on hydrogen implant induced thin-film separation from bulk silicon carbide” by R. B. Gregory et al., Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 572, 1999, Materials Research Society, pages 33 to 38

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0015】

従来技術における上記様々な欠点を克服し得るよう、本発明においては、イオン打込に基づく電氣的残留補償の濃度を無視できる程度のものとし得るような、支持体上に半導体フィルムを形成するための製造方法を提供する。 10

【0016】

したがって、本発明の目的は、初期基板からターゲット基板へと電氣的に活性な薄膜を移送するための方法であって、

- 初期基板の一方の面を通してイオン打込を行い、これにより、初期基板の打込面から所定深さのところに脆弱な埋設面を形成し、これにより、打込面と埋設面との間に延在するものとして、薄膜の延在範囲を規定し；

- 初期基板の打込面に対して、ターゲット基板の一方の面を固定し；

- 埋設面のところにおいて、薄膜を、初期基板の残部から分離させ； 20

- ターゲット基板上へと移送された薄膜の薄肉化を行う；

という方法において、

イオン打込ステップ時には、打込照射量と打込エネルギーと打込電流とを、打込欠陥の濃度が所定しきい値よりも小さくなるように選択し、これにより、薄肉化を受けた後の薄膜に関し、アクセプター欠陥の数を、薄膜に所望の電氣的性質をもたらすようなものとすることを特徴としている。

【0017】

イオン打込ステップにおいては、水素と希ガスとの中から選択されたイオンの打込を行うことができる。

【0018】

固定ステップにおいては、接着を行うことができ、この接着は、中間介在膜を介しての分子接着、または、中間介在膜を使用しない分子接着、または、反応による接着、または、金属性接着、または、半田付け、または、構成分子の拡散による接着、とすることができる。 30

【0019】

有利には、薄膜に対して、打込欠陥をヒーリングするためのアニールを行う。このようなアニールは、薄膜の薄肉化ステップの前に行うことも、また、薄膜の薄肉化ステップの後に行うことも、できる。

【0020】

本発明による方法は、特に、ターゲット基板上に、SiC薄膜、または、GaAs薄膜、または、GaN薄膜、または、ダイヤモンド薄膜、または、InP薄膜、を得るに際して適用される。 40

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

添付図面を参照しつつ、本発明を何ら限定するものではなく単なる例示としての好ましい実施形態に関する以下の詳細な説明を読むことにより、本発明が、より明瞭に理解され、本発明の様々な特徴点や利点が、より明瞭となるであろう。

【0022】

本発明においては、移送されて薄肉化された薄膜内におけるアクセプター欠陥の数は、移送された薄膜内に形成された欠陥のプロファイル（薄膜の厚さに応じた欠陥の分布）に 50

依存する。欠陥のプロファイルは、打込エネルギーに依存する。打込条件（打込エネルギー、打込マスクの厚さ）の選択は、重要なものであるとともに、結果的に形成される活性フィルムの厚さを規定することができる。

【0023】

本発明者らは、電氣的補償欠陥のプロファイルが打込欠陥のプロファイルに比例するという結論に到達した。したがって、打込条件を選択することによって、欠陥の最終的な残留濃度がフィルム内において一様に分散し得るよう欠陥のプロファイルが十分にフラットとされた少なくとも1つの領域を打込後において有したものとして、薄膜を形成する必要がある。移送された薄膜の残部は、欠陥のプロファイルがフラットなものではなく、そのため、薄肉化によって除去される。

10

【0024】

また、本発明においては、移送されて薄肉化された薄膜内におけるアクセプター欠陥の数は、プロトンの照射によって形成された打込欠陥の濃度に依存する。欠陥の濃度に影響を及ぼすパラメータは、打込照射量と、打込電流と、である。本発明者らは、打込電流によって、欠陥形成効率を制御し得ることを観測した。よって、低電流密度で打込を行うことにより、欠陥の濃度を低減させることができる。他のパラメータは、打込イオンの照射量である。高温で打込を実行することによって、また、チャンネル効果を利用することによって、初期的基板内への打込イオンの照射量を低減することができる。このことは、意義深いことである。

【0025】

最後に、本発明においては、移送されて薄肉化された薄膜内におけるアクセプター欠陥の数は、その後のアニール（あるいは、ヒーリング）のタイプに依存する。特にシリコンカーバイドの場合には、例えば水素といったような軽いイオンによって形成されたある種の打込欠陥は、最大で1500 というアニール温度において、安定なものであり得る。

20

【0026】

このアプローチによれば、重要なポイントは、結果的な活性フィルム（言い換えれば、薄肉化後に得られるフィルム）の範囲を規定することである。このようなフィルムの延在範囲は、打込イオンの通過によって形成された欠陥のプロファイルによって、および、初期的基板の劈開後に実行される技術的ステップにおけるヒーリング可能性によって、完全に規定される。

30

【0027】

図1は、打込が実行された初期基板内におけるアクセプター欠陥のプロファイルを示すグラフである。y軸は、アクセプター欠陥の数（N）を示している。x軸は、打込面（ゼロという横座標値）からの基板深さ（z）を示している。横座標値（z1）は、薄肉後における薄膜の厚さを与えている。このような薄肉化を行うことによって、所望の電氣的性質を有した薄膜を得ることができる。

【0028】

薄膜内における電氣的残留欠陥のプロファイルと、打込時に形成される欠陥のプロファイルと、を関連づける経験則を、確立することができる。打込後のプロファイルは、十分に良好な正確さでもって、イオン打込ステップ時に一次的結晶欠陥（シリコンカーバイドの場合には、CおよびSiの空孔）の形成をシミュレートし得るTRIMソフトウェアによって、与えることができる。

40

【0029】

図2は、生成される空孔の濃度（C）（単位： atoms/cm^3 ）を、打込面（ゼロという横座標値）からの基板深さ（z）の関数として示すグラフである。このグラフは、 H^+ イオンを使用したシリコンカーバイドに対する打込（180keVという打込エネルギー、 $6.5 \times 10^{16} \text{ atoms}/\text{cm}^3$ ）に関して、TRIMソフトウェアを使用したシミュレーションによって得られたものである。180keVという打込エネルギーの場合には、打込平均深さ（ R_p ）は、1100nmよりも深いものとなる。

【0030】

50

S i Cという初期基板の場合に、なおかつ、上記打込条件の場合に、ホール効果測定を行った。この測定によれば、 $0.5 \mu\text{m}$ という厚さのS i Cフィルムにおいて、残留アクセプター欠陥の平均濃度は、 $4 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ であった。T R I Mシミュレーションは、初期的に形成される $0.5 \mu\text{m}$ という厚さの打込フィルム内に存在する欠陥の濃度が、常に、 $9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ よりも小さいことを示している。フィルム内における欠陥の濃度は、すべてのポイントにおいて、 $9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ という最大濃度よりも小さい。このことは、本発明による方法の終了時点において、残留欠陥の最終濃度が、常に、 $9 \times 10^{20} \text{ K}$ よりも小さいことを意味している。すべてのフィルム内の平均濃度を測定するための電氣的測定によれば、形成される物理的欠陥と残留電氣的欠陥との間を関連づける係数(K)が、 $C_f = K \times C_i$ という関係式をなすものであって、次式によって表されることがわかる。

$$K = 4 \times 10^{16} / 9 \times 10^{20} = 4.5 \times 10^{-5}$$

【0031】

C_i は、一次的打込欠陥の平均濃度であって、材料内において実行される打込手法(言い換えれば、打込プロファイル)に依存する。 C_f は、移送後およびアニール後における薄膜内の最終的電氣的欠陥の平均濃度である。Kは、アニールステップ(欠陥のヒーリングステップ)に関連する比例係数である。

【0032】

意図的な加熱を行うことなく、 50 nm 未満のS i O₂層を介してS i Cに対して、 180 keV というエネルギーで、 $6.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ という照射量で、水素打込を行い、移送される薄膜に対しての最大の熱印加量(thermal budget)を1350かつ48時間とした場合、係数(K)は、約 4.5×10^{-5} である。このことは、使用された製造方法においては、形成される欠陥の濃度を、 2.25×10^4 分の1へと低減し得ることを意味している。

【0033】

次に、最終的な厚さが $0.5 \mu\text{m}$ 以下であるような移送されたS i C薄膜が得られるような、本発明による方法の一実施形態について説明する。

【0034】

単結晶S i Cからなる初期基板のフラット面を、機械的におよび化学的に研磨する。エピタキシャル成長によって、基板の研磨面上に、所望ドーピングレベル(例えば、不純物の濃度が $10^{17} \text{ atoms/cm}^3$)を有したS i C薄膜を形成する。このステップは、基板の残留ドーピングよりも小さなドーピングレベルを有した薄膜を移送しようとする場合にのみ、あるいは、より良好な結晶品質を有した薄膜を移送しようとする場合にのみ、必要である。エピタキシャル成長フィルムを、機械的に研磨したりあるいは機械的/化学的に研磨したりすることができる。これにより、分子接着を可能とし得る表面を得ることができる。その後、熱酸化を行う。これにより、 50 nm という厚さの酸化膜を形成することができる。変形例においては、 50 nm を超えない厚さの酸化膜を成膜することができる。

【0035】

初期基板において酸化された面に対して、 180 keV という打込エネルギーでもってかつ $6.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ という照射量でもって、水素の打込を行う。これにより、移送されるべき薄膜の範囲を規定する脆性埋設面を形成することができる。重要なことに、高温で水素の打込を行うことにより、照射量を低減することができる。例えば、約 650 という打込温度においては、臨界照射量は、 $6.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ ~ 約 $4.5 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ である。打込を行うことにより、S i Cフィルムの最初の 500 nm にわたって、 $9 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ よりも小さいような、シミュレートされた欠陥濃度を得ることができる。

【0036】

打込が実行された酸化膜表面は、ターゲット表面上に存在する時点では、清浄化される。そのような酸化膜表面は、例えば機械的/化学的研磨を行うことにより、特別に活性化

される。このような処理を受けた表面は、分子接着によって接着される。

【0037】

その後、初期基板内において脆弱面の高さ位置において劈開を引き起こすことによって、範囲規定された薄膜の移送を行う。劈開は、適切な熱処理によって行うことができる。

【0038】

ターゲット基板上に移送された薄膜は、非常に高い温度（1350）で、アニールされる。酸化アニールによって、制御された態様でSiC薄膜を酸化によって消費することができ、薄膜内に存在する水素を追い出すことができ、さらに、打込欠陥をヒーリングすることができる。アニール時間は、打込欠陥をヒーリングし得るような時間とされる。アニール時間は、48時間とすることができる。

10

【0039】

その後、SiC薄膜の還元を行う。

【0040】

その後、薄膜を薄肉化する。薄肉化は、イオンビームエッチングや熱酸化によって、行うことができる。これにより、薄膜を所望の厚さ（0.5 μm未満）に調節することができる。このステップは、非常に高い温度でのアニールステップの前に行うことができる。

【0041】

本発明による方法は、Smart-Cut（登録商標）によって移送しようとする任意の材料であるとともに、電気抵抗率がその後問題点をもたらすような任意の材料（例えば、SiC、GaAs、InP、GaN、ダイヤモンド）に対して、適用することができる。

20

【0042】

中間に介在した酸化膜を介しての分子接着とは異なるような他の接着方法を使用することができる。すなわち、中間介在膜を使用しない分子接着や、反応による接着や、金属性接着や、半田付けや、構成分子の拡散による接着、を使用することができる。イオン打込は、例えばヘリウムイオンといったように、水素イオン以外のイオンを使用してもできる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】打込対象をなす初期基板内におけるアクセプター欠陥のプロファイルを示すグラフである。

30

【図2】形成される空孔の濃度を、打込対象をなす初期基板の深さの関数として示すグラフである。

【符号の説明】

【0044】

N アクセプター欠陥の数

z 打込面からの深さ

【 図 1 】

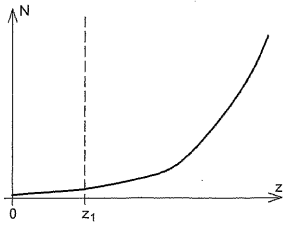


FIG. 1

【 図 2 】

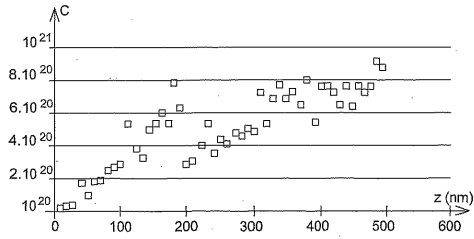


FIG. 2

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/02225

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L21/762 H01L21/76 H01L21/04		
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) IPC 7 H01L		
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, INSPEC, WPI Data, PAJ, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 02 37556 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;ASPAR BERNARD (FR); JALAGUIER ERIC) 10 May 2002 (2002-05-10) abstract; claims; figures ----- -/-	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
20 February 2004	02/03/2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Wirner, C	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/02225

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Electrical and physical behavior of SiC layers on insulator (SiCOI)" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SILICON CARBIDE AND RELATED MATERIALS, ICSRM'99, RESEARCH TRIANGLE PARK, NC, USA, 10-15 OCT. 1999, vol. 338-342, pt.1, pages 715-718, XP008017315 Materials Science Forum, 2000, Trans Tech Publications, Switzerland ISSN: 0255-5476 abstract; figure 5 page 717 -page 718	1-7
A	HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Defect Studies in Epitaxial SiC-6H Layers on Insulator (SiCOI)" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 48, no. 1-4, September 1999 (1999-09), pages 277-280, XP004193305 ISSN: 0167-9317 abstract page 277, left-hand column, paragraph 1	1-7
A	HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Deep level defects in Himplanted 6H-SiC epilayers and in silicon carbide on insulator structures" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 61-62, 30 July 1999 (1999-07-30), pages 382-388, XP004363371 ISSN: 0921-5107 abstract; figure 1	1-7
A	GREGORY R B ET AL: "The effects of damage on hydrogen-implant-induced thin-film separation from bulk silicon carbide" WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 5-, pages 33-38, XP001040858 1999, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA abstract; figures	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 03/02225

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BINARI S C ET AL: "H, He, and N implant isolation of n-type GaN" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 78, no. 5, 1 September 1995 (1995-09-01), pages 3008-3011, XP002185242 ISSN: 0021-8979 abstract; figures 2-5 -----	1-7
A	US 6 150 239 A (TONG QIN-YI ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) abstract; claims -----	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No.
 PCT/FR 03/02225

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0237556 A	10-05-2002	FR 2816445 A1	10-05-2002
		AU 2373502 A	15-05-2002
		CN 1473361 T	04-02-2004
		EP 1344249 A1	17-09-2003
		WO 0237556 A1	10-05-2002
		TW 513752 B	11-12-2002
		US 2004014299 A1	22-01-2004
US 6150239 A	21-11-2000	US 5877070 A	02-03-1999
		WO 0019499 A1	06-04-2000
		EP 1118108 A1	25-07-2001
		JP 2003524876 T	19-08-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Document de Internationale No
 PCT/FR 03/02225

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 H01L21/762 H01L21/76 H01L21/04		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 H01L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 02 37556 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ;ASPAR BERNARD (FR); JALAGUIER ERIC) 10 mai 2002 (2002-05-10) abrégé; revendications; figures -/-	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
° Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 20 février 2004		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 02/03/2004
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Wirner, C

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 D... de Internationale No
 PCT/FR 03/02225

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Electrical and physical behavior of SiC layers on insulator (SiCOI)" INTERNATIONAL CONFERENCE ON SILICON CARBIDE AND RELATED MATERIALS, ICSRM'99, RESEARCH TRIANGLE PARK, NC, USA, 10-15 OCT. 1999, vol. 338-342, pt.1, pages 715-718, XP008017315 Materials Science Forum, 2000, Trans Tech Publications, Switzerland ISSN: 0255-5476 abrégé; figure 5 page 717 -page 718</p>	1-7
A	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Defect Studies in Epitaxial SiC-6H Layers on Insulator (SiCOI)" MICROELECTRONIC ENGINEERING, ELSEVIER PUBLISHERS BV., AMSTERDAM, NL, vol. 48, no. 1-4, septembre 1999 (1999-09), pages 277-280, XP004193305 ISSN: 0167-9317 abrégé page 277, colonne de gauche, alinéa 1</p>	1-7
A	<p>HUGONNARD-BRUYERE E ET AL: "Deep level defects in Himplanted 6H-SiC epilayers and in silicon carbide on insulator structures" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 61-62, 30 juillet 1999 (1999-07-30), pages 382-388, XP004363371 ISSN: 0921-5107 abrégé; figure 1</p>	1-7
A	<p>GREGORY R B ET AL: "The effects of damage on hydrogen-implant-induced thin-film separation from bulk silicon carbide" WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, WIDE-BANDGAP SEMICONDUCTORS FOR HIGH-POWER, HIGH-FREQUENCY AND HIGH-TEMPERATURE APPLICATIONS - 1999. SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 5-, pages 33-38, XP001040858 1999, Warrendale, PA, USA, Mater. Res. Soc, USA abrégé; figures</p>	1-7

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Demande Internationale No
 PCT/FR 03/02225

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	BINARI S C ET AL: "H, He, and N implant isolation of n-type GaN" JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 78, no. 5, 1 septembre 1995 (1995-09-01), pages 3008-3011, XP002185242 ISSN: 0021-8979 abrégé; figures 2-5 -----	1-7
A	US 6 150 239 A (TONG QIN-YI ET AL) 21 novembre 2000 (2000-11-21) abrégé; revendications -----	1-7

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

 Document Internationale No
 PCT/FR 03/02225

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0237556	A	10-05-2002	FR 2816445 A1	10-05-2002
			AU 2373502 A	15-05-2002
			CN 1473361 T	04-02-2004
			EP 1344249 A1	17-09-2003
			WO 0237556 A1	10-05-2002
			TW 513752 B	11-12-2002
			US 2004014299 A1	22-01-2004
US 6150239	A	21-11-2000	US 5877070 A	02-03-1999
			WO 0019499 A1	06-04-2000
			EP 1118108 A1	25-07-2001
			JP 2003524876 T	19-08-2003

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,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,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA ,ZM,ZW

(74)代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 レア・ディ・チオッチオ

フランス・F - 3 8 3 3 0・サン - ティスミエ・シュマン・ドゥ・ラビ・4 1 8

(72)発明者 ファブリス・ルテルトル

フランス・F - 3 8 0 0 0・グルノーブル・ケ・ジョングカン・3 3

(72)発明者 エルザ・ユゴナール - ブリュイエール

フランス・F - 1 3 7 1 0・フヴォー・シュマン・デュ・ヴァロン・(番地なし)

Fターム(参考) 4K029 BA34 BA41 BA56 BA58 CA10 GA01

5F045 AA03 AB06 AF02 AF04 BB12 BB16 HA13 HA15 HA16