

(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2007-534149
(P2007-534149A)

(43) 公表日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
H01L 21/318 (2006.01)	H01L 21/318 C 5FO58	
H01L 29/78 (2006.01)	H01L 29/78 301B 5F140	
	H01L 29/78 301G	

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-527418 (P2006-527418)	(71) 出願人	390009531 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION アメリカ合衆国10504 ニューヨーク 州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
(86) (22) 出願日	平成16年9月23日 (2004.9.23)	(74) 代理人	100086243 弁理士 坂口 博
(85) 翻訳文提出日	平成18年3月24日 (2006.3.24)	(74) 代理人	100091568 弁理士 市位 嘉宏
(86) 國際出願番号	PCT/EP2004/052283	(74) 代理人	100108501 弁理士 上野 剛史
(87) 國際公開番号	W02005/031809		
(87) 國際公開日	平成17年4月7日 (2005.4.7)		
(31) 優先権主張番号	10/672,631		
(32) 優先日	平成15年9月27日 (2003.9.27)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

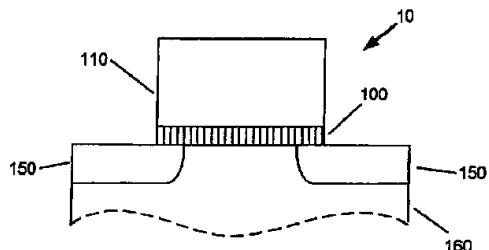
(54) 【発明の名称】 Geベース材料上のゲルマニウム酸窒化物層の生成

(57) 【要約】

【課題】 Geベース材料上にゲルマニウム酸窒化物層を生成すること。

【解決手段】 ゲート誘電体として用いるために、6 nmより薄い等価酸化物厚をもつ薄いゲルマニウム酸窒化物層をGeベース材料上に生成する方法が開示される。この方法は二ステップのプロセスを含む。第一に、窒素がGeベース材料の表面層に組込まれる。第二に、窒素組込みステップ後に酸化ステップが続く。本方法は、MOSトランジスタなどのGeベース電界効果デバイスのための高品質ゲート誘電体の厚さに対する優れた制御をもたらす。薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を有するデバイスの構造及びこのようなデバイスから作られるプロセッサも同様に開示される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ゲルマニウム酸窒化物層をGeベース材料の上に生成する方法であって、第一濃度の窒素を前記Geベース材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Geベース材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、前記表面層における前記第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項 2】

前記生成された酸窒化物層が、約6nmより薄い等価酸化物厚さ(EOT)を有する、請求項1に記載の方法。 10

【請求項 3】

前記生成された酸窒化物層が、0.5nmないし5nmの間のEOTを有する、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記Geベース材料が、本質的にGeで構成される、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で窒素含有気体に曝すことによって実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

前記窒素含有気体がNH₃である、請求項5に記載の方法。 20

【請求項 7】

前記熱的条件が、1秒ないし300秒の間に加えられる450ないし700の間の温度になるように選択される、請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、適用量の窒素を前記第一表面にイオン注入することによって実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記イオン注入ステップにおいて、前記適用量の窒素が1cm²当り約1E15ないし1cm²当り2E16の間の値になるように選択される、請求項8に記載の方法。 30

【請求項 10】

前記イオン注入ステップにおいて、注入エネルギーが0.5KeVないし10KeVの間になるように選択される、請求項9に記載の方法。

【請求項 11】

前記イオン注入ステップがスクリーン層を介して実行される、請求項9に記載の方法。

【請求項 12】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を窒素含有プラズマに曝すことによって実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項 13】

前記窒素含有プラズマが、約25Wないし1000Wの間のパワーで、およそ室温から500の間の温度において、約1秒ないし300秒の間の時間だけ加えられる、請求項12に記載の方法。 40

【請求項 14】

前記組込まれた第一濃度の窒素の積算値が、1cm²当り約1E14ないし1cm²当り3E15の間である、請求項1に記載の方法。

【請求項 15】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で、O₂、O₃、H₂O、NO、N₂Oからなる群から選択された化学種、及びこれら化学種の組合せに曝すことによって実行される、請求項1に記載の方法。

【請求項 16】

前記熱的条件が、約1分ないし30分の間に加えられる500ないし700の間の 50

温度になるように選択される、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を有酸素プラズマに曝すことによつて実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記有酸素プラズマが、約 25 W ないし 1000 W の間のパワーで、およそ室温から 500 の間の温度において、約 1 秒ないし 300 秒の間の時間だけ加えられる、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップの前に、前記第一表面を洗浄するステップをさらに含み、前記洗浄ステップが、少なくとも一回の酸化及び酸化物除去サイクルを適用するステップを含み、前記酸化が H₂O₂ 含有溶液を用いて遂行され、前記酸化物除去が、HF、HCl、又はこれらの混合物である剥離剤により遂行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第一表面が少なくとも二つの位置を有し、前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記少なくとも二つの位置で、異なる第一濃度の組込まれた窒素を生成するように実行されて、該少なくとも二つの位置に生成されたゲルマニウム酸窒化物層が異なる EOT を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 1】

高性能 Ge ベース電界効果デバイスを製造する方法であつて、前記デバイスがゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含み、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の生成が、第一濃度の窒素を前記 Ge ベース材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該 Ge ベース材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、前記表面層における前記第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項 2 2】

前記高性能 Ge ベース電界効果デバイスが Ge MOS ワンターンジスタである、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間の EOT を有する、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 4】

Ge ベース電界効果デバイスであつて、6 nm より薄い EOT をもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、Ge ベース電界効果デバイス。

【請求項 2 5】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間の EOT を有する、請求項 2 4 に記載の Ge ベース電界効果デバイス。

【請求項 2 6】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が、電荷のトンネリングに対して SiO₂ ゲート誘電体より大きな抵抗を有し、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量は、前記 SiO₂ ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量と少なくとも同じ程度に大きい、請求項 2 4 に記載の Ge ベース電界効果デバイス。

【請求項 2 7】

前記デバイスが Ge MOS ワンターンジスタである、請求項 2 4 に記載の Ge ベース電界効果デバイス。

【請求項 2 8】

高性能プロセッサであつて、少なくとも一つの Ge ベース電界効果デバイスを含んだチップを少なくとも一つ含み、前記デバイスが 6 nm より薄い EOT をもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、高性能プロセッサ。

10

20

30

40

50

【請求項 29】

前記プロセッサがデジタル・プロセッサである、請求項28に記載の高性能プロセッサ。

【請求項 30】

前記プロセッサが少なくとも一つのアナログ回路を含む、請求項28に記載の高性能プロセッサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電子デバイス及びシステムに関する。特に、本発明は、(例えば、薄いゲート誘電体として用いるために、)ゲルマニウム酸窒化物層をGeベース材料上に生成する方法に関する。10

【背景技術】**【0002】**

現代の集積回路は膨大な数のデバイスを含む。より小さなデバイスは、性能を高め、信頼性を改善するための鍵である。MOS(金属酸化物半導体電界効果トランジスタ、一般に、絶縁されたゲート電界効果トランジスタを意味する歴史的暗示をもつ名称)型デバイスが小さくなるにつれて、技術がより複雑になり、デバイスの一世代から次世代への期待される性能の向上を維持するためには、新規な方法が必要である。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

ゲート誘電体は、MOS型電界効果デバイスの縮小化にとって主要な問題の一つである。このことは、通常のシリコン・デバイス、及び、より進歩した(例えば、SiGe、Geの)デバイスの両方に対して言えることである。

【0004】

Geベースのデバイスにおいては、事態はかなり複雑である。「Geベース」という用語は、典型的には、Ge濃度が約30から40%より高いSiGe化合物を指す。Geベースという用語はまた、本質的に純粋なGe材料を含む。これまで、Geベース材料に関しては、信頼性のある高品質のゲート誘電体は見出されていない。ゲルマニウム酸化物は低品質で水溶性である。二成分(binary)金属酸化物(例えば、ZrO₂、HfO₂)がゲート誘電体として用いられた場合には、~40%の電子移動度の低下を示す。ゲルマニウム酸窒化物の品質及び縮小可能性は、これまでSiO₂/Si系より劣ると考えられていた。30

【0005】

Geベースのデバイスは、キャリア移動度が良好であり、特に正孔に対するキャリア移動度が良好であるために、通常のSiベースのデバイスに対する高性能の代替物である。これまで調査され報告されたGe基板上の全てのゲート絶縁体の中で、ゲルマニウム酸窒化物が最良の潜在的性能を示している。しかし、Geの熱的酸化/酸窒化の速度はSiのそれより遙かに速い。このことは、薄いゲルマニウム酸窒化物膜を良好なプロセス制御状態で成長させること、及び/又は、約6nmより薄い等価酸化物厚さ(equivalent oxide thickness: EOT)をもつよう成長させることを困難にする。(典型的なゲート誘電体材料はSiO₂があるので、この材料が比較基準を与えることになる。ゲルマニウム酸窒化物の誘電率[約6から9]はSiO₂のそれとは異なるので、厚さに関する限り、有意な値は、SiO₂に対比した等価厚さである。この等価は静電容量を指すもので、ゲルマニウム酸窒化物層と同じ単位面積当たりの静電容量を有するSiO₂層の厚さを意味する。)

【課題を解決するための手段】**【0006】**

第一の態様によれば、ゲルマニウム酸窒化物層をGeベース材料上に生成する方法が提40

50

供され、本方法は、第一濃度の窒素を該Geベース材料の第一表面の下にある表面層に組込む(incorporate)ステップと、該Geベース材料の該第一表面を有酸素環境に曝すことにより該酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、該表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する。

【0007】

生成された酸窒化物層は約6nmより薄い等価酸化物厚さ(EOT)を有することが好ましい。

【0008】

生成された酸窒化物層は0.5nmないし5nmの間のEOTを有することが好ましい。

10

【0009】

Geベース材料は、本質的にGeで構成されることが好ましい。

【0010】

一実施形態においては、第一濃度の窒素を組込むステップが、第一表面を熱的条件下で窒素含有気体に曝すことによって実行される。

【0011】

窒素含有気体はNH₃であることが好ましい。

【0012】

熱的条件は、1秒ないし300秒の間に加えられる450ないし700の間の温度になるように選択されることが好ましい。

20

【0013】

一実施形態においては、第一濃度の窒素を組込むステップが、適用量の窒素(nitrogen dose)を第一表面にイオン注入することによって実行される。

【0014】

イオン注入される適用量の窒素が1cm²当り約1E15ないし1cm²当り2E16の間の値になるように選択されることが好ましい。

【0015】

イオン注入ステップにおいて、注入エネルギーが0.5KeVないし10KeVの間になるように選択されることが好ましい。

30

【0016】

好ましい実施形態においては、イオン注入ステップがスクリーン層を介して実行される。

【0017】

一実施形態においては、第一濃度の窒素を組込むステップが、第一表面を窒素含有プラズマに曝すことによって実行される。

【0018】

窒素含有プラズマが、約25Wないし1000Wの間のパワーで、およそ室温から500の間の温度において、約1秒ないし300秒の間の時間だけ加えられることが好ましい。

【0019】

好ましい実施形態においては、組込まれた第一濃度の窒素の積算値が1cm²当り約1E14ないし1cm²当り3E15の間である。

40

【0020】

一実施形態においては、有酸素環境に曝すステップが、第一表面を熱的条件下で、O₂、O₃、H₂O、NO、N₂Oからなる群から選択された化学種、及びこれら化学種の組合せに曝すことによって実行される。

【0021】

熱的条件は、1分ないし30分の間に加えられる500ないし700の間の温度になるように選択されることが好ましい。

【0022】

50

一実施形態においては、有酸素環境に曝すステップが、第一表面を有酸素プラズマに曝すことによって実行される。

【0023】

有酸素プラズマが、約25Wないし1000Wの間のパワーで、およそ室温から500の間の温度において、約1秒ないし300秒の間の時間だけ加えられることが好ましい。
。

【0024】

好ましい実施形態においては、第一濃度の窒素が組込まれる前に第一表面が洗浄される。本実施形態においては、この洗浄は、少なくとも一回の酸化及び酸化物除去サイクルの適用を含み、該酸化はH₂O₂含有溶液を用いて遂行され、該酸化物除去は、HF、HC
l、又はこれらの混合物である剥離剤によって遂行される。
10

【0025】

好ましい実施形態においては、第一表面が少なくとも二つの位置を有し、第一濃度の窒素を組込むステップが、該少なくとも二つの位置において、異なる第一濃度の組み込まれた窒素を生成するように実行されて、該少なくとも二つの位置に生成されたゲルマニウム酸窒化物層は異なるEOTを有する。

【0026】

本発明の好ましい実施形態によれば、薄いゲルマニウム酸窒化物層を制御された方法で成長させる問題に対する一つの解決法が提供される。この解決法は、二ステップ・プロセスの使用を含む。第一ステップは、第一濃度の窒素をGeベース材料の第一表面の下方にある表面層に組込むステップである。この窒素リッチ(nitrogen-rich)領域が、第二の酸化ステップにおいて、ゲルマニウムの酸化/酸窒化速度を制御する拡散/反応障壁として作用することが好ましい。このような制御が、管理可能で再生可能な方法により、極薄(ultrathin)ゲルマニウム酸窒化物を成長させることを可能にすることが好ましい。この薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が、Geベースの電界効果デバイスの改善された特性及びより高い性能を可能にすることが好ましい。
20

【0027】

本発明の方法は、誘電体形成の二つの独立した制御を提供することが好ましい。第一に、初期ステップは、Geベース材料基板の表面領域/surface下(subsurface)領域への窒素の組込みを生じ、したがって、その拡散障壁「力(power)」及び誘電率を生成するものであることが好ましい。第二に、その後の酸化ステップは、ゲルマニウム酸窒化物膜の最終的な厚さを制御するものであることが好ましい。
30

【0028】

好ましい実施形態によれば、6nmより薄い、好ましくは5nmより薄いEOTをもつ良質のゲルマニウム酸窒化物の絶縁体層を、Geベース材料上に生成する方法が教示される。

【0029】

好ましい実施形態によれば、良質のゲルマニウム酸窒化物の絶縁体層をゲート誘電体として含むGeベースの電界効果デバイスを製造する方法が教示される。

【0030】

本発明の好ましい実施形態によれば、Geベース材料上に、好ましくは6nmより薄いEOTをもち、良質のゲルマニウム酸窒化物ゲート絶縁体層を有するGeベースの電界効果デバイスを備えるチップを含むプロセッサが教示される。
40

【0031】

別の態様によれば、高性能Geベース電界効果デバイスの製造方法が提供され、このデバイスはゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含み、このゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の生成は、第一濃度の窒素をGeベース材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Geベース材料の該第一表面を有酸素環境に曝すことにより該酸窒化物層の成長を誘起するステップとを含み、該表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する。
50

【0032】

高性能Geベース電界効果デバイスはGeMOSトランジスタであることが好ましい。

【0033】

ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体は、0.5nmないし5nmの間のEOTを有することが好ましい。

【0034】

別の態様によれば、6nmより薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含むGeベース電界効果デバイスが提供される。

【0035】

ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体は、0.5nmないし5nmの間のEOTを有することが好ましい。 10

【0036】

好ましい実施形態においては、ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体は、電荷のトンネリング(charge tunneling)に対してSiO₂ゲート誘電体より大きな抵抗をもつ一方で、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量は、SiO₂ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量と少なくとも同じ程度に大きい。

【0037】

好ましい実施形態においては、デバイスはGeMOSトランジスタである。

【0038】

別の態様によれば、少なくとも一つのGeベース電界効果デバイスを含んだチップを少なくとも一つ含む高性能プロセッサが提供され、該デバイスは6nmより薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む。 20

【0039】

前記プロセッサはデジタル・プロセッサであることが好ましい。

【0040】

好ましい実施形態においては、プロセッサは少なくとも一つのアナログ回路を含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

ここで、本発明の好ましい実施形態を、単なる一例に過ぎないものとして、以下の図を参照して説明する。 30

高性能のGeベース電界効果デバイスの製造においては、ゲート誘電体の生成に先立つ処理ステップは当技術分野において既知である。これらのステップ、例えば、デバイス分離(device isolation)、ドーパント・ウエル(dopant well)の形成などのステップは、好ましい実施形態のステップを開始する前に完了していると仮定する。しかし、薄いゲルマニウム酸窒化物層を生成する、開示される方法のステップを行う前に、一般にはウェハであり、ゲート誘電体の受け部(recipient)になるGeベース材料の第一表面と呼ばれる表面が、適切に洗浄されていなければならない。代表的な実施形態においては、その洗浄ステップは、酸化及びゲルマニウム酸化物除去の少なくとも一サイクルのステップを含み得るが、これらに限られるものではない。酸化は、H₂O₂溶液中で実行され、酸化物除去はHF、又はHC1、又はこれらの混合物によって遂行されることが好ましい。洗浄ステップの後、デバイスのホスト(host)であるGeベース材料の第一表面は、第一濃度の窒素が該第一表面の下にある表面層に組込まれるステップの準備が整う。 40

【0042】

図1は、代表的な実施形態における本方法の窒素組込みステップを示す。図1乃至図2は、窒素の組込みが、典型的にはGeベース材料のウェハの表面である、Geベース・ボディ(body)160の第一表面5を、熱的条件下又はプラズマ条件下で窒素含有気体に曝すことによって実行される実施形態を示す。代表的な実施形態における反応性窒素含有気体はNH₃である。代替的な実施形態においては、この窒素含有反応物はNOであってもよいし又はN₂Oであってもよい。さらに別の代替的な実施形態においては、気体NH₃、NO、又はN₂Oの様々な組合せを用いることができる。これら全ての化学種は、適切 50

な状況下で窒素原子源となることができる。それぞれの場合において、これらの活性成分は、不活性成分又は搬送ガス、例えばN₂、Ar、Heに混合することができる。

【0043】

この化学的窒素組込みステップのための熱的条件は、1秒ないし300秒の間に加えられる450ないし700の間とすることができます。この温度は、典型的には、当技術分野で良く知られている急速熱的アニール法によって加えられる。代表的な実施形態におけるこのステップの条件は、600のNH₃活性気体に30秒間とすることができる。この条件によって、結果として得られる窒化された薄層90は、特質上、約0.5nmないし1.5nmの間の厚さとなる。この層90は、第一濃度の窒素を組込み、この第一の濃度は、組込まれた窒素の表面密度が1cm²当たり約1E14ないし1cm²当たり3E15の間になる積算値を有する。10

【0044】

窒素組込みステップは、さらに、プラズマ窒化法により実行することもできる。この場合には、Geベース表面の第一表面が、低エネルギーの窒素含有プラズマに曝される。これは直接プラズマ・モード、又は遠隔(下流)プラズマ窒化法で行うことができる。プラズマ・パワーは約25Wから1000W迄の範囲で変化させてよく、露出は1秒ないし300秒の間であることが好ましい。プラズマ露出中の試料温度は、およそ室温から500迄であることが好ましい。N₂、NH₃、及びN₂O気体をプラズマ反応炉内でN源として用いることができる。

【0045】

図2は、窒素組込みステップが、適用量の窒素をGeベース材料ボディ(本体)160上の第一表面5にイオン注入70することにより実行される場合のステップを概略的に示す。この注入エネルギーは低いものであるべきで、典型的には、0.5KeVないし10KeVの間である。このようにして、結局、Nは層90の第一表面5の近傍に位置することになる。或いは、そのような低い注入エネルギーを用いずに、しかしNが薄層90にあることを確実にするためには、イオン注入を、薄い10nmから30nm迄のスクリーン層を介して実行することができる。このようなスクリーン法は当技術分野において既知である。例示的な実施形態におけるスクリーン層は、例えば、堆積されたSiO₂であり、これは注入後に化学的に除去できる。注入される適用量のNは、典型的には、1cm²当たり約1E15ないし1cm²当たり2E16の間とすることができる。2030

【0046】

図3は、本発明の好ましい実施形態による、N組み込みステップの実行における、特徴的な窒素の組込みと熱的条件のプロットを示すもので、濃度は、核反応(nuclear reaction)分析により測定されている。縦軸上には、30秒間の露出において、NH₃が試薬気体である場合の、反応温度に対する層90における積算濃度を示す。

【0047】

窒素組込みステップが、第一表面5を熱的条件下又はプラズマ条件下で窒素含有気体に曝すことによって実行されるか、又はNイオン注入で実行されるかとは無関係に、窒素組込みステップで導入された窒素の量が、次の酸化ステップにおける酸化速度を決定する。窒素が多くなると再酸化反応速度(reoxidation kinetics)が遅くなる傾向があり、それゆえに膜は薄くなる。40

【0048】

図4は、本発明の好ましい実施形態による、薄いゲルマニウム酸窒化物層の生成を完了させる酸化ステップを示す。これは、第一表面5が熱的条件下又はプラズマ条件下で酸素環境に曝されるときのGeベース材料160の酸化速度を窒素含有層が制御する、好ましい実施形態の第二ステップである。窒素を組込んだ薄い表面層90が酸窒化物層100の生成を調整し、層90自体もまた、酸窒化物層100に変化させられる。

【0049】

代表的な実施形態における酸素環境は、反応性化学種(species)としてO₂、O₃、H₂O、NO、N₂Oを含むが、その理由は、これらが酸素原子の源となり得るためであ50

る。これらの気体の組合せを用いることもできる。典型的には、反応性気体はN₂、Ar、Heなどの不活性成分に混合してよい。酸化ステップをN₂O、NOなどの窒素含有気体中でも実行することができ、それは、これらが高温で分解して、酸素原子を放出するという事実のためである。同様に、酸化は、搬送不活性気体に混合されたH₂O蒸気を用いる湿式酸化法によって実行することができる。このステップにおける温度環境は、典型的には、1分ないし30分の間に加えられる500ないし700の間の温度である。酸素露出ステップが終了した後、ゲルマニウム酸窒化物層はゲート誘電体としての準備が整い、デバイスのさらに別の処理を標準的な方法で進めることができる。

【0050】

酸化ステップは、プラズマ酸化法を用いて実行することもできる。この場合には、下に窒素含有層90をもつ第一表面5が低エネルギーの酸素含有プラズマに曝される。これは、直接プラズマ・モード、又は遠隔(下流)プラズマ酸化法で行うことができる。プラズマ・パワーは約25Wから1000W迄の範囲で変化させてよく、露出は、1秒ないし300秒の間であることが好ましい。プラズマ露出中の試料温度は、およそ室温から500迄であることが好ましい。熱的酸化法におけるものと同じ酸素含有化学種を用いることができる。

【0051】

図5は、窒素組込みステップが600で5分間のNH₃への露出を含む場合における、薄いゲルマニウム酸窒化物層100の厚さ及びEOTと、酸素環境露出ステップ条件のプロットを示す。典型的なゲート誘電体材料はSiO₂であるため、この材料が基準比較を与える。ゲルマニウム酸窒化物の誘電率はSiO₂のそれとは異なるので、これはゲルマニウム酸窒化物層100の厚さを薄くするだけでなく、SiO₂対比の等価厚さを与るためにも有用である。この等価とは、単位面積当たり同じ静電容量を有するSiO₂層の厚さを意味する。従って、図5においては、EOT値は標準静電容量対電圧測定の結果である。図5は、酸素露出ステップ中の熱使用量を制御することによって、微妙にゲルマニウム酸窒化物の厚さを制御できること、そしてゲルマニウム酸窒化物層のEOTを前例のない5nmより薄い範囲にも調節できることを示している。

【0052】

本発明は、好ましい実施形態によれば、このように約10nmより薄いEOTを有するゲルマニウム酸窒化物層を生成することができる。高性能デバイスのためのゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の好ましい範囲は、6nmより薄いEOTであり、0.5nmないし5nmの間のEOT範囲を有することが好ましい。

【0053】

Geベース材料が実際に本質的に純粋なGeである場合には、純粋なGeデバイスは潜在的に最良の性能を發揮し得るため、(好ましい実施形態による)本発明は特に重要である。

【0054】

本方法は、異なる量の窒素をウェハの異なる部分に組込むことにより、付加的なプロセス上の融通性を提供すること、すなわち、複数の、例えば二重の酸窒化物誘電体厚さを、同じウェハ上において、異なるデバイス/用途のために成長させるプロセス上の融通性を提供するものであることが強調される。第一表面5は、少なくとも二つの異なる位置を有し、それらの位置では、組込まれた窒素の第一濃度が異なるものとなる形で窒素組込みステップが実行される。その結果、生成された、少なくとも二つの位置における最終的な酸窒化物層は、異なるEOTを有することになる。

【0055】

図6は、好ましくは5nmより薄い等価酸化物厚さを有する、薄いゲルマニウム酸窒化物層100のゲート誘電体を有する、Geベースの電界効果デバイス10の概略断面図を示す。ゲート誘電体であるゲルマニウム酸窒化物100は絶縁体であり、導電ゲート110をGeベース・ボディ160から分離する。

【0056】

10

20

30

40

50

ゲルマニウム酸窒化物は、一般に、約4を越えることを意味する高誘電率を有し、これは、電荷のトンネリングに対して高い障壁を有する、すなわち高い抵抗を有するゲルマニウム酸窒化物となることができる。ゲート・チャネル間の静電容量を増加させるためにゲート誘電体の厚さを減少させるにつれて、ゲート誘電体の全体にわたって電荷のトンネリングに対する抵抗が重要な問題となる。標準的なゲート誘電体材料SiO₂（誘電率が3.9）はその問題を抱える。ゲルマニウム酸窒化物の誘電率はSiO₂のそれより大きいので、SiO₂層と同じ単位面積当たりの静電容量を有するゲルマニウム酸窒化物層は、SiO₂層より厚くなる。トンネリングに対する抵抗は層の厚さに指数関数的に依存するので、ゲルマニウム酸窒化物層は、より大きな電荷浸透（charge penetration）耐性を示す傾向になるであろう。

10

【0057】

Geベースの電界効果デバイス、或いは代表的実施形態においては純粋なGeの電界効果デバイスを示す図6は、あらゆる種類の電界効果デバイスを代表するという意味において殆ど象徴的である。それらデバイスにおける唯一の共通の特徴は、デバイス電流が、ゲート誘電体100といわれる絶縁体を横切る電場により動作するゲート110によって制御されることである。それゆえ、どの電界効果デバイスも（少なくとも一つの）ゲートとゲート絶縁体とを有する。

20

【0058】

図6は、ソース／ドレイン領域150及びデバイス・ボディ（本体）160をもつMOS電界効果デバイスを概略的に示す。そのボディは、図6に示すようにバルクであってもよいし、或いは絶縁体上の薄膜であってもよい。チャネルは、單一のものでも、二重ゲート又はFINFETデバイスのように多重のものであってもよい。デバイスの基本材料は多種多様であってよい。ボディはGe化合物、或いは本質的に純粋なGeで構成されたものであってよい。

30

【0059】

代表的な実施形態においては、Geベース電界効果デバイスはGeMOSである。さらに別の代表的な実施形態においては、Geベース電界効果デバイスは、好ましくは0.5nmないし5nmの間のEOT範囲を有するゲルマニウム酸窒化物層のゲート誘電体を有する。

40

【0060】

図7は、5nmより薄いEOTをもつ薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を有するGeベースの電界効果デバイス10を含んだチップ901を少なくとも一つ含む高性能プロセッサ900の概念図を示す。プロセッサ900は、ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体をもつGeベースの電界効果デバイスから利益を得ることができるなどのようプロセッサであってもよい。これらのデバイスは、一つ又はそれ以上のチップ901の上に多数集まって、プロセッサの部分を形成することができる。薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体をもつGeベースの電界効果デバイスを用いて製造されるプロセッサの代表的な実施形態は、典型的には、コンピュータの中央演算処理複合システム内に見られるデジタル・プロセッサ、ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体型電界効果デバイスにおけるキャリアの高移動度から顕著な利益を得る複合デジタル／アナログ・プロセッサ、及び、一般に、メモリをプロセッサに接続するモジュール、ルータ、レーダー・システム、高性能テレビ電話、ゲーム・モジュールなどのあらゆる通信プロセッサである。

【0061】

本発明の多くの修正と変形が、上記の教示を考慮して可能であり、当業者には明白とすることができる。本発明の範囲は、特許請求の範囲により定義される。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】代表的な実施形態の方法における窒素組込みステップを示す。

【図2】代表的な実施形態の方法における窒素組込みステップを示す。

【図3】好ましい実施形態による、窒素組込みステップの実行における窒素の組込みと熱

50

的条件のプロットを示す。

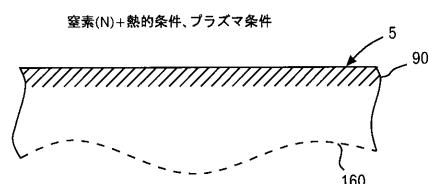
【図4】本発明の好ましい実施形態による、薄いゲルマニウム酸窒化物層の生成を完了させる酸化ステップを示す。

【図5】本発明の好ましい実施形態による、薄いゲルマニウム酸窒化物層の厚さ及びEOTと、酸素環境露出ステップ条件のプロットを示す。

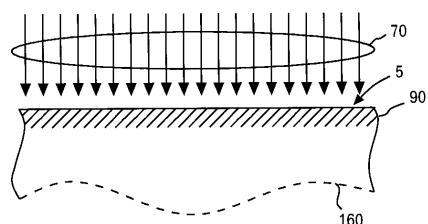
【図6】本発明の好ましい実施形態による、薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を有するGeベース電界効果デバイスの概略断面図を示す。

【図7】本発明の好ましい実施形態による、薄いゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を有するGeベースの電界効果デバイスを含んだチップを少なくとも一つ含む高性能プロセッサの概念図を示す。

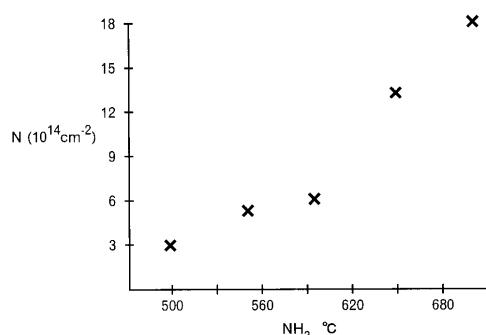
【図1】



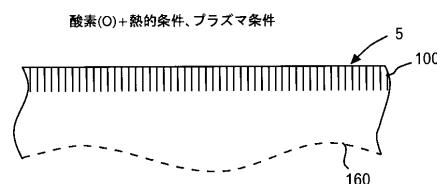
【図2】



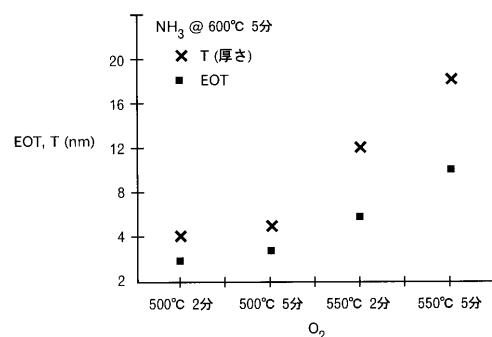
【図3】



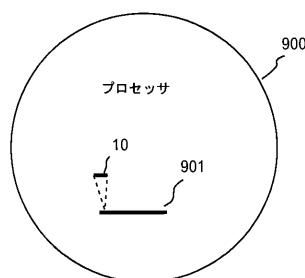
【図4】



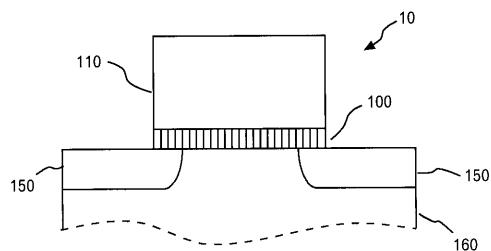
【図5】



【図7】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成17年7月26日(2005.7.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゲルマニウム酸窒化物層を本質的に純粋なGe材料の上に生成する方法であって、第一濃度の窒素を前記Ge材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Ge材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、組み込まれた前記第一濃度の窒素の積算値が 1 cm^2 当り約 $1\text{ E }14$ ないし 1 cm^2 当り $3\text{ E }15$ の間であり、前記表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項2】

前記生成された酸窒化物層が、約 6 nm より薄い等価酸化物厚さ(EOT)を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記生成された酸窒化物層が、 0.5 nm ないし 5 nm の間のEOTを有する、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記Ge材料が、本質的にGeで構成される、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で窒素含有気

体に曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記窒素含有気体が NH_3 である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記熱的条件が、1秒ないし300秒の間に加えられる450ないし700の間の温度になるように選択される、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、適用量の窒素を前記第一表面にイオン注入することによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記イオン注入ステップにおいて、前記適用量の窒素が 1 cm^2 当り約 1×10^{-15} ないし 1 cm^2 当り 2×10^{-16} の間の値になるように選択される、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記イオン注入ステップにおいて、注入エネルギーが 0.5 keV ないし 10 keV の間になるように選択される、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記イオン注入ステップがスクリーン層を介して実行される、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を窒素含有プラズマに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記窒素含有プラズマが、約 25 W ないし 1000 W の間のパワーで、およそ室温から 500 の間の温度において、約 1 秒ないし 300 秒の間の時間だけ加えられる、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で、 O_2 、 O_3 、 H_2O 、 NO 、 N_2O からなる群から選択された化学種、及びこれら化学種の組合せに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記熱的条件が、約 1 分ないし 30 分の間に加えられる 500 ないし 700 の間の温度になるように選択される、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を有酸素プラズマに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記有酸素プラズマが、約 25 W ないし 1000 W との間の出力で、およそ室温から 500 の間の温度において、約 1 秒ないし 300 秒の間の時間だけ加えられる、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップの前に、前記第一表面を洗浄するステップをさらに含み、前記洗浄ステップが、少なくとも一回の酸化及び酸化物除去サイクルを適用するステップを含み、前記酸化が H_2O_2 含有溶液を用いて遂行され、前記酸化物除去が、 HF 、 HCl 、又はこれらの混合物である剥離剤により遂行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第一表面が少なくとも二つの位置を有し、前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記少なくとも二つの位置で、異なる第一濃度の組込まれた窒素を生成するように実行されて、該少なくとも二つの位置に生成されたゲルマニウム酸窒化物層が異なる EOT を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

高性能の本質的に純粋なGe電界効果デバイスを製造する方法であって、前記デバイスがゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含み、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の生成が、第一濃度の窒素を前記Ge材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Ge材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、組み込まれた前記第一濃度の窒素の積算値が 1 cm^2 当り約 $1\text{ E}14$ ないし 1 cm^2 当り $3\text{ E}15$ の間であり、前記表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項21】

前記高性能Ge電界効果デバイスがGeMOSトランジスタである、請求項20に記載の製造方法。

【請求項22】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間のEOTを有する、請求項20に記載の製造方法。

【請求項23】

本質的に純粋なGeベース電界効果デバイスであって、 6 nm より薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、Ge電界効果デバイス。

【請求項24】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間のEOTを有する、請求項23に記載のGe電界効果デバイス。

【請求項25】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が、電荷のトンネリングに対して SiO_2 ゲート誘電体より大きな抵抗を有し、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量は、前記 SiO_2 ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量と少なくとも同じ程度に大きい、請求項23に記載のGe電界効果デバイス。

【請求項26】

前記デバイスがGeMOSトランジスタである、請求項23に記載のGe電界効果デバイス。

【請求項27】

高性能プロセッサであって、少なくとも一つのGe電界効果デバイスを含んだチップを少なくとも一つ含み、前記デバイスが 6 nm より薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、高性能プロセッサ。

【請求項28】

前記プロセッサがデジタル・プロセッサである、請求項27に記載の高性能プロセッサ。

【請求項29】

前記プロセッサが少なくとも一つのアナログ回路を含む、請求項27に記載の高性能プロセッサ。

【手続補正書】

【提出日】平成19年8月30日(2007.8.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

ゲルマニウム酸窒化物層を本質的に純粋なGe材料の上に生成する方法であって、第一濃度の窒素を前記Ge材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Ge材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、組み込まれた前記第一濃度の窒素の積算値が 1 cm^2 当り $1\text{ E}14$ ないし 1 cm^2 当り $3\text{ E}15$ の間であり、前記表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

c m² 当り 3 E 1 5 の間であり、前記表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項 2】

前記生成された酸窒化物層が、6 nm より薄い等価酸化物厚さ (EOT) を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記生成された酸窒化物層が、0.5 nm ないし 5 nm の間の EOT を有する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 Ge 材料が、本質的に Ge で構成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で窒素含有気体に曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記窒素含有気体が NH₃ であり、前記熱的条件が、1 秒ないし 300 秒の間に加えられる 450 ないし 700 の間の温度になるように選択される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、適用量の窒素を前記第一表面にイオン注入することによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記イオン注入ステップがスクリーン層を介して実行され、前記適用量の窒素が 1 c m² 当り 1 E 1 5 ないし 1 c m² 当り 2 E 1 6 の間の値になるように選択される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記第一表面を窒素含有プラズマに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を熱的条件下で、O₂、O₃、H₂O、NO、N₂O からなる群から選択された化学種、及びこれら化学種の組合せに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記熱的条件が、1 分ないし 30 分の間に加えられる 500 ないし 700 の間の温度になるように選択される、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記有酸素環境に曝す前記ステップが、前記第一表面を有酸素プラズマに曝すことによって実行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップの前に、前記第一表面を洗浄するステップをさらに含み、前記洗浄ステップが、少なくとも一回の酸化及び酸化物除去サイクルを適用するステップを含み、前記酸化が H₂O₂ 含有溶液を用いて遂行され、前記酸化物除去が、HF、HCl、又はこれらの混合物である剥離剤により遂行される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記第一表面が少なくとも二つの位置を有し、前記第一濃度の窒素を組込む前記ステップが、前記少なくとも二つの位置で、異なる第一濃度の組込まれた窒素を生成するように実行されて、該少なくとも二つの位置に生成されたゲルマニウム酸窒化物層が異なる EOT を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

高性能の本質的に純粋な Ge 電界効果デバイスを製造する方法であって、前記デバイスが

ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含み、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の生成が、第一濃度の窒素を前記Ge材料の第一表面の下にある表面層に組込むステップと、該Ge材料の前記第一表面を有酸素環境に曝すことにより前記酸窒化物層の成長を誘起するステップと、を含み、組み込まれた前記第一濃度の窒素の積算値が 1 cm^2 当り $1\text{ E }14$ ないし 1 cm^2 当り $3\text{ E }15$ の間であり、前記表面層における該第一濃度の窒素が該酸窒化物層の成長を制御する、方法。

【請求項16】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間のEOTを有する、請求項15に記載の製造方法。

【請求項17】

本質的に純粋なGeベース電界効果デバイスであって、 6 nm より薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、Ge電界効果デバイス。

【請求項18】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が 0.5 nm ないし 5 nm の間のEOTを有する、請求項17に記載のGe電界効果デバイス。

【請求項19】

前記ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体が、電荷のトンネリングに対して SiO_2 ゲート誘電体より大きな抵抗を有し、該ゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量は、前記 SiO_2 ゲート誘電体の単位面積当たりの静電容量と少なくとも同じ程度に大きい、請求項17に記載のGe電界効果デバイス。

【請求項20】

高性能プロセッサであって、少なくとも一つのGe電界効果デバイスを含んだチップを少なくとも一つ含み、前記デバイスが 6 nm より薄いEOTをもつゲルマニウム酸窒化物ゲート誘電体を含む、高性能プロセッサ。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/EP2004/052283
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 7 H01L21/318 H01L29/51 H01L29/772 H01L21/28 H01L21/316		
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, IBM-TDB, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MAIKAP S ET AL: "NO/02/NO PLASMA-GROWN OXYNITRIDE FILMS ON STRAINED-SI1-XGEX" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 35, no. 14, 8 July 1999 (1999-07-08), pages 1202-1203, XP000939546 ISSN: 0013-5194 the whole document	1-5, 12-15, 17-30
A	----- -/-	6-11,16
<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.		
"&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 6 April 2005		Date of mailing of the international search report 18/04/2005
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 Ekoué, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052283

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 241 214 A (HERBOTS ET AL) 31 August 1993 (1993-08-31) column 4, line 61 - column 5, line 3 column 8, lines 30-32	1-3, 5, 8-16, 19-21, 23-26, 28-30
A		4, 6, 7, 17, 18, 22, 27
X	US 2002/197886 A1 (NIIMI HIROAKI ET AL) 26 December 2002 (2002-12-26) page 2, paragraph 32-34 page 3, paragraph 35-43 figures 1A, 2A, 3A	1-7, 14, 15, 17-26, 28-30
A		8-13, 16, 27
X	BERA L K ET AL: "HIGH QUALITY GATE DIELECTRICS GROWN BY RAPID THERMAL PROCESSING USING SPLIT-N2O TECHNIQUE ON STRAINED-SI 0.91 GE0.09 FILMS" IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 22, no. 8, August 2001 (2001-08), pages 387-389, XP001099960 ISSN: 0741-3106 page 387, left-hand column, paragraph 1 page 387, right-hand column, lines 4-24	1, 2, 5, 14, 15, 19-21, 23-26, 28-30
A		3, 4, 6-13, 16-18, 22, 27
X	EP 0 706 204 A (MOTOROLA, INC) 10 April 1996 (1996-04-10) column 1, lines 11-18 column 2, line 38 - column 3, line 24	24-30
X	GREGORY O. J., CRISMANN E. E. AT AL.: "Electrical characterization of some native insulators on germanium" MATERIALS RESEARCH SOCIETY SYMPOSIUM PROCEEDINGS (SCIENCE AND TECHNOLOGY OF MICROFABRICATION SYMPOSIUM), vol. 76, 1987, pages 307-311, XP008045181 PITTSBURGH, USA page 310, paragraph 3 page 311, paragraph 3	24-30
		-/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational Application No
PCT/EP2004/052283

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/130377 A1 (KHARE MUKESH V ET AL) 19 September 2002 (2002-09-19) page 2, paragraph 18-21 figures 2A-2E	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/052283

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5241214	A	31-08-1993	DE	69220941 D1		21-08-1997
			DE	69220941 T2		22-01-1998
			EP	0584230 A1		02-03-1994
			JP	6507274 T		11-08-1994
			WO	9220102 A1		12-11-1992
US 2002197886	A1	26-12-2002	NONE			
EP 0706204	A	10-04-1996	US	5571734 A		05-11-1996
			EP	0706204 A2		10-04-1996
			JP	8116059 A		07-05-1996
US 2002130377	A1	19-09-2002	JP	3566705 B2		15-09-2004
			JP	2002353218 A		06-12-2002
			JP	2004158864 A		03-06-2004
			TW	536744 B		11-06-2003

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,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,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,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,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,M,A,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,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 100112690

弁理士 太佐 種一

(72)発明者 ゴーセフ、エフゲニー

アメリカ合衆国 10541 ニューヨーク州 マホパック レイブン・ロード 10

(72)発明者 シャン、フイリン

アメリカ合衆国 10598 ニューヨーク州 ヨークタウン・ハイツ ボールドウィン・ロード
1870

(72)発明者 デミック、クリストファ

アメリカ合衆国 10562 ニューヨーク州 オッシニング マッカーシー・ドライブ 16

(72)発明者 コズロウスキ、ポール

アメリカ合衆国 12603 ニューヨーク州 ポキプシー シーダー・アベニュー 126
F ターム(参考) 5F058 BC11 BC20 BF62 BF64 BJ01
5F140 AA05 BA03 BA05 BD04 BE07 BE08