

(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2010-534610
(P2010-534610A)

(43) 公表日 平成22年11月11日(2010.11.11)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 30 B 33/00 (2006.01)	C 30 B 33/00	3 C 06 9
B 28 D 5/00 (2006.01)	B 28 D 5/00	Z 4 G 07 2
C 30 B 29/06 (2006.01)	C 30 B 29/06	5 O 3 4 G 07 7
C 30 B 28/10 (2006.01)	C 30 B 28/10	
C 01 B 33/02 (2006.01)	C 01 B 33/02	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-518410 (P2010-518410)	(71) 出願人	500031674 エバーグリーン ソーラー, インコーポ レイテッド アメリカ合衆国 マサチューセッツ 01 752, マールボロー, バートレット ストリート 138
(86) (22) 出願日	平成20年7月25日 (2008.7.25)	(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(85) 翻訳文提出日	平成22年3月8日 (2010.3.8)	(74) 代理人	100062409 弁理士 安村 高明
(86) 國際出願番号	PCT/US2008/071179	(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(87) 國際公開番号	W02009/018145		
(87) 國際公開日	平成21年2月5日 (2009.2.5)		
(31) 優先権主張番号	60/952,435		
(32) 優先日	平成19年7月27日 (2007.7.27)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ウエハ／リボン結晶方法およびその装置

(57) 【要約】

リボン結晶を処理する方法は、ストリングリボン結晶を提供し、ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去する。上記少なくとも1つの縁はストリングを備え、除去することは、1つの縁の該ストリングの大部分を除去することを包含し得る。また、除去することは、ストリングリボン結晶上に実質的に平面の縁を形成することを包含し得る。本発明はさらにストリングリボンウエハを提供し、該ストリングリボンウエハは、複数の大粒子と複数の小粒子とを備える複数の粒子を含む本体を備えている。

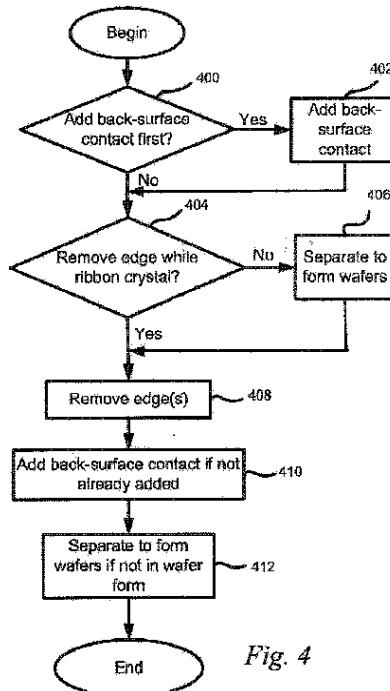


Fig. 4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リボン結晶を処理する方法であって、
ストリングリボン結晶を提供することと、
該ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去することと
を包含する、方法。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの縁はストリングを備え、除去することは、該1つの縁の該ストリングの大部分を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

除去することは、前記ストリングリボン結晶上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

除去することは、前記ストリングリボン結晶上に非平面の縁を形成することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

除去することは、前記ストリングリボン結晶の2つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

各縁はストリングを含み、除去することは、前記縁のストリングを実質的に完全に除去することを包含する、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去後に、前記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することをさらに包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去前に、該ストリングリボン結晶上に裏面接点を形成することと、
該裏面接点を形成後に、前記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することと
をさらに包含する、請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

前記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁に向かって実質的に延在する、請求項7に記載の方法。

【請求項 10】

前記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁から離間する、請求項7に記載の方法。

【請求項 11】

提供することは、溶融シリコンから前記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長に伴って、前記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 12】

提供することは、溶融シリコンから前記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長終了後、前記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 13】

前記少なくとも1つの縁は、ストリングを備え、除去することは、該1つの縁のストリングの実質的に全部を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 14】

前記リボン結晶は、複数の大粒子と、複数の小粒子と、複数の担体とを含み、該複数の

10

20

30

40

50

担体は拡散距離を有し、該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、除去することは、該リボン結晶内の粒子の大部分を残し、該リボン結晶から該小粒子の大部分を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項15】

複数の大粒子と複数の小粒子とを備える複数の粒子を含む本体を備え、
該本体はまた、拡散距離を有する複数の担体を有し、
該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、
該複数の粒子の大部分は、大粒子であり、
該本体は、実質的にストリングがない、ストリングリボンウエハ。

【請求項16】

前記複数の大粒子は、前記担体の拡散距離の約2～5倍の外形寸法を有する、請求項15に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項17】

前記本体は、実質的に平面の縁を備える、請求項15に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項18】

前記本体は、不規則パターンを有する縁を備える、請求項15に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項19】

裏面接点を有する背面をさらに備える、請求項15に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項20】

前記本体は、少なくとも1つの縁を有し、前記裏面接点は、該縁に対して延在する、請求項19に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項21】

前記本体は、少なくとも1つの縁を有し、前記裏面接点は、該縁から離間する、請求項19に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項22】

リボン結晶を処理する方法であって、
ストリングリボン結晶を提供することと、
該ストリングリボン結晶を複数のウエハに分離することと、
該複数のウエハのうちの少なくとも1つの少なくとも1つの縁を除去することと
を包含する、方法。

【請求項23】

除去することは、前記少なくとも1つの縁のストリングを除去することを包含する、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

除去することは、前記複数のウエハのうちの少なくとも1つの上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、請求項22に記載の方法。

【請求項25】

除去することは、前記複数のウエハのうちの少なくとも1つの上に非平面の縁を形成することを包含する、請求項22に記載の方法。

【請求項26】

除去することは、前記複数のウエハのうちの少なくとも1つの2つの縁を除去することを包含する、請求項22に記載の方法。

【請求項27】

前記複数のウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含する、請求項22に記載の方法。

【請求項28】

形成することは、前記少なくとも1つの縁を除去前に、前記裏面接点を形成することを包含する、請求項27に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 9】

形成することは、前記少なくとも 1 つの縁を除去後に、前記裏面接点を形成することを包含する、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記少なくとも 1 つのウエハは、ストリングを含み、除去することは、前記ストリングの実質的に全部を除去することを包含する、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 3 1】

請求項 1 に記載の方法によって形成される、製品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

【0 0 0 1】

(優先権)

本願は、2007年7月27日に出願した、Andrew Gabor を発明者として挙げた米国仮特許出願第 60/952,435 (名称「WAFER/RIBBON CRYSTAL METHOD AND APPARATUS」) からの優先権を主張し、この仮特許出願の開示は、本明細書においてその全体が参照により援用される。

【0 0 0 2】

(発明の分野)

本発明は、概して、リボン結晶に関し、より具体的には、本発明は、リボン結晶から形成されるウエハの粒子境界に関する。

20

【背景技術】**【0 0 0 3】**

特許文献 1 (1987 年発行、単独の発明者として Emmanuel M. Sachs を挙げている) に論じられるもの等、ストリングリボン結晶は、種々の電子デバイスの基礎を形成し得る。例えば、Evergreen Solar, Inc. (Marlborough, Massachusetts) は、従来のストリングリボン結晶から太陽電池を形成する。

【0 0 0 4】

上記の特許に詳述されるように、従来のプロセスは、2 つ以上のストリングを溶融シリコンに通過させることによって、ストリングリボン結晶を形成する。プロセスの性質のため、ストリングリボン結晶は、多くの場合、不規則幅を伴って成長する。その結果、平滑な略平面形状を形成するよりもむしろ、結晶の長縁は、多くの場合、不規則形状を形成する。故に、太陽電池内に処理される際、その空間は、典型的には、縁が実質的に平滑かつ平面である場合よりも、隣接ウエハから離れ、したがって、単位面積当たりの電池によって生成される総電力を低減させる。そのような結果は、太陽電池の単位面積当たり生成される電力を最大限にするという目標に反する。

30

【0 0 0 5】

加えて、また、非均一成長の結果として、結晶の縁の近傍部分は、多くの場合、高密度の粒子を形成し、その結果、高密度の粒子境界を形成する。当業者に知られるように、粒子境界は、概して、「電子トラップ」として作用することによって、ウエハの電気効率を低減させる。さらに、多くの当業者は、小粒子および不規則縁を審美的に美しくないとみなす。

40

【0 0 0 6】

太陽電池を形成するために使用される際、ウエハは、多くの場合、電子を伝送するための背面電極を有する。しかしながら、縁の流動的かつ比較的未知の形状のため、当業者は、典型的には、ウエハの面積の大部分に背面電極を形成することはない。代わりに、当業者は、典型的には、ウエハの小面積内に背面電極を形成する。すなわち、ウエハの縁から比較的大きく距離を空ける。故に、本実践は、ウエハの完全電気効率をさらに低減させる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】**【0007】**

【特許文献1】米国特許第4,689,109号明細書

【発明の概要】**【課題を解決するための手段】****【0008】****(発明の概要)**

本発明の一実施形態によると、リボン結晶を処理する方法は、ストリングリボン結晶を提供し、ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去する。

【0009】

また、本方法は、縁を伴うストリングを除去する、またはストリングと縁との間の部分を除去可能である。加えて、縁の除去は、結晶上に実質的に平面の縁または非平面の縁を形成可能である。また、本方法は、ストリングリボン結晶の2つ以上の縁を除去可能である。

10

【0010】

少なくとも1つの縁の除去に加えて、本方法は、少なくとも1つの縁を除去後、リボン結晶を複数の個々のウエハに分離可能である。ウエハを形成後、本方法は、ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成可能である。代替として、本方法は、ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去前に、最初に、ストリングリボン結晶上に裏面接点を形成し、次いで、リボン結晶を複数の個々のウエハに分離可能である。いずれの場合も、元々の縁の除去は、新しい縁を形成し、裏面接点は、新しい縁に向かって実質的に延在してもよい。しかしながら、他の実施形態では、裏面接点は、新しい縁から離間する。

20

【0011】

とりわけ、リボン結晶は、溶融シリコン(例えば、ポリシリコン)からリボン結晶を成長させることによって、提供されてもよい。成長の間、結晶を提供する際、縁の除去は、リボン結晶の成長に伴って、少なくとも1つの縁を除去する、またはリボン結晶の成長終了後、縁を除去することを必要としてもよい。

【0012】

本方法は、好ましくは、最終デバイス性能を改善する時点において、リボン結晶の縁を除去する。例えば、リボン結晶が、粒子境界を有する場合、本方法は、粒子境界の少なくとも一部を除去してもよい。

30

【0013】

したがって、種々の実施形態は、より大きな粒子を伴う本体を有する、ストリングリボンウエハを形成する。また、本体は、少なくとも片側上にはストリングがなく、実質的平面の縁を有してもよく、またはいくつかの実施形態では、不規則パターンを有し、ストリングが全くない。

【0014】

本発明の別の実施形態によると、リボン結晶を処理する方法は、ストリングリボン結晶を提供し、次いで、結晶を複数のウエハに分離する。結晶を分離後、本方法は、複数のウエハのうちの少なくとも1つの少なくとも1つの縁を除去する。

40

【0015】

本発明の別の実施形態によると、ストリングリボンウエハは、複数の大粒子および複数の小粒子を含む、複数の粒子を伴う本体を有する。複数の大粒子は、ウエハ内の担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有する。複数の粒子の大部分は、大粒子であって、本体は、ストリングが実質的でない。

【0016】

当業者は、すぐ下に要約される図面を参照して論じられる、以下の「例示的実施形態の説明」から、本発明の種々の実施形態の利点をより完全に理解されたい。

【図面の簡単な説明】**【0017】**

50

【図1】図1は、本発明の例証的実施形態の実装に關与し得る、シリコンリボン結晶生成炉の部分的破断図を概略的に示す。

【図2】図2は、その縁が除去されていない状態のストリングリボン結晶の実施例を概略的に示す。

【図3】図3は、その縁が除去された状態の図2のストリングリボン結晶の実施例を概略的に示す。

【図4】図4は、本発明の例証的実施形態に従って、ウエハを形成する方法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0018】

例証的実施形態では、ウエハ加工方法は、ストリングリボン結晶の縁、またはストリングリボン結晶から切斷されたウエハの縁を除去し、上述の問題を實質的に緩和する。具体的には、とりわけ、本方法は、結晶ノウエハ縁の略平面化と、電子トラップとして作用するより小さい粒子の少なくとも一部の除去の両方を行なってもよい。故に、結果として得られるウエハは、1) 改善された電気特性を有し、2) 隣接ウエハに近接して位置付けられてもよく、3) 裏面接点の面積を最大限にする。加えて、より小さい粒子の除去は、一部の観察者にとっての審美的外見を改善するはずである。例証的実施形態の詳細は、後述される。

【0019】

図1は、本発明の例証的実施形態を実装し得る、シリコンリボン結晶生成炉10の部分的破断図を概略的に示す。炉10は、とりわけ、實質的に酸素がない密封された内部(燃焼を防止するため)を形成する、筐体12を有する。酸素の代わりに、内部は、アルゴン等のある濃度の別の気体、または気体の組み合わせを有する。また、筐体内部は、とりわけ、るつぼ14と、4つのシリコンリボン結晶16を實質的に同時に成長させるための他の構成要素と、を含有する。リボン結晶16は、多結晶、単結晶、多重結晶、微結晶、または半結晶等、幅広い結晶の種類のいずれかであってもよい。筐体12内の供給口18は、シリコン原料を内部るつぼ14に指向するための手段を提供する一方、任意の窓16は、内部構成要素の検査を可能にする。

【0020】

シリコンリボン結晶16の議論は、例証であって、本発明の全実施形態を制限することを意図するものではないことに留意されたい。例えば、結晶16は、シリコン以外の材料、またはシリコンおよびいくつかの他の材料の組み合わせから形成されてもよい。

【0021】

筐体20内の内部基盤20は、るつぼ14を支持する。るつぼ14の本実施形態は、その長さに沿って、並列配列にシリコンリボン結晶16を成長させるための領域を伴う、細長い形状を有する。

【0022】

例証的実施形態では、るつぼ14は、黒鉛から形成され、その融点を超えて、シリコンを維持可能な温度まで抵抗加熱される。結果を改善するために、るつぼ14は、その幅を大幅に上回る長さを有する。例えば、るつぼ14の長さは、その幅の3倍以上であってもよい。当然ながら、いくつかの実施形態では、るつぼ14は、このように細長くない。例えば、るつぼ14は、略四角形状または非矩形形状を有してもよい。るつぼ14を通るストリング穴(図示せず)によって、ストリングを溶融シリコンに通過させ、したがって、結晶16を形成可能となる。

【0023】

図2は、図1に示される炉10によって生成される、ストリングリボン結晶16の実施例を概略的に示す。本リボン結晶16は、依然として、結晶16がるつぼ14内の溶融シリコンから徐々に導出されるのに伴って形成された、その元々の縁24を有する。示されるように、リボン結晶16の縁24(縮尺通りに描かれていない)は、不規則に成形される。しかしながら、いくつかの実施形態では、元々の縁24は、不規則に成形されない。代わりに、そのような実施形態では、縁24は、略平面、かつリボン結晶16のストリン

10

20

30

40

50

グ 2 6 (直下に論じられる)と略平行である。

【0024】

また、図2は、通常、シリコンによって封入される、一対のストリング26を示す。図面は、ストリング26とそのそれぞれの縁24との間の相当面積の様子を示すが、ストリング26が、そのそれぞれの縁24に非常に近接し、したがって、縁24を効果的に形成するであろうことが予測される。また、図2は、最終的に生成されるウエハ28の境界を識別する点線を示す。従来の方法は、各ウエハ28を形成する点線に沿って切断する。また、各ウエハ28は、裏面接点30を有する。その名前が示唆するように、裏面接点30は、最終的にウエハ28の裏面となるリボン結晶16の側に形成される(すなわち、太陽電池として使用される場合)。

10

【0025】

本発明者は、従来技術のリボン結晶の縁24は、リボン結晶16から最終的に形成されるウエハ28内の担体の可動性を低減させることを発見した。その結果、太陽電池等の担体の可動性を必要とする種々の用途で使用される際、従来技術のリボン結晶は、そのような縁24を有さない場合よりも電気的に効率が低いであろう。本および他の問題を克服するために、本発明者は、縁24の少なくとも一部を除去するという、従来の知識として理解されるものに反するアプローチをとった。その結果、本発明者は、高濃度の粒子境界を生成するより小さい粒子の多くを除去した。その後の試験の際、本発明者は、縁24の除去が、太陽光発電の実用可能性に必須である、太陽電池内の電気効率(例えば、担体の可動性)を改善することを発見した。

20

【0026】

当業者は、縁の除去に付随する顕著な阻害要因を認識する。とりわけ、両縁24の除去は、現在、低供給であって、相応じて、高コストを有する、相当量のポリシリコンを除去することになる。それにもかかわらず、発明者は、驚くことに、結果として得られる効率改善が、縁の除去によって生じる材料損失に付随するコストを相殺するだけではないことを発見した。

【0027】

加えて、両縁24の除去は、付加的プロセスステップまたは複数の付加的ステップを必要として、さらに生成コストを増加させる。実際は、本プロセスを行なうために必要とされる付加的ステップ/切断は、結晶破損の可能性を増大させ、したがって、収率を低減させる。さらに、本発明者は、リボン結晶16の幅の減少および/またはストリング26の除去が、付加的破損/収率問題につながり得ると考える。これらの障害および他の障害にもかかわらず、その解決策の教示に相反し、本発明者は、縁24を除去し、改善された利点を発見した。

30

【0028】

縁24(および場合によっては、ストリング26)除去後、大部分は大粒子を伴う、残留リボン結晶16が残された。特に、粒子は、結晶16内の担体(例えば、正孔および電子)の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有する場合、「大粒子」とみなされる。例えば、担体の拡散距離の約2-5倍の最小外形寸法を有する粒子は、十分であるはずである。3倍を上回る最小外形寸法を有する粒子は、さらに優れた結果を提供するはずである。実際は、担体の拡散距離のさらに5倍以上のより大きな粒子径は、さらに優れた結果を提供するはずであることを理解されたい。

40

【0029】

故に、例証的実施形態では、結晶16内に残留する全粒子の実質的大部分は、大粒子であって、微量の小粒子のみを残す。しかしながら、他の実施形態は、微量の小粒子を有するだけではない場合がある。いずれの場合も、除去ステップは、好ましくは、概して、ストリング26の周囲に凝縮する、小粒子の大部分を除去する。

【0030】

本目的のため、図3は、その縁24の両方が除去された状態の図2のリボン結晶16を概略的に示す。示されるように、リボン結晶16の(新しい)縁(参照番号32)によって

50

識別される)は、実質的に平面である。しかしながら、代替実施形態では、新しい縁32は、非平面形状または不規則形状であってもよい。いずれの場合も、図3のリボン結晶16は、縁24が除去される前のリボン結晶16と比較して、小粒子が実質的でない、または非常に小量の小粒子を有する。加えて、裏面接点30はそれぞれ、リボン結晶16の新しい縁32に対して延在する。

【0031】

図2および3におけるリボン結晶16は、異なる実施形態の例証であるが、そのうちの1つにすぎない。例えば、裏面接点30は、リボンが個々のウエハ28に分離/切断された後に追加され、および/または新しい縁32に対して延在しなくてもよい。別の実施例として、一方のみの縁24が除去されてもよく、および/または縁24は、リボン結晶16が個々のウエハ28に分離/切断された後に除去されてもよい。当業者は、最終処理と用途要件および選好とに基づいて、適切な組み合わせの特長を選択してもよい。
10

【0032】

図4は、本発明の例証的実施形態に従って、ウエハ28を形成する方法を示す。本方法は、ウエハ28を形成するプロセス全体の簡略化された概要であって、したがって、ウエハ試験ならびにある機器およびシリコンの調製等、含まれ得るいくつかの他のステップを含めないことに留意されたい。さらに、いくつかのステップは、異なる順番で行なわれる、またはいくつかの事例では、省略されてもよい。

【0033】

簡潔にするために、本説明は、溶融材料からの結晶成長の詳細に伴ういくつかのステップを省略する。しかしながら、当業者は、図4で論じられるものの補助として、従来のストリングリボン技術を参照可能である。とりわけ、当業者は、付加的情報として、同時係属の米国特許出願第11/741,372号(米国特許公開第2008/0134964号)および同時係属の米国特許出願第11/925,169号(米国特許公開第2008/0102605号)の詳細を参照可能である。これらの公開された出願は両方とも、参考することによって、それら全体が本明細書に援用される。また、当業者は、Evergreen Solar, Inc. (Marlboro, MA)によって使用される種々のプロセスを参考し、種々の実施形態をさらに実装してもよい。図4のステップは、組み込まれる特許出願において論じられるプロセス、または他の従来のストリングリボン結晶形成プロセスと統合可能である。
20

【0034】

また、図4の方法の議論は、ウエハ28を形成し、所望の特性を有するための唯一の方法として、解釈されることを意図するものではないことに留意されたい。したがって、当業者は、必要に応じて、プロセスを修正してもよい。

【0035】

本方法は、リボン結晶生成炉10が溶融材料からリボン結晶16を導出するのと同時に開始する。具体的には、ステップ400では、本方法は、縁24(簡潔するために、本方法は、単数形における一方または両方の縁24を「縁24」として参照する)の一方または両方の除去前または後、裏面接点30をリボン結晶16に追加すべきかどうか判定する。いくつかの事例では、縁24を除去後に形成される場合、裏面接点30は、望ましくないことに、新しい縁32の周囲に延在する場合があり、短絡を生じさせ得る。したがって、本可能性は、本判定を行なう際に考慮されるべきである。
40

【0036】

ステップ400が、裏面接点30を最初に形成すべきであると判定する場合、本方法は、ステップ402へと続行し、裏面接点30をリボン結晶16に追加する。とりわけ、従来のプロセスは、リボン結晶16の片側に裏面接点30をスリーン印刷してもよい。例えば、裏面接点30は、図2および3に示されるように、複数の別個のブロックとして、または1つを超えるウエハ28に及ぶ中実ブロックとして、リボン結晶16上にスリーン印刷されてもよい。

【0037】

10

20

30

40

50

ステップ402を完了後、またはステップ400において、縁24を除去前に、裏面接点30がリボン結晶16上に形成されない場合、本方法は、ステップ404において、縁24がリボン結晶の形態のまま除去されるべきである可動か判定する。換言すると、本方法は、リボン結晶16が個々のウエハ28に分離される前または後に、縁24を除去してもよい。

【0038】

縁24が、リボン結晶の状態／形態のまま除去されるべきではない場合、本方法は、図2の点線に沿って、リボン結晶16を分離し、個々のウエハ28を形成する（ステップ406）。本目的のために、従来の鋸切または破断プロセスによって、図2および3に示される点線にそって、リボンを切断してもよい。例えば、レーザは、上述の援用された特許出願で論じられるように、点線に沿って切断し得る。10

【0039】

次いで、本方法は、ステップ408へと続行し、リボン結晶16の一方または両方の縁24（ステップ404から続行する場合）あるいはウエハ28（ステップ406から続行する場合）を除去する。本目的のために、所与の縁24を除去する際、従来の鋸切／破断プロセスは、ストリング26全体およびストリング（該当する場合）内部の多くの他のより小さい粒子を除去してもよい。実験的プロセスによって、ストリング26内部の縁24の除去程度を判定してもよい。

【0040】

しかしながら、いくつかの事例では、除去デバイス（例えば、レーザまたは鋸）が、直線に沿って切断し得る一方、ストリング26は、結晶16の上から下へと完全に直線に位置付けられなくてもよいことが予期される。対応方式では、ストリングは、切断部よりも直線である場合がある。その結果、除去ステップは、ストリング26の一部を結晶16内に残す場合がある。これを回避するために、所望に応じて、当業者は、ストリングから内側に向かって、リボン結晶16（または場合によっては、ウエハ28）を切断するための適切な距離を選択することが可能である。20

【0041】

代替として、種々の実施形態では、当業者は、結晶16の幅を設定し、結晶16の略縦点から外側に測定可能である。例えば、約100ミリメートル幅を伴う結晶16をもたらすために、当業者は、結晶16の略縦部分から約50ミリメートルの略平行線に沿って、切断可能である。30

【0042】

リボン結晶16が、ストリング26外側に相当量の面積を有するよう成長される場合、いくつかの実施形態は、ストリング26外側の結晶16の一部を除去し、したがって、結晶16内にストリング26を維持し得る。それにもかかわらず、そのような結晶16内のストリング26の除去は、より効率的ウエハをもたらすであろうことが予期される。論じられる技術および記載される方式によって生成されるウエハは、ストリング26が、部分的または完全に、除去される場合でも、ストリングリボンウエハであるとみなされることに留意されたい。

【0043】

本方法は、いくつかの異なる方式でステップ408を行なってもよい。具体的には、リボン結晶形態のまま縁24を除去する場合、本方法は、リボン結晶16の成長に伴って、プロセスを自動化してもよい。例えば、炉10は、鋸またはレーザ（図示せず）を含むように改造され、リアルタイムで成長するリボン結晶16から縁24を除去してもよい。代替として、リボン結晶16は、最初に、炉10から除去するように手動で刻み目が付され、次いで、所定の方式で縁24を切断する別の機械へと手動または自動で移動させられてもよい。当然ながら、いくつかの実施形態は、オペレータが、リボン結晶16の縁24に手動で刻み目を付すことによって、縁24を除去する。同様に、既にウエハ形態である場合、本方法は、自動または手動手段を使用して、縁24を除去してもよい。40

【0044】

10

20

30

40

50

故に、一方または両方の縁 24 の除去は、より小さい粒子（すなわち、高粒子密度を伴う面積）を除去することになる。これは、結果として生じるウエハ 28 内に比較的大きな粒子を残し、電気効率を改善するはずである。

【0045】

本方法は、その形態に応じて、そのような特長が既に追加されている場合（ステップ 410）、裏面接点 30 をリボン結晶 16 またはウエハ 28 に追加し、そのような形態に未だない場合（ステップ 412）、リボン結晶 16 をウエハ 28 に分離することによって、完了する。

【0046】

裏面接点 30 は、太陽電池の加工全体におけるいくつかの異なる時点で形成されてもよいことに留意されたい。例えば、本方法は、任意の加工ステップが実行される前に裏面接点 30 を追加する、または論じられていないいくつかの太陽電池加工ステップを行なった後に裏面接点 30 を追加することが可能である。

10

【0047】

故に、例証的実施形態は、粒子境界領域がほとんどまたは全くない実質的に平面の縁 32 を有する、ウエハ 28 を生成する。これらの平面縁 32 は、その隣辺と約 90 度（すなわち、最終ウエハ 28 の上縁および新しい側縁 32 の交点）を形成し得る。代替として、または加えて、これらの平面縁 32 は、その隣辺と鋭角および／または鈍角を形成してもよい。さらに、そのような実施形態は、種々の形状（例えば、不規則形状）を有する新しい縁 32 を形成してもよい。

20

【0048】

結果として、上述のように、一部の観察者にとっての審美的外見の改善に加えて、多くのそのようなウエハ 28 は、1) 結晶縁近傍の高粒子濃度の多くの除去によって、電気特性を改善し、2) 隣接ウエハに近接して位置付けられてもよく、3) 裏面接点 30 の面積を最大限にするはずである。

【0049】

上述の議論は、本発明の種々の例示的実施形態を開示するが、当業者が、本発明の真の範囲から逸脱することなく、本発明の利点のうちのいくつかを達成するであろう種々の修正を成すことが可能であることは明白であるはずである。

【 図 1 】

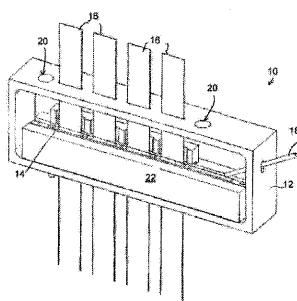


Fig. 1

【 図 2 - 3 】

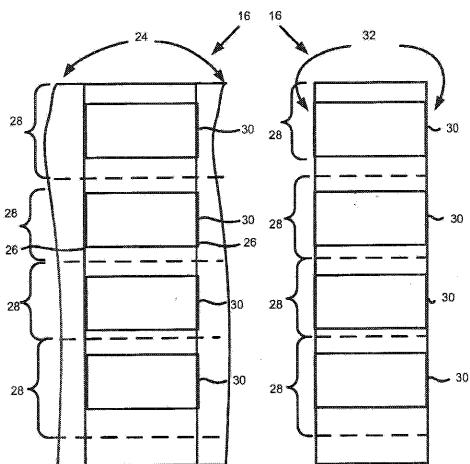


Fig 2

Fig. 3

【図4】

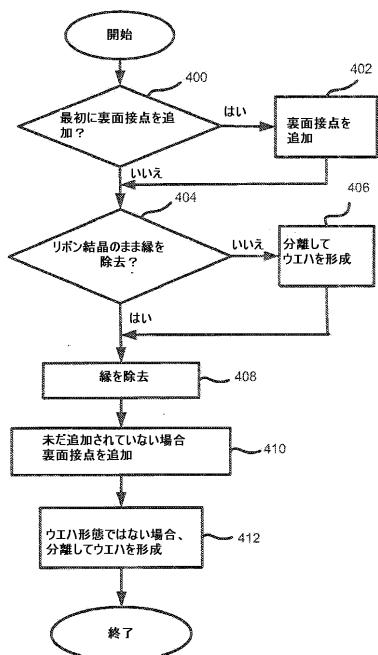


Fig. 4

【手続補正書】

【提出日】平成22年3月24日(2010.3.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】**【0015】**

本発明の別の実施形態によると、ストリングリボンウエハは、複数の大粒子および複数の小粒子を含む、複数の粒子を伴う本体を有する。複数の大粒子は、ウエハ内の担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有する。複数の粒子の大部分は、大粒子であって、本体は、ストリングが実質的でない。

例えば、本発明は以下の項目を提供する。

(項目1)

リボン結晶を処理する方法であって、

ストリングリボン結晶を提供することと、

該ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去することと

を包含する、方法。

(項目2)

上記少なくとも1つの縁はストリングを備え、除去することは、該1つの縁の該ストリングの大部分を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目3)

除去することは、上記ストリングリボン結晶上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目4)

除去することは、上記ストリングリボン結晶上に非平面の縁を形成することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目5)

除去することは、上記ストリングリボン結晶の2つの縁を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目6)

各縁はストリングを含み、除去することは、上記縁のストリングを実質的に完全に除去することを包含する、項目5に記載の方法。

(項目7)

上記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去後に、上記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することをさらに包含する、項目1に記載の方法。

(項目8)

上記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去前に、該ストリングリボン結晶上に裏面接点を形成することと、

該裏面接点を形成後に、上記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することとをさらに包含する、項目7に記載の方法。

(項目9)

上記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁に向かって実質的に延在する、項目7に記載の方法。

(項目10)

上記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁から離間する、項目7に記載の方法。

(項目11)

提供することは、溶融シリコンから上記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長に伴って、上記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目12)

提供することは、溶融シリコンから上記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長終了後、上記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目13)

上記少なくとも1つの縁は、ストリングを備え、除去することは、該1つの縁のストリングの実質的に全部を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目14)

上記リボン結晶は、複数の大粒子と、複数の小粒子と、複数の担体とを含み、該複数の担体は拡散距離を有し、該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、除去することは、該リボン結晶内の大粒子の大部分を残し、該リボン結晶から該小粒子の大部分を除去することを包含する、項目1に記載の方法。

(項目15)

複数の大粒子と複数の小粒子とを備える複数の粒子を含む本体を備え、

該本体はまた、拡散距離を有する複数の担体を有し、

該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、

該複数の粒子の大部分は、大粒子であり、

該本体は、実質的にストリングがない、ストリングリボンウエハ。

(項目16)

上記複数の大粒子は、上記担体の拡散距離の約2～5倍の外形寸法を有する、項目15に記載のストリングリボンウエハ。

(項目17)

上記本体は、実質的に平面の縁を備える、項目15に記載のストリングリボンウエハ。

(項目18)

上記本体は、不規則パターンを有する縁を備える、項目15に記載のストリングリボンウエハ。

(項目19)

裏面接点を有する背面をさらに備える、項目15に記載のストリングリボンウエハ。

(項目20)

上記本体は、少なくとも1つの縁を有し、上記裏面接点は、該縁に対して延在する、項目19に記載のストリングリボンウエハ。

(項目21)

上記本体は、少なくとも1つの縁を有し、上記裏面接点は、該縁から離間する、項目19に記載のストリングリボンウエハ。

(項目22)

リボン結晶を処理する方法であって、

ストリングリボン結晶を提供すること、

該ストリングリボン結晶を複数のウエハに分離することと、

該複数のウエハのうちの少なくとも1つの少なくとも1つの縁を除去することとを包含する、方法。

(項目23)

除去することは、上記少なくとも1つの縁のストリングを除去することを包含する、項目22に記載の方法。

(項目24)

除去することは、上記複数のウエハのうちの少なくとも1つの上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、項目22に記載の方法。

(項目25)

除去することは、上記複数のウエハのうちの少なくとも1つの上に非平面の縁を形成することを包含する、項目22に記載の方法。

(項目26)

除去することは、上記複数のウエハのうちの少なくとも1つの2つの縁を除去することを包含する、項目22に記載の方法。

(項目27)

上記複数のウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含する、項目22に記載の方法。

(項目28)

形成することは、上記少なくとも1つの縁を除去前に、上記裏面接点を形成することを包含する、項目27に記載の方法。

(項目29)

形成することは、上記少なくとも1つの縁を除去後に、上記裏面接点を形成することを包含する、項目27に記載の方法。

(項目30)

上記少なくとも1つのウエハは、ストリングを含み、除去することは、上記ストリングの実質的に全部を除去することを包含する、項目22に記載の方法。

(項目31)

項目1に記載の方法によって形成される、製品。

【手続補正2】

【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】

リボン結晶を処理する方法であって、

ストリングリボン結晶を提供することと、

該ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去することであって、該リボン結晶は、複数の大粒子と、複数の小粒子と、複数の担体とを含み、該複数の担体は拡散距離を有し、該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、除去することは、該リボン結晶内の大粒子の大部分を残し、該リボン結晶から該小粒子の大部分を除去することを包含する、ことと

を包含する、方法。

【請求項2】

前記少なくとも1つの縁はストリングを備え、除去することは、該1つの縁の該ストリングの大部分を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

除去することは、前記ストリングリボン結晶上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

除去することは、前記ストリングリボン結晶上に非平面の縁を形成することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

除去することは、前記ストリングリボン結晶の2つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

各縁はストリングを含み、除去することは、前記縁のストリングを実質的に完全に除去することを包含する、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去後に、前記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することをさらに包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去前に、該ストリングリボン結晶上に裏面接点を形成することと、

該裏面接点を形成後に、前記リボン結晶を複数の個々のウエハに分離することとをさらに包含する、請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

前記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁に向かって実質的に延在する、請求項7に記載の方法。

【請求項 10】

前記ウエハのうちの少なくとも1つ上に裏面接点を形成することをさらに包含し、除去することは、新しい縁を形成し、該裏面接点は、該新しい縁から離間する、請求項7に記載の方法。

【請求項 11】

提供することは、溶融シリコンから前記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長に伴って、前記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 12】

提供することは、溶融シリコンから前記リボン結晶を成長させることを包含し、除去することは、該リボン結晶の成長終了後、前記少なくとも1つの縁を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 13】

前記少なくとも1つの縁は、ストリングを備え、除去することは、該1つの縁のストリングの実質的に全部を除去することを包含する、請求項1に記載の方法。

【請求項 14】

複数の大粒子と複数の小粒子とを備える複数の粒子を含む本体を備え、

該本体はまた、拡散距離を有する複数の担体を有し、

該複数の大粒子は、該担体の拡散距離を約2倍上回る最小外形寸法を有し、

該複数の粒子の大部分は、大粒子であり、

該本体は、実質的にストリングがない、ストリングリボンウエハ。

【請求項 15】

前記複数の大粒子は、前記担体の拡散距離の約2～5倍の外形寸法を有する、請求項14に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 16】

前記本体は、実質的に平面の縁を備える、請求項14に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 17】

前記本体は、不規則パターンを有する縁を備える、請求項14に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 18】

裏面接点を有する背面をさらに備える、請求項14に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 19】

前記本体は、少なくとも1つの縁を有し、前記裏面接点は、該縁に対して延在する、請求項18に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 20】

前記本体は、少なくとも1つの縁を有し、前記裏面接点は、該縁から離間する、請求項18に記載のストリングリボンウエハ。

【請求項 2 1】

リボン結晶を処理する方法であって、
ストリングリボン結晶を提供することと、
該ストリングリボン結晶の少なくとも1つの縁を除去することであって、該ストリングリボン結晶はストリングを含み、除去することは該ストリングの実質的に全部を除去することを包含することと
を包含する、方法。

【請求項 2 2】

除去することは、前記少なくとも1つの縁のストリングを除去することを包含する、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2 3】

除去することは、前記リボン結晶の上に実質的に平面の縁を形成することを包含する、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2 4】

除去することは、前記リボン結晶の上に非平面の縁を形成することを包含する、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2 5】

除去することは、前記リボン結晶の2つの縁を除去することを包含する、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記リボン結晶を複数のウエハに分離することをさらに包含する、請求項2_1に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記複数のウエハ上に裏面接点を形成することをさらに包含する、請求項2_6に記載の方法。

【請求項 2 8】

形成することは、前記少なくとも1つの縁を除去前に、前記裏面接点を形成することを包含する、請求項2_7に記載の方法。

【請求項 2 9】

形成することは、前記少なくとも1つの縁を除去後に、前記裏面接点を形成することを包含する、請求項2_7に記載の方法。

【請求項 3 0】

請求項1に記載の方法によって形成される、製品。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2008/071179
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C30B15/00 C30B29/06		
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) 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, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category [*]	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Hahn G ET AL: "14% EFFICIENT LARGE AREA SCREEN PRINTED STRING RIBBON SOLAR CELLS" 17TH. E.C. PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONFERENCE. MUNICH, GERMANY, OCT. 22 - 26, 2001; [PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONFERENCE], MUNICH : WIP-RENEWABLE ENERGIES, DE, Vol. CONF. 17, 22 October 2001 (2001-10-22), pages 1719-1722, XP001139788 ISBN: 978-3-936338-08-9 page 1721, right-hand column	1-3, 5, 6, 15-17, 22-24, 26, 30, 31
-/-		
<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 doubt 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	
14 October 2008	22/10/2008	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Palmentuin 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Cook, Steven	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/071179

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KAES M ET AL: "Bulk passivation in silicon ribbons: a lifetime study for an enhanced high efficiency process" PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE, 2005. CONFERENCE RECORD OF THE TH IRTY-FIRST IEEE LAKE BUENA VISTA, FL, USA 3-7 JAN. 2005, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 3 January 2005 (2005-01-03), pages 923-926, XP010822915 ISBN: 978-0-7803-8707-2 page 923, column 2, line 16 - line 23 -----	1,15,22, 31
X	JP 62 108797 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 20 May 1987 (1987-05-20) abstract -----	1-3,7, 12,13, 15-17,31
X	US 5 122 504 A (GAZIT DAN [IL] ET AL) 16 June 1992 (1992-06-16) the whole document -----	1-3,5,6, 12,13,31
A	EP 0 079 567 A (COMP GENERALE ELECTRICITE [FR]) 25 May 1983 (1983-05-25) page 2, line 29 - line 33 -----	1-31
A	SUREK T: "Crystal growth and materials research in photovoltaics: progress and challenges" JOURNAL OF CRYSTAL GROWTH, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 275, no. 1-2, 15 February 2005 (2005-02-15), pages 292-304, XP004823210 ISSN: 0022-0248 page 297, column 2, line 30 - line 32 -----	1-31
A	JP 2001 122696 A (MATSUSHITA SEIKO KK) 8 May 2001 (2001-05-08) -----	
A	US 4 689 109 A (SACHS EMANUEL M [US]) 25 August 1987 (1987-08-25) cited in the application -----	
A	JP 62 123092 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 4 June 1987 (1987-06-04) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/071179

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 62108797	A	20-05-1987	JP JP	1697141 C 3061631 B		28-09-1992 20-09-1991
US 5122504	A	16-06-1992		NONE		
EP 0079567	A	25-05-1983	DE FR JP JP JP	3279347 D1 2516708 A1 1288531 C 58088116 A 60012281 B		16-02-1989 20-05-1983 14-11-1985 26-05-1983 01-04-1985
JP 2001122696	A	08-05-2001		NONE		
US 4689109	A	25-08-1987		NONE		
JP 62123092	A	04-06-1987	JP JP	1697144 C 3053274 B		28-09-1992 14-08-1991

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 8 D 1/24 (2006.01) B 2 8 D 1/24

(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,MT,NL,NO,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,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,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,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72) 発明者 ガボアー , アンドリュー
アメリカ合衆国 ロード アイランド 02906 , プロビデンス , ホリー ストリート 5
4

F ターム(参考) 3C069 AA01 BA04 CA03
4G072 AA01 BB11 BB12 BB20 GG01 GG03 GG05 HH01 UU01
4G077 AA02 BA04 CF03 FG13 FG18 HA01 PA16