(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2006-521689
(P2006-521689A)
(43)公表日　平成18年9月21日(2006.9.21)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/683	***(2006.01)***	H01L	21/68	N	4K030
H01L 21/31	***(2006.01)***	H01L	21/31	E	5F031
H01L 21/205	***(2006.01)***	H01L	21/205		5F045
C23C 16/458	***(2006.01)***	C23C	16/458		

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 20 頁）

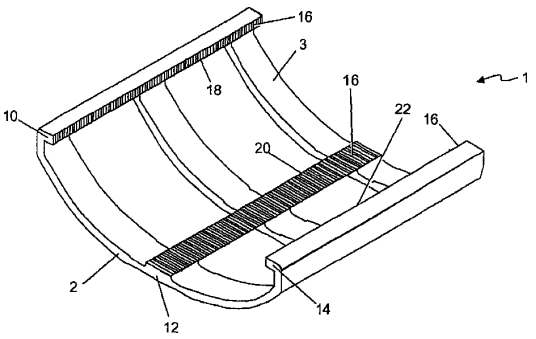
(21)出願番号　特願2005-518892 (P2005-518892)
(86)(22)出願日　平成16年3月5日 (2004.3.5)
(85)翻訳文提出日　平成17年9月28日 (2005.9.28)
(86)国際出願番号　PCT/US2004/006847
(87)国際公開番号　WO2004/095545
(87)国際公開日　平成16年11月4日 (2004.11.4)
(31)優先権主張番号　10/402,915
(32)優先日　平成15年3月28日 (2003.3.28)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　593150863
サン－ゴバン　セラミックス　アンド　プラスティクス，インコーポレイティド
アメリカ合衆国，マサチューセッツ，ワーセスター，ニュー　ボンド　ストリート　1
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100102819
弁理士　島田　哲郎
(74)代理人　100113826
弁理士　倉地　保幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】改善された処理の特徴を有するウエハキャリア

(57)【要約】
複数のウエハを支持するウエハキャリアは、クレードル内に設けられた複数のスロットを含み、該クレードルは、シリコンカーバイドで構成されると共に、該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を有している。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、
クレードル内に設けられた複数のスロットを備え、
該クレードルは、シリコンカーバイドを備えると共に、該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を有することを特徴とするウエハキャリア。
【請求項２】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記クレードルは、再結晶シリコンカーバイドを備えることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項３】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記クレードルは、シリコン含浸シリコンカーバイドを備えることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項４】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記クレードルは、転換シリコンカーバイドを備えることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項５】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記クレードルは、自立ＣＶＤ－ＳｉＣを備えることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項６】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、シリコン酸化物を備えることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項７】
請求項６に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、約０．５マイクロメートル以上の厚さを有していることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項８】
請求項６に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、約０．７５マイクロメートル以上の厚さを有していることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項９】
請求項６に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、約１．０マイクロメートル以上の厚さを有していることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１０】
請求項６に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、約１．５マイクロメートル以上の厚さを有していることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１１】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、熱的に成長されることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１２】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記酸化物層は、堆積されることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１３】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記ウエハキャリアは、通常、垂直位置で持ち上げるようにウエハを支持する水平ウエハキャリアであることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１４】
請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、前記スロットは、リニアアレイとして配列され、且つ、相互に一定のピッチだけ離隔されていることを特徴とするウエハキャリア。
【請求項１５】
複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、
前記ウエハは、厚さt_wを有し、
前記ウエハキャリアは、前記ウエハのアレイを支持する複数のスロットを備え、

該各スロットの少なくとも一部は、スロットの幅Ｗｓを有し、該スロットの幅Ｗｓは、前記ウエハの厚さｔｗの約１．３０倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項１６】

請求項１５に記載のウエハキャリアにおいて、前記スロットの幅Ｗｓは、前記ウエハの厚さｔｗの約１．３５倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項１７】

請求項１５に記載のウエハキャリアにおいて、前記スロットの幅Ｗｓは、前記ウエハの厚さｔｗの約１．３５倍～１．５０倍の範囲内であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項１８】

請求項１に記載のウエハキャリアにおいて、

前記クレードルは、少なくとも第１，第２および第３の支持部材を含み、

前記各第１，第２および第３の支持部材は、前記ウエハを支持および接触するために設けられ、

前記各スロットは、それぞれ前記第１，第２および第３の支持部材に沿って延びる第１，第２および第３のスロットセグメントを有することを特徴とするウエハキャリア。

【請求項１９】

請求項１８に記載のウエハキャリアにおいて、

前記第１，第２および第３のスロットセグメントは、前記ウエハの半径と等しい半径を有する円弧に沿って配置され、且つ、

前記第１，第２および第３の支持部材は、該第２の支持部材が前記第１の支持部材と前記第２の支持部材の間を取り巻くように位置して、前記円弧に沿って連続的に配置されることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２０】

請求項１９に記載のウエハキャリアにおいて、前記各スロットの一部は、前記第２のスロットセグメントの少なくとも一部を含むスロットの幅Ｗｓを有することを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２１】

請求項１９に記載のウエハキャリアにおいて、前記第１，第２および第３のスロットセグメントは、１８０度以下の前記円弧に沿って一定の間隔に保たれていることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２２】

請求項１９に記載のウエハキャリアにおいて、前記第１，第２および第３のスロットセグメントは、１５０度以下の前記円弧に沿って一定の間隔に保たれていることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２３】

半径ｒｗを有する複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、

該ウエハキャリアは、前記複数のウエハを支持する複数のスロットを備え、

前記各スロットの少なくとも一部は、曲率ｒｓの半径を有し、該曲率ｒｓは、前記ウエハの半径ｒｗの約１．１５倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２４】

請求項２３に記載のウエハキャリアにおいて、前記曲率ｒｓは、前記ウエハの半径ｒｗの約１．２５倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２５】

請求項２３に記載のウエハキャリアにおいて、前記曲率ｒｓは、前記ウエハの半径ｒｗの約１．３５倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２６】

請求項２３に記載のウエハキャリアにおいて、前記曲率ｒｓは、前記ウエハの半径ｒｗの約１．５０倍以上であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２７】

請求項２３に記載のウエハキャリアにおいて、前記曲率ｒｓは、無限大であり、前記各

スロットの少なくとも一部は、直線に沿って延びていることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２８】

半径ｒwを有する複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、

該ウエハキャリアは、前記複数のウエハを支持する複数のスロットを備え、

前記各スロットの少なくとも一部は、曲率ｒsの半径を有し、該曲率ｒsは、負の値であり、且つ、前記ウエハの半径ｒwは正の値であることを特徴とするウエハキャリア。

【請求項２９】

複数のウエハを、ウエハキャリア内に搭載するステップであって、該ウエハキャリアは、クレードル内に設けられた複数のスロットを含み、該クレードルは、シリコンカーバイドを備えると共に、該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を有するステップと、

前記ウエハを処理の実施に従わせるステップと、を備えることを特徴とする複数のウエハを処理する方法。

【請求項３０】

請求項２９に記載の方法において、前記処理の実施は、前記ウエハを酸化させるために該ウエハを酸化性環境にさらすステップを備えることを特徴とする複数のウエハを処理する方法。

【請求項３１】

請求項２９に記載の方法において、前記酸化物層は、前記処理の実施の温度よりも高い温度で酸化することによって形成されることを特徴とする複数のウエハを処理する方法。

【請求項３２】

複数のウエハを、ウエハキャリア内に搭載するステップであって、該ウエハは、半径ｒwを有し、該ウエハキャリアは、前記複数のウエハを支持する複数のスロットを備え、前記各スロットの少なくとも一部は、曲率ｒsの半径を有し、該曲率ｒsは、前記ウエハの半径ｒwの約１．１５倍以上であるステップと、

前記ウエハを処理の実施に従わせるステップと、を備えることを特徴とする複数のウエハを処理する方法。

【請求項３３】

複数のウエハを、ウエハキャリア内に搭載するステップであって、該ウエハは、厚さｔwを有し、該ウエハキャリアは、前記ウエハのアレイを支持する複数のスロットを備え、該各スロットの少なくとも一部は、スロットの幅Ｗsを有し、該スロットの幅Ｗsは、前記ウエハの厚さｔwの約１．３０倍以上であるステップと、

前記ウエハを処理の実施に従わせるステップと、を備えることを特徴とする複数のウエハを処理する方法。

【請求項３４】

複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、

前記ウエハは、厚さｔwおよび半径ｒwを有し、

前記ウエハキャリアは、前記複数のウエハを支持する複数のスロットを備え、

該各スロットの少なくとも一部は、スロットの幅Ｗsおよび曲率ｒsの半径を有し、該スロットの幅Ｗsは、前記ウエハの厚さｔwの約１．３０倍以上であり、且つ、該曲率ｒsは、前記ウエハの半径ｒwの約１．１５倍以上であり、

前記ウエハキャリアは、さらに、シリコンカーバイドおよび該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を備えることを特徴とするウエハキャリア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、広く炉用支持具（kiln furniture）に関し、特に、高温処理の実施にさらされるような処理を耐えるようにウエハを支持するウエハキャリアに関する。さらに、本発明は、広くそのようなウエハキャリアを利用したウエハの処理に関する。

【背景技術】

【０００２】
半導体処理は、この分野で理解されるように、典型的に、アニーリング（annealing），化学的気相成長（chemical vapor deposition），酸化（oxidation）等を有する高温処理を含む様々な処理段階の間、半導体ウエハを支持、および／または、搬送するワークピースを使用している。さらに、この分野では、ウエハの容器（wafer boat）として知られている水平および垂直ウエハキャリアが、典型的に、相互に一定のピッチだけ離隔してウエハのアレイを構成し、複数のウエハを支持するために利用されている。ここで、ウエハを処理の実施（processing operation）にさらすのは、複数のウエハが同時に処理されるバッチ処理（"batch processing"）として広く知られている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】
トランジスタの限界寸法，ダイのサイズおよび集積回路のサイズの低減と共に、処理されるウエハの実際の直径は、増大するように研究が続けられている。例えば、製造においては、４インチ～６インチのウエハから移行して、現在では、８インチのウエハが一般的に使用されている。さらに、１２インチ（３００ｍｍ）の半導体製造プラント（fabs）が、使用されるようになってきている。増大されたウエハサイズの導入に伴って、製造プロセスの多くの段階において、新たな技術的問題が生じている。

【０００４】
さらに、主としてシリコンより成る半導体ウエハは、ロジックおよびメモリデバイスを含む従来の集積回路構成を製造するために使用されるだけでなく、導波管マルチプレクサ（waveguide multiplexer）や微小電気機械システム（micro-electro-mechanical systems：ＭＥＭＳ）といった光電子デバイス（opto-electronic device）にも使用されるようになってきている。ところで、デバイスの製造は、伝統的な半導体処理で通常行われる処理を超えて延長された時間だけ半導体ウエハが酸化される拡張された酸化処理段階をときどき利用する。例えば、ウエハを５日～１０日間といった日にち単位で処理の実施にさらすことは珍しくはない。上述したように、処理の実施は、しばしばウエハの酸化処理を含む。

【０００５】
延長された処理時間は、ウエハサイズの増大と同様に、デバイスの頑健性（robustness）および品質に影響を与える技術的な問題を生じる。これに対して、本発明者達は、制限され、或いは、ウエハの悲劇的な損傷であっても、そのような処理の実施が行われた後のウエハにおける欠陥に遭遇した。他の欠陥は、特に、水平ウエハ容器の場合におけるウエハキャリアの底面支持部といったウエハとウエハキャリアとの接触個所において、外側周辺におけるウエハのデフォーメーション（deformation）やノッチング（notching）を含む。

【０００６】
従って、この技術分野においては、改善されたウエハキャリアや容器、特に、水平ウエハキャリア、並びに、改善されたデバイスの歩留りおよび低い欠陥性を提供する改善された処理の実施が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】
本発明の一形態によれば、複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、該ウエハキャリアは、クレードル内に設けられた複数のスロットを含み、該クレードルは、シリコンカーバイドを備えると共に、該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を有することを特徴とするウエハキャリアが提供される。本発明の一形態によれば、複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、該ウエハキャリアは、クレードル内に設けられた複数のスロットを含み、該クレードルは、シリコンカーバイドを備えると共に、該シリコンカーバイドを覆う酸化物層を有することを特徴とするウエハキャリアが提供される。

【０００８】

本発明の他の形態によれば、所定の幅を有する複数のスロットを有するウエハキャリアが提供される。特に、各スロットの少なくとも一部は、幅（Ｗｓ）を有し、該幅Ｗｓは、前記ウエハの厚さｔwの約１．３０倍以上である。

【０００９】

本発明のさらに他の構成によれば、複数のウエハを支持するウエハキャリアであって、該ウエハは、半径ｒwを有し、該ウエハキャリアは、前記ウエハを支持する複数のスロットを含み、前記各スロットの少なくとも一部は、曲率ｒｓの半径を有し、該曲率ｒｓは、前記ウエハの半径ｒwの約１．１５倍以上であることを特徴とするウエハキャリアが提供される。本発明に係るこの形態の変形によれば、前記曲率ｒｓは、負の値を有し、且つ、前記ウエハの半径ｒwは正の値を有する。

【００１０】

本発明の他の形態によれば、上述したいずれか１つ、或いは、全ての構成を有するウエハキャリア上に複数のウエハを搭載し、前記ウエハを該ウエハキャリア上に搭載して処理の実施に従わせる複数のウエハを処理する方法が提供される。前記処理の実施は、前記ウエハを酸化させるために該ウエハを酸化性環境にさらす。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

添付図面を参照することによって、本発明はより一層理解され、また、いわゆる当業者には、本発明の多数の目的，構成および長所が明らかになるであろう。

【００１２】

なお、異なる図面における同じ参照符号は、同様の、或いは、同一のものを示している。

【実施例】

【００１３】

本発明の実施例によれば、特別なウエハキャリアが複数のウエハを支持するために提供される。ここで、本発明の一実施例に係るウエハキャリアの斜視図を示している図１に注目する。図示されるように、ウエハキャリア１は、クレードル２を含み、このクレードル２は、一般に開口構造を有すると共に、ウエハを支持するために複数の支持部材と統合された一般に円弧形状を採る複数のクレードルアーム３を含んでいる。特に、クレードルには、第１，第２および第３の支持部材１０，１２および１４が設けられ、各支持部材は内側に突出しており、そして、それらに沿って複数のスロット１６が設けられている。各スロット１６は、それぞれ１つのウエハを支持するために、固定された半径の同じ円弧に沿って位置するように配置および位置合わせされる。各スロット１６は、それぞれ第１，第２および第３のスロットセグメント１８，２０および２２で構成され、各スロットセグメントは、それぞれ第１，第２および第３の支持部材１０，１２および１４に沿って位置決めされる。

【００１４】

図２に示されるように、ウエハキャリア１上にかみ合って載置されたウエハ３０の適用を示す断面図が提供される。図１および図２に示されるウエハキャリアの一般的な適用は水平で、使用におけるウエハキャリアの適用であり、特に、半導体製造プラント環境下のものである。図示されるように、キャリアは、一般的に真っすぐな垂直位置でウエハを支持する。

【００１５】

図１において、最も明瞭に示されるように、スロット１６は、リニアアレイとして配列され、且つ、相互に一定のピッチだけ離隔されている。例えば、第２のスロットセグメント２０は、如何なる配列方式においても、相互に一定のピッチだけ離隔されるように描かれている。そこで、ウエハキャリアによって直線的に支持され、ウエハの水平スタックを構成する。溝のピッチ、従ってウエハのピッチは、その個々の適用に応じて変化するが、一般的に、約２ｍｍ～４ｍｍの範囲内にあり、名目的には、約２．３８ｍｍである。

【００１６】

図２に示されるように、第１，第２および第３の支持部材１０，１２および１４は、第２および第３の支持部材が円弧３２に沿って連続的に配置されると共に、第２の支持部材が第１および第３の支持部材１０および１４の周辺を取り巻くように、ウエハｒwの半径に等しい半径を有する円弧３２に沿って配置される。ここで、第２の支持部材は、該第２の支持部材がウエハの最も底の部分、すなわち、６時の位置に配置されるので、一般的にウエハの重さの大きい部分を支持することになる。円弧３２は、ウエハの載置を楽にするために、１８０度以下の角度で広がっている。典型的に、支持部は、約１５０度以下、典型的には、約１３０度の円弧３２を規定するように配置される。

【００１７】

３つの支持部材が図１および図２に示されているが、ウエハキャリアは支持部材の異なる数を有していてもよい。例えば、第２の支持部材は、異なるスロットセグメントを有する２つの異なる支持部材を構成するために二股に分かれていてもよい。そのような場合、二股の支持部材は、最も底の６時の位置から等しい距離だけ離隔して配置される。

【００１８】

上述したように、ウエハキャリアは、一般的に、以下に詳述する幾つかの長所を提供する開口構造を有している。典型的に、クレードルアーム３および支持部材の間で規定されるウィンドウは、クレードルの外側の部分的なシリンドリカル表面に沿った領域少なくとも４０％の開口領域を提供する。典型的に、その開口領域は、約５０％以上である。このウエハキャリアの開口構造は、適合して比較的に一様の酸化層を形成するために、予備酸化段階の間にウエハキャリアの周りに対するガスの供給を都合よく改善する。

【００１９】

次に、ウエハキャリアの材料に関して、上述したように、クレードルは、シリコンカーバイドより成る。一実施例によれば、シリコンカーバイドは、この技術分野では理解される材料である再結晶シリコンを備える。典型的に、半導体シリコンカーバイドパウダーを含むグリーンボディー（green body）は、焼結助剤（sintering aid）および結合剤（binder）と共に混合され、所望の形状にモールドされ、乾燥され、有機結合剤を焼尽するために加熱され、そして、グリーンボディーの緻密化および再結晶化するために加熱される。以下の高密度化およびマシニング段階は、ウエハキャリアの最終寸法に到達するために使用される。

【００２０】

他のシリコンカーバイドの構成は、再結晶シリコンカーバイドの代わりに、或いは、再結晶シリコンカーバイドと共に利用され得る。例えば、シリコンカーバイド基板は、カーボンプリフォーム（carbon preform）が気相または液相の技術によってシリコンカーバイドに転換される転換処理によって形成される。この場合、カーボンプリフォームは、典型的に、半導体属黒鉛（semiconductor-grade graphite）といった炭素質材料（carbonaceous material）で構成される。さらに、ウエハキャリアのベース材料として多孔質シリコンカーバイド（porous silicon carbide）を使用する場合、キャリアは、シリコンが含浸される。そのような混成の構造は、Ｓｉ－ＳｉＣまたはシリコン化されたシリコンカーバイドとして知られている。ここで、比較的に多孔質シリコンカーバイド基板の構成において、基板は、半導体処理環境におけるような耐火性の適用において好適に使用されるべく構造を緻密化するために、溶解したシリコンが含浸される。シリコン化されたシリコンカーバイドは、さらに、化学的気相成長（ＣＶＤ）シリコンカーバイドのようなシリコンカーバイドの層によって被覆される。

【００２１】

さらに、ウエハキャリアは、ＣＶＤによって形成された自立ＳｉＣ（free-standing SiC）で構成される。この場合、拡張されたＣＶＤ処理は、ウエハキャリア自体を構成するために行われる。

【００２２】

酸化物層は、ウエハキャリアのシリコンカーバイドを覆うように設けられる。酸化物層は、約９５０℃～１３００℃、一般的に、約１０００℃～１２５０℃の範囲内の高い温度

で酸素含有環境においてキャリア酸化するといった、酸化性環境において行われる酸化によって形成される。酸化は、乾燥または湿った雰囲気中で行われ、典型的には、大気圧において行われる。湿った雰囲気は、蒸気を導入することによって発生され、酸素の比率を増大して酸化物層の密度を改善するように働く。ここで、１１５０℃における湿った酸化は、約１２時間～４８時間の間に強固で厚い（約２マイクロメートル～３マイクロメートル）酸化物層を形成する。一方、乾燥酸化法によれば、１０日～２０日といった５日のオーダにより層が形成される。典型的に、酸化物層は、酸化によって形成され、ＴＥＯＳソースガスを反応させることによって成長される。しかしながら、熱的に成長された層は、耐久性および強度の面で、好ましいものである。

【００２３】

一般に、酸化物層は、シリコン酸化物、一般に、SiO_2である。シリコン酸化物層は、ウエハキャリアのシリコンカーバイドと直接に接触する。逆に、シリコン含浸シリコンカーバイド（silicon-impregnated silicon carbide）の場合、シリコンのような中間層は、シリコンカーバイドと被覆する酸化物層との間に存在する。

【００２４】

図３は、シリコンカーバイドのウエハキャリア上での時間で変化する酸化物の成長曲線のグラフを示す図である。図示されるように、一般的に、酸化物層は、放射線状の成長曲線に従う。以下に記述されるように、本発明の一実施例によれば、酸化物層は、曲線の比較的に速い成長よりも上の厚さを有する。例えば、酸化物層は、約０．５マイクロメートルよりも大きい、特に、約１．０マイクロメートル、さらには、１．５マイクロメートルよりも大きいといった約０．７５マイクロメートルよりも大きい厚さを有する。本発明の特別な実施例によれば、酸化物は、約２マイクロメートル～３マイクロメートルといったオーダの少なくとも２マイクロメートルの厚さを有する。本発明に係る一実施例の酸化物層は、ウエハキャリア上に存在するが比較的に厚さが薄い本来の酸化物に相対するウエハキャリア上に設けられた層であるということに注意されなければならない。さらに、上述した酸化物層は、他の技術も利用できるが、一般的に、酸化物層を直接堆積する熱酸化技術によって形成される。

【００２５】

熱的な予備酸化段階による酸化物層の形成は、半導体製造プラント環境における処理制御を改善するために見出された。特に、本発明は、ウエハ上に比較的厚い酸化物層を形成するための伝統的な酸化の間、ウエハが、ウエハ上に形成する酸化物層、および／または、ウエハキャリア上に形成する酸化物層の成長を介してウエハキャリアに接合する傾向があることを認識した。続いて行われるウエハ、および／または、ウエハキャリア構造物を冷却する間に、ウエハおよびキャリアの熱膨張係数における違いによる収縮の違いが、ウエハに熱的に誘発されるストレスを生じると考えられる。そのような熱膨張／収縮特性は、合成的で構造的な違いに依存し、最終的には、ウエハにダメージを与えることになる。

【００２６】

極端な場合、ウエハは、クラッキングメカニズムによって致命的に役に立たなくなる。キャリア上に酸化物層を形成するための予備酸化段階を取り入れることによって、ウエハの熱処理の間、キャリア上の酸化物層の成長は弱められ、ウエハとウエハキャリアとの接合の傾向も低減され、それにより、処理制御およびウエハの歩留りを向上させる。

【００２７】

本発明の他の構成によれば、ウエハキャリアのスロットは、特に、上述した高温の処理において、さらに、処理制御およびウエハの歩留りを向上させる曲率ｒｓの特別な半径を有する。

【００２８】

図２を参照して、ウエハは名目上の半径r_wを有する。現状において、半導体製造プラントは、８インチ、並びに、さらに大きな１２インチ（直径が３００ｍｍ）のウエハを利用する。従って、新たな半導体製造プラントは、以前のより小さいウエハや新たな世代のより大きな半導体製造プラントを利用するかも知れないが、約１５０ｍｍ程度の半径を有

するウエハを使用する。特別な一実施例によれば、スロットの曲率ｒsの半径は、ウエハの半径ｒwの１．１５倍以上である。別の状態では、ウエハを支持するスロットの曲率半径は、ウエハの半径よりも少なくとも１５％大きい。典型的に、スロットの曲率ｒｓは、ウエハの半径ｒwの１．３５倍や１．５０倍といった約１．２５倍以上である。図４を参照すると、スロットの曲率半径ｒsは、ウエハの半径ｒwの略２倍になっている。さらに、スロットの曲率半径は、直線に近づく（ｒｓ＝無限大）かも知れない。この特別な実施例は、図５に描かれている。この場合、ウエハに接触するスロットの部分は、直線に沿って延びることになる。

【００２９】

また、さらに、スロットの曲率半径は、方向が対向していかも知れず、すなわち、ウエハの半径ｒwと比較して負の曲率半径を有している。これは、図６に示されるが、スロットは、一般的に、凸形状を有し、ウエハとスロットが接触する点からウエハの半径の方向に対向するように延びる半径を有している。

【００３０】

上述した実施例において、各スロットセグメントが同一の曲率半径を有することは必要ではない。しかしながら、典型的に、少なくとも第２の支持部材に沿った第２のスロットセグメントの一部は、上述した半径の特徴を有している。

【００３１】

上述したように、曲率半径ｒsを有するスロット部分を提供することによって、ウエハとキャリア間の潜在的な酸化接合領域（potential oxidation bond area）は、最小限にされる。このように、ウエハとキャリアとの間に形成される酸化物接合の延びについて、最小限とされた接合境界面は脆く、さらに、好ましくは、処理（冷却処理）の間に割れるため、上述した破砕が生じる得る熱的なストレスを弱めることになる。

【００３２】

本発明に係る他の実施例によれば、ウエハキャリアのスロットの少なくとも一部は、ウエハの厚さｔwよりも大きい幅Ｗsを有している。特に、スロットの幅Ｗsは、一般的に、ウエハの厚さｔwの約１．３０倍以上である。他の実施例によれば、スロットの幅Ｗsは、ウエハの厚さｔwの約１．３５倍以上であり、約１．３５倍～１．５０倍の範囲内である。ここで、図７は、ウエハの厚さｔw（スケールは図示しない）に関連したスロットの幅Ｗsを描いている。ウエハの実際の厚さｔwは、ウエハの銘柄、意図された使用、ウエハの直径、構造（例えば、シリコン・オン・インシュレータ（ＳＯＩ））等に応じて変化する。しかしながら、典型的に、ウエハは、一般的に、約０．４５ｍｍ～０．８０ｍｍの範囲内、特に、０．５ｍｍ～０．７６５ｍｍの範囲内の厚さを有している。上述の相関的な幅を有するスロットを提供することによって、ウエハの厚さｔwの１．１０倍～１．２５倍といった狭い幅に対向されると、比較的に厚い酸化物層の構造は、スロットの余分なあきによって容易にされる。さらに、酸化物が成長する間にスロット内で強く抑えられるウエハの程度は弱められ、ウエハクリープ（wafer creep）は、ほとんど問題がなくなる。ここで、伝統的な技術を利用すると、スロット内のウエハの制約は、ノッチングを発生する高温においてウエハにクリープを生じるようにする傾向がある。ウエハの外側周辺におけるノッチの構造は、不都合である機械的な連結構造を形成する傾向がある。特に、冷却すると、ノッチはスロットに繋がるようになり、ウエハとウエハキャリアとの間の異なる熱膨張特性に従った冷却により、ウエハにおける機械的なストレスに応答する。

【００３３】

さらに、上述したように、ウエハキャリアの実施例の特別な構成について、本発明は、バッチ処理として知られている複数のウエハを処理するための方法も提供する。ここで、ウエハキャリアには、複数のウエハが搭載され、一般的に、一定のピッチでリニアアレイとして配置される。その後、ウエハ／ウエハキャリア構造体は、高温処理のための処理チューブといった炉（furnace）の中に配置される。上述したように、１つの要望された処理の実施は、ウエハ上の比較的に厚い酸化物層の構造配列であり、特に、ＭＥＭＳおよび光電子適用に適したものである。

【００３４】
以上、本発明の実施例を述べたが、特に、本願の特許請求の範囲の技術的思想を逸脱することなく、様々な変形がなされることは理解されるであろう。
【図面の簡単な説明】
【００３５】
【図１】本発明の一実施例に係る水平ウエハキャリアの斜視図である。
【図２】本発明の一実施例に係る、シリコンウエハが載置された水平ウエハキャリアの断面図である。
【図３】シリコンカーバイドウエハキャリア上の酸化物の成長曲線のグラフを示す図である。
【図４】本発明の一実施例に係る半導体ウエハが搭載されたスロットの曲率半径を示す図である。
【図５】本発明の他の実施例に係る半導体ウエハが搭載されたスロットの曲率半径を示す図である。
【図６】本発明のさらに他の実施例に係る半導体ウエハが搭載されたスロットの曲率半径を示す図である。
【図７】本発明の一実施例に係る、スロットの幅に関連する、スロットに搭載された断面におけるウエハの厚さを示す図である。

【図１】

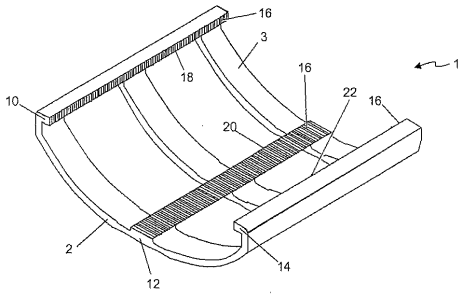


FIGURE 1

【図２】

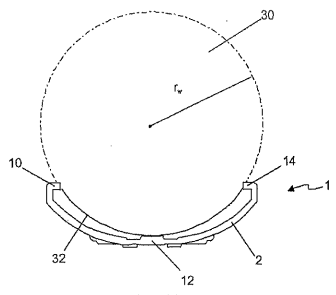


FIGURE 2

【図３】

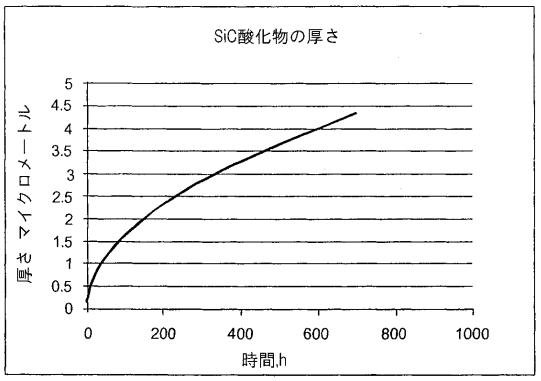


FIGURE 3

【図４】

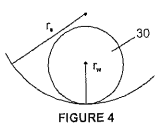


FIGURE 4

【図５】

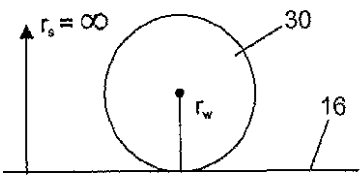


FIGURE 5

【図６】

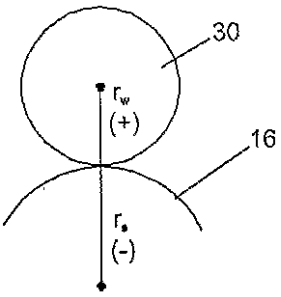


FIGURE 6

【図７】

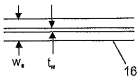


FIGURE 7

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/006847

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/00

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 C23C C30B C04B B05C

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, 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.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0110, no. 53 (C-404), 19 February 1987 (1987-02-19) -& JP 61 213374 A (HITACHI MICRO COMPUT ENG LTD; others: 01), 22 September 1986 (1986-09-22)	1-14, 29-31
Y	abstract	18-22
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0101, no. 97 (E-418), 10 July 1986 (1986-07-10) -& JP 61 042153 A (FUJITSU LTD), 28 February 1986 (1986-02-28) abstract	1-4, 29-31
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
21 February 2005	04 03 2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
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	Hamdani, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/006847

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0090, no. 49 (E-300), 2 March 1985 (1985-03-02) -& JP 59 191327 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 30 October 1984 (1984-10-30) abstract	1,12-14, 29-31
X	EP 0 308 695 A (TOSHIBA CERAMICS CO) 29 March 1989 (1989-03-29) abstract; claims; figures	1-14, 18-21, 29-31
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0181, no. 99 (E-1534), 7 April 1994 (1994-04-07) -& JP 06 005530 A (TOSHIBA CORP), 14 January 1994 (1994-01-14) abstract	1-12, 18-20, 29-31
X Y	paragraph '0013!; figure 2	15-17,33 34
X	EP 0 713 245 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 22 May 1996 (1996-05-22) abstract; claims; figures	1-12, 29-31
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 December 1998 (1998-12-31) -& JP 10 242254 A (ADO MATSUPU:KK), 11 September 1998 (1998-09-11) abstract	1-14, 29-31
X	EP 1 187 189 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 13 March 2002 (2002-03-13) abstract; claims; figures column 8, line 15 - line 54	1-14, 29-31
X	US 4 904 515 A (SASAKI YASUMI ET AL) 27 February 1990 (1990-02-27) abstract; claims	1-12, 29-31
Y	WO 01/95374 A (BUCKLEY RICHARD F ; SAINT GOBAIN CERAMICS AND PLAS (US)) 13 December 2001 (2001-12-13) claim 5; figure 4 page 11, line 10 - line 25	18-22
X	page 11, line 10 - line 25	15-17,33
A	EP 1 184 355 A (TOSHIBA CERAMICS CO) 6 March 2002 (2002-03-06) the whole document	1
A	US 3 634 116 A (WOERNER LLOYD M ET AL) 11 January 1972 (1972-01-11) the whole document	1

-/--

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/006847

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 5 417 767 A (STINSON ET AL) 23 May 1995 (1995-05-23) abstract; claim 3; figure 5	15-17,33
X	US 4 355 974 A (LEE ET AL) 26 October 1982 (1982-10-26) abstract; claims; figures column 3, last paragraph	15-17,33
X	US 3 923 156 A (WALLESTAD ET AL) 2 December 1975 (1975-12-02) abstract; claims; figures column 2, line 26 - line 37	15-17,33
X	US 2003/056391 A1 (SHIKAMI SATOSHI) 27 March 2003 (2003-03-27) abstract; claims; figure 5 example 1	15-17,33
X	US 4 653 636 A (ARMSTRONG RICHARD J) 31 March 1987 (1987-03-31) abstract; claims; figures 1-3	23-27,32
Y	column 4, line 9 - line 60	34
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 097 (E-1326), 25 February 1993 (1993-02-25) -& JP 04 287915 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 13 October 1992 (1992-10-13) abstract	23-27,32
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 099 (E-0893), 22 February 1990 (1990-02-22) -& JP 01 302814 A (SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD; others: 02), 6 December 1989 (1989-12-06) abstract	23-27,32
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 01, 28 February 1995 (1995-02-28) -& JP 06 302532 A (JAPAN ENERGY CORP), 28 October 1994 (1994-10-28) abstract	23-27,32
X	US 3 998 333 A (KAMADA HIROSHI) 21 December 1976 (1976-12-21) column 2, line 47 - column 6, line 5; figures 5,13a,13b,13c	23-27,32

-/--

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/006847

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 425 (E-681), 10 November 1988 (1988-11-10) -& JP 63 164312 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD; others: 01), 7 July 1988 (1988-07-07) abstract	23-27,32
X	GB 1 385 730 A (SIEMENS AG) 26 February 1975 (1975-02-26) claims; figure 4	23-27,32
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 001, no. 146 (E-068), 26 November 1977 (1977-11-26) -& JP 52 085476 A (HITACHI LTD), 15 July 1977 (1977-07-15) abstract	23-27,32
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 011, no. 171 (E-512), 2 June 1987 (1987-06-02) -& JP 62 004337 A (TOSHIBA CERAMICS CO LTD), 10 January 1987 (1987-01-10) abstract	23,32
A	US 4 548 159 A (FOSTER DERRICK W ET AL) 22 October 1985 (1985-10-22) abstract; claims; figures	23,32,34

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2004/006847

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

1-27, 29-34

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2004 /006847

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-14, 18-22, 29-31

Wafer carrier comprising a cradle formed by silicon carbide and an overlying oxide layer and method therfore.

---

2. claims: 15-17, 33

Wafer carrier comprising a plurality of slots having a slot width not less than about 1.30 the wafer thickness and method therefore.

---

3. claims: 23-27, 32, 34

Wafer carrier comprising a plurality of slots having at least a portion of each slot with a curvature radius not less than about 1.15 the wafer radius and method therfore.

---

4. claim: 28

A wafer carrier comprising a plurality of slots having at least a portion of each slot with a curvature radius with opposite curvature compared to the wafer curvature radius.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2004/006847

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 61213374 A	22-09-1986	NONE	
JP 61042153 A	28-02-1986	NONE	
JP 59191327 A	30-10-1984	NONE	
EP 0308695 A	29-03-1989	JP 1061376 A	08-03-1989
		JP 2548949 B2	30-10-1996
		DE 3877875 D1	11-03-1993
		DE 3877875 T2	01-07-1993
		EP 0308695 A2	29-03-1989
		US 4987016 A	22-01-1991
JP 06005530 A	14-01-1994	NONE	
EP 0713245 A	22-05-1996	JP 3285723 B2	27-05-2002
		JP 8148552 A	07-06-1996
		EP 0713245 A2	22-05-1996
		US 5759426 A	02-06-1998
JP 10242254 A	11-09-1998	NONE	
EP 1187189 A	13-03-2002	EP 1187189 A1	13-03-2002
		US 2003196588 A1	23-10-2003
		WO 0159826 A1	16-08-2001
		TW 490769 B	11-06-2002
US 4904515 A	27-02-1990	JP 2573480 B2	22-01-1997
		JP 62122212 A	03-06-1987
WO 0195374 A	13-12-2001	AU 7502701 A	17-12-2001
		CN 1401133 T	05-03-2003
		JP 2003536254 T	02-12-2003
		TW 548772 B	21-08-2003
		WO 0195374 A2	13-12-2001
EP 1184355 A	06-03-2002	WO 0160764 A1	23-08-2001
		EP 1184355 A1	06-03-2002
		US 6699401 B1	02-03-2004
US 3634116 A	11-01-1972	BE 751247 A1	01-12-1970
		DE 2027041 A1	17-12-1970
		FR 2049743 A5	26-03-1971
		GB 1300664 A	20-12-1972
		JP 53034201 B	19-09-1978
		NL 7007942 A	04-12-1970
US 5417767 A	23-05-1995	DE 4446972 A1	29-06-1995
		JP 7211658 A	11-08-1995
US 4355974 A	26-10-1982	JP 62060025 U	14-04-1987
		JP 57167625 A	15-10-1982
US 3923156 A	02-12-1975	NONE	
US 2003056391 A1	27-03-2003	JP 3535853 B2	07-06-2004
		JP 2003092281 A	28-03-2003

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2004/006847

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4653636	A	31-03-1987	NONE		
JP 04287915	A	13-10-1992	NONE		
JP 01302814	A	06-12-1989	JP	2032919 C	19-03-1996
			JP	7052720 B	05-06-1995
JP 06302532	A	28-10-1994	NONE		
US 3998333	A	21-12-1976	JP	51002161 U	09-01-1976
JP 63164312	A	07-07-1988	JP	2117391 C	06-12-1996
			JP	8024140 B	06-03-1996
GB 1385730	A	26-02-1975	DE	2133843 A1	18-01-1973
			DE	2133876 A1	18-01-1973
			DE	2133877 A1	18-01-1973
			FR	2144678 A1	16-02-1973
			IT	962430 B	20-12-1973
			NL	7206014 A	09-01-1973
			US	3828726 A	13-08-1974
			US	3826377 A	30-07-1974
			US	3834349 A	10-09-1974
JP 52085476	A	15-07-1977	NONE		
JP 62004337	A	10-01-1987	JP	1891335 C	07-12-1994
			JP	6022262 B	23-03-1994
US 4548159	A	22-10-1985	AU	4464485 A	09-01-1986
			EP	0167374 A2	08-01-1986
			JP	1451172 C	25-07-1988
			JP	61044179 A	03-03-1986
			JP	62060466 B	16-12-1987

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,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,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,MA,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 100108383
弁理士 下道 晶久
(74)代理人 100082898
弁理士 西山 雅也
(72)発明者 バックリー, リチャード エフ.
アメリカ合衆国, マサチューセッツ ０１５４５, シュリューズベリー, コムストック ドライブ ８
(72)発明者 ハール, アンドリュー ジー.
アメリカ合衆国, マサチューセッツ ０１５９０, サットン, マンチャウグ ロード ３４
(72)発明者 チャン, ハン シー.
タイワン, ３００, シンーチュウ シティ, リーーシン ロード セカンド ナンバー ３, シーアールディー サーティーンス フロアー, サイエンスーベースド インダストリアル パーク

Ｆターム(参考) 4K030 CA04 CA12 GA02 KA46 KA47
5F031 CA02 HA62 HA64 HA65 MA28 MA30 PA11 PA30
5F045 AA03 AA20 BB12 DP20 DQ06 EM09