(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5431948号
(P5431948)
(45)発行日　平成26年3月5日(2014.3.5)　(24)登録日　平成25年12月13日(2013.12.13)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/02 (2006.01)　H01L 21/02　B

請求項の数 8　(全 10 頁)

(21)出願番号	特願2009-538705 (P2009-538705)
(86)(22)出願日	平成19年11月28日 (2007.11.28)
(65)公表番号	特表2010-511300 (P2010-511300A)
(43)公表日	平成22年4月8日 (2010.4.8)
(86)国際出願番号	PCT/EP2007/062959
(87)国際公開番号	WO2008/065143
(87)国際公開日	平成20年6月5日 (2008.6.5)
審査請求日	平成22年11月17日 (2010.11.17)
(31)優先権主張番号	0655193
(32)優先日	平成18年11月29日 (2006.11.29)
(33)優先権主張国	フランス(FR)

(73)特許権者　502124444
コミッサリア　ア　レネルジー　アトミーク　エ　オ　ゼネルジ　ザルタナテイヴ
フランス国　エフー７５０１５　パリ，バテイマン　「　ル　ポナン　デー　」，リュ　ルブラン　２５
(74)代理人　100108453
弁理士　村山　靖彦
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100089037
弁理士　渡邊　隆
(74)代理人　100110364
弁理士　実広　信哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハイブリッド基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
混合基板及び薄膜を備えた積層構造体であって、前記混合基板が、第１材料の基板と、前記第１材料の基板と異なる第２材料の少なくとも１つのブロックとを含み、前記ブロックが少なくとも数mm^2である大面積を有する、積層構造体の製造方法であって、
前記方法が、以下の連続した段階、
－前記第１材料の前記基板（１０）において、前記基板の１つの面からキャビティ（１１）を形成する段階と、
－前記第１材料と、前記キャビティ（１１）を充填する第２材料を得るために寄与する少なくとも１つの化学成分との間で、前記キャビティ（１１）の壁から開始される反応によってブロック（１４）を形成する段階と、
－前記基板の前記面を平坦化する段階と、
－前記基板の平坦化された面上に前記薄膜を分子接合する段階と、を含み、
－前記キャビティ（１１）を形成する段階が、前記キャビティの底部から突出している第１材料の部分（１２）を残し、第１材料のこれらの部分（１２）が、０．１μmから６μmの間の幅を有し、１００μm程度の距離で隔離されるように行われ、
－前記ブロックを形成する段階が、前記突出している第１材料の部分から、前記基板（１０）の前記面上に突出する第２材料（１５）の突出部が得られるように行われることを特徴とする方法。
【請求項２】

前記突出している第１材料の部分（１２）が、前記キャビティの底部から突出している壁または柱によって形成されることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記キャビティを形成する段階が、前記突出している第１材料のいくつかの部分を残し、キャビティ内にいくつかの胞を画定するように行われることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記平坦化する段階が、化学機械研磨または機械研磨によって行われることを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
シリコンから成る基板（１０）において、酸化シリコンのブロック（１４）を形成するために、シリコンの熱酸化が実施されることを特徴とする、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
ＳｉＧｅから成る基板において、酸化ＳｉＧｅのブロックを形成するために、ＳｉＧｅの熱酸化が実施されることを特徴とする、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
シリコンから成る基板において、ＳｉＮのブロックを形成するために、シリコンの窒化が実施されることを特徴とする、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
前記キャビティを形成する段階と、前記ブロックを形成する段階との間に、前記反応を受けるべきでない基板の部分をマスクする段階を含むことを特徴とする、請求項１～７のいずれか一項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、特定の積層構造を製造するための混合基板の製造方法に関する。このような積層構造は、混合基板を接合界面上で別の基板または層と接合することによって得られる。
【背景技術】
【０００２】
半導体業界において、積層及び接合による構造体の製造がしばしば必要とされる。例えば、２つの基板は、基板の１つの主面を別の基板の主面と分子接合（または“ウエハー接合”）することによって組み立てられ得る。このため、接触される面は、この分子接合を可能にするために注意深く調整されなければならない。この調整は、密接な接触（ミラークオリティ面）を得るために、接触する面の化学機械研磨、これらの面のクリーニング、そこの活性化を含み得る。
【０００３】
この分子接合技術は、それらの組成に関して均一な面を備えた半導体基板の接合に対して非常に優れた結果をもたらす。しかしながら、この技術を不均一な面を備えた基板に適用すると、問題を引き起こし得る。このような基板は“混合基板”と称される。従って、混合基板の主面（接合される面）は、基板の残りの部分とは異なる性質を有する少なくとも１つの領域を備え得る。混合基板の例は、基板の接合される面に平坦に位置する酸化シリコンのブロックを備えたシリコン基板から成り、酸化物のブロックはシリコン領域と交互に配置されている。混合基板の別の例は、接合される面が酸化物の薄いブロックと、酸化物の厚いブロックとを交互に備えたシリコン基板から成る。混合基板のさらに別の例は、接合される面が、局所的ドーピング及び／もしくはより広範囲またはより狭範囲の導電性材料の含有によって得られる導電領域と絶縁領域とを交互に備えた半導体基板から成る。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】米国特許第５７４７３７７号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
分子接合を目的とした混合基板の表面調整は、問題を引き起こし得る。例として、その１つの面が少なくとも１つの平坦な酸化シリコンのブロックを備えたシリコン基板の場合を検討する。このような基板の突出部を、図１Ａ及び１Ｂに関連して説明する。図１Ａは、シリコンから成る基板１を示し、その主面の１つはキャビティ２（１つのキャビティしか示されていないが、基板はいくつか備え得る）を形成するためにエッチングされている。基板１のキャビティの外側の主面は、マスクとして作用する窒化シリコン膜３で被覆される。窒化シリコン膜３が、キャビティが作製される以前に基板１上に堆積されていると好都合である。この膜は、前記キャビティを作製するためのマスクとしても作用し得る。その後、酸化シリコンを、キャビティが充填されるまで、熱酸化によって成長させる。図１Ｂは、シリコン基板１に酸化シリコンのブロック４が得られた結果を示す。使用した方法によりさらに、キャビティの端部に突出部５が形成される。これらの突出部は、キャビティ２の上部領域６からの酸化物の成長及びシリコンに対する熱酸化物の膨張の結果である。酸化物はキャビティを充填し、キャビティの初期底部を越えて広がる。
【０００６】
図１Ｂはさらに、窒化膜３上に酸化シリコンが存在することを示している。これは、酸化工程によるものであり、反応の間に窒化シリコンの部分的消費を引き起こす。
【０００７】
従って、図１Ｂに示す混合基板は、分子接着によって混合基板の面を別の基板の面と接合することができるようにするために、（化学機械研磨または平坦化による）表面調整を必要とする。これは、良好な直接接合を得るために、表面上に存在するあらゆる粗さ及びトポロジーを最大限可能な範囲まで除去することが必要だからである。
【０００８】
しばしば直面する１つの問題は、処理された表面の平坦化の効果が異なることである。この効果の違いは、例えば表面上のトポロジーの分布、または例えば異なる材料の表面の性質（機械化学平滑化の間の攻撃の選択性）に依存する。
【０００９】
いくつかの領域は、他の領域と比較して過度に研磨されることに気づくだろう（へこみ現象と称される）。このことにより、表面上にわずかなくぼみが生じる。これらのくぼみは、別の基板の平坦な面との密接な接触に弊害をもたらし、接合欠陥を生じさせることが理解されるだろう。さらに、２つの基板を組み合わせた後、これらのくぼみが基板の１つの絶縁領域に現れた場合、絶縁領域の誘電品質を劣化させる結果となり得る。
【００１０】
このような接合構造に求められる用途では、数mm^2または数cm^2の絶縁領域を生成することが想定される。これらの絶縁領域は、適当な寸法のブロックに生成される。絶縁体の品質について、誘電剛性は、使用される基板の表面に垂直な軸に沿って良好でなければならない。二酸化シリコン絶縁領域の場合において、良好な誘電剛性を確保するために、熱酸化によってこの絶縁体を生成させることが好ましい。キャビティ中に生成された二酸化シリコンの厚さは、シリコン基板に生成されたキャビティの初期深さの二倍程度である。
【００１１】
大面積（数mm^2または数cm^2）の絶縁領域が求められる場合、得られるブロックの寸法が大きいことに起因して突出部の間で表面の空洞化が引き起こされるため、トポロジー平滑化の試みは失敗する。その結果、マイクロメートル程度範囲に渡って表面の粗さが十分であったとしても、後続の接合を妨げる平坦欠陥が生じる。

【００１２】
米国特許第５７４７３７７号（特許文献１）には、シリコン基板の面に浅い絶縁溝を形成する方法が開示されている。フィールド酸化物領域（field oxide region）を形成するために、基板に一連の溝を生成することが提案されている。同一の後の領域に対応する溝は壁によって分離され、その壁の幅の桁数は溝と同じである。次に、溝を充填するために壁の酸化（側面の酸化）が行われる。この場合、開始地点が壁の無い単純なキャビティであれば酸化時間はずっと短縮される。しかしながら、電気絶縁性は垂直方向に欠陥が生じ得る。さらに、米国特許第５７４７３７７号（特許文献１）で開示されている方法は、特にＣＭＯＳトランジスタのフィールド酸化物領域を生成するためのものである。これは、材料の少量の除去を伴う平坦化を可能にするためには大きすぎる壁の密度を含む。溝から形成された絶縁領域の粗さは、マイクロメートルの範囲に渡って処理することができるが、ミリメートル単位では不可能である。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
本発明は、前述の従来技術の欠点を改善するために発明されたものである。
【００１４】
本発明は、表面の粗さを大幅に減少させる規則的な間隔の突出部を備えてキャビティが形成された混合基板の製造方法を提案する。構造基板上の表面物質を最小限除去することによって、全ての突出部を効果的に平坦化することができるように、突出部の密度及び側面の範囲は、限定されている。突出部の間の距離は、１００μｍ程度であり得、突出部の幅は０．１から６μｍ程度であり得る。
【００１５】
本発明の主題は、混合基板、すなわち基板材料と異なる材料の少なくとも１つのブロックを備えた基板の製造方法であり、その方法は、以下の連続した段階、
－第１材料の基板において、その面の内の１つからキャビティを形成する段階と、
－前記第１材料と、前記キャビティを充填する第２材料を得るために寄与する少なくとも１つの化学成分との間で、前記キャビティの壁から開始される反応によってブロックを形成する段階と、
－前記基板の第１面を平坦化する段階と、を含み、
－前記キャビティを形成する段階が、少なくとも前記キャビティの底部から突出している第１材料の部分を残すように行われ、
－前記ブロックを形成する段階が、突出している第１材料の部分から、前記基板の前記面上に突出する第２材料の突出部が得られるように行われることを特徴とする。
【００１６】
第１変形によると、突出している第１材料の部分は、キャビティの底部から突出している壁または柱から成る。
【００１７】
第２変形によると、キャビティを形成する段階は、突出している第１材料のいくつかの部分を残し、キャビティ内にいくつかの胞を画定するように行われる。
【００１８】
平坦化する段階は、化学機械研磨または機械研磨によって行われることができる。
【００１９】
特定の適用によると、基板はシリコンから成り、二酸化シリコンのブロックを形成するためにシリコンの熱酸化が実施される。
【００２０】
別の特定の適用によると、基板はＳｉＧｅから成り、酸化ＳｉＧｅのブロックを形成するためにＳｉＧｅの熱酸化が実施される。
【００２１】
さらに別の特定の適用によると、基板はシリコンから成り、ＳｉＮのブロックを形成するためにシリコンの窒化が実施される。

【００２２】
本方法はさらに、キャビティを形成する段階とブロックを形成する段階との間に、前記反応を受けるべきでない基板の部分をマスクする段階を含むことができる。
【００２３】
平坦化する段階の後、基板の平坦化された面上に薄膜を接合させる段階を備えることができる。
【図面の簡単な説明】
【００２４】
添付図面及び限定的でない実施例によって与えられる以下の詳細な説明を読むことで、本発明はより深く理解され、その他の利点及び特徴が明らかとなるだろう。
【００２５】
【図１Ａ】従来技術による混合基板の製造方法を示す断面図である。
【図１Ｂ】従来技術による混合基板の製造方法を示す断面図である。
【図２Ａ】本発明による混合基板の製造方法を示す断面図である。
【図２Ｂ】本発明による混合基板の製造方法を示す断面図である。
【図２Ｃ】本発明による混合基板の製造方法を示す断面図である。
【図３】スペーサーの幅に応じた酸化スペーサーの高さを示す概要図である。
【発明を実施するための形態】
【００２６】
一例として、以下において、初期基板はシリコンで形成され、ブロックは酸化シリコンで形成されるだろう。ブロックを得るために使用される反応は、初期基板を形成しているシリコンの熱酸化であり、この酸化は初期基板中に形成されたキャビティで開始される。
【００２７】
図２Ａから２Ｃは、本発明による混合基板の製造方法を示す。
【００２８】
図２Ａは、窒化シリコン１３の層が好都合にその主面の１つに堆積されたシリコンから成る基板１０を示す。変形として、キャビティを製造した後にこの層を堆積することができる。キャビティ１１は、この主面からエッチングによって形成され、層１３はこのキャビティを製造するためのエッチングマスクとして作用することができると有利である。エッチングは、キャビティの底部から突出している部分１２をキャビティ１１中に残すように行われる。部分１２は、例えば柱または壁である。それらの数、間隔、及びサイズは、後続の化学機械平坦化の結果へこむ（ｄｉｓｈｉｎｇ）現象を防ぐまたは制限するように、キャビティのサイズに応じて設計される。部分１２の特徴（数、間隔、サイズ）は、テストの間に決定することができる。
【００２９】
熱酸化の後、キャビティ１１でシリコン柱が完全に酸化されていることが求められると有利であろう。これら柱の幅は、発生が望まれる酸化物の厚さと特に相関性があるだろう。この厚さが厚いほど、柱の幅は広くなることができる。
【００３０】
窒化シリコンの膜１３は、キャビティ１１及びキャビティに属する部分１２を被覆しない。しかしながら、部分１２の上部には存在する。
【００３１】
その後、キャビティのシリコンの熱酸化、すなわち底部、キャビティの壁及びキャビティの部分１２の壁の酸化が実施される。キャビティから形成され、二酸化シリコンから成る突出部１５が点在する二酸化シリコンブロック１４を示す図２Ｂに示した構造が得られるまで酸化が行われると有利である。酸化は、部分１２（図２Ａ参照）が完全に二酸化シリコンへと変換されるように有利に行われた。しかしながら、この適用によると、わずかなシリコンの部分１２が残り得る。
【００３２】
図２Ｂにおいて、酸化の間に、窒化物の層が完全に消費されたことに気づくだろう。変

形において、この窒化物の層の部分は二酸化シリコンに囲まれて残り得る。

【００３３】

以下の段階は、例えば化学機械研磨による基板の主面の平坦化から成る。研磨により突出部１５が除去され、基板１０の主面が平坦化される。ブロック１４は、最小限のへこみを有する平坦な面を備え、平面性の点から、例えばシリコンから成る薄膜との接合に適合する。

【００３４】

（実施形態１）

キャビティは、シリコン基板の表面上にエッチングされる。図２Ａの参照符号１１のこのキャビティは、１組のサブキャビティ、もしくはキャビティの底部から盛り上がった部分または隔壁または壁（図２Ａの参照符号１２）によって分離された胞から成る。キャビティは、１．５μｍの深さを有する。胞は、１００μｍの幅を有する。胞を分離する隔壁または壁は２μｍの厚さを有する。

【００３５】

蒸気の下での１１００℃の熱酸化によって、３μｍの二酸化シリコンが、エッチングされた領域に生成される。後の絶縁ブロックの外側に位置する基板の領域は、酸化を防ぐために窒化シリコンの膜によって保護される。胞の分離壁が、これらの壁の初期幅及び生成された酸化物の厚さによって、高さに渡って酸化されることが観察されるだろう。これらの壁の寸法（特に厚さ）は、壁の初期高さ全体にわたって酸化されるように選択されると有利である。さらに０．８μｍの高さの突出部がこれらの壁に沿って垂直に観察されるだろう。突出部は、キャビティの端部で１μｍから１．２μｍの間の高さを有する。

【００３６】

化学機械平坦化は、後の絶縁領域に沿って特に垂直に実施され、特徴づけられる。“標準”領域、つまり突出部によって保護されていない領域と、突出部によって“保護された”領域とで得られたへこみの平均値が、凝集されていれば、突出部が存在する効果によってへこみが効果的にずっと減少されたことがわかる。

【００３７】

例えば、１．１μｍの高さの端部突出部及び３ｍｍ×３ｍｍの絶縁領域の隣接する表面に対する平坦化工程の間、領域が保護突出部を備えていれば、へこみは５０ｎｍより小さくまたは１０ｎｍより小さく低減されるが、領域が保護突出部を備えていなければ、５０ｎｍを超えるへこみが得られる。得られた基板は次に、可能であれば適当な表面調整の後、ＳＯＩ領域と純領域（ｓｏｌｉｄ　ａｒｅａ）とを備えた混合基板を形成するために、この面でシリコン薄膜と接合させることができる。

【００３８】

（実施形態２）

キャビティは、シリコン基板の表面上にエッチングされる。このキャビティ（図２Ａの参照符号１１）は、１組のサブキャビティ、もしくはキャビティの底部から盛り上がった部分または隔壁または壁（図２Ａの参照符号１２）によって分離された胞から成る。キャビティは、１．５μｍの深さを有する。胞は、１００μｍの幅を有する。胞を分離する隔壁または壁は４μｍの厚さを有する。

【００３９】

３μｍの二酸化シリコンは、蒸気の下での１１００℃の熱酸化によって、エッチングされた領域に生成される。後の絶縁ブロックの外側に位置する基板の領域は、酸化を防ぐために窒化シリコンの膜によって保護される。胞の分離壁が、０．５μｍの高さにわたって完全に酸化されていることが観察されるだろう。さらに０．７μｍの高さの突出部が、これらの壁に沿って垂直に観察されるだろう。突出部は、キャビティの端部で１μｍから１．２μｍの間の高さを有する。

【００４０】

研磨及び表面調整の後、この基板は、異なる厚さの酸化物領域を備えたＳＯＩ基板を形成するために、表面が酸化された酸化シリコン薄膜と組み立てられることができる。

【００４１】
（実施形態３）
キャビティは、シリコン基板の表面上にエッチングされる。このキャビティは、キャビティの底部から盛り上がった壁またはスペーサーによって分離された１組の胞から成る。キャビティは、１．５μｍの深さを有する。胞は、１００μｍの幅を有する。胞を分離する壁は２μｍの厚さを有する。
【００４２】
後の絶縁ブロックの外側に位置する領域は、基礎膜（pedestal film）と称される例えば、熱的、化学的、もしくは乾式プラズマまたはＵＶ／O_3型によって得られる酸化シリコン膜によって被覆される。この膜の厚さは０．５μｍより薄く、好ましくは５０ｎｍより薄く、さらに好ましくは２０ｎｍより薄い。この酸化物の膜は、後続の酸化に対するバリアを形成するために窒化シリコン膜によって保護される。
【００４３】
３μｍの二酸化シリコンは、蒸気の下での１１００℃の熱酸化によって、エッチングされた領域に生成される。その後胞の分離壁が、２μｍの高さにわたって完全に酸化されていることが観察される。さらに０．８μｍの高さの突出部が、これらの壁に沿って垂直に観察される。突出部は、キャビティの端部で１μｍから１．２μｍの間の高さを有する。
【００４４】
化学機械平坦化は、後の絶縁領域に沿って特に垂直に実施され、特徴づけられる。“標準”領域、つまり突出部によって保護されていない領域と、”保護された”領域で得られたへこみの平均値を比較すると、突出部が存在する効果によってへこみが実際にずっと減少されていることがわかる。へこみは、“標準”領域では５０ｎｍを超え、”保護された”領域では５ｎｍ程度である。
【００４５】
例えば、１．１μｍの高さを有する端部及び３ｍｍ×３ｍｍの絶縁領域の隣接する表面に対する平坦化工程の間、領域が保護突出部を備えていれば、へこみは５ｎｍより小さく低減されるが、領域が保護突出部を備えていなければ、５０ｎｍを超えるへこみが得られる。
【００４６】
本実施例は、様々な厚さの酸化物、多様な形状の突出部分（スペーサー、壁、隔壁、柱）、多様な厚さのスペーサー、突出部分の上部が底部より広い（図２Ａに示す）または反対に狭くなることができ、高さによって変化する幅を有するスペーサー（台形状）、によって変化することができる。
【００４７】
酸化時間が短い、つまり後の絶縁ブロックの酸化物の厚さが小さいほど、スペーサーの幅は狭くなるだろう。
【００４８】
スペーサーの酸化される高さが高いほど、スペーサーの幅は狭くなるだろう。図３の概要図がこの特徴を説明している。この図で、Ｙ軸はスペーサーの酸化された高さｈを示し、Ｘ軸はスペーサーの幅ｌを示す。
【００４９】
本発明は、Si_xGe_yの熱酸化またはシリコンの窒化にも適用されるが、窒化は酸化よりもずっと少量のシリコンを消費するため、より浅いキャビティ用である。
【符号の説明】
【００５０】
１、１０　基板
２、１１　キャビティ
３、１３　膜
４、１４　ブロック
５、１５　突出部

６　キャビティの上部領域
１２　突出部分

【図１Ａ】

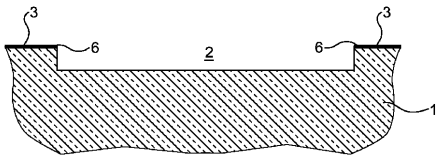


FIG.1A

【図１Ｂ】

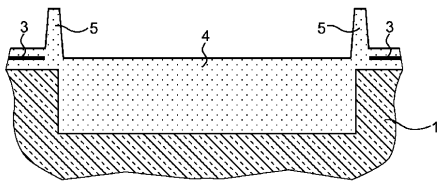


FIG.1B

【図２Ａ】

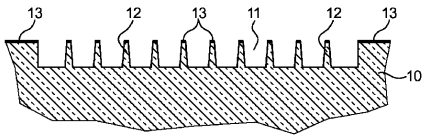


FIG.2A

【図２Ｂ】

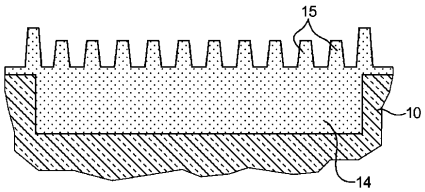


FIG.2B

【図２Ｃ】

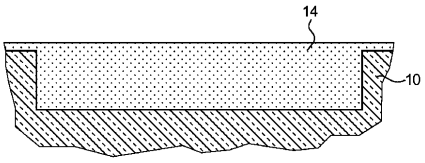


FIG.2C

【図３】

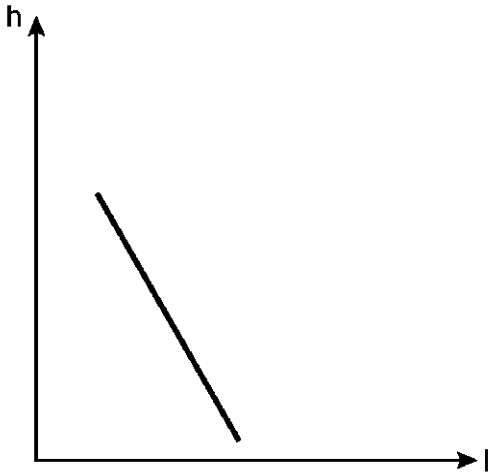


FIG.3

フロントページの続き

(72)発明者　ユベール・モリソー
フランス・Ｆ－３８１２０・サン・テグレーヴ・リュ・デュ・フルネ・２６
(72)発明者　シルヴィ・サルトーリ
フランス・Ｆ－３８２４０・メイラン・リュ・デ・アギナール・５１アー
(72)発明者　アンヌ－マリー・シャルヴェ
フランス・Ｆ－３８４５０・ヴィフ・ルート・ドゥ・ジラルディエール・９０・ル・ジュネヴレイ

審査官　小田　浩

(56)参考文献　特開昭５９－１３２１４２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／０７２８７１（WO，Ａ1）
特開昭６０－０８０２４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１９６５５１（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５１６４４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／０２