(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3978310号

(P3978310)

(45)発行日　平成19年9月19日(2007.9.19)　(24)登録日　平成19年6月29日(2007.6.29)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/76	(2006.01)	H01L	21/76	M
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	574
G03F 7/11	(2006.01)	G03F	7/11	503
H01L 21/316	(2006.01)	H01L	21/76	L
		H01L	21/94	A

請求項の数 8　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願2000-508135 (P2000-508135)
(86)(22)出願日　平成10年8月20日 (1998.8.20)
(65)公表番号　特表2001-514445 (P2001-514445A)
(43)公表日　平成13年9月11日 (2001.9.11)
(86)国際出願番号　PCT/US1998/017267
(87)国際公開番号　WO1999/010918
(87)国際公開日　平成11年3月4日 (1999.3.4)
審査請求日　平成13年9月7日 (2001.9.7)
(31)優先権主張番号　08/916,276
(32)優先日　平成9年8月22日 (1997.8.22)
(33)優先権主張国　米国 (US)

前置審査

(73)特許権者　500014068
マイクロン　テクノロジー，インコーポレイテッド
ＭＩＣＲＯＮ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＹ，ＩＮＣ．
アメリカ合衆国　８３７０６－９６３２
アイダホ州　ボイシ　サウス　フェデラル　ウェイ　８０００
(74)代理人　100100549
弁理士　川口　嘉之
(74)代理人　100089244
弁理士　遠山　勉
(74)代理人　100090516
弁理士　松倉　秀実

最終頁に続く

(54)【発明の名称】反射防止コーティングを使用する集積回路製作でのアイソレーション法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

集積回路の製作に使用する方法であって、

珪素基材を提供する工程と、

前記珪素基材上にパッド酸化物層を形成する工程と、

前記パッド酸化物層上に第１の酸化拡散バリア層を形成する工程と、

前記第１の酸化拡散バリア層上に無機性抗反射材料層を形成する工程と、

前記無機性抗反射材料層上に第２の酸化拡散バリア層を形成する工程と、

前記パッド酸化物層、前記第１の酸化拡散バリア層、前記無機性抗反射材料層および前記第２の酸化拡散バリア層を含む酸化拡散バリアスタックをパターニングして珪素材料の露出範囲を生じさせる工程と、

酸化拡散バリアスタックを通して珪素基材に溝をエッチングする工程と、

珪素材料の溝に絶縁材料を堆積させる工程とを有し、

前記第１の酸化拡散バリア層の形成工程は、窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択される材料のうち少なくとも一方から第１の酸化拡散バリア層を成形することを含み、

前記第２の酸化拡散バリア層の形成工程は、窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択された材料のうち少なくとも一方から第２の酸化拡散バリア層を成形することを含み、

前記酸化拡散バリアスタックがマスク材料を用いてパターニングされる方法。

【請求項２】

前記無機性抗反射材料層の形成工程が、ｙが０．２から１．０の範囲であるシリコンリッ

チ窒化珪素（SiN_y）、xが０．３から１．９の範囲であるシリコンリッチ酸化珪素（SiO_x）およびxが０．０１から１．０の範囲であり、yが０．０１から１．０の範囲であるシリコンリッチ酸窒化珪素（$SiO_x N_y$）の群から選択される材料の層の形成を含む請求項１の方法。

【請求項３】

集積回路の分離の形成に使用する方法であって、

半導体基材を提供する工程と、

前記半導体基材上にパッド酸化物層、第１の酸化拡散バリア層、無機性抗反射材料層および第２の酸化拡散バリア層を含む酸化拡散バリアスタックを形成する工程と、

前記半導体基材の露出範囲となるように、マスク材料を用いて前記酸化拡散バリアスタックのパターンを作成する工程と、

前記半導体基材の露出範囲を酸化させる工程とを備え、

前記酸化拡散バリアスタックの形成は、

前記半導体基材上にパッド酸化物層を形成するステップと、

前記パッド酸化物層上に第１の酸化拡散バリア層を形成するステップと、

前記第１の酸化拡散バリア層上に無機性抗反射材料層を形成するステップと、

前記無機性抗反射材料層上に第２の酸化拡散バリア層を形成するステップとを有し、

前記第１の酸化拡散バリア層の形成工程は、窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択される材料のうち少なくとも一方から第１の酸化拡散バリア層を成形することを含み、

前記第２の酸化拡散バリア層の形成工程は、窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択された材料のうち少なくとも一方から第２の酸化拡散バリア層を成形することを含む方法。

【請求項４】

酸化拡散バリアスタックのパターニング工程が、酸化拡散バリアスタックの一部分を除去するために酸化拡散バリアスタックを入れたプラズマリアクターに少なくとも１種のフルオロカーボンガスを連続的に流すことを含む請求項３の方法。

【請求項５】

珪素基材上に形成されるパッド酸化物層、第一の酸化拡散バリア層、第二の酸化拡散バリア層および無機性抗反射材料層を含む酸化拡散バリアスタックをパターニングして珪素基材の露出範囲を生じさせた後に、前記露出範囲を酸化させる酸化処理に用いる酸化拡散バリアスタックであって、

窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択された材料のうち少なくとも一方を含む第一の酸化拡散バリア層と、

窒化珪素および酸窒化珪素の群から選択された材料のうち少なくとも一方を含む第二の酸化拡散バリア層と、

第一と第二の酸化拡散バリア層の間の無機性抗反射材料層とを有し、

第一の酸化拡散バリア層がパッド酸化物層上に形成され、

酸化拡散バリアスタックがマスク材料を用いてパターニングされている酸化拡散バリアスタック。

【請求項６】

無機性抗反射材料が、yが０．２から１．０の範囲であるシリコンリッチ窒化珪素（SiN_y）、xが０．３から１．９の範囲であるシリコンリッチ酸化珪素（SiO_x）およびxが０．０１から１．０の範囲であり、yが０．０１から１．０の範囲であるシリコンリッチ酸窒化珪素（$SiO_x N_y$）の群から選ばれる、請求項５のスタック。

【請求項７】

第一および第二の酸化拡散バリア層のうちの少なくとも一方が窒化珪素を含む、請求項６のスタック。

【請求項８】

第一および第二の酸化拡散バリア層のうちの少なくとも一方が窒化珪素を含む、請求項５のスタック。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
発明の分野
本発明は集積回路の製造に関し、特に分離工程における反射防止膜の使用に関する。
【０００２】
発明の背景
半導体集積回路（ＩＣ）の製造において最重要な工程の一つにフォトリトグラフィがある。光学的フォトリトグラフィは、光学マスクによる像をフォトレジストの層に転写するものであり、このフォトレジスト層は、その下側にある、半導体基板アセンブリを構成する層で支持されている。フォトリトグラフィは、ＩＣ製造において最も複雑で重要な工程の一つである。精密な像のフォトレジスト転写性こそ、デバイス密度向上という要求に応える上で重要である。
【０００３】
フォトリトグラフィ工程では、まず照射源と、下側層の上に載ったフォトレジスト層との間に光学マスクを置く。この照射源は、例えば可視光線や紫外線であればよい。次に、フォトレジストを光学マスクを通して照射光に当てることにより、像を転写する。マスクの一部には例えばクロムなどの不透明な層があり、下側に来るフォトレジストが露光しないようになっている。これ以外のマスク部分は透明で、下側に来るフォトレジストが露光するようになっている。
【０００４】
通常、フォトレジスト層の下側の層には、パターン形成層が１層以上ある。すなわち、層にパターンを形成する際、層の材料を選択的に除去する。材料の層にパターンを形成できれば、ＩＣを製造することができる。すなわち、パターン形成層を、ＩＣの各デバイスの構成要素として用いるのである。使用するフォトレジストの種類（ポジ型・ネガ型）に応じて、基板が現像液に触れた時に露光したフォトレジストが除去されるか、露光したフォトレジストが現像液中で溶けにくくなる。このように、パターン形成フォトレジスト層が、下側層の上に形成される。
【０００５】
従来の光学フォトリソグラフィに伴う問題の一つに、マスクの透明部分の下側に来るフォトレジストを均等に露光させるのが難しい、という点がある。最適な仕上がりを得るためには、フォトレジストの露光強度を均等にすることが望ましい。
ある程度厚みのあるフォトレジストの層を用いる場合、そのフォトレジストは露光時点において部分的に透明であり（または透明となり）、下側層の表面にあるフォトレジストが外面部のフォトレジストと実質的に同程度露光されるようになっていなければならない。しかしながら、フォトレジストを通過する光は、基板アセンブリの下側層の表面から、光源の方に反射してしまうことが多い。光の反射角度は、下側層表面の微細構成と下側層の材料の種類とによって左右される。反射光の強度は、フォトレジストの深さ全体にわたり、または深さの一部においてバラツキがあり、そのためフォトレジストの露光が不均等になったり、露光が好ましくない状態になることがある。そのようなフォトレジスト露光の結果、ＩＣの諸形状（ｆｅａｔｕｒｅｓ）（例えばゲート、金属配線など）の管理が不良となることがある。
【０００６】
フォトレジスト層における光反射のバラツキを最小限に抑えるため、基板アセンブリの下側層とフォトレジスト層との間に、または、フォトレジスト層と照射源との間に形成する反射防止膜が使われてきた。このような反射防止膜を使えば、表面反射によるフォトレジスト露光を最低限に抑えられ、照射源からフォトレジストに入射する光によるフォトレジスト層を横切る露光についても、管理が容易になる。
【０００７】
典型的には、反射防止膜は有機性である。ただし、有機物の層があると、フォトリトグラフィ工程の実施後に下側層から有機物を完全に除去できなかった場合に集積回路（ＩＣ）に粒子が残留することがある。このような粒子残留はＩＣの電子的性能上、害となり得る

。さらに、有機物を形成する下側層にムラができ、反射防止膜として用いる有機物の厚さにバラツキが出ることがあり、例えば、下側層のあちこちに有機物が厚くなっている箇所が見つかることがある。すると、有機物を除去しようとする時に、エッチングが下側層に到達して停止した場合、有機物が残留することがある。エッチングが進行して厚い部分もエッチングされた場合、下側層のエッチングは好ましくない状態となる（例えば、下側層が突き抜けるなど）ことがある。

【０００８】

無機抗反射層もまた最近導入されている。例えば、高シリコン性（ｓｉｌｉｃｏｎ－ｒｉｃｈ）二酸化シリコン、高シリコン性窒化物、高シリコン性オキシ窒化物は無機抗反射層として使用されている。係る無機抗反射層は、例えば金属ラインおよびポリシリコンゲートのパターンどりにおいて使用されている。

集積回路の製作では、回路基板にパターン化されたフォトレジスト層を形成後、通常その他の多くの工程が実施される。例えば、フォトレジストは打ち込み段階において打ち込みバリアーとして働くことができる。フォトレジストはさらに、回路基板またはその中の個々の層にエッチングされた領域（例えばコンタクトホール）の外周を決定するのに使用できる。ここでもフォトレジストはエッチング工程においてバリアーの役割を果たしている。

【０００９】

一般的なフォトリトグラフィーの工程には、支持回路基板上のパッド酸化物層およびシリコン窒化物層にあるパターン化されたフォトレジスト層を使用することが含まれる。パッド酸化物層は、近接の成長する酸化物の容量増大、および次に続く熱酸化中に問題となるシリコンウェーハおよびシリコン窒化物層の熱膨張係数の大きな相違によるストレスを緩衝する目的で使用される。パターン化されたフォトレジスト層は、回路基板のフィールド領域におけるパッド酸化物層とシリコン窒化物層（例えば、ＬＰＣＶＤシリコン窒化物）を選択的に取り除くことに使用される。

【００１０】

かかるフィールド領域がパッド酸化物層およびシリコン窒化物層の残留する領域によって決定された後、パターン化されたフォトレジスト層が取り除かれる。その後、回路基板のフィールド領域が、例えば湿式酸化法を使用することにより酸化され、フィールド領域にフィールド酸化物を形成する。シリコン窒化物層は酸素拡散を阻むバリアーとして働き、底にある活性領域の酸化を防いでいる。この技法はＬＯＣＯＳ（Local Oxidation of Silicon；シリコンの局所的酸化）法としてよく知られている。しかしながら、ＬＯＣＯＳ法での繰り返し起こる問題には、活性領域におけるシリコン窒化物の縁の下側へのフィールド酸化による侵食がある。これはよく、「ｂｉｒｄ’ｓ　ｂｅａｋ：鳥のくちばし」現象として言及されるものである。鳥のくちばしを含んだ活性領域は、基本的には装置の組立において使用不可能であるため、装置の密度が増大するにつれ、鳥のくちばし問題はさらに深刻化する。

【００１１】

もう一つのよく知られた電気的分離技法は溝分離法である。溝分離法では、回路基板に溝（ｔｒｅｎｃｈ）がエッチングされ、堆積酸化物で満たされる。溝分離法はさらに、回路基板にエッチングされた溝の深さにより浅溝分離法（ＳＴＩ）または深溝分離法（ＤＴＩ）として言及される。酸化物が溝を満たすべく堆積した後、回路基板にエッチングされた溝の外の領域より酸化物を取り除くためそれはパターン化される。酸化物のパターン化は従来のフォトリトグラフィーを使用する。

【００１２】

発明の要約

集積回路の分離（アイソレーション）領域を形成するためのよく制御された方法が必要とされている。係る方法をよりよく制御できる１つの方法としては、そこで使用されるフォトリトグラフィーの手順の改善を通して行うものがある。例えば、パターン化の段階で使用されるフォトレジストの露光を均一化することが望ましい。本発明は、無機抗反射（反

射防止）層を使用した様々な方法と構造を提供するものである。

【００１３】

本発明による集積回路の組立に使用される酸化物拡散バリアースタックを形成する方法には、半導体回路基材のアセンブリを提供すること、および半導体回路基材のアセンブリ上に無機抗反射材料層を形成することが含まれる。酸化物拡散バリアー層はこの後、無機抗反射材料層上に形成される。

本発明による集積回路の組立に使用される酸化物拡散バリアースタックを形成するもう一つの方法には、半導体回路基材のアセンブリを提供すること、および半導体回路基材のアセンブリ上にパッド酸化物層を形成することが含まれる。無機抗反射材料層はこの後、パッド酸化物層上に形成され、酸化物拡散バリアー層が無機抗反射材料層の上に形成される。

【００１４】

本発明による集積回路の組立に使用される酸化物拡散バリアースタックを形成するさらにもう一つの方法には、半導体回路基材のアセンブリを提供すること、および半導体回路基材のアセンブリ上にパッド酸化物層を形成することが含まれる。この後、パッド酸化物層上に最初の酸化物拡散バリアー層が形成され、最初の酸化物拡散バリアー層上に無機抗反射材料層が形成され、無機抗反射材料層の上に第二の酸化物拡散バリアー層が形成される。

【００１５】

この方法の様々な実施例において、半導体回路基材のアセンブリはシリコン回路基板である。抗反射材料層には、シリコン窒化物、シリコン酸化物、シリコン酸窒化物のグループより選択された材料の層が含まれる。抗反射材料層は高シリコン性層である。抗反射素材層はおよそ１．７からおよそ３．０の屈折率を有し、および／または、酸化拡散バリアー層はシリコン窒化物またはシリコン酸窒化物の層であってもよい。

【００１６】

さらに、集積回路用分離形成の使用方法が提供される。同方法には、半導体回路基材の提供と、半導体回路基材上の酸化拡散バリアースタックの形成が含まれる。酸化拡散バリアースタックには無機抗反射材料層が含まれる。酸化拡散バリアースタックはパターン化されてその結果半導体回路基材の露出域ができ、この半導体回路基材の露出域が酸化される。

【００１７】

本発明による酸化拡散バリアースタックには、半導体回路基材のアセンブリ上に形成された無機抗反射材料層および無機抗反射材料層上に形成された酸化拡散バリアー層が含まれる。

本発明によるもう一つの酸化拡散バリアースタックには、半導体回路基材のアセンブリ上に形成されたパッド酸化層、酸化拡散バリアー層、パッド酸化層および酸化拡散バリアー層の間の無機抗反射材料層が含まれる。

【００１８】

本発明によるさらにもう一つの酸化拡散バリアースタックには、第一酸化拡散バリアー層、第二酸化拡散バリアー層、第一および第二酸化拡散バリアー層の間の無機抗反射材料層が含まれる。

様々なスタックの実施例において、無機抗反射材料は高シリコン性（ｓｉｌｉｃｏｎ－ｒｉｃｈ）シリコン酸化物、高シリコン性シリコン窒化物、高シリコン性シリコン酸窒化物より選択することができ、および／または酸化拡散バリアー層はシリコン窒化物層またはシリコン酸窒化物層でもよい。

【００１９】

下記の図は、本発明の説明および理解を容易にするために提供されるものである。従って、図中の尺度および寸法は正確なものではない。

図１Ａは、半導体回路基材に支えられたパッド酸化物層の断面図である。

図１Ｂは図１Ａの構造の断面図であり、本発明により無機抗反射コーティングが形成され

ているものである。
【００２０】
図１Ｃは図１Ｂの構造の断面図であり、シリコン窒化物が形成されている。
図１Ｄは図１Ｃの構造の断面図であり、下層にある材料をパターン化するべくフォトレジスト層が形成されているものである。
図１Ｅは図１Ｄの構造の断面図であり、シリコン窒化物、抗反射コーティング、パッド酸化物層の下層スタックがパターン化されたものである。
【００２１】
図１Ｆは図１Ｅの構造の断面図であり、パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域にフィールド酸化物が形成されているものである。
図２Ａは、半導体基材によって支えられたパッド酸化物層の構造の断面図である。
図２Ｂは、第一シリコン窒化物層が形成された図２Ａの構造の断面図である。
【００２２】
図２Ｃは、抗反射層が形成された図２Ｂの構造の断面図である。
図２Ｄは、第二シリコン窒化物層が形成された図２Ｃの構造の断面図である。
図２Ｅは、下層材料をパターン化すべく形成されたフォトレジスト層が存在する図２Ｄの構造の断面図である。
図２Ｆは、第二シリコン窒化物、抗反射、第一シリコン窒化物、パッド酸化物層の下層スタックがパターン化された図２Ｅの構造の断面図である。
【００２３】
図２Ｇは、パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域にフィールド酸化物が形成された図２Ｆの構造の断面図である。
図３Ａは、半導体基材によって支えられた抗反射層の構造の断面図である。
図３Ｂは、シリコン窒化物層が形成された図３Ａの構造の断面図である。
図３Ｃは、下層の材料をパターン化すべくフォトレジスト層が形成された図３Ｂの構造の断面図である。
【００２４】
図３Ｄは、抗反射コーティングおよびシリコン窒化物層の下層スタックがパターン化された図３Ｃの構造の断面図である。
図３Ｅは、パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域でフィールド酸化物が形成された図３Ｄの構造の断面図である。
図４Ａおよび４Ｂは、本発明による溝分離法の断面図である。
【００２５】
態様の詳細な説明
集積回路（ＩＣ）において電気的分離を形成する際より良く制御されたフォトリトグラフィーを提供するには、抗反射コーティング（ＡＲＣ）が使用される。ＡＲＣの使用により、下層の回路基材アセンブリに形成されたフォトレジストに対して均一の露出を実現することができる。従って、フォトレジストにおいては、明確なパターンが再現できる。フォトレジストで明確なパターンを形成することは、下層材料のパターンを明確化することにつながる。装置密度が増大するにつれ、係る精密な鮮明度はますます重要性を増している。
【００２６】
本発明において使用される回路基材アセンブリという用語は、半導体基材およびそこに１つ以上の層、領域が形成された半導体基材を含むがそれに限定されない、広範囲で様々な半導体ベースの基材を含んでいることを理解すべきである。半導体基材は、シリコンウェーハのような単層材料であることもあり、またはその他の半導体基材構造に加えて、シリコン・オン・サファイア（ＳＯＳ）技術、シリコン・オン・インシュレータ（ＳＯＩ）技術、ドープまたは非ドープの半導体、ベース半導体に支えられたシリコンのエピタキシャル層を含むものと理解される。下記の説明において半導体基材アセンブリに対する言及があった場合、半導体基材の領域／接合を形成するために様々な処理工程が使用された、あ

るいは基材に関連した材料の１つ以上の層または領域を形成するために使用された可能性を持つ。

【００２７】

本発明においては、ＡＲＣは無機性であることが望ましい。係る推奨される無機ＡＲＣは、フォトリトグラフィーに使用されるフォトレジスト層および下層の間に形成される。本発明による適切なＡＲＣ材料には、非化学量論的高シリコン性酸化物、高シリコン性窒化物、高シリコン性酸窒化物が含まれる。高シリコン性酸化物の好ましい化学式はSiO_xであり、ｘはおよそ０．３からおよそ１．９の間である。高シリコン性窒化物の好ましい化学式はSiN_yであり、ｙはおよそ０．２からおよそ１．０の間である。高シリコン性酸窒化物の好ましい化学式は$SiO_x N_y$であり、ｘおよそ０．２からおよそ１．９の間であり、ｙはおよそ０．１からおよそ１．０の間である。

【００２８】

さらに、適切なＡＲＣ材料は一般的に、およそ２４８ナノメーターの波長で屈折率およそ１．７からおよそ３．０、吸収係数およそ０．２からおよそ２．０である。およそ２４８ナノメーターの波長で屈折率およそ２．０からおよそ２．７、吸収係数およそ０．４からおよそ１．５であることが好ましい。必要とされる吸収係数は、下層回路基材アセンブリの諸形状（ｆｅａｔｕｒｅｓ）と層に加えて、フォトレジストおよびフォトレジストが形成される基材アセンブリのその他の下層によるものである。非化学量論的ＡＲＣ材料のシリコン量が増大するにつれ、波長に依存して、通常、ＡＲＣ材料の屈折率および吸収係数もまた増大する。例えば、これは一般的に波長および３６５ナノメーターの場合である。

【００２９】

ＡＲＣ材料層は、基材アセンブリ上で化学気相成長（ＣＶＤ）を使用して形成される。望ましくは、プラズマ支援化学気相成長（ＰＥＣＶＤ）を使用する。ＰＥＣＶＤによって比較的低温度の約摂氏４００度で層の構成が可能である。ある先駆体ガスの流量を制御することによって、基材上に必要な化学量論量の物質を生成することができる。例えば、より多くの特定の成分が結果として得られる物質中で要求される場合、その成分の先駆体ガスの流量を増加するか、またはもう片方の先駆体ガスの流量を減らします。

【００３０】

シリコン含量の多い（ｓｉｌｉｃｏｎ－ｒｉｃｈ）酸化物は、シリコンを含む先駆体ガスと酸素を含む先駆体ガスをプロセス・チャンバーに流して生成される。典型的には、不活性なキャリヤーガス、例えばアルゴンまたはヘリウムも使用される。シリコンを含む先駆体ガスはシラン系（例えば、シラン、ジシラン、ジクロロシランなど）のどんな化合物でもよい。望ましくは、酸素を含む先駆体ガスは亜酸化窒素（N_2O）であるが、O_2、ＮＯ、N_2O_2、およびNO_2を含む他の酸素含有先駆体も利用できる。

【００３１】

シリコンを多く含む窒化物はシリコンを含む先駆体ガスと窒素を含む先駆体ガスをプロセス・チャンバーに流して生成される。典型的に、キャリヤーガス、例えば、窒素も使用される。シリコンを含む先駆体ガスはシラン系（例えば、シラン、ジシラン、ジクロロシランなど）のどんな化合物でもよい。望ましくは窒素含有先駆体ガスはアンモニア（NH_3）であるが、他の窒素を含む先駆体ガス、例えば窒素または〔ＣｎＨ２ｎ＋１〕ＮＨ系のガス（例えば、$〔CH_3〕_2NH$）を使用してもよい。

【００３２】

シリコン含量の多い酸窒化物はシリコンを含む先駆体ガス、酸素を含む先駆体ガス、および窒素を含む先駆体ガスをプロセス・チャンバーに流して生成される。典型的には、キャリヤーガス、例えば、窒素も使用される。シリコンを含む先駆体ガスはシラン系（例えば、シラン、ジシラン、ジクロロシランなど）のどんな化合物でもよい。望ましくは、酸素を含む先駆体ガスは亜酸化窒素N_2Oであるが、例えば、O_2、ＮＯ、N_2O_2、およびNO_2も使用できる。望ましくは窒素含有先駆体ガスはアンモニア（NH_3）であるが、例えば、窒素または〔ＣｎＨ２ｎ＋１〕ＮＨ系のガスを使用してもよい。

【００３３】

本発明に従ってＡＲＣ材料を使用するとき、ＡＲＣ材料の層は酸化拡散バリアスタックで生成される。通常、酸化拡散バリアスタックはブランケット層として支持用半導体構造上で形成される。その後、フォトレジストの層が酸化拡散バリアスタックの上に形成される。そして、フォトレジストは、通常のフォトリトグラフィを使用して露光される。フォトレジストは現像液と接触した後に、そこに露光パターンに従って基材の表面から選択的に取り除かれる。

【００３４】

次に、酸化拡散バリアスタックは、スタックにパターンを付けるためにフォトレジストが除去された領域で、選択的にエッチングされる。エッチング剤は、酸化拡散バリアスタックにある材料によって選択される。ドライエッチング剤は異方的にエッチングできることから、ドライエッチングを使用するのが好ましい。ここで説明されている種々の酸化物及び窒化物層は任意の適当なエッチング方法を使ってエッチングすることができる。例として、フッ素を使用する、例えばCHF_3 またはCF_4 を使用する、反応性イオンエッチングを使用して、酸化物又は窒化物をエッチングすることができる。ガスの流れのタイプは、プラズマ反応装置内で、プラズマ反応装置に接続されたマスコントローラを選択的に開閉することによって、簡単に制御することができる。従って、酸化拡散バリアスタックに材料が２種類以上含まれている場合、ガスの流れを選択的に制御することができることからスタックをその場でエッチングすることができる。

【００３５】

一旦酸化拡散バリアスタックにパターン付けをしたら、半導体基材アセンブリの露出部分（例えばドープシリコンや非ドープシリコン）を酸化することができる。フィールド酸化のためには、通常湿式酸化（ｗｅｔ　ｏｘｉｄａｔｉｏｎ）が酸化法として使用される。この方法は当業者にはよく知られている。このようなプロセスにおいては、例えば基材を、約９００℃から約１１５０℃までの温度に加熱された炉に入れる。一旦フィールド酸化物が希望の厚さに達したら、炉の温度は下げられ、基材は炉から取り出される。

【００３６】

酸化工程後、パターン付けされた酸化拡散バリアスタックは通常除去される。再度上記で説明されたようにドライエッチが使用される。

本発明の一つの態様では、酸化拡散バリアスタックはシリコンウエーハに支えられる。図１Ａに例示されているように、パッド酸化物層１０２はシリコンウエーハ１００上に形成される。シリコンウエーハ１００は通常ドープ（つまりｎ型又はｐ型）されるが、それはこの発明の利用上必要としない。パッド酸化物層１０２の厚さ１０４は通常数１００オングストロム以下である。

【００３７】

次に、図１Ｂに例示されているように、ＡＲＣ層１０６がパッド酸化物層１０２上に形成される。ＡＲＣ層１０６の厚さ１０８は約１００Åから約５００Åぐらいが好ましい。もっと好ましいのは、ＡＲＣ層１０６の厚さ１０８は約２５０Åから約３５０Åぐらいである。しかしフォトリソグラフィーの際の入射放射線の波長および酸化拡散バリアスタックの寸法によって、ＡＲＣ層１０６の厚さ１０８は変更することができる。

【００３８】

次に、図１Ｃに示すように、窒化ケイ素層１１０をＡＲＣ層１０６上に形成する。窒化ケイ素層１１０の厚さ１１２は約３０００Å以下である。より詳しくは、窒化ケイ素層１１０の厚さ１１２は約１０００Å～約２４００Åである。窒化ケイ素層１１０は例えば約５００℃～約７５０℃の温度の減圧化学気相成長法（ＬＰＣＶＤ）を用いて行うことが好ましい。この例では酸化拡散材料の目的で酸化ケイ素層を用いたが、酸素の拡散を防止（減少）することが知られている全ての材料が、窒化ケイ素層１１０の代わりに又はそれと共に用いることが可能である。例えば、ケイ素酸窒化物、硼素窒化物、アルミニウム窒化物を用いることができる。

【００３９】

次に、図１Ｄに示すように、窒化ケイ素層１１０の上にフォトレジスト層１１４を形成す

る。フォトレジスト層１１４の厚さ１１６は典型的には約７００Å～約１０，０００Åである。フォトレジスト層１１４の最小厚さ１１６は、酸化拡散バリアー堆積層をパターン化されたフォトレジスト層の下の露出領域においてシリコンウェーハ１００から選択的に除去するときに、ポストエッチング工程の後にパターン化されたフォトレジスト層を残す必要性によって決まる。

【００４０】

酸化拡散バリアースタックは前記の手法でエッチングされ、そしてフォトレジスト層１１４は除去されて図１Ｅに示した構造になる。フォトレジスト層１１４は当業者に周知の方法で除去される。例えば、酸素アッシュ法をフォトレジスト層１１４の除去に利用できる。酸化拡散バリアー堆積層を下のシリコンウェーハ１００までエッチングされる領域はフィールド領域１１８である。パターン化された酸化拡散バリアー堆積層がシリコンウェーハ１００上に残る領域は活性領域１２０である。よく知られているように、基板の活性領域１２０には後から個々のあるいは多数の活性装置を形成することができる。

【００４１】

フィールド酸化物１２２はフィールド領域１１８に形成して、図１Ｆに示した構造を与える。フィールド酸化物１２２の厚さ１２４は、図１Ｅに示した活性領域１２０に後に形成する個々の装置の装置密度および操作電圧によって決まる。典型的には、フィールド酸化物１２２の厚さ１２４は約数１０００Åである。しかしながら、フィールド酸化物１２２の厚さ１２４は本発明の実施には重要でない。

【００４２】

本発明のもう１つの態様では、図２Ａに示すように、シリコンウェーハ２００にパッド酸化物層２０２を形成する。シリコンウェーハ２００は典型的にはドープ（即ち、ｎ型又はｐ型）されているが、ドープは本発明の実施にとって必要ではない。パッド酸化物層２０２の厚さ２０４は典型的には約数１０００Åである。

【００４３】

次に、図２Ｂに示すように、パッド酸化物層２０２上に第１の窒化ケイ素層２２６を形成する。第１の窒化ケイ素層２２６の厚さ２２８は、第１の窒化ケイ素層２２６がパッド酸化物層２０２から層剥離しないように十分薄いことが好ましい。より好ましくは第１の窒化ケイ素層２２６の厚さ２２８は約１５００Å以下である。さらに好ましくは、第１の窒化ケイ素層２２６の厚さ２２８は約５０Å～約１５００Å以下である。さらに好ましくは、第１の窒化ケイ素層２２６の厚さ２２８は約３００Å～約１０００Å以下である。第１の窒化ケイ素層２２６は当業者に周知の手法を用いて形成することができる。好ましくはＰＥＣＶＤおよびＬＰＣＶＤのいずれかを用いて第１の窒化ケイ素層２２６を形成する。より好ましくはＬＰＣＶＤを用いる。

【００４４】

次に、図２Ｃに例示されているように、ＡＲＣ層２０６が最初の窒化ケイ素層２２６上に形成される。ＡＲＣ層２０６の厚さはおおよそ１００Åから５００Åぐらいである。ＡＲＣ層２０６の厚さ２０８として、約２００Åから約３５０Åが好ましい。しかしポリリトグラフィーの際の入射放射線の波長、そして酸化拡散バリアスタックの寸法によって、ＡＲＣ層２０６の厚さ２０８は変更することができる。

【００４５】

次に、図２Ｄに例示のように、２番目の窒化ケイ素層２１０がＡＲＣ層２０６上に形成される。２番目の窒化ケイ素層２１０の厚さは約３０００Å以下が好ましい。最初の層である窒化ケイ素層２２６および２番目の窒化ケイ素層２１０の厚さが合わせて約１０００Åから約２０００Åぐらいになるように、２番目の窒化ケイ素層２１０の厚さ２１２を選択するのが更に望ましい。２番目の窒化ケイ素層１１０は低圧化学気相成長（ＬＰＣＶＤ）を利用して作るのが好ましい。酸化拡散材料として本例では最初及び２番目の窒化ケイ素層形成のために、窒化ケイ素が使用されているが、酸素拡散を防止（又は最小限に押さえる）ことができると知られているいかなる材料も、最初の窒化ケイ素層２２６及び２番目の窒化ケイ素層２１０のかわりに又は付加して使用できる、と理解すべきである。

【００４６】
次に図２Ｅにあるように、フォトレジスト層２１４が２番目の窒化ケイ素層２１０に形成される。フォトレジスト層２１４の厚さは通常数千オングストロムくらいである。フォトレジスト層２１４の最小限厚さ２１６はその後の、フォトレジスト層２１４の下にある、シリコンウエーハ２００のむき出した領域から酸化拡散バリアスタックが選択的に除去されるエッチング工程中に下の層までに至るフォトレジスト層２１４の除去を防止する必要性に支配される。
【００４７】
酸化拡散バリアスタックは上記説明済みの手法でエッチングされ、フォトレジスト層２１４が除去され、その結果図２Ｆで例示されている構造になる。フォトレジスト２１４は当業者が熟知の方法で除去される。例えば、酸素アッシュをフォトレジスト層２１４の除去に利用することができる。酸化拡散バリアスタックが下の層のシリコンウエーハ２００までエッチングされる領域はフィールド領域２１８である。シリコンウエーハ２００に残るパターン化酸化拡散バリアスタックの領域は、活性領域２２０である。各個又は多数の能動素子をその後基材２２０の活性領域２００に形成することができる。
【００４８】
次に、フィールド酸化物２２２がフィールド領域２１８内で成形され、その結果として図２Ｇに示される構造になる。フィールド酸化物２２２の厚さ２２４は、図２Ｆに示される活性領域２２０内に後に形成される個別デバイスのデバイス密度および操作電圧により決定される。典型的に、フィールド酸化物２２２の厚さ２２４は、およそ数千オングストロームである。しかしながら、フィールド酸化物２２２の厚さ２２４は、本発明の実施に重要ではない。
【００４９】
もう一つの態様においては、図３Ａに示されるように、一つのＡＲＣ層３０６が珪素ウェハー上に直接形成される。珪素ウェハー３００は一般にドープされ（すなわちｎ型またはｐ型）ているが、それは本発明の実施に必要ではない。ＡＲＣ層３０６の厚さ３０８はおよそ１００Åからおよそ５００Åである。好ましくは、ＡＲＣ層３０６の厚さ３０８は、およそ２００Åからおよそ４００Åである。しかしながら、フォトリソグラフィー中の入射放射線の波長および酸化拡散バリアスタックの寸法により、ＡＲＣ層３０６の厚さ３０８は異なることが可能である。
【００５０】
次に、図３Ｂに示されるように、窒化珪素層３１０がＡＲＣ層３０６上に形成される。窒化珪素層３１０の厚さ３１２は、好ましくはおよそ３０００Åもしくはそれ以下である。より好ましくは、窒化珪素層３１０の厚さ３１２はおよそ１０００Åからおよそ２０００Åである。窒化珪素層３１０は、好ましくは低圧化学気相成長（ＬＰＣＶＤ）を使用して形成される。酸化拡散物質の目的で本図には窒化珪素層が使用されているが、前記の窒化珪素層３１０の代りに、またはそれに加えて、そのために酸素の拡散を防止する（または最小限にする）として知られる既知の任意物質を使用できることを認識すべきである。
【００５１】
次に、図３Ｃに示されるように、一つのフォトレジスト層３１４が窒化珪素層３１０上に形成される。フォトレジスト層３１４の厚さ３１６は、一般におよそ７０００Åからおよそ１０，０００Åである。フォトレジスト層３１４の最小の厚さ３１６は、フォトレジスト層３１４の下にある露光域内で拡散バリアスタックが珪素ウェハー３００から選択的に除去されるところのその後のエッチング手順中に、その下の層まで通してのそのフォトレジスト層３１４の除去を防止する必要により決定される。
【００５２】
酸化拡散バリアスタックが前述の手法に基づいてエッチングされ、フォトレジスト層３１４が除去され、その結果として図３Ｄに示される構造になる。前記のフォトレジスト層３１４は、当業者に良く知られる方法で除去される。例えば、そのフォトレジスト層３１４の除去には、酸素アッシュを使用できる。酸化拡散バリアスタックが下層の珪素ウェハー

３００までエッチングされる領域はフィールド領域３１８である。珪素ウェハー上にパターンのある拡散障壁スタックが残るところの領域は活性領域３２０である。個別または複数の能動素子を、その後、基材３００の活動領域３２０内に形成できる。

【００５３】

それからフィールド酸化物３２２がフィールド領域３１８内に形成され、その結果として図３Ｅに示される構造になる。前記のフィールド酸化物３２２の厚さ３２４は、図３Ｄに示される活性領域３２０内で後に形成される個別デバイスのデバイス密度および操作電圧により決定される。典型的に、フィールド酸化物３２２の厚さ３２４は、およそ数千オングストロームである。しかしながら、フィールド酸化物３２２の厚さ３２４は、本発明の実施に重要ではない。

【００５４】

本発明の第１および第２の態様と比較して、この第３の態様は、好ましくは、工程の複雑性が懸念される場合に使用される。第１の態様および第２の態様で使用されたパッド酸化物層をなくすことおよび第２の態様の１つ目の窒化珪素層をなくすことにより、プロセス効率が増加される。パッド酸化物層は、この第３の態様においては本発明の無機ＡＲＣ物質を使用するので必要ない。前述のＡＲＣ物質は、珪素が豊富なので、下層のシリコン基材との界面の応力を低くする。従って、窒化珪素とシリコンウェハー間で通常見られるように、パッド酸化物層が珪素界面での過剰な応力を和らげる必要がないことが分かった。

【００５５】

本文中に開示される全ての特許文献は、個別に組み込まれたと同様に、全て参照により組み込まれるものとする。前述の詳細な説明、図、および例は、理解を明確にするためにのみ提示されたものである。それらから、不要な制約は理解されないものとする。請求項により定義される本発明内に含まれる当業者にとって明白なバリエーションについて、本発明は示されたおよび記述された厳密な詳細に限定されない。例えば、本発明はＬＯＣＯＳ工程を支援する引用および図示を使用して記されているが、本発明を使用することで他の分離手法も恩恵を得ることができる。例えば、溝分離（そのような溝を形成する方法は図４Ａおよび４Ｂに示されている）は、本発明の、一般に４３８として表記される酸化拡散バリアスタックの恩恵を受けることができる。図４Ａに示されるように、溝４４０は酸化拡散バリアスタック４３８を通して基材アセンブリ４４２にエッチングされる。それから、図４Ｂに示されるように、溝４４０は堆積酸化物４４４で充填される。溝分離は、基材アセンブリにエッチングされた溝の厚さにより、浅溝分離（ＳＴＩ）または深溝分離（ＤＴＩ）と呼ばれる。

【００５６】

前述の通り、本発明の酸化拡散バリアスタックは、溝４４０を提供するためにエッチングされる基材アセンブリ内の範囲を定義するフォトリソグラフィー技術の手順で使用される。溝分離を形成する方法には、半導体基材アセンブリの提供、半導体基材アセンブリ上に無機性抗反射材料を持つ酸化拡散バリアスタックの形成、結果として半導体基材アセンブリの露光域となる酸化拡散バリアスタックのパターン作成、パターン付きスタックにより画定される半導体基材アセンブリ内での溝のエッチング、および半導体基材アセンブリの溝中への酸化物の堆積が含まれる。

【００５７】

酸化物を堆積後、基材内にエッチングされた溝の外側の基材の領域から除去できるようにパターンが作成される。酸化物のパターン作成には、従来のフォトリソグラフィー技術が使用される。再び、このフォトリソグラフィー手順でも、本発明の酸化拡散バリアスタックが使用できる。また、広範なさまざまなその他の使用も、本発明の使用に向いている。

【図面の簡単な説明】

【図１Ａ】　半導体回路基材に支えられたパッド酸化物層の断面図である。

【図１Ｂ】　図１Ａの構造の断面図であり、本発明により無機抗反射コーティングが形成されているものである。

【図１Ｃ】　図１Ｂの構造の断面図であり、シリコン窒化物が形成されている。

【図１Ｄ】　図１Ｃの構造の断面図であり、下層にある材料をパターン化するべくフォトレジスト層が形成されているものである。
【図１Ｅ】　図１Ｄの構造の断面図であり、シリコン窒化物、抗反射コーティング、パッド酸化物層の下層スタックがパターン化されたものである。
【図１Ｆ】　図１Ｅの構造の断面図であり、パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域にフィールド酸化物が形成されているものである。
【図２Ａ】　半導体基材によって支えられたパッド酸化物層の構造の断面図である。
【図２Ｂ】　第一シリコン窒化物層が形成された図２Ａの構造の断面図である。
【図２Ｃ】　抗反射層が形成された図２Ｂの構造の断面図である。
【図２Ｄ】　第二シリコン窒化物層が形成された図２Ｃの構造の断面図である。
【図２Ｅ】　下層材料をパターン化すべく形成されたフォトレジスト層が存在する図２Ｄの構造の断面図である。
【図２Ｆ】　第二シリコン窒化物、抗反射、第一シリコン窒化物、パッド酸化物層の下層スタックがパターン化された図２Ｅの構造の断面図である。
【図２Ｇ】　パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域にフィールド酸化物が形成された図２Ｆの構造の断面図である。
【図３Ａ】　半導体基材によって支えられた抗反射層の構造の断面図である。
【図３Ｂ】　シリコン窒化物層が形成された図３Ａの構造の断面図である。
【図３Ｃ】　下層の材料をパターン化すべくフォトレジスト層が形成された図３Ｂの構造の断面図である。
【図３Ｄ】　抗反射コーティングおよびシリコン窒化物層の下層スタックがパターン化された図３Ｃの構造の断面図である。
【図３Ｅ】　パターン化されたスタックの間の基材のフィールド領域でフィールド酸化物が形成された図３Ｄの構造の断面図である。
【図４Ａ】　本発明による溝分離法の断面図である。
【図４Ｂ】　本発明による溝分離法の断面図である。

【図１Ａ】

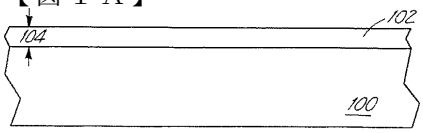

FIG. 1A

【図１Ｂ】

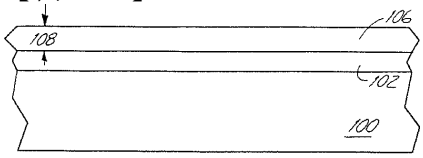

FIG. 1B

【図１Ｃ】

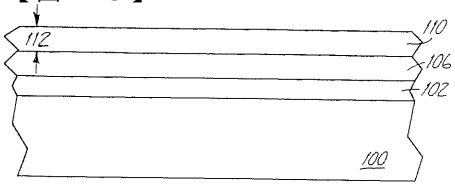

FIG. 1C

【図１Ｄ】

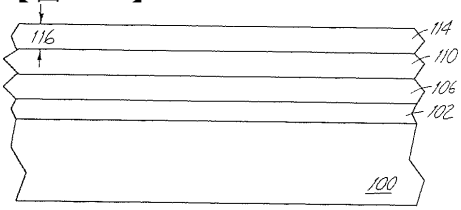

FIG. 1D

【図１Ｅ】

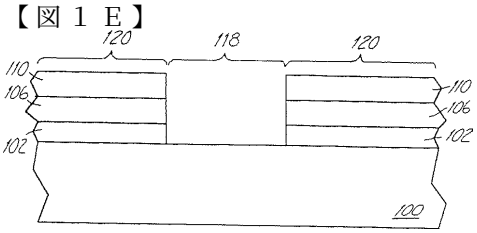

FIG. 1E

【図１Ｆ】

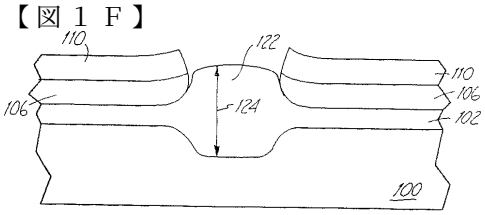

FIG. 1F

【図２Ａ】

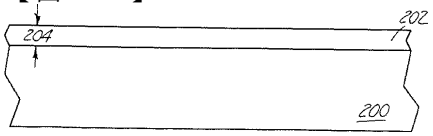

FIG. 2A

【図２Ｂ】

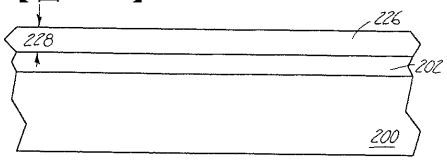

FIG. 2B

【図２Ｃ】

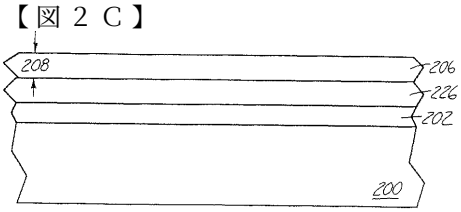

FIG. 2C

【図２Ｄ】

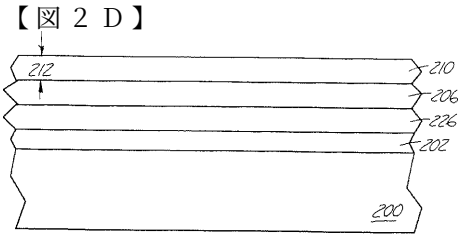

FIG. 2D

【図２Ｅ】

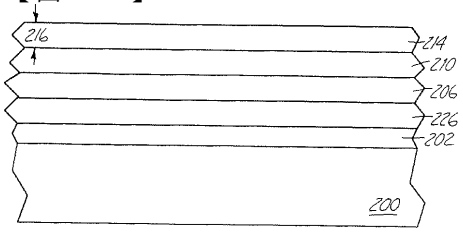

FIG. 2E

【図２Ｆ】

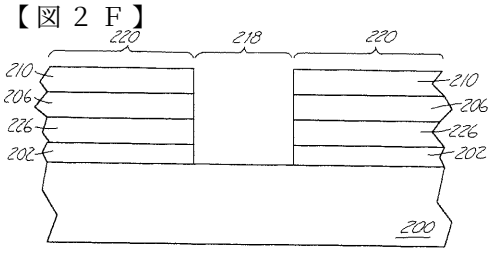

FIG. 2F

【図２Ｇ】

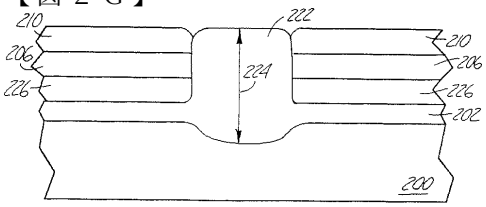

FIG. 2G

【図３Ａ】

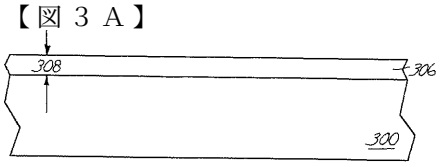

FIG. 3A

【図３Ｂ】

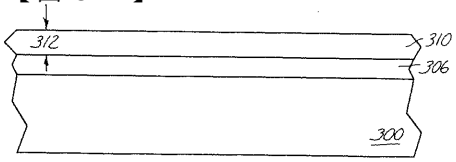

FIG. 3B

【図３Ｃ】

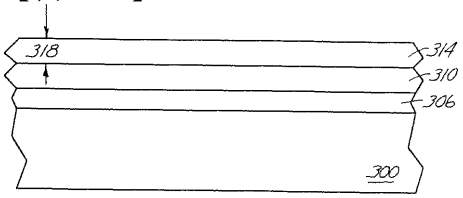

FIG. 3C

【図３Ｄ】

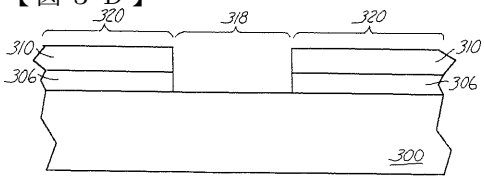

FIG. 3D

【図３Ｅ】

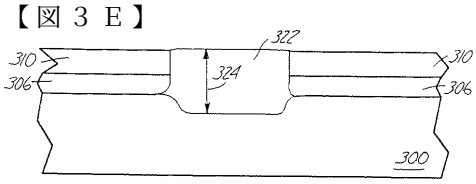

FIG. 3E

【図４Ａ】

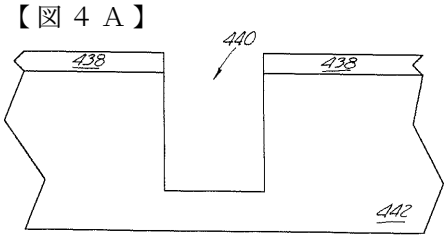

FIG. 4A

【図４Ｂ】

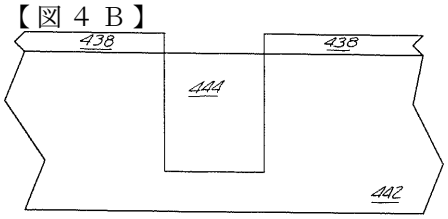

FIG. 4B

フロントページの続き

(74)代理人 100098268
弁理士 永田 豊
(72)発明者 アイヤー, ラビ
アメリカ合衆国, アイダホ ８３７１６, ボイス, サウス フッチシア ５６００
(72)発明者 マクドナルド, スティーブン エム.
アメリカ合衆国, アイダホ ８３６４２－５３１３, メリディアン, ノース マクダーミット ４４５５
(72)発明者 グラス, トーマス アール.
アメリカ合衆国, アイダホ ８３６３１, アイダホ シティ, ピー. オー. ボックス エービー
(72)発明者 イン, シピン
アメリカ合衆国, アイダホ ８３７０６, ボイス, イースト マラード ドライブ １１３, アパートメント ナンバー ２８２

審査官 三浦 尊裕

(56)参考文献 特開平０６－３４９６９５（ＪＰ, Ａ）
特開平０６－１９６４００（ＪＰ, Ａ）
特開平０６－１６９０８４（ＪＰ, Ａ）
特開平０８－０３１８１１（ＪＰ, Ａ）
特開平０８－０３１８１２（ＪＰ, Ａ）
特開平０７－１３０６５０（ＪＰ, Ａ）
特開平０７－２０１７１６（ＪＰ, Ａ）
特開平０３－１０１１４７（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
H01L 21/76
G03F 7/11
H01L 21/027
H01L 21/316