

(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2008-503073

(P2008-503073A)

(43) 公表日 平成20年1月31日(2008.1.31)

(51) Int.Cl.
H01L 21/768 (2006.01)F I
H01L 21/90テーマコード (参考)
5 F033

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2007-515772 (P2007-515772)
 (86) (22) 出願日 平成17年6月15日 (2005. 6. 15)
 (85) 翻訳文提出日 平成19年2月14日 (2007. 2. 14)
 (86) 国際出願番号 PCT/DE2005/001067
 (87) 国際公開番号 W02005/124854
 (87) 国際公開日 平成17年12月29日 (2005. 12. 29)
 (31) 優先権主張番号 102004029519.0
 (32) 優先日 平成16年6月18日 (2004. 6. 18)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

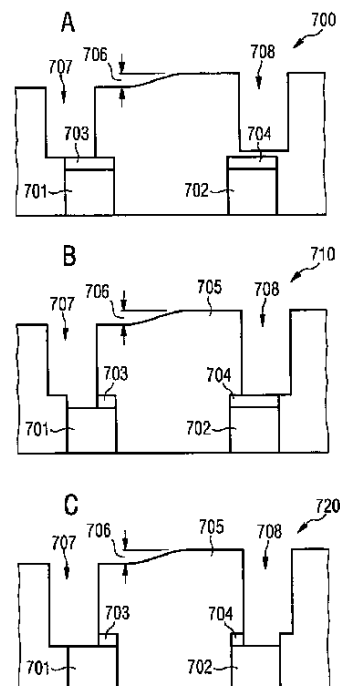
(71) 出願人 501209070
 インフィネオン テクノロジーズ アクチ
 エンゲゼルシャフト
 ドイツ連邦共和国 85579 ノイビー
 ベルク アム カンペオン 1-12
 (74) 代理人 110000338
 特許業務法人原謙三国際特許事務所
 (72) 発明者 エッカート, シュテファン
 ドイツ連邦共和国 01108 ドレスデ
 ン アム ツォルハオス 2アー
 (72) 発明者 ゴラー, クラウス
 ドイツ連邦共和国 01069 ドレスデ
 ン ヘルムホルツシュトラッセ 3ペー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 層構造の製造方法

(57) 【要約】

本発明は、層構造の製造方法に関するものである。導電層および犠牲層をパターニングし、形成する。これらの層の上に、電気絶縁層を形成し、犠牲層の表面領域が露出するようにパターニングする。該露出した領域を除去し、そうすることによって露出したパターン形成された導電層の表面領域を、導電性材料からなる構造によって覆う。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

初めに、基板に導電層を形成し、当該導電層をパターニングし、
続いて、上記パターニングされた導電層の少なくとも一部の上に犠牲層を形成し、
上記導電層および上記犠牲層の上に、電気絶縁層を形成し、
上記電気絶縁層を、上記犠牲層の表面領域が露出するようにパターニングし、上記電気
絶縁層の除去は、上記導電層の上端部における、上記犠牲層の領域の表面にちょうど達し
たときに停止し、

上記犠牲層の露出領域を除去することにより、上記導電層の表面領域が露出し、
上記パターニングされた導電層の露出した表面領域を、導電性材料からなるパターンに
よって覆う、層構造の製造方法。

10

【請求項 2】

上記犠牲層を停止層として用いる、請求項 1 に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 3】

上記犠牲層を上記電気絶縁層よりも速い速度で除去する、請求項 1 または 2 に記載の、
層構造の製造方法。

【請求項 4】

上記犠牲層および上記電気絶縁層を、当該電気絶縁層よりも速いエッチング速度で当該
犠牲層を除去するように設定されたエッチングプロセスによって除去する、請求項 1 ~ 3
のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

20

【請求項 5】

上記エッチングプロセスでのエッチング液として、
テトラフルオロメタン、
トリフルオロメタン、
窒素、および / または、
アルゴンを用いる、請求項 4 に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 6】

上記エッチング速度は、上記エッチング液中の
酸素、
水素、および / または、
一酸化炭素
の濃度を調整することによって調整される、請求項 4 または 5 に記載の、層構造の製造
方法。

30

【請求項 7】

上記犠牲層の厚さは上記電気絶縁層の厚さよりも十分に薄い、請求項 1 ~ 6 のいずれか
1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 8】

上記導電層と、導電性材料からなる上記パターンとの間に下地層を形成する、請求項 1
~ 7 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 9】

上記パターニングされた導電層の表面領域を露出させた後、上記下地層を形成する、請
求項 8 に記載の、層構造の製造方法。

40

【請求項 10】

上記導電層のパターニングおよび / または上記電気絶縁層のパターニングを、リソグラ
フィプロセスおよびエッチングプロセスを用いて行う、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記
載の、層構造の製造方法。

【請求項 11】

上記導電層および / または上記犠牲層を均一な堆積プロセスによって形成する、請求項
1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 12】

50

上記層構造を集積回路として形成する、請求項 1 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 1 3】

上記導電層をパターンングすることによって配線を形成し、導電性材料からなる上記パターンを形成することによって、ビアを形成する、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 1 4】

上記導電層および / または導電性材料からなる上記パターンを、アルミニウム、および / または、タングステン

10

から形成する、請求項 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 1 5】

上記犠牲層を、窒化珪素、および / または、酸窒化珪素

から形成する、請求項 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 1 6】

上記電気絶縁層を酸化珪素から形成する、請求項 1 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

【請求項 1 7】

上記下地層を窒化チタンから形成する、請求項 8 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載の、層構造の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、層構造の製造方法に関するものである。

【0002】

集積回路では、いわゆるビアを用いて、異なる金属層レベルの配線間に垂直の電気接触部が形成されている。ビア（つまり、基板の表面に対して垂直に方向付けられたトレンチ）は、リソグラフィ法およびプラズマエッチング法によって形成される場合が多く、その後、該ビアに導電性材料が充填される。接触される金属層レベルの配線の材料と、ビアの材料との間には、接着層、障壁層、または、種層（下地層）を備えることができる。該層により、連結される 2 つの材料間に接触部が形成される。あるいは、配線の材料へのビア充填部の材料の（またはその逆）望ましくない拡散を防止することができる。

30

【0003】

しかし、ビア用のエッチングマスクを調整する際の、プロセスに起因したばらつきのゆえに、該ビアは最適にパターンングされず、ある程度、例えば横にずれて、パターンングされてしまう。このようなずれは、集積回路を設計するための設計基準寸法に規定された範囲内のずれではある。しかし、該ずれを、個々のビアに対して正確に規定することはできない。配線と導電性材料が充填されたビアとを後で確実に接触させるために、集積回路を設計するための設計基準寸法では、基準寸法を、例えばビアに必要な接触領域よりもわずかに大きく規定することによって、このようなばらつきを考慮している。

40

【0004】

ビア自体の領域は別としても、このような配置は、上にビアが配置された、上記の調整誤差を含んだより大きな金属領域を考慮したものである。このことは、プロセスの欠点ではなく、処理に起因するものである。製造される超小型電子素子を適切に納品できるように、全製造工程において、物理的な大きさの許容範囲を規定する必要がある。

【0005】

このより大きな領域は、ビアの「ランディングパッド」と呼ばれている。該領域を、集積回路を形成するための設計基準寸法において考慮する必要がある。例えば、ビアの底部

50

の直径を、 200 nm とする。このようなビアを、例えば $240\text{ nm} \times 240\text{ nm}$ （辺の長さ）の領域に位置決めする必要がある。この場合、1辺につき最大 20 nm のずれは許容される。

【0006】

このより大きな領域により、ビアの周囲では、金属配線が横に広がる。これにより、設計におけるルーティングが中断される。このことは、チップ面にかかる費用が増加するという点において、不都合である。なぜなら、これによって集積回路の所要面積が増加するからである。金属配線自体を、互いに間隔をあまり空けずに処理できるが、ビアに関しては、金属配線を拡大して、ランディングパッドを形成する必要がある。この配置による付加的な費用およびそれに伴うチップ面の損失は、ICの集積度を上げる要求を考えると、不都合である。

10

【0007】

ICおよび該ICの素子（例えば配線）の寸法を所望のように低減すると、特に、図1A～図1Cに示したようになる。

【0008】

図1Aは、ビア101を介して接触される配線100を備えた配置平面図110を示している。ビア101の直径は、配線100の幅よりも大きい。したがって、配線100の中心とビア101の中心との間にプロセスに起因する横のずれがある場合、ビア101を介した配線100の接触をなおも補償する必要がある。

【0009】

図1Bに示した第2の配置平面図120では、ビア101と配線100との直径は、同じである。しかし、ビアの縁部がずれて露出しているので、ビア101は、配線100に部分的に隣接して配置されており、これにより、電気的接触が悪化してしまう。

20

【0010】

図1Cに示した第3の配置平面図130にも、配線100およびビア101が示されている。ここで、ビア101は、ランディングパッド102の形式で配線が部分的に拡張しているにもかかわらず、ビア101を形成している間の、フォトリソ技術の調整誤差のゆえに、配線100に隣接して位置するようになる。

【0011】

さらに、図2A～図2Hを参照しながら、図1Aの第1の配置平面図110に係る集積回路を形成することができる、従来技術における層構造の製造方法について記載する。

30

【0012】

図2Aに示した層配列200を得るために、基板（図示せず）にアルミニウム層201を形成し、望ましいパターンの細かさに応じて他のARC層（反射防止膜）を形成する。続いて、該アルミニウム層201の上に、フォトリソ材料を形成する。該フォトリソ材料は、リソグラフィ法およびエッチング法によってパターニングされることにより、フォトリソマスク202になる。

【0013】

図2Bに示した層配列210を得るために、図2Aに示した層配列200から、フォトリソマスク202を用いて、アルミニウム層201をパターニングする。これにより、アルミニウム配線211が形成される。所望のパターンが細かい場合は、アルミニウム配線211のパターニングにハードマスクを用いてもよい。次に、ハードマスクを通してパターンを転写した後、該フォトリソマスク202はすでに除去された状態になっている。この場合、該ハードマスクは、フォトリソマスク202に取って代わる。各アルミニウム配線211の上に、エッチング後に残っているフォトリソの残留物212が示されている。続いて、該残留物をストリッピング法によって除去する。

40

【0014】

図2Cに示した層配列220を得るために、図2Bに示した層配列210から、フォトリソの残留物212を除去した後、酸化珪素層221を堆積する。該酸化珪素層は、アルミニウム配線211を覆っている。

50

【 0 0 1 5 】

図 2 D に示した層配列 2 3 0 を得るために、層配列 2 2 0 上にフォトレジスト材料を堆積し、リソグラフィ法およびエッチング法によってパターニングすることにより、フォトレジストマスク 2 3 1 を形成する。

【 0 0 1 6 】

図 2 E に示した層配列 2 4 0 を得るために、層配列 2 3 0 に、エッチングマスクとしてのフォトレジストマスク 2 3 1 を用いて、エッチング法を行う。これにより、酸化珪素層 2 2 1 の材料が除去され、トレンチ 2 4 2 が形成される。層配列 2 4 0 の表面には、フォトレジストの残余領域 2 4 1 が残る。

【 0 0 1 7 】

図 2 F に示した層配列 2 5 0 は、層配列 2 4 0 から、酸化珪素層 2 2 1 のエッチング法を継続すると得られる。このエッチング法が行われている間のあるプロセス時間において、トレンチ 2 4 2 の深さは、アルミニウム配線 2 1 1 の表面領域が露出する位の深さになる。このプロセス状態の層配列 2 5 0 を、図 2 F に示す。この図では、ビアのエッチングは、すでに、パターニングされた金属配線 2 1 1 の上に達している。

【 0 0 1 8 】

図 2 G に示した層配列 2 6 0 を得るために、図 2 E および図 2 F に関して記載したエッチング法を続ける。基板としてのウェハー上のパターニングされた（層間絶縁膜（ILD）としての）酸化珪素層の厚さが、プロセスに起因して、実際には異なっている場合が多いので、オーバーエッチングを行う必要がある。つまり、配線 2 2 1 の表面領域よりも深くエッチングする必要がある。このオーバーエッチングを行うことにより、後にウェハー上の配線 2 1 1 にビアを確実に接続することができる。オーバーエッチングの所要時間は、通常、全てのビアエッチング時間の 10% ~ 30% である。オーバーエッチングプロセスの結果を、層配列 2 6 0 に示す。ここでは、配線 2 1 1 の表面領域は確実に露出している。これにより、続くプロセス工程においてビアの材料との接触が可能になる。しかし、図 2 G に示したように、オーバーエッチングを行ったために、酸化珪素層 2 2 1 の材料と、配線 2 1 1 の露出部分との間の境界領域に、狭い隙間 2 6 1 が生じる。

【 0 0 1 9 】

オーバーエッチングの結果、エッチングはこのように金属配線 2 1 1 の両側に進み、狭い隙間 2 6 1 を形成する。隙間 2 6 1 の深さ、およびそれゆえに該隙間のアスペクト比は、誘電体層 2 1 1 の部分の厚さに依存しており、ウェハーごとに変わる。これらの狭い隙間 2 6 1 は、多くの不具合の原因となる。これらの不具合から、深刻な信頼性の問題が生じる。そして、隙間 2 6 1 に位置する高分子材料の洗浄または除去は、不完全にしか行われないか、あるいは、全く行われない。これにより、続く下地層の堆積および / またはビアを形成するための金属の充填に、問題が生じる。さらに、狭い隙間 2 6 1 が生じると、接着層、種層、または、（下地層と呼ばれる）障壁層は、完全には堆積されない。このような堆積を、通常、物理過程も用いて行うので、狭い隙間 2 6 1 の部分的に存在しているアスペクト比は、重要である。アスペクト比が高ければ、縁部は各層によってあまり被覆されない。したがって、金属を充填している間、狭い隙間 2 6 1 の領域に空洞が生じるか、または、個々のビアが全く充填されないか、不完全に充填される。これにより、金属配線 2 1 1 とビアとの接触が不確実になる。

【 0 0 2 0 】

図 2 H に示したような従来技術の層構造 2 7 0 を得るために、図 2 G のトレンチ 2 4 2 に、タングステン材料を充填して、タングステンビア 2 7 1 を形成する。上記したように、部分的に著しく高いアスペクト比を有する、オーバーエッチングによって形成された狭い隙間 2 6 1 は、確実には充填されない。これにより、層構造 2 7 0 を集積回路として用いる場合、該層構造の質に問題が生じる。

【 0 0 2 1 】

さらに、図 2 A ~ 図 2 H の層構造の製造プロセスを行う場合に、どのプロセスによって不要な狭い隙間 2 6 1 が形成されるのかということ、図 2 I ~ 図 2 K を参照しながら再

10

20

30

40

50

度記載する。

【 0 0 2 2 】

図 2 I に示した層配列 2 8 0 は、酸化珪素層 2 2 1 をエッチングしている状態を示している。この層配列では、エッチングの前方部分が第 1 のレベル 2 8 2 に達している。

【 0 0 2 3 】

図 2 J に示したように、層配列 2 8 0 から、第 1 の酸化珪素層 2 2 1 をエッチングするためのエッチングプロセスを続けると、層配列 2 8 5 が得られる。ここで、このエッチングの前方部分は、第 2 のレベル 2 8 3 まで達している。

【 0 0 2 4 】

全てのアルミニウム配線 2 1 1 の全表面が確実に露出するように、技術的にいくぶんオーバーエッチングを行う必要があるので、従来技術では図 2 K に示したようになる。該図 2 K では、層配列 2 9 0 において、エッチングの前方部分が第 3 のレベル 2 8 4 に達している。これにより、露出したアルミニウム配線 2 1 1 の横領域に、不要な狭い隙間 2 6 1 が生じる。

10

【 0 0 2 5 】

図 1 B および図 1 C に示した場合についても、図 1 A に関するものと同様の図になる。常に金属配線に隣接してディープエッチングが行われる。これにより、上記した問題が生じる。

【 0 0 2 6 】

[1] では、金属層のパターン上に接触領域を形成する方法が記載されている。ここでは、ハードマスク層の残留物を備えた配線上に、誘電体層を形成する。該誘電体層を貫いてコンタクトホールをエッチングし、ハードマスク層に達すると、このエッチングは終了する。続いて、該ハードマスク層を、誘電体層に対して選択的にエッチングすることにより、互いに隣接している配線間の中間領域にコンタクトホールが達しないようになる。これにより、短絡回路の危険が低減される。

20

【 0 0 2 7 】

[2] では、複数の配線を備えたパターニングされた金属層レベルにエッチング停止層を均一に形成する方法が記載されている。ここでは、コンタクトホールのエッチングの間、該コンタクトホールの下にエッチング停止層の全領域が露出するまで、したがって、配線に隣接して位置するエッチング停止層の表面領域も露出するまで、該コンタクトホールをエッチングする。

30

【 0 0 2 8 】

本発明の目的は、特に、異なる導電性のパターン間の接触を改善する層構造の製造方法を提供することである。

【 0 0 2 9 】

この目的を、独立特許請求項の特徴部分を有する層構造の製造方法によって達成する。

【 0 0 3 0 】

本発明の層構造の製造方法では、基板に導電層を形成およびパターニングし、続いて、該導電層の少なくとも一部の上に犠牲層を形成する。該導電層および該犠牲層の上に、電気絶縁層を形成する。この電気絶縁層を、該犠牲層の表面領域が露出するようにパターニングする。犠牲層の露出領域を除去することにより、導電層の表面領域が露出する。最後に、パターニングされた導電層の露出した表面領域を、導電性材料のパターンによって覆う。

40

【 0 0 3 1 】

本発明の基本理念は、パターニングされた状態で例えば集積回路の配線となりうる導電層と、その上に堆積された、層間絶縁膜としての電気絶縁層との間に、機能性に関して自由に選択可能な特性を有する犠牲層が備えられている、という点にある。これにより、パターニングされた導電層の表面領域と導電性材料（例えば、ビア）のパターンとが接触する該表面領域を露出するためのオーバーエッチングを短くするか、または、完全に回避することができる。

50

【 0 0 3 2 】

具体的には、犠牲層は、パターンングされた導電層の個々の領域を露出するためのエッチングプロセスを時間／空間的に一致させる機能を有している。従来技術の電気絶縁層のエッチングにおいて、該電気絶縁層の厚さは、比較的厚い場合が多く、パターンングされた導電層の個々の領域ごとに異なっているという問題が生じる。これに対して、全ての個々の領域を確実に露出するために、エッチング時間を長くする必要がある。これにより、個々の領域の一部に不要な狭い隙間が形成されてしまう（参照：図 2 E ～ 図 2 H）。本発明では、この問題を、犠牲層を備えることによって回避する。なぜなら、該犠牲層をエッチング停止層および／または十分に短時間でエッチングできる層として用いる場合、一方では電気絶縁層と、他方では犠牲層との材料が異なっており、それに伴ってこれらの層のエッチング速度が異なっているので、エッチングの前方部分は、全ての個々の領域上で初めに犠牲層まで達するからである。エッチングの前方部分がパターンングされた導電層の個々の領域上の犠牲層に達すると、該犠牲層は、パターンングされた導電層の全ての個々の領域上で、他のエッチングプロセスによって除去される。ここでは、該犠牲層の材料の選択および／または厚さおよび／またはエッチング特性の設定を、該犠牲層のエッチングにおいてエッチングの前方部分が、パターンングされた導電層の全ての個々の領域にほぼ同時に達するように行うことが、利点である。これによって、オーバーエッチングおよびそれによる不要な狭い隙間の形成が回避される。このことは、特に、用いるエッチングプロセスのエッチングパラメータをあらかじめ決定できることに関して、犠牲層を除去するエッチング速度が電気絶縁層に対するエッチング速度よりも速く設定された場合、および／または、犠牲層の厚さが十分に薄くおよび／または均一になっている場合に、得られる。次に、犠牲層のエッチング時間は、短く保たれている。このエッチングは、犠牲層の全ての個々の領域においてほぼ同時に始まる。つまり、該犠牲層は、停止層として用いられる。

10

20

【 0 0 3 3 】

犠牲層を用いたこの非常に簡単な方法によりパターンングされた導電層の複数の構成要素（例えば、複数の配線）において補償されるのは、電気絶縁層の層厚が部分的に異なっているとしても、初めに、パターンングされた導電層の全ての構成要素に関して、該導電層の上に形成された電気絶縁材は犠牲層の表面まで除去されるということである。したがって、該犠牲層を備えることにより、エッチングの前方部分が該犠牲層の全ての表面領域に達している完全に特定の中間の処理状態を規定できる。該犠牲層を、例えば薄く、または、特にエッチング速度の速い材料によって形成できる。これにより、パターンングされた導電層の全ての構成要素に沿った犠牲層に達した後、該停止層を短時間で除去できる。該停止層が薄く、そのエッチング速度が速いために短時間で除去されるので、従来技術において品質を保証するために必要なオーバーエッチングを、著しく短縮できるか、あるいは、完全に回避できる。

30

【 0 0 3 4 】

つまり、（導電性材料のパターンの材料を後に充填するために、例えばビアとして形成される）トレンチを形成するための電気絶縁層および犠牲層のエッチングは、横方向に自己整合的に行われる。これにより、従来技術において生じる長いオーバーエッチング時間に起因した狭い隙間に関する問題は、回避される。

40

【 0 0 3 5 】

本発明の基本理念は、エッチングに関して犠牲層を停止層として用いるように、それから、強いオーバーエッチングを用いずに特に短時間で該犠牲層を除去するように選択された、最適化して供給できる該犠牲層の材料に基づいている。したがって、異なるエッチングプロセスおよび異なる材料を使用し、組み合わせる場合、本発明の重要な観点を見ることができる。ここで、このプロセスは、適切なエッチングパラメータを選択することによって最適化される。

【 0 0 3 6 】

したがって、接触されるパターンングされた導電層の材料の上には、適切な補助層また

50

は犠牲層が位置している。該補助層または犠牲層は、導電層をパターニングするための金属エッチングによって共にパターニングされる。パターニングされた導電層の表面領域を露出するためのエッチング（例えば、ビアエッチング）のパラメータの調整を、該犠牲層または補助層を取り囲む電気絶縁層（層間絶縁膜）の材料よりも該犠牲層または補助層を著しく速くエッチングするように行うことができる。ビアエッチングの前方部分が補助層にちょうど達した状態から、続くエッチング過程では、該補助層のエッチング速度が上がる。これにより、電気絶縁層のエッチングの前方部分は遅れている。エッチングの前方部分が、接触されるパターニングされた導電層の材料に達すると、短時間のオーバーエッチングプロセスを任意で行ってもよい。これにより、該誘電体層において行われるエッチングステップが減る。該オーバーエッチングの後、エッチングの前方部分は、次に、金属の表面で終了するか、または、該表面よりもわずかに上に位置していることが有効である。該オーバーエッチングプロセスによって金属レベルの下までエッチングを行うという不都合な場合にさえ、従来技術と比べて、いずれにしても不要な狭い隙間の形成は著しく低減される。これにより、部分的に高いアスペクト比を有する狭い隙間の存在に起因した、下地層材料の堆積またはビアの充填に関する問題は、著しく低減される。

10

【0037】

本発明の犠牲層を用いた場合、特に、2つの異なる例が挙げられる。つまり、犠牲層を、エッチング停止層および／または短時間でエッチングできる層として用いることができる。

【0038】

犠牲層をエッチング停止層として用いた場合、初めに、パターニングされた導電層の上および犠牲層の上、に配置された電気絶縁層の材料を除去する。該エッチングプロセスの材料の除去は、犠牲層に達したときに終了する。エッチングマスクの（望ましくないが、常に完全に回避できない）横方向のずれに関して、つまり、エッチングの前方部分が犠牲層の個々のパターンに対してわずかに横方向にずれている場合、犠牲層の表面下において横方向に配置され、かつ、該犠牲層に対して隣接するように配置された、電気絶縁層の該材料を除去してもよい。この例では、犠牲層の厚さを、少なくとも、電気絶縁層の厚さの幅（つまり、厚さの変動範囲）と同じ位の厚さに選択した場合に有効である。なぜなら、このように横方向にずれていても、不要な狭い隙間が生じないからである。つまり、電気絶縁層の最も厚い位置で犠牲層に達したときに、電気絶縁層の最も薄い位置で犠牲層を完全には通過しないからである（参照：図6A、図6B）。

20

30

【0039】

犠牲層を短時間でエッチングできる層として用いた場合、該犠牲層を、電気絶縁層と比べて著しく速いエッチング速度を有する層として備えることができる。この例でも、特にエッチングマスクの、（望ましくないが、常に完全に回避できない）横方向のずれに関して、つまり、エッチングの前方部分が犠牲層の個々のパターンに対してわずかに横方向にずれている場合、犠牲層の厚さを、少なくとも、電気絶縁層の厚さの幅（つまり、厚さの変動範囲）と同じ位の厚さに選択することが有効である。なぜなら、このように横方向にずれていても、不要な狭い隙間が生じないからである（参照：図7A～図7C）。

【0040】

本発明の好ましい形態を、従属請求項に記載する。

40

【0041】

層構造の製造方法の第1の好ましい形態では、初めに、該導電層を形成し、該導電層の上に犠牲層を形成する。これに続いて、該導電層および該犠牲層を共にパターニングする。具体的には、本形態では、初めに、導電層と、その露出した表面上に位置する犠牲層とを水平に形成する。その後、上下に配置された2つの層に、共にリソグラフィプロセスおよびエッチングプロセスを行う。これにより、パターニングされた導電性の領域は、少しのプロセス工程において犠牲層の材料によって被覆される。

【0042】

本方法の第2の好ましい形態では、初めに、該導電層を形成し、パターニングする。こ

50

れに続いて、該導電層の上に犠牲層を形成する。この場合、犠牲層の材料を、パターニングされた導電層同士が隣接している領域にも形成してもよい。このことは、処理をさらに進める上で問題にはならない。上記の処理では、パターニングされた導電層領域の側壁には、犠牲層の材料は付着していない。

【0043】

本発明の方法では、該犠牲層は停止層として用いられる。上記の形態では、電気絶縁層のエッチングにおいて、エッチングの前方部分が犠牲層の表面に達したときに、犠牲層を除去しない。なぜなら、エッチングパラメータ（例えば、エッチング液組成）が電気絶縁層をエッチングするためのものであるので、該犠牲層はエッチングされないからである。結果として、電気絶縁層をエッチングするためのエッチングパラメータによってエッチングを続ける場合、エッチングの前方部分は、初めにパターニングされた犠牲層を除去せずに該犠牲層の全ての表面領域に確実に達する。つまり、該犠牲層の表面は、このエッチングプロセスを停止する。エッチングパラメータを変更する（例えば、エッチング液の組成物を変える）と同時に、次に、パターニングされた犠牲層の全ての所望の領域が除去され始める。

10

【0044】

該犠牲層を、電気絶縁層を除去するよりも速い速度で除去できる。上記の形態によって、該犠牲層を電気絶縁層よりも速いエッチング速度で（つまり、単位時間当たりの材料の除去をより速く）行うことができる。例えば、電気絶縁層が酸化珪素材料を有し、犠牲層が窒化珪素または酸窒化珪素材料を有している場合、エッチング液として水素材料、酸素材料、または、一酸化炭素材料を添加したエッチングを行うか、あるいは、エッチング液の濃度を上げてエッチングを行うことにより、窒化珪素を有する犠牲層は、電氣的に絶縁性の酸化珪素層よりも著しく速くエッチングされる。例えば、エッチング時の酸化珪素のエッチング速度は、例えば酸素濃度を上げると、徐々に下がる。このとき、窒化珪素層ではエッチングは生じないか、または、わずかに生じるのみである。結果として、異なる層のエッチング速度を正確に調整でき、電気絶縁層と犠牲層との材料の組み合わせ、および、エッチングパラメータをそれぞれ選択することによって、狭い隙間を著しく縮小して形成することができる。したがって、本発明では、部分的に高いアスペクト比を有する狭い隙間の不完全な充填に起因して配線とビアとの間に欠陥のある電氣的接触が生じることを、防止することができる。本発明の層構造では、層構造の中の不要な空洞、質の問題、および、電氣的接触不良が防止される。

20

30

【0045】

犠牲層および電気絶縁層は、該電気絶縁層よりも速いエッチング速度で該犠牲層を除去するように設定されたエッチングプロセスによって、除去されることが好ましい。

【0046】

このエッチングプロセスでのエッチング液として、テトラフルオロメタン（ CF_4 ）、トリフルオロメタン（ CHF_3 ）、窒素（ N_2 ）および／またはアルゴン（ Ar ）を用いることができる。

【0047】

エッチング速度は、エッチング液中の酸素（ O_2 ）、水素（ H_2 ）および／または一酸化炭素（ CO ）の濃度を調整することによって、または、ウェハーの温度を下げる（低温の場合、窒化物のエッチング速度が上がり、高温の場合、酸化物のエッチング速度がわずかに下がる）ことによって、調整される。

40

【0048】

エッチング速度が異なっている材料を有する犠牲層および電気絶縁層を備える代わりに、あるいは、そのことに加えて、該犠牲層の厚さは、電気絶縁層の厚さよりも薄く、好ましくは著しく薄く、好ましくは半分よりも薄く、より好ましくは5分の1よりも薄く、さらに好ましくは、10分の1よりも薄い。備えた犠牲層が薄いほど、犠牲層をより速く除去でき、これにより、アンダーエッチングを抑えることができる。

【0049】

50

該導電層と導電性材料からなる該パターンとの間に、下地層を形成できる。このような下地層、種層、接着層、または、障壁層は、（例えばアルミニウムからなる）パターンニングされた導電層と、（例えばタングステンからなる）導電性材料のパターンとの間の機械的・電氣的な接触を効果的に形成するために用いられる。したがって、下地層を用いて、導電性材料のパターンの材料に、パターンニングされた導電層の材料が（またはその逆）拡散しないようにすることができる。

【 0 0 5 0 】

パターンニングされた導電層の表面領域が露出した後、該下地層を形成できる。例えば、上記の形態では、パターンニングされた導電層の表面領域が露出した後に形成される層構造のトレンチの表面を通常 4 5 n m という薄い下地層材料によって覆うことができる。別の方法として、導電層を形成する工程と、犠牲層を形成する工程との間で、該下地層を生成できる。これにより、犠牲層を除去した後、導電層は、下地層によってすでに覆われている。

10

【 0 0 5 1 】

導電層と犠牲層とを共にパターンニングすること、および／または、電気絶縁層のパターンニングを、リソグラフィプロセスおよびエッチングプロセスを用いて行うことができる。

【 0 0 5 2 】

導電層および／または犠牲層を、均一な堆積プロセスによって（例えば、C V D（化学気相成長）プロセスまたは A L D（原子層堆積）プロセスによって）形成できる。原子層堆積プロセスによって、厚さを非常に正確にあらかじめ決定できる層を形成することができる。該層は、1つの原子層の精度まで（つまり、数オングストロームの精度まで）非常に均一な厚さで表面に堆積される。正確にあらかじめ決定できる、均一な厚さを有する犠牲層を形成することは、空間的に一定の時間内に該犠牲層を除去できるという利点を有している。

20

【 0 0 5 3 】

該層構造を集積回路として形成できる。また、該層構造を、半導体材料（例えば、シリコンウェハまたはシリコンチップ）の上および／または中に形成できる。特に、該層構造を集積回路の金属層レベル中に形成できる（配線の末端）。

【 0 0 5 4 】

本発明の方法では、さらに、該導電層をパターンニングすることによって配線を形成でき、導電性材料からなるパターンを形成することによって、ビアを形成できる。

30

【 0 0 5 5 】

該導電層および／または導電性材料からなるパターンを、アルミニウムおよび／またはタングステンから形成できる。特に、アルミニウム材料は、配線としての導電層に適した材料である。タングステン材料は、ビアとして用いる場合の導電性材料のパターンに適している。

【 0 0 5 6 】

該犠牲層を、窒化珪素および／または酸窒化珪素から形成できる。

【 0 0 5 7 】

該電気絶縁層を、酸化珪素から形成できる。

40

【 0 0 5 8 】

窒素を含んだ犠牲層と、酸化珪素を有する電気絶縁層との材料の組み合わせは、適切なエッチング液によって、犠牲層のエッチングを速く、電気絶縁層のエッチングをよりゆっくりと行うことができる材料の特に有効な組み合わせである。

【 0 0 5 9 】

該下地層を、窒化チタン（T i N）から形成できる。

【 0 0 6 0 】

本発明の模範的な形態を図に示し、以下に詳述する。

【 0 0 6 1 】

図 1 A ~ 1 C は、従来技術を示す配置平面図である。

50

【 0 0 6 2 】

図 2 A ~ 図 2 K は、従来技術における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【 0 0 6 3 】

図 3 A ~ 3 H は、本発明の第 1 実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【 0 0 6 4 】

図 4 A ~ 4 L は、本発明の第 2 実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【 0 0 6 5 】

図 5 A ~ 5 C は、本発明の層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【 0 0 6 6 】

図 6 A、6 B は、本発明の犠牲層のエッチング停止層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【 0 0 6 7 】

図 7 A ~ 7 C は、本発明の犠牲層の短時間でエッチングできる層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【 0 0 6 8 】

異なる図における同じまたは類似の構成要素には、同じ参照符号を付している。

【 0 0 6 9 】

図面の描写は、図表であり、縮尺どおりではない。

【 0 0 7 0 】

以下では、本発明の第 1 の実施形態における層構造の製造方法に関して、図 3 A ~ 図 3 H を参照しながら記載する。

【 0 0 7 1 】

図 3 A に示した層配列 3 0 0 を得るために、均一な堆積プロセスによって、シリコン基板（図示せず）にアルミニウム層 3 0 1 を形成する。該アルミニウム層 3 0 1 の上に、窒化珪素からなる犠牲層 3 0 2 を C V D プロセスによって均一に堆積する。別の方法として、このような犠牲層を、酸窒化珪素材料から形成してもよい。窒化珪素からなる犠牲層 3 0 2 の上に、フォトリソ材料を形成し、リソグラフィプロセスおよびエッチングプロセスによってパターニングすることにより、フォトリソマスク 3 0 3 を形成する。

【 0 0 7 2 】

図 3 B に示した層配列 3 1 0 を得るために、アルミニウム層 3 0 1 と窒化珪素からなる犠牲層 3 0 2 とを、図 3 A に示した層配列 3 0 0 から、エッチングプロセスによって共に（つまり、1つの方法工程において）パターニングする。結果として、アルミニウム配線 3 1 1 が形成される。ここで、各アルミニウム配線 3 1 1 の上には複数の犠牲層領域 3 1 2 のうちの 1 つが配置されており、該犠牲層領域は、該エッチングプロセスの後、層配列 3 1 0 の表面に残ったフォトリソの残留物 3 1 3 によって覆われている。これに続いて、フォトリソの残留物 3 1 3 を、ストリッピング法によって除去する。

【 0 0 7 3 】

図 3 C に示した層配列 3 2 0 を得るために、フォトリソの残留物 3 1 3 を除去した後、層配列 3 1 0 の上に、C V D（化学気相成長）プロセスによって、酸化珪素層 3 2 1 を形成する。

【 0 0 7 4 】

図 3 D に示した層配列 3 3 0 を得るために、層配列 3 2 0 の上にフォトリソ層を形成し、リソグラフィプロセスおよびエッチングプロセスによってパターニングすることにより、フォトリソマスク 3 3 1 を形成する。

【 0 0 7 5 】

図 3 E に示した層配列 3 4 0 を得るために、層配列 3 3 0 に対してエッチングプロセス

10

20

30

40

50

を行う。該エッチングプロセスは、エッチングマスク 331 を用いて、エッチングの前方部分が犠牲層領域 312 の表面に達するまで酸化珪素層 321 の材料を除去する方法である。ここで、犠牲層領域 312 は、該エッチングプロセスの停止層として用いられる。このエッチングプロセスのゆえに、酸化珪素層 321 の中にトレンチ 342 が形成され、犠牲層領域 312 の表面領域が露出する。犠牲層領域 312 が停止層として機能することにより、異なるトレンチ 342 の領域において酸化珪素層 321 の厚さが部分的に異なっている。薄い犠牲層領域 312 の表面までのみエッチングをそれぞれ確実に行うことができる。本発明の犠牲層をエッチング停止層として用いることが、複数の変形例のうちの 1 つでしかないことに、留意する必要がある。別の方法として、あるいは、上記変形例に加えて、他の 1 つの変形例では、犠牲層の材料のエッチング速度を著しく高くすることができる（参照：例えば図 7A ~ 7C）。

10

【0076】

図 3F に示した層配列 350 を得るために、全てのトレンチ 342 において、犠牲層領域 312 の材料をエッチングするために設定された他のエッチングプロセスによって、犠牲層領域 312 を除去する。その結果、アルミニウム配線 311 の表面領域が露出する。犠牲層領域 312 の材料（窒化珪素）は、このエッチングプロセスによって非常に速いエッチング速度で（つまり、非常に短時間で）除去されるような材料特性を有している。窒化珪素と酸化珪素とのエッチング速度の比率を、例えばエッチング液に酸素成分を加えることにより、上げることができる。さらに、犠牲層領域 312 のエッチング速度を上げるとともに、該領域を特に速く除去できるように該領域を薄く選択する。これにより、エッチングの前方部分は、異なる配線 311 の表面領域に、短い処理時間の後、ほぼ同時に達する。これにより、従来技術において必要な、時間のかかるアンダーエッチングが回避される。

20

【0077】

図 3G に示した層配列 360 を得るために、図 3F を参照しながら記載したエッチングプロセスは、短時間の間さらに続く（つまり、実際に配線 311 の全ての表面領域からその上に配置された材料が完全になくなるように、わずかなアンダーエッチングが生じる場合がある）。図 3G に示したように、この任意のオーバーエッチングプロセスが短時間であるので、隙間が生じないか、または、（図 2H の参照符号 261 に示したように）極度に狭い隙間が生じる。さらに、図 3G に示した層配列 360 を得るために、各トレンチ 342 の中に、厚さがほぼ 45 nm の窒化チタン材料からなる下地層 361 を、堆積プロセスによって形成する。結果として、特に、アルミニウム配線 311 の露出した表面領域は、下地層材料によって覆われる。該下地層材料は、該アルミニウム配線 311 を、続いて形成されるビアのタングステン材料と結合するための障壁層である。

30

【0078】

本発明の好ましい実施形態にかかる図 3H に示した層構造 370 を得るために、トレンチ 342 にタングステン材料を充填し、これによってタングステンビア 371 が形成される。該タングステンビア 371 は、下地層 361 を介して、アルミニウム配線 311 に電気的および機械的に連結されている。アルミニウム配線 311 の側面部分と、該配線に隣接している酸化珪素層 321 の材料との間の境界領域に狭い隙間を形成しないことにより、タングステンビア 371 とアルミニウム配線 311 との間の電気的結合の問題は確実に回避される。これにより、質の高い、電気的結合のよい層構造 370 が実現される。

40

【0079】

以下では、本発明の第 2 の実施形態における層構造の製造方法に関して、図 4A ~ 図 4L を参照しながら記載する。

【0080】

図 4A に示した層配列 400 を得るために、シリコン基板 401 にアルミニウム層 301 を形成する。

【0081】

図 4B に示した層配列 410 を得るために、層配列 400 の表面に、フォトレジストマ

50

スク 3 0 3 を供給する。

【 0 0 8 2 】

図 4 C に示した層配列 4 2 0 を得るために、フォトリソマスク 3 0 3 を用いて、アルミニウム層 3 0 1 をパターンニングする。その結果、アルミニウム配線 3 1 1 が形成される。アルミニウム配線 3 1 1 の表面には、フォトリソの残留物 3 1 3 がみられる。

【 0 0 8 3 】

所望のパターンが細かい場合は、該アルミニウム層 3 0 1 のパターンニングにハードマスクを用いてもよい。ハードマスクを通してパターンを転写した後はすでに、該フォトリソ 3 0 3 は除去されている。この場合、該ハードマスクはフォトリソマスク 3 0 3 に取って代わる。

【 0 0 8 4 】

図 4 D に示した層配列 4 3 0 を得るために、該フォトリソの残留物 3 1 3 を（例えば、ストリッピングプロセスまたはエッチングプロセスによって）除去する。

【 0 0 8 5 】

図 4 E に示した層配列 4 4 0 を得るために、層配列 4 3 0 に犠牲層領域 4 4 1 を形成する。その結果、図 4 E では、層配列 4 3 0 の水平表面領域が犠牲層領域 4 4 1 によって覆われる。該犠牲層領域 4 4 1 は、調整下地層とも呼ばれる。

【 0 0 8 6 】

図 4 F に示した層配列 4 5 0 を得るために、層間絶縁膜（ I L D ）として酸化珪素層 3 2 1 を堆積する。

【 0 0 8 7 】

図 4 G に示した層配列 4 6 0 を得るために、層配列 4 5 0 の表面に、フォトリソマスク 3 3 1 を形成する。

【 0 0 8 8 】

図 4 H に示した層配列 4 6 5 を得るために、フォトリソマスク 3 3 1 を用いたエッチングによって、酸化珪素層 3 2 1 にトレンチ 3 4 2 を形成する。図 4 H に示したエッチングプロセスの状態では、エッチングの前方部分は、犠牲層領域 4 4 1 の表面にまだ達していない。

【 0 0 8 9 】

図 4 I に示した層配列 4 7 0 を得るために、酸化珪素層 3 2 1 のエッチングを続ける。ここで図 4 I では、エッチングの前方部分は、アルミニウム配線 3 1 1 の上端部分に位置する犠牲層領域 4 4 1 の表面に達したところである。

【 0 0 9 0 】

図 4 J に示した層配列 4 7 5 を得るために、露出した犠牲層領域 4 4 1 に、エッチングプロセスを行う。ここで、露出した犠牲層領域 4 4 1 が酸化珪素層 3 2 1 の露出した材料よりも著しく速くエッチングされるように、エッチングパラメータを調整する。これにより、図 4 J に示した層配列 4 7 5 となる。この図では、犠牲層領域 4 4 1 をエッチングするためのエッチング速度と、酸化珪素層 3 2 1 をエッチングするためのエッチング速度とが異なっているので、材料 3 2 1 とエッチバックされる犠牲層領域 4 4 1 との間の接合領域において、段状の部分が得られる。露出した犠牲層 4 4 1 をエッチングした結果、犠牲層の残留物 4 7 6 が生じる。

【 0 0 9 1 】

図 4 K に示した層配列 4 8 0 を得るために、露出した犠牲層領域 4 4 1 をエッチングし、犠牲層の残留物 4 7 6 をエッチングするための、エッチングプロセスが続く。犠牲層の材料のエッチング速度と、酸化珪素層 3 2 1 の材料のエッチング速度とが異なっていることにより、配線 3 1 1 と酸化珪素層 3 2 1 との間の縁部に、わずかに段状の部分が得られる。しかし、従来技術の場合のような不要な狭い隙間ではない。

【 0 0 9 2 】

図 4 L に示した層配列 4 8 5 を得るために、トレンチ 3 4 2 にタンゲステン材料を充填することにより、タンゲステンビア 3 7 1 を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 3 】

以下では、本発明の狭い隙間が形成されないことについてもう一度説明するために、図 4 I ~ 図 4 K の層配列の詳細図について、図 5 A ~ 図 5 C を参照しながら再び記載する。図 5 A ~ 図 5 C の層配列 5 0 0 ~ 5 2 0 には、犠牲層領域 4 4 1 をエッチングするためのエッチングの前方部分の、第 1 のレベル 5 0 5、第 2 のレベル 5 0 2、および、第 3 のレベル 5 0 3 が示されている。

【 0 0 9 4 】

図 5 A に示した層配列 5 0 0 は、基本的に、図 4 I に示した層配列 4 7 0 と同じである。図 5 A に示した状態では、エッチングプロセスは、配線 3 1 1 上の犠牲層領域 4 4 1 の表面領域が丁度露出したところまで進んでいる。

10

【 0 0 9 5 】

該エッチングプロセスを継続すると、図 5 B に示す層配列 5 1 0 が得られる。この層配列は、図 4 J に示した層配列 4 7 5 とほぼ同じである。層配列 5 1 0 では、エッチングの前方部分は、犠牲層領域 4 4 1 に対して第 2 のレベル 5 0 2 まで進んでいる。したがって、犠牲層の残留物 4 7 6 のみが存在している。犠牲層領域 4 4 1 の材料を酸化珪素層 3 2 1 の材料よりもずっと速くエッチングするようにエッチングパラメータを選択したので、犠牲層の残留物 4 7 6 の縁部の部分には、段状の酸化珪素パターンが生じる。しかし、該パターンは不要な狭い隙間ではない。

【 0 0 9 6 】

該エッチングプロセスをさらに継続すると、図 5 C に示した、エッチングの前方部分が第 3 のレベル 5 0 3 に達している層配列 5 2 0 が得られる。この状態は、図 4 K に示した層配列 4 8 0 とほぼ同じである。この状態では、配線 3 1 1 の表面は露出しており、犠牲層 4 4 1 の材料は、配線 3 1 1 の表面から完全に除去されている。層配列 5 2 0 には、隣接している配線間に位置する犠牲層 4 4 1 の材料があるが、層配列 5 2 0 の処理または機能にいかなる負の影響も与えない。

20

【 0 0 9 7 】

図 5 C に示したように、エッチングパラメータを選択した結果、配線 3 1 1 の表面領域は確実に露出している。配線 3 1 1 と電氣的に絶縁している酸化珪素層 3 2 1 との間の境界領域に位置する狭い隙間は形成されていない。

【 0 0 9 8 】

以下では、本発明の犠牲層のエッチング停止層としての使用を示すための層配列について、図 6 A、図 6 B を参照しながら記載する。

30

【 0 0 9 9 】

図 6 A は、第 1 のアルミニウム配線 6 0 1 と第 2 のアルミニウム配線 6 0 2 とを備えた層配列 6 0 0 を示している。ここで、第 1 のアルミニウム配線 6 0 1 の上には、第 1 の犠牲層領域 6 0 3 が形成され、第 2 のアルミニウム配線 6 0 2 の上には、第 2 の犠牲層領域 6 0 4 が形成されている。構成要素 6 0 1 ~ 6 0 4 は、酸化珪素層 6 0 5 によって覆われている。該酸化珪素層の厚さは、完全に均一ではなく、厚さの幅 6 0 6 を有している。

【 0 1 0 0 】

図 6 B は、エッチングプロセスを用いて、第 1 の犠牲層領域 6 0 3 を露出するための第 1 のトレンチ 6 1 1 が形成され、第 2 の犠牲層領域 6 0 4 を露出するための第 2 のトレンチ 6 1 2 が形成された、層配列 6 1 0 を示している。厚さの幅 6 0 6、および、エッチングマスクの不要な横のずれにより、第 1 の犠牲層領域 6 0 3 の側面側に位置するエッチングの前方部分は、酸化珪素層 6 0 5 の材料を除去しており、酸化珪素層 6 0 5 は、この領域では薄くなっている。これに対して、第 2 の犠牲層領域 6 0 4 の側面側に位置するエッチングの前方部分は、酸化珪素層 6 0 5 の材料を除去しておらず、酸化珪素層 6 0 5 は、この領域では厚くなっている。ここで上記エッチングの前方部分は、第 2 の犠牲層領域 6 0 4 の表面に丁度達したところである。

40

【 0 1 0 1 】

したがって、犠牲層領域 6 0 3、6 0 4 をエッチング停止層として用いた場合、初めに

50

、アルミニウム配線 601、602 および犠牲層領域 603、604 の上に位置する酸化珪素層 605 の材料が除去される。該エッチングプロセスの材料の除去は、犠牲層領域 603、604 に達すると終了する。(不要であるが、常に完全には回避できない)エッチングマスクの横方向のずれについて、つまり、エッチングの前方部分が犠牲層領域 603、604 に対して横方向にわずかにずれているので、犠牲層領域 603、604 に対して隣接して位置する酸化珪素層 605 の(図 6B では、犠牲層領域 603 の表面よりも下において、横方向に位置する)材料が除去される。この場合、犠牲層領域 603、604 の厚さが、酸化珪素層 605 の厚さの幅 606 (つまり、厚さの変動幅)と少なくとも同じかそれより厚くなるように選択することが有利である。なぜなら、こうすることにより、このような横方向のずれから不要な狭い隙間が生じなくなるからである。これは、エッチングの前方部分が酸化珪素層 605 の最も厚い部分(つまり、第 2 の犠牲層領域 604 の上)において犠牲層に達した場合、該エッチングの前方部分は、第 1 の犠牲層領域 603 において、酸化珪素層 605 の最も薄い部分をまだ完全には過ぎていないからである。

10

【0102】

以下では、本発明の犠牲層の短時間でエッチングできる層としての使用を示す層配列について、図 7A ~ 図 7C を参照しながら記載する。

【0103】

図 7A は、第 1 のアルミニウム配線 701 と、第 2 のアルミニウム配線 702 とを備えた層配列 700 を示している。ここで、第 1 のアルミニウム配線 701 の上に、第 1 の犠牲層領域 703 が形成されており、第 2 のアルミニウム配線 702 の上に、第 2 の犠牲層領域 704 が形成されている。構成要素 701 ~ 704 は、酸化珪素層 705 によって覆われている。該酸化珪素層の厚さは、完全に均一ではなく、厚さの幅 706 を有している。

20

【0104】

層配列 700 では、エッチングプロセスによって、第 1 のトレンチ 707 がエッチングされており、第 2 のトレンチ 708 がエッチングされている。該第 1 のトレンチは、第 1 の犠牲層領域 703 を露出するためのものである。該第 2 のトレンチは、厚さの幅 706 のゆえに、および、この領域において酸化珪素層 705 の厚さがより厚いので、第 2 の犠牲層領域 704 が露出する程には十分深くない。つまり、層配列 700 では、エッチングの前方部分は、酸化珪素層 705 の最も薄い位置にて(つまり、第 1 の犠牲層領域 703 において)犠牲層に達したところである。

30

【0105】

図 7B は、処理のより進んだ時点における層配列 710 を示している。図 7B では、エッチングの前方部分は、第 2 の犠牲層領域 704 に達している。犠牲層の材料のエッチング速度が速いので、第 1 の犠牲層領域 703 の露出した部分はすでに完全に除去されている。該犠牲層領域の側面側には、酸化珪素層 705 のエッチング速度が著しく遅いために、不要な狭い隙間は生じない。

【0106】

図 7C は、処理のさらに進んだ時点における層配列 720 を示している。図 7C では、エッチングの前方部分は、第 2 の犠牲層領域 704 の露出した部分も除去している。該第 2 の犠牲層領域の近傍で、酸化珪素層 705 は最も厚くなっている。犠牲層の材料のエッチング速度が速く、酸化珪素層 705 のエッチング速度がより遅いことにより、不要な狭い隙間は生じない。このことは、特に犠牲層領域 703、704 の縦方向の厚さが厚さの幅 706 と少なくとも同じかそれより厚い場合に当てはまる。

40

【0107】

本明細書には、以下の出版物を引用している。

[1] DE 101 40 468 A1

[2] US 5 451 543 A

【図面の簡単な説明】

【0108】

50

【図 4 E】本発明の第 2 実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層

50

配列を示す図である。

【図４Ｆ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｇ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｈ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｉ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｊ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｋ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図４Ｌ】本発明の第２実施形態における層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図５Ａ】本発明の層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図５Ｂ】本発明の層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図５Ｃ】本発明の層構造の製造方法に関する、様々な時間での層配列を示す図である。

【図６Ａ】本発明の犠牲層のエッチング停止層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【図６Ｂ】本発明の犠牲層のエッチング停止層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【図７Ａ】本発明の犠牲層の短時間でエッチングできる層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【図７Ｂ】本発明の犠牲層の短時間でエッチングできる層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【図７Ｃ】本発明の犠牲層の短時間でエッチングできる層としての使用を説明するための層配列を示す図である。

【符号の説明】

【０１０９】

１００ 配線
 １０１ ビア
 １０２ ランディングパッド
 １１０ 第１の配置平面図
 １２０ 第２の配置平面図
 １３０ 第３の配置平面図
 ２００ 層配列
 ２０１ アルミニウム層
 ２０２ フォトレジストマスク
 ２１０ 層配列
 ２１１ アルミニウム配線
 ２１２ フォトレジストの残留物
 ２２０ 層配列
 ２２１ 酸化珪素層
 ２３０ 層配列
 ２３１ フォトレジストマスク
 ２４０ 層配列
 ２４１ フォトレジストの残留物
 ２４２ トレンチ
 ２５０ 層配列

10

20

30

40

50

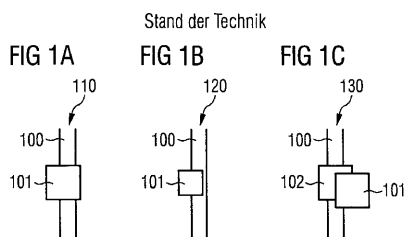
2 6 0	層配列	
2 6 1	狭い隙間	
2 7 0	層構造	
2 7 1	タングステンピア	
2 8 0	層配列	
2 8 1	基板	
2 8 2	第 1 のレベル	
2 8 3	第 2 のレベル	
2 8 4	第 3 のレベル	
2 8 5	層配列	10
2 9 0	層配列	
3 0 0	層配列	
3 0 1	アルミニウム層	
3 0 2	窒化珪素からなる犠牲層	
3 0 3	フォトレジストマスク	
3 1 0	層配列	
3 1 1	アルミニウム配線	
3 1 2	犠牲層領域	
3 1 3	フォトレジストの残留物	
3 2 0	層配列	20
3 2 1	酸化珪素層	
3 3 0	層配列	
3 3 1	フォトレジストマスク	
3 4 0	層配列	
3 4 1	フォトレジストの残留物	
3 4 2	トレンチ	
3 5 0	層配列	
3 6 0	層配列	
3 6 1	下地膜	
3 7 0	層構造	30
3 7 1	タングステンピア	
4 0 0	層配列	
4 0 1	シリコン基板	
4 1 0	層配列	
4 2 0	層配列	
4 3 0	層配列	
4 3 1	フォトレジストマスク	
4 4 0	層配列	
4 4 1	犠牲層領域	
4 5 0	層配列	40
4 6 0	層配列	
4 6 5	層配列	
4 7 0	層配列	
4 7 5	層配列	
4 7 6	犠牲層の残留物	
4 8 0	層配列	
5 0 0	層配列	
5 0 1	第 1 のレベル	
5 0 2	第 2 のレベル	
5 0 3	第 3 のレベル	50

5 1 0	層配列
5 2 0	層配列
6 0 0	層配列
6 0 1	第 1 のアルミニウム配線
6 0 2	第 2 のアルミニウム配線
6 0 3	第 1 の犠牲層領域
6 0 4	第 2 の犠牲層領域
6 0 5	酸化珪素層
6 0 6	厚さの幅
6 1 0	層配列
6 1 1	第 1 のトレンチ
6 1 2	第 2 のトレンチ
7 0 0	層配列
7 0 1	第 1 のアルミニウム配線
7 0 2	第 2 のアルミニウム配線
7 0 3	第 1 の犠牲層領域
7 0 4	第 2 の犠牲層領域
7 0 5	酸化珪素層
7 0 6	厚さの幅
7 0 7	第 1 のトレンチ
7 0 8	第 2 のトレンチ
7 1 0	層配列
7 2 0	層配列

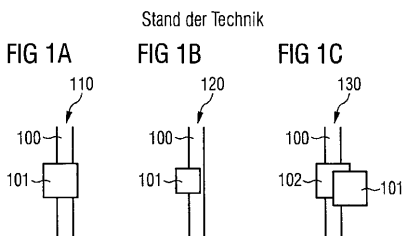
10

20

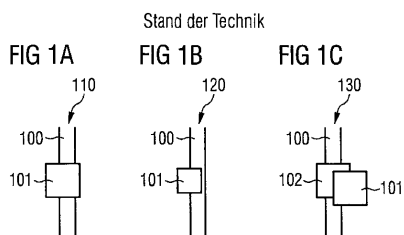
【 図 1 A 】



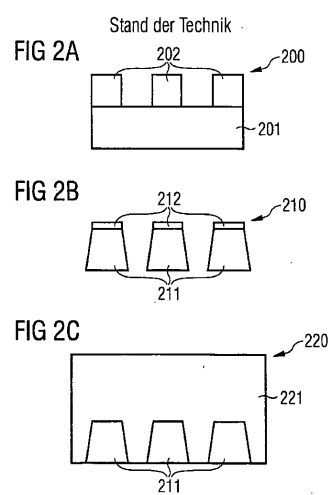
【 図 1 B 】



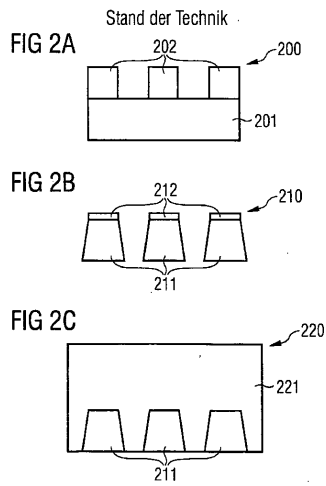
【 図 1 C 】



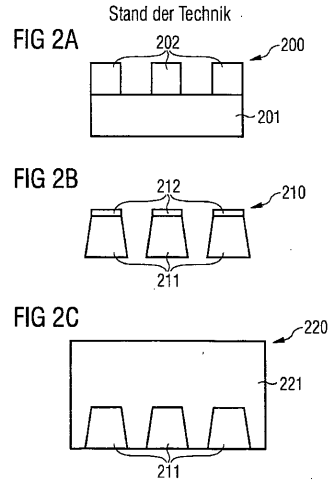
【 図 2 A 】



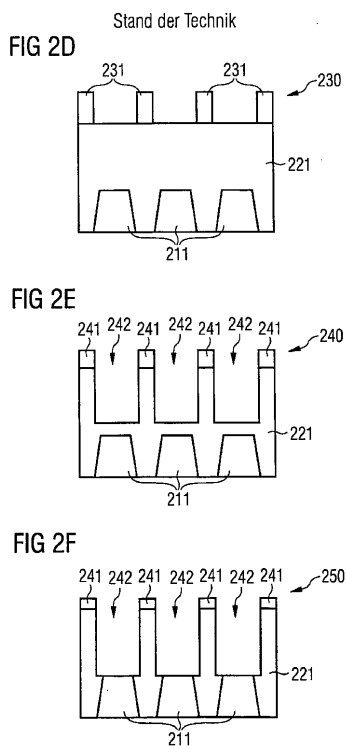
【 図 2 B 】



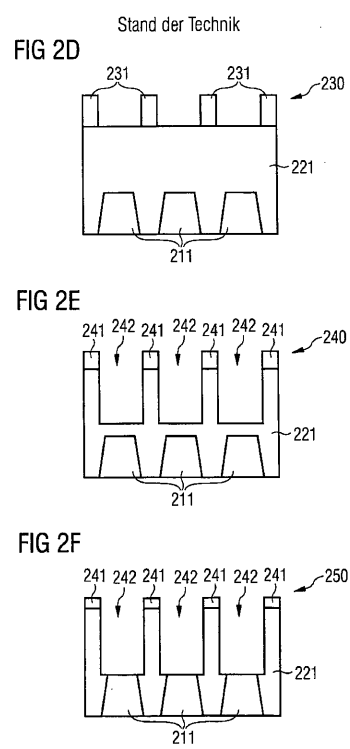
【 図 2 C 】



【 図 2 D 】



【 図 2 E 】



【図 2 F】

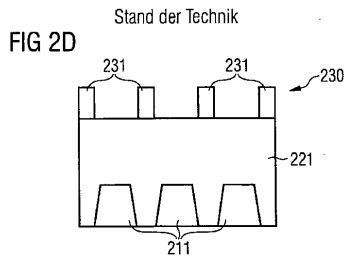


FIG 2E

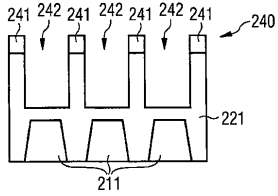
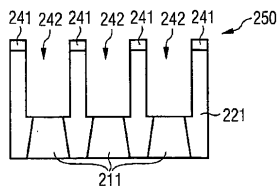


FIG 2F



【図 2 G】

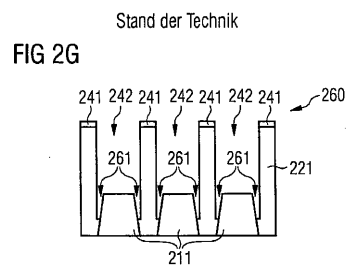
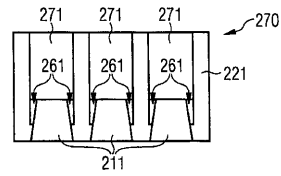


FIG 2H



【図 2 H】

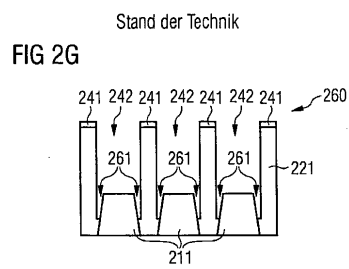
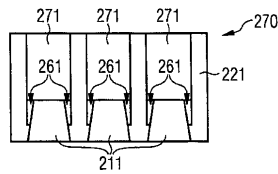
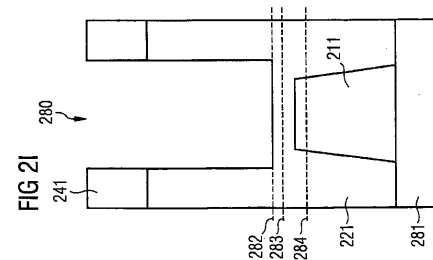
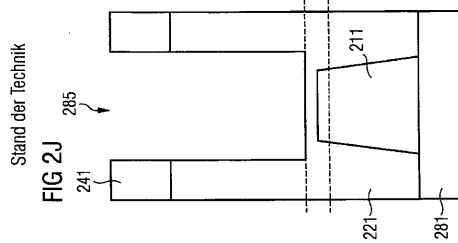
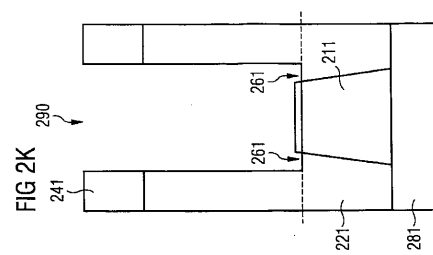


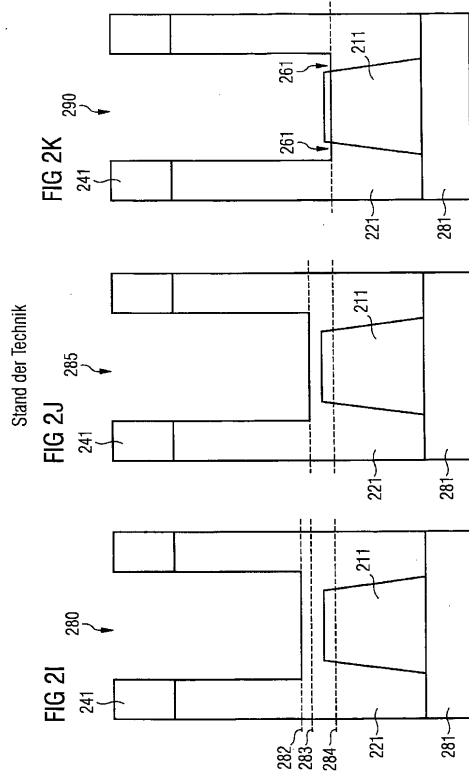
FIG 2H



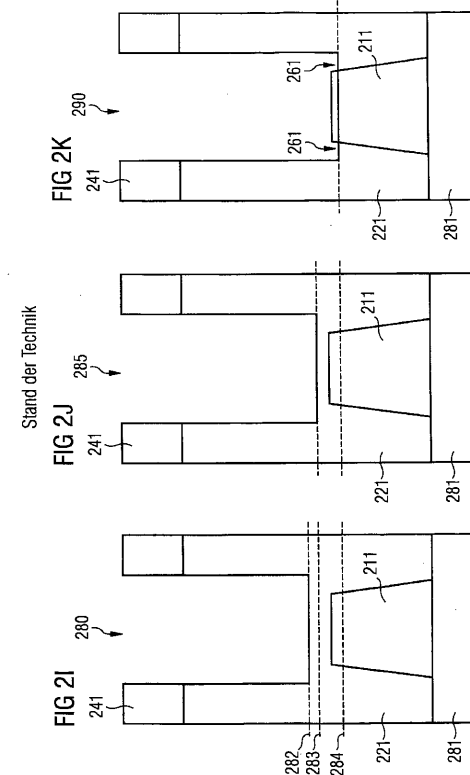
【図 2 I】



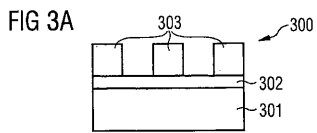
【図 2 J】



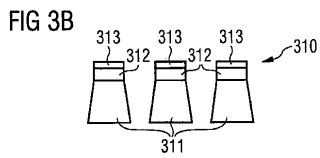
【図 2 K】



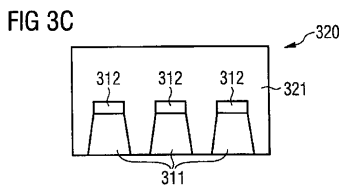
【図 3 A】



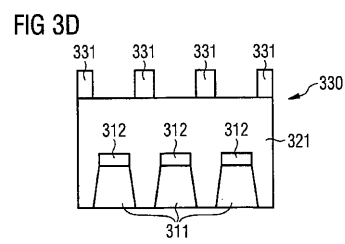
【図 3 B】



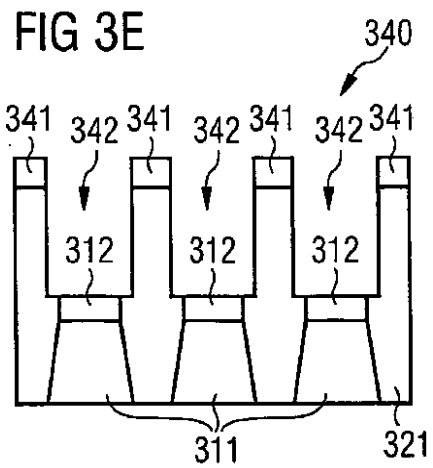
【図 3 C】



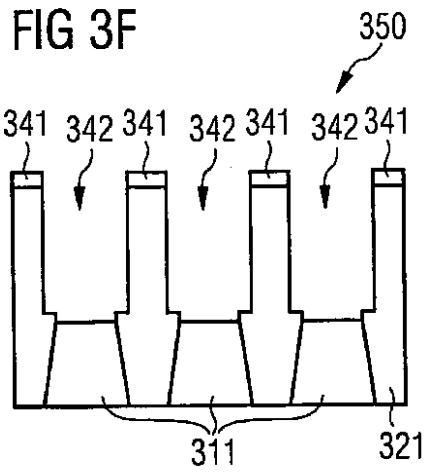
【図 3 D】



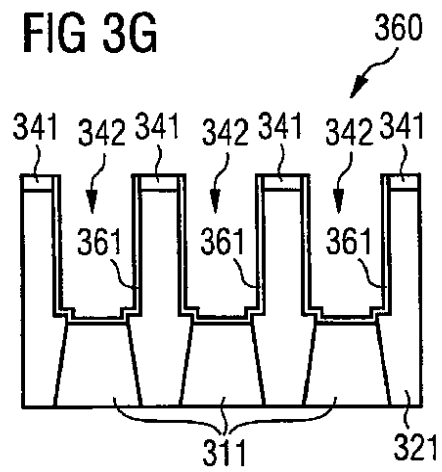
【図 3 E】



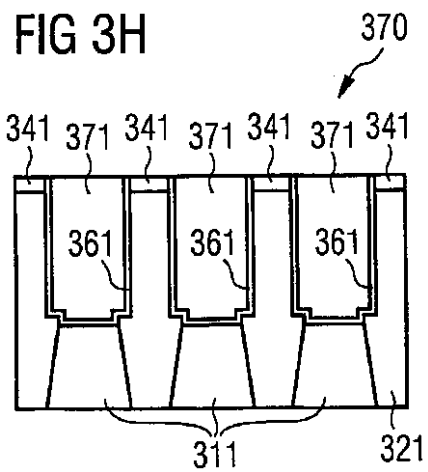
【 図 3 F 】



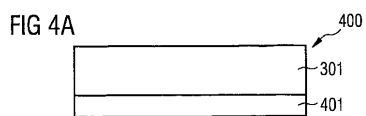
【 図 3 G 】



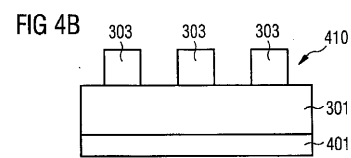
【 図 3 H 】



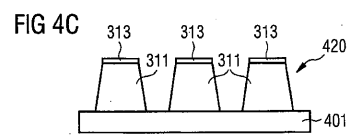
【 図 4 A 】



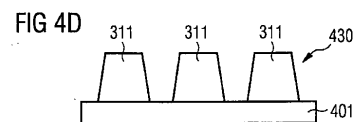
【 図 4 B 】



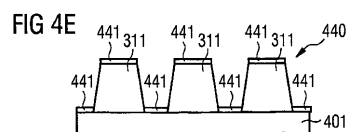
【 図 4 C 】



【 図 4 D 】

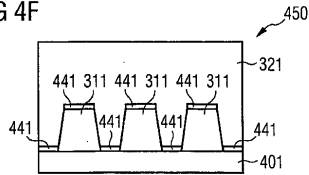


【 図 4 E 】



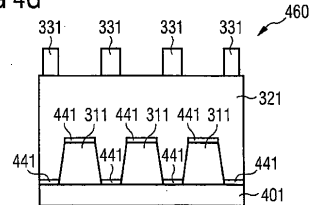
【 図 4 F 】

FIG 4F



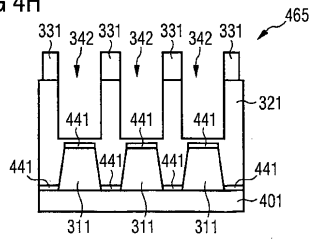
【 図 4 G 】

FIG 4G



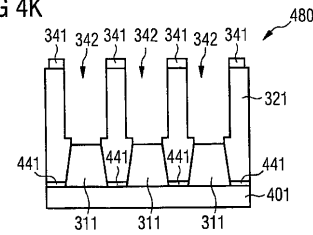
【 図 4 H 】

FIG 4H



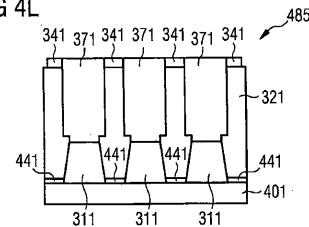
【 図 4 K 】

FIG 4K

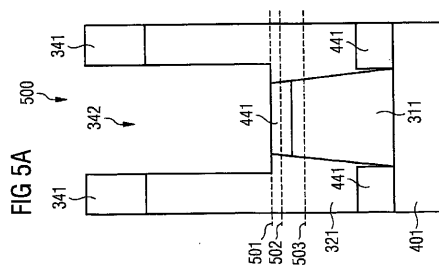


【 図 4 L 】

FIG 4L

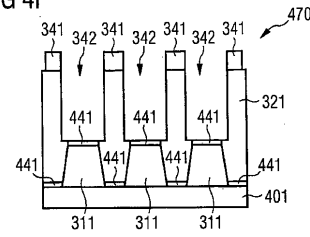


【 図 5 A 】



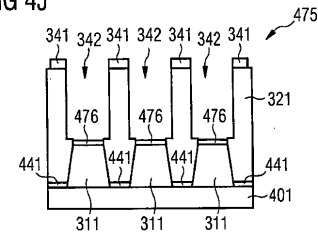
【 図 4 I 】

FIG 4I

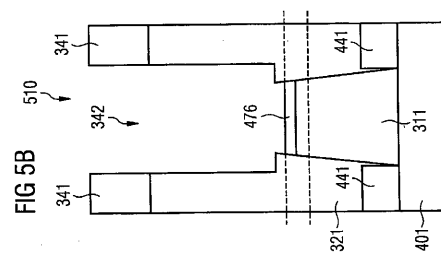


【 図 4 J 】

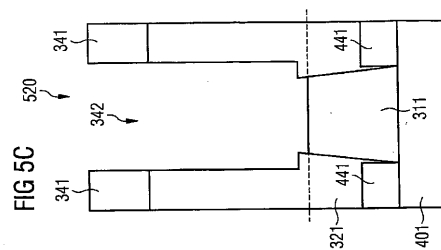
FIG 4J



【 図 5 B 】

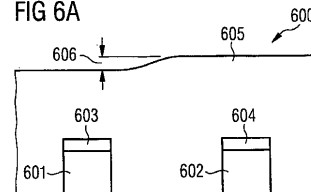


【 図 5 C 】



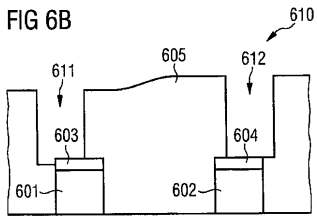
【 図 6 A 】

FIG 6A



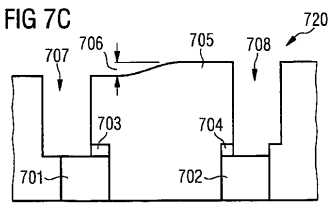
【 図 6 B 】

FIG 6B



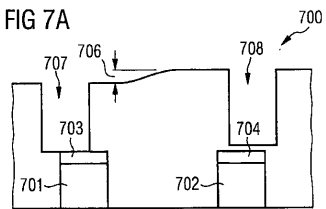
【 図 7 C 】

FIG 7C



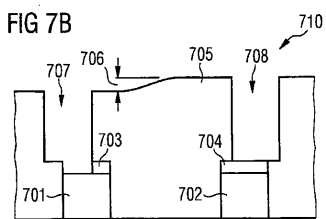
【 図 7 A 】

FIG 7A



【 図 7 B 】

FIG 7B



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE2005/001067

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/768

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 40 468 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 13 March 2003 (2003-03-13) cited in the application the whole document	1-17
X	US 5 451 543 A (WOO ET AL) 19 September 1995 (1995-09-19) cited in the application the whole document	1-4, 7, 10-16
X	US 5 920 793 A (MIZUSHIMA ET AL) 6 July 1999 (1999-07-06) the whole document	1-4, 6, 7, 10-16
A	US 2003/201121 A1 (JENG PEI-REN) 30 October 2003 (2003-10-30) the whole document	1-17
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 September 2005

Date of mailing of the international search report

05/10/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ploner, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE2005/001067

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 5 700 737 A (YU ET AL) 23 December 1997 (1997-12-23) the whole document -----	1-17
A	US 6 015 751 A (LIU ET AL) 18 January 2000 (2000-01-18) the whole document -----	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/001067

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10140468	A1	13-03-2003	US 2003036227 A1	20-02-2003
US 5451543	A	19-09-1995	NONE	
US 5920793	A	06-07-1999	JP 9129732 A	16-05-1997
US 2003201121	A1	30-10-2003	NONE	
US 5700737	A	23-12-1997	NONE	
US 6015751	A	18-01-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001067

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/768

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 40 468 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 13. März 2003 (2003-03-13) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-17
X	US 5 451 543 A (WOO ET AL) 19. September 1995 (1995-09-19) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-4, 7, 10-16
X	US 5 920 793 A (MIZUSHIMA ET AL) 6. Juli 1999 (1999-07-06) das ganze Dokument	1-4, 6, 7, 10-16
A	US 2003/201121 A1 (JENG PEI-REN) 30. Oktober 2003 (2003-10-30) das ganze Dokument	1-17
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

26. September 2005

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

05/10/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Ploner, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001067

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 700 737 A (YU ET AL) 23. Dezember 1997 (1997-12-23) das ganze Dokument	1-17
A	US 6 015 751 A (LIU ET AL) 18. Januar 2000 (2000-01-18) das ganze Dokument	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001067

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10140468	A1	13-03-2003	US	2003036227 A1	20-02-2003
US 5451543	A	19-09-1995	KEINE		
US 5920793	A	06-07-1999	JP	9129732 A	16-05-1997
US 2003201121	A1	30-10-2003	KEINE		
US 5700737	A	23-12-1997	KEINE		
US 6015751	A	18-01-2000	KEINE		

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, IS, IT, LT, 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, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ヴェント, ヘルマン

アメリカ合衆国 1 2 6 0 3 ニューヨーク州 ポキプシー クリーク ベンド ロード 1 6

Fターム(参考) 5F033 JJ08 JJ19 KK08 KK19 KK33 NN06 NN07 QQ15 QQ25 QQ35

QQ37 QQ39 RR04 RR06 XX09 XX15