

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4282425号  
(P4282425)

(45) 発行日 平成21年6月24日(2009.6.24)

(24) 登録日 平成21年3月27日(2009.3.27)

(51) Int.Cl. F I  
 H O 1 L 21/3205 (2006.01) H O 1 L 21/88 T  
 H O 1 L 23/52 (2006.01)

請求項の数 2 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-335522 (P2003-335522)	(73) 特許権者	302062931
(22) 出願日	平成15年9月26日(2003.9.26)		NECエレクトロニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2005-101450 (P2005-101450A)		神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(43) 公開日	平成17年4月14日(2005.4.14)	(74) 代理人	100123788
審査請求日	平成18年8月4日(2006.8.4)		弁理士 官崎 昭夫
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(72) 発明者	戸原 誠人
			神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
			NECエレクトロニクス株式会社内
		(72) 発明者	山本 悦章
			神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
			NECエレクトロニクス株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅配線の形成方法および銅配線の形成された半導体ウエハ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

集積回路が形成されたウエハ上に、該集積回路の銅配線を形成する方法であって、前記ウエハの縁から該ウエハ中心に向けて、銅配線パターン部の銅を除去することにより、ウエハ外周に位置するバリアメタルおよび該バリアメタル上に形成された前記銅配線パターン部に対しては、コーナー部の断面形状をL字型とするとともに、前記バリアメタルについて前記銅配線パターン部よりも前記ウエハの縁の方向に延在させ、その他の銅配線パターン部については銅が保持されたものとする工程と、

前記ウエハ上にボンディングパッドまたはアンダーバンプメタル用のスルーホールを形成するための絶縁膜を形成する工程と、

前記ウエハの縁から該ウエハ中心に向けて、前記銅が除去された前記銅配線パターン部を超えないように、前記絶縁膜を除去する工程と、

前記銅が除去された前記銅配線パターン部における前記バリアメタルの表面の断面形状がL字型となるコーナー部を含む領域上の前記絶縁膜と、前記銅を除去する工程において銅が保持された銅配線パターン部上の前記絶縁膜とに、前記スルーホールを形成する工程と、

前記スルーホールに前記ボンディングパッドまたは前記アンダーバンプメタルを形成する工程と、

を具備することを特徴とする銅配線の形成方法。

【請求項2】

集積回路と、該集積回路の銅配線が形成されたウエハであって、前記ウエハの縁から該ウエハ中心に向けて、銅配線パターン部の銅が除去されることにより、ウエハ外周に位置するバリアメタルおよび該バリアメタル上に形成された銅配線パターン部が、コーナー部の断面形状がL字型とされるときにも、前記バリアメタルについては前記銅配線パターン部よりも前記ウエハの縁の方向に延在する銅除去部と、銅が保持されたものと、を含み、銅が保持された各銅配線パターン部の上にボンディングパッドまたはフリップチップが形成されたウエハにおいて、

前記ウエハ上にボンディングパッドまたはアンダーバンプメタル用のスルーホールを形成するために形成され、前記ウエハの縁から該ウエハ中心に向けて、前記銅が除去された前記銅配線パターン部を超えないように除去されている絶縁膜を備え、

前記スルーホールは、前記銅が除去された前記銅配線パターン部における前記バリアメタルの表面の断面形状がL字型となるコーナー部を含む領域上の前記絶縁膜と、前記銅除去部の、銅が保持された銅配線パターン部上の前記絶縁膜とに、形成され、

前記ボンディングパッドまたは前記アンダーバンプメタルは、前記スルーホールに形成されていることを特徴とするウエハ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体集積回路が形成された半導体ウエハに銅配線を形成する技術に関する

【背景技術】

【0002】

従来、半導体集積回路で用いられる金属配線の材料としては、比抵抗が小さいことやターニングが容易であることから、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなるアルミニウム系金属が用いられてきた。

【0003】

しかしながら、半導体集積回路の高集積化、縮小化、高速化、高信頼性の要請が高まってきたこととともない、アルミニウム系金属よりも小さい抵抗率および高いエレクトロマイグレーション耐性を有する銅または銅合金からなる銅系金属が用いられるようになってきている。

【0004】

図6(a)を参照すると、半導体ウエハ1上に形成された銅配線6が示されている。2は絶縁膜、3は溝形成用絶縁膜、5はバリアメタルである。

【0005】

ウエハ周辺近傍領域22では、膜はがれを防止するために、絶縁膜2と溝形成用絶縁膜3の周辺除去、および、銅配線6のCu除去を行う。

【0006】

ここで、周辺除去とは、配線パターンを形成するために行う露光とは別に行う周辺露光もしくはウェットエッチングにより、ウエハ周辺近傍領域22の溝形成用絶縁膜3上に塗布したレジストを除去し、この周辺露光を行った部分の絶縁膜2と溝形成用絶縁膜3をエッチングにより除去することをいう。

【0007】

図6(a)は、周辺除去幅がCu除去幅よりも長い場合を示しており、ウエハ周辺近傍領域22にCu残り15が存在している。

【0008】

図6(b)を参照すると、図6(a)のウエハ周辺近傍領域22を上から見た図が示されている。23は配線パターン形成領域を示しており、銅配線が形成されている。

【0009】

図7を参照すると、図6の銅配線6を形成する工程が示されている。

【0010】

10

20

30

40

50

まず、図7(a)のように、半導体ウエハ1上に、絶縁膜2と溝形成用絶縁膜3をこの順で成膜する。

【0011】

次に、図7(b)のように、溝形成用絶縁膜3上に所定の形状にパターンニングされたフォトリソを形成し、これを絶縁膜2と溝形成用絶縁膜3のエッチングのためのエッチングマスク4として用いる。フォトリソの形成は全面で行われるが、ウエハ周辺近傍領域22ではフォトリソを除去するため周辺露光が行われる。

【0012】

次に、図7(c)のように、絶縁膜2と溝形成用絶縁膜3をエッチングして除去する。

【0013】

次に、図7(d)のように、バリアメタル5を堆積後、銅膜を堆積する。その後、例えばCMP(Chemical Mechanical Polishing; 化学機械研磨)を行い、溝形成用絶縁膜3の上に露出しているバリアメタル5と銅膜を除去する。以上により、銅配線6が形成される。さらに、ウエハ周辺近傍領域22の銅をウェットエッチングにより除去する。除去しきれなかった銅がCu残り15となる。

【0014】

半導体集積回路の高速化を進めるためには、半導体集積回路を微細化し、素子間の配線距離を減少させることが必要である。しかし、一方で、微細化による配線間隔の減少が、配線間に大きな容量を発生させ、信号の伝播速度を低下させてしまう。その結果、半導体集積回路の動作速度を遅くしてしまう。この問題を解決するため、比誘電率の低い絶縁材料の開発、ならびに、それを用いた多層配線の開発が進められている。

【0015】

図8(a)を参照すると、図6(a)の銅配線に対する銅多層配線が示されている。このような銅多層配線は、例えば、特開2001-77113号公報(特許文献1)に開示されている。

【0016】

図6(a)の銅単層配線から図8(a)の銅多層配線を形成する工程を簡単に説明する。

【0017】

まず、図6(a)の状態から、絶縁膜7とプラグ形成用絶縁膜8をこの順で堆積する。

【0018】

次に、層間接続プラグ10を形成するためのエッチングマスクを形成し、さらに周辺露光を行う。この際の周辺露光の幅は、下の銅配線の層の周辺露光の幅よりも小さくとる。

【0019】

次に、絶縁膜7とプラグ形成用絶縁膜8をエッチングする。周辺露光の幅は、下の銅配線の層の周辺露光の幅よりも小さくとったので、銅残り15は、エッチング後も絶縁膜7とプラグ形成用絶縁膜8に覆われたままである。

【0020】

次に、バリアメタル9と層間接続プラグ10をこの順で堆積し、プラグ形成用絶縁膜8を超えた部分をCMPにより除去する。

【0021】

以降は、図7と同様の工程により、上の銅配線14の層を形成する。

【0022】

銅配線の形成された半導体ウエハ上に電極を形成するために、ボンディングパッドまたはフリップチップが設けられる。

【0023】

図8(b)~(d)を参照すると、図8(a)の銅多層配線にボンディングパッドを形成する工程が示されている。

【0024】

まず、図8(b)のように、上の銅配線14の層の上に、絶縁膜17とパッド形成用絶

10

20

30

40

50

絶縁膜 18 をこの順で堆積し、所定の形状にパターンニングされたフォトリソのエッチングマスク 19 を形成する。さらに周辺露光を行う。この際の周辺露光の幅は、下の銅配線 6 の層の周辺露光の幅と同じである。

【0025】

次に、図 8 (c) のように、絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 をエッチングにより除去する。さらに、ウエハ周辺近傍領域 22 において周辺除去を行う。周辺除去幅は下側の層と同じ幅にとられているので、Cu 残り 16 が露出する。

【0026】

次に、図 8 (d) のように、バリアメタル 20 を形成した後、パッドアルミ 21 を形成する。

【0027】

図 8 (e) を参照すると、図 8 (d) を上から見た図が示されている。Cu 残り 16 が表面に露出している。

【特許文献 1】特開 2001 - 77113 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0028】

図 8 で示した工程のように、Cu 残り 16 を残したままパッドアルミ 21 を形成すると、次のような問題が生じる。

【0029】

すなわち、パッドアルミ 21 を形成するために、アルミ系金属膜を形成したあと、パッド形状になるように、チャンバ装置内でドライエッチング、その後、ウェットエッチング装置内でウェットエッチングを行う。この工程において、銅の露出があると、チャンバ装置やウェットエッチング装置が銅に汚染されるおそれがある。

【0030】

さらに、ウェットエッチング工程では、溶解した銅が、半導体ウエハ 1 の裏面からウエハ内を拡散し、ウエハ表面に形成されている半導体集積回路に悪影響を与えるおそれがある。

【0031】

以上の問題は、ボンディングパッドのかわりにフリップチップを形成する場合にも同様にあてはまる。

【0032】

本発明は、銅汚染のおそれが少ない、ボンディングパッドまたはフリップチップが形成された銅多層配線の形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0033】

上記目的を達成するために、本発明は、Cu 除去の対象となった配線パターン部分を超えないように、絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 の周辺除去を行い、ボンディングパッドまたはフリップチップを形成する (図 1 (b)、(c)、(d) 参照)。

【0034】

こうすると、Cu 除去の対象となった配線パターン部の外側に、パッド形成用絶縁膜 18 が残り (図 1 (c) 参照)、Cu 除去の対象となった配線パターン部をボンディングパッドまたはフリップチップで覆うことが可能になる (図 1 (d) 参照) ので、Cu 残り 16 の露出を防止できる。

【0035】

また、半導体ウエハ 1 内の場所によっては、Cu 除去の対象となった配線パターン部分がすべて絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 で覆われることになる (図 3 (b) 参照)。この場合も、Cu 残り 16 の露出を防止できる。

【0036】

結局、Cu 除去の対象となった配線パターン部分を超えないように、絶縁膜 17 とパッ

10

20

30

40

50

ド形成用絶縁膜 18 の周辺除去を行うようにしさえすれば、Cu 除去の対象となった配線パターン部分が、ボンディングパッドまたはフリップチップ、あるいは、絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 で覆われるので、Cu 残り 16 の露出を防止できる。

【発明の効果】

【0037】

以上説明したように、本発明によれば、銅が表面に露出しないので、チャンバ装置やエッチング装置などへの銅汚染を防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

10

【0039】

図 1 ( a ) ~ ( e ) を参照すると、ボンディングパッドを形成する、本発明の銅多層配線の形成方法の工程が示されている。図 1 ( a ) ~ ( e ) は、背景技術で説明した図 8 ( a ) ~ ( e ) にそれぞれ対応している。

【0040】

図 1 ( a ) は、図 8 ( a ) と同じ銅多層配線構造である。

【0041】

まず、図 1 ( b ) のように、上の銅配線 14 の層に絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 をこの順で成膜する。その後、所定の形状にパターンニングされたフォトレジストのエッチングマスク 19 を形成する。図 8 ( b ) から変更する点は、絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 に対する周辺除去の幅（エッチングマスク 19 に対する周辺露光の幅）である。図 8 ( b ) では、Cu 除去の対象となった配線パターン部分を超えて、周辺除去が行われているが、図 1 ( b ) では、Cu 除去の対象となった配線パターン部分を超えないように周辺除去が行われる。その結果、エッチングマスク 19 が、Cu 除去の対象となった配線パターン部分よりも外周側に残ることになる。

20

【0042】

次に、図 1 ( c ) のように、絶縁膜 17 とパッド形成用絶縁膜 18 のエッチングを行う。

【0043】

次に、図 1 ( d ) のように、バリアメタル 20 とパッドアルミ 21 を形成する。図 8 ( d ) とは違って、Cu 除去の対象となった配線パターン部分にもボンディングパッドが形成されており、Cu 残り 16 の露出が防止されている。

30

【0044】

図 1 ( e ) は、図 1 ( d ) のウエハ上部から眺めた図である。

【0045】

図 2 を参照すると、フリップチップを形成された、本発明の銅多層配線が示されている。フリップチップを形成する場合も全く同様であり、図 1 ( d ) において、ボンディングパッドを形成するかわりに、フリップチップを形成する。

【0046】

図 1 ( c ) の状態から、バンプパッド 24、続いて UBM ( under bump metalization ) 25 を形成し、バンプ 26 を形成する。この場合も、Cu 除去の対象となった配線パターン部分にもフリップチップが形成されており、Cu 残り 16 の露出が防止されている。

40

【0047】

以上は、図 6 ( a ) の銅単層配線構造を積層した図 8 ( a ) または図 1 ( a ) の銅多層配線構造に対して、ボンディングパッドまたはフリップチップを形成する場合を説明してきた。図 6 ( a ) の銅単層配線構造は、周辺除去幅が Cu 除去幅よりも長くなる場合のものであるが、Cu 除去幅が周辺除去幅よりも長くなる場合もありうる。

【0048】

図 3 ( a ) と図 4 ( a ) を参照すると、それぞれ、Cu 除去幅が周辺除去幅よりも長く

50

なる場合、周辺除去を全く行わない場合の銅単層配線構造が示されている。図3(a)の場合、Cu除去の対象となった配線パターン部分の銅はすべて除去され、Cu残りは存在していない。また、図4(a)の場合、Cu除去の対象となった配線パターン部分には銅が保持されていない。

【0049】

これらの場合、銅配線の層の周辺除去の幅を、ボンディングパッドまたはフリップチップの層においても維持していれば、理論的には銅は露出しない。しかしながら、例えば、Cu除去が不完全な場合には銅が露出してしまうので、ボンディングパッドまたはフリップチップを形成する層において、絶縁膜17とパッド形成用絶縁膜18の周辺除去を、Cu除去の対象となった配線パターン部分を超えないように行うことにより、銅の露出を防止することは重要な意義がある。

10

【0050】

図3(b)(c)を参照すると、図3(a)の銅単層配線構造をベースに、それぞれボンディングパッド、フリップチップを形成した銅多層配線構造が示されている。ボンディングパッドまたはフリップチップを形成する層における周辺除去幅は、銅配線の層の周辺除去幅よりも小さく設定され、相関接続プラグ10の層の周辺除去幅と同じになるように設定されている。

【0051】

なお、図3(b)(c)では、Cu除去の対象となった配線パターン部分は、ボンディングパッドまたはフリップチップで覆われているのではなく、絶縁膜17とパッド形成用絶縁膜18で覆われている。Cu除去の対象となった配線パターン部分が半導体ウエハ1の縁に近くなるところでは、Cu除去の対象となった配線パターン部分が、絶縁膜17とパッド形成用絶縁膜18で直接覆われ、銅の露出が防止される。この点は、図1、図4においても同様である。

20

【0052】

図4(b)(c)を参照すると、図4(a)の銅単層配線構造をベースに、それぞれボンディングパッド、フリップチップを形成した銅多層配線構造が示されている。図4(b)(c)では、全ての層で周辺除去を行わないように設定されている。Cu除去の対象となった、銅の保持されていない配線パターン部は、ボンディングパッドまたはフリップチップで覆われ、銅の露出が防止されている。

30

【0053】

図5を参照すると、パッドスルーホール露光パターンを用いた場合の、本発明の銅多層配線構造が示されている。図5では、半導体ウエハ1の全面にボンディングパッドまたはフリップチップのパターンを形成するのではなく、一部にパターンを形成する。この場合、パッドスルーホールパターンに対応する銅配線以外の銅配線は、絶縁膜17とパッド形成用絶縁膜18で覆われるので、銅の露出が防止される。また、Cu除去の対象となった配線パターン部分については、絶縁膜17とパッド形成用絶縁膜18の周辺除去を、Cu除去の対象となった配線パターン部分を超えないように行うことにより、銅の露出を防止できる。図5では、ボンディングパッドの場合を示しているが、フリップチップの場合も同様である。また、銅単層配線構造として図3(a)が用いられているが、図6(a)、図4(a)の場合も同様である。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1(a)】ボンディングパッドを形成する、本発明の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図1(b)】ボンディングパッドを形成する、本発明の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図1(c)】ボンディングパッドを形成する、本発明の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図1(d)】ボンディングパッドを形成する、本発明の銅多層配線構造の形成方法の一

50

工程を示す図である。

【図 1 ( e )】図 1 ( d ) を上から見た図である。

【図 2】フリップチップが形成された、本発明の銅多層配線構造を示す図である。

【図 3】銅配線の層において C u 除去幅が周辺除去幅よりも長い場合の、本発明の銅多層配線構造を示す図である。

【図 4】銅配線の層において周辺除去を行わない場合の、本発明の銅多層配線構造を示す図である。

【図 5】パッドスルーホール露光パターンを用いた場合の、本発明の銅多層配線構造を示す図である。

【図 6】C u 除去幅が周辺除去幅よりも短い場合の銅単層配線構造を示す図である。

10

【図 7】C u 除去幅が周辺除去幅よりも短い場合の銅単層配線構造を形成する工程を示す図である。

【図 8 ( a )】ボンディングパッドを形成する、従来技術の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図 8 ( b )】ボンディングパッドを形成する、従来技術の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図 8 ( c )】ボンディングパッドを形成する、従来技術の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

【図 8 ( d )】ボンディングパッドを形成する、従来技術の銅多層配線構造の形成方法の一工程を示す図である。

20

【図 8 ( e )】図 8 ( d ) を上から見た図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 半導体ウエハ

2 絶縁膜

3 溝形成用絶縁膜

4 エッチングマスク

5 バリアメタル

6 銅配線

7 絶縁膜

30

8 プラグ形成用絶縁膜

9 バリアメタル

1 0 層間接続プラグ

1 1 絶縁膜

1 2 溝形成用絶縁膜

1 3 バリアメタル

1 4 銅配線

1 5 C u 残り

1 6 C u 残り

1 7 絶縁膜

40

1 8 パッド形成用絶縁膜

1 9 エッチングマスク

2 0 バリアメタル

2 1 パッドアルミ

2 2 ウエハ周辺近傍領域

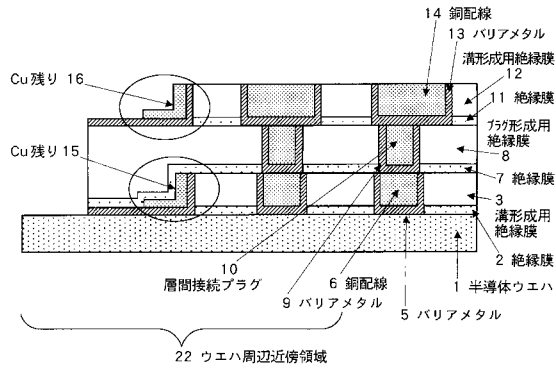
2 3 配線パターン形成領域

2 4 バンプパッド

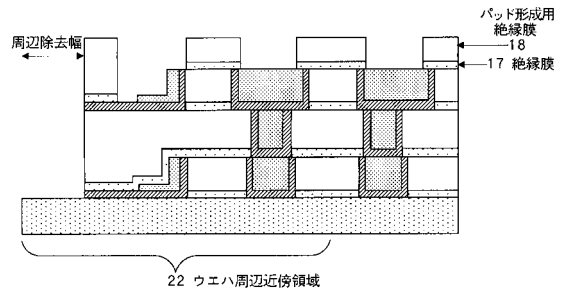
2 5 U B M

2 6 バンプ

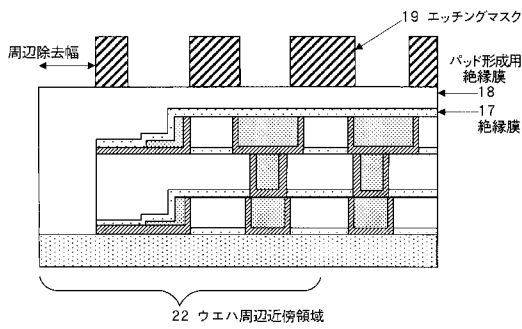
【図1(a)】



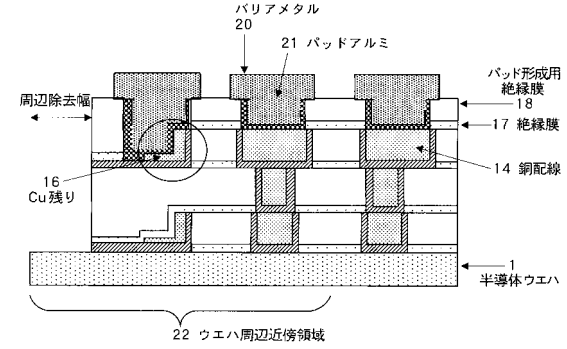
【図1(c)】



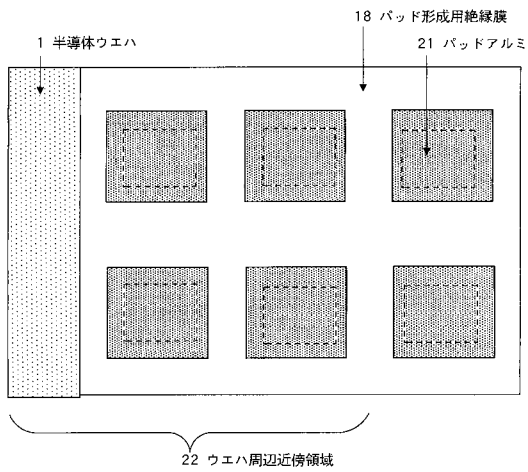
【図1(b)】



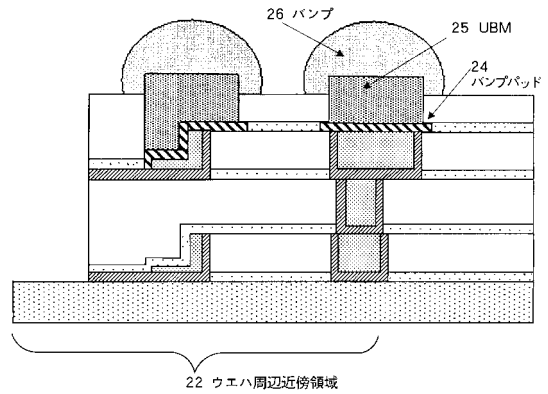
【図1(d)】



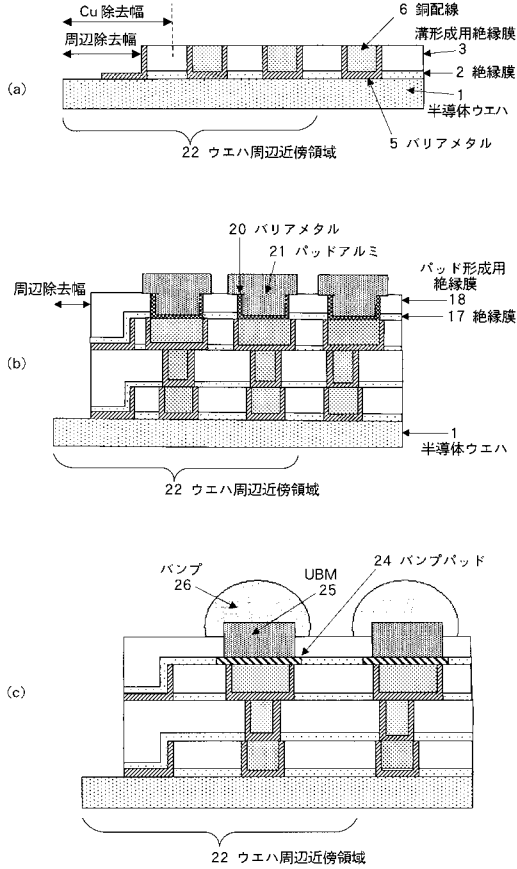
【図1(e)】



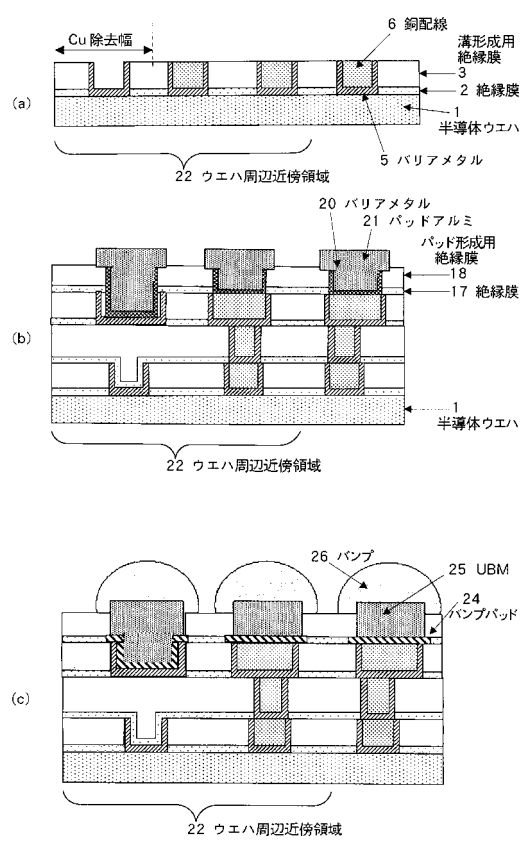
【図2】



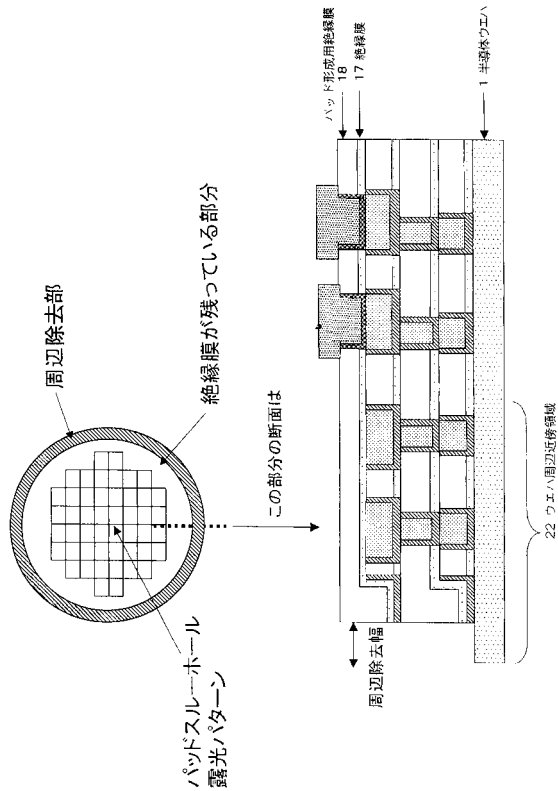
【図3】



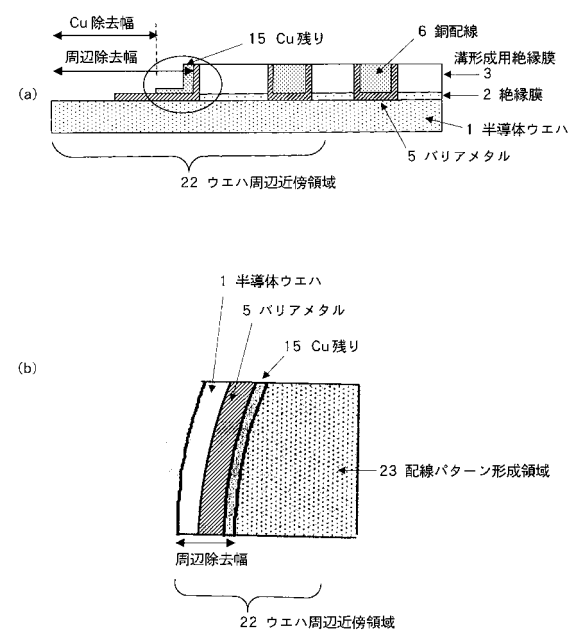
【図4】



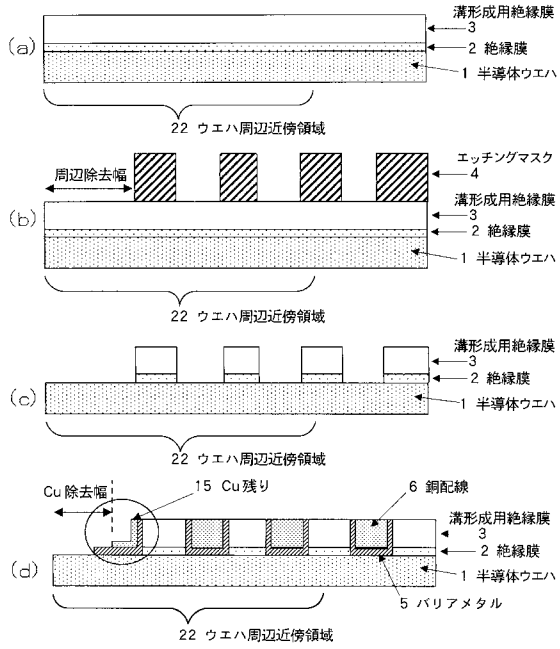
【図5】



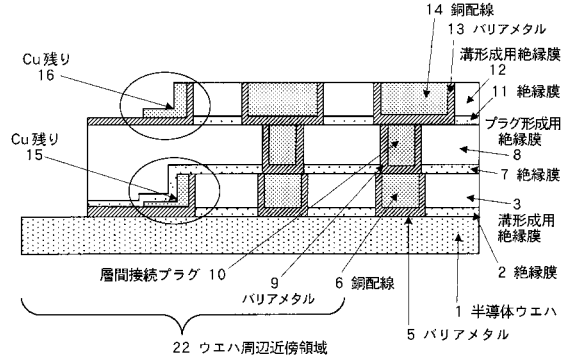
【図6】



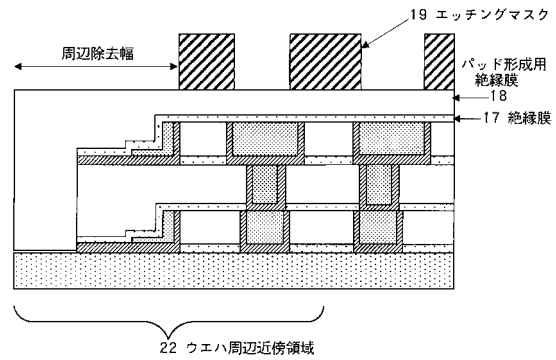
【図7】



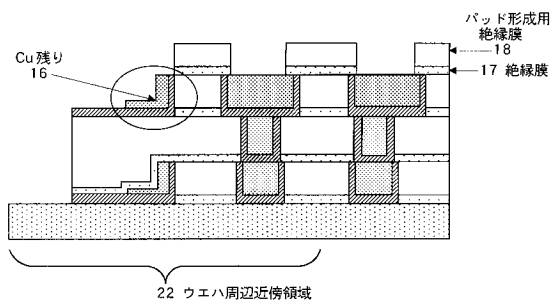
【図8(a)】



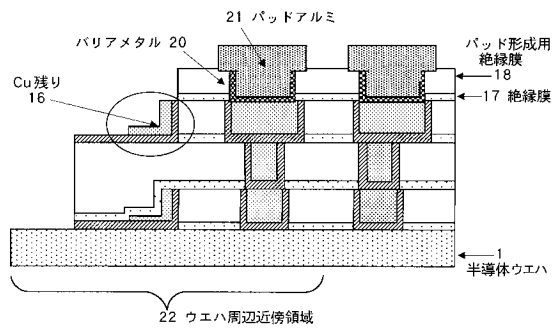
【図8(b)】



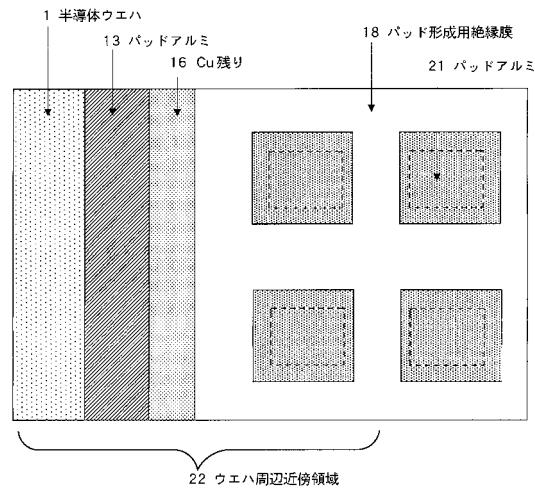
【図8(c)】



【図8(d)】



【図8(e)】



---

フロントページの続き

審査官 長谷山 健

- (56)参考文献 特開2001-077113(JP,A)  
特開2003-078005(JP,A)  
特開2002-026008(JP,A)  
特開2001-085518(JP,A)  
特開2000-068273(JP,A)  
特開2003-068740(JP,A)  
特開平11-135506(JP,A)  
特開2001-308097(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3205  
H01L 23/52