

(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2018-511180

(P2018-511180A)

(43) 公表日 平成30年4月19日(2018.4.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/60 (2006.01)	H O 1 L 21/92 6 O 3 F	5 F O 3 3
H O 1 L 21/3205 (2006.01)	H O 1 L 21/88 T	5 F O 4 4
H O 1 L 21/768 (2006.01)	H O 1 L 21/60 3 O 1 P	
H O 1 L 23/522 (2006.01)	H O 1 L 21/92 6 O 4 R	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-550148 (P2017-550148)	(71) 出願人	390020248
(86) (22) 出願日	平成28年3月23日 (2016. 3. 23)		日本テキサス・インスツルメンツ株式会社
(85) 翻訳文提出日	平成29年11月24日 (2017. 11. 24)		東京都新宿区西新宿六丁目24番1号
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/023785	(71) 出願人	507107291
(87) 国際公開番号	W02016/154315		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(87) 国際公開日	平成28年9月29日 (2016. 9. 29)		レイテッド
(31) 優先権主張番号	14/665, 799		アメリカ合衆国 テキサス州 75265
(32) 優先日	平成27年3月23日 (2015. 3. 23)		-5474 ダラス メール ステーショ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ン 3999 ピーオーボックス 655
			474
		(74) 上記1名の代理人	100098497
			弁理士 片寄 恭三

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コバルト相互接続層及びその上のはんだを備えた金属ボンドパッド

## (57) 【要約】

記載される例において、ボンドパッドを形成する方法(100)が、その上に形成される少なくとも一つの集積回路(IC)デバイスを含む基板を提供すること(101)を含み、ICデバイスは、易酸化性最上金属相互接続層を有し、易酸化性最上金属相互接続層は、ICデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供する。複数のボンドパッドは、金属ボンドパッドエリアを含む。コバルト含有接続層が、金属ボンドパッドエリアの直接上に堆積される(102)。コバルト含有接続層は、複数のボンドパッドのためのコバルトボンドパッド表面を提供するためにパターニングされ(103)、はんだ材料が、コバルトボンドパッド表面上に形成される(104)。

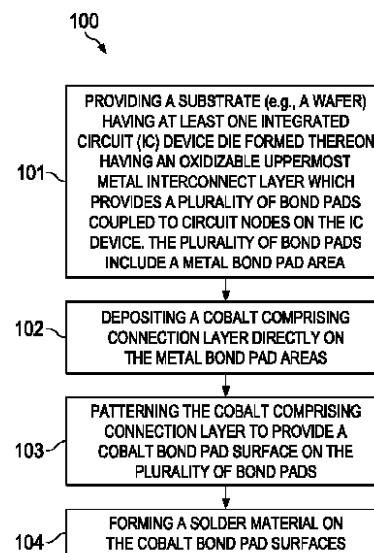


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ボンドパッドを形成する方法であって、

基板を提供することであって、前記基板が、その上に形成される少なくとも一つの集積回路（ＩＣ）デバイスを含み、前記ＩＣデバイスが、易酸化性最上金属相互接続層を有し、前記最上金属相互接続層が、前記ＩＣデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供し、前記複数のボンドパッドが金属ボンドパッドエリアを含む、前記基板を提供すること、

前記金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を堆積すること、

前記複数のボンドパッド上にコバルトボンドパッド表面を提供するため、前記コバルト含有接続層をパターニングすること、及び

前記コバルトボンドパッド表面上にはんだ材料を形成すること、  
含む、方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法であって、

前記基板を前記提供することが更に、少なくとも一つのパターニングされたパッシベーション層が、前記金属ボンドパッドエリアの上の誘電体側壁を含むトレンチを画定することを含み、

前記コバルト含有接続層が、前記金属ボンドパッドエリアを完全にキャップするために、前記パッシベーション層上に前記誘電体側壁の直接上を延在する、  
方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記堆積することがスパッタリングを含み、更に、前記方法が、前記スパッタリングの前に、スパッタエッチを含む方法を用いて前記最上金属相互接続層の表面上の自然酸化物を取り除くことを含む、方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記最上金属相互接続層が、重量で主としてアルミニウムを含む、方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記はんだ材料が、Ｓｎ及びＡｇを含むはんだボールを含む、方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記最上金属相互接続層が、重量で主として銅、チタン、又はチタン化合物材料を含む、方法。

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記コバルト含有接続層を前記パターニングすることが、前記コバルト含有接続層上のフォトレジスト層をパターニングすること、及びその後、前記コバルト含有接続層をウェットエッチングすることを含む、方法。

**【請求項 8】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記コバルト含有接続層が、２重量パーセント～６０重量パーセントの濃度の少なくとも一つの非コバルト遷移金属を含む、方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記コバルト含有接続層の厚みが、１００オングストローム～２μｍの厚みである、方法。

**【請求項 10】**

請求項 1 に記載の方法であって、前記はんだ材料が、前記コバルトボンドパッド表面の直接上にあり、前記コバルト含有接続層が、重量で少なくとも９９％のコバルトを含む、方法。

**【請求項 11】**

ボンドパッドを形成する方法であって、

10

20

30

40

50

基板を提供することであって、前記基板が、その上に形成される少なくとも一つの集積回路（ＩＣ）デバイスを含み、前記ＩＣデバイスが、易酸化性最上金属相互接続層を有し、前記最上金属相互接続層が、前記ＩＣデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供し、前記複数のボンドパッドが金属ボンドパッドエリアを含む、前記基板を提供すること、

前記金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を堆積すること、及び  
前記複数のボンドパッド上にコバルトボンドパッド表面を提供するため、前記コバルト含有接続層をパターニングすること、  
を含む、方法。

【請求項１２】

10

集積回路（ＩＣ）であって、  
上に形成される少なくとも一つのＩＣデバイスを含む基板、  
前記ＩＣデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供する易酸化性最上金属相互接続層を含む複数の金属相互接続層であって、前記複数のボンドパッドが金属ボンドパッドエリアを含む、前記複数の金属相互接続層、  
前記金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルトボンドパッド表面を含むコバルト含有接続層、及び  
前記コバルトボンドパッド表面上のはんだ材料、  
を含む、ＩＣ。

【請求項１３】

20

請求項１２に記載のＩＣであって、更に、前記金属ボンドパッドエリアの上の誘電体側壁を含むトレンチを画定する少なくとも一つのパターニングされた誘電体パッシベーション層（パッシベーション層）を含み、前記コバルト含有接続層が、前記金属ボンドパッドエリアを完全にキャップするために、前記パッシベーション層上に前記誘電体側壁の直接上を延在する、ＩＣ。

【請求項１４】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記最上金属相互接続層が、重量で主としてアルミニウムを含む、ＩＣ。

【請求項１５】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記はんだ材料が、Ｓｎ及びＡｇ両方を含むはんだボールを含む、ＩＣ。

30

【請求項１６】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記最上金属相互接続層が、重量で銅、チタン、又はチタン化合物材料を含む、ＩＣ。

【請求項１７】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記コバルト含有接続層が、２重量パーセント～６０重量パーセントの濃度の少なくとも一つの非コバルト遷移金属を含む、ＩＣ。

【請求項１８】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記コバルト含有接続層の厚みが、１００オングストローム～２μｍの厚みである、ＩＣ。

40

【請求項１９】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記基板がシリコンを含む、ＩＣ。

【請求項２０】

請求項１２に記載のＩＣであって、前記はんだ材料が、前記コバルトボンドパッド表面の直接上にあり、前記コバルト含有接続層が、重量で少なくとも９９％のコバルトを含む、ＩＣ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本願は、集積回路のためのボンドパッドに関連する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

集積回路（ＩＣ）デバイスは、通常、複数のＩＣデバイスダイを有する半導体ウェハ上に製造され、複数のＩＣデバイスダイは各々、（信号入力、信号出力、及び電力供給ノードなどのため）デバイスにおける種々のノードに接続するボンドパッドをその頂部表面上に含む。ボンドパッドは概して、ＩＣダイの利用を可能にするためのこのような印刷回路基板（ＰＣＢ）の支持体上のコンタクトパッドなど、リードフレームのボンドワイヤ又はその他の導電性構造により接続される。ＩＣデバイスをリードフレーム又はその他のサポートに接続するための従来の方法には、ワイヤボンディング、テープ自動ボンディング（ＴＡＢ）、Ｃ４（controlled collapse chip connection）又はバンプボンディング、及び導電性接着が含まれる。

10

## 【0003】

ボンドパッド表面への、信頼性が高く電気抵抗が低い取り付けを提供するために、幾つかのパッケージング技術では、高信頼性（良好な腐食性能）及び高性能（低抵抗）を提供するために、導電性であり耐酸化性でもある頂部金属層を有する多層ボンドパッドを用いてきた。このようなボンドパッド配置の一つは、銅又はアルミニウムなどの易酸化性の最上金属相互接続層の上に誘電体パッシベーション層を堆積し、その後、誘電体側壁を含むトレンチをパッシベーション層から形成する。その後、パッシベーション側壁をライニングする、耐火性金属（Ｔａ、ＴａＮ、又はＴｉなど）を含む障壁層が堆積されて、パッシベーション材料への良好な接着を提供する。障壁層上に多層金属スタックが形成され、これは一例において、ワイヤボンディングのための安定表面を提供するために最上金属相互接続層の上のニッケル層上の最終（頂部）層としてパラジウム（Ｐｄ）を含み得る。Ｐｄは、低い酸化性向を有するプラチナ群金属であり、その下の易酸化性最上金属相互接続層材料の化学的攻撃を防ぐためのボンドパッドのための良好な外側キャップ層である。

20

## 【0004】

ＩＣデバイスには、アルミニウムボンドパッドを有するものがある。アルミニウム上のはんだバンプは概して可能ではない。これは、はんだ付けプロセスの間のアルミニウム酸化物形成のため、はんだ接着が妨げられるためである。従って、アルミニウムボンドパッドへのはんだ付けのための従来のはんだバンププロセスは概して、耐火性金属ベースの障壁層とその後の銅シードを含む、アルミニウム上の複合スタックを形成することを要し、その後、電気めっきされた銅リダイレクト層（ＲＤＬ）、及びその上のアンダーバンプメタライゼーション（ＵＢＭ）が続き、その後、ＵＢＭ上にはんだバンプ（又はボール）が形成される。

30

## 【発明の概要】

## 【0005】

記載される例において、ボンドパッドを形成する方法が、その上に形成される少なくとも一つの集積回路（ＩＣ）デバイスを含む基板を提供することを含み、ＩＣデバイスは、易酸化性最上金属相互接続層を有し、易酸化性最上金属相互接続層は、ＩＣデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供する。複数のボンドパッドは金属ボンドパッドエリアを含む。金属ボンドパッドエリアの直接上に、コバルト含有接続層が堆積される。コバルト含有接続層は、複数のボンドパッドのためのコバルトボンドパッド表面を提供するようにパターンニングされ、コバルトボンドパッド表面上にはんだ材料が形成される。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

【図１】例示の一実施例に従って、ＩＣデバイスの易酸化性最上金属相互接続層の金属ボンドパッドエリアを有するボンドパッドを形成するための例示の方法におけるステップを示すフローチャートであり、コバルトボンドパッド表面を提供するため金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を含み、コバルトボンドパッド表面上にはんだ材料を備える。

50

【 0 0 0 7 】

【 図 2 A 】 図 1 に示され図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 0 0 0 8 】

【 図 2 B 】 図 1 に示され図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 0 0 0 9 】

【 図 2 C 】 図 1 に示され図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 0 0 1 0 】

【 図 2 D 】 図 1 に示され、図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 図 2 E 】 図 1 に示され図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 図 2 F 】 図 1 に示され図 1 に関連して説明される方法に関連付けられる構造に対応する連続的な断面図を示す。

【 0 0 1 1 】

【 図 3 】 例示の一実施例に従った、金属ボンドパッドエリアの直接上の、及び更に任意選択で、誘電体パッシベーショントレンチの側壁の直接上の、コバルト含有接続層を有する例示のボンドパッドを含む例示の IC デバイスの断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

本開示において、幾つかの行為又は事象は、異なる順で及び / 又は他の行為又は事象と同時に起こり得、幾つかの例示される行為又は事象は任意選択である。

【 0 0 1 3 】

例示の実施例は、集積回路 ( IC ) 上にボンドパッドを形成するための方法を含み、この方法は、易酸化性金属又ははんだ付け困難な材料 ( Ti 、 Ti N 、 Ti W 、又は Ti Al<sub>3</sub> など ) のための金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を形成することを含み、はんだ付け困難な材料は、コバルト含有接続層の直接上のはんだ材料 ( はんだバンプなど ) の形成を可能にすることが分かっている。開示される方法は、従来の、ウェハ製造後の、上述のように耐火性金属ベースの障壁層、銅シード、及びリダイレクト層 ( RDL ) を含む複合金属スタックを付加するため、及びその後のアンダーバンプメタライゼーション ( UBM ) 処理を必要とすることなく、ウェハファブ処理の直ぐ後のはんだバンプを可能にする。

【 0 0 1 4 】

開示される方法は、その上に形成される少なくとも一つの集積回路 ( IC ) デバイスを含む基板 ( ウェハなど ) を提供することを含み、 IC デバイスは、易酸化性最上金属相互接続層を有し、易酸化性最上金属相互接続層は、 IC デバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供する。ボンドパッドは金属ボンドパッドエリアを含む。易酸化性最上金属相互接続はアルミニウムを含み得る。コバルト含有接続層が、金属ボンドパッドエリアの直接上に堆積される ( 例えば、スパッタされる ) 。コバルト含有接続層は、ボンドパッド上のコバルトボンドパッド表面を提供するようにパターニングされ、その後、はんだ材料 ( はんだバンプ又はボールなど ) がコバルトボンドパッド表面上に形成される。例えば、アルミニウムを含む易酸化性最上金属相互接続の場合、ボンドパッドスタックは、アルミニウムコバルトはんだ ( Al Co Sn Ag など ) である。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、例示の一実施例に従って、コバルトボンドパッド表面を、及びその後、コバルトボンドパッド表面上のはんだ材料を形成するために、 IC デバイスの易酸化性最上金属相互接続層の金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を形成するための例示の方法 100 における工程を示すフローチャートである。ステップ 101 は、基板 ( 例

10

20

30

40

50

えばウェハ)を提供することを含み、基板は、その上に形成される少なくとも一つの集積回路(IC)デバイスを有し、ICデバイスは、易酸化性最上金属相互接続層を有し、最上金属相互接続層は、ICデバイス上の回路ノードに結合される複数のボンドパッドを提供する。

#### 【0016】

ボンドパッドは各々、金属ボンドパッドエリアを含む。任意選択で、その上の少なくとも一つのパッシベーション層が、露出されたボンドパッドエリアを画定する金属ボンドパッドエリアの上の誘電体側壁を含むトレンチを提供し得る。図2Aは、ステップ101において提供される構造に対応する例示の断面図である。M3は、ILD3として示される第3の層間誘電体層に形成されるビア124により、M4に接続するアルミニウムであり得、M4は、同じくアルミニウムであり得、易酸化性最上金属相互接続層であり得る。誘電体パッシベーション層は、146/147として示される(シリコン酸化物上のシリコン窒化物又はシリコンオキシナイトライドなど)。

10

#### 【0017】

基板は、シリコン、シリコンゲルマニウム、又は、III-V又はII-VI材料を含むその他の半導体材料を含み得る。最上金属相互接続層(図2A~図2FにおいてRDL M4(後述では、M4)として示される)は、銅又はアルミニウム、又はその合金、はんだ付け困難なパッド材料(Ti金属など)、又はTi化合物材料(TiN、TiW、又はTiAl<sub>3</sub>など)を含み得る。一実施例において、最上金属相互接続層は、重量で主としてアルミニウムを含む。別の実施例において、最上金属相互接続層は、重量で主として銅を含む。

20

#### 【0018】

ステップ102は、金属ボンドパッドエリアの直接上にコバルト含有接続層を堆積することを含む。コバルト含有接続層は、本質的に全て(重量で99%以上)コバルト、又は、2重量パーセント~60重量パーセントの濃度の別の遷移金属(Ptなど)などの少なくとも一つの遷移金属と共にコバルトを含むコバルト合金、又は、はんだ付けプロセス条件から酸化物又は窒化物などの誘電体層を形成しないその他の遷移金属を含み得、これも、良好なはんだ接着を提供する。

#### 【0019】

誘電体パッシベーション層が、誘電体側壁を含むボンドパッドの回りにトレンチを提供するとき、コバルト含有接続層は概して、トレンチの誘電体側壁の直接上にもある。コバルト含有接続層をパッシベーション層の近接する平坦部分まで延在させることにより、コバルト含有接続層はキャップ層を提供し、キャップ層は、アルミニウムなどの金属パッド材料(後述の図2D参照)に対する腐食保護を提供する。本明細書において用いられるように、コバルト含有接続層が「金属ボンドパッドエリアの直接上に」あることは、アルミニウムの場合に主としてアルミニウム酸化物であり、銅の場合にCu<sub>2</sub>Oであるなど、最上金属相互接続層が室温で約2nmの厚みまで形成され得る自然酸化物層を有するような従来のコンタクト配置を含む。この直接のコバルト含有接続層取り付けにより、金属パッド材料(アルミニウムなど)上の障壁層の必要性がなくなる。

30

#### 【0020】

コバルト含有接続層は、基板(ウェハなど)表面上のスパッタコーティングのためコバルトスパッタリングターゲットを用いてスパッタ堆積され得る。コバルトスパッタリングは、25~300℃でなど、比較的低温で実施され得る。コバルト含有接続層の厚みは、0.1μm~1μmの厚みなど、概して、100オングストローム(Å)~4μmである。また、コバルト含有接続層は、4μm~10μmなど、より厚くてもよい。

40

#### 【0021】

図2Bは、ステップ102の後の構造に対応する例示の断面図である。コバルト含有接続層は210として示される。コバルト含有接続層210を堆積する前に、この方法は、コバルト含有接続層の下に自然酸化物が5Å未満の厚みとなり得るように、アルミニウムの場合はアルミニウム酸化物など、易酸化性最上金属相互接続層の表面上の自然酸化物を

50

スパッタエッチ方法（プラズマプロセス）で取り除くことを含み得る。

【 0 0 2 2 】

ステップ 1 0 3 は、ボンドパッド上のコバルトボンドパッド表面を提供するために、コバルト含有接続層 2 1 0 をパターニングすることを含む。フォトリジスト作成パターンを用いるウェットエッチングが、存在する場合にパッシベーション層の頂部の上の過剰のコバルト含有接続層のボンドパッド端部以外の全てを取り除く一方で、ボンドパッドエリア内のコバルト含有接続層を保持することを含んで、パターニングのために用いられ得る。例示のウェットコバルトエッチングには、リン酸及び硝酸、又は関連する酸性混合物が含まれる。

【 0 0 2 3 】

図 2 C は、フォトリジストなどのパターニングされるマスキング材料 2 5 1 を示すステップ 1 0 3<sub>1</sub> として図 2 C において右に示されるステップ 1 0 3 のマスキング部分の後の構造に対応する例示の断面図である。図 2 D は、ここではパターニングされる層であるコバルト含有接続層 2 1 0 を示す、ステップ 1 0 3<sub>2</sub> として図 2 D において右に示されるステップ 1 0 3 のコバルトエッチ部分の後の構造に対応する例示の断面図である。図 2 E は、ステップ 1 0 3<sub>3</sub> として図 2 E において右に示されるステップ 1 0 3 のコバルトエッチ部分の後のマスキング材料 2 5 1 をはがした後の構造に対応する例示の断面図である。

【 0 0 2 4 】

ステップ 1 0 4 は、コバルトボンドパッド表面上にはんだ材料を形成することを含む。本明細書において用いられるように、「はんだ材料」とは、4 5 0 を下回る融点を有する金属ワークピースを共に接合するために用いられる可溶性金属合金を指す。ステップ 1 0 4 は、従来のフラックス + ステンシル + プレース + はんだプロセスなどの従来のはんだ付けプロセスを含み得る。はんだ材料は、コバルトボンドパッド表面の直接上に形成され得る。例示のはんだ材料には概して、Sn 及び Ag が含まれ、概して、はんだバンプ又はボールの形式である。例示の特定のはんだ組成は全て、Sn 9 6 . 5 Ag 3 Cu 0 . 5、Sn 6 3 Pb 3 7、及び Sn Pb ( 3 5 . 6 ) Ag ( 2 ) Sb ( 0 . 4 ) を含むコバルト含有接続層に対する良好な接着及び低抵抗コンタクトを提供するためにうまく適していることが分っている。図 2 F は、ステップ 1 0 4 として図 2 F において右に示されるコバルトボンドパッド表面上のはんだボール 2 5 7 として示されるはんだ材料の直接的な形成後の構造に対応する例示の断面図である。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、例示の一実施例に従った、易酸化性最上金属相互接続層の金属ボンドパッドエリアの直接上に、及び任意選択で更に、トレンチの誘電体側壁直接上に、コバルト含有接続層 2 1 0 を有する例示のボンドパッドを含む IC デバイス 3 0 0 の断面図である。金属スタックは、熱成長されたシリコン酸化物層などの別の誘電体層 1 1 6 上にあるプレメタル誘電体 ( PMD ) 1 1 5 と称され得る頂部半導体表面の上の誘電体層上に、それぞれ、ILD 1、ILD 2、及び ILD 3 内にダマシン法により形成される、M 1、M 2、及び M 3 として示される金属相互接続 3 つの層を含んで示されている。M 4 として示される最も上の第 4 の金属相互接続層は RDL として機能し、これは、金属ボンドパッドエリア 1 4 1 及び金属ボンドパッドエリア 1 4 2 として図示するようなボンドパッド金属を提供する。1 3 3 として示される誘電体層が、ILD 3 上にあり、シリコン窒化物などを含み、エッチストップを提供する。

【 0 0 2 6 】

プラグ 1 2 1 が M 3 を M 2 に結合し、プラグ 1 2 2 が M 2 を M 1 に結合し、プラグ 1 2 3 が M 1 を、拡散 ( n + 又は p + など ) として示されるノード 1 0 9 a に、及びゲート電極ノード ( 図示しない回路要素 ) として示される 1 0 9 b に結合するよう示され、1 0 9 b は、一実施例におけるシリコン含有表面など、基板 1 0 8 の半導体表面上のゲート誘電体 1 1 1 上の金属酸化物半導体 ( MOS ) ゲート 1 1 2 に接している。プラグ 1 2 1、1 2 2、1 2 3、及び 1 2 4 はすべて、タングステン、又はその他の適切な導電性プラグ材料を含み得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

M 4 は、I L D 4 内に形成されて示されるアルミニウムなど、易酸化性の金属材料を含む。示される障壁層 1 2 7 は、アルミニウムである M 4 には必要ないが、T a、T a N、T i、又は T i N を含む障壁層 1 2 7 など、銅を含む M 4 のために含まれ得る。金属ボンドパッドエリア 1 4 1 及び 1 4 2 が、プラグ 1 2 4 により誘電体層 1 3 3 及び I L D 3 を介して M 3 に、及び、金属ボンドパッドエリア 1 4 1 から ノード 1 0 9 b までなど、M 3 から半導体表面上の特徴まで結合されて示されている。

## 【 0 0 2 8 】

I C デバイス 3 0 0 は、少なくとも一つの誘電体パッシベーション層を含み、これは、金属ボンドパッドエリア 1 4 1 及び 1 4 2 の上のトレンチを画定し、図 3 に示すパッシベーションは、エッチストップ層 1 4 5 (シリコン窒化物など) 上の第 2 の誘電体層 1 4 6 (シリコン酸化物又はシリコンオキシナイトライドなど) 上の第 1 の誘電体層 1 4 7 (シリコン窒化物又はシリコンオキシナイトライドなど) である。コバルト含有接続層 2 1 0 が、トレンチの誘電体側壁直接的に接し、従来の介在障壁層 (屈折金属含有障壁層など) がないように、金属ボンドパッドエリア 1 4 1 及び 1 4 2 の頂部表面に直接的に接続される。はんだボール 2 5 7 が、コバルト含有接続層 2 1 0 により提供されるコバルトボンドパッド表面の直接上に示されている。例示の実施例は、コバルト含有接続層が、シリコン酸化物及びシリコン窒化物などの誘電体層への強い接着を提供することを認識しており、これにより、コバルト含有接続層の直接接続、及びそのため、従来の金属により必要とされるような、誘電体層 (シリコン酸化物及びシリコン窒化物など) への適切な接着のために必要とされる従来の障壁層処理をなくすことが可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

任意選択で、別の導電性材料の層が、コバルト含有接続層上に置かれ得る。最上金属相互接続層の金属ボンドパッドエリアの直接上の開示されるコバルトボンドパッド表面を有する I C デバイスは、概して、バイレイヤー U B M 及び電気めっきされた R D L の必要性をなくすことなどによって、B E O L (back end of the line) 処理コスト及びサイクル時間を低減する。比較的薄いコバルト接続層 (これは、1  $\mu$  m 未満の厚みであり得る) を用いる能力のため、はんだ材料 (はんだボールなど) は、ボンドパッドの直接上に配置され得る。コバルト含有接続層の厚みが低減されるため、コバルト含有接続層にボンドパッド上のはんだを加えたスタックの高さが低減され、これは、高さ制限のある用途に有益である。

## 【 0 0 3 0 】

開示される実施例は、種々の異なる半導体 I C デバイス及び関連製品を形成するために種々のアッセンブリフローに統合され得る。アッセンブリは、単一の半導体ダイ、又は複数のスタックされた半導体ダイを含む P o P (パッケージオンパッケージ) 構成などの複数の半導体ダイを含み得る。種々のパッケージ基板が用いられ得る。半導体ダイは、障壁層、誘電体層、デバイス構造、能動要素、及び、ソース領域、ドレイン領域、ビット線、ベース、エミッタ、コレクタ、導電性ライン、及び導電性ビアなどの受動要素を含む、その中の種々の要素を含み得る及び / 又はその上の層を含み得る。また、半導体ダイは、バイポーラ、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (I G B T)、C M O S、B i C M O S、及び M E M S を含む、種々のプロセスから形成され得る。

## 【 0 0 3 1 】

本発明の特許請求の範囲内で、説明した例示の実施例に変形が成され得、他の実施例が可能である。例えば、C o に対する P t などの、或る遷移金属又は金属合金が、はんだ付けプロセス条件から誘電体層 (酸化物又は窒化物など) を形成せずに良好なはんだ接着を提供する場合、そのような遷移金属又は金属合金で置換することが可能であり得る。

【図 1】

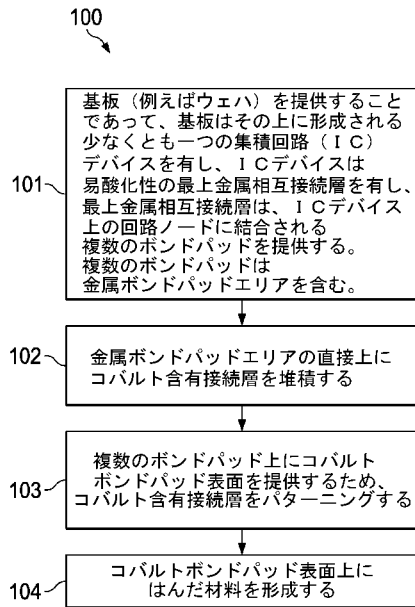
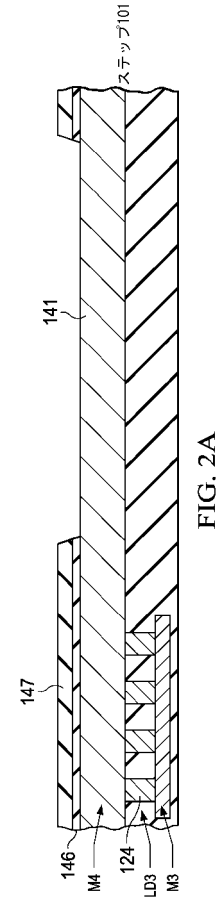
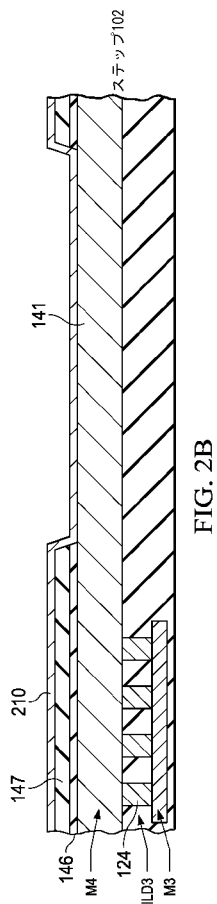


FIG. 1

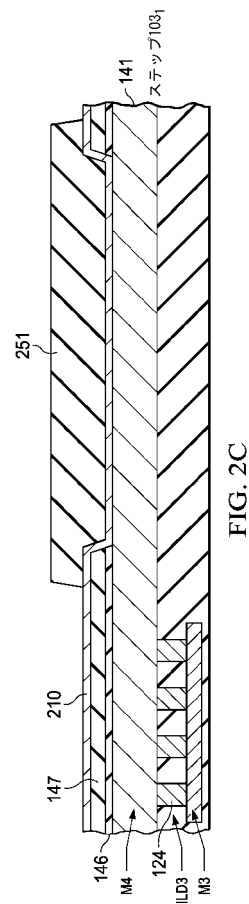
【図 2 A】



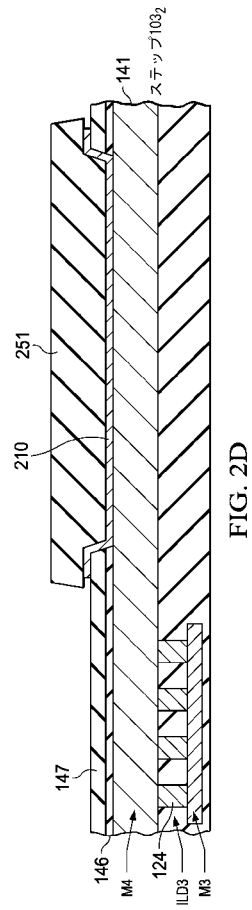
【図 2 B】



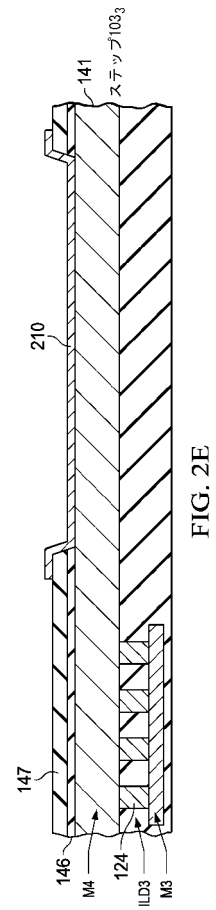
【図 2 C】



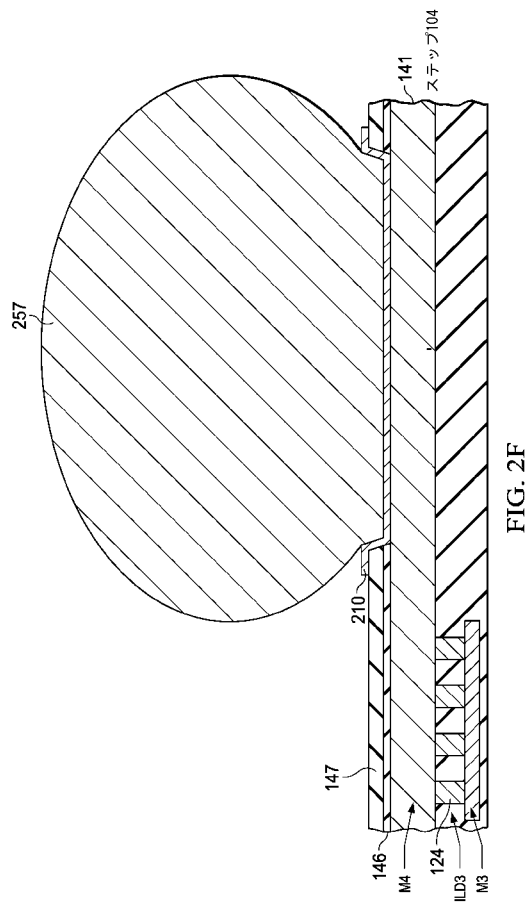
【図 2 D】



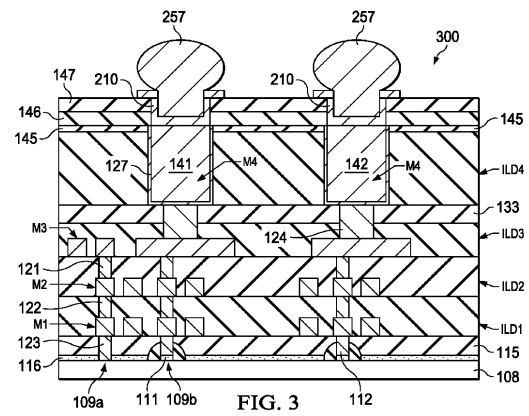
【図 2 E】



【図 2 F】



【図 3】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No.  PCT/US 2016/023785
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>H01L 21/28 (2006.01)</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H01L 21/18, 21/28, 21/30, 21/302, 21/306, 21/3063, 21/3065, 21/308, 21/31		
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 practicable, search terms used)		
EAPATIS, Espacenet, PAJ, PatSearch (RUPTO internal), RUABRU, RUABU1, RUPAT, RUPAT OLD, RUPTO, USPTO, USPTO DB, Patentscope, Google		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2004/0096592 A1 (RAMANAN V. CHEBIAM et al.) 20.05.2004, paragraphs [0002], [0008], [0009], [0037], [0038], fig. 13	1, 4-6, 8-12, 14-20 3, 7 2, 13
Y	EP 0616361 B1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 12.07.2000, paragraphs [0007] - [0008]	3
Y	US 2010/0099262 A1 (YI-HSIU CHEN et al.) 22.04.2010, paragraph [0029], fig. 4	7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search  26 May 2016 (26.05.2016)		Date of mailing of the international search report  20 June 2016 (20.06.2016)
Name and mailing address of the ISA/RU: Federal Institute of Industrial Property, Berezhkovskaya nab., 30-1, Moscow, G-59, GSP-3, Russia, 125993 Facsimile No: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37		Authorized officer  V. Renteev  Telephone No. (495)531-64-81

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ヘルムート リンク

ドイツ連邦共和国 モースブルク 8 5 3 6 8 , アム ミュールバッハボーゲン 4 9 エイ

(72)発明者 ゲーノット バウアー

ドイツ連邦共和国 モースブルク 8 5 3 6 8 , ローゼンシュトラッセ 5

(72)発明者 ロベルト ツリレ

ドイツ連邦共和国 ミュンヘン 8 0 9 3 7 , プラーガーシュトラッセ 3 6

(72)発明者 カイアレクサンダー シャハトシュナイダー

ドイツ連邦共和国 ロールバッハ 8 5 2 9 6 , バーンホーフシュトラッセ 1

(72)発明者 ミカエル オーテ

ドイツ連邦共和国 モースブルク 8 5 3 6 8 , ビルカーハンシュトラッセ 1 4

(72)発明者 ハールド ウィーズナー

ドイツ連邦共和国 ランツフート 8 4 0 3 6 , ハンス シュミッド ウェグ 7

Fターム(参考) 5F033 HH07 HH08 HH11 HH15 HH21 HH23 HH32 HH33 MM01 MM05

MM12 MM13 PP15 QQ08 QQ14 QQ94 VV07 WW02 WW04

5F044 QQ03 QQ04 QQ05