

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7111935号

(P7111935)

(45)発行日 令和4年8月3日(2022.8.3)

(24)登録日 令和4年7月26日(2022.7.26)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/3205(2006.01)

H 0 1 L 21/88

T

H 0 1 L 21/768(2006.01)

H 0 1 L 23/522(2006.01)

請求項の数 6 (全12頁)

(21)出願番号	特願2018-532131(P2018-532131)	(73)特許権者	507107291
(86)(22)出願日	平成28年12月19日(2016.12.19)		テキサス インスツルメンツ インコーポ
(65)公表番号	特表2018-538700(P2018-538700		レイテッド
	A)		アメリカ合衆国 テキサス州 7 5 2 6 5
(43)公表日	平成30年12月27日(2018.12.27)		- 5 4 7 4 ダラス メール ステーション
(86)国際出願番号	PCT/US2016/067495		3 9 9 9 ピーオーボックス 6 5 5 4 7 4
(87)国際公開番号	WO2017/106828	(74)代理人	230129078
(87)国際公開日	平成29年6月22日(2017.6.22)		弁護士 佐藤 仁
審査請求日	令和1年12月12日(2019.12.12)	(72)発明者	ジェフェリー エイ ウェスト
(31)優先権主張番号	14/974,012		アメリカ合衆国 7 5 2 1 8 テキサス州
(32)優先日	平成27年12月18日(2015.12.18)		ダラス, フォレスト ヒルズ ブールバ
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		ード 8 1 3 0
前置審査		(72)発明者	ケザックダス アール ウダヤクマール
			アメリカ合衆国 7 5 2 4 8 テキサス州
			ダラス, 1 0 7 6, メドウクリーク
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体デバイスのための耐酸化障壁金属プロセス

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

集積回路を形成するプロセスであって、

第1の誘電体層上に下層の金属ジオメトリを形成することと、

前記下層の金属ジオメトリの上と前記第1の誘電体層の上とに第2の誘電体層を堆積することと、

前記第2の誘電体層上にコンタクト開口フォトリソパターンを形成することと、

前記第2の誘電体層を介してコンタクト開口をエッチングして前記下層の金属ジオメトリ上で止まる、前記コンタクト開口をエッチングすることと、

前記第2の誘電体層において前記コンタクト開口に上層の金属層を堆積することと、

前記下層の金属ジオメトリと前記上層の金属層との間に耐酸化障壁層を形成することであって、前記耐酸化障壁層が20～35原子%の窒素含有量と少なくとも5nmの厚みとを有する窒化タンタル(Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>)又は窒化チタン(TiN)である、前記耐酸化障壁層を形成することと、

前記コンタクト開口を覆うジオメトリを用いて前記上層の金属層上にフォトリソパターンを形成することと、

前記上層の金属ジオメトリを形成するように前記フォトリソパターンを用いて前記上層の金属層をエッチングすることと、

を含み、

前記耐酸化障壁層が、2.5～5torrの圧力と、15～30KWの範囲の電力と、2

10

20

50 W ~ 500 W の範囲のバイアスと、115 ~ 125 s e e m の範囲の窒素のフローレートとを用いて室温で堆積される、5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みを有する T a N である、プロセス。

【請求項 2】

集積回路を形成するプロセスであって、

第 1 の誘電体層上に下層の金属層を堆積することと、

前記下層の金属層上に耐酸化障壁層を堆積することであって、前記耐酸化障壁層が少なくとも 20 原子%の窒素含有量と少なくとも 5 nm の厚みとを有する T a N 又は T i N である、前記耐酸化障壁層を形成することと、

前記耐酸化障壁層上にフォトリソパターンを形成することと、

下層の金属ジオメトリを形成するために前記耐酸化障壁層をエッチングして前記下層の金属層をエッチングすることと、

前記下層の金属ジオメトリの上と前記第 1 の誘電体層の上とに第 2 の誘電体層を堆積することと、

前記第 2 の誘電体層上にコンタクト開口フォトリソパターンを形成することと、

前記第 2 の誘電体層を介してコンタクト開口をエッチングして前記下層の金属ジオメトリ上の前記耐酸化障壁層上で止まる、前記コンタクト開口をエッチングすることと、

上層の金属層を堆積することであって、前記上層の金属層が前記コンタクト開口を充填する、前記上層の金属層を堆積することと、

前記上層の金属層上にフォトリソパターンを形成することと、

前記第 2 の誘電体層における前記コンタクト開口を覆う上層の金属ジオメトリを形成するために前記上層の金属層をエッチングすることと、

を含む、プロセス。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のプロセスであって、

前記耐酸化障壁層が、2.5 ~ 5 t o r r の圧力と、15 ~ 30 K W の範囲の電力と、250 W ~ 500 W の範囲のバイアスと、115 ~ 125 s e e m の範囲の窒素のフローレートとを用いて室温で堆積される、5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みの T a N である、プロセス。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のプロセスであって、

前記耐酸化障壁層を堆積することの前に、相互拡散障壁層を堆積することを更に含む、プロセス。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のプロセスであって、

前記相互拡散障壁層が、60 nm ~ 90 nm の厚みと 0 ~ 12 原子%の範囲の窒素含有量とを有する T a N 又は T i N 層である、プロセス。

【請求項 6】

請求項 2 に記載のプロセスであって、

前記耐酸化障壁層が、5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みと 20 ~ 35 原子%の範囲の窒素含有量とを有する T a N 層である、プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、概して集積回路に関し、更に特定して言えば、集積回路における安定抵抗とのコンタクトの形成に関連する。

【背景技術】

【0002】

集積回路の処理の間、リードへの電気的コンタクトを形成するために金属相互接続リードの上にある誘電体を介して、典型的にコンタクト又はビアと称される開口がつけられる

10

20

30

40

50

。これらのコンタクト又はビア開口において晒される金属相互接続は、電気的コンタクト抵抗を増大させる表面の上の金属酸化物の層を形成し得、また、集積回路チップ又はウェハにわたってこれらの開口における電気的コンタクト抵抗の著しい変動を生じさせ得る。

#### 【 0 0 0 3 】

銅相互接続 1 0 2 の頂部層上にアルミニウムボンドパッド 1 1 0 を形成する典型的な例を図 1 B に図示する。下部 (underlying) 銅相互接続層 1 0 2 は、シングル又はデュアルダマシンプロセスを用いて誘電体層 1 0 0 において形成される。上部 (overlying) アルミニウムボンドパッド 1 1 0 への電気的接続を形成するため、銅相互接続層の上にある誘電体層 1 0 4 において開口が形成される。銅及びアルミニウムの相互拡散を防止するために、T a 又は T a N などの材料の相互拡散障壁層 1 0 6 が、下部銅相互接続と上部アルミニウムボンドパッド 1 1 0 との間に配置される。

10

#### 【 0 0 0 4 】

銅相互接続 2 0 2 の下側層上にアルミニウム相互接続 2 1 0 の上側レベルを形成する典型的な例を図 2 B に図示する。下部銅相互接続層 2 0 2 は、シングル又はデュアルダマシンプロセスを用いて誘電体層 2 0 0 において形成される。相互接続層 2 0 2 及び 2 1 0 間の電気的接続を形成するため、銅相互接続層 2 0 2 の上にある誘電体層 2 0 4 においてコンタクト又はビア開口が形成される。銅及びアルミニウムの相互拡散を防止するために、T a 又は T a N などの材料の相互拡散障壁層 2 0 6 が、下部銅相互接続 2 0 2 と、上部アルミニウム相互接続 2 1 0 との間に配置される。

20

#### 【 0 0 0 5 】

表 1 に例示するように、T a N 相互拡散障壁層 1 0 6 (図 1 A) 及び層 2 0 6 (図 2 A) 上に形成する T a x O y (又は T a x N y O z) 層は、コンタクト抵抗を、大気への 1 2 時間の曝露後 6 倍に、及び大気への 2 4 時間の曝露後 1 0 倍に増大させる。また、T a x O y 層により生じる電気的コンタクト抵抗の増大は、典型的に、コンタクト毎に大きく変化する。電気抵抗の増大の大きさは、用いられるテスト構造と測定手法の両方に依存する。表 1 は、インタフェース抵抗に対する感度を最大化させるため 4 点プローブ測定から生成されており、単に、例示の一実施例によりもたらされる改善を定量化するためのベースラインリファレンスを提供することが意図されている。

#### 【表 1】

大気への曝露を経る T a N	抵抗増大
1 2 時間	6 倍
2 4 時間	1 0 倍

30

#### 【 0 0 0 6 】

金属酸化物層は、アルミニウムボンドパッド金属 1 1 0 又は上側アルミニウム相互接続金属 2 1 0 の堆積前にスパッタエッチングすることなど、種々の手段により取り除かれ得るが、これにより他の問題が生じることがある。例えば、A l C u 1 1 0 及び 2 1 0 堆積前に T a N 障壁層 1 0 6 及び 2 0 6 上に形成する T a x O y 層を取り除くためにアルゴンスパッタエッチが用いられる場合、スパッタエッチプロセスは粒子を導入し、これによりイールドが低減される。また、事前スパッタエッチは、堆積される A l C u 1 1 0 又は 2 1 0 の形態を変え、これにより、エレクトロマイグレーション抵抗が低減される。

40

#### 【発明の概要】

#### 【 0 0 0 7 】

記載される例において、集積回路が、下部金属ジオメトリと、下部金属ジオメトリ上の誘電体層と、誘電体層を介するコンタクト開口と、上部金属ジオメトリであって、金属ジオメトリの一部がコンタクト開口の一部を充填する上部金属ジオメトリと、下部金属ジオメトリ及び上部金属ジオメトリ間に配置される耐酸化障壁層とを含む。耐酸化障壁層は、少なくとも 2 0 原子%の窒素含有量及び少なくとも 5 n m の厚みを有する T a N 又は T i N で形成される。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 8 】

【図 1 A】コンタクトの底部において相互拡散障壁を備える上側アルミニウムボンドパッド金属コンタクトへの下側銅相互接続の断面である（従来技術）。

【図 1 B】コンタクトの底部において相互拡散障壁を備える上側アルミニウムボンドパッド金属コンタクトへの下側銅相互接続の断面である（従来技術）。

## 【 0 0 0 9 】

【図 2 A】コンタクトの底部において相互拡散障壁を備える上側アルミニウム相互接続コンタクトへの下側銅相互接続の断面である（従来技術）。

【図 2 B】コンタクトの底部において相互拡散障壁を備える上側アルミニウム相互接続コンタクトへの下側銅相互接続の断面である（従来技術）。

10

## 【 0 0 1 0 】

【図 3 A】実施例に従って形成される相互拡散障壁及び耐酸化障壁層を備える上側アルミニウムボンドパッドコンタクトへの下側銅相互接続の断面である。

【図 3 B】実施例に従って形成される相互拡散障壁及び耐酸化障壁層を備える上側アルミニウムボンドパッドコンタクトへの下側銅相互接続の断面である。

## 【 0 0 1 1 】

【図 4 A】実施例に従って形成される相互拡散障壁及び耐酸化障壁層を備える上側アルミニウム相互接続コンタクトへの下側銅相互接続の断面である。

【図 4 B】実施例に従って形成される相互拡散障壁及び耐酸化障壁層を備える上側アルミニウム相互接続コンタクトへの下側銅相互接続の断面である。

20

## 【 0 0 1 2 】

【図 5 A】実施例に従って形成される耐酸化障壁層を備える上側金属コンタクトへの下側金属の断面であり、耐酸化障壁層がコンタクトの側壁及び底部を覆う。

【図 5 B】実施例に従って形成される耐酸化障壁層を備える上側金属コンタクトへの下側金属の断面であり、耐酸化障壁層がコンタクトの側壁及び底部を覆う。

## 【 0 0 1 3 】

【図 6 A】例示の実施例の原理に従って形成される耐酸化障壁層を備える上側金属コンタクトへの下側金属の断面であり、耐酸化障壁層が下側金属ジオメトリを覆う。

【図 6 B】例示の実施例の原理に従って形成される耐酸化障壁層を備える上側金属コンタクトへの下側金属の断面であり、耐酸化障壁層が下側金属ジオメトリを覆う。

30

## 【 0 0 1 4 】

【図 7】図 2 A、図 2 B、図 3 A、図 3 B、図 4 A、図 4 B、図 5 A、及び図 5 B に示されるコンタクト構造を形成するための主要製造工程を説明するフローチャートである。

## 【 0 0 1 5 】

【図 8】図 6 A 及び図 6 B に示されるコンタクト構造を形成するための主要製造工程を説明するフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 6 】

図面は必ずしも一定の縮尺で描いてはいない。幾つかの行為又は事象の図示される順序は、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る。また、全ての図示した行為又は事象が、例示の実施例に従った手法を実装するために必要とされるわけではない。

40

## 【 0 0 1 7 】

相互拡散障壁層 1 0 6 を備え、一実施例の耐酸化障壁層 3 2 0 を備える、下部銅相互接続 1 0 2 構造へのアルミニウム銅（A1Cu）ボンドパッド 1 1 0 を図 3 B に図示する。銅相互接続ジオメトリ 1 0 2 は、ダマシンプロセスを用いて誘電体層 1 0 0 において形成される。銅相互接続ジオメトリ 1 0 2 へのコンタクト開口を備える誘電体層 1 0 4 が、誘電体層 1 0 0 及び銅相互接続ジオメトリ 1 0 2 に重なる。相互拡散障壁層 1 0 6、一実施例の耐酸化障壁表面（ORBS）層 3 2 0、及びアルミニウム又はアルミニウム銅合金 1 1 0 を含むボンドパッドスタックが、誘電体層 1 0 4 に重なり、誘電体層 1 0 4 における

50

コンタクト開口を介して下部銅相互接続ジオメトリ 102 に接する。相互拡散障壁層 106 は、約 60 nm ~ 90 nm の厚み及び約 0 ~ 12 原子% の窒素含有量を有する TaN 又は TiN などの材料であり得る。ORBS 層 320 は、約 20 ~ 35 原子% の範囲の窒素含有量及び約 5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みを有する、窒素リッチ窒化タンタルであり得る。ORBS 層 320 は、窒素リッチ窒化タンタル耐酸化層よりもわずかに高い厚みを有する窒素リッチチタン窒化物であってもよい。

#### 【0018】

相互拡散障壁層 206 を備え、一実施例の耐酸化障壁層 420 を備える、下部銅相互接続 202 構造へのアルミニウム銅 (AlCu) 相互接続 210 を図 4B に図示する。銅相互接続ジオメトリ 202 は、ダマシンプロセスを用いて誘電体層 200 において形成される。銅相互接続ジオメトリ 202 へのコンタクト又はビア開口を備える誘電体層 204 が、誘電体層 200 及び銅相互接続ジオメトリ 202 に重なる。相互拡散障壁層 206、一実施例の耐酸化障壁表面 (ORBS) 層 420、及びアルミニウム又はアルミニウム銅合金 210 を含む上側アルミニウム相互接続スタックが、誘電体層 204 に重なり、誘電体層 204 におけるコンタクト又はビア開口を介して下部銅相互接続ジオメトリ 202 に接する。相互拡散障壁層 206 は、約 60 nm ~ 90 nm の厚み及び約 0 ~ 12 原子% の窒素含有量を有する TaN 又は TiN などの材料であり得る。ORBS 層 420 は、約 20 ~ 35 原子% の範囲の窒素含有量及び約 5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みを有する、窒素リッチ窒化タンタルであり得る。ORBS 層 420 は、窒素リッチ窒化タンタル耐酸化層よりわずかに高い厚みを有する窒素リッチチタン窒化物であってもよい。

#### 【0019】

ORBS 層 320 及び 420 は、2 倍より小さいコンタクト抵抗の増加で、ボンドパッド金属 110 又は上側アルミニウム相互接続金属 210 の堆積の前に、IC を 24 時間又はそれ以上大気に晒し得る。また、ORBS 層 320 及び 420 を用いると、集積回路 (IC) チップにわたる及び IC ウェハにわたる多くのコンタクト又はビアの抵抗は、タイトに分布されたままとなる。

#### 【0020】

一実施例の耐酸化障壁層構造を備える銅相互接続相互拡散障壁層が、例として用いられる。この構造では、銅及びアルミニウムの相互拡散を防止するために、相互拡散障壁層 106 又は 206 が必要とされる。下部相互接続層が、AlCu と相互拡散しない TiW 又は W などの別の材料である場合、障壁層 106 又は 206 は省かれ得、下部相互接続上に ORBS 層 320 又は 420 が直接堆積され得る。

#### 【0021】

例示のため図 3 及び図 4 において、上部アルミニウム又はアルミニウム銅が用いられる。アルミニウム又はアルミニウム銅の代わりに、ニッケルパラジウム合金など、その他の上部金属が、上部ボンドパッド 110 又は上部相互接続 210 材料のために用いられ得る。

#### 【0022】

下部金属層が、ダマシンプロセスの代わりに、堆積、パターニング、及びエッチングにより形成されるとき、実施例の ORBS 層のために 2 つのオプションが利用可能である。ダマシンプロセスを用いて形成される下部金属ジオメトリと同様、下部金属層に重なる誘電体層においてコンタクト開口が形成され得、ORBS 層は、上述のように、誘電体層上及びコンタクト開口内に堆積され得る。代替として、堆積、パターニング、及びエッチングによって形成される金属ジオメトリでは、ORBS 層は、下部金属層ジオメトリを形成するためのパターニング及びエッチング前に、下部金属層上 (又は下部金属層上の障壁層上) に堆積され得る。この代替の構造では、コンタクト開口が、上部誘電体層を介してエッチングされ、ORBS 層上で止まる。底部において ORBS 層を備えるこのコンタクト開口は、僅かな (2 倍より小さい) コンタクト抵抗の増大で、拡張された時間 (最大 24 時間) 大気に晒され得る。

#### 【0023】

下部金属層 510 が堆積、パターニング、及びエッチングされ、実施例の耐酸化障壁層

5 2 0 が、下部金属層 5 1 0 の上にある誘電体 1 0 4 におけるコンタクト開口内に堆積される構造を図 5 B に図示する。コンタクトが成される下部金属層 5 1 0 は、例えば、金属抵抗器又は電氣的ヒューズ（e ヒューズ）、又は金属・金属コンデンサの頂部プレートであり得る。

【 0 0 2 4 】

図 5 A に示すように、耐酸化障壁層 5 2 0 は、下部金属層 5 1 0 への電氣的コンタクトを形成するため、金属層 5 1 0 の上にある誘電体 1 0 4 における開口内に堆積される。耐酸化障壁 5 2 0 に重なる頂部金属 1 1 0 が、ボンドパッドを形成するために用いられ得、又は相互接続の上側層として用いられ得る。この例では、下部金属層 5 1 0 上に耐酸化障壁 5 2 0 が直接堆積され得るように、相互拡散障壁層を必要としない金属が例として用いられる。

10

【 0 0 2 5 】

ORBS 層（これは、本明細書において上記したように窒素リッチ T a N であり得る）は、ウェハにわたって低く均一なコンタクト抵抗を提供し、また、ウェハが耐酸化障壁層 5 2 0 堆積と頂部金属 1 1 0 堆積との間に大気に晒され得る時間の範囲（プロセスウィンドウ）を増大させ、そのため、製造性が改善される。

【 0 0 2 6 】

下部金属層 6 1 0 ジオメトリを形成するためのパターニング及びエッチング前に、下部金属層 6 1 0 上に一実施例の耐酸化障壁層 6 2 0 が堆積される別の構造を図 6 B に示す。例えば、下側金属層 6 1 0 は、頂部コンデンサプレート又は金属抵抗器であり得る。必要とされる場合、任意選択の相互拡散障壁層が、ORBS 層 6 2 0 の堆積前に下部金属層 6 1 0 上に堆積され得る。

20

【 0 0 2 7 】

この構造では、図 6 A に示すように、コンタクト又はビア開口が、上部誘電体層 1 0 4 を介してエッチングされ、下部金属層 6 1 0 の頂部上にある ORBS 層 6 2 0 上で止まる。頂部金属 1 1 0 は、コンタクト又はビア開口の底部において晒される ORBS 層 6 2 0 の直接上に堆積される。ORBS 層 6 2 0 は、2 倍より小さい抵抗の増大で、最大 2 4 時間の間、大気に晒され得る。また、IC チップにわたる又は IC ウェハにわたるコンタクトにわたるコンタクト又はビア抵抗の分布は、タイトに分布されたままとなる。

【 0 0 2 8 】

30

図 7 は、図 3 A、図 3 B、図 4 A、図 4 B、図 5 A、及び図 5 B に示されるものなど、一実施例の ORBS 層を用いてコンタクトを形成するための方法のプロセスフローチャートである。

【 0 0 2 9 】

工程 7 0 0 において、下部金属 1 0 2（図 3 A）又は 2 0 2（図 4 A）又は 5 1 0（図 5 A）の上にある誘電体層 1 0 4 上にコンタクトパターンが形成され、開口が、誘電体層 1 0 4（図 3 A、図 5 A）又は 2 0 4（図 4 A）を介してエッチングされ、下部金属層 1 0 2 / 2 0 2 / 5 1 0 上で止まる。

【 0 0 3 0 】

工程 7 0 2 において、任意選択の相互拡散障壁層 1 0 6（図 3 A）又は 2 0 6（図 4 B）が、誘電体層 1 0 4 又は 2 0 4 の上に及びコンタクト開口内に堆積され得る。相互拡散障壁層 1 0 6（図 3 A）又は 2 0 6（図 4 A）の堆積の前に、ガス抜き工程（例えば、低減された圧力下で 2 5 0 ~ 4 0 0 の範囲の温度でのベーク）及び/又は事前スパッタ洗浄工程（例えば、アルゴン事前スパッタ洗浄）又は反応性前洗浄（例えば、水素及びアルゴン又は水素及びヘリウムを用いる高バイアス前洗浄）が実施され得る。図 3 A 及び図 4 A は、任意選択の相互拡散障壁層 1 0 6 又は 2 0 6 を組み込むプロセスフローを図示する。図 5 A は、相互拡散障壁層を組み込まないプロセスフローを図示する。相互拡散障壁層は、約 6 0 nm ~ 9 0 nm の厚み及び約 0 原子% ~ 1 2 原子% の窒素含有量を有する T a N 又は T i N であり得る。

40

【 0 0 3 1 】

50

工程 704 において、実施例の耐酸化障壁表面 (ORBS) 層 320 (図 3A) 又は 420 (図 4A) が堆積される。ORBS 層 320 (図 3A) 又は 420 (図 4A) は、約 5 nm ~ 15 nm の厚み及び約 20 原子% ~ 35 原子% の窒素含有量を有する高窒素含有量 TaN 層であり得る。ORBS 膜が堆積され得るツールの一つが、Applied Endura プラットホーム上の EnCore1 チャンバである。このツールにおいて、ORBS 層は、約 2.5 ~ 5 torr の圧力、15 ~ 30 KW の範囲の電力、250 W ~ 500 W の範囲のバイアス、及び約 115 ~ 125 sec の範囲の窒素フローレートで、室温で堆積され得る。堆積時間は、堆積条件に応じて変化し得る。5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みを有する TaN 膜を堆積するために十分な時間が用いられる。

【0032】

10

5 nm ~ 15 nm の範囲の厚み及び 20 原子% ~ 35 原子% の範囲の窒素含有量を有する、等価の ORBS TaN 膜を提供するために、異なる堆積条件を用いる他の堆積ツールが用いられ得る。

【0033】

工程 706 において、ORBS 膜は、所望とされる場合、拡張された時間長の間、大気に晒され得る。大気への少なくとも短い曝露が所望とされ得る。大気曝露は、その後堆積される相互接続又はボンドパッド金属の結晶構造及びエレクトロマイグレーション抵抗に影響し得る。ORBS 膜は、2 倍より小さい抵抗の増大で、拡張された時間期間 (24 時間) にわたって IC ウェハを大気に晒させ得る。また、IC チップにわたる及び IC ウェハにわたる全てのコンタクトの抵抗の分布は、タイトに分布されたままである。

20

【0034】

工程 708 において、相互接続又はボンドパッド形成のために用いられる上側金属が、耐酸化障壁表面 (ORBS) 層上に堆積される。

【0035】

工程 710 において、相互接続又はボンドパッド形成のために用いられる上側金属がパターニングされる。

【0036】

工程 712 において、相互接続又はボンドパッド形成のために用いられる上側金属がエッチングされ、ORBS 材料がエッチングされる。

【0037】

30

工程 714 において、存在する場合は相互拡散障壁層がエッチングされる。

【0038】

図 8 は、図 6A 及び図 6B に示す下部金属ジオメトリ 610 を形成するためのパターニング及びエッチング前に、下部金属層 610 上に堆積される ORBS 層 620 (図 6A) を用いるコンタクトを形成するための方法のためのプロセスフローチャートである。

【0039】

工程 800 において、下部金属層 610 が堆積される。

【0040】

工程 802 において、必要とされる場合、下部金属層 610 の、上部金属層 110 との相互拡散を防止するため、任意選択の相互拡散障壁層が堆積される。それが必要とされない場合、実施例の ORBS 層 620 が、下部金属層 610 の直接上に堆積され得る。下部金属層が大気に晒されている場合、ガス抜き工程が用いられ得る。ORBS 層 620 堆積の前に、ガス抜き工程 (例えば、低減された圧力下で 250 ~ 400 でのベーク) 及び/又は事前スパッタ洗浄工程 (例えば、アルゴン事前スパッタ洗浄) 又は反応性前洗浄 (例えば、水素及びアルゴン又は水素及びヘリウムを用いる高バイアス前洗浄) が実施され得る。

40

【0041】

工程 804 において、下部金属層 610 上に ORBS 層 620 が堆積される。ORBS 層 620 は、約 5 nm ~ 15 nm の厚み及び約 20 原子% ~ 35 原子% の窒素含有量を有する高窒素含有量 TaN 層であり得る。ORBS 膜が堆積され得るツールの一つは、Ap

50

plied Endura プラットホーム上の EnCoRel チャンバである。このツールにおいて、ORBS 層は、約 2.5 ~ 5 torr の圧力、15 ~ 30 KW の範囲の電力、250 W ~ 500 W の範囲のバイアス、及び約 115 ~ 125 s e e m の範囲の窒素フローレートで、室温で堆積され得る。堆積時間は、堆積条件に応じて変わり得る。5 nm ~ 15 nm の範囲の厚みを有する TaN 膜を堆積するために十分な時間が用いられる。

【0042】

5 nm ~ 15 nm の範囲の膜厚及び 20 原子% ~ 35 原子% の範囲の窒素含有量を有する、等価の ORBS TaN を提供するために、異なる堆積条件を用いる他の堆積ツールが用いられ得る。

【0043】

工程 806 において、下部相互接続ジオメトリ 610 を形成するため、下部金属がパターンニング及びエッチングされる。ORBS 層 620 がまずエッチングされる。存在する場合、任意選択の相互拡散障壁層が次にエッチングされる。下部金属 610 がその後エッチングされる。

【0044】

工程 808 において、下部誘電体 100 及び金属層 610 の上に、二酸化シリコン又はポリイミドなどの誘電体層 104 が堆積される。

【0045】

工程 810 において、下部金属ジオメトリ 610 の上に開口を備える誘電体層 104 上にパターンが形成される。誘電性材料は、ORBS 層 620 上で止まる開口からエッチングにより除かれる。ORBS 層 620 は、僅かな（2 倍より小さい）抵抗の増大で、拡張された時間期間（24 時間）にわたって IC ウェハを大気に晒させ得る。また、ORBS 層 620 は、IC チップにわたる及び IC ウェハにわたるコンタクト抵抗のタイトな分布を提供する。

【0046】

工程 812 において、相互接続又はボンドパッド形成のために用いられる上側金属が、誘電体層 104 上に、及びコンタクト開口の底部における耐酸化（ORBS）障壁層上に堆積される。

【0047】

工程 814 において、相互接続又はボンドパッド形成のために用いられる上側金属が、上側相互接続金属ジオメトリ 110 を形成するためにパターンニング及びエッチングされる。

【0048】

本発明の特許請求の範囲内で、説明した例示の実施例に改変が成され得、他の実施例が可能である。

10

20

30

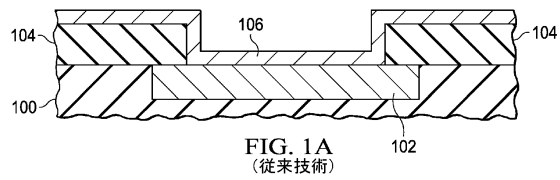
40

50

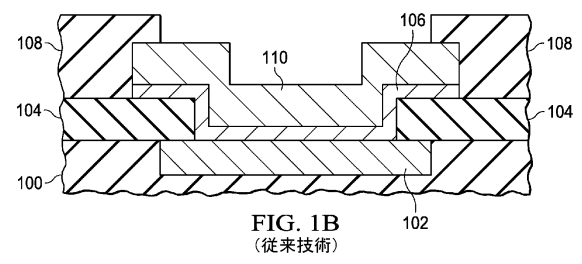


【図面】

【図 1 A】

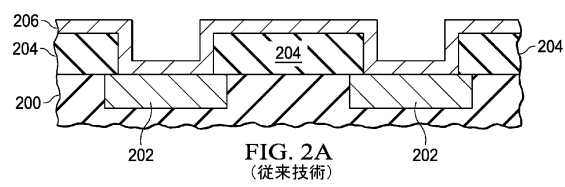


【図 1 B】

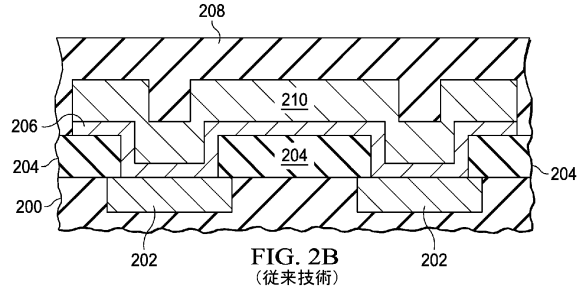


10

【図 2 A】

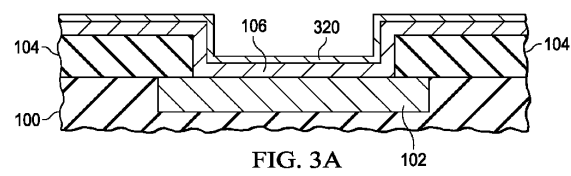


【図 2 B】

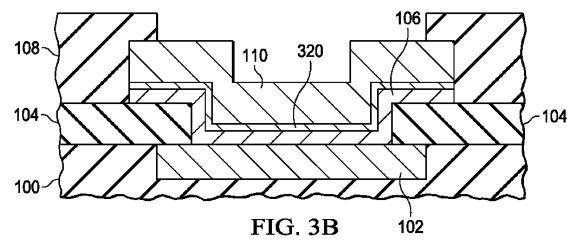


20

【図 3 A】



【図 3 B】



30

40

50

【図 4 A】

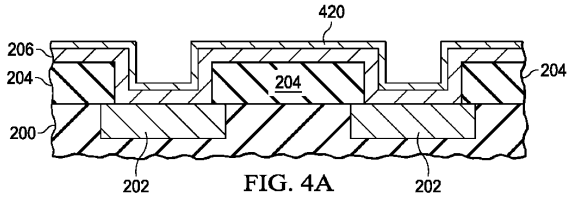


FIG. 4A

【図 4 B】

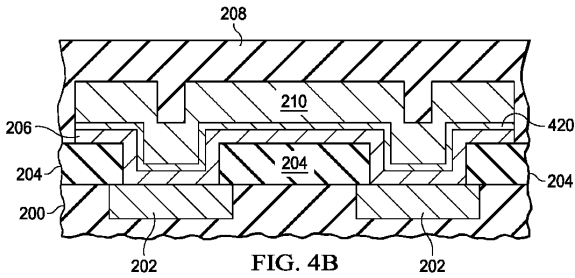


FIG. 4B

【図 5 A】

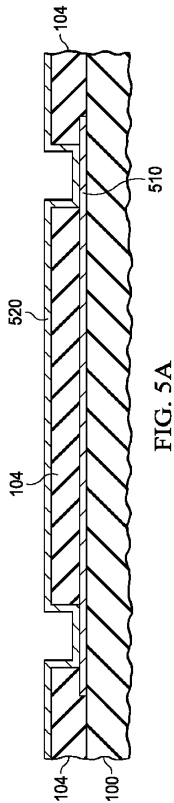


FIG. 5A

【図 5 B】

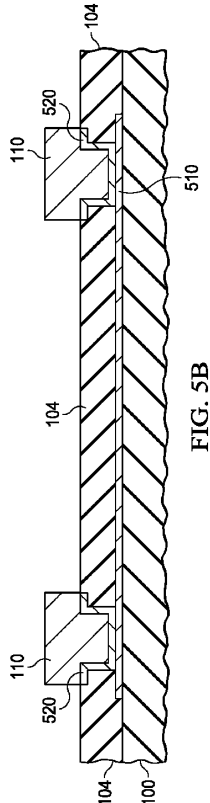


FIG. 5B

10

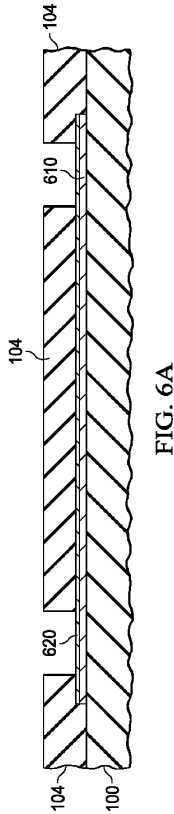
20

30

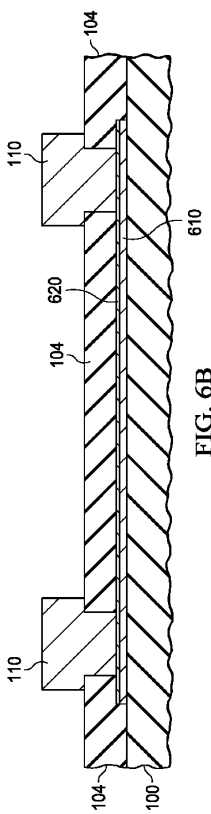
40

50

【図 6 A】



【図 6 B】



【図 7】

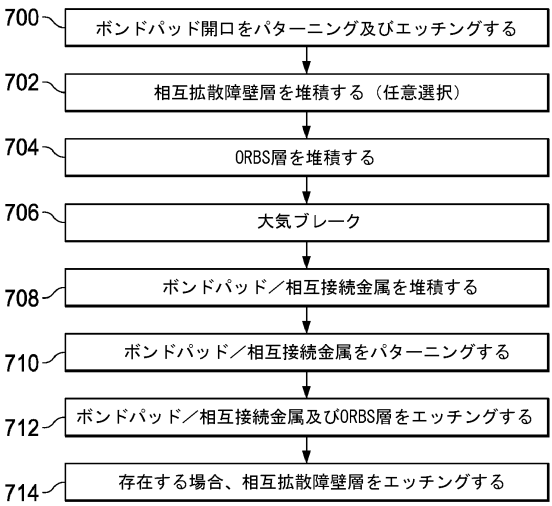


FIG. 7

【図 8】

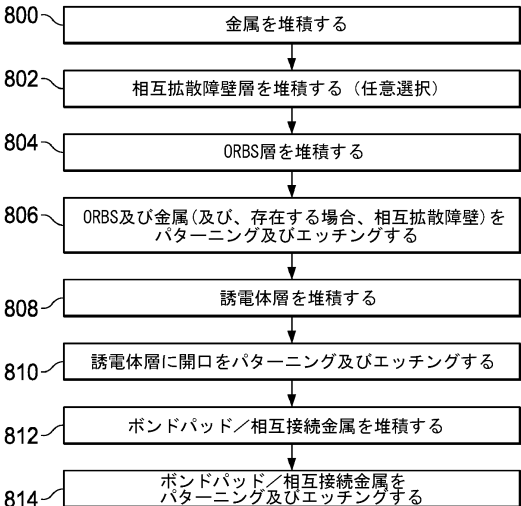


FIG. 8

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

ドライブ 5 2 0 0

(72)発明者 エリック エイチ ワーニンゴフ

アメリカ合衆国 7 5 0 0 2 テキサス州 アレン , ラウンド ロック ドライブ 1 8 0 9

(72)発明者 アラン ジー メリアム

アメリカ合衆国 7 5 0 2 4 テキサス州 プレイノ , オークショアーズ ドライブ 4 5 1 6

(72)発明者 リック エイ ファウスト

アメリカ合衆国 7 5 2 0 8 テキサス州 ダラス , シルヴァン アヴェニュー 1 6 2 8

審査官 桑原 清

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 2 4 3 1 0 ( J P , A )

特開 2 0 0 1 - 2 5 7 2 2 6 ( J P , A )

特開 2 0 0 4 - 3 2 7 7 1 5 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 3 2 0 5