

(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 テキサス インスツルメンツ インコーポ レイテッド アメリカ合衆国 テキサス州 75265 - 5474 ダラス メイル ステイション 3999 ピーオーボックス 655474
(86)(22)出願日	平成28年12月19日(2016.12.19)	(74)代理人	230129078 弁護士 佐藤 仁
(65)公表番号	特表2018-538700(P2018-538700 A)	(72)発明者	ジェフェリー エイ ウエスト アメリカ合衆国 75218 テキサス州 ダラス, フォレスト ヒルズ ブルバ ード 8130 ケザッケダス アール ウダヤクマール アメリカ合衆国 75248 テキサス州 ダラス, 1076, メドウクリーク
(43)公表日	平成30年12月27日(2018.12.27)	(72)発明者	最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/US2016/067495		
(87)国際公開番号	WO2017/106828		
(87)国際公開日	平成29年6月22日(2017.6.22)		
審査請求日	令和1年12月12日(2019.12.12)		
(31)優先権主張番号	14/974,012		
(32)優先日	平成27年12月18日(2015.12.18)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
前置審査			

(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レジスト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(TaN)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レジスト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レジスト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

50W～500Wの範囲のバイアスと、115～125s 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、5nm～15nmの範囲の厚みを有するTaN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5nmの厚みとを有するTaN又はTiN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レジスト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レジスト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レジスト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、2.5～5torrの圧力と、15～30KWの範囲の電力と、  
250W～500Wの範囲のバイアスと、115～125s 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、5nm～15nmの範囲の厚みのTaN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、60nm～90nmの厚みと0～12原子%の範囲の窒素含有量とを有するTaN又はTiN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、5nm～15nm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TaN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くられる

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。

### 【0003】

銅相互接続 102 の頂部層上にアルミニウムボンドパッド 110 を形成する典型的な例を図 1B に図示する。下部 (underlying) 銅相互接続層 102 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 100 において形成される。上部 (overlying) アルミニウムボンドパッド 110 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 104 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、Ta 又は TaN などの材料の相互拡散障壁層 106 が、下部銅相互接続と上部アルミニウムボンドパッド 110 との間に配置される。

10

### 【0004】

銅相互接続 202 の下側層上にアルミニウム相互接続 210 の上側レベルを形成する典型的な例を図 2B に図示する。下部銅相互接続層 202 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 200 において形成される。相互接続層 202 及び 210 間の電気的接続を形成するため、銅相互接続層 202 の上にある誘電体層 204 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、Ta 又は TaN などの材料の相互拡散障壁層 206 が、下部銅相互接続 202 と、上部アルミニウム相互接続 210 との間に配置される。

20

### 【0005】

表 1 に例示するように、TaN 相互拡散障壁層 106 (図 1A) 及び層 206 (図 2A) 上に形成する  $Ta_xO_y$  (又は  $Ta_xNyOz$ ) 層は、コンタクト抵抗を、大気への 12 時間の曝露後 6 倍に、及び大気への 24 時間の曝露後 10 倍に増大させる。また、 $Ta_xO_y$  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、インター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 TaN	抵抗増大
12 時間	6 倍
24 時間	10 倍

30

### 【0006】

金属酸化物層は、アルミニウムボンドパッド金属 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、AlCu110 及び 210 堆積前に TaN 障壁層 106 及び 206 上に形成する  $Ta_xO_y$  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 AlCu110 又は 210 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】

### 【0007】

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 20 原子% の窒素含有量及び少なくとも 5 nm の厚みを有する TaN 又は TiN で形成される。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1A】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1B】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）。

## 【0009】

【図2A】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2B】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

## 【0010】

【図3A】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3B】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。

## 【0011】

【図4A】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4B】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

## 【0012】

【図5A】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5B】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。

## 【0013】

【図6A】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6B】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

## 【0014】

【図7】図2A、図2B、図3A、図3B、図4A、図4B、図5A、及び図5B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。

## 【0015】

【図8】図6A及び図6B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】

## 【0016】

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。

## 【0017】

相互拡散障壁層106を備え、一実施例の耐酸化障壁層320を備える、下部銅相互接続102構造へのアルミニウム銅（AlCu）ボンドパッド110を図3Bに図示する。

銅相互接続ジオメトリ102は、ダマシンプロセスを用いて誘電体層100において形成される。銅相互接続ジオメトリ102へのコンタクト開口を備える誘電体層104が、誘電体層100及び銅相互接続ジオメトリ102に重なる。相互拡散障壁層106、一実施例の耐酸化障壁表面（ORBS）層320、及びアルミニウム又はアルミニウム銅合金110を含むボンドパッドスタックが、誘電体層104に重なり、誘電体層104における

40

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。

10

20

#### 【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。

30

#### 【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。

40

#### 【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

50

520が、下部金属層510の上にある誘電体104におけるコンタクト開口内に堆積される構造を図5Bに図示する。コンタクトが成される下部金属層510は、例えば、金属抵抗器又は電気的ヒューズ(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。

【0024】

図5Aに示すように、耐酸化障壁層520は、下部金属層510への電気的コンタクトを形成するため、金属層510の上にある誘電体104における開口内に堆積される。耐酸化障壁520に重なる頂部金属110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510上に耐酸化障壁520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

【0025】

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TaN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520堆積と頂部金属110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。

【0026】

下部金属層610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610上に一実施例の耐酸化障壁層620が堆積される別の構造を図6Bに示す。例えば、下側金属層610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620の堆積前に下部金属層610上に堆積され得る。

20

【0027】

この構造では、図6Aに示すように、コンタクト又はビア開口が、上部誘電体層104を介してエッチングされ、下部金属層610の頂部上にあるORBS層620上で止まる。頂部金属110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620の直接上に堆積される。ORBS層620は、2倍より小さい抵抗の増大で、最大24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。

30

【0028】

図7は、図3A、図3B、図4A、図4B、図5A、及び図5B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。

【0029】

工程700において、下部金属102(図3A)又は202(図4A)又は510(図5A)の上にある誘電体層104上にコンタクトパターンが形成され、開口が、誘電体層104(図3A、図5A)又は204(図4A)を介してエッチングされ、下部金属層102/202/510上で止まる。

【0030】

工程702において、任意選択の相互拡散障壁層106(図3A)又は206(図4B)が、誘電体層104又は204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106(図3A)又は206(図4A)の堆積の前に、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3A及び図4Aは、任意選択の相互拡散障壁層106又は206を組み込むプロセスフローを図示する。図5A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60nm～90nmの厚み及び約0原子%～12原子%の窒素含有量を有するTaN又はTiNであり得る。

40

【0031】

50

工程 704において、実施例の耐酸化障壁表面（O R B S）層320（図3A）又は420（図4A）が堆積される。O R B S層320（図3A）又は420（図4A）は、約5nm～15nm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。O R B S膜が堆積され得るツールの一つが、App lied Enduraプラットホーム上のEnd Core 1チャンバである。このツールにおいて、O R B S層は、約2.5～5torrの圧力、15～30KWの範囲の電力、250W～500Wの範囲のバイアス、及び約115～125seem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。5nm～15nmの範囲の厚みを有するTaN膜を堆積するために充分な時間が用いられる。

#### 【0032】

5nm～15nm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O R B S-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、O R B S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。O R B S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。

#### 【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（O R B S）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、O R B S材料がエッチングされる。

#### 【0037】

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O R B S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O R B S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。O R B S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。

#### 【0041】

工程 804において、下部金属層610上にO R B S層620が堆積される。O R B S層620は、約5nm～15nm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。O R B S膜が堆積され得るツールの一つは、Ap

10

20

30

40

50

plied Endura プラットホーム上の Encore 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充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、下部金属がパターニング及びエッティングされる。ORBS 層 620 がまずエッティングされる。存在する場合、任意選択の相互拡散障壁層が次にエッティングされる。下部金属 610 がその後エッティングされる。

【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ティ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ニング及びエッティングされる。

【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

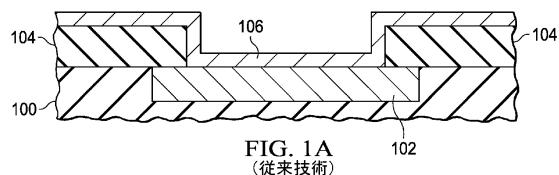
30

40

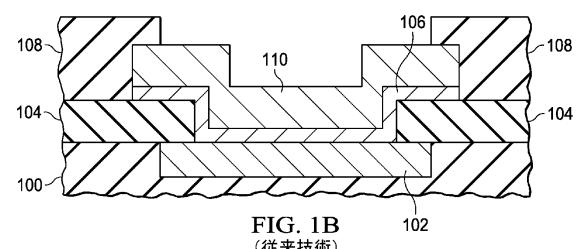
50

## 【図面】

## 【図 1 A】

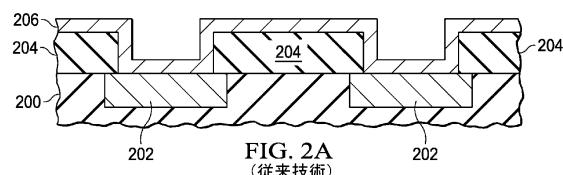
FIG. 1A  
(従来技術)

## 【図 1 B】

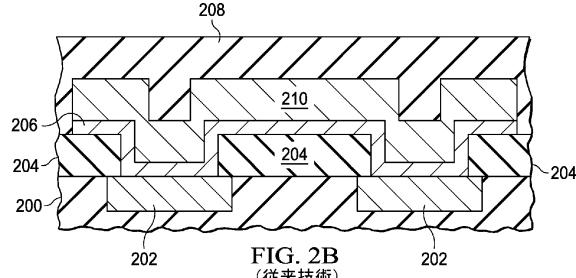
FIG. 1B  
(従来技術)

10

## 【図 2 A】

FIG. 2A  
(従来技術)

## 【図 2 B】

FIG. 2B  
(従来技術)

20

## 【図 3 A】

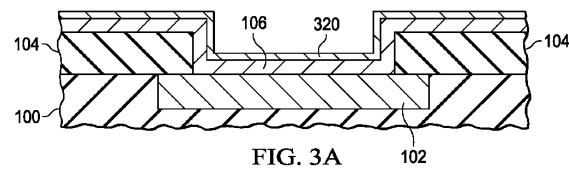


FIG. 3A

## 【図 3 B】

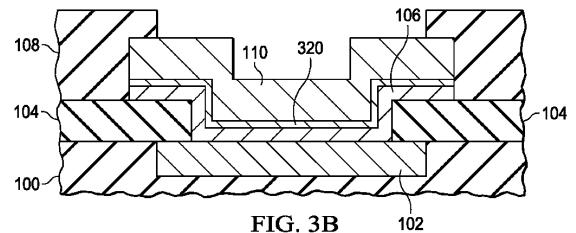


FIG. 3B

30

40

50

【図 4 A】

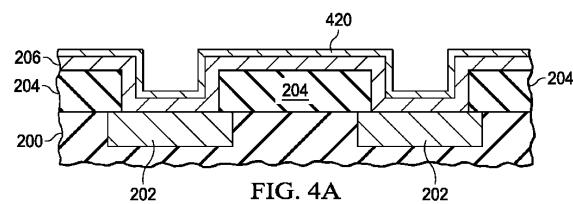


FIG. 4A

【図 4 B】

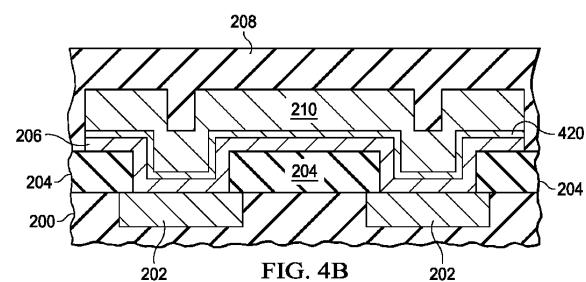


FIG. 4B

10

【図 5 A】

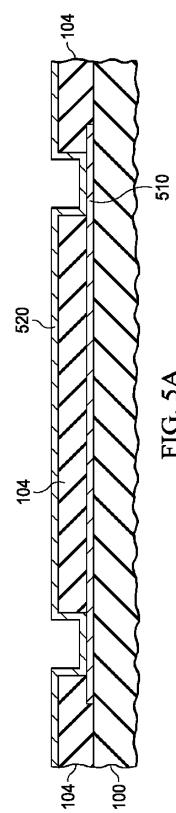


FIG. 5A

【図 5 B】

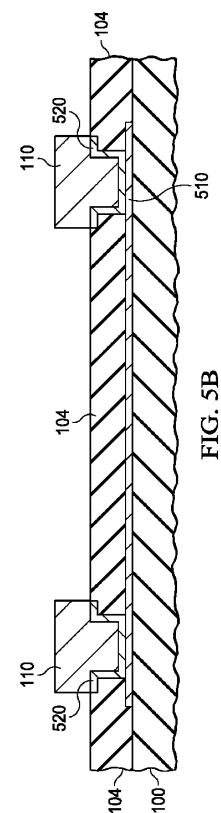


FIG. 5B

20

30

40

50

【図 6 A】

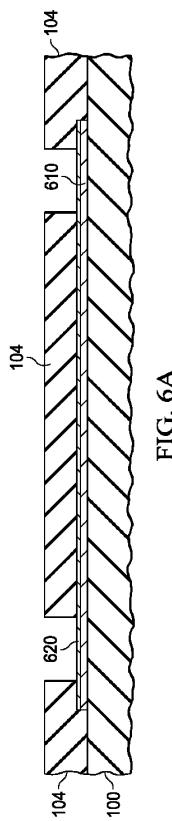


FIG. 6A

【図 6 B】

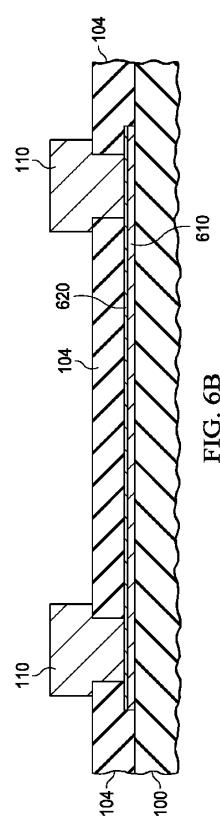


FIG. 6B

10

20

【図 7】

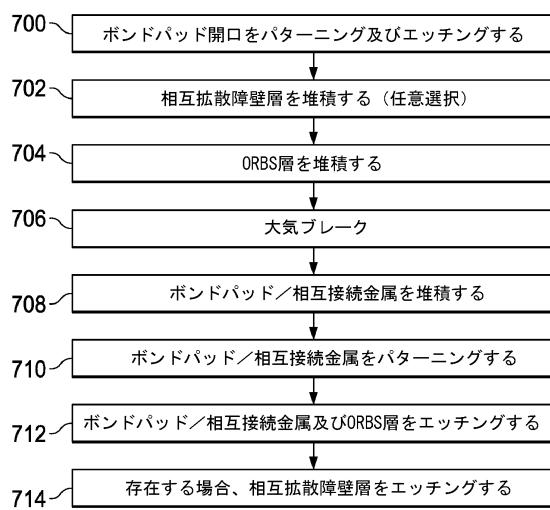


FIG. 7

【図 8】

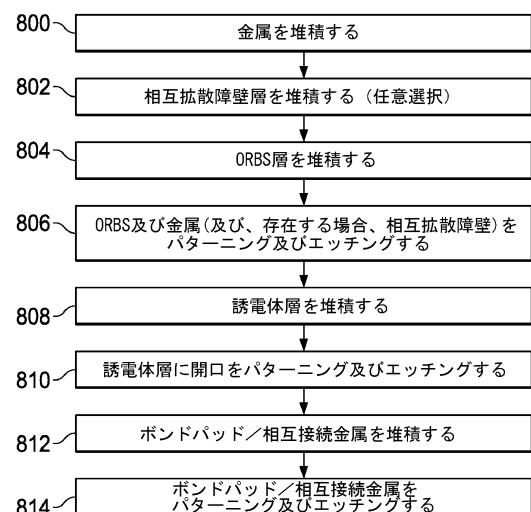


FIG. 8

30

40

50

---

フロントページの続き

ドライブ 5200

(72)発明者 エリック エイチ ワーニングフ

アメリカ合衆国 75002 テキサス州 アレン, ラウンド ロック ドライブ 1809

(72)発明者 アラン ジー メリアム

アメリカ合衆国 75024 テキサス州 ブレイノ, オークショアーズ ドライブ 4516

(72)発明者 リック エイ ファウスト

アメリカ合衆国 75208 テキサス州 ダラス, シルヴァン アヴェニュー 1628

審査官 桑原 清

(56)参考文献 特開2000-124310 (JP, A)

特開2001-257226 (JP, A)

特開2004-327715 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/3205