

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4793006号  
(P4793006)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl. F I  
H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 O 1 P

請求項の数 10 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2006-32677 (P2006-32677)                  (22) 出願日 平成18年2月9日(2006.2.9)                  (65) 公開番号 特開2007-214363 (P2007-214363A)                  (43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)                  審査請求日 平成21年1月27日(2009.1.27)</p>	<p>(73) 特許権者 000002185                  ソニー株式会社                  東京都港区港南1丁目7番1号                  (74) 代理人 100094053                  弁理士 佐藤 隆久                  (72) 発明者 宮森 雄彦                  東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ                  ニー株式会社内                  審査官 市川 裕司</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パッド電極を有し、前記パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置であって、

電子回路が形成された基板と、

前記基板に形成された前記パッド電極と、

前記基板を被覆して形成され、前記パッド電極を露出する開口部が形成された保護膜と

、前記保護膜の前記開口部内において前記パッド電極の上層に形成された金属層と

前記パッド電極と前記金属層との界面に、前記パッド電極を構成する元素と前記金属層を構成する元素の合金化した層と、を有し、

前記合金化した層は、前記パッド電極にプローブ針の針立てを行ったときの接触痕を反映するように形成されている

半導体装置。

【請求項2】

前記金属層が金属または金合金層である

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

前記パッド電極がアルミニウム層またはアルミニウム合金層である

請求項1に記載の半導体装置。

## 【請求項 4】

前記パッド電極が銅層または銅合金層である  
請求項 1 に記載の半導体装置。

## 【請求項 5】

パッド電極を有し、前記パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置の製造方法であって、

電子回路が形成された基板に前記パッド電極を形成する工程と、

前記基板を被覆して、前記パッド電極を露出する開口部を有する保護膜を形成する工程と、

前記パッド電極に、測定装置に接続されたプローブ針を針立てして電氣的に接続し、前記電子回路の動作確認、特性確認あるいは選別のための測定および評価を行う工程と、

前記測定および評価を行う工程の後に、前記保護膜の前記開口部内において前記パッド電極の上層に金属含有樹脂層を形成する工程と、

前記金属含有樹脂層を焼成して金属層を形成するとともに、前記パッド電極と前記金属層との界面に、前記パッド電極を構成する元素と前記金属層を構成する元素の合金化した層を形成する工程と、を有する

半導体装置の製造方法。

## 【請求項 6】

前記金属含有樹脂層を焼成して金属層を形成する工程において、150～250 の温度で焼成する

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 7】

前記金属含有樹脂層を形成する工程において、前記金属含有樹脂層をインクジェット方式で形成する

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 8】

前記金属層として、金層または金合金層を形成する

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 9】

前記パッド電極として、アルミニウム層またはアルミニウム合金層を形成する

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【請求項 10】

前記パッド電極として、銅層または銅合金層を形成する

請求項 5 に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関し、特に、ワイヤボンディングで実装基板に接続されて用いられる半導体装置およびその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体においてシリコン基板上に形成された集積回路と外部との信号の伝達を行うための結線方法として広くワイヤボンディング法が用いられている。

## 【0003】

ところで、半導体装置は個々のチップに切り出した後、パッケージングされて製品として出荷されるが、その前にウェハ状態で動作確認、特性確認あるいは選別のために測定及び評価を行っている。

## 【0004】

例えば、図 8 ( a ) に示すように、不図示の電子回路が形成された半導体基板 110 に、上記の電子回路に接続するようにして、バリアメタル 111 と積層してアルミニウムな

10

20

30

40

50

どからなるパッド電極 1 1 2 が形成されている。

半導体基板 1 1 0 の表面は保護膜 1 1 3 で被覆されており、上記の保護膜にはパッド電極 1 1 2 が露出する開口部 1 1 3 a が形成されている。

上記の構成のウェハ状態の半導体装置に対して、電子回路の動作確認、特性確認あるいは選別のために測定及び評価を行うために、電子回路に接続しているパッド電極 1 1 2 に、不図示の測定装置に接続されたプローブ針 1 2 0 を針立てして電氣的に接続し、測定装置と電氣的に導通を取る。

【 0 0 0 5 】

この際、パッド電極 1 1 2 とプローブ針 1 2 0 の接触を確実にを行うために、プローブ針には適当な荷重を加えるが、その荷重によりプローブ針 1 2 0 の接触位置に水平方向へのズレを生じることがあり、この場合には結果としてパッド電極 1 1 2 の表面に凹凸 1 1 2 a が生じたり、バリが発生したりする。

10

【 0 0 0 6 】

上記のようにパッド電極 1 1 2 に凹凸 1 1 2 a やバリが生じた状態で、図 8 ( b ) に示すようにパッド電極 1 1 2 の表面にワイヤ 1 2 2 の先端をボンディングすると、パッド電極 1 1 2 を構成するアルミニウム膜の膜厚が不足することに起因して弾力性が不足し、下層の層間絶縁膜などにクラックが発生したり、また、パッド電極 1 1 2 とボンディングワイヤ 1 2 2 との接続状態を示す図 8 ( c ) に示すように、両者の間にボイド V が発生してパッド電極のアルミニウム相とボンディングワイヤ 1 2 2 の金相の間の相互拡散が不足してボンディング不良の発生を招いていた。

20

【 0 0 0 7 】

上記のように、従来方法によりアルミニウムのパッド電極にプローブ針を針立てして電子回路の動作確認などを行った後に、ワイヤボンディング接続を行った場合、アルミニウムからなるパッド電極のバリによるボンディング時の密着性不足、アルミニウム膜の薄膜化によるアルミニウム / 金相の相互拡散不足による密着性不足、アルミニウム膜の薄膜化による弾性不足による下層層間膜へのクラック発生などの問題が発生することがある。

【 0 0 0 8 】

その対策として、パッドを積層構造として測定後変形層を除去するという方法が特許文献 1 に開示されている。

特許文献 1 においては、捲れなどが生じることを前提とした上で測定後該ダメージ層を除去し平滑な面を出すことにより安定したボンディングを達成可能としているが、針圧によるボンディング層のアルミニウムの薄膜化は生じる恐れもあり、また、ボンディング、針立てとともにアルミニウム膜の膜厚は数 1 0 0 nm 以上必要であることから製造コスト増にもつながる。

30

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 9 6 6 4 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ボンディングワイヤとの密着力不足やクラック発生の問題を抑制できる半導体装置と、その製造方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記の課題を解決するため、本発明の半導体装置は、パッド電極を有し、前記パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置であって、電子回路が形成された基板と、前記基板に形成された前記パッド電極と、前記基板を被覆して形成され、前記パッド電極を露出する開口部が形成された保護膜と、前記保護膜の前記開口部内において前記パッド電極の上層に形成された金属層と前記パッド電極と前記金属層との界面に、前記パッド電極を構成する元素と前記金属層を構成する元素の合金化した層と、を有し、前記合金化した層は、前記パッド電極にプローブ針の針立てを行ったときの接触痕

50

を反映するように形成されている。

【 0 0 1 1 】

上記の本発明の半導体装置は、パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置であって、電子回路が形成された基板にパッド電極が形成されており、基板を被覆してパッド電極を露出する開口部が形成された保護膜が形成されており、保護膜の開口部内においてパッド電極の上層に金属層が形成されている構成である。

【 0 0 1 2 】

また、上記の課題を解決するため、本発明の半導体装置の製造方法は、パッド電極を有し、前記パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置の製造方法であって、電子回路が形成された基板に前記パッド電極を形成する工程と、前記基板を被覆して、前記パッド電極を露出する開口部を有する保護膜を形成する工程と、前記パッド電極に、測定装置に接続されたプローブ針を針立てして電氣的に接続し、前記電子回路の動作確認、特性確認あるいは選別のための測定および評価を行う工程と、前記測定および評価を行う工程の後に、前記保護膜の前記開口部内において前記パッド電極の上層に金属含有樹脂層を形成する工程と、前記金属含有樹脂層を焼成して金属層を形成するとともに、前記パッド電極と前記金属層との界面に、前記パッド電極を構成する元素と前記金属層を構成する元素の合金化した層を形成する工程と、を有する。

【 0 0 1 3 】

上記の本発明の半導体装置の製造方法は、パッド電極においてワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置の製造方法であって、まず、電子回路が形成された基板にパッド電極を形成する。次に、基板を被覆して、パッド電極を露出する開口部を有する保護膜を形成する。次に、保護膜の開口部内においてパッド電極の上層に金属含有樹脂層を形成し、焼成して金属層を形成する。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明の半導体装置は、パッド電極の上層に金属層が設けられており、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、パッド電極に発生した凹凸が金属層により修復されて、ボンディングワイヤとの密着力不足やクラック発生の問題を抑制できる。

【 0 0 1 5 】

本発明の半導体装置の製造方法は、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、金属層に発生した凹凸が金属層により修復して、ボンディングワイヤとの密着力不足やクラック発生の問題を抑制できる半導体装置を容易に製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

以下に、本発明の半導体装置及びその製造方法の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 1 7 】

第 1 実施形態

図 1 は本実施形態に係る半導体装置の模式断面図である。

例えば、不図示の電子回路が形成された半導体基板 1 0 に、電子回路に接続するようにして、バリアメタル 1 1 と積層してパッド電極 1 2 が形成されている。

半導体基板 1 0 の表面は保護膜 1 3 で被覆されており、上記の保護膜にはパッド電極 1 2 が露出する開口部 1 3 a が形成されている。

さらに、保護膜 1 3 の開口部 1 3 a 内において、パッド電極 1 2 の上層に金属層 1 4 が形成されている。

【 0 0 1 8 】

例えば、金属層 1 4 は金属または金合金層であり、また、パッド電極 1 2 はアルミニウム層またはアルミニウム合金層である。

尚、通常この段階で電子回路の動作確認などのためにプローブ針があてられ、パッド電極に凹凸が発生する。

【 0 0 1 9 】

また、例えば、パッド電極 1 2 と金属層 1 4 との界面に、パッド電極 1 2 を構成する元素であるアルミニウムと金属層 1 4 を構成する元素である金などが相互拡散して合金層 1 5 が形成されている。

ここで、パッド電極 1 2 の表面には電子回路の動作確認などのためにプローブ針があてられていたことにより凹凸やバリが生じていたが、パッド電極 1 2 の上層に金属層 1 4 が形成されているので表面が平坦化されている。

【 0 0 2 0 】

上記の本実施形態の半導体装置は、パッド電極 1 2 を有し、パッド電極 1 2 においてワイヤボンディングによりワイヤ 2 2 を介して外部に接続されて用いられる。

上記のように金属層 1 4 により平坦化されているので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディングにおいて従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ 2 2 との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【 0 0 2 1 】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法について説明する。

まず、図 2 ( a ) に示すように、例えば、不図示の電子回路が形成されたウェハ状態の半導体基板 1 0 に、上記の電子回路に接続するようにして、バリアメタル 1 1 と積層してアルミニウムなどからなるパッド電極 1 2 を形成する。

次に、例えば、半導体基板 1 0 の表面に保護膜 1 3 を形成し、パッド電極 1 2 部分を露出する開口部 1 3 a を形成する。

【 0 0 2 2 】

次に、例えば、上記の構成のウェハ状態の半導体装置に対して、電子回路の動作確認、特性確認あるいは選別のために測定及び評価を行うために、電子回路に接続しているパッド電極 1 2 に、不図示の測定装置に接続されたプローブ針 2 0 を針立てして電氣的に接続し、測定装置と電氣的に導通を取る。

【 0 0 2 3 】

この際、パッド電極 1 2 とプローブ針 2 0 の接触を確実にを行うために、プローブ針には適当な荷重を加え、その荷重によりプローブ針 2 0 の接触位置に水平方向へのズレを生じることがあり、この場合には結果としてパッド電極 1 2 の表面に凹凸 1 2 a が生じたり、バリが発生したりする。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 ( b ) に示すように、例えば、パッド電極 1 2 上に金ナノ粒子を含有する樹脂（金含有樹脂）あるいはその他の金属含有樹脂をインクジェット法により塗布あるいはディスペンサ 2 1 から供給し、金含有樹脂などの金属含有樹脂層 1 4 p を形成する。

【 0 0 2 5 】

上記の金ナノ粒子を含有する金含有樹脂としては、ナノ粒子の粒子サイズが例えば 5 ~ 1 0 n m であり、樹脂組成は主として熱硬化樹脂からなり、溶剤として非極性溶剤を含有し、粘度は例えば 1 0 0 c p 以上である。

上記の金属含有樹脂は、例えば 1 5 0 ~ 2 0 0 の温度で焼成可能である。必要に応じて 1 5 0 ~ 2 5 0 の焼成を行う。金ナノ粒子を含む金属含有樹脂のほか、銀ナノ粒子を含む金属含有樹脂を用いることができる。

例えば、ハリマ化成株式会社の N P シリーズを用いることができる。

【 0 0 2 6 】

上記において、例えば、保護膜 1 3 の開口部 1 3 a における深さが 1  $\mu$  m 程度であり、金属含有樹脂が開口部 1 3 a から溢れないようにして形成することが必要であるので、金属含有樹脂層 1 4 p の膜厚が 1  $\mu$  m 程度以下となるようにする。

また、例えば、金属含有樹脂層 1 4 p から次工程で金属層を形成するが、上記のような

10

20

30

40

50

パッド電極表面の凹凸の平坦化や弾性の確保のためには金属層としてある程度の膜厚が必要であり、これらを考慮して、パッドの開口面積にも依存するが1パッドあたり0.1~10 $\mu\text{m}$ の樹脂を供給、塗布することが好ましい。

【0027】

次に、図2(c)に示すように、例えば、熱処理により溶剤などの有機成分を除去し、金属含有樹脂層14pを焼成して金属層14を形成する。ここでは、例えば150~250の温度で焼成する。

例えば、上記の焼成工程において、パッド電極12を構成する元素と金属層14を構成する元素の相互拡散により、パッド電極12と金属層14との界面にパッド電極12を構成する元素と金属層14を構成する元素の合金層15を形成する。これにより、パッド電極12と金属層14との密着強度が確保できる。

このようにして、パッド電極12上に金属層14を形成することで、パッド電極表面の凹凸の平坦化が可能となり、また、パッド電極と金属層で1 $\mu\text{m}$ 以上の膜厚が確保でき、ワイヤボンディング時に必要な弾性の確保が可能となる。

【0028】

例えば、上記の金属層14として、金属または金合金層を形成することが好ましい。

また、パッド電極12として、アルミニウム層またはアルミニウム合金層を形成することが好ましい。

【0029】

上記の焼成工程において、金属層の十分な低抵抗化を実現し、例えば金とアルミニウムの必要十分な反応をさせるためには、第1熱処理：130~150、60分、第2熱処理：180~200、30~60分の処理を行うことが好ましい。

また、この後の熱履歴起因の不良を抑制して高信頼性化するためには、パッド電極と金属層の金との合金化抑制のために、界面にバリアメタルを形成することができる。例えば、TiN, TaN, Ti, Ta, W, CoWPなどを用いることができる。合金化抑制の弊害として高抵抗化があるが、その対策として、上記の第2熱処理を200~250、30~60分の処理を行うことがより好ましい。

【0030】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法は、金属層14によりパッド電極12を平坦化するので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディング時に従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ22との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【0031】

第2実施形態

図3は本実施形態に係る半導体装置の断面図である。

例えば、不図示のトランジスタなどの電子回路が形成された半導体基板に、酸化シリコンなどの第1絶縁層30が形成され、第1絶縁層30に配線溝などが形成され、第1配線31及び第2配線32が埋め込まれて形成されている。

第1絶縁層30の上層に、窒化シリコンなどの第2絶縁層33及び酸化シリコンなどの第3絶縁層34が形成されている。

第2絶縁層33及び第3絶縁層34にはコンタクトホール34aが形成されており、コンタクトホール34aの内部を被覆して、第1配線31を介して電子回路に接続するように、バリアメタル35と積層してコンタクトプラグとパッド電極が一体化した導電層36が形成されている。

第3絶縁層34の表面は保護膜37で被覆されており、上記の保護膜37にはパッド電極となる導電層36を露出する開口部37aが形成されている。

さらに、保護膜37の開口部37a内において、パッド電極となる導電層36の上層に金属層38が形成されている。

【0032】

10

20

30

40

50

例えば、金属層 38 は金属または金合金層であり、また、パッド電極となる導電層 36 はアルミニウム層またはアルミニウム合金層である。

【0033】

また、例えば、パッド電極となる導電層 36 と金属層 38 との界面に、パッド電極となる導電層 36 を構成する元素であるアルミニウムと金属層 14 を構成する元素である金などが相互拡散して合金層 39 が形成されている。

ここで、パッド電極となる導電層 36 の表面には電子回路の動作確認などのためにプローブ針があてられていたことにより凹凸やバリが生じていたが、パッド電極となる導電層 36 の上層に金属層 38 が形成されているので表面が平坦化されている。

【0034】

上記の本実施形態の半導体装置は、パッド電極となる導電層 36 を有し、パッド電極においてワイヤボンディングによりワイヤ 42 を介して外部に接続されて用いられる。

上記のように金属層 38 により平坦化されているので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディングにおいて従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ 42 との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【0035】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法について説明する。

まず、図 4 ( a ) に示すように、例えば、不図示の電子回路が形成されたウェハ状態の半導体基板に第 1 絶縁層 30 を形成し、第 1 絶縁層 30 にダマシン配線工程により第 1 配線 31 及び第 2 配線 32 を埋め込んで形成し、その上層に Cu バリアを目的とした第 2 絶縁層 33 及び第 3 絶縁層 34 を順に堆積する。

次に、例えば、フォトリソグラフィ法によりレジスト膜をパターンニング形成し、RIE (反応性イオンエッチング) などのエッチング処理を行ってパッド電極接続用のコンタクトホール 34 a を形成し、スパッタリング法などによりバリアメタル 35 と積層してアルミニウムなどの導電層を成膜し、パターンニング加工してパッド電極となる導電層 36 を形成する。

次に、第 3 絶縁層 34 の上層に保護膜 37 を形成し、フォトリソグラフィ法によりレジスト膜をパターンニング形成し、RIE などのエッチング処理を行ってパッド電極部分を露出する開口部 37 a を形成する。

【0036】

次に、図 4 ( b ) に示すように、上記の構成のウェハ状態の半導体装置に対して、電子回路の動作確認、特性確認あるいは選別のために測定及び評価を行うために、電子回路に接続しているパッド電極となる導電層 36 に、不図示の測定装置に接続されたプローブ針 40 を針立てして電氣的に接続し、測定装置と電氣的に導通を取る。

この際、パッド電極となる導電層 36 の表面に凹凸 36 a が生じたり、バリが発生したりする。

【0037】

次に、図 5 ( a ) に示すように、例えば、パッド電極となる導電層 36 上に金ナノ粒子を含有する樹脂 (金含有樹脂) あるいはその他の金属含有樹脂をインクジェット法により塗布あるいはディスペンサ 41 から供給し、金含有樹脂などの金属含有樹脂層 38 p を形成する。

【0038】

次に、図 5 ( b ) に示すように、例えば熱処理により溶剤などの有機成分を除去し、金属含有樹脂層 38 p を焼成して金属層 38 を形成する。ここでは、例えば 150 ~ 250 の温度で焼成する。

上記の焼成工程において、パッド電極となる導電層 36 を構成する元素と金属層 38 を構成する元素の相互拡散により、パッド電極となる導電層 36 と金属層 38 との界面に合金層 39 を形成する。これにより、パッド電極となる導電層 36 と金属層 38 との密着強度が確保できる。

10

20

30

40

50

このようにして、パッド電極となる導電層 3 6 上に金属層 3 8 を形成することで、パッド電極表面の凹凸の平坦化が可能となり、また、パッド電極と金属層で 1 μ m 以上の膜厚が確保でき、ワイヤボンディング時に必要な弾性の確保が可能となる。

【 0 0 3 9 】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法は、金属層 3 8 によりパッド電極となる導電層 3 6 を平坦化するので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディング時に従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ 4 2 との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【 0 0 4 0 】

### 第 3 実施形態

図 6 は本実施形態に係る半導体装置の断面図である。

例えば、不図示のトランジスタなどの電子回路が形成された半導体基板に、酸化シリコンなどの第 1 絶縁層 3 0 が形成され、第 1 絶縁層 3 0 に配線溝などが形成され、例えば銅あるいは銅合金などからなる第 1 配線 3 1 及び第 2 配線 3 2 が埋め込まれて形成されている。

第 1 配線 3 1 及び第 2 配線 3 2 の表面には、銅の拡散を防止するための C o W P などからなるバリアメタル 3 5 が形成されている。

第 1 絶縁層 3 0 の上層に、窒化シリコンなどの第 2 絶縁層 3 3 及び酸化シリコンなどの第 3 絶縁層 3 4 が形成されている。

ここでは、第 1 配線 3 1 がパッド電極に相当し、第 3 絶縁層が保護膜に相当する。

【 0 0 4 1 】

第 3 絶縁層 3 4 にはパッド電極となる第 1 配線 3 1 を露出する開口部 3 4 a が形成されている。

さらに、第 3 絶縁層 3 4 の開口部 3 4 a 内において、パッド電極となる第 1 配線 3 1 の上層に金属層 3 8 が形成されている。

例えば、金属層 3 8 は金属または金合金層である。

【 0 0 4 2 】

ここで、パッド電極となる第 1 配線 3 1 の表面には電子回路の動作確認などのためにプローブ針があてられていた場合、凹凸やバリが生じていたが、パッド電極となる第 1 配線 3 1 の上層に金属層 3 8 が形成されているので表面が平坦化されている。

【 0 0 4 3 】

上記の本実施形態の半導体装置は、パッド電極となる第 1 配線 3 1 を有し、パッド電極においてワイヤボンディングによりワイヤ 4 2 を介して外部に接続されて用いられる。

上記のように金属層 3 8 により平坦化されているので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディングにおいて従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ 4 2 との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【 0 0 4 4 】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法について説明する。

まず、図 7 ( a ) に示すように、例えば、不図示の電子回路が形成されたウェハ状態の半導体基板に第 1 絶縁層 3 0 を形成し、第 1 絶縁層 3 0 にダマシ配線工程により銅などからなる第 1 配線 3 1 及び第 2 配線 3 2 を埋め込んで形成し、その上層に C u バリアを目的とした C o W P などのバリアメタル 3 5 を形成する。

次に、例えば、第 1 絶縁層 3 0 の上層に第 2 絶縁層 3 3 及び第 3 絶縁層 3 4 を順に堆積し、フォトリソグラフィ法によりレジスト膜をパターンニング形成し、R I E ( 反応性イオンエッチング ) などのエッチング処理を行って、パッド電極となる第 1 配線 3 1 を露出する開口部 3 4 a を形成する。

【 0 0 4 5 】

次に、上記の構成のウェハ状態の半導体装置に対して、電子回路の動作確認、特性確認

10

20

30

40

50

あるいは選別のために測定及び評価を行うために、電子回路に接続しているパッド電極となる第1配線31に、不図示の測定装置に接続されたプローブ針を針立てして電氣的に接続し、測定装置と電氣的に導通を取る。

【0046】

次に、図7(b)に示すように、例えば、開口部34a内において、パッド電極となる第1配線31の上層に、バリアメタル35を介して、金ナノ粒子を含有する樹脂(金含有樹脂)あるいはその他の金属含有樹脂をインクジェット法により塗布あるいはディスペンサから供給し、金含有樹脂などの金属含有樹脂層38pを形成する。

【0047】

次に、図7(c)に示すように、例えば熱処理により溶剤などの有機成分を除去し、金属含有樹脂層38pを焼成して金属層38を形成する。ここでは、例えば150~250の温度で焼成する。

このようにして、パッド電極となる第1配線31上に金属層38を形成することで、パッド電極表面の凹凸の平坦化が可能となり、また、パッド電極と金属層で1 $\mu$ m以上の膜厚が確保でき、ワイヤボンディング時に必要な弾性の確保が可能となる。

【0048】

上記の本実施形態の半導体装置の製造方法は、金属層38によりパッド電極となる第1配線31を平坦化するので、電子回路の測定などのためにパッド電極に測定装置のプローブ針の針立てを行っても、ワイヤボンディング時に従来例のようにボイドが形成されることもなく、ワイヤ42との高い密着性を確保でき、弾性も高めることができるのでワイヤボンディング時のクラック発生の問題を抑制できる。

【0049】

上記の各実施形態によれば、プローブの針立てを行って、捲れや削れが生じたパッドに対して良好なワイヤボンディングの形成が可能となる。

また、従来信頼性上問題になっていた金とアルミニウムの相互拡散の過剰進行によるボイド形成起因の接触不良についてもボンディング前に事前に十分な相互拡散を実施することが可能となったため、後発する可能性が低減される。

また、ワイヤボンディングにおいて必要であったパッド部の弾性について、シリコン基板上に1層の配線を有するのみでは不十分であったが、本発明の方法を適用することによりパッド電極上の金属層により十分な膜厚が確保でき、シリコン基板上に1層の配線を有する場合でもボンディング可能となる。

またボンディング前のアルミニウム膜の膜厚の薄膜化可能によりパッド電極を構成するアルミニウム層の薄膜化、並びにパッド電極の露出あるいはフューズ窓開口時のエッチングプロセスウィンドウ拡大が可能となる。

【0050】

本発明は上記の説明に限定されない。

以上、実施例を挙げたが本発明において配線の形成方法、層間膜の形成方法、配線の金属種、層間膜の膜種は上記に限らない。

例えば配線形成方法は通常のダマシン法の代わりにコンタクト層と配線層を連続して形成するデュアルダマシン法を用いても良い。

配線を構成する金属元素にアルミニウムタングステンを用いる場合は、通常のフォトリソグラフィとプラズマエッチングを行って形成できる。

層間の絶縁膜の形成方法についてもCVD法その他、スピンコート法による塗布及びベーク処理、あるいは、印刷及びベーク処理などでも良い。

配線を構成する金属元素としては、主に、銅のほか、銅と他の金属との合金、また上記のようにアルミニウム、タングステン、銀、金、プラチナなどでもよい。

バリアメタル層としては、タンタルの他、チタン、モリブデンなど、あるいはこれらの窒化膜や酸化膜でもよい。

層間の絶縁膜としては、配線下層部に窒化シリコン、その上に低誘電率のSiOC膜、さらにその上に酸化シリコン膜を用いることができ、これらはそれぞれ銅の拡散抑止、低

10

20

30

40

50

誘電率、被研磨という目的がある。例えば、窒化シリコンの代わりにSiCあるいはSiNCなどを用いることができる。SiOCの代わりにMethylsilsequioxane (MSQ)やHydrogensilsequioxane (HSQ)、ポーラス膜、SiOF膜、低誘電率有機膜でもよく、酸化シリコン膜の代わりにSiOF膜などを用いてもよい。

また、上記例では配線として1層を例に挙げたが2層以上でもよい。

シリコン基板としてはP型やN型、あるいはSOI (Silicon on Insulator) 基板などでもよい。

パターンニング形成法としてフォトリソグラフィ法としたが、電子線やX線を用いてもよく、プラズマエッチング法のほかに薬液によるウェットエッチングやプラズマエッチング及び薬液によるウェットエッチングでもよい。

10

本発明にかかるパッド電極の金属として実施例ではアルミニウムの例を挙げたが、アルミニウムのほか、アルミニウム合金を用いても良い。

また金含有樹脂層の形成はインクジェット法の代わりにディスペンス方式でもよい。

金属層としては金の代わりに銀や銅などでもよい。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0051】

本発明の半導体装置は、ワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置に適用できる。

また、本発明の半導体装置の製造方法は、ワイヤボンディングにより外部に接続される半導体装置の製造方法に適用できる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0052】

【図1】図1は本発明の第1実施形態に係る半導体装置の模式断面図である。

【図2】図2(a)～図2(c)は本発明の第1実施形態に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図である。

【図3】図3は本発明の第2実施形態に係る半導体装置の模式断面図である。

【図4】図4(a)及び図4(b)は本発明の第2実施形態に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図である。

【図5】図5(a)及び図5(b)は本発明の第2実施形態に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図である。

30

【図6】図6は本発明の第3実施形態に係る半導体装置の模式断面図である。

【図7】図7(a)～図7(c)は本発明の第3実施形態に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図である。

【図8】図8(a)～図8(c)は従来例に係る半導体装置の製造方法の製造工程を示す断面図である。

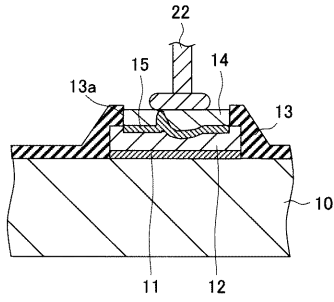
#### 【符号の説明】

#### 【0053】

10...半導体基板、11...バリアメタル、12...パッド電極、12a...凹凸、13...保護膜、13a...開口部、14...金属層、15...合金層、20...プローブ針、21...ディスペンサ、22...ワイヤ、30...第1絶縁層、31...第1配線、32...第2配線、33...第2絶縁層、34...第3絶縁層、34a...開口部(コンタクトホール)、35...バリアメタル、36...導電層、37...保護膜、37a...開口部、38...金属層、39...合金層、40...プローブ針、41...ディスペンサ、42...ワイヤ、V...ボイド

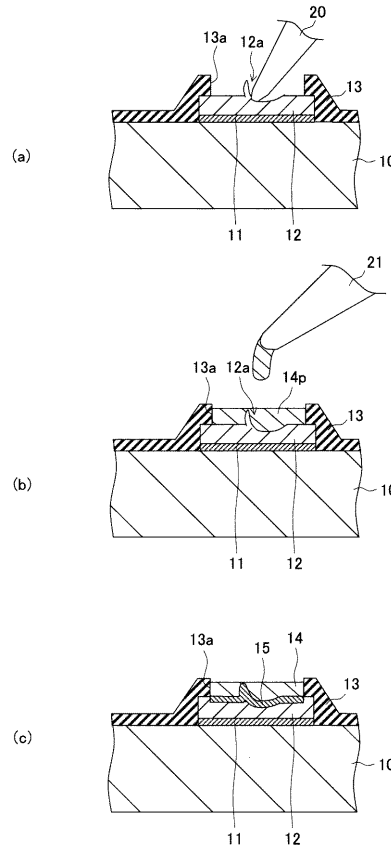
40

【図1】

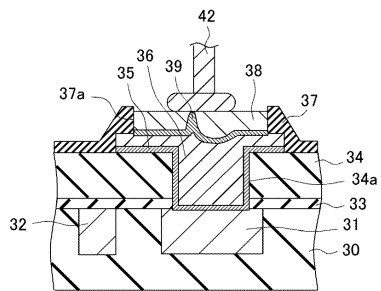


- 10...半導体基板
- 12...パッド電極
- 13...保護膜
- 13a...開口部
- 14...金属層
- 22...ワイヤ

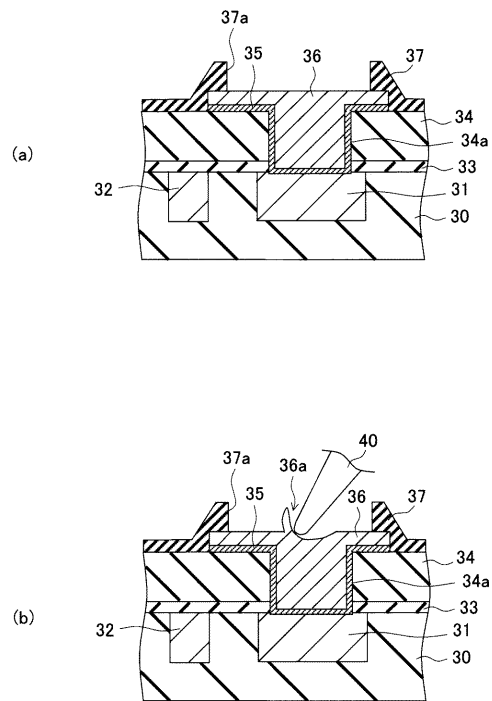
【図2】



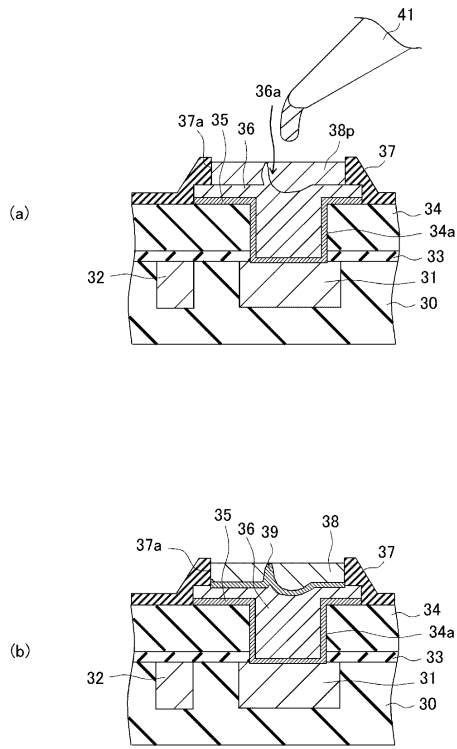
【図3】



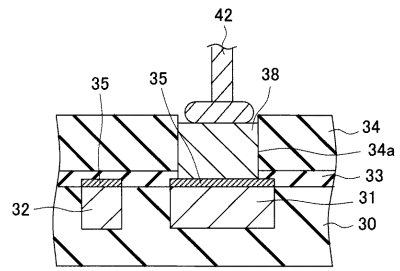
【図4】



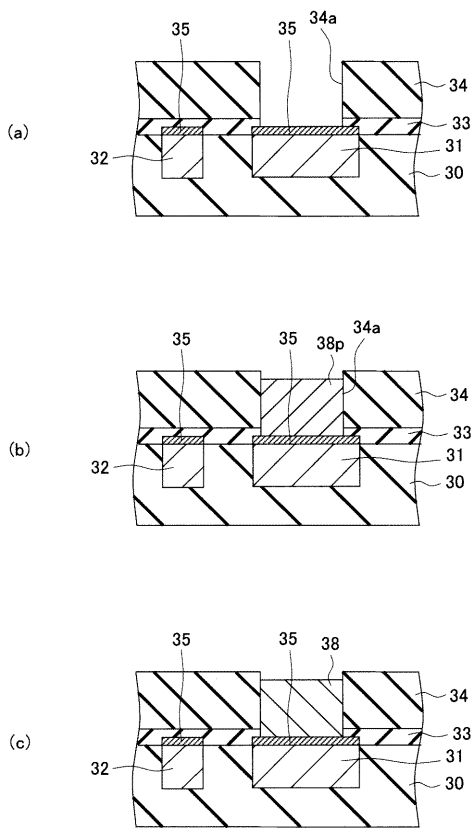
【 図 5 】



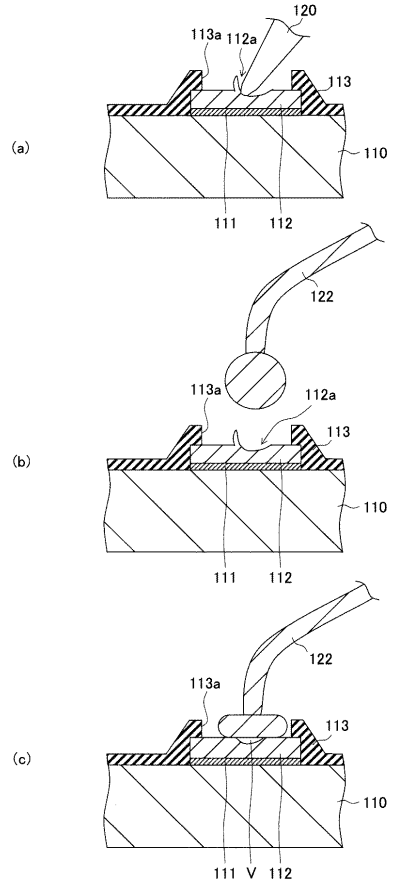
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-319946(JP,A)  
特開平11-111753(JP,A)  
特開2005-094013(JP,A)  
特開平05-258689(JP,A)  
特開2007-096231(JP,A)  
特開2001-267357(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/60