

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-68151

(P2004-68151A)

(43) 公開日 平成16年3月4日(2004.3.4)

(51) Int.Cl.⁷

C25D 7/12

C25D 5/20

C25D 13/22

C25D 17/06

C25D 17/10

F I

C25D 7/12

C25D 5/20

C25D 13/22 302A

C25D 17/06 C

C25D 17/10 A

テーマコード (参考)

4K024

4M104

審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-276970 (P2003-276970)
 (22) 出願日 平成15年7月18日 (2003.7.18)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-216344 (P2002-216344)
 (32) 優先日 平成14年7月25日 (2002.7.25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100094134
 弁理士 小山 廣毅
 (74) 代理人 100110939
 弁理士 竹内 宏
 (74) 代理人 100113262
 弁理士 竹内 祐二
 (74) 代理人 100115059
 弁理士 今江 克実
 (74) 代理人 100117710
 弁理士 原田 智雄

最終頁に続く

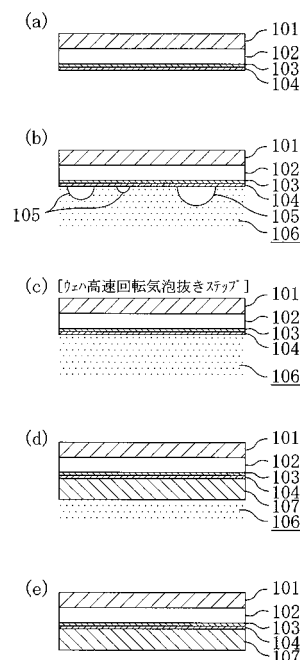
(54) 【発明の名称】 基板のメッキ方法及びメッキ装置

(57) 【要約】

【課題】 被メッキ面における気泡の吸着に起因してメッキ膜中に欠陥が生じることを防止する。

【解決手段】 メッキ液106中において基板101を高速で回転させることにより、基板101の被メッキ面であるCuシード膜104の表面に吸着している気泡105を除去する。その後、メッキ液106中において基板101を低速で回転させることにより、Cuシード膜104の上にCuメッキ膜107を成長させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の被メッキ面を下向きにしてメッキ液に浸漬することにより前記基板に対してメッキ処理を行なうメッキ方法であって、

前記メッキ液中において前記基板を第 1 の回転速度で回転させることにより、前記基板に吸着している気泡を除去する工程と、

前記気泡を除去する工程よりも後に、前記メッキ液中において前記基板を前記第 1 の回転速度よりも低速の第 2 の回転速度で回転させることにより、前記基板に対してメッキ処理を行なう工程とを備えていることを特徴とする基板メッキ方法。

【請求項 2】

前記第 1 の回転速度は 100 rpm 以上で且つ 200 rpm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 3】

前記第 2 の回転速度は 10 rpm 以上で且つ 60 rpm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 4】

前記気泡を除去する工程における前記基板に印加される電流密度は、前記基板に対してメッキ処理を行なう工程における前記基板に印加される電流密度よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 5】

前記気泡を除去する工程よりも前に、前記被メッキ面側の前記基板上にシード層を形成する工程をさらに備え、

前記気泡を除去する工程は、前記メッキ液中における前記シード層の溶解を防止する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 6】

前記気泡の大きさは 10 μ m 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 7】

前記メッキ液中において前記基板は、前記被メッキ面と接する電極と該電極を前記メッキ液から保護するように前記被メッキ面と接するシールとを有する基板保持機構によって保持されており、

前記被メッキ面に対する前記シールの接触角は、120°以上で且つ 150°以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 8】

前記気泡を除去する工程は、前記メッキ液に超音波振動を印加する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 9】

前記気泡を除去する工程よりも前に、前記メッキ液中において前記基板に対して、前記被メッキ面に設けられた凹部のうち少なくとも最小径の凹部が埋まるまでメッキ処理を行なう工程をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 10】

前記最小径の凹部を埋め込むために必要なメッキ膜の厚さは、該メッキ膜の狙い厚さの 20% 以下であることを特徴とする請求項 9 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 11】

前記気泡を除去する工程よりも前に、前記基板を前記第 1 の回転速度で、又は前記第 2 の回転速度よりも高速の第 3 の回転速度で回転させながら前記基板を前記メッキ液中に浸漬する工程をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 12】

基板の被メッキ面を下向きにしてメッキ液に浸漬することにより前記基板に対してメッキ処理を行なうメッキ方法であって、

10

20

30

40

50

前記基板を前記メッキ液に浸漬する前に、前記被メッキ面の濡れ性を向上させる工程を備えていることを特徴とする基板メッキ方法。

【請求項 13】

前記濡れ性を向上させる工程は、前記被メッキ面に対して液体を供給する工程を含むことを特徴とする請求項 12 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 14】

前記濡れ性を向上させる工程は、前記被メッキ面に付着しているパーティクルを除去する工程を含むことを特徴とする請求項 13 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 15】

前記パーティクルを除去する工程は、前記被メッキ面に超音波振動を印加する工程を含むことを特徴とする請求項 14 に記載の基板メッキ方法。 10

【請求項 16】

前記パーティクルを除去する工程は、前記被メッキ面に対して、超音波振動を印加した液体を供給する工程を含むことを特徴とする請求項 14 に記載の基板メッキ方法。

【請求項 17】

前記濡れ性を向上させる工程よりも後に、

前記メッキ液中において前記基板を第 1 の回転速度で回転させることにより、前記基板に吸着している気泡を除去した後、前記メッキ液中において前記基板を前記第 1 の回転速度よりも低速の第 2 の回転速度で回転させることにより、前記基板に対してメッキ処理を行なう工程とを備えていることを特徴とする請求項 12 に記載の基板メッキ方法。 20

【請求項 18】

メッキ液を貯留するメッキ浴と、

前記メッキ浴中に設置された第 1 の電極と、

メッキ処理の対象となる基板を保持する基板保持機構と、

前記基板保持機構に設置され、且つ前記基板の被メッキ面と接する第 2 の電極と、

前記基板保持機構に設置され、且つ前記第 2 の電極を前記メッキ液から保護するように前記被メッキ面と接するシールと、

前記メッキ浴の外側において前記被メッキ面に対して、超音波振動を印加した液体を供給する液体供給機構とを備えていることを特徴とする基板メッキ装置。

【請求項 19】 30

前記メッキ浴に貯留された前記メッキ液を循環させるメッキ液循環機構をさらに備えていることを特徴とする請求項 18 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 20】

前記基板保持機構は前記基板を保持した状態で回転させることを特徴とする請求項 18 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 21】

前記第 1 の電極は、前記メッキ液に溶解しない材料よりなることを特徴とする請求項 18 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 22】

前記第 1 の電極は白金よりなることを特徴とする請求項 18 に記載の基板メッキ装置。 40

【請求項 23】

前記被メッキ面に対する前記シールの接触角は、 120° 以上で且つ 150° 以下であることを特徴とする請求項 18 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 24】

メッキ液を貯留するメッキ浴と、

前記メッキ浴中に設置された第 1 の電極と、

メッキ処理の対象となる基板を保持する基板保持機構と、

前記基板保持機構に設置され、且つ前記基板の被メッキ面と接する第 2 の電極と、

前記基板保持機構に設置され、且つ前記第 2 の電極を前記メッキ液から保護するように前記被メッキ面と接するシールと、 50

前記メッキ浴中に設置され、且つ前記メッキ浴に貯留された前記メッキ液に超音波振動を印加する超音波振動印加機構とを備えていることを特徴とする基板メッキ装置。

【請求項 25】

前記メッキ浴の外側において、前記被メッキ面に対して液体を供給する液体供給機構をさらに備えていることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 26】

前記メッキ浴に貯留された前記メッキ液を循環させるメッキ液循環機構をさらに備えていることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 27】

前記基板保持機構は前記基板を保持した状態で回転させることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。 10

【請求項 28】

前記第 1 の電極は、前記メッキ液に溶解しない材料よりなることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 29】

前記第 1 の電極は白金よりなることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。

【請求項 30】

前記被メッキ面に対する前記シールの接触角は、 120° 以上で且つ 150° 以下であることを特徴とする請求項 24 に記載の基板メッキ装置。

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板のメッキ方法及びメッキ装置に関し、特に電解メッキ法により配線等を形成する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコンよりなる半導体基板上に形成された L S I の配線材料としては、主にアルミニウムが使用されてきた。しかし、近年、半導体集積回路の高集積化及び高速化に従い、アルミニウムよりも抵抗が低く且つ高エレクトロマイグレーション (E M) 耐性を有する銅が配線材料として注目されている。また、銅膜の成膜方法としては、例えば特許文献 1 に記載されているような電解メッキ法がある。 30

【0003】

以下、電解メッキ法による従来の基板メッキ方法について図面を参照しながら説明する。

【0004】

図 10 (a) ~ (c) は従来の基板メッキ方法の各工程を示す模式図である。

【0005】

まず、図 10 (a) に示すように、メッキ液 10 を循環させながら、基板保持機構 12 により水平状態に保持された基板 11 をメッキ液 10 に浸漬した後、制御装置 (図示省略) を用いて、基板保持機構 12 と共に基板 11 を 30 r p m の回転速度で回転させる。尚 40、基板保持機構 12 には、基板 11 の被メッキ面と接する電極 13 と、電極 13 をメッキ液 10 から保護するように該メッキ面と接するシール 14 とが取り付けられている。

【0006】

このとき、図 10 (a) 及び (b) に示すように、回転する基板 11 の被メッキ面の下側には、数十 μ m 程度の大きさを持つ気泡 15 が滞留する一方、図 10 (c) に示すように、該基板 11 の回転とメッキ液 10 の上昇流 10 a とによって、気泡 15 は、基板 11 の被メッキ面から基板保持機構 12 の外側へと追い出される。ここで、気泡 15 の追い出しは 1 秒以内で終了する。また、気泡 15 の追い出しが終了したかどうかは、半導体基板 11 をメッキ液 10 に浸漬した時に印加した微小電流により抵抗値の変化を調べることで確認する。

【特許文献１】特開２００１－３１６８６９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

ところで、半導体基板をメッキ液へ接液すると、数 μm 程度以下のサイズを持つ微小な気泡が、例えばシードＣｕ膜表面等の被メッキ面に吸着する。しかしながら、従来のメッキ方法及びメッキ装置によると、この微小な気泡を除去することができないため、その後のメッキ成長時に、被メッキ面における気泡吸着部分においてメッキ成長が阻害されるという問題が生じる。

【０００８】

図１１（ａ）、（ｂ）、図１２（ａ）、（ｂ）及び図１３（ａ）～（ｃ）は、従来の基板メッキ方法における問題点を説明するための図である。

【０００９】

具体的には、図１１（ａ）に示すように、基板２１上に層間絶縁膜２２、ＴａＮバリア膜２３及びＣｕシード膜２４を順次堆積した後、基板２１を、被メッキ面であるＣｕシード膜２４の表面を下向きにしてメッキ液２６に浸漬すると、気泡２５がＣｕシード膜２４の表面に吸着する。この状態でメッキ処理を行なうと、Ｃｕシード膜２４の表面に気泡２５が吸着したままメッキ膜２７が形成されるので、最終的に、図１１（ｂ）に示すように、メッキ膜２７内に凹欠陥（凹型欠陥）２８やボイド２９が発生する。

【００１０】

また、図１２（ａ）に示すように、基板２１上に層間絶縁膜２２、ＴａＮバリア膜２３及びＣｕシード膜２４を堆積した時点においてＣｕシード膜２４上にパーティクル３０が付着している場合には次のような問題が生じる。すなわち、基板２１をメッキ液２６に接液した際に、このパーティクル３０が核となって気泡２５がＣｕシード膜２４の表面に吸着する結果、先に述べた場合と同様に、図１２（ｂ）に示すように、メッキ膜２７内に凹欠陥２８やボイド２９が発生する。

【００１１】

これらの欠陥、具体的には凹欠陥２８やボイド２９等が、例えば絶縁膜２２に埋め込まれたメッキ膜２７よりなる配線部分、又は下層配線に達するホールに埋め込まれたメッキ膜２７よりなるコンタクト部分等の内部で発生すると、エレクトロマイグレーション耐性の劣化等の信頼性の低下が起こる。

【００１２】

その他、従来の基板メッキ方法においては、図１３（ａ）～（ｃ）に示すような問題が生じる場合がある。

【００１３】

図１３（ａ）に示すように、基板５１上に第１の層間絶縁膜５２が形成されていると共に、第１の層間絶縁膜５２には、ＴａＮバリア膜５３及びＣｕメッキ膜５４からなる下層配線が埋め込まれている。ここで、Ｃｕメッキ膜５４中には、前述の凹欠陥等に起因する窪みが生じている。その結果、下層配線を含む第１の層間絶縁膜５２の上に、ＳｉＮ膜５５及び第２の層間絶縁膜５６を形成すると、前述の窪みに起因して第２の層間絶縁膜５６の表面にも窪み５７が生じてしまう場合がある。

【００１４】

このような窪み５７が、幅の広い配線（上層配線）の形成領域に生じた場合には、該窪み５７が生じた部分において深刻な不良は起こりにくい。しかし、第２の層間絶縁膜５６における上層配線形成領域以外の他の領域に窪み５７が転写された場合、該窪み５７の凹形状に起因して、上層配線溝を形成するためのリソグラフィ時にパターン不良が発生してしまう場合がある。或いは、図１３（ｂ）に示すように、第２の層間絶縁膜５６に、ＴａＮバリア膜５８ａ及びＣｕメッキ膜５８ｂからなる上層配線５８を埋め込む際には次のような問題が生じる。すなわち、配線材料の研磨時に、研磨残りであるＴａＮ膜５９ａ及びＣｕ膜５９ｂが窪み５７にも埋め込まれ、それにより、図１３（ｃ）に示すように、上

10

20

30

40

50

層配線 5 8 における配線間ショートの原因となる導電性部分 5 9 が形成されてしまう。尚、図 1 3 (c) は、図 1 3 (b) と対応する平面図である。言い換えると、図 1 3 (b) は、図 1 3 (c) の B B ' 線の断面図である。

【 0 0 1 5 】

前記に鑑み、本発明は、被メッキ面における気泡の吸着に起因してメッキ膜中に欠陥が生じることを防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

前記の目的を達成するために、本発明に係る第 1 の基板メッキ方法は、基板の被メッキ面を下向きにしてメッキ液に浸漬することにより基板に対してメッキ処理を行なうメッキ方法を前提とし、メッキ液中において基板を第 1 の回転速度で回転させることにより、基板に吸着している気泡を除去する工程と、気泡を除去する工程よりも後に、メッキ液中において基板を第 1 の回転速度よりも低速の第 2 の回転速度で回転させることにより、基板に対してメッキ処理を行なう工程とを備えている。

10

【 0 0 1 7 】

第 1 の基板メッキ方法によると、メッキ処理の開始前にメッキ液中において基板を高速で回転させるため、基板に吸着した気泡のほとんどを除去することができる。このため、気泡の吸着に起因してメッキ膜中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る第 2 の基板メッキ方法は、基板の被メッキ面を下向きにしてメッキ液に浸漬することにより基板に対してメッキ処理を行なうメッキ方法を前提とし、基板をメッキ液に浸漬する前に、被メッキ面の濡れ性を向上させる工程を備えている。

20

【 0 0 1 9 】

第 2 の基板メッキ方法によると、基板をメッキ液に浸漬する前に基板の被メッキ面の濡れ性を向上させるため、基板をメッキ液に浸漬した際に基板に吸着する気泡の数を大きく低減できる。このため、気泡の吸着に起因してメッキ膜中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によると、メッキ処理の開始前にメッキ液中において基板を高速で回転させるため、又は基板をメッキ液に浸漬する前に基板の被メッキ面の濡れ性を向上させるため、基板に気泡が吸着していない状態で、基板に対してメッキ処理を行なうことができる。従って、メッキ膜中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できるので、例えばメッキ膜が配線用導電膜である場合には、配線間ショートが発生しにくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明の各実施形態について、本発明の効果が最も現れる配線材料である Cu よりなる配線用メッキ膜を形成する場合を例として、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 2 】

40

尚、第 1 ~ 第 4 の実施形態に係る基板メッキ方法は、基板 1 0 1 をメッキ液 1 0 6 に接液した際に被メッキ面である Cu シード膜 1 0 4 の表面に生じる気泡 1 0 5 を除去する点に特徴がある (図 1 、 図 4 ~ 6 参照) 。ここで、各実施形態の方法においては、基板 1 0 1 の回転により被メッキ面に沿ってメッキ液 1 0 6 が流れることによって、被メッキ面から除去された気泡 1 0 5 が基板 1 0 1 の周縁部分へと押し流される。従って、各実施形態の方法に用いる基板メッキ装置においては、後に詳述するが、基板保持機構 2 1 0 のシール 2 1 0 b における基板 2 0 9 の被メッキ面に対する接触角を 9 0 ° を超える角度 (より好ましくは 1 2 0 ° 以上で且つ 1 5 0 ° 以下の角度) に設定する。このようにすると、シール 2 1 0 b における基板 2 0 9 と接触部分に気泡が滞留することを防止できる (図 8 参照) 。

50

【 0 0 2 3 】

(第 1 の実施形態)

以下、本発明の第 1 の実施形態に係る基板メッキ方法について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 (a) ~ (e) は、第 1 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。尚、図 1 (a) ~ (e) においては、配線等が形成される基板の主面をフェイスダウン状態で示している。

【 0 0 2 5 】

まず、図 1 (a) に示すように、基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、T a N バリア膜 1 0 3 及び C u シード膜 1 0 4 を順次堆積する。 10

【 0 0 2 6 】

続いて、図 1 (b) に示すように、この基板 1 0 1 を基板保持機構 (図示省略) に保持させると共に、該機構を用いて基板 1 0 1 をフェイスダウンでメッキ液 1 0 6 に接液する。このとき、被メッキ面である C u シード膜 1 0 4 の表面に気泡 1 0 5 が吸着する。ここで、気泡 1 0 5 は、C u シード膜 1 0 4 の表面における酸化若しくは有機汚染の影響、又は C u シード膜 1 0 4 自体に付着したパーティクル等に起因して生じた、数 μm ~ 1 0 μm 程度以下のサイズの微小な気泡である。すなわち、気泡 1 0 5 は、メッキ槽の攪拌等に起因して生じる、数十 μm 程度以上の大きさの気泡ではない。尚、図 1 (b) においては、説明をわかりやすくするために、気泡 1 0 5 を拡大して示している。 20

【 0 0 2 7 】

その後、図 1 (c) に示すように、C u シード膜 1 0 4 の表面をメッキ液 1 0 6 に浸漬したまま、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を高速で回転させ、それによって気泡 1 0 5 を C u シード膜 1 0 4 の表面から脱離させる。ここで、気泡 1 0 5 の除去を行わない場合、つまり基板 1 0 1 に気泡 1 0 5 が吸着したままメッキ成長を続行した場合、C u シード膜 1 0 4 における気泡 1 0 5 の付着部分ではメッキ成長が起こらないので、凹型欠陥やボイド等が発生してしまう (図 1 1 (a)、(b) 又は図 1 2 (a)、(b) 参照)。

【 0 0 2 8 】

具体的には、本実施形態においては、これらの欠陥の発生を防止する為に、例えば 1 0 0 r p m 以上で且つ 5 0 0 r p m 以下 (より好ましくは 1 0 0 r p m 以上で且つ 2 0 0 r p m 以下) の回転数 (回転速度) で基板 1 0 1 を例えば 1 ~ 2 0 秒程度回転させる。尚、後のメッキ成長工程における通常の基板回転数が 1 0 ~ 1 0 0 r p m (より好ましくは 1 0 r p m 以上で且つ 6 0 r p m 以下) であるので、図 1 (c) に示す工程 (ウェハ高速回転気泡抜きステップ) における基板回転数は、通常の基板回転数と比べてかなり高速である。本実施形態においては、このウェハ高速回転気泡抜きステップにより、基板 1 0 1 から気泡 1 0 5 を確実に除去することができる。 30

【 0 0 2 9 】

続いて、図 1 (d) に示すように、C u シード膜 1 0 4 の表面をメッキ液 1 0 6 に浸漬したまま、基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 の回転数を例えば 1 0 ~ 6 0 r p m 程度に小さくする。このとき、C u シード膜 1 0 4 の表面には気泡 1 0 5 が存在しないので、凹欠陥等が発生させることなく、基板 1 0 1 に対するメッキ処理を行なうことができる。すなわち、C u シード膜 1 0 4 の上に、高信頼性を持つ C u メッキ膜 1 0 7 を徐々に成長させることができる。図 1 (e) は、C u メッキ膜 1 0 7 のメッキ成長が完全に行なわれた状態を示している。 40

【 0 0 3 0 】

以上に説明したように、第 1 の実施形態によると、メッキ処理の開始前にメッキ液 1 0 6 中において基板 1 0 1 を高速で回転させるため、基板 1 0 1 に吸着した気泡 1 0 5 のほとんどを除去することができる。このため、気泡 1 0 5 の吸着に起因して C u メッキ膜 1 0 7 中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できるので、配線間ショートが発生し 50

にくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

【0031】

ここで、本実施形態の方法による、デュアルダマシン構造を持つCu配線の形成方法について図2(a)~(c)を参照しながら説明する。尚、図2(a)~(c)においては、配線等が形成される基板の主面をフェイスダウン状態で示している。

【0032】

まず、図2(a)に示すように、基板151上に第1の層間絶縁膜152を形成すると共に、第1の層間絶縁膜152に、TaNバリア膜153a及びCu膜153bからなる下層配線153を埋め込む。続いて、下層配線153及び第1の層間絶縁膜152のそれぞれの上に第2の層間絶縁膜154を形成した後、第2の層間絶縁膜154に、下層配線153に達するホールと上層配線用溝とからなる凹部を形成する。その後、該凹部を含む第2の層間絶縁膜154の上に該凹部が途中まで埋まるように、TaNバリア膜155及びCuシード膜156を順次堆積する。 10

【0033】

次に、図2(b)に示すように、基板151をフェイスダウンでメッキ液(図示省略)に浸漬した後、基板151に対して本実施形態のウェハ高速回転気泡抜きステップを行ない、その後、基板151の回転数を小さくして基板151に対してメッキ処理を行なう。これにより、Cuシード膜156の上に前記の凹部が完全に埋まるように、高信頼性を持つCuメッキ膜157を形成することができる。 20

【0034】

次に、図2(c)に示すように、例えばCMP法により、前記の凹部の外側のCuメッキ膜157、Cuシード膜156及びTaNバリア膜155を除去し、それによって下層配線153と電氣的に接続された上層配線を形成する。

【0035】

ここで、図2(b)に示す工程で本実施形態のウェハ高速回転気泡抜きステップを行なわなかった場合の様子を比較例として図3に示す。

【0036】

図3に示すように、ウェハ高速回転気泡抜きステップを行なわなかった場合、基板151をフェイスダウンでメッキ液に浸漬した際に、Cuシード膜156の表面に気泡158が吸着し、その状態のままCuメッキ膜157のメッキ成長が行なわれる。その結果、例えば前記の凹部が気泡158に覆われた状態のままCuメッキ膜157のメッキ成長が完了してしまうので、デュアルダマシン構造に重大な不具合が生じてしまう。 30

【0037】

尚、第1の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液した後、気泡105を除去するために基板101を回転させた。しかし、これに代えて、図1(d)に示すメッキ処理工程における回転数よりも高速で、例えば気泡除去工程(ウェハ高速回転気泡抜きステップ)と同程度の回転数で基板101を回転させながら、基板101をメッキ液106に接液してもよい。

【0038】

また、第1の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106を対流(循環)させることが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡105をより確実に押し流すことができる。 40

【0039】

また、第1の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106に超音波振動を印加することが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡105をより確実に押し流すことができる。

【0040】

また、第1の実施形態において、気泡除去工程ではCuシード膜104に電圧(メッキ電流)を印加しなくてもよいが、気泡除去工程中に薄いCuシード膜104(特に凹部に形成されている部分)がメッキ液106に溶解することを防ぐ為に、基板101に弱い電 50

圧を印加しながら気泡除去工程を行なってもよい。また、このとき、基板 101 に印加する電圧の大きさは、基板 101 におけるメッキ電流密度が $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲になるような大きさであることが望ましい。尚、メッキ処理中の基板における通常のメッキ電流密度は 10 mA/cm^2 程度以上である。

【0041】

また、第 1 の実施形態において、基板 101 をメッキ液 106 に接液し、引き続いて、高速基板回転による気泡除去工程を実施した。しかし、高速基板回転が微細開口部（例えば被メッキ面に存在する凹部のうち少なくとも最小径の凹部）へのメッキ膜の埋め込みに不具合をもたらす場合は、基板 101 をメッキ液 106 に接液した後、微細開口部へのメッキ膜の埋め込みを行ない、その後、気泡除去工程を実施してもよい。このようにすると、微小ホール等の微細開口部へのメッキ膜の埋め込みと、気泡除去とを両立させることができる。このとき、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、例えば微細開口部の開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であるとする、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。また、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、メッキ成長が完了した時点におけるメッキ膜の最終的な厚さ（狙い厚さ）の 20% 以下であることが好ましい。また、微細開口部の埋め込み時における基板回転数は、気泡除去工程（ウェハ高速回転気泡抜きステップ）における基板回転数よりも低速の回転数、例えば図 1 (d) に示すメッキ処理工程における基板回転数と同程度の基板回転数であることが好ましい。

10

【0042】

また、第 1 の実施形態において、Cu よりなる配線用メッキ膜を形成する場合を対象とした。しかし、他の材料からなるメッキ膜を他の用途のために形成する場合にも本実施形態を適用できることは言うまでもない。

20

【0043】

（第 2 の実施形態）

以下、本発明の第 2 の実施形態に係る基板メッキ方法について図面を参照しながら説明する。

【0044】

図 4 (a) ~ (e) は、第 2 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。尚、図 4 (a) ~ (e) においては、配線等が形成される基板の主面をフェイスダウン状態で示している。

30

【0045】

まず、図 4 (a) に示すように、基板 101 上に層間絶縁膜 102、TaN バリア膜 103 及び Cu シード膜 104 を順次堆積する。

【0046】

その後、本実施形態では、基板 101 をフェイスダウン状態で基板保持機構（図示省略）に保持しながら、被メッキ面である Cu シード膜 104 の表面に対して、純水噴射ノズル 111 から純水シャワー 112 を噴射する。

【0047】

ところで、通常のメッキ処理のように Cu シード膜 104 の堆積後に特に処理を行わなければ、Cu シード膜 104 の表面は酸化されたり、又は基板カセット若しくは周囲の雰囲気からの有機汚染の影響を受けたりする結果、Cu シード膜 104 の表面におけるメッキ液 106（図 4 (c) 参照）に対する濡れ性が劣化する。それに対して、本実施形態では、基板 101 をメッキ液 106 に浸漬する前に、予め Cu シード層 104 の表面を純水 113（図 4 (b) 参照）によって濡らしておくので、Cu シード膜 104 の表面の濡れ性を改善することができる。

40

【0048】

具体的には、図 4 (b) に示すように、Cu シード膜 104 の表面に純水 113 を吹き付けることによって Cu シード膜 104 の表面は濡れた状態となり、その結果、基板 101 をメッキ液 106 に浸漬する際に Cu シード膜 104 の表面に吸着する気泡 105（図 4 (c) 参照）の数が減少する。

50

【 0 0 4 9 】

しかし、Cuシード膜104の表面に純水113を吹き付けた場合、Cuシード膜104の表面に付着した純水113中に比較的大きな気泡114が発生してしまう。すなわち、本実施形態では、基板101をメッキ液106に浸漬した時点でCuシード膜104の表面に吸着している気泡全体の数は減少するものの、該時点において数 μ m程度を越えるサイズの気泡114がCuシード膜104の表面に残っている場合がある。

【 0 0 5 0 】

そこで、次に、図4(c)に示すように、前記の基板保持機構を用いて基板101をフェイスダウンでメッキ液106に接液した後、図4(d)に示すように、該機構によって保持されている基板101を高速で回転させる。その結果、基板101の回転により生じる遠心力によって、基板101をメッキ液106に接液した際に発生した微小な気泡105をCuシード膜104の表面から脱離させることができると共に、Cuシード膜104の表面に純水113を吹き付けた際に発生した大きな気泡114も除去することができる。尚、図4(b)及び(c)においては、説明をわかりやすくするために、気泡105及び114を拡大して示している。

10

【 0 0 5 1 】

ここで、図4(d)に示す工程(ウェハ高速回転気泡抜きステップ)では、例えば100rpm以上で且つ500rpm以下(より好ましくは100rpm以上で且つ200rpm以下)の回転数(回転速度)で基板101を例えば1~20秒程度回転させる。尚、後のメッキ成長工程における通常の基板回転数が10~100rpm(より好ましくは10rpm以上で且つ60rpm以下)であるので、ウェハ高速回転気泡抜きステップにおける基板回転数は、通常の基板回転数と比べてかなり高速である。

20

【 0 0 5 2 】

続いて、Cuシード膜104の表面をメッキ液106に浸漬したまま、基板保持機構によって保持されている基板101の回転数を例えば10~60rpm程度に小さくし、それによってメッキ成長(メッキ処理)工程を実施する。このとき、前記のウェハ高速回転気泡抜きステップによって、Cuシード膜104の表面から気泡105及び気泡114を脱離させているので、凹欠陥等を発生させることなく、基板101に対するメッキ処理を行なうことができる。すなわち、Cuシード膜104の上に、高信頼性を持つCuメッキ膜107を徐々に成長させることができる。図4(e)は、Cuメッキ膜107のメッキ成長が完全に行なわれた状態を示している。

30

【 0 0 5 3 】

以上に説明したように、第2の実施形態によると、基板101をメッキ液106に浸漬する前に、基板101の被メッキ面であるCuシード膜104の表面の濡れ性を向上させるため、基板101をメッキ液106に浸漬した際に基板101に吸着する気泡105の数を大きく低減できる。また、メッキ処理の開始前にメッキ液106中において基板101を高速で回転させるため、基板101に吸着した気泡105及び114のほとんどを除去することができる。このため、気泡105及び114の吸着に起因してCuメッキ膜107中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できるので、配線間ショートが発生しにくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

40

【 0 0 5 4 】

尚、第2の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液した後、気泡105及び114を除去するために基板101を回転させた。しかし、これに代えて、メッキ処理工程における回転数よりも高速で、例えば気泡除去工程(ウェハ高速回転気泡抜きステップ)と同程度の回転数で基板101を回転させながら、基板101をメッキ液106に接液してもよい。

【 0 0 5 5 】

また、第2の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106を対流(循環)させることが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡105及び114をより確実に押し流すことができる。

50

【0056】

また、第2の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106に超音波振動を印加することが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡105及び114をより確実に押し流すことができる。

【0057】

また、第2の実施形態において、気泡除去工程ではCuシード膜104に電圧（メッキ電流）を印加しなくてもよいが、気泡除去工程中に薄いCuシード膜104（特に凹部に形成されている部分）がメッキ液106に溶解することを防ぐ為に、基板101に弱い電圧を印加しながら気泡除去工程を行なってもよい。また、このとき、基板101に印加する電圧の大きさは、基板101におけるメッキ電流密度が $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲になるような大きさであることが望ましい。尚、メッキ処理中の基板における通常のメッキ電流密度は 10 mA/cm^2 程度以上である。

10

【0058】

また、第2の実施形態において、基板101をメッキ液106に浸漬する前に、基板101の被メッキ面（Cuシード膜104の表面）の濡れ性を向上させるために、純水噴射ノズル111を用いて該被メッキ面に純水113を供給した。しかし、これに代えて、他の供給機構を用いて他の液体を該被メッキ面に供給してもよい。

【0059】

また、第2の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液し、引き続いて、高速基板回転による気泡除去工程を実施した。しかし、高速基板回転が微細開口部（例えば被メッキ面に存在する凹部のうち少なくとも最小径の凹部）へのメッキ膜の埋め込みに不具合をもたらす場合は、基板101をメッキ液106に接液した後、微細開口部へのメッキ膜の埋め込みを行ない、その後、気泡除去工程を実施してもよい。このようにすると、微小ホール等の微細開口部へのメッキ膜の埋め込みと、気泡除去とを両立させることができる。このとき、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、例えば微細開口部の開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であるとする、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。また、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、メッキ成長が完了した時点におけるメッキ膜の最終的な厚さ（狙い厚さ）の20%以下であることが好ましい。また、微細開口部の埋め込み時における基板回転数は、気泡除去工程（ウェハ高速回転気泡抜きステップ）における基板回転数よりも低速の回転数、例えばメッキ処理工程における基板回転数と同程度の基板回転数であることが好ましい。

20

30

【0060】

また、第2の実施形態において、図4（d）に示す気泡除去工程を省略してもよい。

【0061】

また、第2の実施形態において、Cuよりなる配線用メッキ膜を形成する場合を対象とした。しかし、他の材料からなるメッキ膜を他の用途のために形成する場合にも本実施形態を適用できることは言うまでもない。

【0062】

（第3の実施形態）

以下、本発明の第3の実施形態に係る基板メッキ方法について図面を参照しながら説明する。

40

【0063】

図5（a）～（e）は、第3の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。尚、図5（a）～（e）においては、配線等が形成される基板の主面をフェイスダウン状態で示している。

【0064】

まず、図5（a）に示すように、基板101上に層間絶縁膜102、Ta₂N₂O₅バリア膜103及びCuシード膜104を順次堆積する。このとき、Cuシード膜104の表面には、Cuシード膜104の堆積時に生じた、Cu等のパーティクル115が付着している。このパーティクル115がCuシード膜104の表面に存在している状態で基板101を

50

メッキ液に浸漬すると、パーティクル 115 が核となって気泡が発生し、それによってメッキ膜中に欠陥が生じてしまう。

【0065】

そこで、本実施形態の特徴として、Cuシード膜 104 の堆積後に、基板 101 をフェイスダウン状態で基板保持機構（図示省略）に保持しながら、被メッキ面である Cuシード膜 104 の表面に対して、超音波振動印加純水噴射ノズル 116 から超音波振動印加純水シャワー 117 を噴射する。この超音波振動印加純水シャワー 117 は、基板 101 の全面に亘って噴射される。これにより、図 5（b）に示すように、Cuシード膜 104 の表面に付着したパーティクル 115 を除去することができる。よって、基板 101 をメッキ液に浸漬した際にパーティクル 115 を核として気泡が発生することを抑制できるので、メッキ膜中に凹欠陥やボイド等が形成されてしまう事態を回避できる。

10

【0066】

また、図 5（a）に示す工程では、被メッキ面である Cuシード膜 104 の表面に超音波振動を印加してパーティクル 115 を除去すると同時に、Cuシード膜 104 の表面に純水を吹き付けることによって該表面のメッキ液に対する濡れ性も向上する。その結果、基板 101 をメッキ液に浸漬する際に Cuシード膜 104 の表面に吸着する微小な気泡の数がより一層減少する。但し、前記の超音波振動が印加された純水によって Cuシード膜 104 の表面を洗浄する際に、該表面に比較的大きな気泡が付着してしまう場合がある。

【0067】

そこで、次に、図 5（c）に示すように、前記の基板保持機構にフェイスダウン状態で保持された基板 101 における Cuシード膜 104 の表面をメッキ液 106 に接液した後、図 5（d）に示すように、該機構によって保持されている基板 101 を高速で回転させる。その結果、基板 101 の回転により生じる遠心力によって、基板 101 をメッキ液 106 に接液した際に発生した微小な気泡 105 を Cuシード膜 104 の表面から脱離させることができると共に、超音波振動が印加された純水を Cuシード膜 104 の表面に吹き付けた際に発生した大きな気泡も除去できる。尚、図 5（c）においては、説明をわかりやすくするために、気泡 105 を拡大して示している。

20

【0068】

ここで、図 5（d）に示す工程（ウェハ高速回転気泡抜きステップ）では、例えば 100 rpm 以上で且つ 500 rpm 以下（より好ましくは 100 rpm 以上で且つ 200 rpm 以下）の回転数（回転速度）で基板 101 を例えば 1～20 秒程度回転させる。尚、後のメッキ成長工程における通常の基板回転数が 10～100 rpm（より好ましくは 10 rpm 以上で且つ 60 rpm 以下）であるので、ウェハ高速回転気泡抜きステップにおける基板回転数は、通常の基板回転数と比べてかなり高速である。

30

【0069】

続いて、Cuシード膜 104 の表面をメッキ液 106 に浸漬したまま、基板保持機構によって保持されている基板 101 の回転数を例えば 10～60 rpm 程度に小さくした後、メッキ液 106 に電界を印加する通常のメッキ法に従ってメッキ成長（メッキ処理）工程を実施する。このとき、前記のウェハ高速回転気泡抜きステップによって、Cuシード膜 104 の表面から気泡 105 等を脱離させているので、凹欠陥やボイドを発生させることなく、基板 101 に対するメッキ処理を行なうことができる。すなわち、Cuシード膜 104 の上に、高信頼性を持つ Cuメッキ膜 107 を徐々に成長させることができる。図 5（e）は、Cuメッキ膜 107 のメッキ成長が完全に行なわれた状態を示している。

40

【0070】

以上に説明したように、第 3 の実施形態によると、基板 101 をメッキ液 106 に浸漬する前に、基板 101 の被メッキ面である Cuシード膜 104 の表面に付着しているパーティクル 115 を除去すると共に該表面の濡れ性を向上させるため、基板 101 をメッキ液 106 に浸漬した際に基板 101 に吸着する気泡の数を大きく低減できる。また、メッキ処理の開始前にメッキ液 106 中において基板 101 を高速で回転させるため、基板 101 に吸着した気泡のほとんどを除去することができる。このため、気泡の吸着に起因し

50

てCuメッキ膜107中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できるので、配線間ショートが発生しにくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

【0071】

尚、第3の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液した後、気泡を除去するために基板101を回転させた。しかし、これに代えて、メッキ処理工程における回転数よりも高速で、例えば気泡除去工程（ウェハ高速回転気泡抜きステップ）と同程度の回転数で基板101を回転させながら、基板101をメッキ液106に接液してもよい。

【0072】

また、第3の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106を対流（循環）させることが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡をより確実に押し流すことができる。

【0073】

また、第3の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液106に超音波振動を印加することが好ましい。このようにすると、基板101の表面から気泡をより確実に押し流すことができる。

【0074】

また、第3の実施形態において、気泡除去工程ではCuシード膜104に電圧（メッキ電流）を印加しなくてもよいが、気泡除去工程中に薄いCuシード膜104（特に凹部に形成されている部分）がメッキ液106に溶解することを防ぐ為に、基板101に弱い電圧を印加しながら気泡除去工程を行なってもよい。また、このとき、基板101に印加する電圧の大きさは、基板101におけるメッキ電流密度が $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲になるような大きさであることが望ましい。尚、メッキ処理中の基板における通常のメッキ電流密度は 10 mA/cm^2 程度以上である。

【0075】

また、第3の実施形態において、基板101をメッキ液106に浸漬する前に、被メッキ面であるCuシード膜104の表面に付着しているパーティクル115を除去するために、該被メッキ面に超音波振動を印加した。しかし、本実施形態において、パーティクル115の除去方法は特に限定されるものではない。また、該被メッキ面の濡れ性を向上させるために、該被メッキ面に純水を供給したが、これに代えて、他の液体を該被メッキ面に供給してもよい。このとき、該他の液体に超音波振動を印加してもよい。

【0076】

また、第3の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液し、引き続いて、高速基板回転による気泡除去工程を実施した。しかし、高速基板回転が微細開口部（例えば被メッキ面に存在する凹部のうち少なくとも最小径の凹部）へのメッキ膜の埋め込みに不具合をもたらす場合は、基板101をメッキ液106に接液した後、微細開口部へのメッキ膜の埋め込みを行ない、その後、気泡除去工程を実施してもよい。このようにすると、微小ホール等の微細開口部へのメッキ膜の埋め込みと、気泡除去とを両立させることができる。このとき、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、例えば微細開口部の開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であるとすると、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。また、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、メッキ成長が完了した時点におけるメッキ膜の最終的な厚さ（狙い厚さ）の20%以下であることが好ましい。また、微細開口部の埋め込み時における基板回転数は、気泡除去工程（ウェハ高速回転気泡抜きステップ）における基板回転数よりも低速の回転数、例えばメッキ処理工程における基板回転数と同程度の基板回転数であることが好ましい。

【0077】

また、第3の実施形態において、図5（d）に示す気泡除去工程を省略してもよい。

【0078】

また、第3の実施形態において、Cuよりなる配線用メッキ膜を形成する場合を対象とした。しかし、他の材料からなるメッキ膜を他の用途のために形成する場合にも本実施形態を適用できることは言うまでもない。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

(第 4 の実施形態)

以下、本発明の第 4 の実施形態に係る基板メッキ方法について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 8 0 】

図 6 (a) ~ (e) は、第 4 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。尚、図 6 (a) ~ (e) においては、配線等が形成される基板の主面をフェイスダウン状態で示している。

【 0 0 8 1 】

まず、図 6 (a) に示すように、基板 1 0 1 上に層間絶縁膜 1 0 2、T a N バリア膜 1 0 3 及び C u シード膜 1 0 4 を順次堆積する。 10

【 0 0 8 2 】

続いて、図 6 (b) に示すように、この基板 1 0 1 を基板保持機構 (図示省略) に保持させると共に、該機構を用いて基板 1 0 1 をフェイスダウンでメッキ液 1 0 6 に接液する。このとき、被メッキ面である C u シード膜 1 0 4 の表面に気泡 1 0 5 が吸着する。尚、メッキ液 1 0 6 は、超音波振動発生器 1 1 8 が取り付けられたメッキ浴 (図示省略) に貯留されている。

【 0 0 8 3 】

その後、図 6 (c) に示すように、C u シード膜 1 0 4 の表面をメッキ液 1 0 6 に浸漬したまま、超音波振動発生器 1 1 8 によってメッキ液 1 0 6 に超音波振動を印加する。この図 6 (c) に示す工程 (気泡除去工程) が本実施形態の特徴であって、これによって、C u シード膜 1 0 4 の表面に吸着していた気泡 1 0 5 を除去することが出来る。このとき、第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様のウェハ高速回転気泡抜きステップを実施することにより、つまり基板保持機構によって保持されている基板 1 0 1 を高速で回転させることにより、気泡 1 0 5 を除去する効果をさらに向上させることができる。尚、図 6 (b) 及び (c) においては、説明をわかりやすくするために、気泡 1 0 5 を拡大して示している。 20

【 0 0 8 4 】

続いて、図 6 (d) に示すように、基板 1 0 1 に対して通常のメッキ処理を行なうことにより、C u シード膜 1 0 4 の上に C u メッキ膜 1 0 7 を徐々に成長させる。図 6 (e) は、C u メッキ膜 1 0 7 のメッキ成長が完全に行なわれた状態を示している。 30

【 0 0 8 5 】

以上に説明したように、第 4 の実施形態によると、メッキ処理の開始前に、基板 1 0 1 が浸漬されたメッキ液 1 0 6 に超音波振動を印加するため、基板 1 0 1 に付着した小さな気泡 1 0 5 を除去することができる。このため、気泡 1 0 5 の吸着に起因して C u メッキ膜 1 0 7 中に凹型欠陥やポイドが形成されることを回避できるので、配線間ショートが発生しにくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

【 0 0 8 6 】

尚、第 4 の実施形態において、気泡除去工程を実施する際には、メッキ液 1 0 6 を対流 (循環) させることが好ましい。このようにすると、基板 1 0 1 の表面から気泡をより確実に押し流すことができる。 40

【 0 0 8 7 】

また、第 4 の実施形態において、メッキ液 1 0 6 が貯留されたメッキ浴に取り付けられたアノード電極として、C u を主成分とする電極を用いた場合、メッキ液 1 0 6 への超音波振動の印加によって、アノード電極からパーティクルが発生する可能性がある。これを防ぐためには、アノード電極の材料として、メッキ液 1 0 6 に実質的に溶解しない材料、例えば白金等を用いることが好ましい。但し、この場合、C u メッキ処理によるメッキ液 1 0 6 中の C u 濃度の低下を補償するために、メッキ液 1 0 6 に対して C u 成分の補給を別途行なう必要がある。

【 0 0 8 8 】

また、第 4 の実施形態において、基板 1 0 1 をメッキ液 1 0 6 に接液する前に、第 2 の 50

実施形態と同様に、被メッキ面であるCuシード膜104の表面に例えば純水を供給し、それによって該被メッキ面の濡れ性を向上させることが好ましい。このとき、第3の実施形態と同様に、例えば純水に超音波振動を供給することによって、該被メッキ面に付着しているパーティクルを除去することがさらに好ましい。尚、Cuシード膜104の表面に純水を吹き付けた際に生じる大きな気泡についても、本実施形態の超音波振動発生器118を用いることにより、Cuシード膜104の表面に付着している小さな気泡105と共に除去することができる。

【0089】

また、第4の実施形態において、超音波印加による気泡除去工程では各電極に対して電圧を印加しなくてもよい。言い換えると、Cuシード膜104に電圧（メッキ電流）を印加しなくてもよい。しかし、気泡除去工程中に薄いCuシード膜104がメッキ液106に溶解することを防ぐ為に、基板101に弱い電圧を印加しながら気泡除去工程を行なってもよい。また、このとき、基板101に印加する電圧の大きさは、基板101におけるメッキ電流密度が $0.1 \sim 5.0 \text{ mA/cm}^2$ の範囲になるような大きさであることが望ましい。尚、メッキ処理中の基板における通常のメッキ電流密度は 10 mA/cm^2 程度以上である。

【0090】

また、第4の実施形態において、基板101をメッキ液106に接液し、引き続いて、超音波印加による気泡除去工程を実施した。しかし、超音波振動が微細開口部（例えば被メッキ面に存在する凹部のうち少なくとも最小径の凹部）へのメッキ膜の埋め込みに不具合をもたらす場合は、基板101をメッキ液106に接液した後、微細開口部へのメッキ膜の埋め込みを行ない、その後、気泡除去工程を実施してもよい。このようにすると、微小ホール等の微細開口部へのメッキ膜の埋め込みと、気泡除去とを両立させることができる。このとき、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、例えば微細開口部の開口径が $0.16 \mu\text{m}$ であるとする、 $0.08 \mu\text{m}$ 以下である。また、微細開口部の埋め込みに必要なメッキ膜の厚さは、メッキ成長が完了した時点におけるメッキ膜の最終的な厚さ（狙い厚さ）の20%以下であることが好ましい。

【0091】

また、第4の実施形態において、Cuよりなる配線用メッキ膜を形成する場合を対象とした。しかし、他の材料からなるメッキ膜を他の用途のために形成する場合にも本実施形態を適用できることは言うまでもない。

【0092】

（第5の実施形態）

以下、本発明の第5の実施形態に係る基板メッキ装置について図面を参照しながら説明する。

【0093】

図7(a)及び(b)は第5の実施形態に係る基板メッキ装置の構成を示す模式図であり、(a)は基板をメッキ液に浸漬する前の状態を示しており、(b)は基板をメッキ液に浸漬した後の状態を示している。

【0094】

本実施形態のメッキ装置は、図7(a)及び(b)に示すように、メッキ液200を貯め置くメッキ液タンク201を有している。メッキ液200はメッキ液タンク201からポンプ202及びフィルター203を経てメッキ浴204に送られる。

【0095】

メッキ浴204中には、アノード電極205及び整流板206が設置されている。本実施形態の特徴の1つとして、メッキ浴204中には、メッキ液200に超音波振動を印加する超音波振動発生器207が設置されている。また、メッキ浴204の外側にはメッキ液回収槽208が設けられており、これによってメッキ浴204からオーバーフローしたメッキ液200をメッキ液タンク201に戻して繰り返し使用することができる。すなわち、本実施形態のメッキ装置は、メッキ液タンク201とメッキ浴204との間でメッキ

液 200 を循環させるメッキ液循環機構を有している。

【0096】

メッキ浴 204 の上側には、基板 209 を保持すると共にメッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に基板 209 をその被メッキ面が下向きになるように浸す基板保持機構 210 が設けられている。基板保持機構 210 は、基板 209 を保持した状態で回転させることができる。

【0097】

図 8 は、基板保持機構 210 における基板 209 を支持する部分の拡大図である。図 8 に示すように、基板保持機構 210 には、基板 209 の被メッキ面と接するカソード電極 210a と、カソード電極 210a をメッキ液 200 から保護するように基板 209 の被メッキ面と接するシール 210b が設けられている。すなわち、図 7 (b) に示すように、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に基板 209 を浸漬した状態で、アノード電極 205 とカソード電極 210a との間に、つまりアノード電極 205 と基板 209 の被メッキ面 (例えば Cu シード層表面) との間に電圧を印加することにより、メッキ成長を行なうことができる。尚、本実施形態の特徴の 1 つとして、シール 210b における基板 209 を支持する部分は、基板 209 の被メッキ面に対して垂直な位置関係ではなく、傾斜した位置関係にある。言い換えると、基板 209 の被メッキ面に対するシール 210b の接触角は、基板 209 の中央側から見て 90° よりも大きく、好ましくは、120° 以上で且つ 150° 以下の範囲にある。

【0098】

また、本実施形態のメッキ装置は、その特徴として、図 7 (a) に示すように、メッキ浴 204 の外側において基板 209 の被メッキ面に対して、超音波振動を印加した純水等の洗浄液を供給できる超音波振動印加洗浄液ノズル 211A を備えている。ここで、超音波振動を印加できるノズル 211A に代えて、洗浄液を通常の状態でも供給できる洗浄液ノズル 211B を設けてもよい。また、メッキ浴 204 の外側 (正確にはメッキ液回収槽 208 の外側) には、使用済みの洗浄液を回収するための洗浄廃液回収槽 212 が設けられている。尚、基板 209 をメッキ液 200 に浸漬した後の状態を示す図 7 (b) においては、ノズル 211A 又は 211B 及び洗浄廃液回収槽 212 を省略している。

【0099】

以下、本実施形態の各特徴によって生じる効果について説明する。

【0100】

本実施形態においては、メッキ浴 204 中に、メッキ液 200 に超音波振動を印加する超音波振動発生器 207 が設置されている。これにより、基板保持機構 210 に保持された基板 209 を、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に浸漬した際に基板 209 に吸着する数 μm 以下の大きさの微小な気泡を容易に除去することができる。

【0101】

また、本実施形態においては、図 8 に示すように、基板 209 の被メッキ面に対するシール 210b の接触角は 90° よりも大きい。ところで、図 9 に示す従来構造のように、基板 209 の被メッキ面に対するシール 210b の接触角が 90° であると、言い換えると、シール 210b における基板 209 を支持する部分が基板 209 の被メッキ面に垂直に接していると、次のような問題が生じる。すなわち、基板 209 の表面に付着した気泡を除去する際に、例えばメッキ液 200 に押し流された気泡の一部分が、シール 210b と基板 209 との接触によって構成される角部に溜まってしまう。その結果、基板 209 の被メッキ面から気泡を十分に除去することができない。それに対して、本実施形態においては、図 8 に示すように、基板 209 の被メッキ面に対するシール 210b の接触角は 90° よりも大きく、シール 210b と基板 209 との接触部分が、なだらかに裾が広がったような形状を有している。従って、第 1 ~ 第 3 の実施形態で説明した基板保持機構 210 の回転若しくはメッキ浴 204 中におけるメッキ液 200 の対流又は第 4 の実施形態で説明したメッキ液 200 への超音波振動印加によって、基板 209 の被メッキ面の外側に押し流された気泡が、従来のようにシール 210b と基板 209 との接触部分 (角部)

に溜まることがない。その結果、基板 209 の被メッキ面から気泡を容易に除去することができる。

【0102】

また、本実施形態においては、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に基板 209 を浸漬する前に、基板 209 の被メッキ面に対して、例えば純水（又は超音波振動が印加された純水）を供給するノズル 211 A 又は 211 B が設けられている。このため、基板 209 の被メッキ面の濡れ性を向上させたり、又は該被メッキ面に付着しているパーティクルを除去したりできるので、基板 209 をメッキ液 200 に浸漬した際に基板 209 に吸着する気泡の数を大きく低減できる。

【0103】

以下、第 1 ～ 第 4 の実施形態に係るメッキ方法を行なう場合における本実施形態のメッキ装置の操作について図 7 (a) 及び (b) を参照しながら説明する。

【0104】

まず、基板 209 を基板保持機構 210 に装着する。その後、第 1 又は第 4 の実施形態の場合には基板保持機構 210 を用いて基板 209 をそのまま、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に接液し、第 2 又は第 3 の実施形態の場合には、基板 209 に対して後述する前処理を行なった後、第 1 又は第 4 の実施形態と同様に基板 209 をメッキ液 200 に接液する。この前処理には、基板 209 に対して液体を吹き付けることができる機構（例えば洗浄液ノズル等）が備わった装置を用いる。その後、基板保持機構 210 を用いて基板 209 を回転させると共に基板 209 に電圧を印加し、それによってメッキ膜の形成を行なう。尚、第 1 の実施形態の場合、メッキ処理のための電圧を印加する前に、メッキ液 200 中において、基板保持機構 210 を用いて基板 209 を、メッキ処理中の回転数よりも高い回転数で回転させる。また、第 4 の実施形態の場合、メッキ処理のための電圧を印加する前に、メッキ液 200 中において基板保持機構 210 を用いて基板 209 を回転させながら、超音波振動発生器 207 を用いて、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 に超音波振動を印加する。

【0105】

ここで、第 2 又は第 3 の実施形態における前処理について説明する。

【0106】

第 2 の実施形態では、基板 209 をメッキ液 200 に接液する前に、洗浄液ノズル 211 B を用いて例えば純水等を基板 209 に対して噴射する。また、第 3 の実施形態では、超音波振動印加洗浄液ノズル 211 A を用いて、例えば超音波振動を印加した純水等を基板 209 に対して噴射する。これにより、各実施形態においては、基板 209 の被メッキ面の濡れ性を向上させることができるという効果が得られると共に、第 3 の実施形態においては更に、基板 209 をメッキ液 200 に接液した際における気泡発生の核となる、基板 209 の表面に付着したパーティクルを除去することができる。尚、第 2 又は第 3 の実施形態において、ノズル 211 A 又は 211 B を用いた洗浄の際に、基板保持機構 210 を用いて基板 209 を回転させたり又は上下させたりすると、洗浄効果をより一層向上させることができる。また、純水等の洗浄液の噴射に起因して基板 209 の表面に気泡が付着した場合には、メッキ処理の開始前に、メッキ浴 204 に貯留されたメッキ液 200 中において基板 209 を高速で回転させることにより、気泡を除去することができる。

【0107】

以上に説明したように、本実施形態のメッキ装置によると、基板 209 の表面に吸着した気泡を除去した後に、又は基板 209 の表面に気泡が付着していない状態で、基板 209 に対してメッキ処理を行なうことができる。このため、気泡の吸着に起因してメッキ膜中に凹型欠陥やボイドが形成されることを防止できるので、均一なメッキ膜を得ることができる。従って、例えばメッキ膜が配線用導電膜である場合には、配線間ショートが発生しにくく且つ高信頼性を持つ電子デバイスを製造できる。

【0108】

尚、本実施形態においても、第 4 の実施形態と同様に、メッキ液 200 が貯留されたメ

10

20

30

40

50

ッキ浴 204 に取り付けられたアノード電極 205 として、Cu を主成分とする電極を用いた場合、メッキ液 200 への超音波振動の印加によって、アノード電極 205 からパーティクルが発生する可能性がある。これを防ぐためには、アノード電極 205 の材料として、メッキ液 200 に実質的に溶解しない材料、例えば白金等を用いることが好ましい。但し、この場合、Cu メッキ処理によるメッキ液 200 中の Cu 濃度の低下を補償するために、メッキ液 200 に対して Cu 成分の補給を別途行なう必要がある。

【0109】

また、本実施形態において、基板 209 の被メッキ面に純水等の液体を供給するために、ノズル 211A 又は 211B を用いたが、このような液体供給機構は特に限定されるものではない。

10

【0110】

また、本実施形態において、Cu よりなる配線用メッキ膜を形成する場合を対象とした。しかし、他の材料からなるメッキ膜を他の用途のために形成する場合にも本実施形態を適用できることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0111】

以上に説明したように、本発明に係るメッキ方法及びメッキ装置は、メッキ膜中に凹型欠陥やボイドが形成されることを回避できるという効果を有するため、例えば電解メッキ法により配線を形成する場合等に特に有用である。

【図面の簡単な説明】

20

【0112】

【図 1】(a) ~ (e) は本発明の第 1 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。

【図 2】(a) ~ (c) は本発明の第 1 の実施形態に係る基板メッキ方法を用いた、デュアルダマシン構造を持つ Cu 配線の形成方法の各工程を示す断面図である。

【図 3】図 2 (b) に示す工程において本発明の第 1 の実施形態に係る基板メッキ方法の気泡除去工程を行なわなかった場合の様子を示す図である。

【図 4】(a) ~ (e) は本発明の第 2 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。

【図 5】(a) ~ (e) は本発明の第 3 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。

30

【図 6】(a) ~ (e) は本発明の第 4 の実施形態に係る基板メッキ方法の各工程を示す断面図である。

【図 7】(a) 及び (b) は本発明の第 5 の実施形態に係る基板メッキ装置の構成を示す模式図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施形態に係る基板メッキ装置の基板保持機構における基板を支持する部分の拡大図である。

【図 9】本発明の第 5 の実施形態に係る基板メッキ装置の基板保持機構における基板を支持する部分を従来構成とした場合の拡大図である。

【図 10】(a) ~ (c) は従来の基板メッキ方法の各工程を示す模式図である。

40

【図 11】(a) 及び (b) は従来の基板メッキ方法における問題点を説明するための図である。

【図 12】(a) 及び (b) は従来の基板メッキ方法における問題点を説明するための図である。

【図 13】(a) ~ (c) は従来の基板メッキ方法における問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

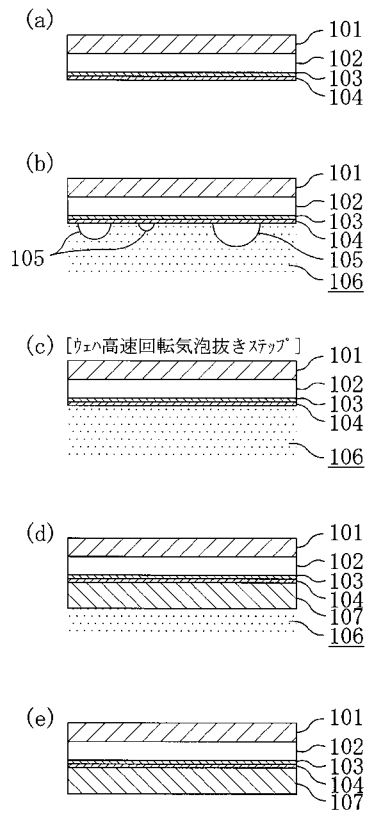
【0113】

- 101 基板
- 102 層間絶縁膜

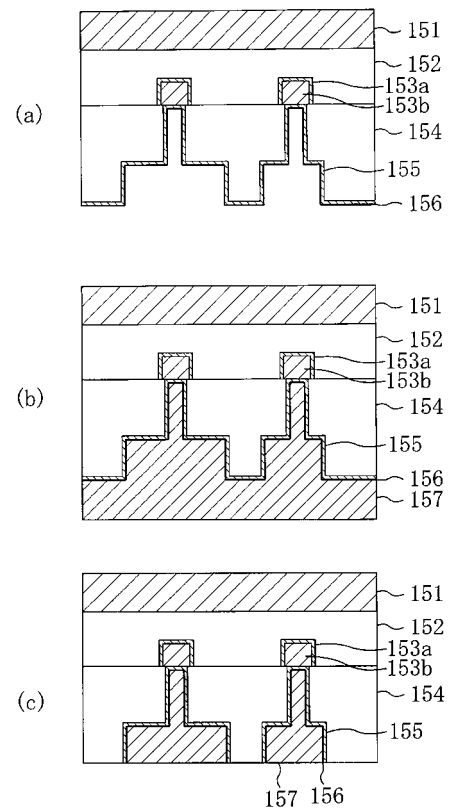
50

1 0 3	T a N バリア 膜	
1 0 4	C u シード 膜	
1 0 5	気 泡	
1 0 6	メッキ 液	
1 0 7	C u メッキ 膜	
1 1 1	純水 噴射 ノズル	
1 1 2	純水 シャワー	
1 1 3	純 水	
1 1 4	純水中の 気泡	
1 1 5	パーティクル	10
1 1 6	超音波振動印加純水噴射ノズル	
1 1 7	超音波振動印加純水シャワー	
1 1 8	超音波振動発生器	
1 5 1	基板	
1 5 2	第 1 の層間絶縁膜	
1 5 3	下層配線	
1 5 3 a	T a N バリア 膜	
1 5 3 b	C u 膜	
1 5 4	第 2 の層間絶縁膜	
1 5 5	T a N バリア 膜	20
1 5 6	C u シード 膜	
1 5 7	C u メッキ 膜	
1 5 8	気 泡	
2 0 0	メッキ 液	
2 0 1	メッキ液タンク	
2 0 2	ポンプ	
2 0 3	フィルター	
2 0 4	メッキ浴	
2 0 5	アノード電極	
2 0 6	整流板	30
2 0 7	超音波振動発生器	
2 0 8	メッキ液回収槽	
2 0 9	基板	
2 1 0	基板保持機構	
2 1 0 a	カソード電極	
2 1 0 b	シール	
2 1 1 A	超音波振動印加洗浄液ノズル	
2 1 1 B	洗浄液ノズル	
2 1 2	洗浄廃液回収槽	

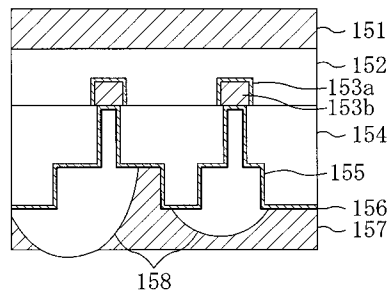
【図 1】



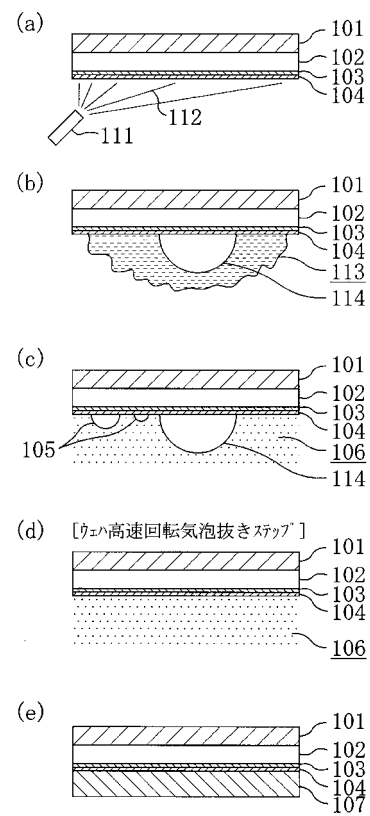
【図 2】



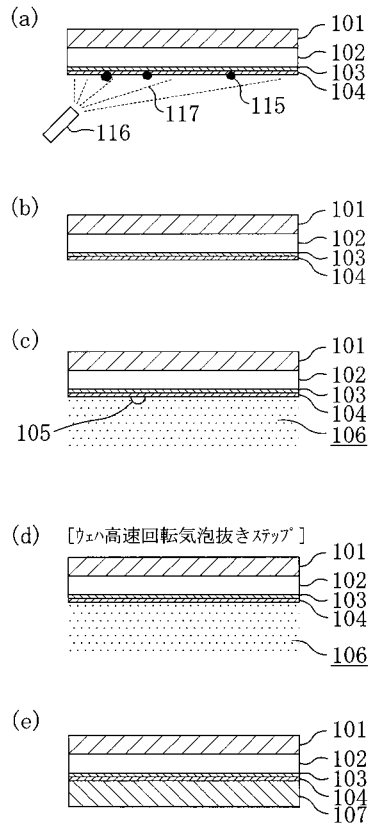
【図 3】



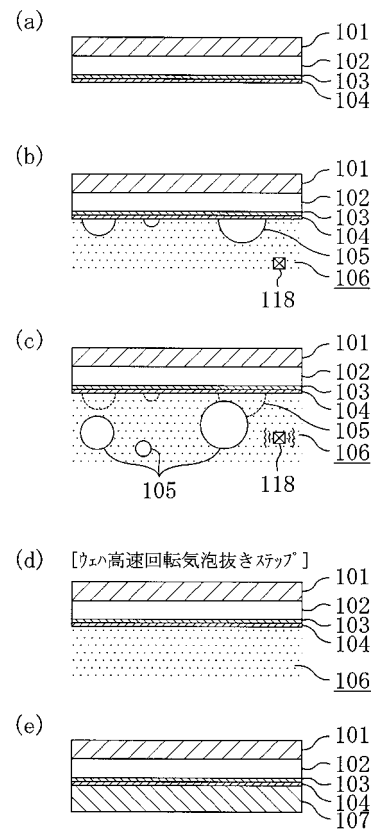
【図 4】



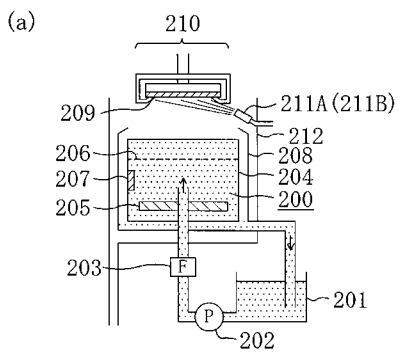
【図 5】



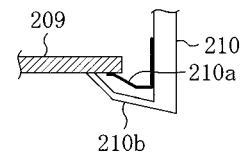
【図 6】



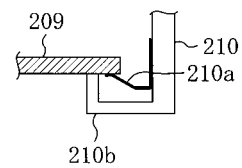
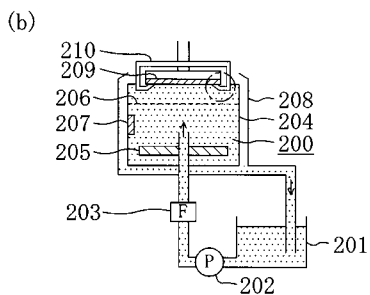
【図 7】



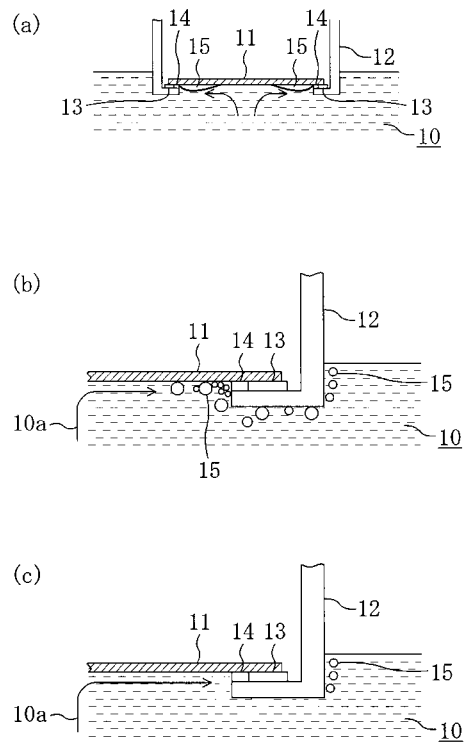
【図 8】



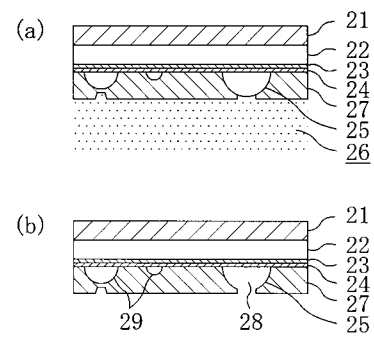
【図 9】



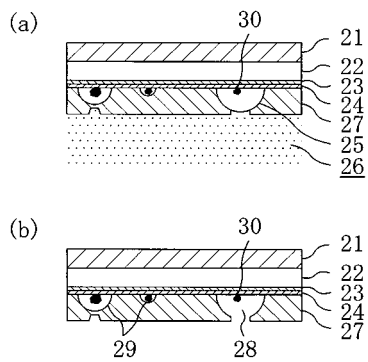
【図 10】



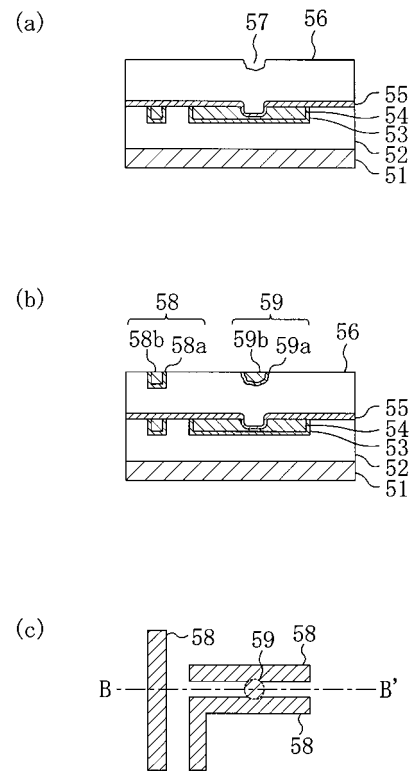
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/288	C 2 5 D 17/10 1 0 1 A	
	H 0 1 L 21/288 E	

(72)発明者 平尾 秀司

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4K024 AA09 BA15 BB12 CA04 CA06 CB02 CB06 CB12 DA04
4M104 BB04 BB32 DD21 DD52 FF22 HH20