

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3681670号
(P3681670)

(45) 発行日 平成17年8月10日(2005.8.10)

(24) 登録日 平成17年5月27日(2005.5.27)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/60
C 2 5 D 5/00
C 2 5 D 21/10
H O 1 L 21/288H O 1 L 21/92 6 O 4 B
C 2 5 D 5/00 1 O 1
C 2 5 D 21/10 3 O 1
H O 1 L 21/288 E

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292278 (P2001-292278)
(22) 出願日 平成13年9月25日(2001.9.25)
(65) 公開番号 特開2003-100790 (P2003-100790A)
(43) 公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)
審査請求日 平成16年6月18日(2004.6.18)(73) 特許権者 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 110000338
特許業務法人原謙三国際特許事務所
(74) 代理人 100080034
弁理士 原 謙三
(72) 発明者 諫田 誠
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内

審査官 中澤 登

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体集積回路の製造装置および製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

メッキ液を貯留するタンク部に設けた陽極と、半導体基板の被メッキ面に接続する陰極とを備え、電解メッキ法により、上記メッキ液上に設けられた半導体基板の上記被メッキ面に電流を流して、該半導体基板にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造装置において、

誘導コイルと、

この誘導コイルに高周波電流を供給する高周波電源とを備え、電磁力により上記半導体基板を振動させることを特徴とする半導体集積回路の製造装置。

【請求項2】

上記誘導コイルは、上記タンク部の外側に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の半導体集積回路の製造装置。

【請求項3】

上記誘導コイルは、上記のタンク部側とは逆側の上記半導体基板面から所定間隔離して設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の半導体集積回路の製造装置。

【請求項4】

上記誘導コイルは、上記半導体基板の大きさよりも小さく、かつ、複数設けられていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体集積回路の製造装置。

【請求項5】

上記高周波電源は、供給する交流電流の振幅および周波数を変化できることを特徴とす

10

20

る請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体集積回路の製造装置。

【請求項 6】

半導体基板の被メッキ面にメッキ液を供給し、電解メッキ法により上記被メッキ面に電流を流してバンプ電極を形成する半導体集積回路の製造方法において、

上記バンプ電極を形成する際に、誘導コイルに高周波電流を流すことによって発生する電磁力により上記半導体基板を振動させることを特徴とする半導体集積回路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、バンプ電極を有する半導体集積回路、その製造方法および製造装置に関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

近年の電子情報産業において、携帯電話・モバイル情報端末 (Personal Data Assistant) といった分野を中心に、あらゆる分野で半導体デバイスの高密度実装化が進んでいる。

【0003】

高密度実装を行うには、半導体素子 (半導体デバイス) に形成された微細な電極パッドと、その電極パッドを実装する基板 (実装基板) 上に形成された配線とを電気的かつ物理的に安定した状態に接続する必要がある。このような接続を行う方法の一つとして、電極パッド部に形成した金 (Au) のバンプ電極を利用する方法が知られている。そして、このバンプ電極を有する半導体集積回路を実装基板に実装する際、その接続強度や信頼性確保のために、バンプ電極の高さを均一にすることが必要不可欠である。 20

【0004】

通常、半導体デバイス上の上記のバンプ電極はメッキ法によって形成される。このメッキ法には大きく分けて、「無電解メッキ法」と「電解メッキ法」の 2 つの方法がある。

【0005】

まず、無電解メッキ法は、還元剤の働きで、メッキ液中の金属イオンに電流を流すことなく、被メッキ物である下地金属にメッキ金属を堆積させる方法である。この方法では、電流を用いないため、電源 (メッキ電源) などの設備は不要という利点がある。しかし、下地金属とメッキ液との組み合わせに制限があり、またメッキの成長速度が遅い。そのため、半導体デバイスのバンプ電極形成に求められるような 10 数 μm から数 10 μm といった厚さのメッキ層の形成には不向きな方法である。 30

【0006】

一方、電解メッキ法は、下地金属を電極としてメッキ液に浸し、電流を流すことで電気化学的に (電気化学反応領域である電気化学 2 重層 (遷移領域) でのイオンの輸送によって) メッキを行う方法である。

【0007】

この方法だと、上述の無電解メッキ法ではメッキができない下地金属に対してもメッキができる。また、メッキの成長速度が、無電解メッキ法に比べると非常に速く、かつ、容易に数 10 μm の厚みのメッキ層を形成することができる。従って、電解メッキ法は半導体デバイスへのバンプ電極形成に適した方法である。 40

【0008】

上記電解メッキ法によるバンプ電極の形成法の概要を説明する。まず、半導体デバイスが組み込まれた半導体基板 (以下、ウエハと記載) に設けられた絶縁膜上に、電流を印加するためのカレントフィルム (電流の流れるフィルム) となる役割を果たす下地金属膜を被着させる。

【0009】

次に、上記の下地金属膜上にレジストの塗布を行い、さらに、フォトリソグラフィー法によって所定の位置、つまりバンプ電極を形成させるべき位置のフォトリソ膜を開口して下地金属膜を露出させる。そして、ウエハ表面をメッキ液に浸たし、下地金属膜と別途 50

設けてある陽極（アノード電極）との間に電圧を印加して電流（メッキ電流）を流し、フォトレジスト膜の開口部にメッキ金属を析出させてパンプ電極を形成する。

【0010】

ところで、ウエハ上のパンプ電極の高さをウエハ内で均一にするために、ウエハ表面へ供給されるメッキ液を攪拌することが従来行われている。その攪拌方法として、3つの方法が用いられている。

【0011】

第1の方法として、特開平8-31834号公報（公開日：1996年2月2日）には、陽極に対向して配置されたウエハの被メッキ面に、多孔ノズル（複数個のノズル）でメッキ液を噴流させる方法が開示されている。

10

【0012】

上記の方法に用いるメッキ装置の説明図を図6に示す。同図に示すように、メッキ装置101は、メッキ液噴流ポンプ102、メッキ液供給口103a、陽極（アノード電極）104、陰極（カソード電極）105、およびタンク部107から構成されている。そして、このメッキ装置101に、図示しないトランジスタ等の半導体デバイスを複数個組み込んでいるウエハ111をカソード電極105で支持して装着する。この装着の際、ウエハ111のパンプ電極形成面が、メッキ液106を収容したタンク部107側に向くようにして装着する〔ウエハ装着工程〕。

【0013】

上記のメッキ液106は、メッキ液噴流ポンプ102により、メッキ装置101に設けられた複数個のメッキ液供給口103aから吹き上げられてメッキ装置101のタンク部107内で攪拌されながらウエハ111のパンプ電極形成面に到達する〔メッキ液攪拌工程〕。

20

【0014】

そして、上記のアノード電極104と、ウエハ111上の下地金属膜112に接続されたカソード電極105との間に電圧を印加することにより、下地金属膜112にメッキ電流が流れて、メッキ液106のメッキ金属が析出してパンプ電極113が形成される〔電極形成工程〕。

【0015】

第2の方法は、図7に示すように、タンク部107の内部に回転運動をする回転攪拌部108を設けたメッキ装置131を用いる方法である。この装置131におけるメッキ液供給口103bは、単孔のノズルで形成されている。

30

【0016】

このメッキ装置131を用いた方法では、ウエハ装着工程・電極形成工程は、第1の方法と同様であるが、メッキ液攪拌工程が異なる。具体的には、メッキ液106が、メッキ装置131に設けられたメッキ液供給口103bから吹き上げられるとともに、回転運動を行う回転攪拌部108で攪拌されながらウエハ111のパンプ電極形成面に到達するようになっている。

【0017】

第3の方法は、図8に示すように、タンク部107の内部に往復運動をする往復攪拌部109を設けたメッキ装置141を用いる方法である。この装置141におけるメッキ液供給口103bは、上記のメッキ液供給口103b同様、単孔のノズルで形成されている。

40

【0018】

このメッキ装置141を用いた方法では、ウエハ装着工程・電極形成工程は、第1・第2の方法と同様であるが、メッキ液攪拌工程が異なる。具体的には、メッキ液106は、メッキ装置141に設けられたメッキ液供給口103bから吹き上げられるとともに、矢印P方向で往復運動を行う往復攪拌部109で攪拌されながらウエハ111のパンプ電極形成面に到達するようになっている。

【0019】

なお、図6～図8に示される上記ウエハ111上には、絶縁膜114、電極パッド115

50

、保護膜 116、下地金属膜 112、およびフォトレジスト膜 117 が設けられており、これらから半導体集積回路 121 が構成されている。また、白抜きの矢印は、噴流するメッキ液 106 の流れる方向を示している。

【0020】

また、上記の電極形成工程において、パンプ電極形成面に到達しなかったメッキ液 106 およびパンプ電極 113 とならなかったメッキ液 106 は、ウエハ 111 の周辺よりタンク部 107 の外側へ排出されるようになっている。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、第 1 の方法では、メッキ液噴流ポンプ 102 によって吹き上げられたメッキ液 106 が、メッキ液供給口 103 a の複数のノズルによって分岐される。そのため、各ノズルからのメッキ液 106 の流量に差が生じてしまい、パンプ電極 113 の高さを完全に均一とすることが難しい場合がある。

10

【0022】

第 2 の方法では、メッキ液を攪拌するための回転攪拌部 108 が、回転条件によってはキャピテーションによるマイクロバブル（気泡）を発生させる。そして、この気泡がウエハ 111 上に付着すると、メッキ液 106 がパンプ電極 113 を形成すべき箇所に到達せず、パンプ電極 113 の高さを完全に均一とすることが難しい場合がある。その上、パンプ電極 113 が形成しづらい場合もある。

【0023】

20

第 3 の方法でも、往復攪拌部 109 をタンク部 107 の内部に設けるため、気泡が発生して、第 2 の方法と同様の問題が生じる。

【0024】

また、第 2・第 3 の方法では、メッキ装置 131・141 のタンク部 107 に攪拌部（回転攪拌部 108 または往復攪拌部 109）を設けるため、該メッキ装置 131・141 の機構（攪拌機構）が複雑になる。そのため、メッキ装置 131・141 のメンテナンスが面倒となる上、メッキ装置 131・141 自体のコスト高を招来するという問題もある。

【0025】

本発明では上記問題点に鑑みてなされたものであり、均一な高さのパンプ電極を有する半導体集積回路、その製造方法および製造装置を提供することにある。

30

【0026】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造装置は、メッキ液を貯留するタンク部に設けた陽極と、半導体基板の被メッキ面に接続する陰極とを備え、電解メッキ法により、上記メッキ液上に設けられた半導体基板の上記被メッキ面に電流を流して、該半導体基板にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造装置であって、上記パンプ電極を形成する際に、上記半導体基板を上下方向に振動させる基板振動手段を備えていることを特徴としている。

【0027】

本発明の半導体集積回路の製造装置は、陽極（アノード電極）・陰極（カソード電極）を備えている。

40

【0028】

そして、上記のカソード電極は、半導体基板の被メッキ面に接続するようになっており、電解メッキ法により、メッキ液（電解溶液）中の陽イオンを引き寄せもの（陰イオンを放出するもの）である。そのため、上記の被メッキ面には、メッキ液を構成する金属イオンが金属となる反応（例えば、 $Au^+ + e^- \rightarrow Au$ ；イオン輸送）が起き、この金属の堆積によってパンプ電極が形成できる。

【0029】

そして、上記のイオン輸送は、電気化学 2 重層の位置する被メッキ面の表面からの薄い部分（数 10⁻³）である微小な領域（マイクロ領域）で発生する。

50

【0030】

本発明の半導体集積回路の製造装置は、半導体基板を上下振動させながら、パンプ電極を形成することができる。つまり、パンプ電極が形成される箇所（パンプ形成部）を上下振動させることができる。従って、このパンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において、十分に攪拌することができる。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部にて活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するパンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できる。

【0031】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置は、従来の半導体集積回路の製造装置（従来装置）のように、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けることなく、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来装置で、不均一な高さのパンプ電極の原因となる、複数のノズルによって生じるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によって生じるマイクロバブルが発生しない。

10

【0032】

また、半導体基板を上下振動させることにより、電気化学2重層の厚さ方向にメッキ液を攪拌できる。従って、例えば、横方向（左右方向）の振動にくらべ、効果的にイオン輸送による反応律速を防止することができる。

【0033】

また、上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造装置は、メッキ液を貯留するタンク部に設けた陽極と、半導体基板の被メッキ面に接続する陰極とを備え、電解メッキ法により、上記メッキ液上に設けられた半導体基板の上記被メッキ面に電流を流して、該半導体基板にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造装置であって、誘導コイルと、この誘導コイルに高周波電流を供給する高周波電源とを備え、電磁力により上記半導体基板を振動させることを特徴としている。

20

【0034】

上記の構成によれば、誘導コイルと高周波電源とが備わっている。そして、高周波電源から誘導コイルに電流が供給されると、該誘導コイルは磁界を発生させる。すると、この磁界と上記の被メッキ面に流れる電流とによって、電磁力が発生し、この電磁力によって、被メッキ面を含んだ半導体基板を振動させることができる。その結果、パンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において、十分に攪拌することができる。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部にて活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するパンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できる。

30

【0035】

また、このように、電磁力を用いて、半導体基板を振動させると、その電磁力の場（電場）の振幅・周期の最適化が容易である上、該半導体基板を振動させる可動部を別個に設ける必要がないため、製造装置自体の故障・トラブルの発生を抑制できる。

【0036】

また、誘導コイル・高周波電源という簡単な装置のみで、半導体基板を振動させることができる。なお、上記の誘導コイルは、半導体基板に対して、磁界の作用のおよぶ範囲に設けられている。

40

【0037】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置は、従来装置のように、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けることなく、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来装置で、不均一な高さのパンプ電極の原因となる、複数のノズルによって生じるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によって生じるマイクロバブルが発生しない。

【0038】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記タンク部の外側に設けられていることが好ましい。

【0039】

上記の構成によれば、タンク部の内部にメッキ液を攪拌する部材である誘導コイルを設け

50

ないようになっている。そのため、メッキ液を攪拌する機構が簡単になる。従って、本発明の半導体集積回路の製造装置自体の製造コストの増加を抑制できる。

【0040】

その上、誘導コイルは、タンク部の内部に位置しない。そのため、誘導コイルはメッキ液と触れないため汚れない。従って、誘導コイルのメンテナンスも、軽減される。

【0041】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記のタンク部側とは逆側の上記半導体基板面から所定間隔離して設けられていることが好ましい。

【0042】

上記の構成によれば、電磁力によって振動する半導体基板と誘導コイルとが接触することなく、半導体基板を振動させることができる。

【0043】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記半導体基板の大きさよりも小さく、かつ、複数設けられていることが好ましい。

【0044】

上記の構成によれば、例えば、円形半導体基板の直径以下のサイズである誘導コイルを複数設けるようになっている。そのため、単数設けた場合に比べて、一層大きな電磁力を得ることができ、効果的に半導体基板を振動させることができる。また、上記誘導コイルのサイズが、半導体基板のサイズよりも小さいため、本発明の半導体集積回路の製造装置の小型化を図ることもできる。

【0045】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記高周波電源が、供給する交流電流の振幅および周波数を変化できることが好ましい。

【0046】

上記の構成によれば、半導体基板の振動、すなわち振動の振幅および振動周波数を変化できる。つまり、上記の交流電流の振幅・電流周波数に応じて、上記の振動が変化することになる。従って、様々な電解メッキ条件であっても、電気化学2重層が位置するミクロ領域を一層十分に振動させることができる。

【0047】

また、上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板の被メッキ面にメッキ液を供給し、電解メッキ法により上記被メッキ面にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造方法であって、上記パンプ電極を形成する際に、上記半導体基板を上下方向に振動させることを特徴としている。

【0048】

電解メッキ法では、メッキ液を構成する金属イオンが金属となる反応（例えば、 $Au^+ + e^- \rightarrow Au$ ；イオン輸送）が上記の被メッキ面で発生し、この金属が堆積してパンプ電極が形成する。

【0049】

そして、上記のイオン輸送は、電気化学2重層の位置する被メッキ面の表面からの薄い部分（数10 μm ）である微小な領域（ミクロ領域）で発生する。

【0050】

本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板を上下振動させながら、パンプ電極を形成することができる。つまり、パンプ電極が形成される箇所（パンプ形成部）を上下振動させることができる。従って、このパンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において、十分に攪拌することができる。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部にて活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するパンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できる。

【0051】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を

10

20

30

40

50

設けた従来装置を用いずに、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来の半導体集積回路の製造方法（従来方法）で、不均一な高さのポンプ電極の原因となる、複数のノズルによるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によるマイクロバブルが発生しない。

【0052】

また、半導体基板を上下振動させることにより、電気化学2重層の厚さ方向にメッキ液を攪拌できる。従って、例えば、横方向（左右方向）の振動にくらべ、効果的にイオン輸送による反応律速を防止することができる。

【0053】

また、上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板の被メッキ面にメッキ液を供給し、電解メッキ法により上記被メッキ面に電流を流してポンプ電極を形成する半導体集積回路の製造方法であって、上記ポンプ電極を形成する際に、誘導コイルに高周波電流を流すことによって発生する電磁力により上記半導体基板を振動させることを特徴としている。

10

【0054】

上記の構成によれば、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板を振動させながら、ポンプ電極を形成することができる。つまり、ポンプ電極が形成される箇所（ポンプ形成部）を振動させることができる。従って、このポンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において十分に攪拌させ、該ポンプ形成部でイオン輸送を活発に行わせ、均一な高さを有するポンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するポンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できる。

20

【0055】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けた従来装置を用いずに、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来方法で、不均一な高さのポンプ電極の原因となる、複数のノズルによるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によるマイクロバブルが発生しない。

【0056】

また、このように、電磁力を用いて、半導体基板を振動させると、その電磁力の場（電場）の振幅・周期の最適化が容易である上、該半導体基板を振動させる可動部を別個に設ける必要がないため、製造装置自体の故障・トラブルの発生を抑制できる。

【0057】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、上記半導体基板を振動させるための電磁力を、誘導コイルに高周波電流を供給することにより生成する。

30

【0058】

上記の構成によれば、誘導コイルにより発生する磁界と、上記の被メッキ面に流れる電流とによって発生する電磁力を、誘導コイル・高周波電源という簡単な装置のみで生成して、該電磁力で半導体基板を振動させることができる。

【0059】

また、本発明の半導体集積回路は、上記の半導体集積回路の製造方法によって製造されることが好ましい。

【0060】

上記の構成によれば、半導体集積回路は、半導体基板を振動させながら製造するため、均一な高さを有するポンプ電極を備えた半導体集積回路となる。

40

【0061】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施形態について、図1～図5を用いて説明すれば、以下のとおりである。

【0062】

図1は、本実施の形態にかかる半導体集積回路の製造装置（本メッキ装置）1の構成を示す説明図である。図2は、上記の本メッキ装置1によって製造される半導体集積回路21を示す説明図である。なお、図1には、本メッキ装置1で製造される半導体集積回路21も図示している。また、図2では、図1に示す半導体集積回路21を、便宜上、天地を逆

50

さにして表示している。

【0063】

図1に示すように、本メッキ装置1は、メッキ液噴流ポンプ2、メッキ液供給口3、陽極（アノード電極）4、陰極（カソード電極）5、タンク部7、誘導コイル8（基板振動手段）、および高周波電源9（基板振動手段）から構成されている。

【0064】

メッキ液噴流ポンプ2は、メッキ液6を上記メッキ液供給口3へと供給するものである。なお、メッキ液6は、金（Au）を含んだ電解溶液である。

【0065】

メッキ液供給口3は、いわゆるノズルであり、供給された上記のメッキ液6をウエハ11（後述）表面（被メッキ面）に向けて噴流するものである。 10

【0066】

アノード電極4は、メッキ液6中の陰イオンを引き寄せるもの（陽イオンを放出するもの）であり、カソード電極5は、メッキ液6中の陽イオンを引き寄せるもの（陰イオンを放出するもの）である。

【0067】

タンク部7は、メッキ液6を貯留するものである。

【0068】

誘導コイル8は、導線をコイル状に巻いたもので、この導線に電流を流すことで磁界を発生させるものである。そして、この磁界とウエハ11の下地金属膜12（後述）に流れる電流とによる電磁誘導作用によって電磁力が発生する。すなわち、この誘導コイル8は、上記の電磁力を発生させて、ウエハ11を振動させるものである。なお、この誘導コイル8は、電磁誘導作用がおよぶ範囲であれば、ウエハ11に対して、どのような位置に設けられていても構わない。 20

【0069】

高周波電源9は、上記の誘導コイル8に高周波電流を流すものである。なお、高周波電流の周波数（電流周波数）・振幅は、メッキ液6の粘度、メッキ液6中の金属イオンの種類・濃度、ウエハ11の大きさ・質量、およびウエハ11の下地金属膜12とアノード電極4とメッキ液6とを含む系としてのインピーダンス等（以下、これらを電解メッキ条件とする）を勘案して決定される。 30

【0070】

また、図2に示すように、半導体集積回路21は、ウエハ11、絶縁膜14、電極パッド15、保護膜16、下地金属膜12、フォトリジスト膜17、およびパンプ電極13から構成されている。

【0071】

ウエハ11は、例えば、シリコンを形成材料としたもので、図示しない半導体デバイスを組み込んだ半導体集積回路21の基板となるものである。

【0072】

絶縁膜14は、例えば、上記ウエハ11の表面を酸化（シリコンを酸化）させた二酸化珪素（ SiO_2 ）の膜で、上記ウエハ11上にあり、外部から絶縁するものである。 40

【0073】

電極パッド15は、ウエハ11に組み込まれ半導体デバイスの入出力端子を含む電氣的端子である。そして、この電極パッド15は、絶縁膜14上に、スパッタリング法でアルミニウム（Al）を約1 μm の厚さに堆積させた後、フォトリソグラフィ法およびエッチングにより所望の形状に形成されている。

【0074】

保護膜16は、上記の絶縁膜14・電極パッド15上に位置し、これらの表面を保護する膜である。そして、この保護膜16は、CVD法（Chemical Vapor Deposition法）でウエハ11（シリコン製のウエハ11）を化学反応させて、約1 μm 程度堆積させた酸化シリコン（ SiO_2 ）、または窒化シリコン（ Si_3N_4 ）から形成されている。なお、後 50

述する下地金属膜12と電極パッド15とを接続させるために、上記電極パッド15上部の保護膜16は開孔している(パッド開孔部を有している)。

【0075】

下地金属膜12は、電解メッキ法において電流を印加するためのカレントフィルム(電流の流れるフィルム)となるものである。そして、この下地金属膜12は、保護膜16・パッド開孔部上に、スパッタリング法で単一金属または複数種からなる金属(合金)を堆積させたものである。

【0076】

フォトレジスト膜17は、下地金属膜12上の所望の箇所(パンプ電極13を形成する場所;パンプ形成部18)にパンプ電極13を形成するためのマスクの役割を果たすものである。そして、このフォトレジスト膜17は、下地金属膜12上に、紫外線で感光する材料(フォトレジスト)を塗布し、上記パンプ形成部18に該当する箇所を露光した後、現像・エッチングを行うことで形成される。つまり、フォトレジスト膜17は、パンプ形成部18を露出させるための開孔部(フォトレジスト開孔部)を有した膜となっている。

10

【0077】

パンプ電極13は、電極パッド15と、半導体集積回路21が実装される実装基板上の図示しない配線とを電気的かつ物理的に接続するための電極である。そして、このパンプ電極13は、金(Au)を形成材料としており、電解メッキ法で形成されている。

【0078】

上記の電解メッキ法は、電解液中に陽極・陰極を入れて通電し、電気化学反応領域である電気化学2重層(遷移領域)にイオン輸送を起こさせ、陰極に金属イオンを堆積させる方法である。

20

【0079】

つまり、メッキ液6にアノード電極4・カソード電極5を入れて通電し、 $Au^+ + e^- \rightarrow Au$ の反応を起こさせ、カソード電極5に接続した下地金属膜12上(パンプ形成部18上)に金(Au)を堆積させて、パンプ電極13を形成する。

【0080】

また、電気化学2重層でのイオン輸送が、パンプ電極13の形成速度(メッキ形成速度)に影響するため、該パンプ電極13の高さの均一性にも影響する。従って、上記のイオン輸送を活発にすることが好ましい。そして、この電気化学2重層は、下地金属膜12の表面からごく薄い部分(数10⁻²)に存在している。なお、上記の薄い部分は、以下ミクロ領域とする。

30

【0081】

次に、本メッキ装置1を用いて半導体集積回路21におけるパンプ電極13の形成工程について説明する。

【0082】

まず、ウエハ11上に上記の絶縁膜14、電極パッド15、保護膜16、下地金属膜12、およびフォトレジスト膜17を設けておく。特に、フォトレジスト膜17には、フォトレジスト開孔部を設けておく。

【0083】

そして、上記のフォトレジスト開孔部から露出する下地金属膜12(パンプ形成部18)を、本メッキ装置1のタンク部7に向けて、カソード電極5で支持するように取り付ける。この際、カソード電極5と下地金属膜12とを接触(接続)するように取り付ける。

40

【0084】

次に、高周波電源9が誘導コイル8に高周波電流を供給する。すると、誘導コイル8には電流による磁界が発生し、この磁界による電磁誘導作用によりウエハ11が高周波振動を起こす。

【0085】

そして、メッキ液噴流ポンプ2が、メッキ液供給口3を介して、メッキ液6を吹き上げる。すると、吹き上げられたメッキ液6が、ウエハ11に設けたパンプ形成部18に到達す

50

るようになる。なお、上記のメッキ液 6 がバンプ形成部 1 8 に到達する際、ウエハ 1 1 は、高周波振動しているため、該メッキ液 6 を攪拌する。

【 0 0 8 6 】

次に、アノード電極 4 とカソード電極 5 との間に電圧を印加する。すると、下地金属膜 1 2 とカソード電極 5 とが電氣的に接続されているため、該下地金属膜 1 2 とアノード電極 4 との間に電圧印加されることになる。そのため、下地金属膜 1 2 に電流（メッキ電流）が流れ、このメッキ電流が、下地金属膜 1 2 のバンプ形成部 1 8 に到達した上記のメッキ液 6 を金（Au）に変化させる。すなわち、金（Au）が堆積して、バンプ電極 1 3 となる。

【 0 0 8 7 】

以上の形成工程により、バンプ電極 1 3 が形成される。なお、バンプ電極形成面に到達しなかったメッキ液 6 およびバンプ電極 1 3 とならなかったメッキ液 6 は、ウエハ 1 1 周辺よりタンク部 7 の外側へ排出されるようになっている。

【 0 0 8 8 】

ここで、本メッキ装置 1 の特徴的な構成である誘導コイル 8 によって、ウエハ 1 1 が振動する方向について図 3・図 4 を用いて説明する。なお、図 3・図 4 における図 3（a）・図 4（a）は、図 1 におけるウエハ 1 1 と誘導コイル 8 とを側面からみた説明図であり、図 3（b）・図 4（b）は、ウエハ 1 1 と誘導コイル 8 とを上方からみた説明図である。また、これらの図面中で方向を表す際、（白抜き丸）は、紙面の下から上に向かう方向を表し、（黒塗り丸）は、紙面の上から下に向かう方向を表している。また、矢印 B は磁界方向、矢印 I は電流方向、矢印 F は電磁力方向を示している。

【 0 0 8 9 】

図 3（a）は、ウエハ 1 1 に対して平行方向に誘導コイル 8 を配置し、この誘導コイル 8 に電流を流して矢印 B 方向の磁界を発生させた場合を示している。かかる場合、図 3（b）に示すように、ウエハ 1 1 の下地金属膜（本図では不図示）中に流れる矢印 I 方向の電流と、上記の矢印 B 方向の磁界との電磁誘導作用によって、矢印 F 方向の電磁力が発生し、該ウエハ 1 1 は、その矢印 F 方向に振動する（上下振動）。

【 0 0 9 0 】

図 4（a）は、ウエハ 1 1 に対して垂直方向に誘導コイル 8 を配置し、この誘導コイル 8 に電流を流して矢印 B 方向の磁界を発生させた場合を示している。かかる場合、図 4（b）に示すように、ウエハ 1 1 の下地金属膜（本図では不図示）中に流れる矢印 I 方向の電流と、上記の矢印 B 方向の磁界との電磁誘導作用によって、矢印 F 方向の電磁力が発生し、該ウエハ 1 1 は、その矢印 F 方向に振動する（左右振動）。

【 0 0 9 1 】

本メッキ装置 1 では、上記の振動方向のように、ウエハ 1 1 を上下に振動させてもよいし、左右に振動させてもよい。また、上記の振動における周波数（振動周波数）は、特に限定するものではないが、数 1 0 H z から数メガ H z が好ましく、さらに好ましくは、数 1 0 ~ 2 0 K H z（音声領域の周波数）である。また、振動周波数は、高周波電源 9 が誘導コイル 8 に流す高周波電流の振幅・電流周波数によって変更できる。

【 0 0 9 2 】

また、上記の振動方向は、いわゆる「フレミングの左手の法則」によって求めることができる。

【 0 0 9 3 】

以上のように、本メッキ装置 1 は、ウエハ 1 1 を振動させながら、バンプ電極 1 3 を形成することができる。ところで、従来装置 1 0 1・1 3 1・1 4 1（図 6～図 8 参照）では、メッキ液 1 0 6 が、マクロ的に攪拌されているため、下地金属膜 1 1 2 上におけるバンプ電極 1 1 3 が形成される箇所（バンプ形成部）、すなわち、電気化学 2 重層の位置するような微小な領域（マイクロ領域）で、メッキ液 1 0 6 が十分に攪拌されていない場合がある。そのため、イオン輸送が活発に行われず、バンプ電極 1 1 3 の高さが不均一となる上、バンプ電極 1 1 3 が形成しづらい場合があった。

10

20

30

40

50

【0094】

しかし、本メッキ装置1は、誘導コイル8・高周波電源9という簡単な装置を設けることで、ウエハ11自体を振動させてパンプ形成部18を十分に振動できる。従って、パンプ形成部18に到達するメッキ液6を十分に攪拌できる（理想的な攪拌状態にできる）。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部18にて活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極13を形成できる。

【0095】

特に、本メッキ装置1は、ウエハ11を上下振動させることができるため、電気化学2重層の厚さ方向にメッキ液6を攪拌できる。従って、例えば、横方向（左右方向）の振動にくらべ、効果的にイオン輸送による反応律速を防止することができる。

10

【0096】

また、本メッキ装置1は、上記のように、電磁力を用いて、ウエハ11を振動させることができる。このように、電磁力を用いてウエハ11を振動させると、その電磁力の場（電場）の振幅・周期の最適化が容易である上、該ウエハ11を振動させる可動部を別個に設ける必要がないため、本メッキ装置自体の故障・トラブルの発生を抑制できる。

【0097】

なお、図5は、本発明のメッキ装置（本発明の装置）と従来のメッキ装置（従来の装置）とを用いてウエハ上にパンプ電極を形成した場合における、パンプ電極の高さバラツキについて、その平均値および範囲を示したグラフである。このグラフに示すように、ウエハの直径が5インチの場合、6インチの場合、8インチの場合、いずれの場合においても、本発明の装置で形成したパンプ電極は、その高さのバラツキが少なく、良好な結果を得ていることが判る。

20

【0098】

また、本メッキ装置1における誘導コイル8は、電磁誘導作用が及ぶ範囲であれば、ウエハ11に対して、どのような位置に設けられていても構わない。しかし、ウエハ11の被メッキ面の反対面側に設け、かつ、メッキ液6に触れないようになっていることが好ましい。

【0099】

このようにすると、本メッキ装置1は、従来装置131・141のように、タンク部107内に攪拌部（回転攪拌部108または往復攪拌部109）を、設けることがない。つまり、上記攪拌部108・109に対応する誘導コイル8が、タンク部7の外に設けられているため、メッキ液の攪拌部108・109によって生じるマイクロバブルを発生しないようにできる。その上、本メッキ装置1のメッキ液攪拌機構が簡単になるので、本メッキ装置1自体の製造コストの増加を抑制できる。

30

【0100】

また、誘導コイル8は、メッキ液6と触れることがないので汚れない。従って、該誘導コイル8のメンテナンスも、軽減される。

【0101】

また、本メッキ装置1は、従来装置101で問題であった、複数のノズルによって生じるメッキ液の流量差も生じない。

40

【0102】

また、誘導コイル8は、図1に示すように、ウエハ11の被メッキ面の反対面（メッキされない面）から間隔Lを持って設けられていることが好ましい。

【0103】

この間隔Lは、電磁力によって上下振動するウエハ11と、誘導コイル8とが接触しない程度離れている。このようにしておくこと、上記の接触を回避しながらウエハ11を上下振動させることができる。

【0104】

また、誘導コイル8の形状は、ウエハ11の直径以下であればどのような形状であっても構わない。さらに、この誘導コイル8の個数は、特に限定するものではないが複数設ける

50

ことが好ましい。

【0105】

上記のように、ウエハ11の直径以下のサイズの誘導コイル8を複数設けると、単数設けた場合に比べて、一層大きな電磁力を得ることになり、効果的にウエハ11を振動させることができる。また、上記誘導コイル8のサイズが、ウエハ11の直径以下のサイズのため、本メッキ装置1の小型化を図ることもできる。

【0106】

また、高周波電源9は、交流電流の周波数（電流周波数）・振幅を可変することができる。そのため、上記ウエハ11を振動させる振動周波数を変化させることができる。従って、様々な電解メッキ条件であっても、電気化学2重層が位置するミクロ領域を一層十分に振動させることができる。

10

【0107】

なお、図5に示す結果を得た本発明の装置（本メッキ装置；図1参照）では、誘導コイル8は、直径が約5cm、高さが約2cmの円筒状の絶縁物に直径2mmの被覆銅線を約100回転巻いたものである。そして、その誘導コイル8を2つ、ウエハ11の裏面側（本メッキ装置1のタンク部7に向いていない面側）から約1cm離れた位置に左右対称となるように設ける。そして、高周波電源9が、この誘導コイル8に、周波数が約10kHzで電流値が約100mAとなるように電圧（振幅）調整した交流を印加している。

【0108】

また、本実施の形態においては、ウエハ11を振動させるために、誘導コイル8による電磁誘導作用を用いた場合について説明したが、これに限定するものではなく、他にウエハ11を振動させる作用を用いても構わない。

20

【0109】

なお、本メッキ装置1は、ウエハ11をミクロに振動させることができることにより、電解メッキ法によるパンプ電極13の形成において、メッキ液6を理想的な攪拌状態にすることができ、パンプ電極13の高さの均一性を改善できるともいえる。

【0110】

また、本発明は、本メッキ装置1を用いることにより、タンク部7内に複雑な機構を設けることなく、下地金属膜12の反応領域である電気化学2重層を直接攪拌することにより、均一な高さのパンプ電極13を形成できる半導体集積回路の製造方法を提供できるともいえる。

30

【0111】

また、従来装置131・141は、タンク部107の内部に攪拌部（回転攪拌部108または往復攪拌部109）を設けるため、その機構が複雑になり、改造に多大な費用が発生する。そのため、この従来装置131・141を用いてパンプ電極113を形成すると、半導体集積回路のコストアップの要因となる。また、機構が複雑なため、この従来装置131・141のメンテナンスの労力も多大なものになるともいえる。

【0112】

しかし、本メッキ装置1は、タンク部7の外に攪拌である誘導コイル8を設けるため、改造の費用も少なく、またメンテナンスも容易であるともいえる。また、本メッキ装置1を用いてパンプ電極13を形成した半導体集積回路21のコストアップは最小限に抑えられるともいえる。

40

【0113】

また、本発明を、以下の半導体集積回路、その半導体集積回路の製造方法および半導体集積回路の製造装置として表現することもできる。

【0114】

半導体集積回路の製造装置は、複数個の半導体デバイスが組み込まれた半導体基板の表面全面に堆積された金属薄膜と、メッキ液を介して該半導体基板に対向する陽極電極との間に電圧を印加して、電解メッキを行う半導体集積回路の製造装置において、該半導体基板自体を振動させるために、誘導コイルを設けていてもよい。

50

【0115】

また、半導体集積回路の製造装置では、該半導体基板に対して、該誘導コイルが発生する磁界の作用がおよぶ範囲内に該誘導コイルが設けられていてもよい。

【0116】

また、半導体集積回路の製造装置では、該誘導コイルが該メッキ液の外部に設けられていてもよい。

【0117】

また、半導体集積回路の製造装置では、該誘導コイルが、該半導体基板裏面に所定間隔離して設けられていてもよい。

【0118】

また、半導体集積回路の製造装置では、該誘導コイルに給電する交流電流の振幅・周波数を可変とすることで該半導体基板の振幅を電解メッキ法における電気化学2重層幅に最適化することが可能であってもよい。

【0119】

また、半導体集積回路の製造装置では、該半導体基板の直径以下の大きさの該誘導コイルを複数個設けていてもよい。

【0120】

また、半導体集積回路の製造方法は、複数個の半導体集積回路装置が組み込まれた半導体基板の表面全面に堆積された金属薄膜とメッキ液を介して該半導体基板に対向する陽極電極との間に電圧を印加する手段と、該半導体基板を振動させるために誘導コイルを設けて該誘導コイルに交流電流を流す手段とを有することを特徴とする半導体集積回路の製造装置を用いるものでもよい。

【0121】

また、半導体集積回路は、上記の半導体集積回路の製造方法を用いて製造したものでもよい。

【0122】

【発明の効果】

以上のように、本発明の半導体集積回路の製造装置は、上記の課題を解決するために、メッキ液を貯留するタンク部に設けた陽極と、半導体基板の被メッキ面に接続する陰極とを備え、電解メッキ法により、上記メッキ液上に設けられた半導体基板の上記被メッキ面に電流を流して、該半導体基板にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造装置であって、上記パンプ電極を形成する際に、上記半導体基板を上下方向に振動させる基板振動手段を備えている構成である。

【0123】

本発明の半導体集積回路の製造装置は、陽極（アノード電極）・陰極（カソード電極）を備えている。

【0124】

そして、上記のカソード電極は、半導体基板の被メッキ面に接続するようになっており、電解メッキ法により、メッキ液（電解溶液）中の陽イオンを引き寄せもの（陰イオンを放出するもの）である。そのため、上記の被メッキ面には、メッキ液を構成する金属イオンが金属となる反応（イオン輸送）が起き、この金属の堆積によってパンプ電極が形成できる。

【0125】

そして、上記のイオン輸送は、電気化学2重層の位置する被メッキ面の表面からの薄い部分（数10⁻⁸）である微小な領域（マイクロ領域）で発生する。

【0126】

本発明の半導体集積回路の製造装置は、半導体基板を上下振動させながら、パンプ電極を形成することができる。つまり、パンプ電極が形成される箇所（パンプ形成部）を上下振動させることができる。従って、このパンプ形成部に到達するメッキ液を上記のマイクロ領域において、十分に攪拌することができる。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部に

10

20

30

40

50

て活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するパンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できるという効果を奏する。

【0127】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置は、従来の半導体集積回路の製造装置（従来装置）のように、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けることなく、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来装置で、不均一な高さのパンプ電極の原因となる、複数のノズルによって生じるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によって生じるマイクロバブルをなくすことができるという効果を奏する。

【0128】

また、半導体基板を上下振動させることにより、電気化学2重層の厚さ方向にメッキ液を攪拌できる。従って、例えば、横方向（左右方向）の振動にくらべ、効果的にイオン輸送による反応律速を防止することができるという効果を奏する。

【0129】

また、上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造装置は、メッキ液を貯留するタンク部に設けた陽極と、半導体基板の被メッキ面に接続する陰極とを備え、電解メッキ法により、上記メッキ液上に設けられた半導体基板の上記被メッキ面に電流を流して、該半導体基板にパンプ電極を形成する半導体集積回路の製造装置であって、誘導コイルと、この誘導コイルに高周波電流を供給する高周波電源とを備え、電磁力により上記半導体基板を振動させる構成である。

【0130】

これによると、誘導コイルと高周波電源とが備わっている。そして、高周波電源から誘導コイルに電流が供給されると、該誘導コイルは磁界を発生させる。すると、この磁界と上記の被メッキ面に流れる電流とによって、電磁力が発生し、この電磁力によって、被メッキ面を含んだ半導体基板を振動させることができる。その結果、パンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において、十分に攪拌することができる。そのため、イオン輸送が、該パンプ形成部にて活発に行われ、均一な高さを有するパンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するパンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できるという効果を奏する。

【0131】

また、このように、電磁力を用いて、半導体基板を振動させると、その電磁力の場（電場）の振幅・周期の最適化が容易である上、該半導体基板を振動させる可動部を別個に設ける必要がないため、製造装置自体の故障・トラブルの発生を抑制できるという効果を奏する。

【0132】

また、誘導コイル・高周波電源という簡単な装置のみで、半導体基板を振動させることができるという効果を奏する。

【0133】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置は、従来装置のように、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けることなく、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来装置で、不均一な高さのパンプ電極の原因となる、複数のノズルによって生じるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部によって生じるマイクロバブルをなくすことができるという効果を奏する。

【0134】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記タンク部の外側に設けられていることが好ましい。

【0135】

これによると、タンク部の内部にメッキ液を攪拌する部材である誘導コイルを設けなくなっている。そのため、メッキ液を攪拌する機構が簡単になる。従って、本発明の半導体集積回路の製造装置自体の製造コストの増加を抑制できるという効果を奏する。

【0136】

10

20

30

40

50

その上、誘導コイルは、タンク部の内部に位置しない。そのため、誘導コイルはメッキ液と触れないため汚れない。従って、該誘導コイルのメンテナンスも、軽減されるという効果を奏する。

【0137】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記のタンク部側とは逆側の上記半導体基板面から所定間隔離して設けられていることが好ましい。

【0138】

これによると、電磁力によって振動する半導体基板と誘導コイルとが接触することなく、半導体基板を振動させることができるという効果を奏する。

10

【0139】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記誘導コイルが、上記半導体基板の大きさよりも小さく、かつ、複数設けられていることが好ましい。

【0140】

これによると、例えば、円形半導体基板の直径以下のサイズである誘導コイルを複数設けるようになっている。そのため、単数設けた場合に比べて、一層大きな電磁力を得ることができ、効果的に半導体基板を振動させることができるという効果を奏する。また、上記誘導コイルのサイズが、半導体基板のサイズよりも小さいため、本発明の半導体集積回路の製造装置の小型化できるという効果を奏する。

【0141】

また、本発明の半導体集積回路の製造装置では、上記構成に加えて、上記高周波電源が、供給する交流電流の振幅および周波数を変化できることが好ましい。

20

【0142】

これによると、半導体基板の振動、すなわち振動の振幅および振動周波数を変化できる。つまり、上記の交流電流の振幅・電流周波数に応じて、上記の振動が変化することになる。従って、様々な電解メッキ条件であっても、電気化学2重層が位置するミクロ領域を一層十分に振動させることができるという効果を奏する。

【0143】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板の被メッキ面にメッキ液を供給し、電解メッキ法により上記被メッキ面にバンプ電極を形成する半導体集積回路の製造方法であって、上記バンプ電極を形成する際に、上記半導体基板を上下方向に振動させる構成である。

30

【0144】

電解メッキ法では、メッキ液を構成する金属イオンが金属となる反応（イオン輸送）が上記の被メッキ面で発生し、この金属が堆積してバンプ電極が形成する。

【0145】

そして、上記のイオン輸送は、電気化学2重層の位置する被メッキ面の表面からの薄い部分（数10⁻³）である微小な領域（ミクロ領域）で発生する。

【0146】

本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板を上下振動させながら、バンプ電極を形成することができる。つまり、バンプ電極が形成される箇所（バンプ形成部）を上下振動させることができる。

40

【0147】

従って、このバンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において、十分に攪拌することができる。その結果、イオン輸送が、該バンプ形成部にて活発に行われ、均一な高さを有するバンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するバンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できるという効果を奏する。

【0148】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けた従来装置を用いずに、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来の半導体集積回路

50

の製造方法（従来方法）で、不均一な高さのバンプ電極の原因となる、複数のノズルによるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部により生じるマイクロバブルをなくすことができるという効果を奏する。

【0149】

また、半導体基板を上下振動させることにより、電気化学2重層の厚さ方向にメッキ液を攪拌できる。従って、例えば、横方向（左右方向）の振動にくらべ、効果的にイオン輸送による反応律速を防止することができるという効果を奏する。

【0150】

また、上記の課題を解決するために、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板の被メッキ面にメッキ液を供給し、電解メッキ法により上記被メッキ面に電流を流してバンプ電極を形成する半導体集積回路の製造方法であって、上記バンプ電極を形成する際に、誘導コイルに高周波電流を流すことによって発生する電磁力により上記半導体基板を振動させる構成である。

10

【0151】

これによると、本発明の半導体集積回路の製造方法は、半導体基板を振動させながら、バンプ電極を形成することができる。つまり、バンプ電極が形成される箇所（バンプ形成部）を振動させることができる。従って、このバンプ形成部に到達するメッキ液を上記のミクロ領域において十分に攪拌させ、該バンプ形成部でイオン輸送を活発に行わせ、均一な高さを有するバンプ電極を形成できる。つまり、均一な高さを有するバンプ電極を備えた半導体集積回路を製造できるという効果を奏する。

20

【0152】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、複数のノズル、またはメッキ液の攪拌部を設けた従来装置を用いずに、メッキ液を十分攪拌できる。つまり、従来方法で、不均一な高さのバンプ電極の原因となる、複数のノズルによるメッキ液の流量差、およびメッキ液の攪拌部により生じるマイクロバブルをなくすことができるという効果を奏する。

【0153】

また、このように、電磁力を用いて、半導体基板を振動させると、その電磁力の場（電場）の振幅・周期の最適化が容易である上、該半導体基板を振動させる可動部を別個に設ける必要がないため、製造装置自体の故障・トラブルの発生を抑制できるという効果を奏する。

30

【0154】

また、本発明の半導体集積回路の製造方法は、上記半導体基板を振動させるための電磁力を、誘導コイルに高周波電流を供給することにより生成する。

【0155】

これによると、誘導コイルにより発生する磁界と、上記の被メッキ面に流れる電流とによって発する電磁力を、誘導コイル・高周波電源という簡単な装置のみで生成して、その電磁力で半導体基板を振動させることができるという効果を奏する。

【0156】

また、本発明の半導体集積回路は、上記の半導体集積回路の製造方法によって製造されることが好ましい。

40

【0157】

これによると、本発明の半導体集積回路は、半導体基板を振動させながら製造するため、均一な高さを有するバンプ電極を備えた半導体集積回路となるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る半導体集積回路の製造装置を示す説明図である。

【図2】図1の半導体集積回路の製造装置によって製造される半導体集積回路を示す説明図である。

【図3】図3(a)は、図1における半導体集積回路のウエハと誘導コイルとを側面からみた、該ウエハの振動の一例を示す説明図であり、図3(b)は、図3(a)のウエハ・誘導コイルを上方からみた、該ウエハの振動を示す説明図である。

50

【図4】図4(a)は、図3(a)の他の一例を示す説明図であり、図4(b)は、図4(a)のウエハ・誘導コイルを上方からみた、該ウエハの振動を示す説明図である。

【図5】本発明の半導体集積回路の製造装置と、後述する図6～図8の従来の半導体集積回路の製造装置(従来装置)とで形成したそれぞれのパンプ電極の高さバラツキを示すグラフである。

【図6】従来装置を示す説明図である。

【図7】図6の従来装置とは異なる他の従来装置を示す説明図である。

【図8】図6・図7の従来装置とは異なる他の従来装置を示す説明図である。

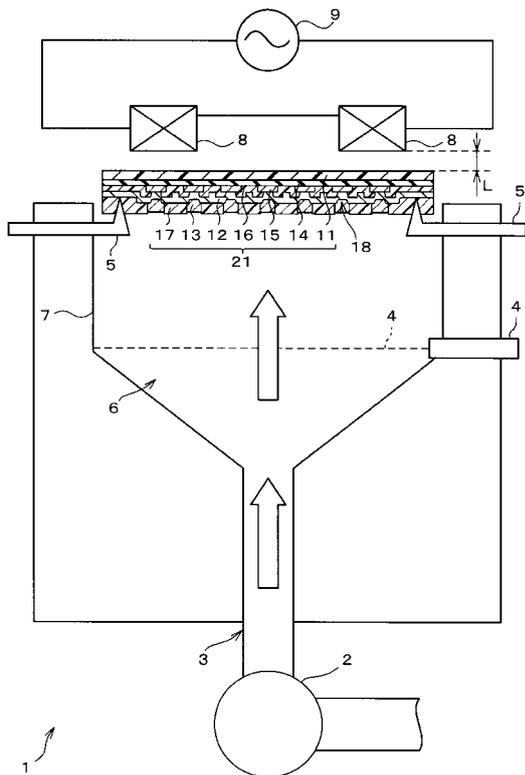
【符号の説明】

- 1 半導体集積回路の製造装置
- 4 アノード電極(陽極)
- 5 カソード電極(陰極)
- 6 メッキ液
- 7 タンク部
- 8 誘導コイル(基板振動手段)
- 9 高周波電源(基板振動手段)
- 11 ウエハ(半導体基板)
- 12 下地金属膜
- 13 パンプ電極
- 18 パンプ形成部
- 21 半導体集積回路
- L 間隔
- B 磁界方向
- I 電流方向
- F 電磁力方向

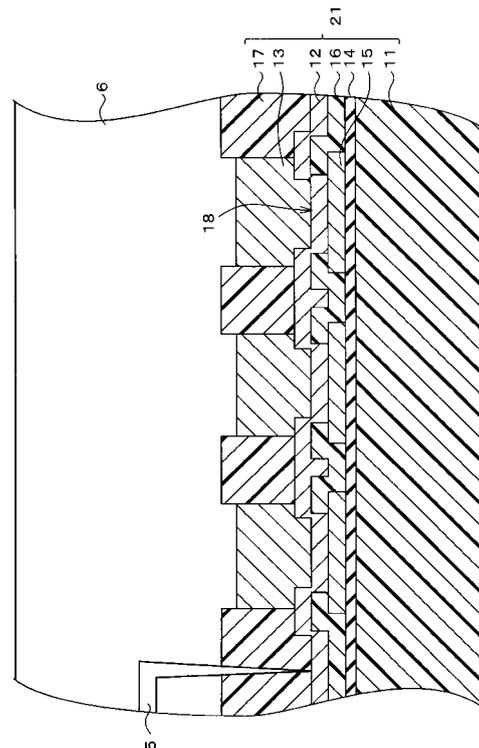
10

20

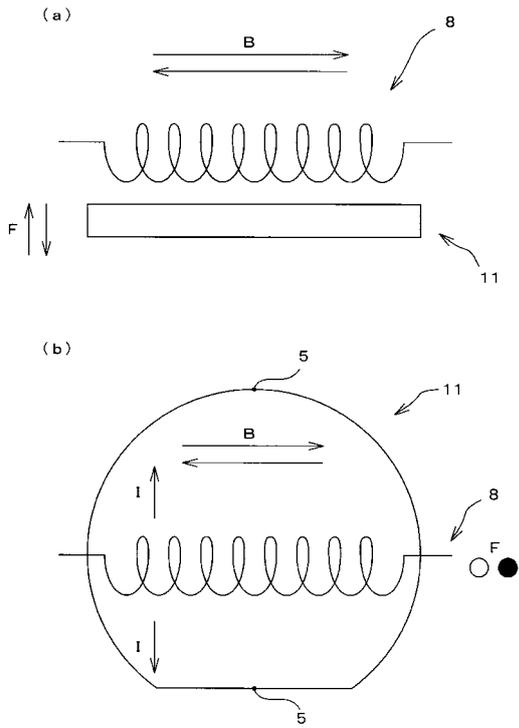
【図1】



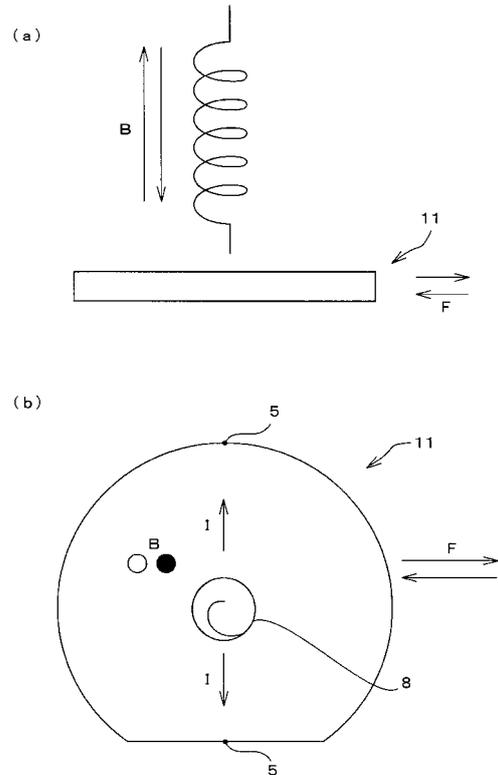
【図2】



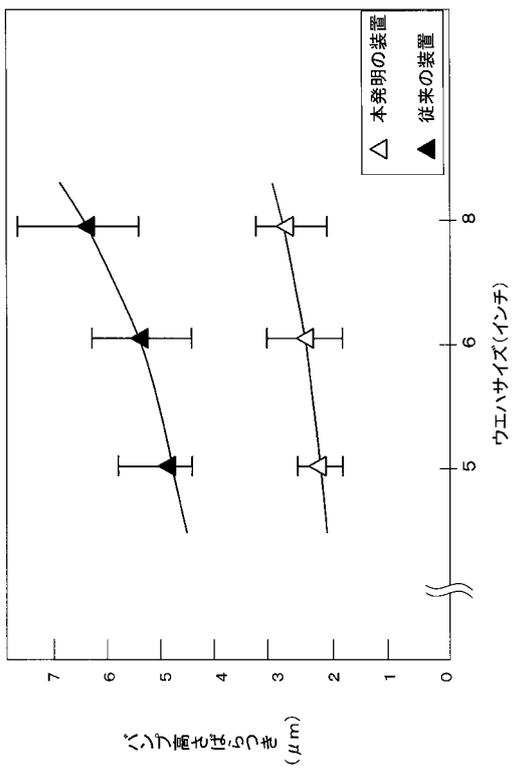
【図3】



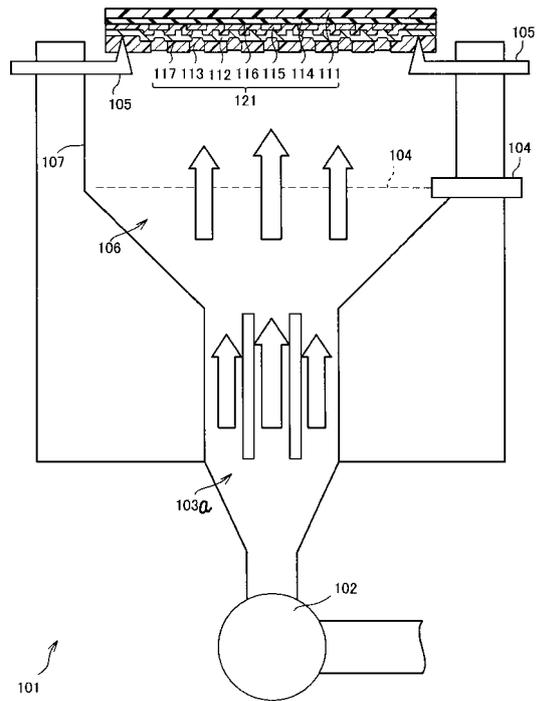
【図4】



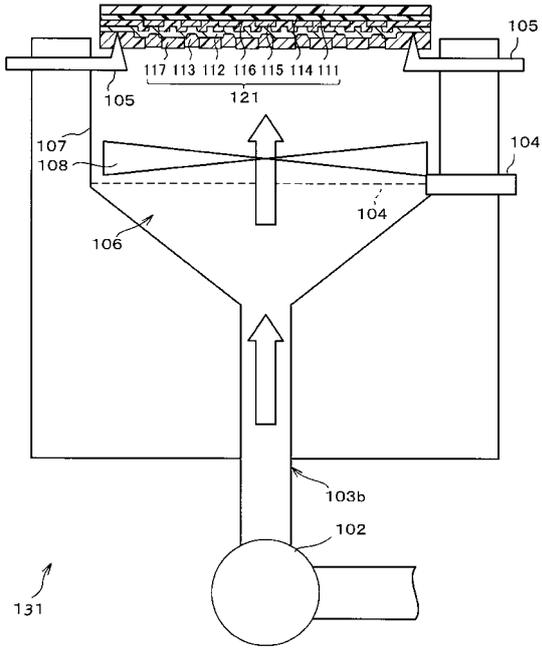
【図5】



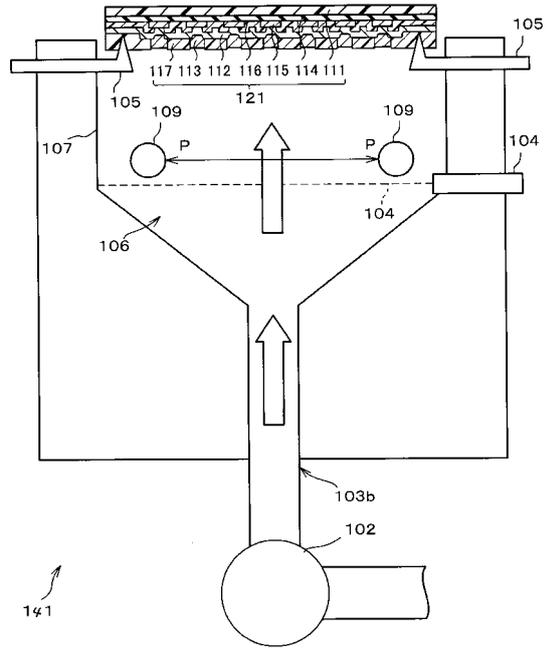
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平02 - 217428 (JP, A)
特開平11 - 189900 (JP, A)
特開昭64 - 082654 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/60
C25D 5/00 101
C25D 21/10 301
H01L 21/288