

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2006-505697
(P2006-505697A)

(43) 公表日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 5 F 3/00 (2006.01)	C 2 5 F 3/00	5 F O 3 3
C 2 5 F 3/12 (2006.01)	C 2 5 F 3/12	
C 2 5 F 3/30 (2006.01)	C 2 5 F 3/30	
H O 1 L 21/3205 (2006.01)	H O 1 L 21/88	K

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2005-506666 (P2005-506666)	(71) 出願人 501177883 エイエスエム・ナトゥール・インコーポレーテッド アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94538-6400、フレモント、ダブリュ・ウォーレン・アベニュー 3501
(86) (22) 出願日 平成15年11月6日 (2003.11.6)	
(85) 翻訳文提出日 平成17年6月13日 (2005.6.13)	
(86) 国際出願番号 PCT/GB2003/004809	
(87) 国際公開番号 W02004/044273	
(87) 国際公開日 平成16年5月27日 (2004.5.27)	
(31) 優先権主張番号 60/425,694	(74) 代理人 100058479 弁理士 鈴江 武彦
(32) 優先日 平成14年11月12日 (2002.11.12)	(74) 代理人 100091351 弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国 米国 (US)	(74) 代理人 100088683 弁理士 中村 誠
(31) 優先権主張番号 10/391,924	(74) 代理人 100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(32) 優先日 平成15年3月18日 (2003.3.18)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	

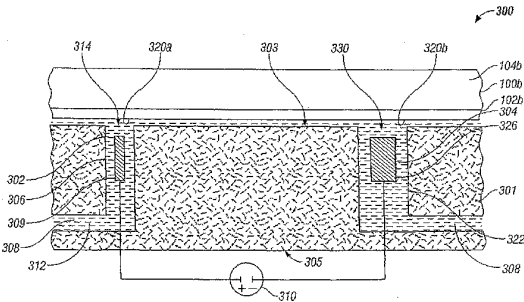
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電解研磨のためのシステムと方法

(57) 【要約】

【課題】 電解研磨のためのシステムと方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、半導体ウェハの導電性表面を電解研磨する処理を提供する。この処理中、コンタクト溶液中のコンタクト電極は、導電層の表面上のコンタクト領域にコンタクト溶液を接触させる。さらに、この処理中、処理溶液中の処理電極は、導電性表面上の処理領域に処理溶液を接触させ、同時に、コンタクト電極と処理電極との間に電位差を与えて、処理領域の導電層の表面を電解研磨する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被加工物上の導電層の表面を電解研磨する方法であって、この方法は、
コンタクト電極をコンタクト溶液中に浸漬させる工程と、
前記導電層の表面の一部に前記コンタクト溶液を接触させて、コンタクト領域を規定する工程と、
処理電極を処理溶液中に浸漬させる工程と、
前記導電層の表面の一部に前記処理溶液を接触させて、処理領域を規定する工程と、
前記処理領域の導電層の表面を電解研磨するように、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与える工程と、
を具備している方法。

10

【請求項 2】

前記両領域との内の少なくとも一方を、前記導電層の表面上の第 1 の位置から第 2 の位置に移動させる工程をさらに具備している請求項 1 に記載の処理。

【請求項 3】

前記導電層の表面上の各ポイントが、少なくとも 1 回はコンタクト領域となり、また、前記導電層の表面上の各ポイントが、少なくとも 1 回は処理領域となり、この結果、前記導電層の実質的に全ての表面が電解研磨されるように、前記導電層と前記領域との間の相対的な移動を維持させる工程をさらに具備している請求項 1 又は 2 に記載の処理。

【請求項 4】

前記コンタクト溶液と前記処理溶液とは、同じ導電性溶液である前記全ての請求項のいずれか 1 項に記載の処理。

20

【請求項 5】

前記導電性溶液は、前記導電層の表面に接触する請求項 4 に記載の処理。

【請求項 6】

第 2 のコンタクト電極をさらに具備し、
この第 2 のコンタクト電極を前記コンタクト溶液中に浸漬させる工程と、
前記導電層の表面の一部に前記コンタクト溶液を接触させて第 2 のコンタクト領域を規定する工程とを具備し、前記電位差を与える工程は、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与えることを含んでいる前記全ての請求項のいずれか 1 項に記載の処理。

30

【請求項 7】

前記導電層の表面の一部に前記処理溶液を接触させて、第 2 の処理領域を規定する工程をさらに具備している前記全ての請求項のいずれか 1 項に記載の処理。

【請求項 8】

第 2 の処理電極をさらに具備し、
この第 2 の処理電極を前記処理溶液中に浸漬させる工程と、
前記導電層の表面の一部に前記処理溶液を接触させて、第 2 の処理領域を規定する工程とを具備し、前記電位差を与える工程は、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与えることを含んでいる請求項 6 又は 7 に記載の処理。

40

【請求項 9】

前記コンタクト領域と前記処理領域との内の少なくとも一方を、前記導電層の表面に対して移動させる工程をさらに具備している請求項 8 に記載の処理。

【請求項 10】

前記導電層の表面の不均一性を平面化させるように、前記導電層の表面をパッドの頂部表面と接触させる工程をさらに具備している前記全ての請求項のいずれか 1 項に記載の処理。

【請求項 11】

前記接触させる工程は、前記導電層の表面を前記パッドの頂部表面と断続的に接触させることを含んでいる請求項 10 に記載の処理。

50

【請求項 12】

前記パッドの前記頂部表面は、研磨剤を含んでいる請求項 10 に記載の処理。

【請求項 13】

前記導電層の表面を平面化させる工程をさらに具備している請求項 12 に記載の処理。

【請求項 14】

前記全ての請求項のいずれか 1 項に記載の方法を含んでいる集積回路を製造する方法。

【請求項 15】

被加工物上の導電層の表面を電解研磨する装置であって、この装置は、

コンタクト溶液を収容し、コンタクト電極がコンタクト溶液の中に浸漬され、また開口部を有し、この開口部を介して前記コンタクト溶液が、前記導電層の表面の一部と接触してコンタクト領域を規定するコンタクトユニットと、

処理溶液を収容し、処理電極が処理溶液の中に浸漬され、また開口部を有し、この開口部を介して前記処理溶液が、前記導電層の表面の一部と接触して処理領域を規定し、この処理領域は、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられた電位差に応じて、前記処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨するように構成されているコンタクトユニットと、

を具備している装置。

【請求項 16】

前記コンタクト電極は、前記導電層の表面に近接している請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記処理電極は、前記導電層の表面に近接している請求項 15 又は 16 に記載の装置。

【請求項 18】

前記電位差は、直流電圧を含んでいる請求項 15 ないし 17 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 19】

前記電位差は、可変電圧を含んでいる請求項 15 ないし 18 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 20】

前記コンタクト溶液と前記処理溶液とは、前記導電層の表面と接触する同じ導電性溶液である請求項 15 ないし 19 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 21】

前記処理領域と前記導電層の表面との間に相対的な移動を発生させて、前記被加工物の前記導電層の実質的に全ての表面を電解研磨するメカニズムをさらに具備している請求項 15 ないし 20 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 22】

前記メカニズムは、前記コンタクト領域と前記導電層の表面との間に相対的な移動を発生させる請求項 21 に記載の装置。

【請求項 23】

前記処理ユニットは、第 2 の処理開口部を有し、この第 2 の処理開口部を介して前記処理溶液が前記導電層の表面の部分と接触して第 2 の処理領域を規定し、また、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられた前記電位差によって、前記第 2 の処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨する請求項 15 ないし 22 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 24】

前記処理ユニットは、複数の処理開口部を有し、これら複数の処理開口部を介して前記処理溶液が前記導電層の表面の部分と接触して複数の処理領域を規定し、また、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる前記電位差によって、前記複数の処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨する請求項 15 ないし 23 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 25】

10

20

30

40

50

前記コンタクトユニットは、複数のコンタクト開口部を有し、これら複数のコンタクト開口部を介して前記コンタクト溶液が前記導電層の表面の部分と接触し、また、前記コンタクト開口部の各々は、中に配置されたコンタクト電極を含み、また、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる前記電位差によって、前記複数の処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨する請求項 24 に記載の装置。

【請求項 26】

前記各処理開口部は、処理電極を含み、この処理電極は、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられた電位差に応じて、前記複数の処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨するように構成されている請求項 25 に記載の装置。

【請求項 27】

前記コンタクト電極と前記処理電極とは前記導電層の表面に近接している請求項 26 に記載の装置。

【請求項 28】

前記導電層の表面の部分と接触するように構成された第 1 のセットのコンタクトユニットをさらに具備し、この第 1 のセットのコンタクトユニットのコンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる電位差によって、第 1 のセットの処理領域によって規定される前記導電層の表面が電解研磨される請求項 25 ないし 27 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 29】

前記導電層の表面の部分と接触するように構成された第 2 のセットのコンタクトユニットを具備し、この第 2 のセットのコンタクトユニットのコンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる第 2 の電位差によって、第 2 のセットの処理領域によって規定される前記導電層の表面が電解研磨される請求項 28 に記載の装置。

【請求項 30】

前記第 1 のセットのコンタクトユニットと前記第 2 のセットのコンタクトユニットとが同じセットのコンタクトユニットである請求項 29 に記載の装置。

【請求項 31】

電位差を与えるように、前記第 1 のコンタクトゾーン又は前記第 2 のコンタクトゾーンを選択するように構成されているゾーンスイッチをさらに具備している請求項 29 又は 30 に記載の装置。

【請求項 32】

前記電位差と前記第 2 の電位差が互いに異なった電圧である請求項 31 に記載の装置。

【請求項 33】

前記第 1 のセットを成す複数のコンタクトユニットの前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる前記電位差と、前記第 2 のセットを成す複数のコンタクトユニットの前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる前記第 2 の電位差とが、連続的に与えられる請求項 32 に記載の装置。

【請求項 34】

前記導電層の表面の部分と接触するように構成された第 1 のセットのコンタクトユニットと第 1 のセットの処理ユニットとを具備し、前記第 1 のセットのコンタクトユニットのコンタクト電極と前記第 1 のセットの処理ユニットの処理電極との間に与えられる電位差によって、第 1 のセットの処理領域によって規定される前記導電層の表面が電解研磨される請求項 26 ないし 33 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 35】

前記導電層の表面の部分と接触するように構成された、第 2 のコンタクトゾーンを規定する第 2 のセットのコンタクトユニットと、第 2 のセットの処理ユニットとを具備し、前記第 2 のセットのコンタクトユニットのコンタクト電極と前記第 2 のセットの処理ユニットの処理電極との間に与えられる第 2 の電位差によって、第 2 のセットの処理領域によって規定される前記導電層の表面が電解研磨される請求項 34 に記載の装置。

【請求項 36】

前記第 1 のセットのコンタクトユニットと前記第 2 のセットのコンタクトユニットとは

10

20

30

40

50

、同じセットのコンタクトユニットである請求項 35 に記載の装置。

【請求項 37】

前記導電層の表面と接触して前記導電層の表面を平面化させるように構成された頂部表面を有しているパッドをさらに具備している請求項 15 ないし 36 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 38】

前記パッドの前記頂部表面は、研磨剤を含んでいる請求項 37 に記載の装置。

【請求項 39】

前記コンタクト電極と前記処理電極とを保持するように構成されたホルダ構造体をさらに具備し、前記パッドが前記ホルダ構造体と前記導電層の表面との間に配置される請求項 37 又は 38 に記載の装置。 10

【請求項 40】

電解研磨システムを用いて被加工物上の導電層の表面を電解研磨する方法であって、この方法は、

前記導電層の表面に近接して複数の電解研磨セルを位置付けし、前記セルの各々が、前記導電層の表面と接触している導電性溶液と連通しているコンタクト電極と、処理領域を規定するように前記導電層の表面の一部と前記導電性溶液が連通するようにさせる開口部とを有している、工程と、

処理電極に前記導電性溶液を接触させる工程と、

前記処理領域によって規定される前記導電層の表面を電解研磨するように、前記複数の電解研磨セルの前記コンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与える工程と、を具備している方法。 20

【請求項 41】

前記複数の電解研磨セルに対して前記導電層の表面を移動させて、前記被加工物を電解研磨する工程をさらに具備している請求項 40 に記載の方法。

【請求項 42】

第 1 の処理エリアを規定する第 1 のセットの電解研磨セルを有している第 1 の電解研磨ゾーンと、第 2 の処理エリアを規定する第 2 のセットの電解研磨セルを有している第 2 の電解研磨ゾーンとをさらに具備し、前記電位差を与える工程は、

前記第 1 のセットの電解研磨セルのコンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与えて、前記第 1 の処理エリアを電解研磨することと、 30

前記第 2 のセットの電解研磨セルのコンタクト電極と前記処理電極との間に電位差を与えて、前記第 2 の処理エリアを電解研磨することと、

を含んでいる請求項 40 又は 41 に記載の方法。

【請求項 43】

ゾーンスイッチをさらに具備し、

前記第 1 の処理エリアを電解研磨するために前記第 1 のセットの電解研磨セルを選択する工程と、

前記第 2 の処理エリアを電解研磨するために前記第 2 のセットの電解研磨セルを選択する工程と、 40

を含んでいる請求項 42 に記載の方法。

【請求項 44】

前記第 1 のセットの電解研磨セルに与えられる前記電位差が、前記第 2 のセットの電解研磨セルに与えられる前記電位差とは異なる請求項 42 又は 43 に記載の方法。

【請求項 45】

前記電位差は、直流電圧である請求項 40 ないし 44 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 46】

前記電位差は、可変電圧である請求項 40 ないし 44 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 47】

前記処理電極は、複数の処理電極を含み、これら処理電極の各々は、前記導電性溶液と 50

連通している前記複数の電解研磨セルの各開口部の内部に配置されており、また、前記電位差を与える工程は、複数のコンタクト電極と前記複数の処理電極との間に前記電位差を与える工程を含んでいる請求項 40 ないし 46 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 48】

前記処理電極の各々は、前記開口部の各々を実質的に占有している請求項 47 に記載の方法。

【請求項 49】

前記複数の電解研磨セルと前記導電層の表面との間に配置されたパッドをさらに具備し、前記導電層の表面を前記パッドで平面化する工程を含んでいる請求項 40 ないし 48 のいずれか 1 項に記載の方法。

10

【請求項 50】

前記パッドは、研磨剤である請求項 49 に記載の処理。

【請求項 51】

請求項 40 ないし 50 のいずれか 1 項に記載の方法によって製造された集積回路。

【請求項 52】

被加工物上の導電層の表面を電解研磨するシステムであって、このシステムは、各々がコンタクトユニットとプロセスユニットとを有する複数の電解研磨セル前記電解研磨セルを具備し、各コンタクトユニットは、コンタクト電極が中に浸漬されコンタクト溶液を収容し、また開口部を有し、この開口部を介して前記コンタクト溶液が前記導電層の表面の一部と連通しており、また、

20

前記プロセスユニットは、処理溶液中にある処理電極と開口部とを有し、この開口部を介して、前記処理溶液が前記導電層の表面の一部と連通して処理領域を規定し、前記コンタクト電極と前記処理電極との間に与えられる電位差によって、前記導電層の表面の前記処理領域が電解研磨される、システム。

【請求項 53】

前記複数の電解研磨セルと前記導電層の表面との間に相対的な移動を生じさせて、前記被加工物の前記導電層の表面を電解研磨するメカニズムをさらに具備している請求項 52 に記載のシステム。

【請求項 54】

前記複数の電解研磨セルを保持するように構成されたホルダ構造体をさらに具備している請求項 53 に記載のシステム。

30

【請求項 55】

前記ホルダ構造体は、前記導電層の表面と接触して前記導電層の表面を平面化させるように構成された頂部表面を備えたパッドを有している請求項 54 に記載のシステム。

【請求項 56】

前記コンタクト電極は、前記導電層の表面に近接している請求項 52 ないし 55 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 57】

前記処理電極は、前記導電層の表面に近接している請求項 52 ないし 56 のいずれか 1 項に記載のシステム。

40

【請求項 58】

前記コンタクト溶液と前記処理溶液とは、同じ導電性溶液である請求項 52 ないし 57 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 59】

前記コンタクト電極は、前記コンタクトユニットを実質的に占有している請求項 52 ないし 58 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 60】

前記処理電極は、前記処理ユニットを実質的に占有している請求項 52 ないし 59 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 61】

50

前記コンタクト電極と前記処理電極とは、前記導電層の表面と近接しており、また、前記コンタクト溶液と前記処理溶液とは同じ導電性溶液である請求項 5 2 ないし 6 0 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 6 2】

前記与えられる電位差は、直流電圧を含んでいる請求項 5 2 ないし 6 1 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 6 3】

前記与えられる電位差は、可変電圧を含んでいる請求項 5 2 ないし 6 1 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は一般に半導体集積回路技術に関し、より詳しくは、電解エッチング又は電解研磨のための方法と装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来の半導体デバイスは、一般的に、通常はシリコン基板である半導体基板と、複数の連続的に形成された二酸化シリコンなどの誘電体層と、導電材料から成る導電性の経路もしくは相互接続部とを含んでいる。相互接続部は、通常は、誘電体層にエッチングで掘られた溝に導電性材料を充填させることによって形成される。集積回路では、複数のレベルを成す相互接続ネットワークが、基板表面に対して横方向に延在している。様々な層に形成された相互接続部は、ビア又はコンタクトを用いて電氣的に接続される。

20

【0 0 0 3】

導電性材料をビア、溝、パッド又はコンタクトなどの外形物中に充填させる動作は、電着によって実行される。電着法又は電気メッキ法では、銅などの導電性材料は、このような外形物内部を含んでいる基板表面上に堆積される。次に、材料除去技法を用いて平面化して、余分の金属を頂部表面から除去し、これで、外形物又は空洞中にだけ導体を残すようにする。この目的のために最も一般的に用いられる標準的な材料除去技法としては、化学機械研磨法 (CMP) がある。電解エッチング又は電気化学エッチングとも呼ばれる化学エッチング及び電解研磨はまた、この応用分野にためになると評価されている魅力的な処理オプションである。銅は、その低い抵抗率と良好なエレクトロマイグレーション特性によって、現時点では相互接続という応用分野では最適な材料である。したがって、本発明は、例として銅と銅合金の層の電解研磨について述べるが、Pt、Co、Niなどの他の材料の電解研磨もまた、本発明の方法と装置を用いて達成することが可能である。

30

【0 0 0 4】

標準的な電気メッキ法によって生じる銅の層は、数マイクロメートルより大きい幅を有している外形物などの大きい外形物上に等角に堆積される。その結果、メッキされたウェハ表面のトポグラフィが平面でなくなってしまう。図 1 A に、標準の電気メッキ技法を用いて導体 1 0 6 にコーティングされた例示のビア 1 0 2 と例示の溝 1 0 4 とを有している被加工物表面 1 0 0 を示している。この図からわかるように、導体 1 0 6 の表面は小さいビア 1 0 2 上では平面であるが、大きい溝 1 0 4 上の導体 1 0 6 の表面は段差「S」を有している。CMP や、エッチングや電解エッチングを用いて余分の導体、即ち過重物を除去する処理工程の間に、余分の導体を表面から除去して、導体を外形物内にだけ残して、この非平面表面トポグラフィを平面化させる必要がある。平面化が達成されないと、導体の厚さが減少するにつれて、段差 S が存在するため、大きい溝の内部から導体が失われることになる。点線 1 1 0 と 1 1 2 は、表面上における余分の導体の厚さが「t」からほぼゼロに減少するにつれて、溝から失われていく導体の量がそれぞれ分量「d」から大きい分量「D」に増加していく様子を示している。外形物内部から導体がこのように失われていくことは容認しがたいことであることが理解されよう。

40

【0 0 0 5】

50

CMP技法は、平面化しながらも、同時に余分の導体層を除去する能力を提供するために開発されたものである。これを図1Bに、点線120と122として示している。余分の導体が除去されると、その結果、表面が点線122に示しているように理想的に平面なものとなり、ビア102と溝104の双方が導体によって完全に充填されることになる。余分の導体のうち少しでも残っている部分は、他のあらゆる導体層（バリア層など）と一緒に全て除去され、これで、外形物102と104内の導体の間が確実に電氣的に遮断されることに留意されたい。

【0006】

標準の電解エッチング技法の平面化能力は、CMPほど良好ではない。したがって、このような処理の結果、図1Aと図1Bに示している場合の間に幾分差が発生することになる。被加工物表面から導体を除去する際にウェハ表面上に機械的作用を導入する平面化パッド又は被加工物表面に影響するデバイス（WSID）を用いることによって、電解エッチングの平面化能力が増し、図1Bの点線122で示しているような理想的な結果に近づく。このようにして、余分の銅を除去しながら非平面又は非平坦な銅表面を平面化させることが可能である。このような処理は、機械的な作用が伴うため、電気化学機械エッチング法（ECME）又は電気化学機械研磨法と呼ばれている。その名前が示唆するように、このような方式では、ウェハ表面に平面化パッドを接触させ、また、ウェハ表面と平面化パッドを相対的に移動させながら、電解エッチングを実行する。

【0007】

上述したように、標準の電気メッキ技法によって生じる等角な堆積物と非平面被加工物の表面は、余分の材料を除去する工程中に平面化する必要がある。新たに開発された様々な電着技法は、まとめて電気化学機械堆積法（ECMD）と呼ばれ、導体を堆積させている間にウェハ表面の近傍でパッド又はWSIDを利用するものである。メッキしている最中にWSIDが作用することによって、被加工物表面上に存在する最も大きい外形物の上でさえも、平面堆積物が平面の表面トポグラフィを有するようになる。このような平面堆積物を図1Cの層130として示している。銅などの余分の導電性材料をこのような平面堆積物から除去する際にも、材料除去工程でさらに平面化する必要はない。したがって、CMPや、電解エッチングや、化学エッチングや、電気化学機械エッチングや、化学機械エッチングなどの技法は全て、この場合に平面状にそして均一に過重物を除去するために用いても問題はない。

【0008】

パッドやWSIDによる機械的作用を支援として実行される電解エッチング処理を記載している特許や特許出願がいくつか存在する。このような処理の詳細が、全てが本発明の譲受人によって共通して所有されている以下の特許と特許出願に記載されている。米国特許第6,402,925号と、2002年9月20日に提出された「電気メッキと電解研磨のための方法と装置（Method and apparatus for electroplating and electropolishing）」という題名の米国特許出願第10/238,665号、2000年9月28日に提出された「パターンニングされた基板と層の構造体の頂部表面上の金属コーティングを最小化/解消する方法（Method to minimize / eliminate metal coating over the top surface of a patterned substrate and layer structure made thereby）」という題名の米国特許出願第09/671,800号、2001年4月23日に提出された「電解エッチングのためのシステムと方法（Electroetching system and method）」という題名の米国特許出願第09/841,622号、2002年7月22日に提出された「多段差電着処理（Multi-step electrodeposition process）」という題名の米国特許出願第10/201,604号、2002年3月6日に提出された「マルチフェーズ処理環境を用いた平面材料除去技法のための方法と装置（Method and Apparatus for Planar Material Removal technique using multi phase process environment）」という題名の米国仮出願第60/362,513号、2002年9月20日に提出された「電気メッキと電解研磨のための方法と装置（Method and apparatus for electroplating and electropolishing）」という題名の米国出願第10/238,665号。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

標準の電着処理と電解エッチング処理中では、被加工物、即ちウェハは、一般的にはそのエッジの近傍のそのおもての表面上で、その周辺全体にわたって接触される。ウェハを接触させる従来の方法では、締め付けリングを設計し、これで、パネ仕掛けの金属製フィンガなどの電気的コンタクトをウェハの周囲に沿った表面エッジに対して圧接する。コンタクトは、Oリングやリップシールなどのシールをウェハ表面のエッジに対して押圧して、処理溶液から保護される。しかしながら、ウェハの処理において低誘電率材料を用いることを推進すると、このようなコンタクトの使用に対して新たな制限を課することになる。低誘電率材料は比較的やわらかく機械的に弱い。金属製のコンタクトとシールを、低誘電率材料上に堆積されている導電性薄膜に対して押圧すると、このような材料が損傷を受け、さらに、電気的コンタクトが失われることさえあるが、それは損傷を受けた低誘電率層の上の導電性薄膜自身が不連続になるからである。この難問に対処するために、ウェハエッジに対して電気的コンタクトを形成する新しい方法が、本発明の譲受人によって共通して所有されている米国特許第6,471,847号と第6,251,235号に開示されている。この方式では、ウェハに接触するような金属製コンタクトは何もない。電気的コンタクトは、チャンバ内に閉じ込められている液体導体を用いて達成される。

10

【 0 0 1 0 】

電気化学機械エッチング技法と電気化学機械堆積技法に関連する上記の技術を見直すと、このような方法は、締め付けリング設計の電気的コンタクトを用いる装置中で締め付けリングの下方にあるエッジ表面領域などの処理溶液から保護された「コンタクト領域」を除外する必要なく、ウェハの表面全体を電気処理、即ち、電着や電解研磨する能力を有していることが分かる。

20

【 0 0 1 1 】

全面電着又は全面電解エッチングを可能とするコンタクト設計が、全て本発明の譲受人によって共通して所有されている以下の米国特許出願に記載されている。2000年10月11日に提出された「金属メッキしている間に被加工物の表面に電気的に接触する方法 (Making electrical contact to the surface of a workpiece during metal plating)」という題名の米国特許出願第09/685,934号、2000年12月14日に提出された「電気化学メッキのためのウェハのおもて側に電気的に接触する方法 (Method of electrical contact to wafer frontal side for electrochemical plating)」という題名の米国特許出願第09/735,546号、2001年1月17日に提出された「基板上に均一な薄膜を電着させる方法と装置 (Method and apparatus for electrodeposition of uniform film on substrate)」という題名の米国特許出願第09/760,757号。これらの出願に記載されているように、被加工物表面に電気的に接触する1つの方法では、被加工物の導電性表面に対してワイヤ、フィンガ、パネ、ローラ、ブラシなどの導電性コンタクトエレメントを物理的に接触させ、また、コンタクトエレメントとウェハ表面とを互いに対して移動させ、これでウェハ表面の互いに異なった部分が互いに異なった時点で物理的そして電気的に接触するようにする動作が伴う。別の方法では、被加工物表面に対する電気的接触は、導電性コンタクトエレメントをウェハに対して物理的に接触させることなく達成される。どちらの方法でも、電気的接触は、実質的にウェハの表面全体にわたって又はウェハのエッジ領域に対してだけなされる。

30

40

【 0 0 1 2 】

電解研磨中に被加工物に接触する手段を含め、電解研磨のための方式と装置に多くの進歩が達成されているが、それでもなお、特に低誘電率材料を有している最新のウェハに損傷や欠陥をもたらすことなく被加工物表面から余分の導電性薄膜を均一に除去する、代替の接触手段と電解エッチング技法とに対する必要性が存在する。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 3 】

本発明は、従来の電解研磨方式の確認済みの限界を克服し、被加工物表面から余分の導

50

電性薄膜を均一に除去する代替の接触手段と電解エッチング方法とを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の1つもしくは複数の実施形態では、被加工物上の導電層の表面を電解研磨する装置と方法とが開示されている。本発明によるこの方法は、コンタクト電極をコンタクト溶液中に浸漬させる工程と、導電層の表面の一部に対してコンタクト溶液を接触させてコンタクト領域を規定する工程と、処理電極を処理溶液中に浸漬させる工程と、導電層の表面の一部に対して処理溶液を接触させて処理領域を規定する工程と、コンタクト電極と処理電極との間に電位差を与えて処理領域の導電層の表面を電解研磨する工程と、を含んでいる。

10

【0015】

本発明の別の態様によれば、本方法はコンタクト領域又は処理領域との内の少なくとも一方を、導電層の表面上の第1の位置から第2の位置に移動させる工程をさらに含んでいる。これらの領域との内の少なくとも一方を、処理全般にわたって第1の位置から別の位置に移動させる際に、導電層の表面全体を電解研磨することが可能である。

【0016】

本発明の別の態様では、コンタクト溶液と処理溶液は同じ導電性溶液である。この導電性溶液が導電層の表面に接触する。

【0017】

本発明の別の態様によれば、第2のコンタクト電極が提供されるが、本方法は、第2の電極をコンタクト溶液中に浸漬させる工程と、導電層の表面の一部に対してコンタクト溶液を接触させて第2のコンタクト領域を規定する工程と、コンタクト電極と処理電極との間に電位差を与えて第2のコンタクト領域を電解研磨する工程とをさらに含んでいる。

20

【0018】

本発明の別の態様によれば、本方法は、導電層の表面に対してパッドの頂部表面を接触させ、これで、電解研磨の最中に導電層の表面の不均一性を平面化させる工程をさらに含んでいる。このパッドの頂部表面は研磨製の表面である。このパッドは導電層の表面に断続的に接触する。

【0019】

本発明の別の実施形態では、被加工物上の導電層の表面を電解研磨する装置は、コンタクト溶液と、その中に浸漬され、コンタクト領域を規定するようにコンタクト溶液が導電層の表面の一部と接触する際に通過する開口部を有しているコンタクト電極とを含んでいるコンタクトユニットと、処理溶液と、その中に浸漬される処理電極と、コンタクト電極と処理電極との間に与えられる電位差に応じて、処理領域によって規定される導電層の表面を電解研磨するように構成された処理領域を規定するように、処理溶液が導電層の表面の一部に接触する際に通過する開口部を有している処理ユニットと、を含んでいる。

30

【0020】

本発明の他の態様によれば、コンタクト電極及び/又は処理電極は、導電層の表面に近接している。上記の電位差は、直流電圧や可変電圧である。

【0021】

本発明のさらに別の態様によれば、あるメカニズムによって、処理領域と導電層の表面とを相対移動させ、被加工物上の導電層の実質的に全ての表面を電解研磨する。このメカニズムはさらに、コンタクト領域と導電層の表面とを相対移動させる。

40

【0022】

本発明のさらに別の態様によれば、処理ユニットは、複数の処理領域を規定するように導電層の表面の部分に処理溶液が接触する際に通過する複数の処理開口部を含んでおり、コンタクト電極と処理電極との間に与えられる電位差によって、前記複数の処理領域によって規定される導電層の表面を電解研磨する。さらに、コンタクトユニットは、導電層の表面の部分にコンタクト溶液が接触する際に通過する複数のコンタクト開口部を含んでおり、このコンタクト開口部は各々がその中に配置されたコンタクト電極を含んでおり、ま

50

た、コンタクト電極と処理電極との間に与えられた電位差によって、複数の処理領域によって規定される導電層の表面が電解研磨される。

【 0 0 2 3 】

本発明のさらに別の態様では、コンタクトユニットの第 1 のセットが導電層の表面の部分に接触するように構成されており、ここで、コンタクトユニットの第 1 のセットのコンタクト電極と処理電極との間に与えられる電位差によって、処理領域の第 1 のセットによって規定される導電層の表面が電解研磨される。そのうえ、コンタクトユニットの第 2 のセットが導電層の表面の部分に接触するように構成されており、ここで、コンタクトユニットを含んでいる第 2 のセットからのコンタクト電極と処理電極との間に与えられる第 2 の電位差によって、処理領域を含んでいる第 2 のセットによって規定される導電層の表面が電解研磨される。

10

【 0 0 2 4 】

本発明のさらに別の態様では、ゾーンスイッチが、電位差を与えるべきゾーンとして第 1 のコンタクトゾーン又は第 2 のコンタクトゾーンを選択するように構成されている。上記の電位差と第 2 の電位差とは互いに電圧が異なっている。

【 0 0 2 5 】

本発明の上記の利点とさらなる利点は、添付図面を参照する以下の詳細な説明を読めば当業者には明らかであろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下に説明するように、本発明は、半導体の表面上に堆積された導電性材料の層を電解エッチング又は電解研磨する方法とシステムを提供する。本発明は、電気化学機械エッチング処理又は従来の電解エッチングシステムで用いることが可能である。本発明は、被加工物表面に物理的に接触しない処理溶液と電気的コンタクトエレメントとを組み合わせる用いることによって、導電性材料を電解エッチングするものである。

20

【 0 0 2 7 】

ここで、全般的に同様の符号が同様の部品を示している図面を参照する。図 2 A は、被加工物 1 0 0 a の一部分の断面図を示している。この被加工物は、前処理された半導体ウェハの例示の部分である。また、図 2 B に詳細に示しているように、被加工物 1 0 0 a の頂部層 1 0 2 a は、電気メッキされた銅などの導電性材料の層を含んでいる。被加工物の底部層 1 0 4 a は、低誘電率の誘電性薄膜などの絶縁層 1 0 6 a と、シリコンであることが好ましいウェハの基板 1 0 8 とを含んでいる。この実施形態では、導電層 1 0 2 a は被加工物 1 0 0 a の一部であるが、それは、被加工物 1 0 0 a 全体が導電性材料からなっているとすると本発明の範囲に含まれる。

30

【 0 0 2 8 】

絶縁層をパターニングして、ビア外形物 1 1 0 及び溝外形物 1 1 2 とする。絶縁層のこれらの外形物と表面 1 1 4 とは、T a、T a N、T i、W C N、W N、T i N 又はこれらの材料の複合物から成る層などのバリア層 1 1 6 で裏打ちされている。このバリア層もまた、明確にするために図 2 B では図示されていない銅シード層などの導電性シード層でコーティングされている。このようなシード層は一般的に、導電層を堆積させる前に半導体ウェハ上に堆積される。被加工物 1 0 0 a は、複数のビアと、溝と、他の外形物を備えている。図 2 B に示しているように、本発明の一実施形態を例示しているために、導電層 1 0 2 a の表面 1 0 3 a は平面である、即ち、導電層 1 0 2 a が堆積されている間に高い領域と低い領域が形成されるような表面トポグラフィを有していない。本発明はまた非平面のウェハ表面も処理可能であることを理解すべきである。

40

【 0 0 2 9 】

図 3 A は、ウェハ表面上の材料を、ウェハから遠隔にある電気的コンタクトを用いてどのようにして電解研磨するかを略図で説明するものである。図 3 A 中の断面部が、ウェハキャリア（図示せず）で保持されている被加工物 1 0 0 a の表面から離れて、銅層 1 0 2 a の一部を電気化学的にエッチングする、例示の電解エッチング又は電解研磨システム 2

50

00の一部を示している。この例示の実施形態におけるこの電解エッチングシステムは、コンタクトユニット202と処理ユニット204を有している。以下により十分説明するように、コンタクトユニット202は、液体コンタクト溶液によって導電層102aとの電氣的コンタクトを確立することが可能である。

【0030】

この点で、コンタクトユニット202は、コンタクト溶液208を含んでいるためのコンタクト容器206、即ちコンタクトノズルを備えている。コンタクト電極209はコンタクト容器206の内部に置かれ、これでコンタクト溶液208中に浸漬される。コンタクト電極は銅層102aの表面103aには物理的に接触しない。コンタクト電極209は電源210の正の端子に電氣的に接続されている。コンタクト溶液208はコンタクト
10
取入れ口212を介して容器を充填し、コンタクト開口部214を介して容器から出て行く。取り入れ口212はコンタクト溶液のリザーバ（図示せず）に接続されている。コンタクト開口部214は、導電層102aの表面103aのコンタクト領域220aに近接して置かれている。コンタクト溶液208は、開口部214から流れ出るにつれて、コンタクト領域と物理的に接触して、電極209とコンタクト領域220a間を電氣的に連通させるが、それはこの溶液が導電性の液体であるからである。電圧降下を最も低くするには、コンタクト電極209をコンタクト領域220aにできる限り近づける。しかしながら、コンタクト溶液208の抵抗率が低く、したがって電圧降下が問題とならない場合、コンタクト電極209はコンタクト容器の外部に置かれたり、コンタクト溶液208と物理的に接触している限りどこに置かれてもよい。
20

【0031】

処理ユニット204は、電解エッチング溶液又は電解研磨溶液である処理溶液224を含んでいるための処理容器222、即ち処理ノズルを備えている。処理電極226は処理容器222の内部に置かれ、これで処理溶液224中に浸漬された状態に置かれる。処理電極は処理容器中に閉じ込めておく必要はないことに留意されたい。それは処理溶液と物理的に接触し、したがって、それと電氣的に接触している限り外部にあってもよい。処理電極226は電源210の負の端子に電氣的に接続されている。処理溶液224は処理取
30
入れ口228を介して容器を充填し、処理開口部230を介して容器から出て行く。処理溶液224は再循環させてもよいし攪拌されてもよい。取り入れ口228は処理溶液のリザーバ（図示せず）に接続されている。処理開口部230は導電層102aの表面103aの処理領域220bに近接して置かれている。この実施形態では、処理領域220bは処理開口部230の面積にほぼ等しい。処理溶液224は、開口部230から流れ出る際に、処理領域220bと接触して、処理電極226と処理領域220b間を電氣的にコンタクトさせる。図3Aには具体的なコンタクト領域と処理領域とが図示されているが、これらの領域は被加工物上のどこに置いてもよいことが理解されるであろう。さらに、コンタクトユニットと処理ユニットは複数個用いてもよい。コンタクト溶液と処理溶液は、互いに異なった溶液でもよいし同じ溶液でもよい。同じ溶液である場合、この2つの溶液は、被加工物表面から除去されるべき材料にとって効果的な電解エッチング溶液又は電解研磨溶液である必要がある。

【0032】

コンタクトユニットと処理ユニットは、互いに異なった様々な材料を用いて互いに異なった方法で構築してもよい。例えば、コンタクト電極209が容器206の壁にあったり、それが実際に容器206の壁であったりすることがあり得る。類似の方式を用いて、処理容器222を構築してもよい。コンタクトユニット又は処理ユニットは、絶縁性の海綿状材料を備えており、この材料で導電性電極を埋め込んでいる。図3Bに、コンタクト溶液208を保持し、またこの中を通過する絶縁性海綿状材料250を、コンタクトユニッ
40
ト202aが備える場合を示している。コンタクト電極209は、海綿体250中のコンタクト溶液208に接触する。図3Bに示しているように、この海綿状材料は、電解研磨中に銅薄膜102aの表面に物理的に接触するが、これはそれが柔軟な材料であり、表面を損傷しないためであることに留意されたい。同様に、処理中にウェハ表面に物理的に接
50

触する絶縁性海綿状材料又は絶縁性柔軟パッドを処理ユニットの構造中で用いることは、本発明の範囲に含まれる。

【0033】

図3Aを参照すると、銅層102aの電解エッチングは、陽極であるコンタクト電極209と陰極である処理電極226との間に電位が与えられると、処理領域220bのところで開始される。電流がコンタクト電極209からコンタクト溶液208に流れ、コンタクト溶液を通過して銅層102aのコンタクト領域220aに入る。次に、この電流は銅層102a中を処理領域220bに向かって流れ、電解エッチング溶液224に入って処理電極226に流れる。この点で、コンタクト電極209は、コンタクト領域220aのところでは銅薄膜より陽極的であり、処理領域220bのところでは銅薄膜は陰極より陽極的である。処理領域のところで銅薄膜に与えられる陽極電圧のため、この特定の領域において銅が電解研磨又は電解エッチングされる。この領域で基板から除去された銅は、処理電極226上に堆積する。溶液が錯化剤を収容しているように配合されている場合、銅は、処理電極226上に堆積するのではなく、錯化して溶液中に留まる可能性がある。しかしながら、本発明者らは、溶液が、燐酸溶液などの標準の電解エッチング溶液である場合の例を引き続き提起する。コンタクト電極209は、PtやPtコーティングした金属やステンレス鋼や、導電性のメッシュや泡などの不活性材料でできており、したがって、この不活性電極に陽極電圧を与えても、どの材料も除去されない。しかしながら、そうすると、気体のバブルが発生するが、これは前記の流れる溶液によって又はコンタクトユニット中に構築された他の設計によって除去することが可能である。このような設計の1つを図3Cに示しているが、それは、コンタクト電極209上に置かれた浸透性のバリア260を含んでいる。この浸透性バリア260は多孔性であって、コンタクト溶液208を通過させる。しかしながら、バブルをブリード開口部261に向けて誘導することによって、バブルを基板表面に到達させることは不可能であり、バブルは被加工物表面から離れる方向に行ってしまう。同様の構造体が処理ユニットでも用いられる。図3Dに示している別の設計は2チャンバ式のコンタクト容器206aであり、これは一次容器206aと二次容器206aaを備えている。コンタクト電極209は一次容器206a中に置かれており、したがって、発生するバブルは全てブリード開口部261aを介して基板表面から逸れる。複数チャンバを利用したより複雑な設計のコンタクト容器と処理容器を用いると、バブルを最小化又は除去することが可能である。

10

20

30

【0034】

図3Aを参照すると、銅薄膜は、コンタクト領域220aのところにおいては、コンタクト電極209と比較してより陰極的であるので、この領域においては銅が溶解する可能性はない。実際に、銅はこの陰極性電圧によって保護されている。この点で、コンタクト溶液が銅層の表面上に堆積し得る材料のイオンをまったく含有せず、また、コンタクト電極209がコンタクト溶液208によってエッチング又は電解エッチングされるような、いかなる材料も収容しないことが重要である。したがって、金属のイオン種を収容している堆積溶液は、コンタクト溶液として用いるには適していない。

【0035】

処理中、処理ユニットは、被加工物が回転している又は移動しているときに、被加工物のエッジと被加工物の中心の間を移動させるのが好ましい。処理ユニットをウェハの半径に沿って移動させると、ウェハが回転している間にウェハの表面全体を電解エッチングさせることが可能である。他の移動も採用可能である。重要なことは、ウェハ上の全ての点がある時点で処理領域として、実質的に全ての表面から銅を除去することである。ウェハ表面を処理ユニットで走査する動作は、ウェハ、処理ユニット又は両方を、互いに対して移動させることによって実行可能である。

40

【0036】

コンタクトユニットと処理ユニットを様々な形状と形態で設計することが可能である。このような設計には、これに限られないが、円形、楕円形、パイ形状、線形及びその他があり、これで、コンタクト領域と処理領域の形状が規定される。被加工物の表面とコンタ

50

クトユニットや処理ユニットの間に確立された相対的な移動の性質によって、最も均一に電解エッチングされるように、これらのユニットの最も適切な形状が選択される。このような例の内の3つを図3E、図3F、図3Gに示しているが、これらは処理ユニット270a、270b及び270c、並びにコンタクトユニット280a、280b及び280cの上面図を示している。ウェハ290は処理ユニットとコンタクトユニットの近傍（用いられる溶液の導電率に応じて0.1ないし5mmの範囲が好ましい）に置かれ、これの銅でコーティングされた表面（図示せず）が処理溶液とコンタクト溶液で濡れるようにする。前に説明したように、電解エッチング処理が開始されると、図3Eのウェハ290がコンタクトユニット280a上で平行移動され、処理ユニット270aが線形方向291に平行移動される。ウェハもまたゆっくりと回転される。この線形の移動は双方向であってもなくてもよい。処理中、処理ユニット270aは、ウェハの全表面を効果的に走査して、材料を均一に除去するようにする。複数のコンタクトユニットを用いることによって、ウェハに対する電氣的コンタクトが常に保証される。さらに多くの処理ユニットとコンタクトユニットが上記の設計で用いられる（例えば、図6A、図6B、図7A、図7B、図8A、図8B、図9A及び図9Bを参照）。ウェハ290を回転移動させるのに適している、コンタクトユニット280bと処理ユニット270bとの具体的な設計を、図3Fに示している。この場合、このパイ形状の処理領域がウェハ表面を走査して、おもて表面全体から材料を均一に除去するようにする。コンタクトユニット280bは、ウェハのエッジであればどこに置いてもよい。また、この設計でも、コンタクトユニットと処理ユニットを複数個利用してもよい。図3Gでは、リング形状のコンタクト領域が提供されている。材料が除去される処理領域は、ウェハ表面の残余を構成する。この場合、コンタクト領域に残された銅は、化学エッチング又は電気化学エッチングなどの別の処理を用いて、後で除去する必要がある。材料を最もよく均一に除去することを可能とするために最適化することが可能な、処理ユニットとコンタクトユニットの形状と形態が、他にも多く存在する。

10

20

【0037】

図4A、図4B及び図5に、コンタクトユニットと処理ユニットを複数個含んでいる2つの代替の電解エッチングシステムを示している。上記の実施形態におけるこれらのコンタクトユニットと処理ユニットは、様々なベース構造体によって保持されるが、これらの構造体によって、ユニットは、コンタクト溶液と処理溶液として、同じ電解エッチング溶液を使用することが可能となる。双方の実施形態において、ウェハ表面に対する電氣的コンタクトは、コンタクトユニットに施された電解エッチング溶液を介して達成される。コンタクト電極はウェハ表面に対して物理的に接触することはないが、既述したように、柔軟な海绵体又はパッドのような材料をコンタクトユニット又は処理ユニット中に置いてもよく、この材料が被加工物表面のコンタクト領域と処理領域のところに接触してもよい。電解エッチング溶液が、コンタクト電極とウェハの導電性表面との間の導電性経路となる。

30

【0038】

図4Aの例示の電解エッチング又は電解研磨システム300が、キャリア（図示せず）で保持されている基板100bの銅層102bを処理するために用いられてよい。この実施形態における電解エッチングシステムもまた、コンタクトユニット302と処理ユニット304とを有している。前の実施形態とは異なって、これらユニット302、304は、ホルダ構造体301によって保持され、又はこれに形成される。この実施形態におけるホルダ構造体301は、頂部表面303と底部表面305を有しているプレートの形状をしている。前の実施形態で説明したように、コンタクトユニット302は、液体の電氣的コンタクトを介して導電層102bと電氣的コンタクトを達成することが可能である。処理中、ホルダ構造体301と被加工物は、互いに相対的に移動される。コンタクトユニット302、即ちコンタクトノズルは、ホルダ構造体301に形成されたコンタクトホール306を含んでもよい。コンタクトユニット306の内側にあるコンタクト電極309は、電解エッチング溶液308中に浸漬される。図4Aに示しているコンタクト電極はコン

40

50

タクトホール 306 を完全に充填し、この場合、電解エッチング溶液 308 は主として、コンタクト電極 309 の頂部表面を濡らすことを理解すべきである。コンタクト電極の頂部表面は、図 4 A に示しているようにホルダ構造体 301 の頂部表面 303 のレベルより低くてもよく、ホルダ構造体 301 の頂部表面 303 と同じレベルであってもよく、さらに、ウェハの表面に接触しない限りホルダ構造体 301 の頂部表面 303 より上であってもよい。これらの実施形態は、本書の全ての例とそのあらゆる変形例に応用可能である。

【0039】

この実施形態では、電解エッチング溶液 308 は、導電層 102 b のコンタクト確立と電解エッチングの双方のために用いられる。コンタクト電極 309 は電源 310 の正の端子に電氣的に接続される。電解エッチング溶液 308 は、ユニットを充填して導電層に接触する。コンタクト開口部 314 は、ホルダ構造体 301 の頂部表面 303 の平面上にあるのが好ましい。取り入れ口 312 が共通の電解エッチング溶液リザーバ（図示せず）に接続されてもよく、又は構造体全体が、コンタクトユニットと処理ユニットを含んでいる全てのギャップを充填する電解エッチング溶液中に浸漬されてもよい。コンタクト開口部 314 は、導電層 102 b の表面 103 b のコンタクト領域 320 a に近接して置かれる。ホルダ構造体 301 とウェハ 100 b は、処理中互いに相対的に移動されるため、コンタクト領域 320 a は、ウェハの表面上の適切な位置であればどこでも、また、所与の時点においてはどこにであってもよい。溶液 308 は、コンタクト領域を濡らすため、電極 309 とコンタクト領域 320 a とを電氣的にコンタクトさせるが、それは溶液 308 として導電性であるものを選択するからである。

【0040】

前記処理ユニット 304 は、処理ホール 322 を含んでもよい。前記処理電極 326 は、溶液 308 と物理的に接触している。この処理電極 326 は、電源 310 の負の端子に電氣的に接続することができる。ホルダ構造体の頂部表面 303 は、処理中、ウェハの表面の向こう側にこれとほぼ平行に置かれる。この点で、処理開口部 330 は導電層 102 b の表面 103 b の処理領域 320 b に近接している。この実施形態では、処理領域は開口部 230 の面積にほぼ等しい。ウェハとホルダ構造体 301 は互いに相対的に移動するので、処理領域 320 b は、処理中、時点が異なればウェハの表面 103 b 上に存在する位置も異なる。

【0041】

図 4 B の平面図は、例示のホルダ構造体 301 の頂部表面 303 を示している。この頂部表面 303 は、両ユニット 302、304 のコンタクト開口部 314 と処理開口部 330 を含んでいるが、これらは所定のパターンで分布している。図 4 B に示している処理開口部とコンタクト開口部の形状は、単に例示のものであり、図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 3 D、図 3 E、図 3 F、図 3 G に関連して明確にしたように、様々な形状や形態の処理ユニット又はコンタクトユニットが用いられる。電解エッチング溶液中に浸漬されるコンタクト電極 309 と処理電極 326 もまた、任意の幾何学的形状と断面形状とを有してよい。これらの形態は、メッシュさらには導電性の泡であってもよい。

【0042】

処理中、表面 303 は、均一に電解エッチングするようにウェハの導電性表面とほぼ平行である。電解エッチング溶液 308 は処理領域 320 b と接触して、電極 326 と処理領域 320 b を電氣的にコンタクトさせる。銅層 102 b の電解エッチングは、陽極となるコンタクト電極と陰極となる処理電極との間に電位が与えられると開始される。電流がコンタクト電極 309 から電解エッチング溶液 308 中に流れ込んで、銅層 102 b のコンタクト領域 320 a に入る。次に、電流は銅薄膜 102 b 中を処理領域 320 b に向かって流れ、電解エッチング溶液 308 に入って陰極 326 に向かって流れる。ウェハの表面 103 b とホルダ 301 の頂部表面 303 間には電解エッチング溶液が存在するが、この電解エッチング溶液の抵抗率は銅層の抵抗率よりはるかに高い。ホルダ構造体の表面とウェハの表面間の距離が、0.1 mm ないし 5 mm と十分小さければ、エッチング溶液のこの部分の全体の抵抗もまた高い。その結果、電流は実質的に銅層中の経路を流れて、処

理領域 3 2 0 b を電解エッチングさせる。溶液中で電流が少しでもリークすると、それだけで、材料の除去の効率が減少するが、それはこのようにリーク電流が発生しても銅薄膜が電解研磨される結果とはならないからである。この実施形態では、電解エッチング溶液はコンタクトユニットと処理ユニットに対する一般的な溶液であり、これらのユニットは、ウェハ表面とホルダ構造体の頂部表面間に存在する電解エッチング溶液を介して流体連通状態にあることに留意されたい。上に述べたように、銅層の処理領域 3 2 0 b に与えられる陽極電圧によって、この領域にある銅が電解研磨又は電解エッチングされる。

【 0 0 4 3 】

処理中、ウェハはホルダ構造体 3 0 1 上を回転及び / 又は線形移動されて、ウェハの全表面上を均一に電解エッチングするようにする。この処理は、ウェハ表面 1 0 3 b をホルダ 3 0 1 の表面 3 0 3 に近接させることによって、又は、表面 1 0 3 b をホルダ構造体 3 0 1 の頂部表面 3 0 3 に接触させることによって遂行される。ウェハ表面が頂部表面 3 0 3 に物理的に接触される場合、頂部表面はパッド材料を備えるのが好ましい。パッドとして適切なものを選ぶことによって、電気化学機械エッチング又は研磨の処理を実行することが可能となり、これで、上に述べたように、元来非平面の被加工物表面を平面化させることが可能となるが、これは、電気化学機械エッチング分野では、柔軟なパッドやそれ自身の表面上に研磨剤を含んだパッドが用いられるからである。

【 0 0 4 4 】

図 3 A と図 4 A に示している電源 2 1 0、3 1 0 は、電解研磨を遂行するために必要な電力を提供する。記載する様々な電極は、全てが 1 つの電源に接続されるか、又は複数の電源がグループを成す電極に接続されてゾーンを形成するが、これは互いに独立に制御されることを理解すべきである。例えば、第 1 のグループの処理電極は、ウェハのエッジ表面近傍から銅を除去するために用いられるが、第 1 の電源の負の端子に接続される。第 2 のグループの処理電極は、ウェハ表面の中心領域を走査して、この中心領域から銅を除去する。この第 2 のグループの処理電極は、第 2 の電源の負の端子に接続される。この場合、電解研磨処理は、第 2 の電源と第 2 のグループの処理電極を用いてウェハの中心領域で実行される。エッジ部分近傍から銅を除去する動作は、第 1 の電源によって第 1 のグループの処理電極に電力を供給して開始される。ウェハ上の互いに異なった複数のゾーンから材料を互いに独立に除去する能力によって、高度に均一に電解研磨する際におけるフレキシビリティを大きいものとするのが可能となる。ゾーンの数と 1 つのゾーン当たりの電極の数は、実用本位で少なくなったり多くなったりする。コンタクト電極は互いに異なったゾーンに分割しても分割しなくてもよい。

【 0 0 4 5 】

銅をウェハ上のあるゾーンから除去する場合、このゾーンを流れる電流は、電圧が一定であれば減少するものと予想される。逆に、定電流源を電源として用いると、銅が表面から除去されるにつれて、電圧降下は増加するものと予想される。この電流又は電圧の変化を利用すると、ウェハ表面から除去される材料の分量を監視することが可能である。ある時点におけるある処理エリアのウェハ表面上における位置と、電流及び電圧の値とを知ることによって、その処理領域に残された銅の分量を判定することが可能である。電源として定電圧電源を用いると、銅がある処理領域で電解エッチングによって除去されると、電流値は低下し、したがって電解エッチング速度も低下する。このようにして、銅が除去されるウェハの領域における電解エッチング処理の自主規制が達成される。これは、図 1 A に示しているように、外形物内から銅が失われるのを回避するためには重要なことである。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、銅層 1 0 2 c を電気化学エッチングするために用いることが可能な、電解エッチング又は電解研磨のための別の例示のシステム 4 0 0 を示している。このシステム 4 0 0 は、複数のコンタクトユニットと処理ユニットを備えている。この実施形態では、電解エッチング溶液中に浸漬される共通陰極を用いて、処理ユニットを通じて層 1 0 2 c を電解エッチングし、コンタクトユニットを通じて層 1 0 2 c に電力を提供する。この設計は

、材料がウェハ表面から除去されながら共通陰極上に堆積される場合には特に魅力的である。陰極は大きく、またウェハ表面から離れているため、数千枚というような多くのウェハを、陰極を清浄化又は交換しなければならなくなる以前にこの方式で処理することが可能である。図5を参照すると、複数のコンタクトユニット402と処理ユニット404が、ホルダ構造体401に形成されている。この実施形態でのホルダ構造体401もまた、頂部表面403と底部表面405を有しているプレートと同じ形状をしている。システム400は、システム300を前の実施形態で操作したように操作される。

【0047】

図5に示している例では、コンタクトユニット402、即ちコンタクトノズルは、ホルダ401に形成されたコンタクトホール406を含んでいる。コンタクト電極409はコンタクトホール406の内部に置かれ、これで電解エッチング溶液408中に浸漬される。前に述べたように、この実施形態では、電解エッチング溶液408は、導電層102cとのコンタクトを確立することと、これを電解エッチングすることの、双方の目的のために用いられる。コンタクト電極409は電源410の正の端子に電氣的に接続される。この実施形態では、処理ユニット404、即ちノズルは、ホルダ構造体401を貫通して形成された処理ホール430、即ち処理開口部を含んでいる。電解エッチング溶液408は、コンタクトホール406と処理ホール430を充填する。処理している間は、コンタクトホールはウェハ表面の近傍にあって、導電層102cの表面103c上のコンタクト領域420aを規定している。陰極である共通処理電極426はリザーバ中に置かれて、電解エッチング溶液408と物理的に接触している。この処理電極426は、電源410の負の端子に電氣的に接続されている。電解エッチング溶液408は、処理ホール430を充填する。この実施形態では、コンタクト電極から電解エッチング溶液を介して処理電極にリークする電流を最小化するために、コンタクト電極は、ウェハ表面に非常に近接して置かれ、絶縁プラグ450をコンタクト電極の下方で用いる。これらの絶縁プラグはこの溶液に対して浸透性であってもなくてもよい。様々な電極を電源に接続するワイヤは溶液から隔離するのが好ましい。

【0048】

処理している間は、ホルダ401の頂部表面403は、ウェハ表面と物理的に接触していてもよいし、していなくてもよい。物理的に接触する場合、頂部表面403はパッドを備えているのが好ましい。また、特に銅の電解研磨工程中に平面化を必要とする場合には、固定された研磨パッドを頂部表面のところで用いてウェハの表面を掃引して、材料除去処理を補助することが可能である。ホルダ401自体は、処理開口部430とコンタクト開口部406を切り込んだパッド材料からできている。これで、コンタクト電極409をこのパッド中に置く。コンタクト電極は、電圧降下を減少させるために頂部表面403の非常に近くに置かれるが、銅層102cの表面との物理的接触を避けるために表面403を越えて突出しないようにすべきである。前に説明したように、様々な設計の処理開口部430とコンタクト開口部406とを有しているホルダ構造体が用いられている。

【0049】

図6Aないし図9Bは、様々な設計のコンタクトユニットと処理ユニットを有している、これら様々なホルダ構造体の一部を示している。上記全ての実施形態でそうであったように、次の実施形態でも、コンタクトユニット中のコンタクト電極は、電解研磨されたウェハ表面とは物理的に接触しない。処理中のウェハの表面とコンタクト電極間の電氣的伝導性は、コンタクト電極とこの表面とに接触する処理溶液によって提供される。

【0050】

一実施形態で解説したように、図6Aの斜視図と図6Bの平面図では、ホルダ構造体460は、頂部表面462と底部表面464とを有している。多くのコンタクトユニット466が、ホルダ構造体460の頂部表面462に形成されている。さらに、多くの処理ユニット468が、頂部表面462と底部表面464間で、ホルダ構造体460を貫通して形成されている。この実施形態では、コンタクトユニット466は、好ましくは断面形状が矩形に近いチャネルであり、底部壁470と側壁472とを有している。チャネルは、

この実施形態では平行に分布されそして互いに等間隔で分離されているが、非平行に又は放射状になど、どのようにも分布され、チャンネル間の距離は変動するようにしてもよい。コンタクト電極 474 はチャンネル 466 中に、そして好ましくは底部壁 470 上に置かれる。この電極はチャンネルに沿って延在する棒形状又はワイヤ形状をしている。必ずしも必要ではないが、電極 474 と底部壁 470 間にコンタクトベース 476 があってもよい。コンタクト電極は底部壁 470 上に直接置かれる。ベース 476 は、存在する場合、ホルダ構造体 460 の底部表面にまで下がって延在し、また、絶縁体で構成される。電極の高さは、表面 462 と同じレベルか又はチャンネルの深さより少し小さく、これによって、処理中に、電極が電解研磨されるウェハ表面に接触し得ないように、また、同時に処理溶液中を電流が流れるようにする。絶縁されたワイヤ 478 は電極を電源（図示せず）の端子に接続する。この実施形態では、処理ユニット 468 は丸いホール形状をしており、このホールはホルダ構造体中を延在して、溶液が頂部表面まで流れるようにしている。ホール 468 は、矩形又はスリットを含んでいる他の何らかの幾何学的形状をしている。処理ユニットはまた、チャンネル 466 同士間で連続的なスリットとなっている。

10

20

30

【0051】

図 6 A、図 6 B、図 7 A、図 7 B、図 8 A、図 8 B、図 9 A、図 9 B、図 10 A 及び図 10 B の設計は、図 5 に示している概念、即ち、1つの陰極と複数のコンタクト電極とを有している設計に応用されるものとして説明されることに留意されたい。しかしながら、これらの図中で与えられる設計と概念もまた、図 3 A、図 3 B、図 3 C、図 3 D、図 3 E、図 3 F、図 3 G、図 4 A に示している場合に直接に応用することが可能であることを理解すべきである。例えば、図 6 A の設計では、チャンネル 466 は1つおきに、コンタクト電極 474（図 4 A では 309 と示されている）をその中に有しているコンタクトユニット（図 4 A では 302 と示されている）となっている。これで、これらのコンタクトユニット同士間で、チャンネル 466 は1つおきに処理ユニット（図 4 A では 304 と示されている）となり、処理ユニット内の電極は処理電極（図 4 A では 326 と示されている）となる。この場合、溶液は開口部（図 6 A では 468 と示されている）を通して供給され、電力は図 4 A に示しているようにコンタクト電極と処理電極との間に与えられる。この場合、全てのコンタクト電極と一緒に接続し、全ての処理電極と一緒に接続すれば、用いられる電源は1つでよい。そうする代わりに、前に述べたように、複数の電源を用いると、コンタクト電極と処理電極の複数の対に電力を供給することが可能となったり、1つの電源をコンタクト電極と処理電極の様々な対の間で切り替えて供給したりする。

【0052】

図 7 A には平面図で、また、図 7 B には部分断面図で、前の実施形態で示したホルダ構造体 460 の変形例であるホルダ構造体 480 の別の実施形態を示している。このホルダ構造体 480 は、複数のチャンネル 486 とホール 488 を備えている。この例では、これらチャンネルは、斜めにそして互いに等間隔を置いて平行に置かれている。チャンネル 486 は、図 7 B に示しているように、矩形形状であって、底部壁 490 と側壁 492 によって規定されている。コンタクト電極 494 は、数珠球のような形状であり、この数珠球はチャンネル 486 の底部に沿って整列しており、電源（図示せず）の端子に接続されている。上に述べたように、コンタクト電極 494 は、電極ベース 496 上に置かれていてもいなくてもよい。

40

【0053】

図 8 A ないし図 8 B は、ホルダ構造体 500 の別の実施形態を示している。図 8 A では斜視図で、図 8 B では平面図で示しているように、ホルダ構造体 500 は頂部表面 502 と底部表面 504 を有している。多くのコンタクトユニット 506 が、頂部表面 502 に形成されている。さらに、多くの処理ユニット 508 が、頂部表面 502 と底部表面 504 間で、ホルダ構造体 500 を貫通して形成されている。この実施形態では、コンタクトユニット 506 は、好ましくは断面形状が矩形のチャンネルであり、底部壁 510 と側壁 512 とを有している。前の実施形態の場合のように、このチャンネルは、平行に分布されそして互いに等間隔で分離されているが、非平行に又は放射状になど、どのようにも分布さ

50

れ、チャンネル間の距離は変動するようにしてもよい。この実施形態では、コンタクト電極 514 は、薄い導電性のワイヤ又はプリスルでできた導電性のブラシであるのが好ましい。これらコンタクト電極 514 は、チャンネル 506 中に、好ましくは底部壁 510 上に置かれる。前の実施形態の場合のように、導電性ブラシ 514 と底部壁 510 との間にはコンタクトベース 516 が存在している。導電性ブラシ 514 の高さは、チャンネル 506 の深さより少し小さくて、これによって、処理中に、ブラシ 514 が電解研磨されるウェハ表面に接触し得ないように、また、同時に処理溶液中を電流が流れるようにするのが好ましい。前の実施形態の場合のように、ベース 516 はホルダ構造体 500 の底部表面にまで下がって延在してもよく、また、絶縁体でできていてもよい。絶縁された電線 518 は、導電性ブラシを電源（図示せず）の端子に接続する。この実施形態では、処理ユニット 508 は丸いホール形状をしており、このホールはホルダ構造体中に延在して、処理中に溶液が頂部表面まで流れるようにしている。ホールは、矩形又は他の何らかの幾何学的形態をしている。

【0054】

図 9 A ないし図 9 B は、前の実施形態で用いられた導電性ブラシを用いるホルダ構造体の別の構造体を示している。導電性ブラシを用いる目的は、対象となる実施形態を例証するためであることは言うまでもない。他の何らかの形状と幾何学的形態を有しているコンタクト電極が、図 9 A ないし図 9 B に関連して説明した実施形態で用いられる。同様に、様々な形状、サイズ及び幾何形態を有している処理ユニットとコンタクトユニット、及びホルダ構造体上でのこれらの考えられる代替の分布を用いることは、本発明の範囲内にある。

【0055】

図 9 A では斜視図で図 9 B では部分斜視側面図で示しているように、ホルダ構造体 520 は前の実施形態で示したホルダ構造体 500 の変形例である。このホルダ構造体 520 は、複数のコンタクトユニット 526 と処理ユニット 528 とを備えている。この例で、これら処理ユニット 528 は、斜めにそして互いに等間隔を置いて平行に置かれている。この実施形態における処理ユニットはスリット形状をしており、このスリットはホルダ構造体 520 の頂部表面 522 と底部表面 524 間に延在して、処理溶液が流れるようにしている。この実施形態におけるコンタクトユニットはホルダ構造体を開けられたホール形状をしている。コンタクトユニット 526 は、底部壁 530 と、この例では円筒形である側壁 532 とを含んでいる。導電性ブラシ 534 が、コンタクトユニット 526 の底部壁 530 上に置かれ、電源（図示せず）の端子に接続されている。上に説明したように、コンタクト電極 534 は電極ベース 536 上に置かれている。

【0056】

本発明による埋め込み型電気的コンタクトという方式を用いる、他の 2 つの設計を図 10 A と図 10 B に示している。図 10 A に示しているように、コンタクト電極 600 は支持体 601 の上方にあって銅層 102c の表面 103c に近接している。支持体 601 はホルダ構造体（図示せず）で保持されているが、この構造体はオープンフレームでできている。支持体 601 は絶縁性材料でできている、コンタクト電極を陽極とする電圧が電極とコンタクト電極の間に与えられると、コンタクト電極 600 から電解研磨溶液 608 を介して電極 626 に流れるリーク電流を減少させる。動作中、コンタクト電極 600 は表面 103c には接触しない。しかしながら、これらの電極はこの表面に近接しているため、コンタクト電極 600 が銅表面 103c に電気的に結合する。前の例の場合のように、材料除去動作のほとんどが、コンタクト電極同士のエリア、即ち、処理開口部中のウェハ表面上で発生する。この設計ではリーク電流の減少は重要である。このような減少は、ウェハに対面している表面を除くコンタクト電極の全ての表面を絶縁することによって、また、ウェハとコンタクト電極間の距離を減少させることによって達成される。接触処理のために用いることが可能な、図 10 A に示しているあるバージョンの設計を図 10 B に示している。図 10 B では、コンタクト電極 600b と構造体 601b は、海綿状材料 620、即ちパッド材料中に埋め込まれる。この海綿状材料は、多孔質の重合体のパッドで

あってよく、このパッドによって、電解エッチング溶液 608b は、ウェハ表面とコンタクト電極 626b を濡らすことが可能である。電解研磨中、銅層 102c の表面はパッド材料に接触してもしなくてもよい。また、この実施形態でも、ほとんどの場合、材料はコンタクト電極同士間のエリア、即ち、図 10B に示しているように海綿状材料を含んでいる処理開口部中のウェハ表面上で除去される、即ち海綿状材料がこれらの処理開口部から除去されて、この電解液の電気抵抗とその流れに対する抵抗性を減少させる。パッド材料の表面は研磨剤を備えてもよく、これによって、特に電解研磨中に平面化が必要とされる場合、即ち開始時の銅表面が非平面である場合には、材料除去処理を補助する。

【0057】

図 11A と図 11B に、図 10A に示しているシステムを用いる電解研磨処理の例示の段階を模式的に示している。この例では、分かり易いように、システム 700 は 2 つのコンタクト電極、即ち第 1 のコンタクト電極 701a と第 2 のコンタクト電極 701b とを有している。これらの電極は支持体 702 上に置かれ、また、電源の正の端子に接続されている。この点で、陰極 705 はまた、この電源の負の端子に接続されている。この電解研磨処理は 2 つのコンタクト電極で例示されているため、陰極 705 の一部を図 11A ないし図 11B に示している。

【0058】

電解研磨処理を、銅層 706 を有している例示の基板 704 に適用する。材料除去動作は、コンタクト電極同士間の処理開口部 707 中のウェハ表面で発生する。基板 704 は、銅層で充填された外形物 708 を含んでいる半導体基板である。外形物 708 と基板 704 の表面とは、銅の導電率より一般に小さい導電率を有しているバリア層 710 で裏打ちされている。前に述べたように、Ta、W、WN、WCN、WN 又は TaN は、銅を堆積させるための一般的なバリア材料である。電解研磨溶液 712 などの銅除去溶液は、銅層 706 及び陰極 705 と接触している（図 10A も参照）。

【0059】

図 11A に示しているように、電解研磨処理の間、コンタクト電極 701a と 701b は銅層に近接して置かれる。電流がコンタクト電極 701a と 701b から銅層 706 を通過して流れるにつれて、銅層 706 の表面部分 714a が除去又は電解研磨される。この表面部分は、処理ホール 707 とコンタクト電極との向こう側にある銅層の部分である。図 11A に示しているように、第 1 のコンタクト電極 701a と第 2 のコンタクト電極 701b からの電流の流れる方向をそれぞれ矢印 A と B で示している。電解研磨によって、銅層の厚さが、バリア層のレベルにまで均一に減少して、さらに、導電性の銅がバリア層上に残っている限りこの電解研磨は続く。部分 714 が除去されている間、電流の流れに対する抵抗性が増して、電流の流れは最も抵抗の低い経路を選択するが、この場合、それでもこの経路には導電性の銅があり、表面部分 714 がほとんど完全に除去されるまで残余の銅をエッチングし続けることが理解されよう。これによって、図 11B に示しているように隣の位置に移動する前に、銅層の電解研磨が表面のその位置で停止する、即ち、処理が自主規制する。図 11B に、システム 700 が銅層 706 の残りの部分上を移動する際の、電解研磨処理の間の別の瞬間を示している。コンタクト電極 701a が銅層 706 上を移動するにつれて、電流は残っている層を流れ、これで電解研磨処理が開始される。この瞬間、第 2 のコンタクト電極はまだ露出されたバリア層上にあるので、第 2 の電極からの電流の流れは抵抗に直面する。これによって、より大きい電流 I_1 が第 1 の電極 701a と経路 A とを流れるが、これに対して電流 I_2 が第 2 の電極 701b を流れる。第 1 のコンタクト電極から電流が流れることによって、残りの銅が電解研磨され、一方、電極 701b を流れる電流が小さい又は不足していると、バリアが露出しているエリアからの銅のさらなる除去が阻止される。したがって、システム 700 は、特定のコンタクト電極からの電流の流れを、処理が進行するにつれて、その特定の電極上の銅の残留物しだいで増減させることが可能であり、一旦バリアが露出したら、銅の除去は劇的に減少又は阻止され、これで、外形物 708 内部から銅が失われるのを回避する。

【0060】

10

20

30

40

50

本特許出願中のある設計と関連して説明した、バブル除去手段などの様々な外形物もまた、他の所与の設計にも使用されることに留意されたい。電源の性質は定義されていないが、電源は直流電源又は、パルスジェネレータなどの可変電圧電源であることを理解すべきである。電解研磨用の電圧又は電流は、処理中に変更して、均一な材料除去と、結果として得られる被加工物表面の表面品質という点で、最良の処理結果が得られるようにする。例えば、平滑な表面を得るために、高い電流密度、即ち高い研磨電圧を処理の初期に用いるが、次に電流密度を減少させて、より正確に終点を検出するようにする。コンタクト領域と処理領域は、互いに異なった多くの形状とサイズを有している。コンタクト電極と被加工物表面間の距離は、全体にわたって均一であってよく、可変であってよい。銅の除去のために用いることができる電解研磨溶液には、一般的に用いられる燐酸溶液が含まれる。 10

【 0 0 6 1 】

様々な好ましい実施形態と最良の形態とを上記に詳細に説明したが、当業者は、本発明の新規な教示と利点とから実質的に逸脱することなく、例示の実施形態の多くの修正例が可能であることを容易に理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 2 】

【図 1 A】従来の堆積処理を用いて堆積された非平面の銅過重物層を有している基板の略図である。

【図 1 B】平面化処理を非平面の銅過重物層に適用した図 1 A に示している基板の略図である。 20

【図 1 C】電気化学機械堆積処理を用いて堆積された平面の銅過重物層を有している基板の略図である。

【図 2 A】銅の層を自身上に形成した半導体ウェハの一部の略断面図である。

【図 2 B】半導体ウェハを詳細に示している略断面図である。

【図 3 A】本発明の電解研磨システムの実施形態の略図である。

【図 3 B】処理溶液によってウェハ表面との電気的コンタクトを確立するコンタクトユニットの様々な実施形態の略図である。

【図 3 C】処理溶液によってウェハ表面との電気的コンタクトを確立するコンタクトユニットの様々な実施形態の略図である。 30

【図 3 D】処理溶液によってウェハ表面との電気的コンタクトを確立するコンタクトユニットの様々な実施形態の略図である。

【図 3 E】ウェハ表面と電気的コンタクトを確立し、また、ウェハ表面を処理する、コンタクトユニットと処理ユニットの様々な設計の略図である。

【図 3 F】ウェハ表面と電気的コンタクトを確立し、また、ウェハ表面を処理する、コンタクトユニットと処理ユニットの様々な設計の略図である。

【図 3 G】ウェハ表面と電気的コンタクトを確立し、また、ウェハ表面を処理する、コンタクトユニットと処理ユニットの様々な設計の略図である。

【図 4 A】複数のコンタクト電極と処理電極を含んでいる本発明の電解研磨システムの別の実施形態の略図である。 40

【図 4 B】図 4 A に示している電解研磨システムの略平面図である。

【図 5】1つの処理電極と共に複数のコンタクト電極を用いる本発明の電解研磨システムのさらに別の実施形態の略図である。

【図 6 A】本発明の電解研磨システムで用いられるホルダ構造体の略図である。

【図 6 B】本発明の電解研磨システムで用いられるホルダ構造体の略図である。

【図 7 A】本発明の電解研磨システムで用いられる別のホルダ構造体の平面図である。

【図 7 B】図 7 A に示されているホルダ構造体の部分断面図である。

【図 8 A】本発明の電解研磨システムで用いられる別のホルダ構造体の略図である。

【図 8 B】本発明の電解研磨システムで用いられる別のホルダ構造体の略図である。

【図 9 A】本発明の電解研磨システムで用いられるさらに別のホルダ構造体の略図である 50

。

【図 9 B】本発明の電解研磨システムで用いられるさらに別のホルダ構造体の略図である

。

【図 10 A】1つの処理電極と共に複数のコンタクト電極を用いる本発明の電解研磨システムの他の実施形態の略図である。

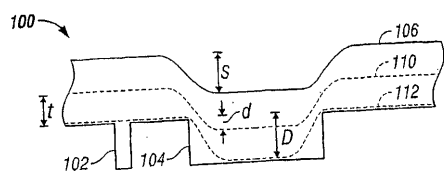
【図 10 B】1つの処理電極と共に複数のコンタクト電極を用いる本発明の電解研磨システムの他の実施形態の略図である。

【図 11 A】図 10 A に示している電解研磨システムを用いる電解研磨処理の段階の略図である。

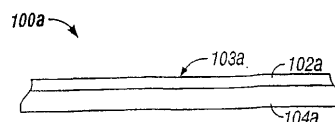
【図 11 B】図 10 A に示している電解研磨システムを用いる電解研磨処理の段階の略図である。

10

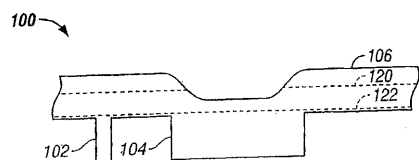
【図 1 A】



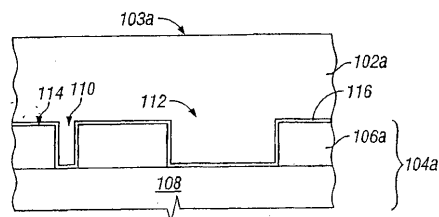
【図 2 A】



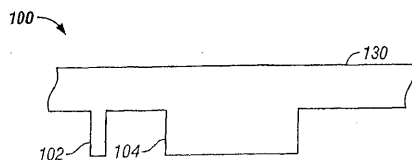
【図 1 B】



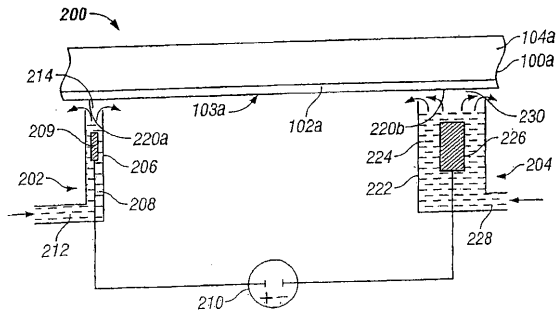
【図 2 B】



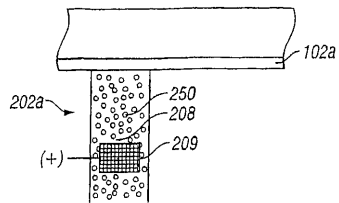
【図 1 C】



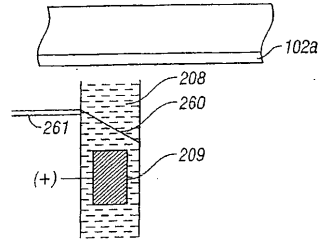
【図 3 A】



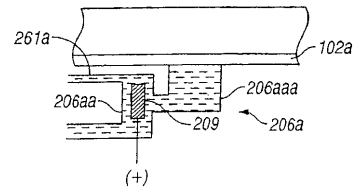
【図 3 B】



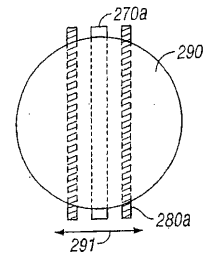
【図 3 C】



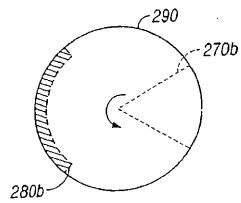
【図 3 D】



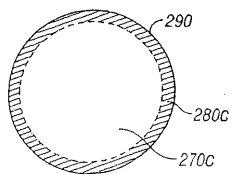
【図 3 E】



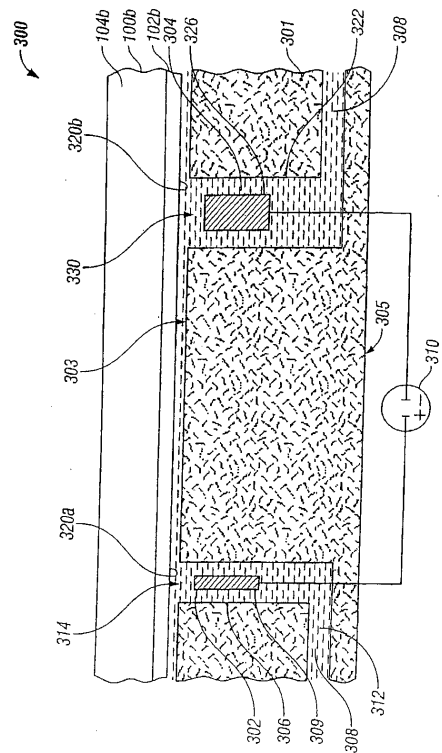
【図 3 F】



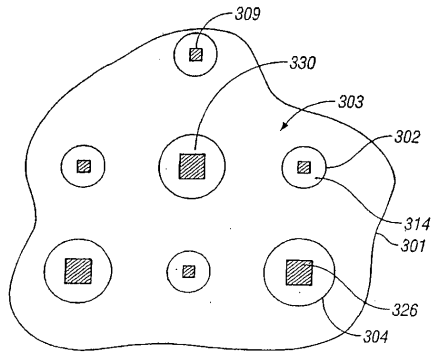
【図 3 G】



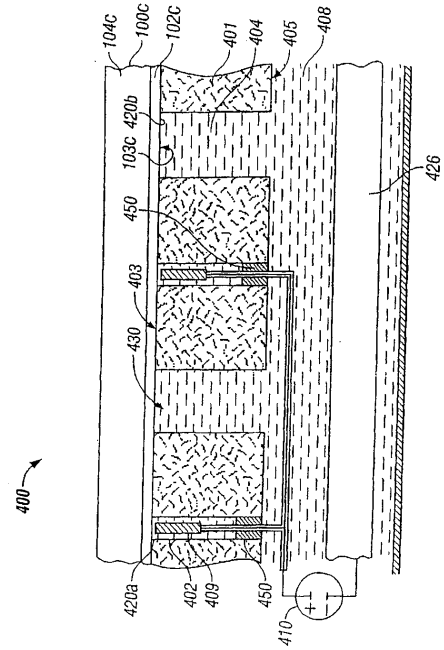
【図 4 A】



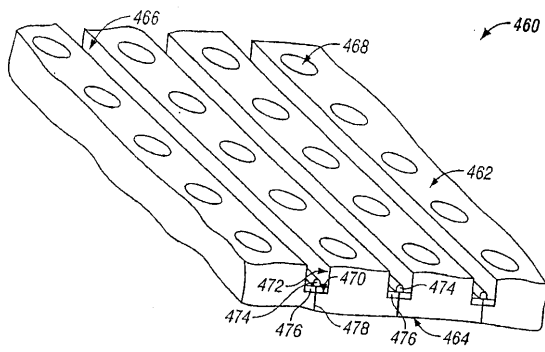
【図 4 B】



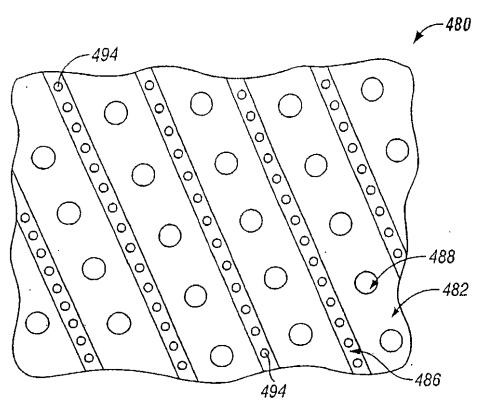
【図 5】



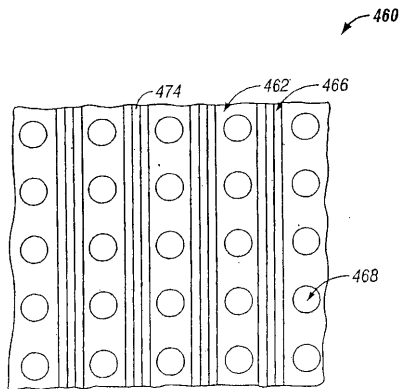
【図 6 A】



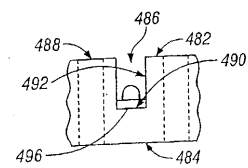
【図 7 A】



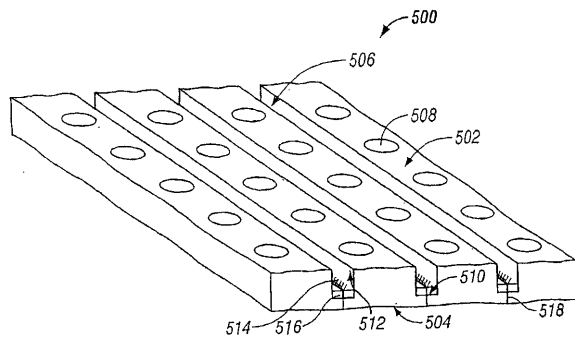
【図 6 B】



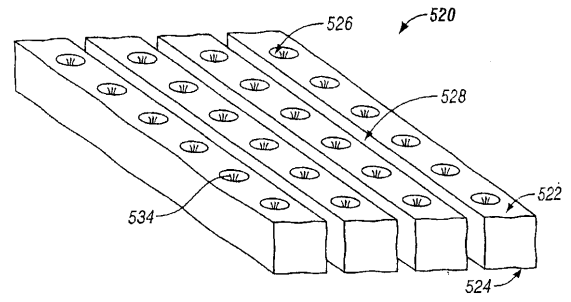
【図 7 B】



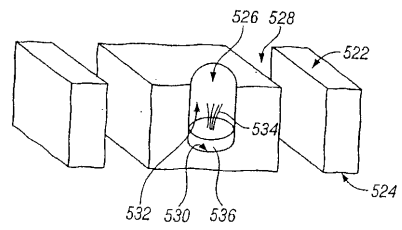
【図 8 A】



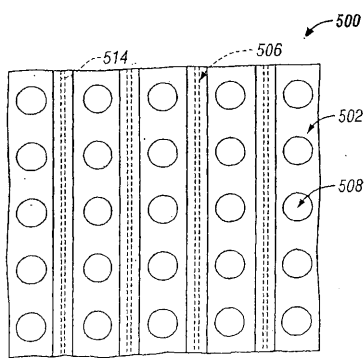
【図 9 A】



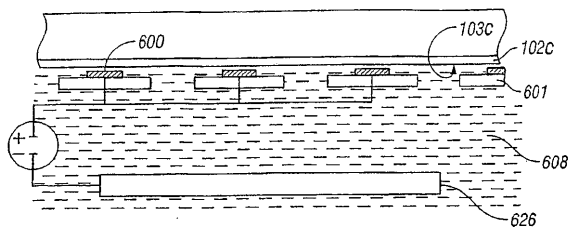
【図 9 B】



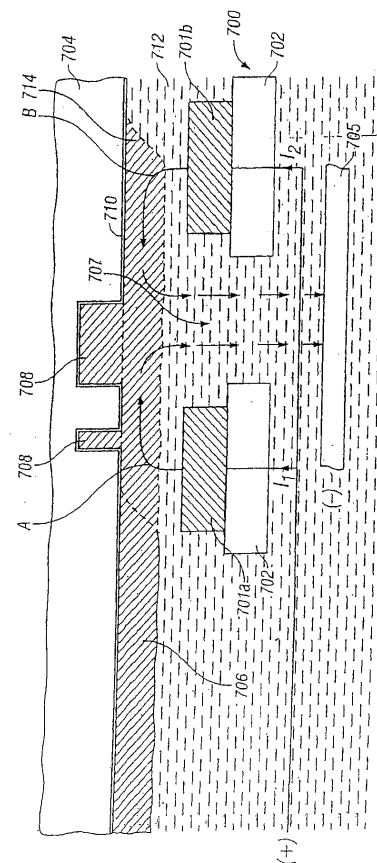
【図 8 B】



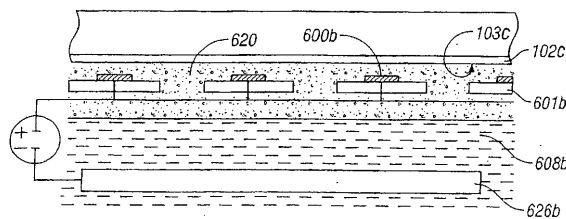
【図 10 A】



【図 11 A】



【図 10 B】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int'l Application No PCT/GB 03/04809
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C25F3/30 C25F7/00 H01L21/321 H01L21/768		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C25F H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00 03426 A (ACM RESEARCH INC) 20 January 2000 (2000-01-20) claims 1-126 figures 38B, 40B	1-63
Y	WO 99 64647 A (SPEEDFAM IPEC CORP) 16 December 1999 (1999-12-16) abstract claims 1-46	1-63
P, X	WO 02 064314 A (SPEEDFAM IPEC CORP) 22 August 2002 (2002-08-22) claims 1-74 figures 4, 6, 10, 11	1-63
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 6 April 2004		Date of mailing of the international search report 16/04/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Haering, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

 International Application No.
 PCT/GB 03/04809

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0003426	A	20-01-2000	AU 5094099 A	01-02-2000
			CA 2336851 A1	20-01-2000
			CN 1318207 T	17-10-2001
			EP 1097474 A1	09-05-2001
			JP 2002520850 T	09-07-2002
			TW 418456 B	11-01-2001
			WO 0003426 A1	20-01-2000
			US 2002153246 A1	24-10-2002
			US 6395152 B1	28-05-2002
			US 6440295 B1	27-08-2002
			US 6447668 B1	10-09-2002
WO 9964647	A	16-12-1999	US 6143155 A	07-11-2000
			WO 9964647 A1	16-12-1999
WO 02064314	A	22-08-2002	US 2002108861 A1	15-08-2002
			TW 528649 B	21-04-2003
			WO 02064314 A1	22-08-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 タリエ、ホマヨウン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 5 1 3 8、サン・ホセ、ベントレイ・リッジ・ドライブ
2 2 1 1

(72)発明者 ベイソル、プレント・エム・

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 0 2 6 6、マンハッタン・ビーチ、メイプル・アベニュー
3 0 0 1

F ターム(参考) 5F033 HH07 HH11 HH15 HH18 HH21 HH32 HH33 HH34 MM01 MM12

MM13 QQ08 QQ19 QQ46 XX01