(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3552427号
(P3552427)
(45)発行日　平成16年8月11日(2004.8.11)　(24)登録日　平成16年5月14日(2004.5.14)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01L 21/304	H01L	21/304	621D
B23H 5/00	B23H	5/00	F
B24B 1/00	B24B	1/00	A

請求項の数 8　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願平8-306160
(22)出願日　平成8年11月18日(1996.11.18)
(65)公開番号　特開平10-150010
(43)公開日　平成10年6月2日(1998.6.2)
審査請求日　平成13年9月11日(2001.9.11)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　小島　弘之
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者　佐藤　秀己
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内
(72)発明者　大川　哲男
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体装置の研磨方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
二つの電極間に電圧を印加することで二つの電極間に電界を生じさせ、前記電界を研磨液中の研磨砥粒に作用させながら半導体基板の表面を研磨する方法であって、一方の電極を研磨パッドと該研磨パットを貼付する研磨定盤との間に配置し、他方の電極を半導体基板の保持部材を除く範囲であって、前記研磨定盤の側に配置された前記一方の電極に対向させて配置することを特徴とする半導体装置の研磨方法。
【請求項２】
前記二つの電極間に印加する電圧を任意の大きさに設定できることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項３】
前記研磨砥粒に断続的な電界を作用させることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項４】
前記研磨定盤の側に配置された一方の電極に対向して配置された前記他方の電極が細線状であることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項５】
前記研磨パッドが非発泡材料により構成されていることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項６】

前記二つの電極間に印加する電圧の極性を、前記研磨液中の砥粒を前記研磨パッド表面に誘引するように設定することを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項７】
前記研磨定盤の側に配置された前記一方の電極が前記研磨パッド下の全面に配置されていることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置の研磨方法。
【請求項８】
研磨定盤に配置した一方の電極と、該電極に対向し、かつ半導体基板を除く範囲に配置した他方の電極との間に電界を発生させ、該電界の作用を受けた研磨砥粒を前記研磨定盤と前記半導体基板との間に送り込むことによって、前記半導体基板の表面を研磨することを特徴とする半導体装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は高密度半導体集積回路素子を製造するプロセス技術において、特にＳｉウエハ上に堆積させた絶縁膜あるいは金属膜の表面の凹凸を研磨によって平坦化するウエハ研磨装置に係わり、特にウエハ研磨の際の研磨パッド上の砥粒の保持力を増大することで、従来より高い安定した研磨能率を持つ研磨方法、並びに研磨液、研磨パッド使用量を低減したＬＳＩウエハの研磨工程を提供しようとするものである。
【０００２】
【従来の技術】
高密度半導体集積回路素子の形成プロセスにおいては、絶縁膜や金属膜のパターン形成等によってＬＳＩウエハ表面に複雑な凹凸が生ずる。ところが、その上に引き続きパターン形成を行う場合、露光工程において凹凸に対する焦点深度の余裕がなく解像度不足になったり、凹凸の段差部で金属配線膜が欠損したりする為、所望の高密度半導体集積回路が作成できない場合があった。この欠点を解消するためＬＳＩウエハ表面を研磨パッドを貼り付けた研磨定盤に押し付けて摺動し、研磨用のスラリーを摺動面に流し込むことによって表面に形成された凹凸を研磨し平坦にするＣＭＰ法が採用され始めている。
【０００３】
ＣＭＰ法において、研磨作用は研磨パッド表面の微細な凹凸により保持された砥粒が担っている。単位時間当たりの研磨量、すなわち研磨能率は保持された砥粒の数が多い方が高いため、ＣＭＰに用いられる研磨パッド表面は砥粒の保持されやすい形態になっている。具体的には研磨パッド自身の構造を多孔質体にすることや、さらに多孔質パッドの表面をダイヤモンド砥石によりドレスする事でパッドの表面の凹凸を砥粒の保持に適した大きさに管理している。
【０００４】
ところが、このような研磨パッド表面の微細な凹凸は研磨を繰り返すとともに摩滅するため、保持される砥粒数が減少し研磨能率が低下する。この問題を回避するために現行のＣＭＰでは任意のウェハ枚数毎に研磨パッドのドレスを行っている。しかし、ドレス後のパッドの表面状態の再現性が悪いため、研磨能率の測定校正が必要であり、研磨量の管理がきわめて煩雑になる問題がある。また、研磨パッドのドレスは研磨パッドに研削をかけて新生面を作るため、研磨パッドの消耗が多くなる問題もある。
【０００５】
一方、現行のＣＭＰではスラリーの使用量低減が必須とされている。スラリー供給量は１００～２００ｍｌ／ｍｉｎ程度であるが、研磨能率から推定される作用砥粒数はスラリーに含有される砥粒数の２０％未満である。スラリー中の砥粒の保持数を向上すればスラリーの使用量は低減できるが、現状の研磨パッド表面の凹凸による保持では大きな向上は考えにくい。
【０００６】
以上述べた問題は砥粒の保持を研磨パッド表面の微細な凹凸で行っていることに起因しており、問題の解消には砥粒の保持に静電気力等の異なった原理を用いることが必要と考え

られる。
【０００７】
静電気力を利用して研磨パッド表面に砥粒を保持する方法は、特開昭６２－８５６６号公報にその例が見られる。該発明は非接触研磨法における研磨能率の低さの解消を目的としており、工作物表面に１０～４０ｇｆ／ ｃｍ２程度のごく軽い研磨荷重を掛け、柔軟に接触させるために砥粒の保持体として微細毛質構造や硬度の低い発泡ポリウレタン等の柔軟な研磨パッドを用いている。このため、工作物表面の面粗度は良好であるが、そのままの構成ではＣＭＰにおいて要求される工作物表面の凹凸を平坦にする能力が低い問題がある。
【０００８】
【発明が解決しようとする課題】
研磨パッド上の研磨砥粒の保持力の増大による、ＬＳＩウエハのＣＭＰにおける研磨能率の向上と安定化、並びに研磨液、研磨パッド使用量低減の手段を提供する。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
研磨パッド上の研磨砥粒に電界を作用させ、研磨パッド表面近傍の研磨液溶媒の拡散層内に研磨砥粒を吸引し、拡散層にて砥粒を保持するようにし、研磨パッドに平坦性と剛性のある非発泡体の樹脂板を用いた。
【００１０】
【発明の実施の形態】
以下、本発明を図を用いて説明する。
【００１１】
図１は本発明の加工原理を示す図である。１はＬＳＩウェハ、２は研磨パッド、３は研磨定盤であり、研磨パッドは研磨定盤３に貼付され、ＬＳＩウェハ１に対し摺動する。また、４および５は電極板であり、６は研磨砥粒、７は研磨液溶媒、８は研磨パッド２の表面近傍の研磨液溶媒の拡散層を示している。ここで電極板５を陽極として、電極板４との間に直流電圧を印加して電界を生じさせる。この時、研磨液用内７中の研磨砥粒６はマイナスに帯電しているため、陽極である電極板５側、すなわち研磨パッド２の表面に引き寄せられ、拡散層８内に移動する。拡散層８内における研磨砥粒６の移動速度は拡散速度に依存するため、研磨砥粒６は研磨パッド２の表面から容易に遊離することができない。このため、研磨砥粒６は研磨パッド２の回転と共に移動し、研磨荷重をくわえられたＬＳＩウェハ１の研磨面に作用し研磨が行われる。
【００１２】
以上のように本加工法では砥粒の保持は電界により砥粒に働く力を用いず、拡散層８内におけるコロイド粒子の移動度の低さを利用しているため、連続的な電界の印加は必要ない。このため、電極板４と電極板５は対向した平板電極である必要はなく、研磨装置に電極を配置する際の空間的な自由度が高い。
【００１３】
また、一方向の電界だけでなく、研磨砥粒６の誘電分極により拡散層８内に研磨砥粒６を移動することも可能であるため、電界印加用の電源に高周波電源を用いても良い。
【００１４】
図２は本発明に係る研磨装置の構成図である。図２において、Ｓｉウェハ２３はチャック２４により保持されており、研磨機本体ベース１９にとりつけられた空気シリンダ１７によって１０ｋｇｆ～１５０ｋｇｆの範囲で研磨荷重を与えられる。また、 Ｓｉウェハ２３はチャック２４、及び減速歯車２５、２６を介してウェハ自転用モータ１８により１０～１００ｒ／ｍｉｎの範囲で回転できる。研磨パッド１３はセラミクス製直径６００ｍｍの研磨定盤１５に貼付され、定盤駆動モータ２２により１０～１００ｒ／ｍｉｎの範囲で回転できる。
【００１５】
ステンレス製の電極板１４は研磨定盤１５に埋め込まれており、スリップリング２１とブ

ラシ２０を介して直流定電圧電源９に接続されている。また、テフロン被覆された線状電極１２は保持アーム１１および１６により研磨パッド１３の半径上に伸張され、外周側末端が直流定電圧電源９に接続されている。電極板１４と線状電極１２間の距離は１０ｍｍである。直流定電圧電源９は０～３００Ｖの範囲で出力電圧の制御が可能であり、出力電圧値は電圧計１０で読みとることができる。また、直流定電圧電源９は出力極性の反転も可能である。なお、研磨液及び純水は図示されていないノズルから任意の時点で研磨パッド１３上に供給できる。

【００１６】

上記の研磨装置を用いて実験を行い、従来方法との比較を行った。試料には直径１５０ｍｍのＳｉウエハ表面に液状ガラスを回転塗布した後、熱処理を行い約２μｍの厚さのＳｉ酸化膜を形成したものを用いた。図３は研磨時間に対する研磨量の変化を表した図である。図３において２７は圧縮弾性率１００Ｍｐａ、厚さ１ｍｍの非発泡ポリウレタンからなる研磨パッド１３　上にＳｉＯ２砥粒濃度３％の水溶液を１００ｍｌ／ｍｉｎの割合で供給し、電極板１４を陽極として電極間に２００Ｖの電圧を印加して研磨を行った結果である。このときの研磨定盤へのＳｉウエハの押しつけ圧力は５００ｇ／ｃｍ2、Ｓｉウエハ中心位置での研磨定盤の摺動速度は３００ｍｍ／ｓである。また、Ｓｉウエハは２０ｒ／ｍｉｎで自転させた。また、２８は２７の条件から研磨パッド１３を従来のＣＭＰに用いられている発泡ポリウレタン製のものに交換し、電極間電圧の印加を行わなかった場合の結果である。同図より従来法では研磨時間３ｍｉｎで研磨量がおよそ０．３μｍであるのに対し、本発明では１．５μｍと５倍の向上が見られる。従って研磨量を同一とした場合、本発明では研磨時間を従来法の１／５に短縮し、研磨液の使用量も低減できる。また、図３において２９、３０は２７の条件から電極間電圧をそれぞれ１００Ｖ、５０Ｖに変更した場合の結果である。この場合、研磨時間３ｍｉｎにおける研磨量がおよそ１．０μｍ、０．７μｍとなり電極間電圧により研磨能率を制御できることがわかる。

【００１７】

また、３１は電極間電圧の反転による研磨パッド１３上からの研磨砥粒除去の効果を調べた結果である。実験はまず２７の条件で研磨終了後、研磨パッド１３上に純水を１５０ｍｌ／ｍｉｎの割合で供給しながら、電極板１４を陰極として電極間に２００Ｖの電圧を３０ｓｅｃ印加し、研磨砥粒の除去を行った。その後、電極間電圧の極性を反転して純水を供給しながら次のウェハの研磨を行った。３１より、ウェハが研磨されておらず、研磨砥粒の除去が充分に行われていることがわかる。

【００１８】

次にウェハの研磨能率の変動について従来法との比較を行うため、２７の研磨条件と２８の研磨条件でウエハを２５枚連続して研磨を行った。なお、従来法では研磨能率変動を小さくするためウェハ研磨毎に研磨パッドのドレシングを行っている。研磨能率の測定は研磨前にＳｉウエハ上のＳｉ酸化膜膜厚を（米）Ｎａｎｏｍｅｔｒｉｘ社製の薄膜厚さ計Ｎａｎｏｓｐｅｃ４１００を用いて測定し、研磨後に再度Ｓｉ酸化膜膜厚の測定を行い、研磨前後の膜厚の差を研磨時間で除して求めた。結果を図４に示す。図４において３２は本発明、３３は従来法の結果であり、従来法では研磨能率ばらつきが±１０％程度あるのに対し、本発明では±３％程度と、研磨能率の変動が小さくなっていることがわかる。また、従来法ではドレシングのため研磨パッド１３が消耗し、本実験条件ではウェハ１００枚毎に交換が必要であるのに対し、本発明では研磨パッド１３の消耗は殆ど見られなかった。

【００１９】

【発明の効果】

本発明により得られる最大の効果はＣＭＰにおいて高い研磨能率を安定して得られることにある。また、付加的に得られる効果としては、研磨液、研磨パッド等の消耗部材の使用量の低減、およびメンテナンス頻度の低減による稼働率の向上などがある。

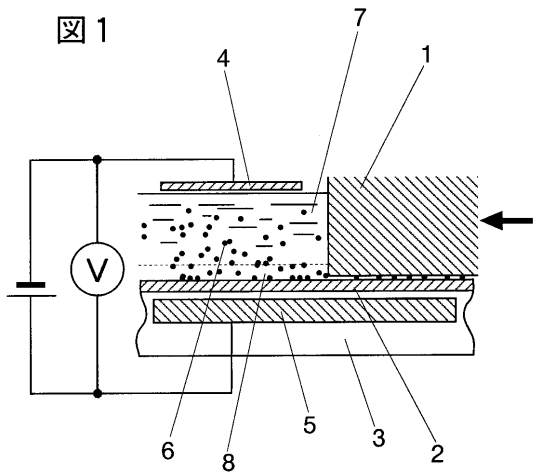
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の加工原理図を示す図である。

【図２】本発明の研磨装置の構成図である。
【図３】各研磨条件における研磨時間と研磨量の相関図である。
【図４】ウエハ研磨枚数に伴う研磨能率の変動についての本発明と従来法の比較を示す。
【符号の説明】
１…　ＬＳＩウェハ、２…研磨パッド、３…研磨定盤、４…電極板、５…電極板、
６…研磨砥粒、７…研磨液溶媒、８…拡散層、９…直流定電圧電源、１０…電圧計、
１１…保持アーム、１２…線状電極、１３…研磨パッド、１４…電極板、１５…研磨定盤、
１６…保持アーム、１７…空気シリンダ、１８…ウェハ自転用モータ、１９…研磨機本体ベース、
２０…ブラシ、２１…スリップリング、２２…定盤駆動モータ、２３…　Ｓｉウェハ、
２４…チャック、２５…減速歯車、２６…減速歯車

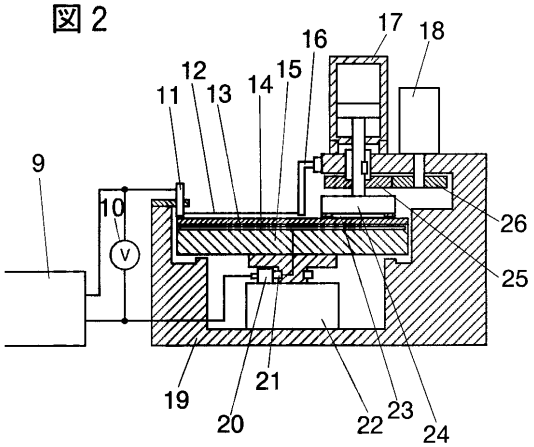
【図１】

図1



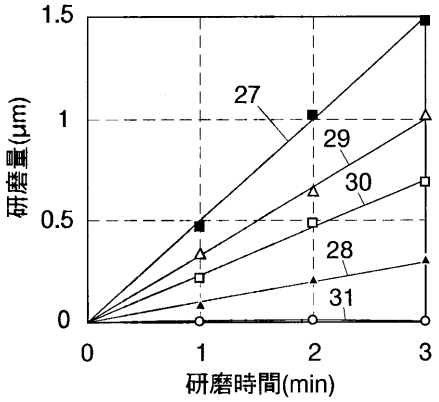
【図２】

図2



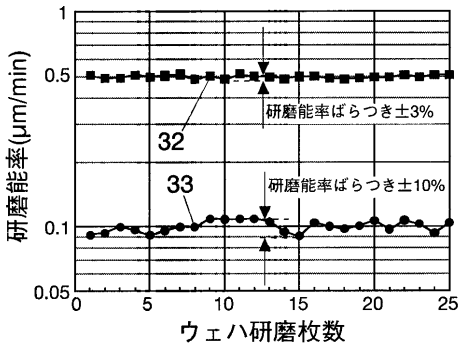
【図３】

図３


1.5
1
0.5
0
研磨量(μm)
0
1
2
3
研磨時間(min)
27
29
30
28
31

【図４】

図４


1
0.5
0.1
0.05
研磨能率(μm/min)
0
5
10
15
20
25
ウェハ研磨枚数
32
33
研磨能率ばらつき±3%
研磨能率ばらつき±10%

フロントページの続き

(72)発明者　漆原　真理子
神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地株式会社日立製作所生産技術研究所内

審査官　紀本　孝

(56)参考文献　特開平０８－２０３８６１（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０９７２２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２１６１２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０６３９９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１８５３５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１３５１６７（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０５３８５４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
H01L 21/304
B23H　5/00
B24B　1/00