

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4441552号
(P4441552)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl.

F 1

B24B	53/12	(2006.01)	B 2 4 B	53/12	Z
H01L	21/304	(2006.01)	H 0 1 L	21/304	6 2 2 M
B24D	3/00	(2006.01)	B 2 4 D	3/00	3 2 O B
B24D	7/00	(2006.01)	B 2 4 D	7/00	P
B24D	7/14	(2006.01)	B 2 4 D	7/14	

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-191691 (P2007-191691)	(73) 特許権者	506288656 メゾテクダイヤ株式会社 神奈川県厚木市上落合417-3
(22) 出願日	平成19年7月24日 (2007.7.24)	(74) 代理人	100102923 弁理士 加藤 雄二
(65) 公開番号	特開2008-55593 (P2008-55593A)	(72) 発明者	山下 哲二 神奈川県厚木市上落合417-3 メゾテ クダイヤ株式会社内
(43) 公開日	平成20年3月13日 (2008.3.13)	審査官	八木 誠
審査請求日	平成21年2月20日 (2009.2.20)	(56) 参考文献	特開2002-346927 (JP, A) 特開2004-017207 (JP, A)
(31) 優先権主張番号	特願2006-228411 (P2006-228411)		
(32) 優先日	平成18年7月31日 (2006.7.31)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-228412 (P2006-228412)		
(32) 優先日	平成18年7月31日 (2006.7.31)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ダイヤモンドコンディショナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体ウエハを研磨するためのCMP装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部には、平均粒径45μm以上の粒度から、平均粒径250μm以下の粒度のダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部には、前記外周の帯状部と平均粒径が20%以上相違し、かつ、前記外周の帯状部よりも粒径が小さい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項 2】

10

20

半導体ウエハを研磨するためのC M P装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部には、平均粒径45μm以上の粒度から、平均粒径250μm以下の粒度のダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部には、前記外周の帯状部と平均粒径が20%以上相違し、かつ、前記外周の帯状部よりも粒径が大きい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項3】

半導体ウエハを研磨するためのC M P装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部にはブロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項4】

半導体ウエハを研磨するためのC M P装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部にはブロッキーなダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディ

10

20

30

40

50

ショナ。

【請求項 5】

請求項 3 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項 6】

請求項 3 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。 10

【請求項 7】

請求項 4 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項 8】

請求項 4 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。 20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

前記粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着した帯状部よりも前記粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着した帯状部のほうが、半径方向の寸法が長いことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

コンディショナ基板の半径を 100 としたとき、外周の帯状部の幅は 2 以上 30 以下、内周の帯状部の幅は 2 以上 50 以下、中心円部の半径は 20 以上になるようにサイズを選定し。 30

前記外周の帯状部よりも前記内周の帯状部のほうが、半径方向の寸法が長いことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

前記外周の帯状部には、最外周にテープ面が存在し、このテープ面にも、ダイヤモンド砥粒が接着され、

前記テープ面には、他の面と比べて粒径の大きいダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハを研磨するための C M P 装置（ケミカル メカニカル ポリシングマシーン）で使用されるポリシングロスの、表面状態を整えるダイヤモンドコンディショナに関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体ウエハは、円柱状に結晶成長させたシリコンインゴットを所定の厚みでスライスして製造される。円板状にスライスされた該半導体ウエハは、S T D、I L D、W、C u プロセス等の加工工程に送られる。これらの工程において、該半導体ウエハは C M P 装置

50

により、化学的且つ機械的に研磨加工される。

【0003】

CMP装置は、アルカリ液や酸性液、或いは、中性のキレート剤が入っている液等を使用して、半導体ウエハをエッティングして、ケミカル研磨を施す。さらに、微粒子シリカ等（遊離砥粒）を使用してメカニカル研磨を施す。この研磨精度は、半導体ウエハの品質に大きく影響する。

【0004】

CMP装置は、チャック機構にチャックした半導体ウエハを、ポリシングクロス上に押し当てて研磨する。ポリシングクロスは、円板状のポリシングプレート上面に張設される。ポリシングプレートは、下面側の回転機構により回転される。チャック機構は、ポリシングプレートの上方で昇降するスピンドル軸の下端に固定されている。スピンドル軸は、ポリシングプレートと逆方向に回転する。チャック機構にチャックされた半導体ウエハは、スピンドル軸により回転されながら、ポリシングクロスに押し当てられる。研磨処理中、ポリシングクロス上には、アルカリ液等に微粒子シリカ等を混和させたスラリが滴下される。

10

【0005】

CMP装置でポリシングクロスを長時間使用すると、ポリシング面の平坦度が低下すると共に、目詰まりが生じる。同時に、半導体ウエハの研磨精度や研磨効率が低下する。そこで、ポリシングクロスの表面状態を整えるコンディショナが使用される。コンディショナは円板状をしており、ポリシングクロス上に押し当てられるようにして回転する。コンディショナを支えるアームは、ポリシングクロス上でコンディショナを移動させる。この動作により、ポリシングクロス全面に万遍なくコンディショナが接触する。コンディショナはポリシングクロスの表面を削って新しい面を出すとともに、その表面粗さを最適化する。コンディショナには、効率の良いコンディショニング性能と耐久性が要求されている。これらの技術は下記の文献に記載されている（特許文献1～4参照）。

20

【特許文献1】特開平11-300601号公報

【特許文献2】特開2001-341061号公報

【特許文献3】特開2003-25230号公報

【特許文献4】特開2003-94332号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記の従来のコンディショナは、ポリシングクロスの研磨性能をさらに安定させると要求に対して十分なものではなく、寿命が短いという欠点があった。本発明は、実用性の高い、長寿命のダイヤモンドコンディショナを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下の特徴を備えたものである。

[請求項1]

半導体ウエハを研磨するためのCMP装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

40

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状

50

部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部には、平均粒径 4.5 μm 以上の粒度から、平均粒径 2.50 μm 以下の粒度のダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部には、前記外周の帯状部と平均粒径が 20 % 以上相違し、かつ、前記外周の帯状部よりも粒径が小さい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 2]

半導体ウエハを研磨するための CMP 装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

10

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

20

前記外周の帯状部には、平均粒径 4.5 μm 以上の粒度から、平均粒径 2.50 μm 以下の粒度のダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部には、前記外周の帯状部と平均粒径が 20 % 以上相違し、かつ、前記外周の帯状部よりも粒径が大きい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 3]

半導体ウエハを研磨するための CMP 装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

30

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

40

[請求項 4]

半導体ウエハを研磨するための CMP 装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態を整えるコンディショナであって、

円板状のコンディショナ基板と、

このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、

これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、

各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、

50

ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するように調整され、

前記コンディショナ基板の表面に、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とからなる、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成され、

前記外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、前記内周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 5]

請求項 3 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

10

外周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 6]

請求項 3 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 7]

請求項 4 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

20

外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 8]

請求項 4 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

外周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはプロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 9]

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

30

前記粒径の大きなダイヤモンド砥粒を接着した帯状部よりも前記粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着した帯状部のほうが、半径方向の寸法が長いことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[請求項 10]

請求項 1 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

コンディショナ基板の半径を 100 としたとき、外周の帯状部の幅は 2 以上 30 以下、内周の帯状部の幅は 2 以上 50 以下、中心円部の半径は 20 以上になるようにサイズを選定し、

前記外周の帯状部よりも前記内周の帯状部のほうが、半径方向の寸法が長いことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

40

[請求項 11]

請求項 1 乃至 10 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、

前記外周の帯状部には、最外周にテープ面が存在し、このテープ面にも、ダイヤモンド砥粒が接着され、

前記テープ面には、他の面と比べて粒径の大きいダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

[構成例と効果]

以下の構成によればそれぞれ以下の効果がある。

構成 1

半導体ウエハを研磨するための CMP 装置で使用されるポリシングクロスの、表面状態

50

を整えるコンディショナであって、円板状のコンディショナ基板と、このコンディショナ基板上に設けられ、リング状凹溝により隔てられた、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、これらのダイヤモンド砥粒接着部表面に接着層を介して接着されたダイヤモンド砥粒とを備え、各ダイヤモンド砥粒接着部には、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、ダイヤモンド砥粒接着後のコンディショナの表面が、ほぼ平坦面を形成するよう調整したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0008】

同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部を設けて、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着したので、ポリシングクロスの摩耗を抑えながら、その表面粗さを最適化できる。

10

【0009】

構成 2

構成 1 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、コンディショナ基板の表面にリング状凹溝が形成されて、同心帯状の複数のダイヤモンド砥粒接着部が形成されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0010】

コンディショナを、一体型で堅牢な構造にすることができる。

【0011】

構成 3

構成 1 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、上記ダイヤモンド砥粒接着部は、それぞれ環状のブロックにより構成され、コンディショナ基板上に形成された凹陥部に嵌め込まれ、ボルト止めまたは接着剤により固定されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

20

【0012】

環状のブロックにより構成されたダイヤモンド砥粒接着部は、自由に容易に交換することができ、メンテナンス性が良い。

【0013】

構成 4

構成 1 または 2 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、コンディショナ基板上には、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とが設けられ、外周の帯状部には JIS 規格で #400 から #80 の粒度、内周の帯状部には外周の帯状部よりも粒径が小さい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

30

【0014】

外周の粒径の大きなダイヤモンド砥粒でポリシングクロスに速く新しい面を作り、内周の粒径の小さなダイヤモンド砥粒で細かく仕上げることができる。

【0015】

構成 5

構成 1 または 2 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、コンディショナ基板上には、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とが設けられ、外周の帯状部には JIS 規格で #400 から #80 の粒度、内周の帯状部には外周の帯状部よりも粒径が大きい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

40

【0016】

外周の粒径の小さなダイヤモンド砥粒で新しい面を作り、内周の粒径の大きなダイヤモンド砥粒で粗く仕上げることができる。従って、ポリシングクロスの摩耗を最小にしつつ、その表面粗さを十分に粗いものに調整できる。

【0017】

構成 6

構成 1 または 2 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、コンディショナ基板上

50

には、互いにリング状凹溝により隔てられた、外周の帯状部と内周の帯状部と中心円部とが設けられ、外周の帯状部にはブロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0018】

ブロッキーなダイヤモンド砥粒はシャープなダイヤモンド砥粒と比べて、エッジの先鋒度が低い。また、前者は後者に比べて機械的に破損し脱落し難い。従って、表面の荒れたポリシングクロスを、最初にブロッキーなダイヤモンド砥粒で削り、その後シャープなダイヤモンド砥粒で仕上げる。これで、コンディショナの耐久性が向上する。

【0019】

構成 7

構成 6 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、外周の帯状部にはブロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0020】

シャープなダイヤモンド砥粒を粒径の大きなものにして、耐久性を向上させた。

【0021】

構成 8

構成 6 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、外周の帯状部にはブロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部にはシャープなダイヤモンド砥粒が接着され、外周の帯状部には内周の帯状部よりも粒径の小さなダイヤモンド砥粒を接着したことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0022】

内周の粒径の小さなダイヤモンド砥粒で細かく仕上げることができる。

【0024】

中心円部の半径が 20 に満たないと、中心部の周速が遅いので、十分なコンディショニングができない。外周の帯状部の幅と内周の帯状部とは、外周の帯状部でポリシングクロスに新しい面を作り、内周の帯状部で仕上げをする分担に応じて選定するとよい。

【0025】

構成 10

構成 9 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、外周の帯状部よりも内周の帯状部のほうが、半径方向の寸法が長いことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0026】

ポリシングクロスの仕上げ機能を十分に発揮させるために、内周の帯状部のほうが幅が広いほうが好ましい。

【0027】

構成 11

構成 1 乃至 9 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、外周の帯状部には、最外周にテープ面が存在し、このテープ面にも、ダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0028】

コンディショナ基板がポリシングクロスに押しつけられたときに、テープ面が最初にポリシングクロスに接する。従って、ここにダイヤモンド砥粒を接着したので研磨効率が上がる。

【0029】

構成 12

構成 11 に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、テープ面には、他の面と比べて粒径の大きいダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

10

20

30

40

50

【0030】

この部分に最も機械的ストレスがかかるので、強度の高い粒径の大きいダイヤモンド砥粒を接着した。

【0031】

構成13

構成1乃至9に記載のダイヤモンドコンディショナにおいて、リング状凹溝により隔てられた、各帯状部の上面と側面にダイヤモンド砥粒が接着されていることを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。

【0032】

これにより、溝の縁までダイヤモンド砥粒を強く固定することができる。また、基板面を広く有効に使用できる。 10

【0033】

構成14

半導体ウエハを研磨するCMP装置におけるポリシングクロスのコンディショナであつて、円板状のコンディショナ基板と、該コンディショナ基板の表面に一体に膨出させて外周辺に形成した環状に連なる短円弧状のダイヤモンド砥粒接着部と、該環状に連なる短円弧状の複数のダイヤモンド砥粒接着部の内側に渦巻き状に形成した短円弧状の複数のダイヤモンド砥粒接着部と、該複数のダイヤモンド砥粒接着部の上面と側面の上方とに接着層を介して接着する複数種類のダイヤモンド砥粒とを備え、上記複数のダイヤモンド砥粒接着部には相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着し、夫々のダイヤモンド砥粒を接着後のコンディショナの表面を同一平面状にしたことを特徴とするダイヤモンドコンディショナ。 20

【発明を実施するための最良の形態】**【0034】**

以下、本発明のダイヤモンドコンディショナの実施例を図面を用いて詳細に説明する。図1は、実施例1のダイヤモンドコンディショナの平面図である。

図2は、実施例1のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

図3は、実施例2のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

図4は、実施例3のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

図5は、実施例4のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。 30

図5は、実施例5のダイヤモンド砥粒接着部の配設例を説明する平面図である。

図6は、ダイヤモンドコンディショナを使用したCMP研磨装置例の斜視図である。

図8と図9は、上記のダイヤモンドコンディショナの作用効果を実証する説明図である。

【0035】

図6に示したCMP研磨装置(ケミカルメカニカルポリシングマシーン)は、半導体ウエハWをポリシングクロスCを用いて研磨する。ダイヤモンドコンディショナ1は、このポリシングクロスCをコンディショニングする。半導体ウエハWの研磨プロセスには、ILD、STI、Cuプロセスがある。CMP研磨装置には、夫々のプロセス毎に、異なる研磨条件が要求される。 40

【0036】

図6の(a)に示すように、CMP研磨装置は、回転軸Aにより、該回転軸Aの上端に設けられたポリシングプレートBを回転駆動する。該ポリシングプレートB上には、ポリシングクロスCが張設されている。ポリシングプレートBの上方には、回転軸Aと逆方向に回転する昇降自在のスピンドル軸Dが配置されている。スピンドル軸Dの下端に設けられたチャック機構Eには、半導体ウエハWがチャックされている。ポリシングクロスCの上面に、アルカリ液等に微粒子シリカ等を混和させたスラリを滴下させながら、半導体ウエハWとポリシングプレートBとを回転させる。こうして、半導体ウエハWをCMP研磨加工する。

【0037】

ポリシングクロスCは、長時間CMP研磨加工を続けると、ポリシング面の平坦度が低 50

下する。さらに、目詰まりが起きる。これは、半導体ウエハWの研磨精度や研磨効率の低下を生じさせる。その為、ポリシングプレートBの側方からポリシングクロスCの上方に突出し、進退可能なアームFを設ける。該アームFの先端に回転軸を設け、該回転軸の下端にコンディショナ1を固定する。そして、少なくともポリシングプレートBの外周から中心付近までの範囲を進退させながら、コンディショナ1を回転させる。こうして、コンディショナ1でポリシングクロスCのコンディションを整えている。

【0038】

なお、図6の(b)に示すように、コンディショナ1は、僅かに傾斜した状態でポリシングクロスCに押し当てられて矢印10の方向に移動する。最初に、コンディショナ1の進行方向(矢印10の方向)にみて前方の外周縁部が、ポリシングクロスに接する。その後、コンディショナ1の外周部がポリシングクロスに接する。コンディショナ1の外周部がポリシングクロスの新しい面を出す処理に寄与する。続いてコンディショナ1の内周部がポリシングクロスに接する。ここで仕上げ処理をする。コンディショナ1の進行方向にみて後方の部分は仕上げ処理に寄与する。

10

【実施例1】

【0039】

図1の平面図と図2の縦断面図に示すように、コンディショナ基板2は、リング状凹溝3を2カ所に刻設した円盤状をしている。これは、例えば、ステンレススチール等の金属、又は、アルミナセラミック等により形成されている。また、硬質プラスチックにより構成することもできる。

20

【0040】

複数のダイヤモンド砥粒接着部4は、コンディショナ基板2の表面に、リング状凹溝3を隔てて同心状に形成されている。この図の例では、リング状凹溝3を2カ所に刻設した。これにより、中央辺に位置する円形状ダイヤモンド砥粒接着部4Aと、その外側の帯状のダイヤモンド砥粒接着部4Bと、最も外側の帯状のダイヤモンド砥粒接着部4Cが形成されている。

【0041】

尚、図1の実施例では、リング状凹溝3を2カ所に刻設している。しかし、1カ所にしても、3カ所にしても構わない。1カ所の場合はダイヤモンド砥粒接着部が2になる。3カ所の場合はダイヤモンド砥粒接着部が4つになる。なお、あとで説明するように、中心部の円状の部分には、ダイヤモンド砥粒を接着しなくても構わない。ダイヤモンドコンディショナをポリシングクロスに押しつけてコンディショニングを開始すると、その押しつけ力で全体が若干湾曲する。即ち、ダイヤモンドコンディショナは押しつけ力により弾性変形する。まったく溝の無い円板よりも、環状溝のある円板のほうが、押しつけ力により弾性変形し易い。2本のリング状凹溝はダイヤモンド砥粒群の粒径の変化する境界部分である。ここで円板を折れ曲がらせる。こうすると、内周部分がポリシングクロスの仕上がり面粗さを決める効果を高めることができる。

30

【0042】

複数種類のダイヤモンド砥粒6A、6B、6Cは、人工ダイヤモンドの砥粒である。各ダイヤモンド砥粒接着部4A、4B、4Cのダイヤモンド砥粒6A、6B、6Cは、それぞれ、例えば、粒度が相違する。また、例えば、粒度は同じでもそれぞれ硬度が異なる。つまり、例えば、一方は粒子の形状が丸味を有し、他方は粒子が鋭い角部を有する。このように、夫々種類を相違させる。粒子の形状が丸味を有するものをブロッキーなものと呼び、粒子が鋭い角部を有するものをシャープなものと呼ぶ。同一の粒度でブロッキーなものからシャープなものまで、例えば、ダイヤモンド・イノベーション・インターナショナル社のカタログに記載したものを見るとよい。

40

【0043】

夫々のダイヤモンド砥粒接着部4の上面と、側面の上方に、接着層5を介してダイヤモンド砥粒6A、6B、6Cが接着されている。図2等に示すように、最外周に位置するダイヤモンド砥粒接着部4の外周縁部にはテーパー面が形成されている。このテーパー面の

50

上方にも接着層 5 を介してダイヤモンド砥粒 6 C が接着されている。

【 0 0 4 4 】

この実施例では、夫々のダイヤモンド砥粒接着部 4 A、4 B、4 C の上面に夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒 6 A、6 B、6 C を接着しても、接着した後のダイヤモンドコンディショナ 1 の表面が同一平面状にあるように調整されている。このために、この例では基板 2 の表面の高さが調整されている。なお、実際には、高さの差が 0.5 mm 程度までは十分に許容できる。従って、ダイヤモンドコンディショナ 1 の表面がほぼ平坦面を形成すればよい。夫々のダイヤモンド砥粒の外径の差が約 0.5 mm を越えなければ、基板の高さ調整の必要はない。さらに、リング状凹溝は、必ずしも基板上をカッティングして形成する必要はない。夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒 6 A、6 B、6 C を一定の間隔を開けて環状に接着すると、自動的にその間に凹溝ができる。これもリング状凹溝と呼ぶことができる。10

【 0 0 4 5 】

以下に、夫々相違する種類のダイヤモンド砥粒を接着する意義を説明する。
(例 1) まず、最初の例は、外周の帯状部に、プロッキーなダイヤモンド砥粒が接着され、内周の帯状部に、シャープなダイヤモンド砥粒が接着されている。中央辺に位置する円形状部分は回転速度が遅くてポリシング効果が小さいので、ダイヤモンド砥粒を接着しなくても構わない。次の例は、外周の帯状部に JIS 規格で #400 以上 #80 以下の粒度、内周の帯状部には外周の帯状部よりも粒径が大きい粒度のダイヤモンド砥粒が接着されている。#400 を越えるとポリシング効果が小さ過ぎる。また、#80 以下では仕上がり後の面粗さが粗く成りすぎるから、この範囲が適する。なお、JIS 規格で #400 から #80 の粒度は、平均粒径が約 4.5 μm から約 2.50 μm のものになる。好ましくは、平均粒径が 20% 以上相違するとよい。平均粒径が 20% 未満の差では、全て同一の種類のダイヤモンド砥粒を使用したものと比較して、効果の差が十分に現れない。20

【 0 0 4 6 】

コンディショナの面に固定したダイヤモンド砥粒の粒径に着目すると、粒径が大きいほど、仕上がり後のポリシングクロスの表面粗さが粗くなる。砥粒の粒径が大きいほどポリシングクロスを切削する速度が速い。砥粒の粒径が大きいほど、ポリシングクロスの仕上がり後の面粗さが粗くなる。但し、ダイヤモンド砥粒がほぼ同様の条件で製造されたものであることが前提条件である。30

【 0 0 4 7 】

ダイヤモンド砥粒の表面状態に着目すると、表面先鋒度が高い、シャープなものほど切れ味がよい。例えば、不純物が多いダイヤモンド砥粒は表面に不規則な凹凸が多く、表面先鋒度が高い。同じ粒径の砥粒であっても、表面先鋒度が低いプロッキーなものより、表面先鋒度が高いもののほうが、ポリシングクロスを切削する速度が速い。表面先鋒度が高いもののほうが、仕上がり後のポリシングクロスの表面粗さが粗くなる。また、ダイヤモンド砥粒 6 の硬度の硬質なものは研磨能力が高くなり、軟質のものは研磨能力が低くなる。40

【 0 0 4 8 】

ポリシングクロスの表面をコンディショニングするときは、まず、粗れた面を一定量だけ切削して新しい面を出し、その後、目的とする表面粗さに仕上げる。従来は、全面に均一に同質のダイヤモンド砥粒を固定した一枚の円板を使用した。しかし、例えば、粒径が大きいダイヤモンド砥粒のみで粗れた面を仕上げまで切削すると、新しい面を出すときにポリシングクロスを削り過ぎて、ポリシングクロスの消耗が激しくなる。即ち、仕上げ処理をする前にポリシングクロスを削りすぎてしまう。

【 0 0 4 9 】

そこで、表面の荒れたポリシングクロスを、最初に外周のプロッキーなダイヤモンド砥粒で削り、その後内周のシャープなダイヤモンド砥粒で仕上げる。また、あるいは、外周の粒径の小さいダイヤモンド砥粒で、始めにポリシングクロスの新しい面を作り、その後、内周の粒径の大きなダイヤモンドで仕上げ処理をする。これにより、コンディショナの50

耐久性が向上する。いずれの場合も、ポリシングクロスの摩耗を最小にしつつ、その仕上がり時の表面粗さを十分に粗いものに調整できる。

【0050】

コンディショナ基板2の外周の帯状部に接着されたダイヤモンド砥粒は、ポリシングクロスに高速で接し、かつ、高い圧力で接する。また、コンディショナ基板2の外周付近は内周付近よりもポリシングクロス面に垂直な方向の振動が激しい。従って、ダイヤモンド砥粒が機械的に破損し脱落し易い。しかしながら、粒径の小さいダイヤモンド砥粒やブロッキーなダイヤモンド砥粒は、粒径の大きいダイヤモンド砥粒やシャープなダイヤモンド砥粒に比べて機械的強度が強い。また、ポリシングクロスを削るときの機械的な抵抗も小さい。従って、耐久性が高い。基板全体の強度も平均化されて、全体として耐久性が良くなるという効果がある。10

【0051】

例えば、CMP研磨装置における、ILDプロセスでは、半導体ウエハWの研磨レートが高いことが要求される。ポリシングクロスCの表面粗さを粗くすれば、半導体ウエハWの研磨レートが高くなる。粒径の大きなダイヤモンド砥粒やシャープなダイヤモンド砥粒は、機械的な負荷が大きいから脱落しやすく摩耗も激しい。従って、CMP研磨装置の加工後の半導体ウエハWにスクラッチが発生する原因になる。

【0052】

そこで、上記のように、基板の外周の帯状部に粒径の小さいダイヤモンド砥粒やブロッキーなダイヤモンド砥粒を配置した。例えば、ブロッキーなダイヤモンド砥粒として、MBG680（ダイヤモンド・イノベーション・インターナショナル社製、平均粒径X=160μm）を使用した。また、シャープなダイヤモンド砥粒として、MBG620（同、平均粒径X=160μm）を使用した。20

【0053】

以上により、半導体ウエハWのスクラッチは、基板全面にMBG620（ダイヤモンド・イノベーション・インターナショナル社製）を使用した場合に比べて圧倒的に少ないという結果を得た。内周の帯状部にシャープなダイヤモンド砥粒MBG620を使用すると、仕上がり後のポリシングクロスCの表面粗さはいずれも同程度になった。

【0054】

なお、外周の帯状部でポリシングクロスに新しい面を作るとき、削りすぎを調整する必要がある。このため、外周の帯状部よりも内周の帯状部のほうが、半径方向の寸法が長くなるように、帯状部の幅を選定するとよい。さらに具体的には、コンディショナ基板の半径を100としたとき、外周の帯状部の幅は2以上30以下、内周の帯状部の幅は2以上50以下、中心円部の半径は20以上になるようにサイズを選定することが好ましい。外周の帯状部の幅が2以下では、外周の帯状部を設けた意味が無くなる。外周の帯状部の幅が30を越えると内周の帯状部の有効幅が狭く成りすぎる。内周の帯状部の幅が2未満では、内周の帯状部を設けた意味が無くなる。内周の帯状部の幅が50を越えると、有効な外周の帯状部が設けられない。中心円部の半径は外周と内周の帯状部を決めた残りの部分で、自動的に定まる。30

【0055】

（例2）また、CMP研磨装置における、STIプロセスでは、半導体ウエハWのスクラッチがさらに少ないことが要求される。しかも、より寿命の長いコンディショナが要求されている。そこで、従来技術では、ダイヤモンド砥粒として、MBG620に代えてより小さい粒径のMBG680を使用することが考えられる。しかしながら、MBG680だけを使用したコンディショナは、研磨速度が遅いという欠点がある。40

【0056】

そこで、外周の帯状部に小さい粒径のダイヤモンド砥粒（平均粒径X=90μm）を使用し、内周の帯状部に大きい粒径のダイヤモンド砥粒（X=160μm）を使用した。これにより、コンディショナの外周の帯状部の機械強度が増して、スクラッチが減少した。また、内周の帯状部の大きい粒径のダイヤモンド砥粒により、ポリシングクロスCの表面50

粗さを十分に粗くできるから、ポリシングクロスによる半導体ウエハWの研磨速度も速くなる。しかも、処理速度全体が向上し、コンディショナの寿命が約2倍になるという効果があった。

【0057】

(例3) 一方、CMP研磨装置のCuプロセスでは、ディシング、エロージョンが問題になる。ポリシングクロスCの表面粗さが細かいほどディシング、エロージョンが少ないことが知られている。ところが、例えば、細かいダイヤモンド砥粒(例、平均粒径X=10μm)を使用すると、ディシング、エロージョンは少ないが、ダイヤモンドコンディショナの寿命が極端に短くなるという問題がある。

【0058】

そこで、この例では、外周の帯状部には大きな粒径のダイヤモンド砥粒(例、平均粒径X=40μm)を使用し、内周の帯状部には小さな粒径のダイヤモンド砥粒(例、平均粒径X=10μm)を使用する。これらの高さをほぼ揃えて接着することが好ましい。この構成により、細かいダイヤモンド砥粒(例、平均粒径X=10μm)のみを使用したときと比較して、ディシング、エロージョンはほぼ同等程度に少なくできた。また、ダイヤモンドコンディショナの寿命は約2倍になった。

【0059】

なお、実用上、外周の帯状部にJIS規格で#400から#80の粒度、内周の帯状部には外周の帯状部よりも粒径が小さい粒度のダイヤモンド砥粒を接着することが好ましい。この理由は例1と同様である。#400を越えるとポリシング効果が小さ過ぎる。また、#80以下では仕上がり後の面粗さが粗く成りすぎるから、この範囲が適する。好ましくは、平均粒径が20%以上相違するとよい。平均粒径が20%未満の差では、全て同一の種類のダイヤモンド砥粒を使用したものと比較して、効果の差が十分に現れない。例えば、中央辺の円形状のダイヤモンド砥粒接着部には200のダイヤモンド砥粒6を使用する。内周の帯状部のダイヤモンド砥粒接着部4には120のダイヤモンド砥粒を使用する。外周の帯状部の環状のダイヤモンド砥粒接着部4には80のダイヤモンド砥粒6を使用する。これにより、目的とする性能を得ることができた。

【0060】

また、図2等に示すように、夫々のダイヤモンド砥粒接着部4の上面と、側面の上方に、接着層5を介してダイヤモンド砥粒6A、6B、6Cが接着されている。最外周に位置するダイヤモンド砥粒接着部4の外周縁部にはテーパー面が形成されている。このテーパー面の上方にも接着層5を介してダイヤモンド砥粒6Cが接着されている。図6の(b)を用いて説明したように、ダイヤモンドコンディショナ1の外周縁、外周縁がエッジとなり、ポリシングクロスCの表面を研磨する。さらに、帯状部の外周縁のエッジでも、円形状のダイヤモンド砥粒接着部の外周縁のエッジでも研削できる。即ち、基板2全面を効率よく利用して研磨ができる。

【実施例2】

【0061】

図3に示すように、ダイヤモンド砥粒接着部4D、4E、4Fは、それぞれ環状のブロックにより構成されている、コンディショナ基板2上には凹陥部3D、3E、3Fが形成されている。ダイヤモンド砥粒接着部4D、4E、4Fは、これらの凹陥部3D、3E、3Fに嵌め込まれている。両者は、ボルト止めまたは接着剤により固定されている。このように、環状のブロックにより構成されたダイヤモンド砥粒接着部4D、4E、4Fは、自由に容易に交換することができるから、メンテナンス性が良いという特徴を持つ。

【実施例3】

【0062】

実施例1では、各ダイヤモンド砥粒接着部4A、4B、4Cに接着したダイヤモンド砥粒6A、6B、6Cの粒度を異なるものにした。そして、その粒の大きさの相違を、ダイヤモンド砥粒接着部4A、4B、4Cの高さを調整することにより吸収して、コンディショナ1の表面を平坦にした。図4に示した実施例3では、接着剤の接着層5の厚みを調整

10

20

30

40

50

して、コンディショナ 1 の表面を平坦にした。

【実施例 4】

【0063】

実施例 2 では、各ダイヤモンド砥粒接着部 4 D、4 E、4 F に接着したダイヤモンド砥粒 6 D、6 E、6 F の粒度を異なるものにした。そして、その粒の大きさの相違を、プロック状のダイヤモンド砥粒接着部 4 D、4 E、4 F の高さを調整することにより吸収して、コンディショナ 1 の表面を平坦にした。図 5 に示した実施例 4 では、接着剤の接着層 5 の厚みを調整して、コンディショナ 1 の表面を平坦にした。

【実施例 5】

【0064】

10

実施例 5 では、図 6 に示すように、円板状のコンディショナ基板 2 の表面に複数の短円弧状のダイヤモンド砥粒接着部 4 G、4 H が配設されている。これらのダイヤモンド砥粒接着部 4 は、コンディショナ基板 2 の表面に、それぞれ一体に膨出するように形成されている。また、コンディショナ基板 2 の外周辺では、ダイヤモンド砥粒接着部 4 G が環状に連なるように配設されている。さらに、コンディショナ基板 2 の内側では、ダイヤモンド砥粒接着部 4 H が渦巻き状に配設されている。

【0065】

ここで、外周辺に位置するダイヤモンド砥粒接着部 4 G に接着するダイヤモンド砥粒と、内側に位置するダイヤモンド砥粒接着部 4 H に接着するダイヤモンド砥粒とは、夫々相違する種類のものにする。これで、上記の実施例と同様の機能を発揮することができる。

20

【0066】

図 8 は、表示面粗さと研磨時間との関係を示す説明図である。図 8 のグラフの縦軸は表面粗さ Ra、横軸は研磨時間 (hr) を示す。右側の数値は、外周の帯状部と内周の帯状部のダイヤモンド砥粒の粒径を JIS 表示したものである。例えば、SD100-SD60 というのは、外周の帯状部は #100、内周の帯状部は #60 のダイヤモンド砥粒を使用したことを意味する。SD100 (外側のみ) というのは、内周の帯状部にダイヤモンド砥粒が接着されていないことを示す。図 8 のグラフは、ポリシングクロスの仕上がり後の表面粗さは、内周の帯状部のダイヤモンド砥粒の粒径により決まることを実証したものである。図 9 は、ポリシングクロスの研磨速度の変化を示す説明図である。図 8 のグラフの縦軸は研磨速度 (μm / hr)、横軸は研磨時間 (hr) を示す。右側の数値は図 8 と同一である。図 9 のグラフは、ポリシングクロスの研磨速度も、内周の帯状部のダイヤモンド砥粒の粒径により決まることを実証したものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図 1】実施例 1 のダイヤモンドコンディショナの平面図である。

【図 2】実施例 1 のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

【図 3】実施例 2 のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

【図 4】実施例 3 のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

【図 5】実施例 4 のダイヤモンドコンディショナの主要部断面図である。

【図 6】実施例 5 のダイヤモンド砥粒接着部の配設例を説明する平面図である。

40

【図 7】ダイヤモンドコンディショナを使用した CMP 研磨装置例の斜視図である。

【図 8】表示面粗さと研磨時間との関係を示す説明図である。

【図 9】ポリシングクロスの研磨速度の変化を示す説明図である。

【符号の説明】

【0068】

W 半導体ウエハ

C ポリシングクロス

1 ダイヤモンドコンディショナ

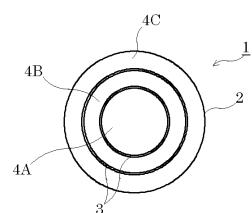
2 コンディショナ基板

3 リング状凹溝

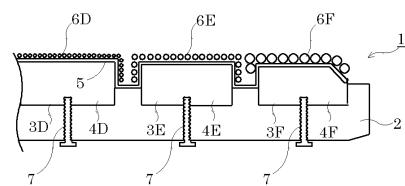
50

- 4 ダイヤモンド砥粒接着部
 5 接着層
 6 ダイヤモンド砥粒

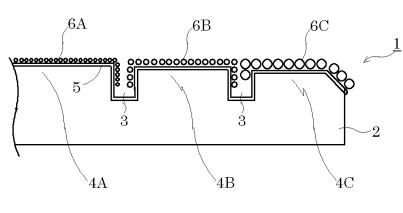
【図1】



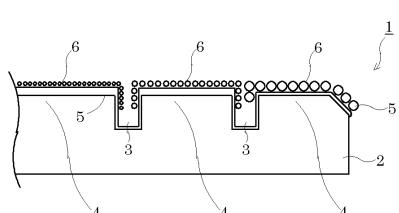
【図3】



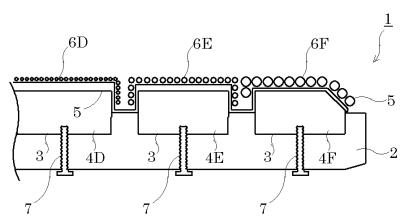
【図2】



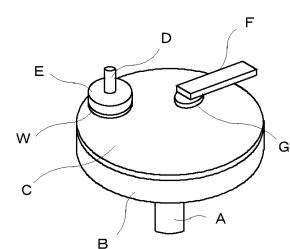
【図4】



【図5】

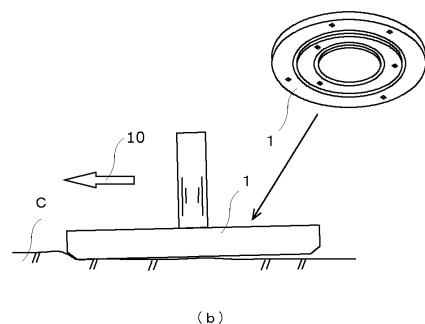
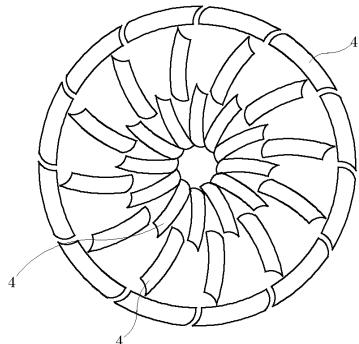


【図7】



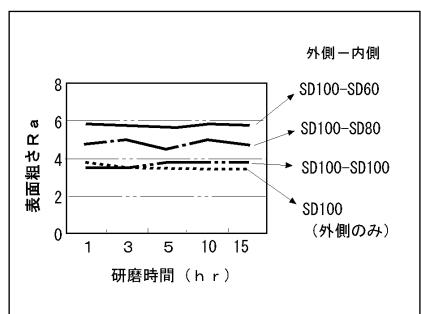
(a)

【図6】

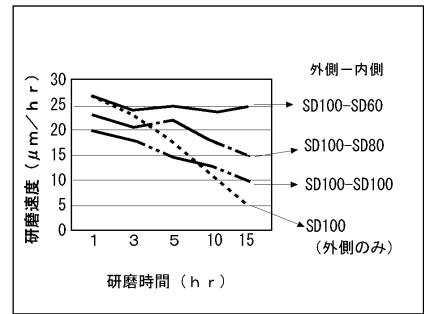


(b)

【図8】



【図9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25B53/00 - 53/14

H01L21/304

B24D3/00 - 18/00