

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6378890号
(P6378890)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/304 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)H01L 21/304 646
H01L 21/30 569Z
H01L 21/304 643A
H01L 21/304 648G
H01L 21/304 622Q

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-24551 (P2014-24551)
 (22) 出願日 平成26年2月12日 (2014.2.12)
 (65) 公開番号 特開2014-195050 (P2014-195050A)
 (43) 公開日 平成26年10月9日 (2014.10.9)
 審査請求日 平成29年1月30日 (2017.1.30)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-41149 (P2013-41149)
 (32) 優先日 平成25年3月1日 (2013.3.1)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000000239
 株式会社荏原製作所
 東京都大田区羽田旭町11番1号
 (74) 代理人 100091498
 弁理士 渡邊 勇
 (74) 代理人 100118500
 弁理士 廣澤 哲也
 (72) 発明者 石橋 知淳
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 茛原製作所内

審査官 堀江 義隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

研磨部の研磨ユニットにおいて、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、

研磨後の前記基板を前記研磨部に隣接する洗浄部に搬送し、

前記洗浄部の洗浄ユニットにおいて、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、

前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、

前記軟X線の照射開始と同時またはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、

前記基板の表面への純水の供給を停止し、

その後、前記基板の表面への軟X線の照射を停止し、

前記基板を前記研磨ユニットおよび前記洗浄ユニットで処理する工程は、前記研磨部と前記洗浄部とを隔壁によって区画するハウジング内で行われることを特徴とする基板処理方法。

【請求項2】

研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、

研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、

前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、

前記軟X線の照射開始と同時にまたはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、

10

20

前記基板の表面への純水の供給を停止し、

その後、前記基板の表面への軟X線の照射を停止し、

前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の回転方向において前記純水が供給される領域の下流側から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする基板処理方法。

【請求項3】

研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、

研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、

前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、

10

前記軟X線の照射開始と同時またはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、

前記基板の表面への純水の供給を停止し、

前記基板の表面への純水の供給を停止した後、前記基板の表面上に純水の膜が存在しないことが液膜センサによって検出されたときに、前記基板の表面への軟X線の照射を停止することを特徴とする基板処理方法。

【請求項4】

前記基板の表面への純水の供給を停止した時点から所定の時間が経過したときに、前記基板の表面への軟X線の照射を停止することを特徴とする請求項1または2に記載の基板処理方法。

【請求項5】

20

前記基板の表面には、少なくとも絶縁膜を含む構造体が形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項6】

前記純水は、比抵抗値が15MΩ・cm以上の超純水であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項7】

前記基板の表面に純水を供給する前に、前記基板の表面に洗浄液を供給して前記基板を洗浄することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項8】

30

前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の中心に関して対称となる位置から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一項に記載の基板処理方法。

【請求項9】

研磨部の研磨ユニットにおいて、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、

研磨後の前記基板を前記研磨部に隣接する洗浄部に搬送し、

前記洗浄部の洗浄ユニットにおいて、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、

前記基板の表面に軟X線を照射しながら、前記基板の表面に純水を供給し、

前記基板の表面への純水の供給を停止し、

前記基板の表面への軟X線の照射を停止し、

前記基板を前記研磨ユニットおよび前記洗浄ユニットで処理する工程は、前記研磨部と前記洗浄部とを隔壁によって区画するハウジング内で行われることを特徴とする基板処理方法。

【請求項10】

40

前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の中心に関して対称となる位置から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする請求項9に記載の基板処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、純水または超純水で基板を処理（例えばリーンス）する方法に関し、特に、基板上に形成された構造体（例えば、絶縁膜、または金属膜、または絶縁膜および金属膜を含むデバイス）の帯電を抑制しながら基板を処理する基板処理方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

半導体デバイスの製造工程では、シリコン基板上に物性の異なる様々な膜が形成され、これら膜に様々な加工が施されることで微細な金属配線が形成される。例えば、ダマシン配線形成工程においては、膜に配線溝を形成し、この配線溝に金属を埋め込み、その後、化学機械研磨（C M P）により余分な金属を除去することで金属配線が形成される。このようなダマシン配線形成工程を経て製造された基板の表面には、金属膜、バリア膜、絶縁膜などの多様な膜が存在する。10

【0003】

基板を研磨するC M P装置（研磨装置）は、通常、研磨された基板を洗浄し、乾燥する基板洗浄装置を備えている。基板の洗浄は、基板を回転させながら、ロールスポンジなどの洗浄具を基板に接觸させることによって行われる。基板の洗浄後は、回転する基板に超純水（D I W）が供給され、これによって基板がリーンスされる。基板を乾燥させる前においても、基板を回転させながら基板に超純水を供給することで基板をリーンスすることが行われている。20

【0004】

回転する基板に供給される超純水は、比抵抗値（ $15 \text{ M} \cdot \text{cm}$ ）が高く、超純水との接触により基板表面が帯電されることが一般的に知られている。実際に、超純水との接触により、金属配線や絶縁膜などが形成されている基板の表面が帯電することが実験によって確認されている。この帯電現象の要因は、超純水が高い比抵抗値を有することや、回転する基板上の超純水の流れにあると考えられているが定かではない。基板表面の帯電は、基板表面の洗浄により除去されたはずのパーティクル再付着や放電によるデバイス破壊の原因となる。また、銅配線を有するデバイスでは、銅自体（Cu）が表面帯電の影響を受けて移動しやすく、絶縁膜上に銅が付着することがある。その結果、配線間でショートカットまたは電流のリークが発生したり、銅配線と絶縁膜との密着性不良が起こることがある。30

【0005】

基板表面の帯電はデバイスの信頼性を低下させる要因となりうるため、基板を除電する必要がある。しかしながら、TEOS膜などの絶縁膜が一旦帯電すると、その絶縁膜を除電することは極めて難しい。図1は、TEOS膜とPVC（ポリ塩化ビニル）の除電実験の結果を示すグラフである。この実験では、TEOS膜とPVCがそれぞれ表面に形成された基板に超純水を供給し、その後基板に軟X線を照射し、軟X線の照射前と照射後に基板の表面電位[V]を測定した。図1から分かるように、PVCは軟X線の照射によって除電されているのに対して、TEOS膜は軟X線を照射しても除電されていない。

【0006】

図2は、軟X線の照射時間に伴う基板の表面電位の変化を調べた実験結果を示すグラフである。この実験では、TEOS膜が表面に形成された基板に超純水を供給し、その後基板に軟X線を30秒、60秒、90秒間照射した後にTEOS膜の表面電位[V]を測定した。図2には、比較例として、基板に超純水を供給した後、軟X線を照射せずに、TEOS膜の表面電位[V]を測定した実験結果が示されている。図2から分かるように、軟X線の照射時間にかかわらず、TEOS膜の表面電位は変化していない。さらに、軟X線を照射した場合と照射しなかった場合とでは、表面電位に殆ど差異はない。これは、軟X線の照射ではTEOS膜を除電できないことを意味している。40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】**

【特許文献 1】特開平 9 - 270412 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、構造体（例えば、絶縁膜、または金属膜、または絶縁膜および金属膜を含むデバイス）が表面に形成された基板の帯電を抑制することができる基板処理方法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】

【0009】

上述した目的を達成するために、一態様は、研磨部の研磨ユニットにおいて、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、研磨後の前記基板を前記研磨部に隣接する洗浄部に搬送し、前記洗浄部の洗浄ユニットにおいて、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、前記軟X線の照射開始と同時またはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、前記基板の表面への純水の供給を停止し、その後、前記基板の表面への軟X線の照射を停止し、前記基板を前記研磨ユニットおよび前記洗浄ユニットで処理する工程は、前記研磨部と前記洗浄部とを隔壁によって区画するハウジング内で行われることを特徴とする基板処理方法である。

10

【0010】

他の態様は、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、前記軟X線の照射開始と同時またはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、前記基板の表面への純水の供給を停止し、その後、前記基板の表面への軟X線の照射を停止し、前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の回転方向において前記純水が供給される領域の下流側から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする基板処理方法である。

20

さらに他の態様は、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、前記基板の表面への軟X線の照射を開始し、前記軟X線の照射開始と同時またはその後、前記基板の表面への純水の供給を開始し、前記基板の表面への純水の供給を停止し、前記基板の表面への純水の供給を停止した後、前記基板の表面上に純水の膜が存在しないことが液膜センサによって検出されたときに、前記基板の表面への軟X線の照射を停止することを特徴とする基板処理方法である。

30

好ましい態様は、前記基板の表面への純水の供給を停止した時点から所定の時間が経過したときに、前記基板の表面への軟X線の照射を停止することを特徴とする。

【0011】

好ましい態様は、前記基板の表面には、少なくとも絶縁膜を含む構造体が形成されていることを特徴とする。

好ましい態様は、前記純水は、比抵抗値が15M \cdot cm以上の超純水であることを特徴とする。

40

好ましい態様は、前記基板の表面に純水を供給する前に、前記基板の表面に洗浄液を供給して前記基板を洗浄することを特徴とする。

好ましい態様は、前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の中心に関して対称となる位置から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする。

【0012】

さらに他の態様は、研磨部の研磨ユニットにおいて、研磨パッド上に研磨液を供給しながら、基板を該研磨パッドの研磨面に押し付けて、該基板を研磨し、研磨後の前記基板を前記研磨部に隣接する洗浄部に搬送し、前記洗浄部の洗浄ユニットにおいて、研磨後の前記基板をその中心軸線まわりに回転させ、前記基板の表面に軟X線を照射しながら、前記基板の表面に純水を供給し、前記基板の表面への純水の供給を停止し、前記基板の表面へ

50

の軟X線の照射を停止し、前記基板を前記研磨ユニットおよび前記洗浄ユニットで処理する工程は、前記研磨部と前記洗浄部とを隔壁によって区画するハウジング内で行われることを特徴とする基板処理方法である。

好ましい態様は、前記基板の表面に軟X線を照射する工程では、前記基板の中心に関して対称となる位置から、軟X線を前記基板の表面に照射することを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

上述したように、一旦帯電した絶縁膜を除電することは殆どできない。この事実に鑑み、本発明の方法は、帯電した基板を除電するのではなく、基板の帯電を抑制する。具体的には、純水が基板に供給されている間、基板の表面に軟X線が照射される。基板への純水供給が開始されると同時に軟X線の照射が開始され、基板への純水供給が停止された後に軟X線の照射が停止される。つまり、基板上に純水の流れが形成されている間は、常に軟X線が照射される。したがって、基板の帯電を抑制しつつ、基板に純水を供給して基板リーンなどの処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】TEOS膜とPVC(ポリ塩化ビニル)の除電実験の結果を示すグラフである。

【図2】軟X線の照射時間に伴う基板の表面電位の変化を調べた実験結果を示すグラフである。

【図3】研磨ユニット、洗浄ユニット、および乾燥ユニットを備えた研磨装置を示す図である。

【図4】研磨ユニットを示す斜視図である。

【図5】ロールスポンジタイプの洗浄ユニット(基板洗浄装置)を示す斜視図である。

【図6】ロールスポンジタイプの洗浄ユニットの平面図である。

【図7】ウェーハをリーンする工程を示すフローチャートである。

【図8】軟X線照射によってウェーハの帯電が抑制されることを調べた実験結果を示すグラフである。

【図9】ウェーハのスクラブ洗浄およびリーン中に軟X線を照射する例を示すフローチャートである。

【図10】ペンスポンジタイプの基板洗浄装置を示す斜視図である。

【図11】ペンスポンジタイプの基板洗浄装置の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図3は、研磨ユニット、洗浄ユニット、および乾燥ユニットを備えた研磨装置を示す図である。この研磨装置は、ウェーハ(基板)を研磨し、洗浄し、乾燥させる一連の工程を行うことができる基板処理装置である。図3に示すように、研磨装置は、略矩形状のハウジング2を備えており、ハウジング2の内部は隔壁2a, 2bによってロード/アンロード部6と研磨部1と洗浄部8とに区画されている。研磨装置は、ウェーハ処理動作を制御する動作制御部10を有している。

【0016】

ロード/アンロード部6は、多数のウェーハをストックするウェーハカセットが載置されるロードポート12を備えている。このロード/アンロード部6には、ロードポート12の並びに沿って走行機構14が敷設されており、この走行機構14上にウェーハカセットの配列方向に沿って移動可能な搬送口ボット(ローダー)16が設置されている。搬送口ボット16は走行機構14上を移動することによってロードポート12に搭載されたウェーハカセットにアクセスできるようになっている。

【0017】

研磨部1は、ウェーハの研磨が行われる領域であり、第1研磨ユニット1A、第2研磨ユニット1B、第3研磨ユニット1C、第4研磨ユニット1Dを備えている。第1研磨ユ

10

20

30

40

50

ニット1Aは、研磨面を有する研磨パッド20が取り付けられた第1研磨テーブル22Aと、ウェーハを保持しあつウェーハを第1研磨テーブル22A上の研磨パッド20に押圧しながら研磨するための第1トップリング24Aと、研磨パッド20に研磨液（例えばスラリ）やドレッシング液（例えば、純水）を供給するための第1研磨液供給ノズル26Aと、研磨パッド20の研磨面のドレッシングを行うための第1ドレッシングユニット28Aと、液体（例えば純水）と気体（例えば窒素ガス）の混合流体、または液体（例えば純水）を霧状にして研磨面に噴射する第1アトマイザ30Aとを備えている。

【0018】

同様に、第2研磨ユニット1Bは、研磨パッド20が取り付けられた第2研磨テーブル22Bと、第2トップリング24Bと、第2研磨液供給ノズル26Bと、第2ドレッシングユニット28Bと、第2アトマイザ30Bとを備えており、第3研磨ユニット1Cは、研磨パッド20が取り付けられた第3研磨テーブル22Cと、第3トップリング24Cと、第3研磨液供給ノズル26Cと、第3ドレッシングユニット28Cと、第3アトマイザ30Cとを備えており、第4研磨ユニット1Dは、研磨パッド20が取り付けられた第4研磨テーブル22Dと、第4トップリング24Dと、第4研磨液供給ノズル26Dと、第4ドレッシングユニット28Dと、第4アトマイザ30Dとを備えている。

【0019】

第1研磨ユニット1Aおよび第2研磨ユニット1Bに隣接して、第1リニアトランスポータ40が配置されている。この第1リニアトランスポータ40は、4つの搬送位置（第1搬送位置TP1、第2搬送位置TP2、第3搬送位置TP3、第4搬送位置TP4）の間でウェーハを搬送する機構である。また、第3研磨ユニット1Cおよび第4研磨ユニット1Dに隣接して、第2リニアトランスポータ42が配置されている。この第2リニアトランスポータ42は、3つの搬送位置（第5搬送位置TP5、第6搬送位置TP6、第7搬送位置TP7）の間でウェーハを搬送する機構である。

【0020】

第1搬送位置TP1に隣接して、搬送口ボット16からウェーハを受け取るためのリフタ44が配置されている。ウェーハはこのリフタ44を介して搬送口ボット16から第1リニアトランスポータ40に渡される。リフタ44と搬送口ボット16との間に位置して、シャッタ（図示せず）が隔壁2aに設けられており、ウェーハの搬送時にはシャッタが開かれて搬送口ボット16からリフタ44にウェーハが渡されるようになっている。

【0021】

ウェーハは、搬送口ボット16によってリフタ44に渡され、さらにリフタ44から第1リニアトランスポータ40に渡され、そして第1リニアトランスポータ40によって研磨ユニット1A, 1Bに搬送される。第1研磨ユニット1Aのトップリング24Aは、そのスイング動作により第1研磨テーブル22Aの上方位置と第2搬送位置TP2との間を移動する。したがって、トップリング24Aへのウェーハの受け渡しは第2搬送位置TP2で行われる。

【0022】

同様に、第2研磨ユニット1Bのトップリング24Bは研磨テーブル22Bの上方位置と第3搬送位置TP3との間を移動し、トップリング24Bへのウェーハの受け渡しは第3搬送位置TP3で行われる。第3研磨ユニット1Cのトップリング24Cは研磨テーブル22Cの上方位置と第6搬送位置TP6との間を移動し、トップリング24Cへのウェーハの受け渡しは第6搬送位置TP6で行われる。第4研磨ユニット1Dのトップリング24Dは研磨テーブル22Dの上方位置と第7搬送位置TP7との間を移動し、トップリング24Dへのウェーハの受け渡しは第7搬送位置TP7で行われる。

【0023】

第1リニアトランスポータ40と、第2リニアトランスポータ42と、洗浄部8との間にはスイングトランスポータ46が配置されている。第1リニアトランスポータ40から第2リニアトランスポータ42へのウェーハの受け渡しは、スイングトランスポータ46によって行われる。ウェーハは、第2リニアトランスポータ42によって第3研磨ユニッ

10

20

30

40

50

ト 1 C および / または第 4 研磨ユニット 1 D に搬送される。

【 0 0 2 4 】

スイングトランスポータ 4 6 の側方には、図示しないフレームに設置されたウェーハの仮置き台 4 8 が配置されている。この仮置き台 4 8 は、図 3 に示すように、第 1 リニアトランスポータ 4 0 に隣接して配置されており、第 1 リニアトランスポータ 4 0 と洗浄部 8 との間に位置している。スイングトランスポータ 4 6 は、第 4 搬送位置 T P 4 、第 5 搬送位置 T P 5 、および仮置き台 4 8 の間でウェーハを搬送する。

【 0 0 2 5 】

仮置き台 4 8 に載置されたウェーハは、洗浄部 8 の第 1 の搬送口ボット 5 0 によって洗浄部 8 に搬送される。洗浄部 8 は、研磨されたウェーハを洗浄液で洗浄する一次洗浄ユニット 5 2 および二次洗浄ユニット 5 4 と、洗浄されたウェーハを乾燥する乾燥ユニット 5 6 とを備えている。第 1 の搬送口ボット 5 0 は、ウェーハを仮置き台 4 8 から一次洗浄ユニット 5 2 に搬送し、さらに一次洗浄ユニット 5 2 から二次洗浄ユニット 5 4 に搬送するよう動作する。二次洗浄ユニット 5 4 と乾燥ユニット 5 6 との間には、第 2 の搬送口ボット 5 8 が配置されている。この第 2 の搬送口ボット 5 8 は、ウェーハを二次洗浄ユニット 5 4 から乾燥ユニット 5 6 に搬送するよう動作する。

【 0 0 2 6 】

乾燥されたウェーハは、搬送口ボット 1 6 により乾燥ユニット 5 6 から取り出され、ウェーハカセットに戻される。このようにして、研磨、洗浄、および乾燥を含む一連の処理がウェーハに対して行われる。

【 0 0 2 7 】

第 1 研磨ユニット 1 A 、第 2 研磨ユニット 1 B 、第 3 研磨ユニット 1 C 、および第 4 研磨ユニット 1 D は互いに同一の構成を有している。したがって、以下、第 1 研磨ユニット 1 A について説明する。図 4 は、第 1 研磨ユニット 1 A を示す斜視図である。図 4 に示すように、第 1 研磨ユニット 1 A は、研磨パッド 2 0 を支持する研磨テーブル 2 2 A と、ウェーハ W を研磨パッド 2 0 に押し付けるトップリング 2 4 A と、研磨パッド 2 0 に研磨液（スラリー）を供給するための研磨液供給ノズル 2 6 A とを備えている。図 4 において、第 1 ドレッシングユニット 2 8 A と第 1 アトマイザ 3 0 A は省略されている。

【 0 0 2 8 】

研磨テーブル 2 2 A は、テーブル軸 2 3 を介してその下方に配置されるテーブルモータ 2 5 に連結されており、このテーブルモータ 2 5 により研磨テーブル 2 2 A が矢印で示す方向に回転されるようになっている。研磨パッド 2 0 は研磨テーブル 2 2 A の上面に貼付されており、研磨パッド 2 0 の上面がウェーハ W を研磨する研磨面 2 0 a を構成している。トップリング 2 4 A はトップリングシャフト 2 7 の下端に固定されている。トップリング 2 4 A は、その下面に真空吸着によりウェーハ W を保持できるように構成されている。トップリングシャフト 2 7 は、トップリングアーム 3 1 内に設置された図示しない回転機構に連結されており、トップリング 2 4 A はこの回転機構によりトップリングシャフト 2 7 を介して回転駆動されるようになっている。

【 0 0 2 9 】

ウェーハ W の表面の研磨は次のようにして行われる。トップリング 2 4 A および研磨テーブル 2 2 A をそれぞれ矢印で示す方向に回転させ、研磨液供給ノズル 2 6 A から研磨パッド 2 0 上に研磨液（スラリー）を供給する。この状態で、トップリング 2 4 A によりウェーハ W を研磨パッド 2 0 の研磨面 2 0 a に押し付ける。ウェーハ W の表面は、研磨液に含まれる砥粒の機械的作用と研磨液に含まれる化学成分の化学的作用により研磨される。

【 0 0 3 0 】

一次洗浄ユニット 5 2 および二次洗浄ユニット 5 4 は、互いに同じ構成を有している。したがって、以下、一次洗浄ユニット 5 2 について説明する。図 5 は、一次洗浄ユニット（基板洗浄装置） 5 2 を示す斜視図である。図 5 に示すように、第 1 洗浄ユニット 5 2 は、ウェーハ W を水平に保持して回転させる 4 つの保持ローラ 7 1 , 7 2 , 7 3 , 7 4 と、ウェーハ W の上下面に接触するロールスポンジ（洗浄具） 7 7 , 7 8 と、これらのロール

10

20

30

40

50

スポンジ 77, 78 を回転させる回転機構 80, 81 と、ウェーハ W の上面（絶縁膜、または金属膜、または絶縁膜および金属膜絶縁膜を含むデバイスなどの構造体が形成されている面）に純水（好ましくは、超純水）を供給する上側純水供給ノズル 85, 86 と、ウェーハ W の上面に洗浄液（薬液）を供給する上側洗浄液供給ノズル 87, 88 とを備えている。図示しないが、ウェーハ W の下面に純水を供給する下側純水供給ノズルと、ウェーハ W の下面に洗浄液（薬液）を供給する下側洗浄液供給ノズルが設けられている。

【0031】

保持ローラ 71, 72, 73, 74 は図示しない駆動機構（例えばエアシリンダ）によって、ウェーハ W に近接および離間する方向に移動可能となっている。上側のロールスポンジ 77 を回転させる回転機構 80 は、その上下方向の動きをガイドするガイドレール 89 に取り付けられている。また、この回転機構 80 は昇降駆動機構 82 に支持されており、回転機構 80 および上側のロールスponsジ 77 は昇降駆動機構 82 により上下方向に移動されるようになっている。なお、図示しないが、下側のロールスponsジ 78 を回転させる回転機構 81 もガイドレールに支持されており、昇降駆動機構によって回転機構 81 および下側のロールスponsジ 78 が上下動するようになっている。昇降駆動機構としては、例えばボールねじを用いたモータ駆動機構またはエアシリンダが使用される。ウェーハ W の洗浄時には、ロールスponsジ 77, 78 は互いに近接する方向に移動してウェーハ W の上下面に接触する。

【0032】

図 6 は、洗浄ユニットの平面図である。図 6 に示すように、保持ローラ 71, 72, 73, 74 に保持されたウェーハ W に隣接して、2 つの軟 X 線照射器 65 が配置されている。これら軟 X 線照射器 65 はウェーハ W の中心に関して対称に配置されており、それぞれウェーハ W の上面を向いている。ウェーハ W の回転方向（矢印で示す）に関して、軟 X 線照射器 65 は純水供給ノズル 85, 86 の下流側に配置されている。したがって、軟 X 線照射器 65 は、ウェーハ W 上の純水供給領域の下流側から軟 X 線をウェーハ W の上面に照射する。このような配置により、ウェーハ W に供給された純水に直ちに軟 X 線を照射することができるので、ウェーハ W の帯電を確実に抑制することができる。

【0033】

図 6 から分かるように、ロールスponsジ 77 はウェーハ W を横切って配置されている。したがって、軟 X 線がロールスponsジ 77 によって遮られないようにするために、2 つの軟 X 線照射器 65 は、ロールスponsジ 77 の両側に（すなわち、ロールスponsジ 77 を挟むように）配置されている。これら 2 つの軟 X 線照射器 65 によってウェーハ W の上面全体に軟 X 線が照射されるようになっている。

【0034】

次に、ウェーハ W を洗浄する工程について説明する。まず、ウェーハ W をその軸心まわりに回転させる。次いで、上側洗浄液供給ノズル 87, 88 および図示しない下側洗浄液供給ノズルからウェーハ W の上面及び下面に洗浄液が供給される。この状態で、ロールスponsジ 77, 78 がその水平に延びる軸心周りに回転しながらウェーハ W の上下面に摺接することによって、ウェーハ W の上下面をスクラブ洗浄する。

【0035】

スクラブ洗浄後、回転するウェーハ W に純水を供給することによってウェーハ W の濯ぎ（リニス）が行われる。ウェーハ W のリニスは、ロールスponsジ 77, 78 をウェーハ W の上下面に摺接させながら行なってもよいし、ロールスponsジ 77, 78 をウェーハ W の上下面から離間させた状態で行なってもよい。

【0036】

ウェーハ W のリニスについて図 7 のフローチャートを参照しながら説明する。まず、回転するウェーハ W への軟 X 線の照射が開始される（ステップ 1）。その後、ウェーハ W から洗浄液を洗い流すために、上側純水供給ノズル 85, 86 および図示しない下側純水供給ノズルからそれぞれウェーハ W の上面、下面への純水の供給を開始し（ステップ 2）、ウェーハ W をリニスする（ステップ 3）。次いで、ウェーハ W への純水の供給を停止し（

10

20

30

40

50

ステップ4)、その後、ウェーハWへの軟X線の照射を停止する(ステップ5)。

【0037】

このように、純水(または超純水)のウェーハWへの供給が開始される前に、軟X線の照射が開始され、純水(または超純水)のウェーハWへの供給が停止された後に、軟X線の照射が停止される。言い換えれば、ウェーハWに純水が供給されているときは常に軟X線がウェーハWに照射される。

【0038】

ウェーハWへの軟X線の照射が開始されると同時に、ウェーハWへの純水の供給が開始されてもよい。すなわち、図7に示すフローチャートのステップ1とステップ2は同時に実行されてもよい。この場合でも、ウェーハWに純水が供給されているときは常に軟X線がウェーハWに照射される。したがって、ウェーハWの帯電が防止される。

10

【0039】

ウェーハWへの純水の供給が停止された後のしばらくの間、純水がウェーハW上に残留していることがある。したがって、ウェーハWへの純水の供給が停止された時点から所定の時間が経過したときに、軟X線の照射を停止してもよい。また、ウェーハW上に純水の膜が存在しないことを検知した後に、軟X線の照射を停止してもよい。例えば、図5に示すように、ウェーハW上の液膜を検知する液膜センサ90を設け、この液膜センサ90により残液膜がないことが検知された後に、軟X線の照射を停止してもよい。このような液膜センサ90としては、光学式変位計を使用することができる。

【0040】

20

純水、特に比抵抗値($15\text{ M}\cdot\text{cm}$)が高い超純水がウェーハに供給されると、ウェーハが帯電することが知られている。本発明者は、軟X線をウェーハに照射しながら、超純水をウェーハに供給すると、ウェーハの帯電が抑制されることを数々の実験によって検証した。図8は、軟X線照射によってウェーハの帯電が抑制されることを調べた実験結果を示すグラフである。この実験は、図5に示す洗浄ユニットを用いて実施され、超純水をウェーハに供給した後にウェーハ上のTEOS膜(層間絶縁膜)の表面電位を測定した。図8に示す実験結果から、ウェーハに軟X線を照射しなかった場合に比べて、ウェーハに軟X線を照射しながらウェーハに超純水を供給すると、ウェーハの表面電位が低く抑えられることが分かる。したがって、本実施形態に係る基板処理方法によれば、ウェーハ(基板)の帯電に起因するウェーハのディフェクトを防止することができる。

30

【0041】

スクラブ洗浄に使用される洗浄液は、通常、純水よりも低い比抵抗値を有しているが、洗浄液によっては純水を多く含むものもある。そのような洗浄液を使用すると、ウェーハWの帯電が起こりやすくなる。このような場合は、スクラブ洗浄中にも軟X線をウェーハWに照射してもよい。図9は、ウェーハWのスクラブ洗浄およびリンス中に軟X線を照射する例を示すフローチャートである。図9に示すように、まず、ウェーハWを回転させた状態で、ウェーハWへの軟X線の照射が開始される(ステップ1)。次に、上側洗浄液供給ノズル87, 88および図示しない下側洗浄液供給ノズルからウェーハWの上面及び下面に洗浄液が供給される(ステップ2)。この状態で、ロールスポンジ77, 78がその水平に延びる軸心周りに回転しながらウェーハWの上下面に摺接することによって、ウェーハWの上下面をスクラブ洗浄する(ステップ3)。

40

【0042】

スクラブ洗浄後、洗浄液の供給が停止される。ウェーハWから洗浄液を洗い流すために、上側純水供給ノズル85, 86および図示しない下側純水供給ノズルからそれぞれウェーハWの上面、下面への純水の供給を開始し(ステップ4)、ウェーハWをリンスする(ステップ5)。次いで、ウェーハWへの純水の供給を停止し(ステップ6)、その後、ウェーハWへの軟X線の照射を停止する(ステップ7)。図9に示す基板洗浄方法によれば、ウェーハWのスクラブ洗浄およびリンス中に、ウェーハWの帯電を抑制することができる。

【0043】

50

ウェーハWへの軟X線の照射が開始されると同時に、ウェーハWへの洗浄液の供給が開始されてもよい。すなわち、図9に示すフローチャートのステップ1とステップ2は同時に実行されてもよい。この場合でも、ウェーハWに洗浄液および純水が供給されているときは常に軟X線がウェーハWに照射される。したがって、ウェーハWの帯電が防止される。

【0044】

本実施形態に係る基板処理方法は、他のタイプの基板洗浄装置に適用することも可能である。図10は、ペンスポンジタイプの基板洗浄装置を示す斜視図である。図3に示す洗浄ユニット52, 54として、図10に示すペンスポンジタイプの基板洗浄装置を用いてもよい。

10

【0045】

図10に示すように、このタイプの基板洗浄装置は、ウェーハWを保持して回転させる基板保持部91と、ペンスポンジ92と、ペンスポンジ92を保持するアーム94と、ウェーハWの上面に純水を供給する純水供給ノズル96と、ウェーハWの上面に洗浄液(薬液)を供給する洗浄液供給ノズル97とを備えている。ペンスpongジ92は、アーム94内に配置された回転機構(図示せず)に連結されており、ペンスpongジ92は鉛直方向に伸びる中心軸線まわりに回転されるようになっている。

【0046】

基板保持部91は、ウェーハWの周縁部を保持する複数の(図10では4つの)チャック95を備えており、これらチャック95でウェーハWを水平に保持する。チャック95にはモータ98が連結されており、チャック95に保持されたウェーハWはモータ98によってその軸心まわりに回転する。

20

【0047】

アーム94はウェーハWの上方に配置されている。アーム94の一端にはペンスpongジ92が連結され、アーム94の他端には旋回軸100が連結されている。この旋回軸100にはアーム94を旋回させるアーム回転機構としてのモータ101が連結されている。アーム回転機構は、モータ101に加えて、減速ギヤなどを備えてもよい。モータ101は、旋回軸100を所定の角度だけ回転させることにより、アーム94をウェーハWと平行な平面内で旋回させるようになっている。したがって、アーム94の旋回により、これに支持されたペンスpongジ92がウェーハWの半径方向外側に移動する。

30

【0048】

図11は、図10に示す基板洗浄装置の平面図である。図11に示すように、基板保持部91に保持されたウェーハWに隣接して、2つの軟X線照射器65が配置されている。これら軟X線照射器65はウェーハWの中心に関して対称に配置されており、それぞれウェーハWの上面を向いている。軟X線がペンスpongジ92によって遮られないようにするために、2つの軟X線照射器65は、ペンスpongジ92の移動経路の両側に配置されている。2つの軟X線照射器65のうちの1つは、ウェーハWの回転方向(矢印で示す)に関して純水供給ノズル96の下流側に配置されている。したがって、この軟X線照射器65は、ウェーハW上の純水供給領域の下流側から軟X線をウェーハWの上面に照射する。

40

【0049】

ウェーハWは次のようにして洗浄される。まず、ウェーハWをその軸心まわりに回転させる。次いで、洗浄液供給ノズル97からウェーハWの上面に洗浄液が供給される。この状態で、ペンスpongジ92がその鉛直に伸びる軸心周りに回転しながらウェーハWの上面に摺接し、さらにウェーハWの半径方向に沿って揺動する。洗浄液の存在下でペンスpongジ92がウェーハWの上面に摺接することにより、ウェーハWがスクラブ洗浄される。

【0050】

スクラブ洗浄後、ウェーハWへの軟X線の照射が開始される。その後、ウェーハWから洗浄液を洗い流すために、純水供給ノズル96から回転するウェーハWの上面に純水を供給し、ウェーハWをリーンスする。次いで、ウェーハWへの純水の供給を停止し、その後、ウェーハWへの軟X線の照射を停止する。ウェーハWのリーンスは、ペンスpongジ92をウ

50

エーハWに摺接させながら行なってもよいし、ペンスポンジ92をウェーハWから離間させた状態で行なってもよい。

【0051】

図10および図11に示す基板洗浄装置を用いた基板洗浄方法においても、図9に示すフロー チャートのように、ウェーハWのスクラブ洗浄およびリンス中にも軟X線をウェーハWに照射してもよい。

【0052】

上述した実施形態に係る基板洗浄方法は、洗浄液をウェーハW上に供給しながらスクラブ部材（ロールスポンジ、ペンスポンジ）でウェーハWをスクラブ洗浄する工程を有するが、単に洗浄液をウェーハW上に供給することでウェーハWを洗浄してもよい。

10

【0053】

上述した例は、本発明に係る基板処理方法を基板洗浄方法に適用した例であるが、本発明の方法は、基板を乾燥する方法にも適用することができる。例えば、基板を低速で回転させ、基板の表面に軟X線を照射し、その後、回転する基板の表面に純水（または超純水）を供給し、純水の供給を停止した後に軟X線の照射を停止し、その後、基板を高速で回転させて基板をスピンドル乾燥させる基板乾燥方法に本発明を適用することも可能である。

【0054】

基板の帯電は、純水の供給によって始まり、時間とともに基板の帯電は進行する。基板の帯電状態は、基板の回転速度などの基板処理条件に依存して変わりうる。例えば、基板の回転速度が高いときは、基板の表面電位は急激に上昇する。しかしながら、基板処理条件によっては、基板があまり帯電しない場合もある。そのような場合は、基板への純水の供給を開始した後に、基板への軟X線の照射を開始してもよい。

20

【0055】

上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然にならうことであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

【符号の説明】

【0056】

30

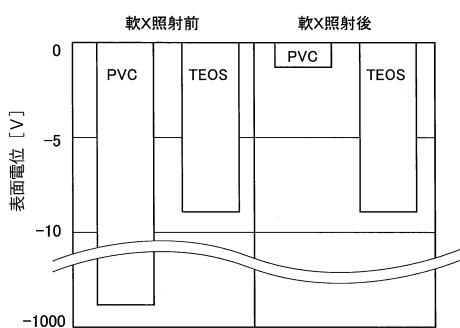
1 A ~ 1 D	研磨装置	
2	ハウジング	
6	ロード / アンロード部	
8	洗浄部	
10	動作制御部	
12	フロントロード部	
14	走行機構	
16	搬送ロボット	
20	研磨パッド	
22 A ~ 22 D	研磨テーブル	
24 A ~ 24 D	トップリング	
26 A ~ 26 D	研磨液供給ノズル	
28 A ~ 28 D	ドレッシングユニット	
30 A ~ 30 D	アトマイザ	
31	トップリングアーム	
40	第1リニアトランスポータ	
42	第2リニアトランスポータ	
44	リフタ	
46	スイングトランスポータ	
48	仮置き台	

40

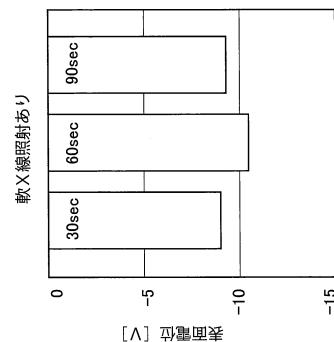
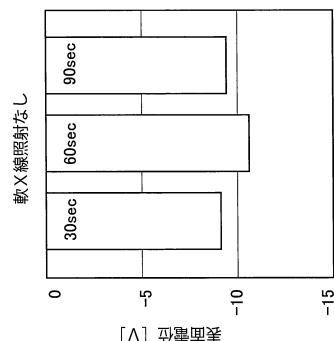
50

5 0	第 1 の搬送口ボット	
5 2	一次洗浄ユニット	
5 4	二次洗浄ユニット	
5 6	乾燥ユニット	
5 8	第 2 の搬送口ボット	
6 5	軟 X 線照射器	
7 0	第 1 洗浄ユニット	
7 1 ~ 7 4	保持ローラ	
7 7 , 7 8	ロールスポンジ	
8 0 , 8 1	回転機構	10
8 2	昇降駆動機構	
8 5 , 8 6	純水供給ノズル	
8 7 , 8 8	洗浄液供給ノズル	
8 9	ガイドレール	
9 0	液膜センサ	
9 1	基板保持部	
9 2	ペンスポンジ	
9 4	アーム	
9 5	チャック	
9 6	純水供給ノズル	20
9 7	洗浄液供給ノズル	
9 8	モータ	
1 0 0	旋回軸	
1 0 1	モータ	

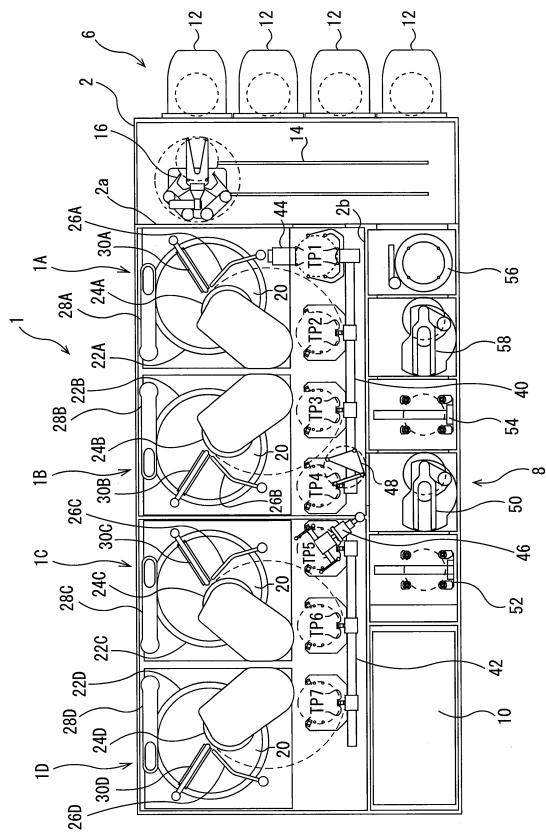
【図 1】



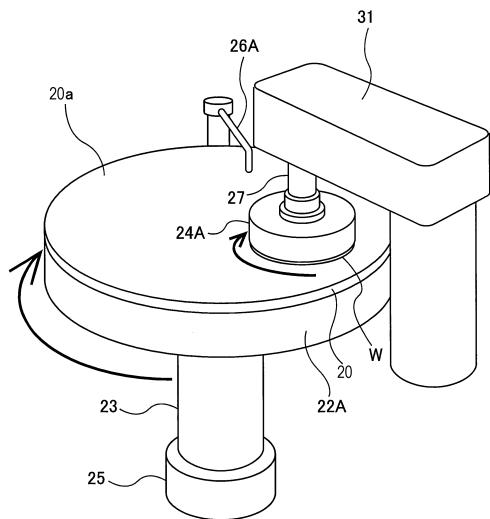
【図 2】



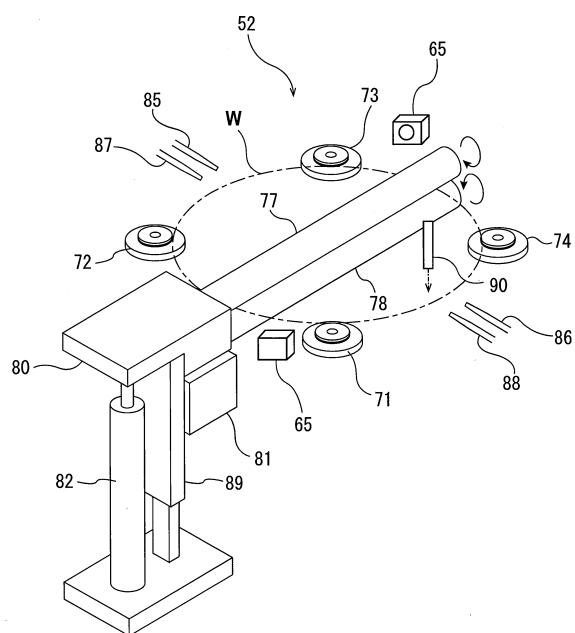
【 図 3 】



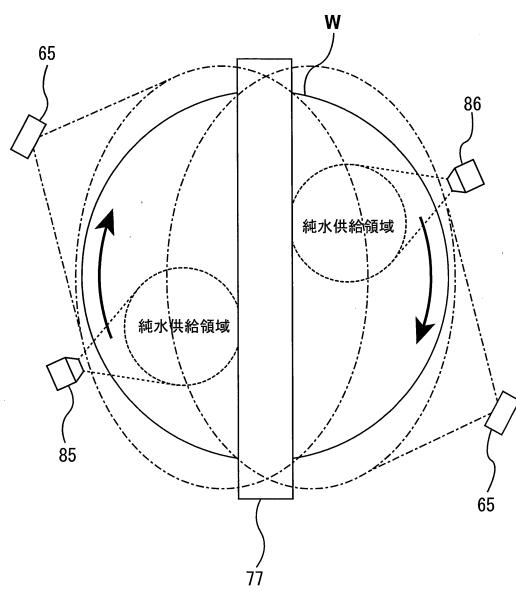
【 図 4 】



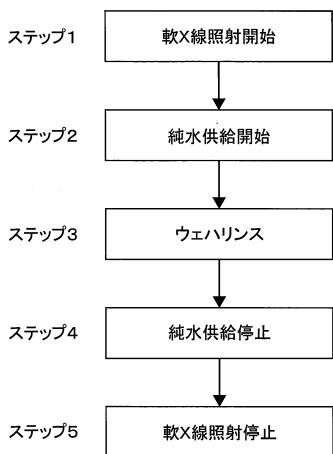
【図5】



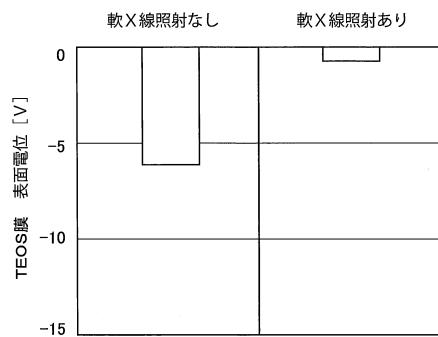
【図6】



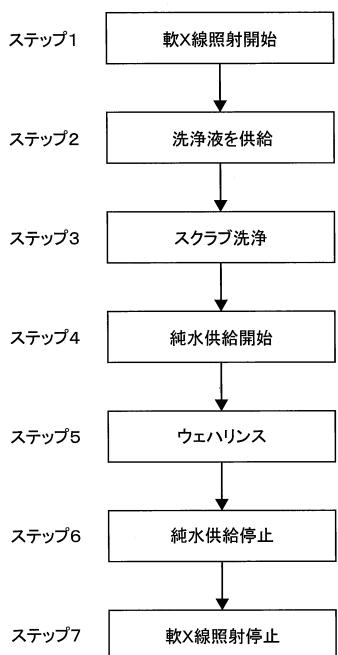
【図7】



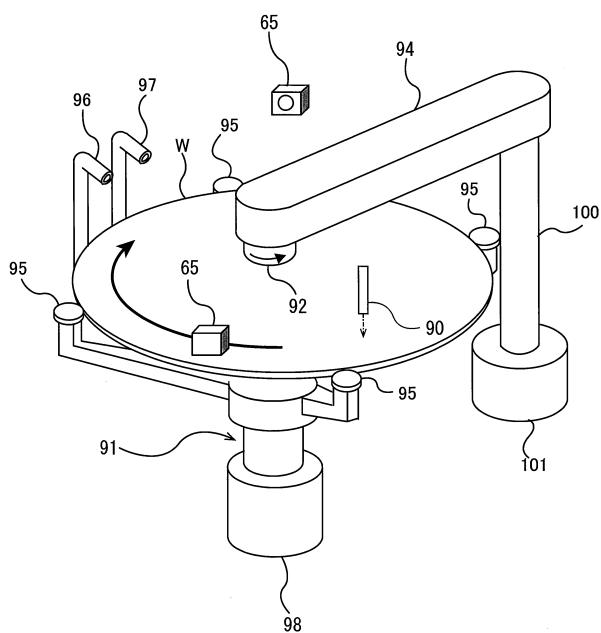
【図8】



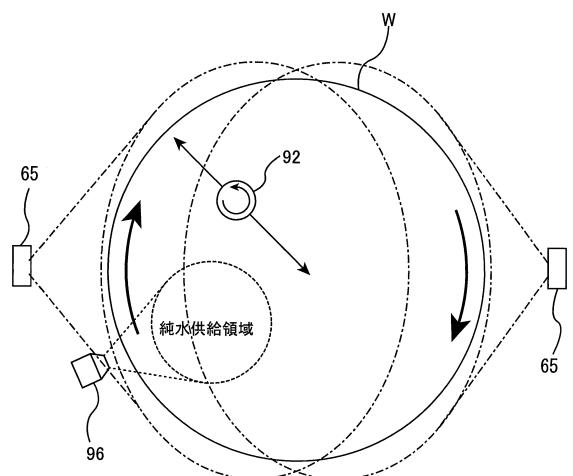
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-072255(JP,A)
特開2002-373879(JP,A)
特開2005-032915(JP,A)
国際公開第2006/038472(WO,A1)
特開2000-277476(JP,A)
特開2002-153826(JP,A)
特開平09-270412(JP,A)
特開2004-311048(JP,A)
特開2005-072559(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
H01L 21/027