

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6640848号
(P6640848)

(45) 発行日 令和2年2月5日 (2020. 2. 5)

(24) 登録日 令和2年1月7日 (2020. 1. 7)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 21/304 (2006. 01)

B 2 4 B 53/017 (2012. 01)

B 2 4 B 37/00 (2012. 01)

HO 1 L 21/304 6 2 2 P

B 2 4 B 53/017 A

B 2 4 B 37/00 Z

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2017-522156 (P2017-522156)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成27年8月13日 (2015. 8. 13)		アプライド マテリアルズ インコーポレ
(65) 公表番号	特表2017-532790 (P2017-532790A)		イテッド
(43) 公表日	平成29年11月2日 (2017. 11. 2)		APPLIED MATERIALS, I
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/044970		NCORPORATED
(87) 国際公開番号	W02016/064467		アメリカ合衆国 カリフォルニア 950
(87) 国際公開日	平成28年4月28日 (2016. 4. 28)		54, サンタ クララ, パウアーズ
審査請求日	平成30年8月8日 (2018. 8. 8)		アヴェニュー 3050
(31) 優先権主張番号	14/523, 482	(74) 代理人	110002077
(32) 優先日	平成26年10月24日 (2014. 10. 24)		園田・小林特許業務法人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	バターフィールド, ポール ディー,
			アメリカ合衆国 カリフォルニア 951
			24, サン ノゼ, ケヴィン ドライ
			ブ 1684

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体をスプレー本体の下方へ且つ入口ポートへ向けて誘導するように方向付けられた流体出口を採用する研磨パッド洗浄システム、及びそれに関連する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学機械研磨システム内に配置された研磨パッドのためのスプレーシステムであって、
底側及び上側を有し、前記底側に対して開かれている入口ポート、内側プレナム、及び
出口ポートを含む、スプレー本体、

流体出口の第 1 の群であって、該流体出口の第 1 の群を出て行く流体を、前記スプレー
本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の
第 1 の群、並びに

前記入口ポート内に配置され、前記入口ポートを第 1 の入口ポートと第 2 の入口ポート
へ分離する仕切りであって、通路が前記入口ポートから前記内側プレナムの中へ延在し、
前記仕切りの両側で前記通路を通過する流体の混合を妨げる、仕切り
を備える、スプレーシステム。

【請求項 2】

流体出口の第 2 の群であって、該流体出口の第 2 の群を出て行く流体を、前記スプレー
本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の
第 2 の群を更に備え、前記入口ポートが、前記流体出口の第 1 の群と前記流体出口の第 2
の群を分離する、請求項 1 に記載のスプレーシステム。

【請求項 3】

化学機械研磨システム内に配置されたスプレーシステムであって、前記化学機械研磨シ
ステムが、研磨中に研磨パッドを支持するためのプラテン及び基板を保持するための研磨

ヘッドを有し、前記スプレーシステムが、

前記プラテンに面する底側及び上側を有し、前記底側に対して開かれている入口ポート、内側プレナム、及び出口ポートを含む、スプレー本体、

流体出口の第1の群であって、該流体出口の第1の群を出て行く流体を、前記スプレー本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の第1の群、並びに

流体出口の第2の群であって、該流体出口の第2の群を出て行く流体を、前記スプレー本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の第2の群、

を備え、

前記入口ポートが、前記流体出口の第1の群と前記流体出口の第2の群を分離する、スプレーシステム。

【請求項4】

流体出口の第3の群であって、前記スプレー本体に連結され、該流体出口の第3の群を出て行く流体を、前記入口ポートから離れるように誘導する配向を有する、流体出口の第3の群を更に備える、請求項3に記載のスプレーシステム。

【請求項5】

化学機械研磨システム内に配置されたスプレーシステムであって、前記化学機械研磨システムが、研磨中に研磨パッドを支持するためのプラテン及び基板を保持するための研磨ヘッドを有し、前記スプレーシステムが、

前記プラテンに面する底側及び上側を有し、前記底側に対して開かれている入口ポート、内側プレナム、前記入口ポートから前記内側プレナムの中へ延在する拡大通路、及び出口ポートを含む、スプレー本体、並びに

流体出口の第1の群であって、該流体出口の第1の群を出て行く流体を、前記スプレー本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の第1の群、

を備える、スプレーシステム。

【請求項6】

化学機械研磨システム内に配置されたスプレーシステムであって、前記化学機械研磨システムが、研磨中に研磨パッドを支持するためのプラテン及び基板を保持するための研磨ヘッドを有し、前記スプレーシステムが、

前記プラテンに面する底側及び上側を有し、前記底側に対して開かれている入口ポート、内側プレナム、前記入口ポートから前記内側プレナムの中へ延在する通路、及び出口ポートを含む、スプレー本体、

流体出口の第1の群であって、該流体出口の第1の群を出て行く流体を、前記スプレー本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の第1の群、並びに

前記入口ポート内に配置され、前記入口ポートを第1の入口ポートと第2の入口ポートへ分離する、仕切り、

を備え、

前記仕切りが、前記仕切りの両側で前記通路を通過する流体の混合を妨げる、スプレーシステム。

【請求項7】

化学機械研磨システム内に配置されたスプレーシステムであって、前記化学機械研磨システムが、研磨中に研磨パッドを支持するためのプラテン及び基板を保持するための研磨ヘッドを有し、前記スプレーシステムが、

前記プラテンに面する底側及び上側を有し、前記底側に対して開かれている入口ポート、内側プレナム、出口ポート、及び前記底側内に形成された1以上の流体凹部を含む、スプレー本体、並びに

流体出口の第1の群であって、該流体出口の第1の群を出て行く流体を、前記スプレー

10

20

30

40

50

本体の前記底側の下方へ且つ前記入口ポートへ向けて誘導する配向を有する、流体出口の第 1 の群、

を備え、

前記流体凹部が、前記入口ポートによって前記流体出口の第 1 の群から分離されている

、
スプレーシステム。

【請求項 8】

前記スプレー本体の第 1 の端部に連結されたダムであって、前記底側から離れるように延在する、ダムを更に備える、請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載のスプレーシステム。

10

【請求項 9】

前記スプレー本体の第 1 の端部に連結されたダムであって、前記底側から離れるように延在する、ダム、及び

前記スプレー本体の向かい合った端部に連結された少なくとも 1 つのスペーサであって、前記底側から離れるように延在し、前記研磨パッド上で前記スプレー本体を支持するように構成されたベアリング面を画定する、スペーサを更に備える、請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載のスプレーシステム。

【請求項 10】

前記スプレー本体の前記上側が、凸状外側上面を更に備える、請求項 3 から 9 のいずれか一項に記載のスプレーシステム。

20

【請求項 11】

基板を研磨する方法であって、

研磨パッド上の基板を研磨すること、

スプレー本体に連結された流体出口の第 1 の群から、前記研磨パッドに対して前記スプレー本体の底側の下方へ、且つ、前記スプレー本体内に形成された入口ポートへ向けて、流体を誘導すること、

前記スプレー本体に連結された流体出口の第 2 の群から、前記研磨パッドに対して前記スプレー本体の底側の下方へ、且つ、前記スプレー本体内に形成された前記入口ポートへ向けて、流体を誘導すること、及び

前記流体出口の第 1 の群並びに前記流体出口の第 2 の群から前記研磨パッドに対して向けられた前記流体を、前記研磨パッドから前記入口ポートを通して前記スプレー本体の中へ除去すること、

30

を含み、

前記流体出口の第 1 の群と前記流体出口の第 2 の群が、前記入口ポートによって分離されている、

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、広くは、基板及び基板上に形成された層の平坦な表面を生成することに関し、特に、化学機械研磨 (CMP) に関する。

40

【背景技術】

【0002】

集積回路及び他の電子デバイスの製造では、導電性、半導電性、及び誘電材料の複数の層が、半導体基板又はガラス基板などのウエハ基板の表面上に堆積され又はその表面から除去される。材料の層は、順番に基板上に堆積され且つ基板から除去され、基板の最も上側の表面は、非平面になる場合があり、更なるリソグラフィーパターンニングがその上で行われ得る前に平坦化を必要とする。基板を平坦化することすなわち表面を「研磨」することは、基板表面から材料が除去されて、概して均一で平坦な基板表面を形成するプロセスである。平坦化は、粗い表面、造粒物、結晶格子の損傷、スクラッチ、及び汚染された層

50

若しくは材料などの、望ましくない表面トポグラフィー及び表面欠陥を除去することにおいて有用である。平坦化は、特徴を埋めるために堆積された余剰な材料を除去することによって基板上に特徴を形成することにおいて、且つ、次のリソグラフィーに基づくパターニングステップのための均一な表面を提供するためにも有用である。

【 0 0 0 3 】

化学機械平坦化すなわち化学機械研磨 (C M P) は、基板を平坦化するための一般的な技法である。 C M P は、基板の表面からの材料の選択的な除去のために、通常は、研磨剤と混合されてスラリを生成する化学組成物を利用する。従来の C M P 技法では、基板キャリア又は研磨ヘッドが、キャリアアセンブリに取り付けられて、 C M P 装置内の研磨パッドと接触するように、基板をその中に固定するように位置決めする。キャリアアセンブリは、基板に対して制御可能な圧力を提供し、基板を研磨パッドに対して促す。研磨パッドは、外部の駆動力によって基板に対して動かされる。したがって、 C M P 装置は、化学的な反応及び機械的な動作の両方の効果をもたらすために、研磨組成物すなわちスラリを分散させる一方で、基板の表面と研磨パッドとの間の研磨動作すなわち擦り動作を行う。研磨パッドは、スラリを分散させ且つ基板と接触するための精密な形状を有する。研磨パッドは、さもなければ研磨パッドの上に集まり、それによって処理される基板に損傷をもたらし、且つ、研磨パッドの寿命を低減させる、デブリ (d e b r i s) を除去するために洗浄され得る。ある場合には、洗浄の従来の方法は、研磨パッドに対して、脱イオン水 (D I W) の噴霧 (s p r a y) を誘導することを含み得る。噴霧は、しばしば、スラリ及びデブリが、パッド上に堆積され、それによって、望ましくない場所に集まる原因となり、後で研磨される基板の基板汚染又はスクラッチングをもたらす。更に、ある場合には、噴霧が、デブリを含むミストを生成し、デブリは、製造設備内に蓄積され、全体の清浄性を低減させ且つ後で研磨される基板をスクラッチする可能性がある。デブリを優れて制御するために噴霧の速度を低減させることは、研磨パッドからのデブリ除去の効果を低減させるという欠点を有する。後で研磨される基板の汚染又はスクラッチの可能性を最小化する一方で、効果的にデブリを除去することによって研磨パッドを洗浄するための、より優れたアプローチが必要である。

【 発 明 の 概 要 】

【 0 0 0 4 】

本明細書で開示される実施形態は、流体をスプレー本体の下方へ且つ入口ポートへ向けて誘導するように方向付けられた流体出口を採用する研磨パッド洗浄システム、及びそれに関連する方法を含む。スラリと組み合わされた研磨パッドは、基板と接触し、その表面の材料を平坦化し、結果としてデブリを生成する。スプレーシステムは、研磨パッドからデブリを除去し、後で研磨される基板に対する損傷を妨げ、パッド効率を改良する。流体をスプレー本体の下方の研磨パッドへ且つ入口ポートへ向けて誘導することによって、デブリは、流体内に取り込まれ、スプレー本体の内側プレナムの中へ誘導され又は引き込まれ得る。流体に取り込まれたデブリは、次に、スプレー本体の出口ポートを通して内側プレナムから除去される。このやり方において、デブリの除去は、基板の欠陥を低減させ、設備の清浄性を改良し、且つ、パッドの寿命を延ばすことができる。

【 0 0 0 5 】

一実施形態では、研磨パッドのためのスプレーシステムが開示される。スプレーシステムは、底側及び上側を有するスプレー本体を含む。スプレー本体は、底側に対して開かれた入口ポート、内側プレナム、及び出口ポートも含む。スプレーシステムは、流体出口の第 1 の群を出て行く流体を、スプレー本体の底側の下方へ且つ入口ポートへ向ける配向を有する、流体出口の第 1 の群も含む。このやり方において、デブリは、流体によって取り込まれ、研磨パッドから効果的に除去され得る。

【 0 0 0 6 】

別の一実施形態では、化学機械研磨 (C M P) システムが開示される。 C M P システムは、研磨中に研磨パッドを支持するためのプラテン及び基板を保持するための研磨ヘッドを有する。 C M P システムの改良は、プラテンに面する底側及び上側を有するスプレー本

体を含む。スプレー本体は、底側に対して開かれた入口ポート、内側プレナム、及び出口ポートを含む。改良は、更に、流体出口の第1の群を出て行く流体を、スプレー本体の底側の下方へ且つ入口ポートへ向ける配向を有する、流体出口の第1の群を含む。このやり方において、高い運動エネルギーを有する流体は、デブリを取り込み、取り込まれたデブリをパッドの表面にわたり分配することなしに、研磨パッドから除去するために使用され得る。

【0007】

更に別の一実施形態では、基板を研磨する方法が開示される。該方法は、研磨パッド上の基板を研磨する。該方法は、スプレー本体に連結された流体出口の第1の群から、研磨パッドに対してスプレー本体の底側の下方へ、且つ、スプレー本体内に形成された入口ポートへ向けて、流体を誘導することを含む。該方法は、更に、流体出口の第1の群から研磨パッドへ誘導された流体を、入口ポートを通してスプレー本体の中へ除去することを含む。このやり方において、研磨パッドに集まるデブリに関連する基板の品質の問題は、より確実に避けることができる。

【0008】

一実施形態では、研磨パッドのためのスプレーシステムが開示される。スプレーシステムは、少なくとも1つの入口ポート、内側プレナム、及び出口ポートを含むスプレー本体を含み、少なくとも1つの入口ポートの各々は、研磨パッドの作業面に対して垂直に又は実質的に垂直に配置されるように構成された入口ポート中心軸を含む。スプレーシステムは、スプレー本体によって支持され且つそれぞれの流体出口中心軸に沿って流体を誘導するように配置された、流体出口の少なくとも1つの群も含み、流体出口の少なくとも1つの群のうちの任意の1つの群のそれぞれの流体出口中心軸は、互いに対して角度を付けられ、入口ポート中心軸のうちの関連付けられた1つに沿って又は隣接して配置された収束ポイントにおいて交差するように向けられている。このやり方において、高い運動エネルギーを有する流体は、デブリを取り込み、受容されたデブリをパッドの表面にわたり分配することなしに、研磨パッドからデブリを除去するために使用され得る。

【0009】

別の一実施形態では、方法が開示される。該方法は、それぞれの流体出口中心軸に沿って流体出口の少なくとも1つの群から流体を誘導することを含む。流体出口の少なくとも1つの群のうちの任意の1つの群のそれぞれの流体出口中心軸は、互いに対して角度を付けられ、スプレー本体の少なくとも1つの入口ポートの少なくとも1つの入口ポート中心軸に沿って又は隣接して配置された収束ポイントにおいて交差するように向けられている。該方法は、研磨パッドの作業面において流体出口の少なくとも1つの群から誘導された流体を受けることも含む。該方法は、スプレー本体の少なくとも1つの入口ポートを用いて、研磨パッドの作業面において受けられた流体を、スプレー本体の内側プレナムへ誘導することも含み、少なくとも1つの入口ポートの各々は、研磨パッドの作業面に対して垂直に又は実質的に垂直に配置された入口ポート中心軸を含む。該方法は、流体を、出口ポートを通して、スプレー本体の内側プレナムから外へ流すことも含む。このやり方において、デブリは、製造領域を汚染することなしに、研磨パッドから効率的に除去され得る。

【0010】

別の一実施形態では、化学機械研磨(CMP)システムが開示される。CMPシステムは、回転可能なプラテンに固定された研磨パッドを含む。CMPシステムは、研磨パッドに対して基板の表面を位置決めするように配置された研磨ヘッドも含む。CMPシステムは、少なくとも1つの入口ポート、内側プレナム、及び出口ポートを含むスプレー本体も含み、少なくとも1つの入口ポートの各々は、研磨パッドの作業面に対して垂直に又は実質的に垂直に配置されるように構成された入口ポート中心軸を含む。CMPシステムは、スプレー本体によって支持され、それぞれの流体出口中心軸に沿って流体を誘導するように配置された、流体出口の少なくとも1つの群も含む。流体出口の少なくとも1つの群のうちの任意の1つの群のそれぞれの流体出口中心軸は、互いに対して角度を付けられ、入口ポート中心軸の関連付けられた1つに沿って又は隣接して配置された収束ポイントにお

10

20

30

40

50

いて交差するように向けられている。このやり方において、研磨パッドに集まるデブリに関連する基板の品質の問題は、より確実に避けることができる。

【 0 0 1 1 】

更なる特徴及び利点が、以下の詳細な説明で説明される。それらは部分的に、特許請求の範囲及び添付された図面をサポートする詳細な説明を含む、それらの説明から当業者に明らかであり、又は本明細書で説明されたように実施形態を実施することによって理解され得る。

【 0 0 1 2 】

前述の本実施形態の一般的な説明及び以下の詳細な説明の両方は、本開示の特性及び特徴を理解するための概略又は大枠を提供することを意図していることが理解されるべきである。添付の図面は、更なる理解を提供するために含まれており、本明細書に組み込まれ、本明細書の一部分を構成する。図面は、本開示の概念の原理及び動作を説明するために役立つ説明と併せて、様々な実施形態を示している。

【 0 0 1 3 】

本開示の上述の特徴を詳細に理解し得るように、上記で簡単に要約された本開示のより具体的な説明が、実施形態を参照することによって得られる。一部の実施形態は付随する図面に示されている。しかし、付随する図面は本開示の典型的な実施形態しか例示しておらず、したがって、本開示の範囲を限定すると見なすべきではなく、他の等しい有効な実施形態を含み得ることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】化学機械研磨（CMP）システムの研磨パッドからデブリを除去するための例示的なスプレーシステムを採用する例示的なCMPシステムの上面斜視図である。

【図 2】化学機械研磨（CMP）システムの研磨パッドからデブリを除去するための例示的なスプレーシステムを採用する例示的なCMPシステムの概略的な上面図である。

【図 3 A】デブリが洗浄されるべき研磨パッドの近傍の図 1 のスプレーシステムの前面断面図である。該スプレーシステムは、スプレー本体、及びスプレー本体によって支持され且つそれぞれの流体出口中心軸に沿って流体を誘導するように配置された流体出口の一群を含むように描かれている。流体出口中心軸は、互いに対して角度を付けられ、スプレー本体の関連付けられた入口ポートの入口ポート中心軸において又は隣接して、交差するように向けられている。

【図 3 B】スプレー本体の少なくとも 1 つの入口ポートの少なくとも 1 つの仕切りを描いている、図 3 A のスプレーシステムの前面断面図である。

【図 3 C】図 3 A のスプレー本体の入口ポートの流体出口の群のうちの第 1 の流体出口及び導管を描いている、図 3 A のスプレー本体の一部分の右側面図である。

【図 3 D】流体出口の群の例示的な相対位置を描いている、図 3 C のスプレーシステムの一部分の底面図である。

【図 4 A】統合されたリンスサブシステムを含むスプレーシステムの別の実施形態の前面断面図である。

【図 4 B】統合されたリンスサブシステムを含むスプレーシステムの別の実施形態の右側面図である。

【図 5 A】流体ベアリング及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の実施形態の前面右上面斜視図である。

【図 5 B】流体ベアリング及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の実施形態の前面左上面斜視図である。

【図 5 C】流体ベアリング及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の実施形態の前面断面図である。

【図 5 D】流体ベアリング及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の実施形態の底面図である。

【図 6 A】スタンドオフ及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の一実

10

20

30

40

50

施形態の前面断面図である。

【図 6 B】図 6 B 1 は、スタンドオフ及び螺旋形状入口ポートを含むスプレーシステムの更に別の一実施形態の部分底面断面図である。図 6 B 2 及び図 6 B 3 は、それぞれ、スタンドオフの代替的な実施例を有するスプレーシステムの更なる実施形態の部分底面断面図である。

【図 7】研磨パッドからデブリを除去するための例示的な一方法のフローチャートである。

【図 8】基板を研磨するための例示的な一方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

10

理解を容易にするため、可能な限り、図面に共通する同一の要素を示すのに同一の参照番号を使用した。一実施形態の要素および特徴は、特記しなくとも、他の実施形態にも有益に組み込むことができることが予測される。

【0016】

次に、幾つかの実施形態が詳細に参照される。それらの実施例は、全てではないが幾つか、添付の図面に示されている。実際、本概念は、多くの異なる形態で具現化され得る。したがって、それらの実施形態は、本明細書を限定するものと解釈されるべきではない。可能なときは何時でも、類似の構成要素又は部分を参照するために、類似の参照番号が使用されている。

【0017】

20

本明細書で開示される実施形態は、流体をスプレー本体の下方へ且つ入口ポートへ向けて誘導するように方向付けられた流体出口を有するスプレー本体を採用する研磨パッド洗浄システム、及びそれに関連する方法を含む。スラリと組み合わせられた研磨パッドは、基板と接触し、その表面の材料を平坦化し、結果としてデブリを生成する。スプレーシステムは、研磨パッドからデブリを除去し、後で研磨される基板に対する損傷を妨げ、且つ、パッド効率を改良する。流体をスプレー本体の下方の研磨パッドへ且つスプレー本体の入口ポートへ向けて誘導することによって、デブリは、流体内に取り込まれ、スプレー本体の内側プレナムの中へ誘導され又は引き込まれ得る。流体に取り込まれたデブリは、次に、スプレー本体の出口ポートを通して内側プレナムから除去される。このやり方において、デブリの除去は、基板の欠陥を低減させ、設備の清浄性を改良し、且つ、パッドの寿命

30

【0018】

図 1 及び図 2 は、研磨パッド 14、調整ヘッド 106、スラリディスペンサ 112、及びスプレーシステム 10 を含む、例示的な化学機械研磨 (CMP) システム 100 の上面斜視図及び概略上面図である。CMP システム 100 は、基板 115 の処理表面 117 を平坦化するために使用される。それによって、望ましくないトポグラフィー及び表面欠陥がそこから除去される。このプロセスの一部において、デブリ 30 が、生成され、研磨パッド 14 上に集まる。図 3 A との関連で後に説明されるように、スプレーシステム 10 は、スプレー本体 18 及び流体出口の一群 22 A を採用し、流体 23 をスプレー本体の下方の研磨パッド 14 へ且つスプレー本体の入口ポートへ向けて誘導する。ある実施形態では、流体出口の第 2 の群 22 B も使用され得る。このやり方では、デブリ 30 が、流体 23 内に取り込まれて、CMP システム 100 からの除去のために、スプレー本体の内側プレナムの中へ誘導され又は引き込まれ得る。スプレーシステム 10 の詳細を説明する前に、次に、CMP システム 100 の動作及び他の構成要素が紹介されて文脈を提供し、研磨パッド 14、調整ヘッド 106、及びスラリディスペンサ 112 が、CMP システム 100 の部分としてのそれらの動作に関して説明される。

40

【0019】

これに関して、CMP システム 100 の研磨パッド 14 及び研磨ヘッド 110 は、研磨パッド 14 に対する基板 115 の処理表面 117 の物理的な接触によって且つ相対的な動作によって、基板 115 の処理表面 117 を平坦化するために使用され得る。平坦化は、

50

材料の層が、順番に、基板 115 の処理表面 117 上に堆積され、基板 115 の処理表面 117 から除去される、次の処理のための準備において、望ましくない表面トポグラフィー及び表面欠陥を取り除く。例えば、基板 115 は、半導体ウエハであり得る。平坦化の間に、基板 115 は、研磨ヘッド 110 内に取り付けられ、基板 115 の処理表面 117 は、CMP システム 100 の研磨パッド 14 と接触するように、CMP システム 100 のキャリアアセンブリ 118 によって位置決めされ得る。キャリアアセンブリ 118 は、研磨ヘッド 110 内に取り付けられた基板 115 に対して制御された力 F を提供し、研磨パッド 14 の作業面 12 に対して基板 115 の処理表面 117 を促す。このやり方において、基板 115 と研磨パッド 14 との間に接触がもたらされる。

【0020】

図 1 及び図 2 を継続的に参照すると、望ましくないトポグラフィー及び表面欠陥の除去は、それらの間にスラリが存在する研磨パッド 14 と基板 115 との間の相対的な回転動作によっても達成される。CMP システム 100 のプラテン 102 は、研磨パッド 14 を支持し、回転の軸 A1 の周りで研磨パッド 14 に回転動作 R1 を提供する。プラテン 102 は、CMP システム 100 の（図示せぬ）基部内のモータによって回転され得る。キャリアアセンブリ 118 も、回転の軸 A2 の周りで研磨ヘッド 110 内に取り付けられた基板 115 に回転動作 R2 を提供し得る。この相対的な動作の環境内にスラリが存在する。研磨パッド 14 の作業面 12 は、概して、平坦であるが、スラリを分配することによって研磨パッド 14 の性能を改良し得る、溝 16 を含んでもよい。スラリは、基板 115 の処理表面 117 からの材料の選択的な除去のために、通常、研磨剤と混合された化学組成物を含み得る。CMP システム 110 は、相対的な動作の前、間、又は後に、研磨パッド 14 の 1 以上の範囲（radii）においてスラリを配置する、少なくとも 1 つのスラリディスペンサ 112 を含み得る。図 1 及び図 2 は、スプレーシステム 10 によって支持されたスラリディスペンサ 112 を描いているが、（図示せぬ）他の実施形態では、スラリディスペンサ 112 が、別の構成要素の部品として組み込まれてもよい。スラリ、研磨パッド 14 の特性、力 F、及び回転動作 R1、R2 は、基板 115 の処理表面 117 において摩擦力及び研磨力を生成する。基板 115 の処理表面 117 から望ましくない表面トポグラフィー及び表面欠陥が除去される際に、摩擦力及び研磨力は、デブリ 30 を生成する。このやり方において、デブリ 30 は、研磨パッド 14 の作業面 12 上に集まり得る。

【0021】

CMP システム 100 は、一貫した研磨を保証するための他の構成要素を含む。図 1 及び図 2 を継続的に参照すると、平坦化の間に、摩擦力及び研磨力は、研磨パッド 14 の摩耗ももたらし得る。それは、研磨パッド 14 の効果を維持し且つ一貫した研磨速度を保証するために、周期的な粗面化（調整）を必要とし得る。これに関して、CMP システム 100 は、ピボットアーム 104 の一端に取り付けられた調整ヘッド 106 及びパッド調整器 108 を有する、ピボットアーム 104 を更に備える。パッド調整器 108 は、調整ヘッド 106 の下側に取り付けられた、ダイヤモンドの結晶が埋め込まれたパッドであり得る。ピボットアーム 104 は、プラテン 102 と動作可能に連結され、ピボットアーム 104 が研磨パッド 14 を調整するために円弧動作において研磨パッド 14 の範囲にわたり前後にスweepする際に、研磨パッド 14 に対してパッド調整器 108 を維持する。このやり方において、研磨パッド 14 は、一貫した研磨速度を提供するように調整され得る。

【0022】

調整に加えて、研磨パッド 14 は、スプレーシステム 10 を使用する洗浄によっても、CMP システム 100 内に維持される。研磨パッド 14 の洗浄は、研磨パッド 14 からのデブリ 30（研磨残留物及び圧密されたスラリ）を洗浄するために、頻繁に実行されなければならない。一実施形態では、洗浄が、研磨パッド 14 との接触から研磨ヘッド 110 内に取り付けられた基板 115 を除去し、且つ、スラリディスペンサ 112 からのスラリの供給を止めることを含み得る。それによって、（図 3A を参照して後に説明される）スプレーシステム 10 によって誘導される流体 23 が、研磨パッド 14 からデブリ 30 を除去し得る。このやり方において、研磨パッド 14 は、デブリ 30 の洗浄が行われ得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

今や、CMPシステム100の動作が紹介されたので、次に、スプレーシステム10の一実施形態が詳細に説明される。これに関して、図3A及び図3Bは、図1のスプレーシステム10の前面断面図であり、図3Cは、右側面図である。図3Dは、スプレーシステム10の一部分の底面図である。スプレーシステム10は、スプレー本体18、プラグ壁44、相互連結プレート47、流体導管25A、25B、流体出口の第1の群22A(1)~22A(N)、流体出口の第2の群22B(1)~22B(N)、及び仕切り36(1)~36(P)を含む。スプレー本体18は、上側19A、底側19B、及び入口ポート34を含む。スプレー本体18は、動作の間に流体23が集まることを避けるために、凸状外側上面を含み得る。流体出口の第1の群22A(1)~22A(N)及び流体出口の第2の群22B(1)~22B(N)は、流体23をスプレー本体18の底側19Bの下方へ且つ入口ポート34へ向けて誘導するように方向付けられている。更に、この実施形態では、流体出口22A(1)~22A(N)、22B(1)~22B(N)が、それぞれの流体出口中心軸AA、ABに沿って、流体23を誘導するように配置されている。流体出口中心軸AA、ABは、互いに対して角度を付けられ、スプレー本体18の入口ポート34(1)~34(N)の入口ポート中心軸Aiにおいて又は隣接して交差するように向けられている。流体出口の群22A(1)~22A(N)、22B(1)~22B(N)の各流体出口は、動作が同様であり、共に研磨パッド14からデブリ30を除去し得る。

10

【 0 0 2 4 】

20

短い紹介として、スプレー本体18は、第1の側42から第2の側40へ、長さL(図2参照)だけ延在し得る。ある場合には、長さLが、少なくとも研磨パッド14の半径の八十(80)パーセントの長さであり、他の実施例では、研磨パッド14のサイズと同じであり得る。これに関して、流体23を流体出口22A(1)~22A(N)、22B(1)~22B(N)へ供給する流体導管25A、25Bは、少なくともスプレー本体18の第1の側42から第2の側40へ、長手方向軸A0(図2参照)に沿って延在し得る。スプレー本体18の第1の側42から第2の側40への長手方向軸A0の軌跡は、直線であり、曲がっており、湾曲を有し、又は別の望ましい形状であり得る。流体導管25A、25Bの長さは、流体出口22A(1)~22A(N)、22B(1)~22B(N)が、スプレー本体18に沿って配置されることを可能にし、且つ、研磨パッド14の半径に沿った分散された配置のために、研磨パッド14に流体23を供給し、研磨パッド14からデブリ30を取り除くための(後で説明される)高エネルギー区域28(1)~28(N)を生成することを可能にする。スプレーシステム10は、仕切り36(1)~36(P)であって、入口ポート34内に配置され、入口ポート34を、それぞれ、流体出口の第1の群22A(1)~22A(N)に関連付けられ、それぞれ、流体出口の第2の群22B(1)~22B(N)に関連付けられた、入口ポート34(1)~34(N)へ分離して、スプレー本体18の入口ポート34(1)~34(N)の中へ流体23が入ることを促進する、仕切り36(1)~36(P)も含み得る。スプレー本体18が、動作を可能にするために、研磨パッド14の上方に配置されたときに、仕切り36(1)~36(P)は、スプレー本体18の底側19Bの下方へ研磨パッド14に向けて延在し得る。このやり方において、仕切り36(1)~36(P)は、入口ポート34(1)~34(N)において、取り込まれたデブリ30を伴う流体23を、より効率的に受け入れるように配置され得る。

30

40

【 0 0 2 5 】

入口ポート34(1)~34(N)の説明を継続すると、入口ポート34(1)~34(N)の各々は、スプレー本体18の内側プレナム26内に配置された内側リップ52へ延在し得る。高エネルギー区域28(1)~28(N)からの流体23は、入口ポート34(1)~34(N)を通して内側プレナム26へ移動し得る。スプレー本体18の出口ポート46は、入口リップ52と協働して動作し、流体23の逆流(図3A参照)及び流体23内に取り込まれたデブリ30が、研磨パッド14へ戻ることを妨げ得る。このやり

50

方において、研磨パッド 14 (図 3 A 参照) は、デブリ 30 がいない状態に保たれ、研磨パッド 14 の寿命を延ばし得る。

【0026】

図 3 A から図 3 D を継続的に参照すると、次に、スプレー本体 18、プラグ壁 44、相互連結プレート 47、流体導管 25 A、25 B、流体出口の群 22 A (1) ~ 22 A (N)、22 B (1) ~ 22 B (N)、及び仕切り 36 (1) ~ 36 (P) を含む、スプレーシステム 10 の構成要素の具体的な詳細が説明される。プラグ壁 44、相互連結プレート 47、及び仕切り 36 (1) ~ 36 (P) は、スプレー本体 18 と一体的に形成され得るが、本明細書で説明され描かれているように、代替的に、分離して形成され得ることに留意されたい。次に、これらの構成要素が、順番に詳細に説明される。

10

【0027】

これに関して、スプレー本体 18 は、スプレーシステム 10 のための構造的な基礎として働き得る。スプレー本体 18 は、第 1 の側 42 から第 2 の側 40 へ長さ L (図 2 参照) だけ延在し、強い弾力的な材料、例えば、金属、アルミニウム、及び/又はプラスチックを含み得る。例えば、長さ L は、百 (100) ミリメートルから五百 (500) ミリメートルまでの範囲内に含まれ得る。スプレー本体 18 の内面 51 は、内側プレナム 26 の少なくとも部分を形成し得る。内側プレナム 26 の中への流体 23 の通路を提供する入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) は、スプレー本体 18 と一体的に形成され得る。このやり方において、スプレー本体 18 は、それぞれ、流体出口 22 A、22 B の群 20 (1) ~ 20 (N) の群の流体出口中心軸 A A、A B が、入口ポートの中心軸 A i に対して精密に位置決めされ得ることを可能にし、それによって、流体 23 内に取り込まれたデブリ 30 は、内側プレナム 26 へ流れ得る。

20

【0028】

プラグ壁 44 と相互連結プレート 47 は、両方、内側プレナム 26 から外へ、取り込まれたデブリ 30 を伴う流体 23 を誘導するために使用される。プラグ壁 44 と相互連結プレート 47 は、強い弾力的な材料、例えば、金属、アルミニウム、及び/又はプラスチックを含み得る。プラグ壁 44 と相互連結プレート 47 は、熱ボンド、粘着ボンド、接着ボンドを用いて、又は機械的な取り付けによって、それぞれ、スプレー本体 18 の第 2 の側 40 と第 1 の側 42 に固定され得る。図示せぬある実施形態では、プラグ壁 44 と相互連結プレート 47 が、例えば、プラスチック射出成形を用いて、スプレー本体 18 と一体的に形成され得る。プラグ壁 44 は、スプレー本体 18 の第 2 の側 40 において流体 23 の動きを遮断し、それによって、スプレー本体 18 の第 1 の側 42 へ、流体 23 を誘導する助けとなり得る。第 1 の側 42 では、出口ポート 46 が、流体 23 が内側プレナム 26 を出て行くための相互連結プレート 47 を通る通路を形成する。このやり方において、デブリ 30 は、内側プレナム 26 から除去され得る。

30

【0029】

プラグ壁 44 と相互連結プレート 47 に関して、第 1 の接触部材 60 と第 2 の接触部材 62 が使用されて、洗浄の間の研磨パッド 14 の作業面 12 (図 3 A 参照) に対する当接を形成し得ることに留意されたい。ある実施形態では、第 1 の接触部材 60 が、プラグ壁 44 に取り付けられ、第 2 の接触部材 62 が、相互連結プレート 47 に取り付けられ得る。他の場合には、第 1 及び第 2 の接触部材 60、62 が、スプレー本体 18 に沿った他の位置に取り付けられ得る。第 1 の接触部材 60 と第 2 の接触部材 62 は、摩耗性材料、例えば、プラスチックを含み、当接の間の研磨パッド 14 への損傷を妨げ得る。第 1 の接触部材 60 と第 2 の接触部材 62 は、洗浄の間に研磨パッド 14 に対する所定の相対位置にスプレー本体 18 を配置するような高さ寸法を有し得る。このやり方において、入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) の入口中心軸 A i は、研磨パッド 14 に対して垂直に又は実質的に垂直に位置決めされ、流体 23 が入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) の中へ効率的に流れることを促進し得る。

40

【0030】

図 3 A から図 3 D を継続的に参照すると、流体導管 25 A、25 B は、流体出口 22 A

50

、 2 2 B の群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) へ流体 2 3 を供給し、スプレー本体 1 8 に対する流体出口 2 2 A、2 2 B の一定の位置を維持し得る。流体導管 2 5 A、2 5 B は、流体 2 3 の流れのための滑らかな内側通路を提供するために円筒形状を有し、流体導管 2 4 A、2 5 B の内面は、流体 2 3 の漏れに対して抵抗性を有する強い弾力的な材料、例えば、金属、アルミニウム、又はプラスチックを含み得る。流体導管 2 5 A、2 5 B は、流体導管 2 5 A、2 5 B に対する圧力下で、流体 2 3 を提供するための 1 以上の流体ポンプ 8 2 (図 1 参照) と流体連通し得ることに留意されたい。このやり方において、流体 2 3 は、スプレーシステム 1 0 に供給され得る。

【 0 0 3 1 】

流体出口の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N)、2 2 B (1) ~ 2 2 B (N) は、それぞれ、流体 2 3 を、流体出口軸 A A、A B に沿って、それぞれの関連付けられた入口軸 A i 上の又は入口軸 A i に隣接する収束ポイントへ向ける。例えば、流体出口の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N)、2 2 B (1) ~ 2 2 B (N) は、流体 2 3 を誘導するための円形状又は矩形形状である開口部 3 1 A、3 1 B (図 3 D 参照) を有し得る。ある実施形態では、流体出口の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N)、2 2 B (1) ~ 2 2 B (N) は、スプレー本体 1 8 の部分を通して形作られた開孔を備え得る。このやり方において、流体 2 3 は、入口ポート中心軸 A i (図 3 A 参照) に対してシータ θ_A 、シータ θ_B (θ_A 、 θ_B) の角度位置において研磨パッド 1 4 に向けられ、流体 2 3 が入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) のうちの関連付けられたものへ流れることを保証し得る。他の実施形態では、流体出口 2 2 A、2 2 B が、スリット、孔、交換可能なノズルフィッティング、及びデフレクタのうちの少なくとも 1 つを備え得る。デフレクタは、ファンのような形状のスプレーを生成する表面であり (且つ、流体出口の部品であり又は流体出口から分離され) 得る。

【 0 0 3 2 】

図 3 A から図 3 D を継続的に参照すると、スプレーシステム 1 0 は、研磨パッド 1 4 (図 3 A 参照) の作業面 1 2 と平行な流体 2 3 の動きを遮断することによって、入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) への流体 2 3 の動きを促進する、仕切り 3 6 (1) ~ 3 6 (P) を含み得る。仕切り 3 6 (1) ~ 3 6 (P) は、1 以上の熱ボンド、粘着ボンド、接着ボンドを用いて、又は機械的な取り付けによって、入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) と隣接するように (又はそれらの間において) スプレー本体 1 8 に固定され得る。ある実施形態では、仕切り 3 6 (1) ~ 3 6 (P) が、スプレー本体 1 8 と一体的に形成され得る。このやり方において、仕切り 3 6 (1) ~ 3 6 (P) が使用されて、研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 と平行な流体 2 3 の動きを抑制し、流体 2 3 をスプレー本体 1 8 の入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) へ誘導し得る。スプレー本体 1 8 の入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) を通って、流体 2 3 内に取り込まれたデブリ 3 0 が、研磨パッド 1 4 から除去され得る。

【 0 0 3 3 】

図 3 A に戻って参照しながら、次に、スプレーシステム 1 0 を通る流体 2 3 の流れ、流体出口の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N)、2 2 B (1) ~ 2 2 B (N) の間の寸法的な関係、研磨パッド 1 4、及び入口ポート 3 4 の特徴が説明される。前述されたように、図 3 A は、研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 の近傍のスプレーシステム 1 0 の前面断面図である。作業面 1 2 は、動作の間にデブリが生成されている一方で、平坦性を改良し、基板 1 1 5 (図 1 参照) から選択された材料を除去するために利用され得る。デブリ 3 0 は、作業面 1 2 上に集まり、デブリ 3 0 が除去されなければ、研磨パッド 1 4 の性能が損なわれ、及び / 又は続けて後で研磨される基板がそれによって損傷され又は汚染され得る。作業面 1 2 は、概して平坦であるが、デブリが集まり且つデブリの除去を難しくするという犠牲を払って、スラリを分配することによって研磨パッド 1 4 の性能を改良し得る溝 1 6 も含み得る。スプレーシステム 1 0 は、デブリ 3 0 を除去し、それによって、研磨パッド 1 4 の性能を回復及び / 又は維持するために使用され得る。

【 0 0 3 4 】

図 3 A を継続的に参照すると、スプレーシステム 1 0 は、スプレー本体 1 8 と、スプレ

ー本体 18 によって支持され、又はスプレー本体 18 と統合され、且つ、流体導管 25 A、25 B によって流体 23 が供給される、流体出口の群 22 A (1) ~ 22 A (N)、22 B (1) ~ 22 B (N) とを含む。流体出口の群 22 A (1) ~ 22 A (N)、22 B (1) ~ 22 B (N) は、流体 23 をスプレー本体 18 の下方の研磨パッド 14 へ且つ入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) へ向けて誘導する。流体 23 が入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) へ移動する際に、流体 23 は、研磨パッド 14 からデブリ 30 を取り込む。入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) は、スプレー本体 18 の内側プレナム 26 への通路を画定する。スプレー本体 18 は、流体 23 及び流体 23 内に取り込まれたデブリ 30 を、出口ポート 46 へ向けて且つ研磨パッド 14 から離れるように誘導し得る。このやり方において、研磨パッド 14 の作業面 12 は、効率的にデブリ 30 の洗浄が行われ得る。

10

【0035】

スプレーシステム 10 は、効率的な動作を可能にする他の特徴を含む。特に、流体出口 22 A、22 B は、それぞれ、流体出口中心軸 A A、A B に沿って、流体 23 を誘導するように配置されている。流体出口中心軸 A A、A B は、互いに対して角度を付けられ、収束ポイント 27 において交差する。その方向が矢印 24 A、24 B で示される流体 23 は、収束ポイント 27 へ方向において流体出口 22 A、22 B を出て行き、作業面 12 において相互作用し、乱流の高エネルギー区域 28 を形成する。流体 23 のモーメントム (momentum) は、高エネルギー区域 28 へ力を提供する。高エネルギー区域 28 では、流体 23 が、作業面 12 において以前に集められたデブリ 30 と相互作用する。流体 23 は、高エネルギー区域 28 において作業面 12 からデブリ 30 を除去し、デブリ 30 は、矢印 24 C で示されているように、流体 23 が高エネルギー区域 28 内で移動し且つ作業面 12 から離れる際に、流体 23 内に取り込まれる。例えば、流体 23 は、デブリ 30 と化学的に相互作用して作業面 12 からのデブリ 30 の除去を促進し得る、脱イオン水及び / 又は他の物質を含み得る。このやり方において、デブリ 30 は、作業面 12 から除去され得る。

20

【0036】

スプレーシステム 10 は、研磨パッド 14 及び高エネルギー区域 28 からのデブリ 30 の搬送も促進する。高エネルギー区域 28 に入る流体 23 の逆の流れの衝撃モーメントムは、既に高エネルギー区域 28 内にある流体 23 が、作業面 12 と平行な方向において高エネルギー区域 28 を離れることを妨げるように働く。高エネルギー区域 28 の中へ連続的に流体 23 が流れることから生じる圧力は、高エネルギー区域 28 及び流体 23 内に蓄積され、その圧力 (及び作業面 12 から反射された流体 23 のモーメントム) は、流体 23 が作業面 12 から離れるように押し、高エネルギー区域 28 をスプレー本体 18 の少なくとも 1 つの入口ポート 34 へ拡張する。入口ポート 34 は、研磨パッド 14 の作業面 12 と垂直に又は実質的に垂直に配置された、入口ポート中心軸 A i を有し得る。本明細書で使用される際に、「実質的に垂直」という用語は、垂直から十 (10) 度の範囲内にあることを意味する。研磨パッド 14 に対する入口ポート中心軸 A i の角度位置は、流体 23 を高エネルギー区域 28 の中へ向ける流体出口 22 A、22 B のうちのいずれか単一の 1 つからの、高エネルギー区域 28 へのモーメントムの貢献に偏ることなく、スプレー本体 18 の中への流体 23 の流入を促進する。これに関して、流体出口中心軸 A A、A B は、それぞれ、入口ポート中心軸 A i に対する角度位置シータ θ_A 、シータ θ_B (A、B) を有し、これらの角度位置シータ θ_A 、シータ θ_B は、同じ角度値であり得る。

30

40

【0037】

図 3 A を継続的に参照すると、収束ポイント 27 は、入口中心軸 A i に沿って又は隣接して配置され、スプレー本体 18 の入口ポート 34 のエントランスにおいて高エネルギー区域 28 を位置決めし、高エネルギー区域 28 を入口ポート 34 の中へ拡張することを優れて可能にする。表現を変えると、収束ポイント 27 を入口ポート中心軸 A i 上に配置することによって、流体 23 のモーメントムは、流体出口 22 A、22 B から入口ポート中心軸 A i に集中される。このやり方において、高エネルギー区域 28 は、入口ポート中心軸 A i に沿った流体のモーメントムエネルギー (momentum energy) を使

50

用して、入口ポート 3 4 の中へ拡大し得る。

【 0 0 3 8 】

スプレーシステム 1 0 の入口ポート 3 4 は、入口ポート 3 4 を通る流体 2 3 の動きを更に促進する、追加の特徴を含み得る。図 3 B は、スプレー本体 1 8 の少なくとも 1 つの入口ポート 3 4 の少なくとも 1 つの仕切り 3 6 (1) を描いている、図 3 A のスプレーシステム 1 0 の前面断面図である。仕切り 3 6 (1) は、研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 と平行な流体 2 3 の動きを遮断することによって、入口ポート 3 4 への流体 2 3 の動きを促進する。この点だけではなく、図 3 C 及び図 3 D は、スプレー本体 1 8 の流体出口 2 2 A、2 2 B の群 2 0 のうちの流体出口 2 2 B 及び入口ポート 3 4 の仕切り 3 6 (1)、3 6 (2) を描いている、スプレー本体 1 8 の右側面図及び底面図である。この場合に、流体 2 3 は、複数の方向において、作業面 1 2 と平行に高エネルギー区域 2 8 を離れることを妨げられている。このやり方において、高エネルギー区域 2 8 内の流体 2 3 は、その中に取り込まれたデブリ 3 0 を伴って、入口ポート 3 4 を通るように誘導され又は引き込まれるより高い可能性を有する。一旦、流体 2 3 が入口ポート 3 4 (1) を通って移動すると、流体 2 3 は、内側プレナム 2 6 の中へ入る。内側プレナム 2 6 は、スプレー本体 1 8 の第 1 の側 4 2 から、第 1 の側 4 2 と反対の第 2 の側 4 0 へ延在し得る。図 3 C で示される一実施形態では、スプレー本体 1 8 が、第 2 の側 4 0 においてプラグ壁 4 4 を含み、第 1 の側 4 2 において相互連結プレート 4 7 を通る出口ポート 4 6 を含み得る。流体 2 3 とその中に取り込まれたデブリ 3 0 は、相互連結プレート 4 7 の出口ポート 4 6 を通って、内側プレナム 2 6 から離れ得る。このやり方において、デブリ 3 0 は、研磨パッド 1 4 から離れるように搬送され、研磨パッド 1 4 の性能を回復させる。

【 0 0 3 9 】

図 3 A に戻って参照すると、他の特徴も、高エネルギー区域 2 8 から入口ポート 3 4 を通る、流体 2 3 とその中に取り込まれたデブリ 3 0 の動きを更に促進し得る。入口ポート 3 4 は、高エネルギー区域 2 8 内の流体 2 3 の蓄積された圧力を、流体 2 3 を拡大通路 5 0 の中へ誘導する又は引っ張る速度へと変換するスロート 4 8 を含み得る。集合的に、スロート 4 8、内側プレナム 2 6、及び拡大通路 5 0 は、スプレー本体 1 8 の部分として一体的に形成され得る。拡大通路 5 0 は、内側プレナム 2 6 内に配置された内側リップ 5 2 まで延在する。拡大通路 5 0 は、スプレー本体 1 8 の部分として形成され得る。スプレー本体 1 8 のその部分は、流体 2 3 が内側リップ 5 2 へ到達する際に、流体 2 3 の速度を低減させるための拡大形状として形作られ得る。拡大通路 5 0 は、幅 X 1 及び X 2 を伴って図 3 A で描かれている。ここで、下流の幅 X 2 は上流の幅 X 1 よりも大きく、拡大形状を提供している。低減された速度は、ミストの生成を最小化し得る。ミストの生成は、流体 2 3 内に取り込まれたデブリ 3 0 を製造設備全体に運び、後で研磨される基板をスクラッチし、且つ、他の品質問題をもたらし得る。拡大通路 5 0 は、スロート 4 8 からの流体 2 3 の速度の、流体 2 3 を内側リップ 5 2 にわたり持ち上げる重力位置エネルギーへの変換を促進する。結果としてのより遅い速度は、取り込まれたデブリ 3 0 を含むミストが、生成される可能性を低減させ得る。そのミストは、製造設備の全体的な清浄性に影響を与え、後で研磨される基板をスクラッチし得る。これに関して、幅 X 1、X 2 は、重力位置エネルギーへの漸進的な変換を提供するように選択され得る。仕切り 3 6 (1)、3 6 (2) が、スロート 4 8 から延在し、内側リップ 5 2 の部分を形成することにも留意されたい。

【 0 0 4 0 】

更に、一旦、流体 2 3 が、重力位置エネルギーの閾値量を取得すると、流体 2 3 は、内側リップ 5 2 を越えて移動し、内側プレナム 2 6 の中へ入る。内側リップ 5 2 は、スプレー本体 1 8 の出口ポート 4 6 と併せて働き、流体 2 3 が、内側リップ 5 2 を越えて逆流すること及び入口ポート 3 4 を通って研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 へ戻ることを妨げる。逆流を妨げることと一貫して、スプレー本体 1 8 の出口ポート 4 6 は、流体 2 3 とその中に含まれたデブリ 3 0 を、内側プレナム 2 6 から除去し、内側プレナム 2 6 内の流体の水位を、内側リップ 5 2 のものよりも低い高さに維持する。このやり方において、流体 2 3 と

その中に取り込まれたデブリ 30 は、逆流として作業面 12 に戻ることを妨げられ得る。さもなければ、研磨パッド 14 の性能が低減され得る。

【0041】

図 3 D は、流体出口 22 A、22 B の例示的な相対位置を描いている、図 3 C のスプレーシステム 10 の一部分の底面図である。流体出口 22 A、22 B の開口部 31 A、31 B は、スプレー本体 18 と研磨パッド 14 との間の距離、流体出口 22 A、22 B を離れる流体 23 の速度、及び入口ポート中心軸 A_i に対する角度位置シータ_A、シータ_B (_A、_B) を含む、幾つかの要因に応じる、分離距離 D_s を有し得る。このやり方において、流体 23 は、研磨パッド 14 の作業面 12 からデブリ 30 を除去し得る。

【0042】

研磨パッド 14 に対するスプレーシステム 10 のスプレー本体 18 の相対位置は、流体 23 内に取り込まれたデブリ 30 が、入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) を通って流れることを可能にする。特に、スプレーシステム 10 の場合には、入口ポート 34 (1) ~ 34 (N) の入口中心軸 A_i が、研磨パッド 14 の作業面 12 に対して垂直に又は実質的に垂直になり得るように、スプレー本体 18 が位置決めされ得る。研磨パッド 14 に対してスプレー本体 18 を精密に位置決めするために、スプレーシステム 10 は、研磨パッド 14 との当接を生み出し、それによって、研磨パッド 14 上でスプレー本体 18 を支持するように構成されたベアリング面を画定することによって、研磨パッド 14 に対してスプレー本体 18 を位置決めするための、スペーサ又は接触部材 60、62 (図 3 C 参照) を含み得る。

【0043】

図 1 に戻って参照すると、流体導管 25 A、25 B は、少なくとも 1 つの流体ポンプ 82 と流体連通し、出口ポート 46 は、流体廃棄システム 84 と流体連通し得る。このやり方において、スプレーシステム 10 は、流体 23 がスプレーシステム 10 に供給され、流体 23 内に取り込まれたデブリ 30 が研磨パッド 14 から除去され得るように、位置決めされ得る。

【0044】

図 4 A 及び図 4 B は、それぞれ、統合されたリンスサブシステム 70 を含むスプレーシステム 10 A の別の一実施形態の前面断面図及び右側面図である。リンスサブシステム 70 は、研磨パッド 14 が乾燥しないことを保証するために、研磨パッド 14 に対して更なる又は第 2 の流体 23 C を提供するように使用され得る。スプレーシステム 10 A は、スプレーシステム 10 と同様であり、したがって、簡略化及び明快さのために差異のみが説明され得る。スプレー本体 18 A は、リンスサブシステム 70 の連結を除いて、スプレー本体 18 と同様であり得る。リンスサブシステム 70 は、例えば、研磨パッド 14 の回転方向に対してスプレー本体 18 A の上流又は下流側の何れかにおいて、スプレー本体 18 A の単一の側に連結され得る。代替的に、2 つのリンスサブシステム 70 が、スプレー本体 18 A の両側に連結され得る。

【0045】

リンスサブシステム 70 は、流体導管 25 C 及び開口部 72 (1) ~ 72 (N2) を含み得る。流体導管 25 C は、流体導管 25 C が、第 2 の流体 23 C を研磨パッドに向けて入口ポート 34 から離れるように誘導する開口部 72 (1) ~ 72 (N2) を含み得るということを除いて、1 以上の流体ポンプ (図 1 参照) との流体連通に関して、流体導管 25 A、25 C と同様であり得る。このやり方において、第 2 の流体 23 C は、研磨パッド 14 が乾燥することを妨げるために、研磨パッド 14 に向けられ得る。

【0046】

スプレーシステム 10 の他の実施形態が存在する。これに関して、図 5 A から図 5 D は、それぞれ、スプレーシステム 10 B の更に別の一実施形態の前面右上面斜視図、前面左上面斜視図、前面断面図、及び底面図である。それは、スプレー本体 18 B、流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N)、少なくとも 1 つの流体凹部 74 (1) ~ 74 (N3)、及び入口ポート 34 B を含む。スプレーシステム 10 と同様に、スプレー本体 18 B は、

10

20

30

40

50

底側 19 B 及び上側 19 A、内側プレナム 26、並びに入口ポート 34 B を含む。流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) は、流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) を出て行く流体 23 を、矢印 76 A によって示されているように、スプレー本体 18 B の底側 19 B の下方へ且つ入口ポート 34 B へ向けて誘導する、角度位置シート $_D$ ($_D$) における配向を含む。研磨パッド 14 に向けられた流体 23 は、作業面 12 において高エネルギー区域 28 B を生成する。流体 23 のモーメントムは、高エネルギー区域 28 B へ力を提供する。高エネルギー区域 28 B では、流体 23 が、作業面 12 において以前に集められたデブリ 30 と相互作用する。流体 23 は、高エネルギー区域 28 B において作業面 12 からデブリ 30 を除去し、デブリ 30 は、矢印 76 B で示されているように、流体 23 が高エネルギー区域 28 B 内で移動し且つ作業面 12 から離れる際に、流体 23 内に取り込まれる。流体 23 は、入口ポート 34 B に入るためのモーメントムを伴って、流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) によって誘導される。入口ポート 34 B は、研磨パッド 14 に対して、百五 (105) 度から百七十五 (175) 度までの範囲内に含まれる角度シート $_C$ ($_C$) を伴って配置され得る。角度シート $_D$ ($_D$) は、研磨パッド 14 の垂直線に対して、十五 (15) 度から八十五 (85) 度までの範囲内に含まれ得る。このやり方において、デブリ 30 は、研磨パッド 14 から除去され離れるように誘導され得る。

10

【0047】

流体 23 とその中に取り込まれたデブリ 30 は、入口ポート 34 B の部分としての通路 86 を通ってリップ 52 B まで移動する。通路 86 は、流体 23 がリップ 52 B へ到達する際に、流体 23 の速度を低減させるための拡大形状を有し得る。拡大通路 86 は、幅 X1 及び X2 を伴って図 5 C で描かれている。ここで、下流の幅 X2 は上流の幅 X1 よりも大きく、拡大形状を提供している。低減された速度は、ミストの生成を最小化し得る。ミストの生成は、取り込まれたデブリ 30 を製造設備全体に運び、後で研磨される基板をスクラッチし、且つ、他の品質問題をもたらし得る。流体 23 が流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) によって提供される十分なモーメントムを有している限りにおいて、流体 23 は、矢印 76 C (図 5 C 参照) によって描かれているように、リップ 52 B を越えて内側プレナム 26 へ入り得る。図 5 C のスプレーシステム 10 のリップ 52 B と内側プレナム 26 は、図 3 A のスプレーシステム 10 の類似の構成要素と同様に動作する。リップ 52 B、内側プレナム 26、及び出口ポート 46 は、研磨パッド 14 への流体 23 の逆流を妨げる。これに関して、内側プレナム 26 内の流体 23 は、出口ポート 46 (図 5 B 参照) を通って移動し、内側プレナム 26 を離れる。このやり方において、流体 23 内に取り込まれたデブリ 30 は、研磨パッド 14 及びスプレー本体 18 B から除去され得る。

20

30

【0048】

その中に取り込まれたデブリを伴う流体 23 が入口ポート 34 B の中へ移動し、その後、内側プレナム 26 へ移動する効率を改良するために、仕切り 36 (1) ~ 36 (P) とダム 78 が、スプレーシステム 10 B の部分として設けられ得る。仕切り 36 (1) ~ 36 (P) は、入口ポート 34 B 内に配置され、入口ポート 34 を、それぞれ、流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) に関連付けられた、入口ポート 34 B (1) ~ 34 B (N) へ分離して、モーメントムを用いてスプレー本体 18 B の入口ポート 34 B (1) ~ 34 B (N) の中へ流体 23 が入ることを促進し得る。更に、ダム 78 は、スプレー本体 18 B の底側 19 B から延在し、また、スプレー本体 18 B の内面 51 B を外面 56 B に連結させる。ダム 78 は、スプレーシステム 10 B が動作するとき、研磨パッド 14 に対して近接又は当接するように形成されている。ダム 78 は、さもなければスプレー本体 18 B の内面 51 B からスプレー本体 18 B の外面 56 B へ、スプレー本体 18 B の底側をわたって移動することによって、入口ポート 34 B の中へ入ることを免れ得る、流体 23 の部分を妨げ又は実質的に低減させる。入口ポート 34 B からのこの逃避を妨げることによって、流体 23 は、流体出口の群 22 C (1) ~ 22 C (N) によって提供されたモーメントムを用いて、より効率的に入口ポート 34 B へ入り得る。仕切り 36 (1) ~ 36 (P) とダム 78 を使用することによって、流体 23 とその中に取り込まれたデブリ 30 は

40

50

、後で出口ポート４６を通して除去されるために、内側プレナム２６へと効率的に誘導され得る。

【００４９】

図５Ａから図５Ｄを継続的に参照すると、ダム７８は、流体２３が入口ポート３４Ｂから逃避することを妨げる特徴を含み得る。１つの場合では、スプレー本体１８Ｂが、流体導管２５Ｅ、供給チャネル８０（１）～８０（Ｎ３）、及び流体凹部７４（１）～７４（Ｎ３）を含み得る。流体導管２５Ｅは、流体導管２５Ｅが、流体２３Ｅを流体導管２５Ｅから流体凹部７４（１）～７４（Ｎ３）へ提供する供給チャネル８０（１）～８０（Ｎ３）と流体連通しているということを除いて、動作において流体導管２５Ａ、２５Ｂと同様であり得る。流体凹部７４（１）～７４（Ｎ３）は、スプレー本体１８Ｂの流体凹部７４（１）～７４（Ｎ３）の各々と研磨パッド１４との間で流体ベアリングを生成する流体導管２５Ｅによって提供される圧力下にある流体２３Ｅを含む。スプレー本体１８Ｂのダム７８と研磨パッド１４との間の流体２３Ｅは、好適には、取り込まれたデブリ３０を伴う流体２３が、スプレー本体１８Ｂのダム７８を通して移動することを妨げもする。このやり方において、ダム７８は、取り込まれたデブリ３０を伴う流体２３を、入口ポート３４Ｂの中へ、究極的には除去されるために内側プレナムの中へより効果的に誘導する。

【００５０】

図６Ａ及び図６Ｂ １は、それぞれ、スプレー本体１８Ｃ、スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）、及び入口ポート３４Ｃを含む、スプレーシステム１０Ｃの更に別の一実施形態の、前面断面図及び部分底面断面図である。スプレーシステム１０Ｃは、図５Ｃのスプレーシステム１０Ｂと同様であり、したがって、明瞭さ及び簡潔さのために主として差異が説明される。これに関して、スプレーシステム１０Ｃは、取り込まれたデブリ３０を伴う流体２３が、入口ポート３４Ｃに入り、入口ポート３４Ｃから除去されるために内側プレナム２６へ移動することを促進する、ダム７８Ｃの別の一実施形態を有し得る。ダム７８Ｃは、スプレー本体１８Ｃから距離Ｄだけ延在する、スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）を備え得る。距離Ｄは、例えば、１ミリメートルの５分の１から一（１）ミリメートルまでの範囲内に含まれ得る。スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）は、スプレー本体１８Ｃのダム７８Ｃと研磨パッド１４との間を通して移動するデブリ３０を伴った流体２３の動きに対する抵抗を提供し、それによって、流体２３をプレナム２６の中へ誘導するために、研磨パッド１４に対して当接もする。

【００５１】

スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）は、一部の流体２３が内面５１Ｃから外面５６Ｃへ通過することを可能にし、それによって、研磨パッド１４を湿った状態に維持するように構成されている。スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）は、流体２３がダム７８Ｃの下から出て行く際に、スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）の後ろの部分が乾燥することを妨げるように形作られ及び／又は配向され得る。例えば、スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）は、図６Ｂ １で示されているように、スプレー本体１８Ｃの長さＬに対して角度を付けられた厚いラインの形態を採る、突出のパターンであり得る。図６Ｂ ２及び図６Ｂ ３は、それぞれ、スタンドオフ８８（１）～８８（Ｎ１）の代替的な実施例を伴う、スプレーシステム１０Ｃの更なる実施形態の部分底面断面図である。それらは、スプレー本体１８Ｃの底側１９Ｂから研磨パッド１４へ向けて延在する涙型及び直線の形態を採る、突出のパターンである。

【００５２】

図７は、研磨パッド１４からデブリ３０を除去するための例示的な一方法２００のフローチャートである。次に、方法２００が、図７で表されている動作２０２ａ～２０２ｄに関連して上述された用語を使用して説明される。これに関して、方法２００は、研磨パッド１４の作業面１２に対して、スプレーシステム１０の少なくとも１つの接触部材６０、６２を当接させて、スプレーシステム１０の入口中心軸Ａ_iを、研磨パッド１４と垂直に又は実質的に垂直に配置することを含み得る（図７の動作２０２ａ）。このやり方において、スプレー本体１８は、研磨パッド１４を洗浄するための準備がなされる。

【 0 0 5 3 】

方法 2 0 0 は、少なくとも 1 つの流体ポンプ 8 2 を用いて、流体出口 2 2 A、2 2 B の少なくとも 1 つの群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) へ、流体 2 3 を提供すること、及び流体出口 2 2 A、2 2 B から流体 2 3 を誘導することも含み得る (図 7 の動作 2 0 2 b)。流体 2 3 は、液体、例えば、脱イオン水であり得る。流体 2 3 は、流体出口 2 2 A、2 2 B の少なくとも 1 つの群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) から、それぞれの流体出口中心軸 A A、A B に沿って誘導される。流体出口 2 2 A、2 2 B の群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) は、スプレー本体 1 8 によって収容及び支持され、流体出口 2 2 A、2 2 B の少なくとも 1 つの群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) のうちの任意の 1 つのそれぞれの流体出口中心軸 A A、A B は、互いに対して角度を付けられ、スプレー本体 1 8 の少なくとも 1 つの入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) の入口ポート中心軸 A i の少なくとも 1 つに沿って又は隣接して配置された収束ポイント 2 7 において交差するように向けられる。一実施形態では、流体出口中心軸 A A、A B の各々が、それぞれの入口ポート中心軸 A i に対して角度 (θ_A 、 θ_B) において配置され、例えば、(θ_A 、 θ_B) は、五 (5) 度から八十五 (8 5) 度までの範囲内に含まれる。流体出口 2 2 A、2 2 B のうちの任意の 2 つの開口部 3 1 A、3 1 B は、分離距離 D s によって分離され得る。このやり方において、流体 2 3 は、研磨パッド 1 4 に向けられ得る。

10

【 0 0 5 4 】

方法 2 0 0 は、流体出口 2 2 A、2 2 B の少なくとも 1 つの群 2 0 (1) ~ 2 0 (N) から向けられた流体 2 3 を、研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 で受けること、及びスプレー本体 1 8 の少なくとも 1 つの入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) を用いて、流体 2 3 をスプレー本体 1 8 の内側プレナム 2 6 へ誘導することも含む (図 7 の動作 2 0 2 c)。少なくとも 1 つの入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) の各々は、研磨パッド 1 4 の作業面 1 2 と垂直に又は実質的に垂直に配置されたそれぞれの入口ポート中心軸 A i を含む。少なくとも 1 つの入口ポート 3 4 (1) ~ 3 4 (N) は、スプレー本体 1 8 と一体的に形成された少なくとも 1 つのディフューザ通路 5 0 (1) ~ 5 0 (N) を含み得る。流体 2 3 は、少なくとも 1 つのディフューザ通路 5 0 (1) ~ 5 0 (N) を通って、誘導され又は引っ張られ得る。流体 2 3 は、少なくとも 1 つのディフューザ通路 5 0 (1) ~ 5 0 (N) のそれぞれのスロット 4 8 から、スプレー本体 1 8 の少なくとも 1 つの内面 5 1 のそれぞれの内側リップ 5 2 へ誘導され得る。それぞれの内側リップ 5 2 は、内側プレナム 2 6 内に配置され得る。このやり方において、流体 2 3 内に取り込まれたデブリ 3 0 は、研磨パッド 1 4 から除去され、内側プレナム 2 6 へ移送され得る。内側リップ 5 2 は、デブリ 3 0 の研磨パッド 1 4 への逆流を妨げる。

20

30

【 0 0 5 5 】

方法 2 0 0 は、スプレー本体 1 8 からデブリ 3 0 を除去することを含む。特に、該方法は、その中に取り込まれたデブリ 3 0 を伴う流体 2 3 を、スプレー本体 1 8 の内側プレナム 2 6 から外へ、出口ポート 4 6 を通して流す (図 7 の動作 2 0 2 d)。この流体 2 3 は、廃棄のために流体廃棄システム 8 4 (図 1 参照) へ流れ得る。このやり方において、デブリ 3 0 は、製造領域から除去され、汚染を妨げ得る。

【 0 0 5 6 】

更に、図 8 は、基板 1 1 5 を研磨する例示的な一方法 3 0 0 のフローチャートである。次に、方法 3 0 0 が、図 8 で表されている動作 3 0 2 a ~ 3 0 2 d に関連して上述された用語を使用して説明される。これに関して、方法 3 0 0 は、研磨パッド 1 4 上の基板 1 1 5 を研磨することを含み得る (図 8 の動作 3 0 2 a)。方法 3 0 0 は、スプレー本体 1 8 に連結された流体出口の第 1 の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N) から、研磨パッド 1 4 に対してスプレー本体 1 8 の底側 1 9 B の下方へ、且つ、スプレー本体 1 8 内に形成された入口ポート 3 4 に向けて、流体 2 3 を誘導することも含む (図 8 の動作 3 0 2 b)。方法 3 0 0 は、流体出口の第 1 の群 2 2 A (1) ~ 2 2 A (N) から、研磨パッドに対して向けられた流体 2 3 を、入口ポート 3 4 を通して除去することも含む (図 8 の動作 3 0 2 c)。方法 3 0 0 は、スプレー本体 1 8 に連結された流体出口の第 2 の群 2 2 B (1) ~ 2 2

40

50

B(N)から、研磨パッドに対してスプレー本体18の底側19Bの下方へ、且つ、スプレー本体18内に形成された入口ポート34へ向けて、流体23を誘導することも含む(図8の動作302d)。流体出口の第1の群と流体出口の第2の群は、入口ポート34によって分離され得る。このやり方において、研磨パッド14は、デブリ30の洗浄が効率的に行われ得る。

【0057】

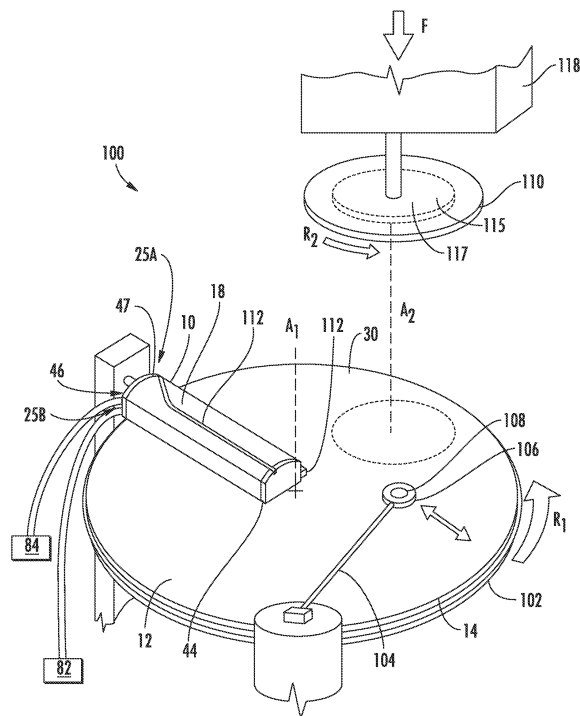
本明細書で説明されなかった多くの修正及び他の実施形態が、当業者には明らかであり、それらの実施形態は、前述の説明及び関連する図面内で提示された教示の利益を享受している。したがって、詳細な説明及び特許請求の範囲は、本開示の特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲には、変形例及び他の実施形態が含まれると

10

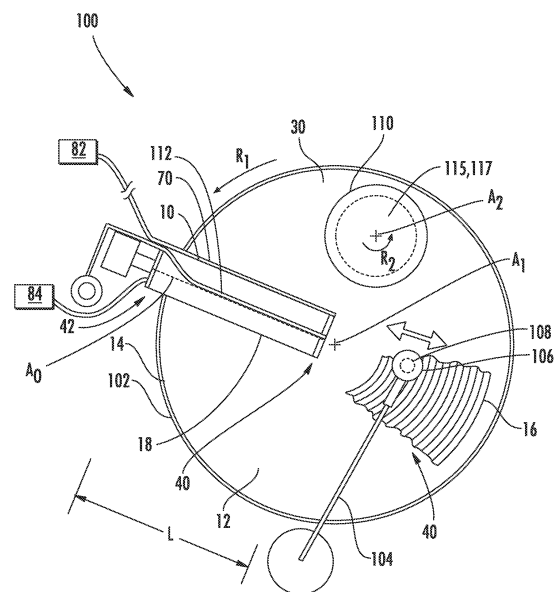
【0058】

以上の説明は本開示の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲を逸脱することなく本開示の他の及び更なる実施形態を考案することができ、本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められる。

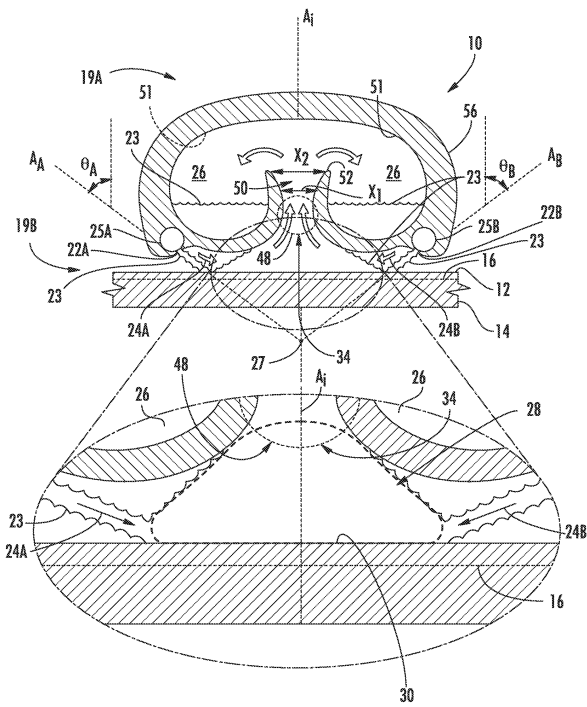
【図1】



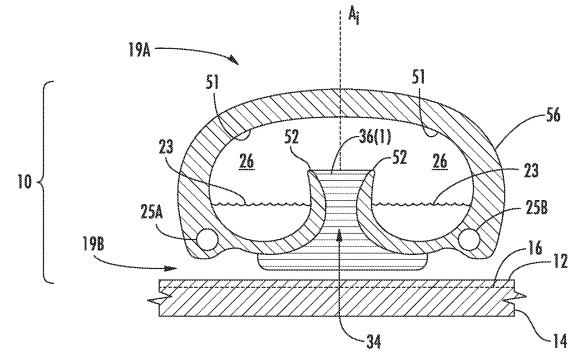
【図2】



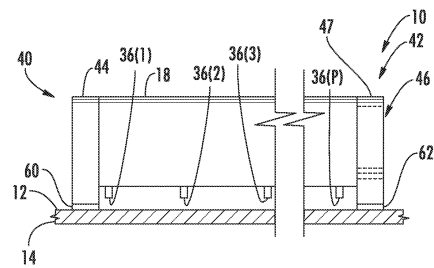
【図 3 A】



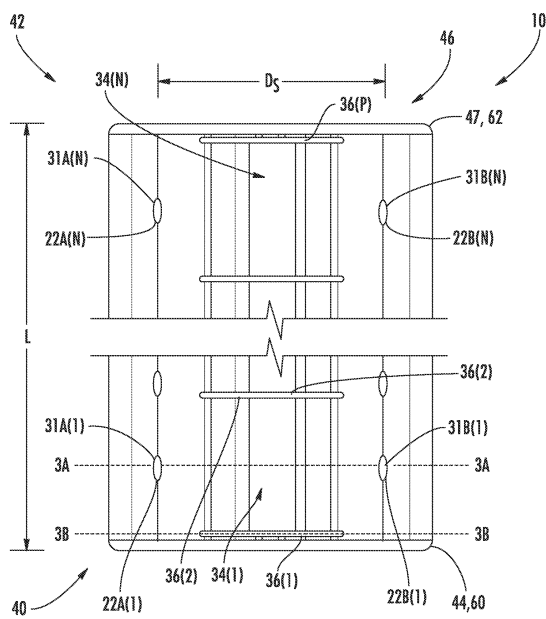
【図 3 B】



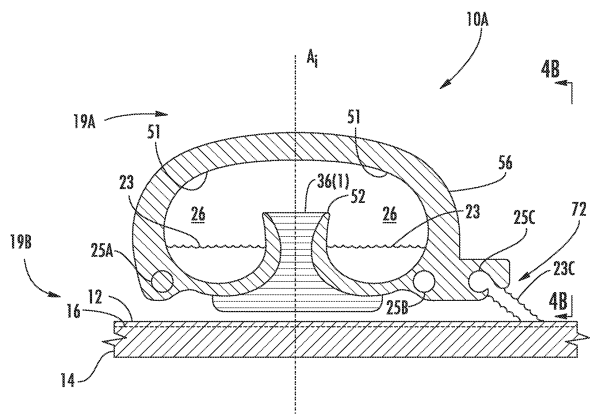
【図 3 C】



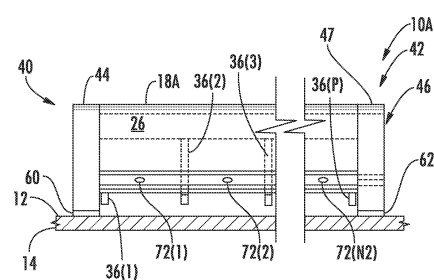
【図 3 D】



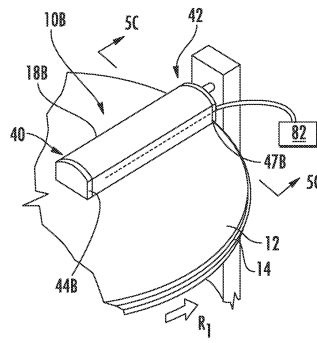
【図 4 A】



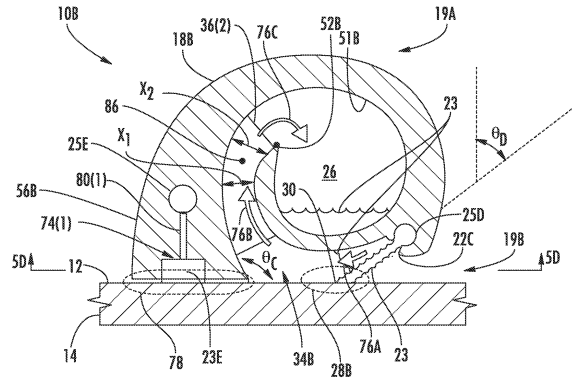
【図 4 B】



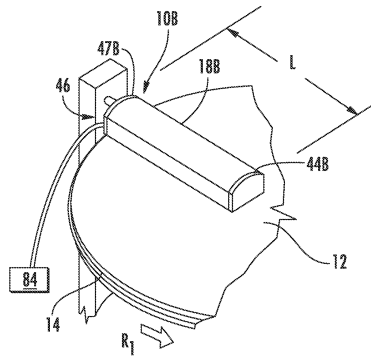
【図 5 A】



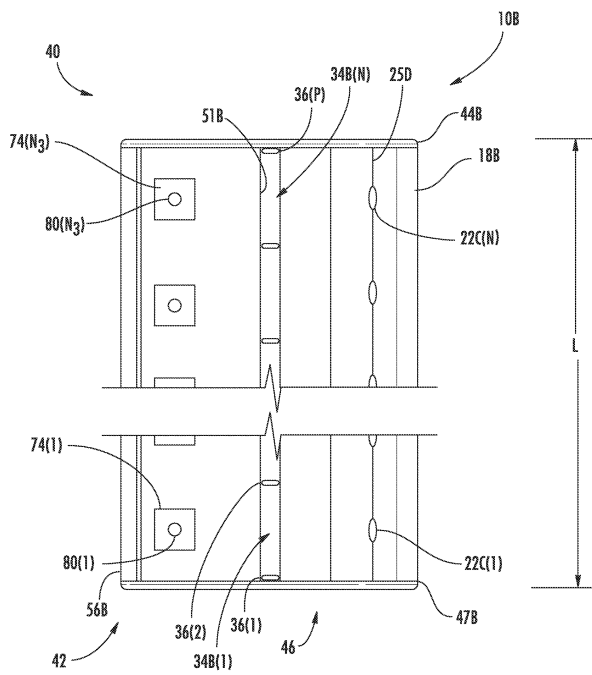
【図 5 C】



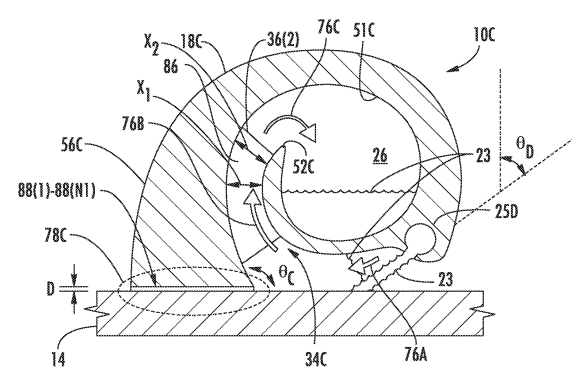
【図 5 B】



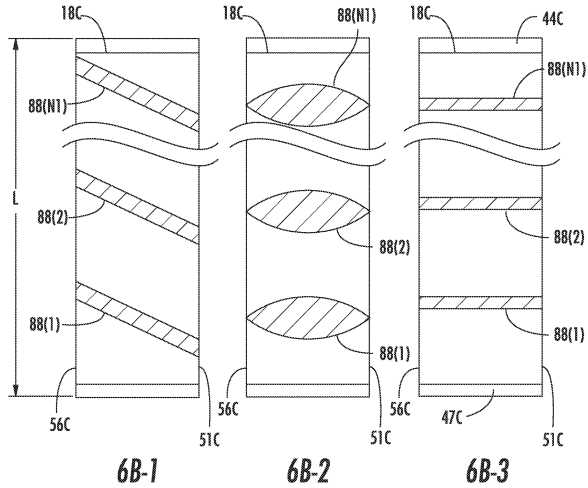
【図 5 D】



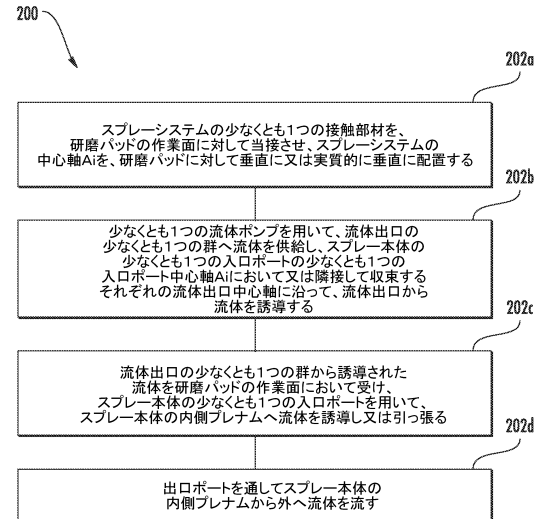
【図 6 A】



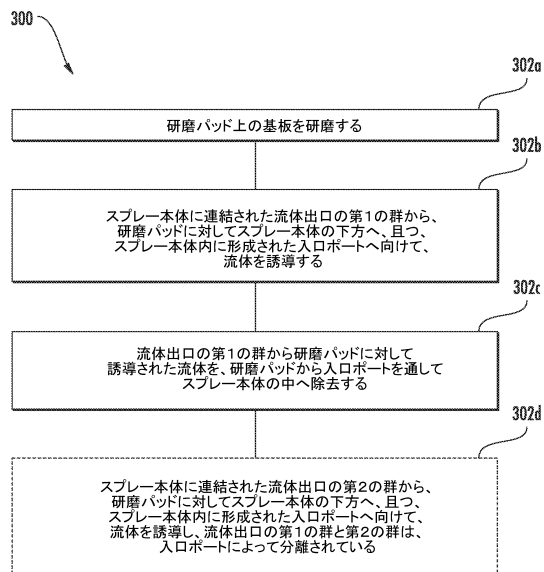
【図 6 B】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 チャン, ショウ - サン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94040, マウンテン ビュー, アリソン アヴェニュー
ー 1553

(72)発明者 キム, ボム ジク
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94304, パロ アルト, クラーク ウェイ 709

審査官 宮久保 博幸

(56)参考文献 特開2001-237204(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0167924(US,A1)
特開平11-291155(JP,A)
米国特許出願公開第2002/0090896(US,A1)
特開平10-177978(JP,A)
特開2004-228301(JP,A)
特開2001-277095(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/304
B24B 37/00
B24B 53/017