

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6581964号
(P6581964)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int.Cl.	F 1
H01L 21/304 (2006.01)	H01L 21/304 622G
B24B 37/30 (2012.01)	H01L 21/304 621D
B24B 37/32 (2012.01)	B24B 37/30 Z
B24B 41/06 (2012.01)	B24B 37/32 Z
	B24B 41/06 L

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-500364 (P2016-500364)
(86) (22) 出願日	平成26年2月24日 (2014.2.24)
(65) 公表番号	特表2016-515303 (P2016-515303A)
(43) 公表日	平成28年5月26日 (2016.5.26)
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/018069
(87) 国際公開番号	W02014/158548
(87) 国際公開日	平成26年10月2日 (2014.10.2)
審査請求日	平成29年2月24日 (2017.2.24)
(31) 優先権主張番号	13/827,629
(32) 優先日	平成25年3月14日 (2013.3.14)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	390040660 アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド A P P L I E D M A T E R I A L S, I N C O R P O R A T E D アメリカ合衆国 カリフォルニア 950 54, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050
(74) 代理人	110002077 園田・小林特許業務法人
(72) 発明者	チエン, チー ハン アメリカ合衆国 カリフォルニア 940 86, サニーヴェール, アスタークト 954

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CMP研磨ヘッド用の基板歳差運動機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を研磨するための装置であって、
前記基板をチャックするためのヘッドアセンブリと、
保持リングアセンブリであって、

内歯車、および

前記ヘッドアセンブリと前記保持リングアセンブリの間に配設されて、前記保持リングアセンブリを前記ヘッドアセンブリから分離するように構成された、ベアリングを備える、保持リングアセンブリと、

前記保持リングアセンブリを前記ヘッドアセンブリに対して回転させるように構成された、駆動アセンブリと、 10

トランスマッショングであって、

ドライブシャフト、

前記ドライブシャフトに結合された第1の歯車であって、前記駆動アセンブリの回転運動を前記ドライブシャフトに伝えるように、前記第1の歯車が、前記駆動アセンブリに係合されている、第1の歯車、

前記ドライブシャフトに結合された第2の歯車であって、前記ドライブシャフトの回転運動を前記保持リングアセンブリに伝えるように、前記第2の歯車は、前記内歯車に係合されている、第2の歯車、および

前記ドライブシャフト上に配設されたシャフトエンコーダを備えるトランスマッショ 20

ンと、を備える、装置。

【請求項 2】

前記ヘッドアセンブリがさらに、
ハウジングと、
キャリア本体と、
可撓性メンブレンと
を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ヘッドアセンブリがさらに、前記駆動アセンブリに結合されたカバープレートを備
える、請求項 1 に記載の装置。 10

【請求項 4】

前記駆動アセンブリが、
アクチュエータと、
前記アクチュエータに結合されたスピンドルと、
前記スピンドルに結合され、前記第 1 の歯車に係合したウォームドライブと
を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記アクチュエータが空気モータである、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記内歯車が複数の歯を備える、請求項 1 に記載の装置。 20

【請求項 7】

前記保持リングアセンブリの内径が、11.830 in から 11.870 in の間である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記保持リングアセンブリの内径が、11.890 in から 11.950 in の間である、請求項 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載する実施形態は、一般に、化学機械研磨キャリアヘッドに関する。より
具体的には、本明細書に記載する実施形態は、キャリア研磨ヘッド用の基板歳差運動機構
に関する。 30

【背景技術】

【0002】

典型的に、集積回路は、導電層、半導電層、絶縁層などをシリコン基板上に、順次堆積
することによって、形成される。ある種の製造ステップでは、非平坦面上に充填層を堆積
させたうえで、非平坦面が露出するようになるまで充填層を平坦化することが行われる。
例えば、パターン化絶縁層上に導電性充填層を堆積させて、絶縁層内のトレンチまたは孔
を埋めることができる。次いで、絶縁層の突起したパターンが露出するようになるまで、
充填層が研磨される。平坦化後、絶縁層の突起したパターン間に残っている導電層の部分
が、基板上の薄膜回路間の導電性経路となるビア、プラグ、およびラインを成す。これに
加えて、平坦化は、フォトリソグラフィのために基板表面を平坦化するのに必要となる。 40

【0003】

化学機械研磨 (CMP) は、一般に認められている平坦化の一方法である。この平坦化
方法では、通常、CMP 装置のキャリアヘッドまたは研磨ヘッド上に基板を載置する必要
がある。基板の露出面が、回転するディスク状またはベルト状の研磨パッドに接して配置
される。研磨パッドは、標準的なパッドでも、固定砥粒研磨パッドでもよい。標準的なパ
ッドでは、耐久性のある粗面が使用され、一方、固定砥粒研磨パッドでは、収納媒体内に
保たれた研磨剤粒子が使用される。キャリアヘッドは、制御可能な荷重をかけて、研磨パ
ッドに基板を押し付ける。キャリアヘッドは、研磨中に基板を定位置に保つ保持リングを 50

有することができる。少なくとも1種の化学反応剤および研磨剤粒子を含むスラリなどの研磨液を、研磨中に研磨パッドの表面に供給することができる。

【発明の概要】

【0004】

基板の均一な除去プロファイルを維持することが、CMPプロセスの重要な側面である。基板の表面全体にわたって極方向と径方向のどちらにも比較的均一なプロファイルを維持することが、望ましい場合がある。したがって、平坦化プロファイルの局所的な不均一性を低減させる方法を探り入れることが重要となり得る。

【0005】

本明細書に記載する実施形態は、一般に、CMPキャリアヘッド用の基板歳差運動機構に関する。CMPキャリアヘッド用の基板歳差運動装置が提供される。装置は、基板研磨中の基板歳差運動である、キャリアヘッドに対する基板の回転移動を可能にする。キャリアヘッドと保持リングアセンブリを分離して、キャリアヘッドと保持リングアセンブリが互いに独立して移動できるようにすることによって、CMPプロセス中の基板歳差運動を促進することができる。

10

【0006】

一実施形態では、基板を研磨するための装置が提供される。装置は、ヘッドアセンブリと、保持リングアセンブリとを備える。保持リングアセンブリは、内歯車、およびヘッドアセンブリと保持リングアセンブリの間に配設されたペアリングを備える。ペアリングは、保持リングアセンブリをヘッドアセンブリから分離するように構成される。保持リングアセンブリをヘッドアセンブリに対して回転させるように構成された駆動アセンブリも提供される。

20

【0007】

別の実施形態では、研磨ヘッド用の保持リングアセンブリが提供される。保持リングアセンブリは、上側環状部分および下側環状部分を有する保持リングと、上側環状部分に結合されたキャリアリングとを備える。保持リングアセンブリはさらに、キャリアリングに結合され、ペアリングを受け取るように構成されたペアリングクランプと、ペアリングクランプに結合された内歯車とを備える。

【0008】

別の実施形態では、研磨装置を運転する方法が提供される。方法は、研磨ヘッドアセンブリおよび保持リングアセンブリを準備することを備える。保持リングアセンブリは、研磨ヘッドアセンブリから分離されている。方法は、研磨ヘッドを第1の速度で回転させること、および保持リングアセンブリを、第1の速度よりも大きな第2の速度で回転させることも具備する。

30

【0009】

以上の本発明の特徴が詳細に理解されるように、上で簡潔に述べた本発明について、以下、添付図面を参照しつつ、図示実施形態を含めて詳細に説明する。当然ながら、添付図面は本発明の典型的な実施形態を示したものにすぎず、本発明は、他の同等な実施形態を包含するものであることから、本発明の範囲を限定することを意図していないものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】分離された保持リングアセンブリを有するキャリアヘッドの部分切欠き図である。

【図2】図1のキャリアヘッドの部分斜視図である。

【図3】保持リングアセンブリおよび基板の概略底面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

理解しやすくする目的で、これらの図に共通の同一要素を指示するために、可能な限り同一の参照番号が使用されている。ある実施形態の要素および特徴を、さらに列挙しなく

50

ても他の実施形態に有利に組み込めることができることが企図されている。

【0012】

本明細書に記載する実施形態は、一般に、C M P キャリアヘッド用の基板歳差運動機構に関する。キャリアヘッド用の基板歳差運動装置が提供される。装置は、基板研磨中の、キャリアヘッドに対する基板の回転移動である、基板歳差運動を可能にする。キャリアヘッドと保持リングアセンブリを分離して、それらが互いに独立して移動することによって、C M P プロセス中の基板歳差運動を促進することができる。

【0013】

一般に、メンブレン部材のさまざまな径方向ゾーンに、変化する圧力を加えて、基板をC M P ヘッドにチャックすることのできる裏側圧力を生み出すことができる。ゾーン全体にわたって圧力を変化させることにより、各径方向ゾーン内に所定の除去プロファイルが得られる。しかし、径方向ゾーン内の圧力を調整しても、極方向の不均一性が完全に調整されるわけではない。メンブレン部材の不均一性は、基板内の不均一な除去プロファイルの原因となり得る。したがって、研磨プロセスに「極非対称性」をもたらすことにより、局所不均一性が除去プロファイルに及ぼす影響を取り除く、または低減することができる。

【0014】

本明細書に記載する実施形態は、一般に、300mm基板の研磨に関連して提供される。しかし、本明細書に記載する実施形態は、100mm基板や450mm基板など、他のサイズの基板の研磨に適合させることができる。本明細書に記載する実施形態の恩恵を受けるように適合させることのできるC M P ヘッドは、Applied Materials, Inc., Santa Clara, CAから入手可能な、TITAN HEAD(商標)またはTITAN CONTOURである。しかし、他の製造業者から入手可能なキャリアヘッドを、本明細書に記載する実施形態を取り入れるように適合できることが企図されている。

【0015】

図1は、従来型のキャリアヘッド100の部分切欠き図である。キャリアヘッド100は、ハウジング106、ヘッドアセンブリ102、および保持リングアセンブリ104を含む。ハウジング106は、概して円形とすることことができ、ドライブシャフト(図示せず)に接続して、研磨中にそのドライブシャフトを用いて回転させることができる。キャリアヘッド100の空気圧制御用に、ハウジング106を通って延在する通路(図示せず)があつてよい。キャリアヘッド100は、保持リング120、キャリアリング140、ベアリングクランプ110、および内歯車112を含んだ、保持リングアセンブリ104も含む。ベアリング130は、ヘッドアセンブリ102を保持リングアセンブリ104から分離することができる。

【0016】

図2は、ヘッドアセンブリ102および分離された保持リングアセンブリ104を有する、図1のキャリアヘッド100の部分斜視図である。ヘッドアセンブリ120は、ハウジング106を備えることができ、ハウジング106は、概して円形とすることことができ、ドライブシャフト(図示せず)に接続して、研磨中にそのドライブシャフトを用いて回転させることができます。キャリアヘッド100の空気圧制御用に、ハウジング106を通って延在する通路(図示せず)があつてよい。キャリア本体208を、ハウジング106に柔軟に結合することができ、キャリア本体208は、ハウジング106と共に回転することができる。キャリア本体208は、C M P プロセス中に基板201をチャックするように適合することのできる可撓性メンブレン250にも結合することができる。可撓性メンブレン250は、基板201をチャックするための複数の加圧可能なチャンバを画定することができる。

【0017】

先に記載したように、保持リングアセンブリ104は、保持リング120、キャリアリング140、ベアリングクランプ110、および内歯車112を備えることができる。キ

10

20

30

40

50

キャリアリング140は、ほぼリング様の構造とすることができます。キャリアリング140は、環状上部244および環状下部242を有することができる。環状上部244は、ベアリングクランプ110に隣接して、その下に配設することができる。環状下部242は、保持リング120に隣接して、その上に配設することができる。キャリアリング140は、ベアリングクランプ110と、キャリアリング140と、保持リング120とを結合するための、ねじやボルト(図示せず)などの締め付け器具を収容するようにその中に配設された、凹部または孔を有することができる。

【0018】

保持リング120は、下側環状リング224および上側環状リング222の2つのリングから形成することができる。下側環状リング224と上側環状リング222を一緒に結合することができる。下側環状リング224と上側環状リング222が接合されたとき、2つのリングは、それらの隣接する表面上の内径および外径にてほぼ同じ寸法を有し、そのため、下側環状リング224および上側環状リング222は、それらが接合されたところに面一を形成する。

【0019】

300mm基板に合わせて構築された実施形態では、基板201は、約11.811inの外径を有することができる。一実施形態では、下側環状リング224の内径を、11.852inなど、約11.830inから約11.870inの間とすることができる。この実施形態では、基板201の外径と下側環状リング224の内径の歯車比を、約0.99654とすることができる。別の実施形態では、下側環状リング224の内径を、約11.912inなど、約11.890inから約11.950inの間とすることができる。この実施形態では、基板201の外径と下側環状リング224の内径の歯車比を、約0.99152とすることができる。

【0020】

いくつかの実施形態では、下側環状リング224および上側環状リング222を、それらの隣接する表面のところでボンディング材料(図示せず)によって取り付けることができる。下側環状リング224と上側環状リング222の間の界面は、保持リング120内にスラリ材料が閉じ込められるのを防ぐことができる。ボンディング材料は、緩速硬化ポキシや急速硬化ポキシなどの接着材料とすることができます。高温エポキシの場合、CMPプロセス中の高熱によるボンディング材料の劣化に耐えることができる。いくつかの実施形態では、エポキシは、ポリアミドおよび脂肪族アミンを含む。

【0021】

上側環状リング222は内面228を有し、内面228は、可撓性メンブレン250と結合して、可撓性メンブレン250に対する支持をするように適合させることができます。上側環状リング222は、金属(例えばステンレス鋼、モリブデン、アルミニウム)、セラミック材料、または他の例示的材料など、下側環状リング224よりも剛性であってよい材料から形成することができる。

【0022】

下側環状リング224は、上側環状リング222に隣接して、その下に配設することができる。下側環状リング224は、CMPプロセス中に基板201を保持するように適合させることのできる基板保持面226を有することができる。下側環状リング224は、プラスチック、例えばポリフェニレンサルファイド(PPS)など、CMPプロセス中に化学的に不活性の材料から形成することができる。下側環状リング224は、耐久性および低摩耗率をもつように適合させることもできる。下側環状リング224は、基板201のエッジが下側環状リング224に対して接触しても、基板201が欠損または亀裂しないように、十分に圧縮性があつてよい。しかし、下側環状リング224は、CMPプロセス中に、保持リング120にかかる下向きの圧力によって下側環状リング224が突き出してしまふほど弾性であるべきではない。

【0023】

ベアリングクランプ110は、ほぼリング様とすることができます。ベアリングクランプ

10

20

30

40

50

110は、キャリアリング140の環状上部244に隣接して、その上に配設することができる。ベアリングクランプ110はキャリアリング140に、ねじやボルトなどの締め具213によって結合することができる。ベアリングクランプ110は、金属（例えばステンレス鋼、モリブデン、アルミニウム）、セラミック材料、または他の例示的な材料などの材料から形成することができる。ベアリングクランプ110の上部216は、内歯車112のための支持をすることができる。ベアリングクランプ110は、内歯車112の複数の孔（図示せず）と位置合わせすることのできる、複数の孔（図示せず）を備えることができる。ベアリング130を受け取るように、ベアリング受取領域218を適合させることができる。

【0024】

10

ベアリング130は、ベアリングクランプ110とキャリア本体208の間に結合することができる。ベアリング130は、ベアリングクランプ110のベアリング受取領域218に結合し、そこに隣接して配設することのできる、第1の環状表面232を備えることができる。第2の環状表面234を、キャリア本体208に結合し、そこに隣接して配設することができる。第1の環状表面232と第2の環状表面234の間に、複数のボール236を配設することができ、ヘッドアセンブリ102を保持リングアセンブリ104から分離するように、そのボールを適合させることができる。ベアリング130は、キャリアヘッド100に追加の回転自由度をもたせることができる。この追加の回転自由度により、保持リングアセンブリ104が、ヘッドアセンブリ102とは独立して回転できるようになる。

【0025】

20

内歯車112は、ほぼリング様とすることができます。内歯車112は、金属（例えばステンレス鋼、モリブデン、アルミニウム）、セラミック材料、または他の例示的な材料などの材料から形成することができる。内歯車112は、ベアリングクランプ110の上部216に隣接して配設し、そこと結合することができます。内歯車112を貫通して複数の孔（図示せず）を配設することができ、内歯車112をベアリングクランプ110に固定するように適合させることのできる締め具（図示せず）を受け取るように、その孔を適合させることができます。複数の歯214が、内歯車112の内部表面を構成することができます。

【0026】

30

いくつかの実施形態では、ヘッドアセンブリ102の回転とは独立した保持リングアセンブリ104に回転運動を与えるように、駆動アセンブリ290を構築することができる。駆動アセンブリ290は、カバーリング258、プラケット256、アクチュエータ260、スピンドル261、およびウォームドライブ262を含む。駆動アセンブリ290は、トランスミッション292を作動させ、これにより、保持リングアセンブリ104をヘッドアセンブリ102に対して回転させることができる。

【0027】

カバーリング258は、キャリア本体208の一部分に隣接して、その上に配設することができる。カバーリング258は、カバーリング258とそこに結合されている要素が、ヘッドアセンブリ102と同じ回転の仕方で移動するように、キャリア本体208に結合することができる。プラケット256は、カバーリング258の上面259の上に配設し、そこに結合することができます。プラケット256は、アクチュエータ260を固定位置に支持するように適合させることができます。空気モータなどのアクチュエータ260は、輸送ライン272を介して圧力源274に結合することができる。圧力源274は、加圧ガスまたは流体を、輸送ライン272を介してアクチュエータ260に提供するように適合させることができます。スピンドル261は、アクチュエータ260から延在しており、ウォームドライブ262をこのスピンドル261に結合することができる。アクチュエータ260は一般に、スピンドル261に回転移動を付与し、ウォームドライブ262を回転させる。

【0028】

40

50

トランスマッショントラムドライブによって作動させることができる。トランスマッショントラムドライブは、トラム歯車、平歯車、ドライブシャフト、およびシャフトエンコーダを備える。トラム歯車は、ドライブシャフトの第1の端部の周りに配設することができる。トラム歯車は、トラムドライブと結合することができ、また、トラムドライブの回転運動をドライブシャフトに伝えるように適合させることができる。平歯車は、トラム歯車の下の領域でドライブシャフトの周りに、内歯車112の歯とほぼ平行に配設することができる。平歯車は、ドライブシャフトの回転運動を内歯車112に伝えることができる。こうして、保持リングアセンブリ104を、ヘッドアセンブリ102の回転から独立して回転させることができる。

10

【0029】

シャフトエンコーダは、平歯車の下でドライブシャフト上に配設することができる。電気機械デバイスなどのシャフトエンコーダは、ドライブシャフトの回転運動をアナログ符号またはデジタル符号に変換することができる。シャフトエンコーダを、コントローラ（図示せず）に結合することができ、コントローラは、アクチュエータ260に結合することができる。コントローラは、保持リング104がヘッドアセンブリ102に対して回転する回転速度を制御するように適合させることができる。

【0030】

キャリア本体208の一部分内に、ハウジングアセンブリ280を配設することができ、ドライブシャフト266を受け取るように適合させることができる。ハウジングアセンブリ280は、底部286および複数の側壁282を有することができる。ドライブシャフト266の第2の端部267を、ハウジングアセンブリ280の内部に配設することができる。ハウジングアセンブリ280の内部に、複数のベアリング284も配設することができる。複数のベアリング284は、ハウジングアセンブリ280の側壁282とドライブシャフト266の間に配設することができる。複数のベアリング284は、ドライブシャフト266をハウジングアセンブリ280に結合させ、ドライブシャフト266がハウジングアセンブリ280に対して回転移動できるようにすることができる。

20

【0031】

いくつかの実施形態では、保持リングアセンブリ104を、ヘッドアセンブリ102を回転させることのできる回転速度よりも大きな速度で駆動することができる。例えば、60秒のCMP研磨プロセス中、ヘッドアセンブリ102を、約60 rpm～約120 rpmを達成する速度で回転させることができる。この例では、保持リングアセンブリ104の回転速度が、研磨ヘッドの回転速度よりも大きくてよく、これにより、基板歳差運動を促すことができる。保持リングアセンブリ104は、ヘッドアセンブリ102の回転方向に対して、同方向又は反対方向に回転できることが企図されている。その上、基板歳差運動は、基板201を押し付けて研磨する研磨パッドの回転方向による影響も受けることがある。

30

【0032】

図3は、保持リングアセンブリ104および基板201の概略底面図である。保持リングアセンブリ104の内径は、基板201の外径よりも大きくてよい。保持リングアセンブリ104の回り方向306が、ヘッドアセンブリ102（図2参照）などのヘッドアセンブリ（図示せず）に対してある方向の、基板201の回転308を促す。ヘッドアセンブリに対する基板201の回転308は、先に論じたように、基板歳差運動と定義することができる。

40

【0033】

先に記載したように、基板歳差運動は、基板201がヘッドアセンブリ102上のメンブレン250に対して受ける回転または滑りの程度である。基板歳差運動を促すと、基板除去プロファイルの起こり得る任意の局所不均一性を、所与の研磨時間にわたって「平均化する」ことができると考えられる。基板歳差運動によって生み出される極非対称性が、

50

メンブレン 250 または研磨パッドの局所不均一性について平均化効果を生じさせると考えられる。この局所不均一性により、非平面の除去プロファイルが生じることがあり、ゆえに、この局所不均一性の影響を低減させることができることが有利となり得る。

【0034】

基板歳差運動は、基板 201 の外径と保持リングアセンブリ 104 の内径の関係によって規定することができるとも考えられる。基板 201 の外径と保持リングアセンブリ 104 の内径の関係は、歯車比の観点から述べることができる。保持リングアセンブリ 104 の内径と基板 201 の外径の歯車比が小さいほど、基板歳差運動が増大する。

【0035】

さらに、保持リングアセンブリ 104 をヘッドアセンブリ 102 の速度よりも大きな速度で駆動すると、基板歳差運動をさらに促すことができるとも考えられる。一実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 60 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.852 in の内径とを組み合わせて、約 90° の基板歳差運動を実現することができる。別の実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 90 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.852 in の内径とを組み合わせて、約 135° の基板歳差運動を実現することができる。別の実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 120 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.852 in の内径とを組み合わせて、約 100° の基板歳差運動を実現することができる。上記の実施形態の歯車比は、約 0.99654 とすることができる。前述の実施形態で、保持リングアセンブリ 104 は、ヘッドアセンブリ 102 の回転速度よりも大きな回転速度で、共回転または逆回転し得る。

【0036】

一実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 60 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.912 in の内径とを組み合わせて、約 180° の基板歳差運動を実現することができる。別の実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 90 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.912 in の内径とを組み合わせて、約 270° の基板歳差運動を実現することができる。別の実施形態では、ヘッドアセンブリ 102 の約 120 rpm の回転速度と、保持リングアセンブリ 104 の約 11.912 in の内径とを組み合わせて、約 360° の基板歳差運動を実現することができる。上記の実施形態の歯車比は、約 0.99152 とすることができる。前述の実施形態で、保持リングアセンブリ 104 は、ヘッドアセンブリ 102 の回転速度よりも大きな回転速度で、共回転または逆回転し得る。

【0037】

上述の内容は、本発明の実施形態を対象としているが、本発明の他の更なる実施形態を、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく考案することができ、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められる。

【図1】

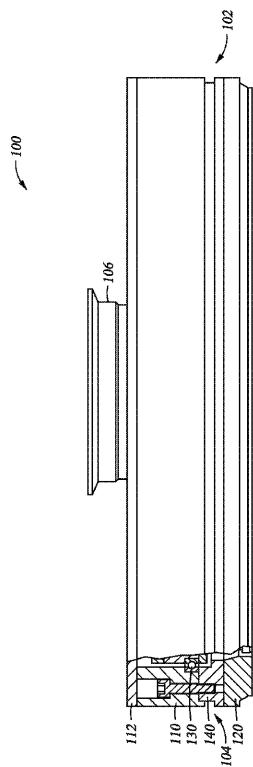
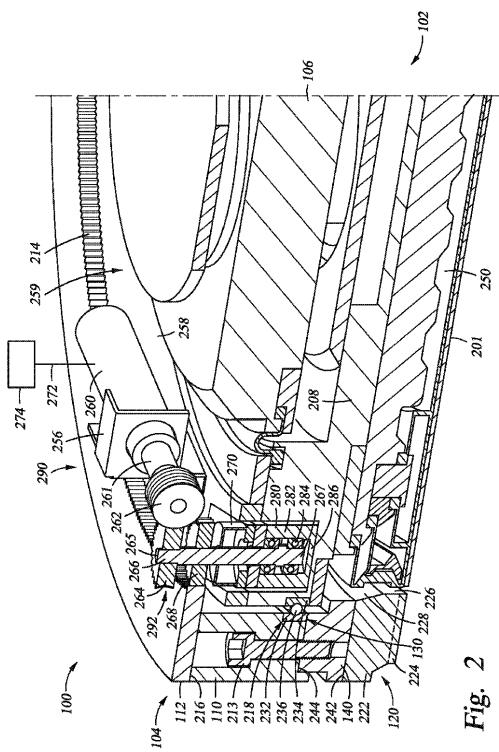


Fig. 1

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 ダンダヴェート, ゴータム シャシャンク
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94085, サニーヴェール, ノース ウルフ ロード
355, アパートメント 332

(72)発明者 グルサミー, ジェイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, リバーマーク パークウェイ
4058

(72)発明者 スウ, サミュエル チュ - チヤン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94303, パロ アルト, アグネス ウェイ 2490

審査官 小山 満

(56)参考文献 特開2001-298006(JP,A)
特開2008-131049(JP,A)
特開平10-156712(JP,A)
米国特許出願公開第2001/0039172(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0119119(US,A1)
欧州特許出願公開第01925400(EP,A1)
米国特許出願公開第2014/0273756(US,A1)
国際公開第2014/158548(WO,A1)
特開2000-334655(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304
B24B 37/30
B24B 37/32
B24B 41/06