

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5138700号
(P5138700)

(45) 発行日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日 (2012.11.22)

(51) Int.Cl. F I

HO 1 L 21/3065 (2006.01)

HO 1 L 21/205 (2006.01)

HO 1 L 21/31 (2006.01)

C 2 3 C 16/455 (2006.01)

C 2 3 C 16/509 (2006.01)

HO 1 L 21/302 1 O 1 B

HO 1 L 21/205

HO 1 L 21/31 C

C 2 3 C 16/455

C 2 3 C 16/509

請求項の数 29 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-542876 (P2009-542876)	(73) 特許権者	592010081
(86) (22) 出願日	平成19年12月19日 (2007.12.19)		ラム リサーチ コーポレーション
(65) 公表番号	特表2010-514216 (P2010-514216A)		LAM RESEARCH CORPOR
(43) 公表日	平成22年4月30日 (2010.4.30)		ATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/025831		アメリカ合衆国, カリフォルニア 945
(87) 国際公開番号	W02008/082518		38, フレモント, クッシング パークウ
(87) 国際公開日	平成20年7月10日 (2008.7.10)		エイ 4650
審査請求日	平成22年12月7日 (2010.12.7)	(74) 代理人	100076428
(31) 優先権主張番号	11/641, 670		弁理士 大塚 康徳
(32) 優先日	平成18年12月20日 (2006.12.20)	(74) 代理人	100112508
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容量結合プラズマプロセスチャンバにおけるガスフローコンダクタンス制御のための装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を支持するように構成された下部電極と反対側に配置された上部電極を含むプラズマ処理チャンバにおけるガスフローコンダクタンスを制御するための装置であって、

前記下部電極を同心円状に取り囲むように構成され、内部に形成された第1のロットセットを含むグランドリングと、

バイパスチョークリングと、

前記グランドリングと前記バイパスチョークリングの上部に配置され、内部に形成された第2のロットセットを含むカバーリングと、

(i) ガスが前記第1および第2のロットセットを通して流れることができるように、前記第1のロットセットが、前記第2のロットセットと流体連結されたオン状態と、 (i i) ガスが前記第1および第2のロットセットを通して流れることができないように、前記第1のロットセットが、前記バイパスチョークリングによって遮られるオフ状態との間で、前記第1および第2のロットセットを通してガスフローコンダクタンスを制御するために、前記グランドリングに相対して前記バイパスチョークリングを動かすように構成された機構と、

を備える装置。

【請求項 2】

前記グランドリングと前記カバーリングは、静止しており、前記第1のロットセットは、前記第2のロットセットに対して整列している、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記カバーリングと前記バイパスチョークリングのそれぞれは、誘電体材料で形成され、前記グランドリングは、伝導材料で形成されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記カバーリングと前記バイパスチョークリングは、クォーツ、若しくは、SiC で形成され、前記グランドリングは、金属で形成されている、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記機構は、
駆動ロッドと、

前記駆動ロッドに結合され、前記グランドリングの軸方向に前記駆動ロッドを動かすように動作する駆動システムと、
を含む、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 6】

前記駆動システムは、前記上部電極と前記下部電極との間で定義される空隙を取り囲むように構成された閉じ込めリングアセンブリを含み、少なくとも 1 つの閉じ込めリングを含み、前記閉じ込めリングアセンブリは、前記閉じ込めリングの間の空隙を通してガスフローを制御するために、前記グランドリングの前記軸方向に移動可能である、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記プラズマ処理チャンバにおけるガス圧力を計測し、センサ信号を送信するための圧力センサと、

20

前記センサ信号に応答し、前記駆動システムを制御するための制御信号を送信するように動作する制御デバイスと、

をさらに含む請求項 5 に記載の装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の装置を用いて、フローコンダクタンスを制御する方法であって、

請求項 1 に記載の装置を含む前記プラズマ処理チャンバに半導体基板を支持する工程と、

前記上部および下部電極の間の空隙に、プロセスガスを供給する工程と、

前記プロセスガスをプラズマに励起する工程と、

30

前記第 1 のスロットセットを通してガスフローレートを制御するように前記機構を操作する工程と、

を含む方法。

【請求項 9】

基板を支持するように構成された下部電極の反対側に配置された上部電極を含むプラズマ処理チャンバにおけるガスフローコンダクタンスを制御するための装置であって、

前記下部電極を同心円状に取り囲むように構成され、内部に形成された第 1 のスロットセットを含む静止したグランドリングと、

内部に形成された第 2 のスロットセットを含む静止したカバーリングと、

前記グランドリングと前記カバーリングとの間に配置され、内部に形成された第 3 のスロットセットを含むバイパスチョークリングと、

40

(i) ガスが前記第 1、第 2、および、第 3 のスロットセットを通して流れることができるように、前記第 1 のスロットセットが、前記第 3 のスロットセットと流体連結されたオン状態と、(i i) ガスが前記第 1、第 2、第 3 のスロットセットを通して流れることができないように、前記第 1 のスロットセットが、前記バイパスチョークリングによって遮られるオフ状態との間で、前記第 1、第 2、および、第 3 のスロットセットを通してガスフローコンダクタンスを制御するために、前記第 1 と第 3 のスロットセットの間での重なり量を変えるために、前記グランドリングに相対して前記バイパスチョークリングを回転するように構成された機構と、

を含む装置。

50

【請求項 10】

前記バイパスチョークリングと前記グランドリングとの間に入れられた少なくとも 1 つのボールをさらに含み、前記ボールは、前記バイパスチョークリングが前記機構により前記グランドリングおよびカバーリングに相対して回転するときに、間の回転摩擦を低減するように動作する、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記機構は、
駆動ロッドと、
前記駆動ロッドに結合され、前記グランドリングの軸方向に前記駆動ロッドを動かすように動作する駆動システムと、
を含む、請求項 9 に記載の装置。

10

【請求項 12】

前記駆動システムは、空気圧シリンダもしくは電気ソレノイドである、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記駆動ロッドは、前記駆動システムに結合された第 1 の一端と第 2 の一端とを含み、
前記機構は、
前記グランドリングに対して回転自在に固定され、前記グランドリングの前記軸方向に実質的に垂直である回転軸を有するシャフトと、
前記シャフトの一端に対して固定された一端と、前記バイパスチョークリングに結合された他の一端とを有する長アームと、
第 1 の一端と第 2 の一端を有し、前記第 1 の一端と前記第 2 の一端との間で前記シャフトに対して固定されているレバーと、
前記レバーの前記第 1 の一端に取り付けられた平衡錘と、
前記レバーの前記第 2 の一端に取り付けられ、前記平衡錘により前記駆動ロッドの前記第 1 の一端に対して押し付けられる駆動部品と、
をさらに含み、

20

前記駆動ロッドが前記グランドリングの前記軸方向に前記駆動システムにより動かされる場合に、前記駆動ロッドは、前記シャフトの前記回転軸に沿って前記レバーを振動し、前記シャフトおよび前記長アームを前記シャフトの前記回転軸に沿って回転させ、前記バイパスチョークリングを前記グランドリングに相対して回転させる、請求項 11 に記載の装置。

30

【請求項 14】

前記駆動ロッドは、前記駆動システムに結合された第 1 の一端と、前記第 1 の一端の反対側のテーパ終端部とを含み、

前記機構は、
第 1 および第 2 の終端部を含み、前記グランドリングの前記軸方向に対して実質的に平行とされた軸の周りに、前記第 1 および第 2 の終端部の間で前記グランドリングに対して旋回し、前記第 2 の終端部は、前記駆動ロッドの前記テーパ終端部にスライドするように接触しているレバーと、

40

前記レバーの前記第 1 の終端部に対して固定された一端と、前記バイパスチョークリングに結合された他端を有する長アームと、

前記グランドリングと前記レバーに対して各々固定された 2 つの一端を有し、前記駆動ロッドの前記テーパ終端部に対して前記レバーの前記第 2 の終端部を弾性的に押し付けるように動作する第 1 のスプリングと、

をさらに含み、

前記駆動ロッドの前記テーパ終端部が前記グランドリングの前記軸方向に前記駆動システムにより動かされた場合、前記テーパ終端部は、前記レバーを振動し、前記長アームを回転させ、前記グランドリングに相対して前記バイパスチョークリングを回転させる、請求項 11 に記載の装置。

50

【請求項 15】

前記機構は、

前記グランドリングに対して固定され、前記駆動ロッドの前記テーパ終端部を部分的に取り囲む壁を有する外箱と、

前記壁の 1 つと前記駆動ロッドの先端との間に入れられ、前記駆動システムに向かって前記駆動ロッドを押し付けるように動作する第 2 のスプリングと、

をさらに備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記駆動ロッドは、前記駆動システムに結合された第 1 および第 2 の終端を含み、

前記機構は、

前記駆動ロッドの前記第 1 の一端と接触し、前記グランドリングの前記軸方向に移動可能である第 1 の駆動部品と、

前記第 1 の駆動部品に結合され、前記グランドリングの前記軸方向に実質的に平行である軸の周りに前記グランドリングに対して旋回される第 2 の駆動部品と、

前記第 2 の駆動部品に対して一端で固定され、他端が前記バイパスチョークリングに結合された長アームと、

前記駆動ロッドに対して前記第 1 の駆動部品を弾性的に押し付け、それにより、前記駆動ロッドの前記第 1 の一端に対して前記第 1 の駆動部品を押し付けるためのスプリングと、

前記グランドリングに対して固定され、前記スプリングおよび前記第 1 の部品のための機械的な支持を提供するように動作する支持要素と、

をさらに含み、

前記グランドリングの前記軸方向に前記駆動システムにより動かされたとき、前記駆動ロッドは、前記グランドリングの前記軸方向に前記第 1 の駆動部品を動かし、前記第 2 の駆動部品および前記長アームを回転させて、それにより、前記バイパスチョークリングを前記グランドリングに相対的に回転させる、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 17】

前記機構は、

ロータを有するモータと、

一端で前記ロータに対して固定され、他端で前記バイパスチョークリングに結合された L 状アームと、

を備え、

前記モータが前記ロータを回転するとき、前記 L 状アームは、前記バイパスチョークリングを前記グランドリングに相対的に回転させる、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 18】

前記プラズマ処理チャンバにおいて、ガス圧力を計測し、センサ信号を送信するための圧力センサと、

前記センサ信号に応答し、前記モータを制御するための制御信号を送信するように動作するモータコントローラと、

をさらに備える、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】

前記第 1、第 2、第 3 のスロットセットの各々は、前記グランドリングの周辺方向に沿って配置された少なくとも 1 つのスロットを含む、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 20】

前記第 1、第 2、第 3 のスロットセットの各々は、前記グランドリングの放射状の方向に広がり、長方形、若しくは、台形形状を有する、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】

基板を支持するように構成された下部電極と反対側に配置された上部電極を含むプラズマ処理チャンバにおけるガスフローコンダクタンスを制御する装置であって、

前記下部電極を同心円状に取り囲むように構成され、内部に形成された第 1 のスロット

10

20

30

40

50

セットを含む静止したグランドリングと、

前記グランドリングの上部に配置され、内部に形成された第２のスロットセットを含み、前記第２のスロットセットの各々が前記第１のスロットセットの対応する１つと整列する静止したカバーリングと、

前記グランドリングの下部に配置され、上部に形成された突出部を含み、各突出部と対応する第１のスロットを定義する内面との空間が前記第１および第２のスロットセットを通しての前記ガスフローコンダクタンスを決定する、バイパスチョークリングと、

(i) ガスが前記第１および第２のスロットセットを通して流れることができるように、前記第１のスロットセットが、前記第２のスロットセットと流体連結されたオン状態と、(i i) ガスが前記第１および第２のスロットセットを通して流れることができないように、前記第１のスロットセットが、前記バイパスチョークリングによって遮られるオフ状態との間で、前記第１および第２のスロットセットを通してのガスフローコンダクタンスを変更するためように前記空間を調整するために、前記グランドリングに相対的に前記チョークリングを動かすように構成された機構と、

を備える装置。

【請求項 2 2】

前記機構は、

駆動システムと、

一端で前記バイパスチョークリングに対して固定され、他端で前記駆動システムに結合された駆動ロッドと、

を含み、

前記駆動システムは、前記駆動ロッドを動かすように動作する、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 3】

前記駆動システムは、空気圧シリンダ、もしくは、電気ソレノイドを含む、請求項 2 2 に記載の装置。

【請求項 2 4】

前記駆動システムは、前記上部電極と前記下部電極の間の空隙を取り囲むように構成された閉じ込めリングアセンブリを含み、

前記閉じ込めリングアセンブリは、少なくとも１つの閉じ込めリングを含み、前記閉じ込めリングアセンブリは、前記閉じ込めリングの間の空隙を通してのガスフローレートを制御するために、前記グランドリングの軸方向に移動可能である、請求項 2 2 の装置。

【請求項 2 5】

前記カバーリングおよび前記バイパスチョークリングの各々は誘電材料で形成され、前記グランドリングは導電材料で形成されている、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記カバーリングおよび前記バイパスチョークリングはクォーツもしくは S i C で形成され、前記グランドリングが金属で形成されている、請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記第１および第２のスロットセットの各々は、前記グランドリングの周辺方向に沿って配置された少なくとも１つのスロットを含む、請求項 2 1 に記載の装置。

【請求項 2 8】

前記第１および第２のスロットセットの各々は、前記グランドリングの放射線状に広がり、長方形、もしくは、台形形状を有する、請求項 2 7 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記第１および第２のスロットセットの各々は、少なくとも１つ以上の同心のリング形状のスロットを含む、請求項 2 1 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

集積回路は、パターン化されたマイクロエレクトロニクス層の層の上部に形成されたウエハや基板から形成されている。基板のプロセスにおいて、プラズマは、フィルムの意図された箇所をエッチングするか、もしくは、基板上のフィルムをデポジションするために用いられることが多い。次世代のマイクロエレクトロニクス層における新材料の実装やフィーチャサイズの縮小は、プラズマプロセスの機器について新たな要求を有している。より小さなフィーチャと、より大きな基板サイズと、デュアル・ダマシン・エッチング技術等の新たなプロセス技術は、よりよい歩留まりのために、プラズマ密度や基板に渡る不均一性等のプラズマパラメータの正確な制御を要求する。

【発明の概要】

【0002】

基板を支持するように構成された下部の電極と反対側に配置された上部の電極を含むプラズマプロセスチャンバにおけるガスフローコンダクタンス制御のための装置の実施形態が提供される。その装置は、下部の電極を同心円状に取り囲むように構成されたグランドリングと、内部に形成された第1のスロットセットを含むグランドリングと、バイパスチョークリングと、グランドリングとバイパスチョークリングの上部に構成され、内部に形成された第2のスロットセットを含むカバーリングと、オン状態とオフ状態との間で第1および第2のスロットセットとを通してガスフローコンダクタンスを制御するためにグランドリングに相対してバイパスチョークリングを動かすように構成された機構を含む。(i) オン状態においては、第1および第2のスロットセットを通してガスが流れることができるように、第1のスロットセットが第2のスロットセットと流体連結され、(ii) オフ状態においては、第1および第2のスロットセットを通してガスが流れることができないように、第1のスロットセットがバイパスチョークリングによって遮られる。

【0003】

基板を支持するように構成された下部の電極と反対側に配置された上部の電極を含むプラズマプロセスチャンバにおけるガスフローコンダクタンス制御のための他の装置の実施形態が提供される。その装置は、下部の電極を同心円状に取り囲むように構成され、内部に形成された第1のスロットセットを含むグランドリングと、内部に形成された第2のスロットセットを含む静止したカバーリングと、グランドリングとカバーリングとの間に配置され、内部に形成された第3のスロットセットを含むバイパスチョークリングと、オン状態とオフ状態との間で第1、第2および第3のスロットセットを通してガスフローコンダクタンスを制御するために、第1と第2のスロットセットとの間での重なり量を変化させるように、グランドリングに相対してバイパスチョークリングを回転するように構成された機構を含む。(i) オン状態においては、第1、第2および第3のスロットセットを通してガスが流れることができるように、第1のスロットセットが第3のスロットセットと流体連結され、(ii) オフ状態において、第1、第2および第3のスロットセットを通してガスが流れることができないように、第1のスロットセットがバイパスチョークリングによって遮られる。

【0004】

基板を支持するように構成された下部の電極と反対側に配置された上部の電極を含むプラズマプロセスチャンバにおけるガスフローコンダクタンス制御のための他の装置の実施形態が提供される。その装置は、下部の電極を同心円状に取り囲むように構成された静止したグランドリングと、内部に形成された第1のスロットセットを含むグランドリングと、グランドリング上に構成され、内部に形成された第2のスロットセットを含むカバーリングと、上部に形成された突出部を含み、第2のスロットセットのそれぞれが第1のスロットセットの対応する1つと整列したバイパスチョークリングと、各突起部と対応する第1のスロットを定義する内側の面との間の間隔が第1および第2のスロットセットを通してのガスフローコンダクタンスを判定し、オン状態とオフ状態との間で第1および第2のスロットセットを通してのガスフローコンダクタンスを変化させるための間隔を調整するために、グランドリングに相対してチョークリングを動かすように構成された機構を含む。(i) オン状態においては、第1および第2のスロットセットを通してガスが流れるこ

10

20

30

40

50

とができるように、第１のスロットセットが第２のスロットセットと流体連結され、（i i）オフ状態においては、第１および第２のスロットセットを通してガスが流れることができないように、第１のスロットセットがバイパスチョークリングによって遮られる。

【図面の簡単な説明】

【０００５】

【図１】ＣＣＰリアクタチャンバの構成の概要を示す図である。

【図２】一実施形態におけるＣＣＰチャンバの断面図の概要を示す図である。

【図３Ａ】図２における領域Ａの拡大図を示す図である。

【図３Ｂ】、

【図３Ｃ】、

【図３Ｄ】、

【図３Ｅ】図３Ａに示す構造におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置の構成の概要を示す図である。

【図３Ｆ】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置の構成の概要を示す図である。

【図４Ａ】、

【図４Ｂ】、

【図４Ｃ】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置の構成の概要を示す図である。

【図５Ａ】、

【図５Ｂ】、

【図５Ｃ】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置を示す図である。

【図６Ａ】、

【図６Ｂ】、

【図６Ｃ】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置を示す図である。

【図７】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置を示す図である。

【図８】他の実施形態におけるガスフローコンダクタンス制御のための装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００６】

容量結合ＲＦプラズマ（ＣＣＰ）リアクタもしくはチャンバにおいて、プラズマは、２つの反対方向にある上部と下部の電極の間の空隙において生成される。図１は、基板を処理するためのＣＣＰリアクタチャンバ１００の実施形態を示す。叙述されるように、下部の電極アセンブリは、フォーカスリング１０８と、チャンバの動作中に決まった場所に基板１０６を支持するためのチャック１０４とを含む。チャック１０４は、例えば、静電チャックであることもでき、ＲＦ電源１１０によってＲＦ電力を供給される。上部電極アセンブリは、上部電極１１４とバッフルもしくはシャワーヘッド１１６とを含む。上部電極１１４は、グランドされることができ、動作中に他のＲＦ電源１２０によって電源供給されることができ、ガスフローは、コンジット１２２を介して供給され、バッフル１１６を通して通っていく。

【０００７】

ガスは、空隙１２６において電氣的にプラズマに励起される。プラズマは、閉じ込めリング１０２ a、１０２ b、１０２ cによって閉じ込められる。ガスは、複数のリング１０２の間の間隔／空隙１２４を通して通っていき、真空ポンプによって壁１１８を通してチャンバから排出される。プラズマ特性は、空隙１２４を通して通っていくガスフローレートによって影響される。バッフル１１６から排出までのフロー経路全体のガスフローコンダクタンスは、リングの数と複数のリング間の空隙のサイズを含む幾つかの要因に依存し

10

20

30

40

50

ている。１つの実施形態において、空隙１２４は調整されることができ、空隙制御機構（図１には不図示）によって制御される。

【０００８】

基板のプラズマ処理のための幾つかのプロセスにおいて、プロセスの少なくとも１以上のステップは、空隙制御機構の最大容量を超えるフローコンダクタンスを要求することが決定されていた。そのようなプロセスにおいて、基板は、チャンバからアンロードされることを必要としてもよいし、そのようなフローコンダクタンスレベルが達成されるように他のチャンバで処理されてもよい。この問題を考慮して、装置は、容量結合プラズマ（ＣＣＰ）リアクタもしくはチャンバにおける拡張された可変のガスフローコンダクタンスを提供するように動作可能に提供される。装置は、プラズマ処理チャンバに広範囲のプラズマ状態を提供させる。

10

【０００９】

図２は、容量結合プラズマ（ＣＣＰ）リアクタもしくはチャンバ２００の一部の実施形態の一例を示す図である。チャンバ２００は、チャンバ２００において拡張された可変のガスフローコンダクタンス範囲を提供する装置に備えられる。チャンバ２００は、上部電極アセンブリ２０２とプラズマ処理中に決まった位置に基板を支持する下部電極アセンブリ２０４とを含む。上部と下部の電極アセンブリ２０２、２０４は、間隙もしくは空隙２０８によって相互に分離されている。チャンバ壁２１４は、ドアもしくは、基板がチャンバ２００においてアンロード／ロードされていくゲート２１６を含む。

20

【００１０】

上部電極アセンブリ２０２は、シャワーヘッド電極のようなガス分布メンバ２０３を含み、それを通して、プロセスガスが空隙２０８に供給される。空隙２０８に供給されたプロセスガスは、下部電極アセンブリ２０４に供給されたＲＦ電源によりプラズマに励起される。空隙２０８におけるプラズマは、ウエハ領域圧力（ＷＡＰ）／多数の閉じ込めリング２０７を含む閉じ込めリングアセンブリ２０６によって閉じ込められる。装置は、複数の閉じ込めリング用の空隙制御機構を含むことができる。空隙２０８における中立のガス種は、一般的に水平方向における複数の閉じ込めリング２０７の間の間隙を通して通っていき、チャンバ空間２１０に入る。ガスは、壁２１４に結合した真空ポンプ２１２によってチャンバ空間２１０から排出される。

30

【００１１】

ガス分布メンバ２０３からチャンバ空間２１０までのガスフローレートは、空隙２０８における圧力に影響を及ぼす。ガスフローレートを上げるために、付加的なガスフローコンダクタンス経路もしくは回路が、複数の閉じ込めリング２０７の間の空隙を通してガス分布メンバ２０３からチャンバ空間２１０までの経路に（並行して）備えられる。

40

【００１２】

図３Ａは、図２に示す領域Ａの拡大図を示しており、グランドリング３１４におけるバイパススロット３１２ａ、３１２ｂ（以下、リング３１２として集合的に参照する）のガスフローコンダクタンス制御のための機構を図示している図３Ｂは、機構３２０の側面図を示す。図３Ｃおよび図３Ｄは、機構３２０、バイパスチョークリング３０８、グランドリング３１４の上部平面図の部分的に外部の一部を切り取った図を示す。そこでは、スロットが構成されたグランドカバーリング３０４（図３Ａ）は、図解の目的のために除かれている。図３Ａ－３Ｄに叙述されるように、下部電極アセンブリは、グランドリング３１４、グランドリング３１４に形成されたリング形状チャネルにマウントされたバイパスチョークリング３０８と、カバーリング３０４を含む。好ましくはＰＴＦＥ等で形成されている複数のボール３１６は、チョークリング３０８の移動の際に、グランドリング３１４とチョークリング３０８の回転摩擦を低減するために用いられる。図３Ｅは、バイパスチョークリング３０８の上部平面図を示し、チョークリング３０８の放射状の方向に広がる複数のスロット３１０ａ、３１０ｂ（以下、スロット３１０として集合的に参照する）を含む。同様に、カバーリング３０４とグランドリング３１４は各々、スロット３０６ａ、３０６ｂ（以下、スロット３０６として集合的に参照する）と、スロット３１０と類似の

50

スロット 312 a、312 b を含む。スロット 306、310、312 は、例えば、長方形や台形等の適切な形状を有することができる。グランドリング 314 は、例えば、アルミニウムのような伝導性のある材料でできており、カバーリング 304 は、クォーツのような絶縁体の材料でできている。また、チョークリング 308 は、クォーツや SiC のような絶縁体の材料でできている。

【0013】

カバーリング 304 とグランドリング 314 は、バイパスチョークリング 308 がカバーリング 304 とグランドリング 314 に相対して回転することができる間は、静止している。カバーリング 304 とグランドリング 314 に形成されているバイパススロット 306 と 312 は、上部から見たときに、相互に整列されている。そこでは、スロット 306 a、312 a、306 b、312 b の各ペアは、見通し列を形成している。制御機構 320 は、スロット 306、310、312 を通してのガスフローを制御するために静止したカバーリング 304 とグランドリング 314 と相対してバイパスチョークリング 308 を回転するように動作可能である。

10

【0014】

閉じ込めリングアセンブリ（もしくは WAP リングアセンブリ）206 は、WAP リング 300 と多数の閉じ込めリング 302 を含む。以下、「閉じ込めリング」と「WAP リング」という用語は、交互に用いる。閉じ込めリングアセンブリ 206 は、例えば、CAM リングに結合されたプランジャー 303 のような、適切な駆動機構によって矢印 301 の方向に動かされる。矢印 301 の方向は、3つのリング 304、308、314 の軸方向に平行であってもよい。CAM リングのより詳細な叙述は、その内容全体を参照として組み入れられ、共通に所有される US Patent 6,019,060 に見い出される。閉じ込めリングアセンブリ 206 は、機構 320 に結合される。機構 320 は、駆動ロッドもしくはバー 324、シャフト 328 を軸として回転するレバー 332 と、シャフト 328 に対して固定された長アーム 330 を含む。シャフト 328 の軸は、グランドリング 314 の軸方向に対して垂直であってもよい。平衡錘 326 は、レバー 332 の一端に設けられており、駆動部品 322 は、レバー 332 の他の一端に設けられている。駆動部品 322 は、平衡錘 326 上で作用する重力により、駆動ロッド 324 の下部の先端に対して押し付けられる。

20

【0015】

閉じ込めリングアセンブリ 206 が上方に移動するとき、駆動ロッド 324 も上方に移動する。その後、平衡錘 326 の力により、レバー 332 は時計方向に回転し（図 3 B）、アーム 330 の先端は矢印 334 の方向に移動する。その後、アーム 330 は、方向 334 にバイパスチョークリング 308 を回転し、その結果、ガスフロー通路が 3つのスロットセットを通して形成されるように、バイパススロット 310 が他のスロット 312 と 306 と整列する。図 3 C は、完全にオンのガスフロー状態における機構 320 の構成を示す。図 3 C において、スロットが構成されたカバーリング 304 は、図解のため除かれている。このように、機構 320 の動作は、スロット 306、310、312 を通して、付加的なガスフローコンダクタンス経路を提供する。

30

【0016】

閉じ込めリングアセンブリ 206 が下方に移動するときに、駆動ロッド 324 も駆動部品 322 を下方に押す。その後、レバー 332 は反時計方向に回転し、アーム 330 の先端は矢印 336 の方向に移動する（図 3 B）。その後、バイパスチョークリング 308 は方向 336 に移動し、それにより、部分的にバイパススロット 306 と 312 を塞ぐ。駆動部品 322 が最も下部の位置にあるとき、バイパススロット 306 と 312 は、完全にバイパスチョークリング 308 により図 3 D に叙述されるように塞がれる。図 3 D は、ガスフローのオフ状態における機構 320 の構成を示す。

40

【0017】

スロット 306、310、および、312 は、相互に整列する際に、ガスフローの通過を提供することができるような様々な形状とサイズを有することができる。図 3 F は、バ

50

バイパスチョークリング 360 の別の実施形態の上面図である。叙述されるように、チョークリング 360 は、その円周方向に沿って配置されたスロット 362 の列を有する。実施形態において、カバーリングおよびグランドリングは、チョークリング 360 と同じようにスロット構造を有することができる。

【0018】

図 4A - 7 に示す実施形態において、図解の目的のために、各典型的なカバーリング、チョークリング、および、グランドリングは、1 列もしくは 2 列のスロット列のいずれかを含むように示されている。しかしながら、他の実施形態においては、それら 3 つのリングのそれぞれは、他の適切な列数と各列におけるスロット数とを有することができる。

【0019】

図 4A は、他の典型的な実施形態に関するチョークリング制御機構 420 を含む装置を示す。図 4B および 4C は、機構 420、バイパスチョークリング 408、および、グランドリング 414 の上面図の一部を切り取った図を示す。それらの図において、スロットが構成されたカバーリング 404 (図 4A) は、図解の目的のために除かれている。図 3A に示す実施形態と同様に、下部電極アセンブリは、グランドリング 414、グランドリング 414 において形成されたリング状のチャンネルにマウントされたバイパスチョークリング 408、および、スロットが構成されたカバーリング 404 を含む。実施形態において、チョークリング 408 がカバーリング 404 とグランドリング 414 に相対して回転される間、グランドリング 414 とカバーリング 404 は静止している。リング 404、408、414 は、図 3A に示すそれぞれのリングと同じ材料で作られている。図 4A に示すように、閉じ込めリングアセンブリ 206 は、CAM リングのような適切な機構により矢印 401 の方向に移動され、機構 420 に結合されている。好ましくは、PTFE 等で形成されている複数のボール 416 は、チョークリング 408 の移動の際に、グランドリング 414 とチョークリング 408 との間の回転摩擦を低減するために用いられる。

【0020】

機構 420 は、閉じ込めリングアセンブリ 206 に結合され、テーパ部 424 を有する駆動ロッド 422 と、CAM リングに対して駆動ロッド 422 と閉じ込めリングアセンブリ 206 を弾性的に押し付けるための駆動スプリング 426 と、ポイント 438 を軸として回転するレバー 430 と、レバー 430 に対して固定された一端を有するアーム 433 と、テーパ部 424 の側面に対してレバー 430 を弾性的に押し付けるためのレバースプリング 434 と含む。テーパ部 424 の側面は、レバー 430 とスライドするように接触している。スプリング 426 は任意である。CAM リングアセンブリ 206 は、U.S. Patent No. 6,019,060 に詳述されているように、CAM リングに対して閉じ込めリングアセンブリ 206 を弾性的に押し付けるためのスプリングを含むことができる。

【0021】

動作において、駆動ロッド 422 が下方、好ましくは、グランドリング 414 の軸方向に移動されるように、テーパ状部分 424 の側面は、レバー 430 を軸 440 上に反時計回り方向 (上部から見たとき) に回転させることで、レバー 430 を横向きに移動させる。軸 440 は、グランドリング 414 の軸方向に平行となるように方向を合わせる。レバー 430 が回転すると、アーム 433 とアーム 433 に結合されたバイパスチョークリング 408 は、矢印 432 の方向に回転する (図 4B)。この回転中、スロット 410 が図 4B で叙述される位置で完全に遮られるまで、チョークリング 408 のバイパススロット 410 は、カバーリング 404 とグランドリング 414 により次第に遮られる (覆われる)。

【0022】

駆動ロッド 422 が上方に移動すると、レバー 430 は矢印 436 の方向にチョークリング 408 を向けるように回転する (図 4C)。駆動ロッド 422 が動作の上限に達したときに、スロット 406、410、および、412 は相互に整列し、機構 420 は、図 4C に叙述するようにスロット 406、410、および、412 を通して最大ガスフローコンダクタンスを提供する。

【 0 0 2 3 】

図 5 A は、他の典型的な実施形態において、チョークリング制御機構 5 2 0 を含む装置を示す。図示された実施形態において、下部電極アセンブリは、図 3 A に示す実施形態の構成と類似の構成を有する。図 5 A に叙述されるように、閉じ込めリングアセンブリ 2 0 6 は、矢印 5 0 2 の方向、好ましくは、適切な機構によりグランドリング 5 1 4 の軸方向に動く。機構 5 2 0 は、チョークリング 5 0 8 を制御するように動作可能である。機構 5 2 0 は、閉じ込めリングアセンブリ 2 0 6 に接続された駆動ロッド 5 2 4 と、スプリング 5 2 8 により駆動ロッド 5 2 2 に対して弾性的に押し付けられる第 1 の駆動部品 5 2 4 と、第 1 の駆動部品 5 2 4 が方向 5 0 2 に移動するとき軸 5 3 3 上に回転するように構成され、第 1 の駆動部品 5 2 4 に結合された第 2 の駆動部品 5 3 0 と、第 2 の駆動部品 5 3 0 に対して固定されたアーム 5 3 2 とを含む。軸 5 3 3 は、グランドリング 5 1 4 の軸方向に実質的に平行に向かっている。機構 5 2 0 も、同様に、グランドリング 5 1 4 に対して固定され、第 1 の駆動部品 5 2 4 のための機構的な支持を提供する支持部品 5 2 6 と、スプリング 5 2 8 とを含む。第 1 および第 2 の駆動部品 5 2 4、5 3 0 は、線形の動きを回転の動きに変換するための機構を形成している。例えば、第 1 および第 2 の駆動部品 5 2 4、5 3 0 は、叙述されるようにギヤの対とすることもできる。

10

【 0 0 2 4 】

閉じ込めリングアセンブリ 2 0 6 が方向 5 0 2 に動いたとき、アーム 5 3 2 とアーム 5 3 2 に結合されたバイパスチョークリング 5 0 8 (スロット 5 1 0 a、5 1 0 b を備える) は、静止したグランドリング 5 1 4 (スロット 5 1 2 a、5 1 2 b を備える) とスロットが構成されたカバーリング 5 0 4 (スロット 5 0 6 a、5 0 6 b を備える) に相対して回転する。図 5 B は、チョークリング 5 0 8 により塞がれたスロット 5 0 6 a を備えるカバーリング 5 0 4 の上面図を示す。このスロット構造は、オフのガスフロー状態である。図 5 C は、ガスフロー通路を形成する他のスロット 5 1 0 a と 5 1 2 a と整列したスロット 5 0 6 a を有するカバーリング 5 0 4 の上面図を示す。このスロット構成は、完全にオンのガスフロー状態である。機構 5 2 0 は、チョークリング 5 0 8 を制御するように動作可能であり、オフ状態と叙述された完全にオン状態との間の、例えば、グランドリングにおけるスロット 5 1 2 が部分的にチョークリング 5 0 8 によって重なった状態の、可変のガスフローコンダクタンスを提供する。言い換えると、オン状態は、完全にオンから部分的にオンまでを網羅することができる。

20

30

【 0 0 2 5 】

図 2 - 5 C に示されるガスフロー制御のための機構の典型的な実施形態は、CAM リング (簡潔のため、不図示) により駆動される。CAM リングは、例えば、チャンバ圧力を計測するように動作可能な圧力センサからの圧力センサ信号に応答する適切な制御機構により制御されることができる。圧力センサ、CAM 制御機構と、図 2 - 5 C に示されるチョークリング制御機構のそれぞれは、上部と下部の電極アセンブリの間の空隙 5 5 0 におけるプラズマ圧力の正確な制御のためにフィードバック制御システムを形成することができる。

【 0 0 2 6 】

図 6 A は、他の典型的な実施形態に従うチョークリング制御機構 6 2 0 を含む装置を示す。叙述されるように、下部電極アセンブリは、図 3 A に示される実施形態の構成に類似の構成を有する。閉じ込めリングアセンブリは、機構 6 2 0 と連動して任意に用いられることができる。機構 6 2 0 は、ガスフローコンダクタンスを制御するためにチョークリング 6 0 8 を制御する。機構は、ロータ 6 2 3 とロータ 6 2 3 に結合された L 状のアーム 6 2 4 とを有するモータ 6 2 2 とチョークリング 6 0 8 とを含む。

40

【 0 0 2 7 】

モータ 6 2 2 がロータ 6 2 3 とアーム 6 2 4 を回転すると、チョークリング 6 0 8 (スロット 6 1 0 a、6 1 0 b を備える) は、静止したグランドリング 6 1 4 (スロット 6 1 2 a、6 1 2 b を備える) とスロットが形成されたカバーリング 6 0 4 (スロット 6 0 6 a、6 0 6 b を備える) に相対して回転する。モータ 6 2 2 は、高精度ステッピングであ

50

ってもよく、グランドリング 6 1 4 に対して固定されているか、若しくは、近くに位置できるように小規模であっても良い。

【 0 0 2 8 】

モータ 6 2 2 は、モータ制御デバイス、若しくは、モータコントローラ 6 3 0 により制御される。モータ制御デバイス 6 3 0 は、チャンバ圧力を計測するための圧力センサ 6 3 2 からのとりわけ圧力センサ信号に応答する。圧力センサ 6 3 2、モータ制御デバイス 6 3 0、および、チョークリング制御機構 6 2 0 は、空隙 6 4 0 におけるプラズマ圧力の正確な制御のためにフィードバックシステムを形成することができる。

【 0 0 2 9 】

図 6 B は、オフ状態におけるチョークリング 6 0 8 により遮られるスロット 6 0 6 a を備えるカバーリング 6 0 4 の上面図を示す。図 6 C は、完全なオン状態におけるガスフロー通路を形成するために、他のスロット 6 1 0 および 6 1 2 と整列したスロット 6 0 6 a を備えるカバーリング 6 0 4 の上面図を示す。しかしながら、機構 6 2 0 は、示された 2 つの状態の間、例えば、グランドリング 6 1 4 が部分的にチョークリング 6 0 4 により重なる状態のスロットを通して可変のガスフローコンダクタンスを提供する。言い換えると、オン状態は、完全なオンから部分的なオンまでを網羅することができる。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、他の典型的な実施形態に従うチョークリング制御機構 7 1 0 を含む装置を示す。実施形態において、下部電極アセンブリ 7 0 2 は、図 3 A に示される実施形態のものと類似である。その実施形態において、下部電極アセンブリと上部電極アセンブリは、簡略化のため不図示であるが、下部電極アセンブリ 7 0 2 に供給される RF 電源によりプロセスガスがプラズマ状態に励起される空隙 7 0 3 を定義する。閉じ込めリングアセンブリは、機構 7 1 0 と連動して任意に用いられる。カバーリング 7 0 4 とグランドリング 7 0 6 は、静止している。チョークリング 7 0 5 は、リング 7 0 4、7 0 6 におけるスロットを通してガスフローコンダクタンスを制御するために、カバーリング 7 0 4 とグランドリング 7 0 6 に相対して回転する。

【 0 0 3 1 】

叙述されるように、機構 7 1 0 は、アームユニット 7 1 4 a、7 1 4 b、7 1 4 c (以下、アームユニット 7 1 4 として集合的に参照する) と、矢印 7 1 1 の方向にアームユニット 7 1 4 を駆動するための空気圧シリンダ 7 1 2 と、動作変換機構 7 0 8 を含む。他の実施形態において、アームユニット 7 1 4 の部品は、インテグラル・ボディとして形成することができる。動作変換機構 7 0 8 は、アームユニット 7 1 4 とチョークリング 7 0 5 に結合され、アームユニット 7 1 4 の線形動作をチョークリング 7 0 5 の回転動作に変換するように動作可能である。本実施形態において、機構 7 0 8 は、機構 3 2 0、4 2 0 および 5 2 0 に類似することができる。例えば、機構 3 2 0、4 2 0 および 5 2 0 の他の部品が底側から延びる部品 7 1 4 c を収容するように方向を合わせられている間、コンポーネント 7 1 4 a は、駆動ロッド 3 2 4、4 2 2 および 5 2 2 の代わりに用いられることができる。

【 0 0 3 2 】

他の実施形態において、電気ソレノイドは、アーム制御デバイス 7 1 6 により制御されることができる。アーム制御デバイス 7 1 6 は、電気ケーブル 7 1 8 を通して制御信号を受信することができる。ケーブル 7 1 8 は、同様に、チャンバ圧力を計測するための圧力センサからの圧力センサ信号を含むことができる。チョークリング制御機構 7 1 0、圧力センサ、および、アーム制御デバイス 7 1 6 は、空隙 7 0 3 においてプラズマ圧力の正確な制御のためにフィードバック制御システムを形成することができる。

【 0 0 3 3 】

図 8 は、他の実施形態に従うガスフローコンダクタンスを制御するための装置 8 0 0 を示す。叙述されるように、上部電極アセンブリは、プロセスガスを空隙 8 6 2 に分布させるためのシャワーヘッド構成を有する上部電極 8 0 4 と、上部電極 8 0 4 を取り囲む上部のグランドリング 8 0 6 を含む。下部電極アセンブリ 8 0 8 は、プラズマ処理中に決まっ

10

20

30

40

50

た位置に基板を支持するための静電チャック 810 と、シリコンで形成されることができる上部のホットエッジリング 812 と、クォーツで形成されることができる誘電体のアウターリング 814 と、空隙 862 におけるプラズマからグランドリング 824 を守るためのインナーカバーリング 816 とを含む。簡略化のため、上部および下部の電極アセンブリ 804、808 の他の部品は、図 8 において示されていない。しかしながら、機構 800 がアセンブリと連動して動作できる限りにおいて、他のタイプの上部および下部の電極アセンブリが、その実施形態とともに実施されることができる。

【0034】

空隙 862 におけるプラズマは、WAP リング 840 と複数の閉じ込めリング 842 を含む閉じ込めリングアセンブリ 839 によって制限される。空隙 862 における中立の種類は、リング 840、842 の間の空隙を通して通っていき、矢印 852 の方向に流れる。

10

【0035】

図示された装置 800 は、付加的なガスフローコンダクタンス経路を提供し、複数のスロット 822 を備えたスロットが形成されたカバーリング 820 と、スロット 822 と整列した複数のスロット 825 を備えたグランドリング 824 と、上部に形成された複数の突出部 834 を有するバイパスチョークリング 830 とを含む。

【0036】

チョークリング 830 は、適切な駆動機構により矢印 852 の方向に移動可能であり、その結果、スロット 822 を通してのガスフローレートを制御するために、突出部 834 の間の間隔とスロット 822 および 825 (例えば、フロー経路) の内部面が制御されることができる。例えば、1つの実施形態において、閉じ込めリングアセンブリ 839 に結合されたバー 850 もしくは少なくとも1つの駆動ロッドは、チョークリング 830 を駆動させる。他の実施形態において、図 7 に示される実施形態における部品 714C に類似したアームユニット 854 は、チョークリング 830 に結合され、チョークリング 830 を駆動するように動作する。カバーリング 820 のスロット 822 は、図 3E に示される実施形態におけるスロット 310 に類似している。代わりに、スロット 822 が同心リングを形成でき、突出部が上部から見た際に同心リングとすることもできる。

20

【0037】

一般的に、上部および下部の電極アセンブリの間の 862 のような空隙領域の量は、860 のようにチャンバ空間のものと比較して比較的小さい。基板のエッチングレートが空隙においてプラズマにより直接影響されるのと同様に、閉じ込めリングアセンブリは、チャンバハードウェアに主な物理的変更なしに、空隙の全範囲において、小量の圧力制御およびプラズマ制限を可能にする。また、空隙量が小さく、ガスフローコンダクタンスが図 3A-8 において示されるようにバイパススロットにより増加すると、プラズマ状態は、プラズマ処理チャンバにおいて迅速、正確に制御されることができる。

30

【0038】

本発明は、特定の実施形態を参照して詳述される一方で、添付された請求項の範囲を逸脱しない範囲で様々な変更や修正がされることができ、等価物が用いられることは、当業者にとって明らかであろう。

40

【図 3 D】

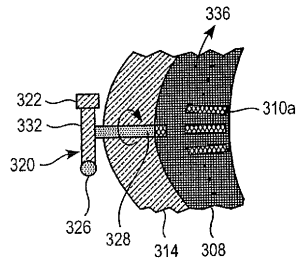


FIG. 3D

【図 3 E】

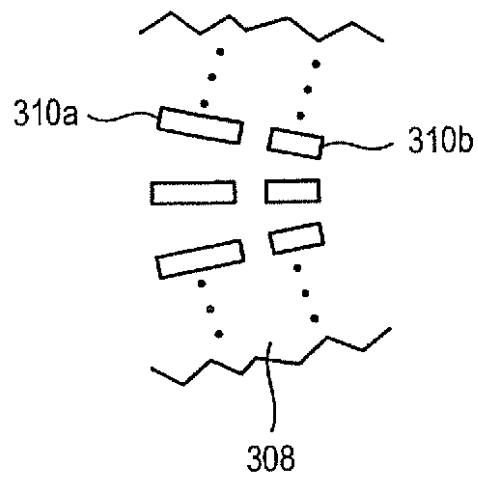


FIG. 3E

【図 3 F】

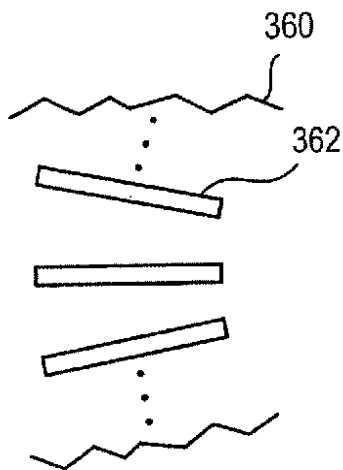


FIG. 3F

【図 4 A】

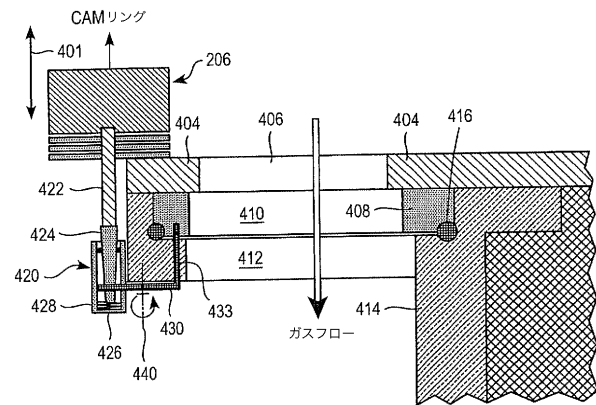


FIG. 4A

【図 4 B】

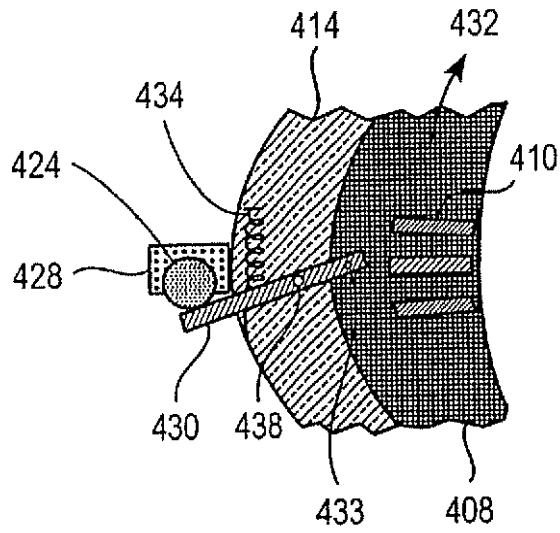


FIG. 4B

【図 4 C】

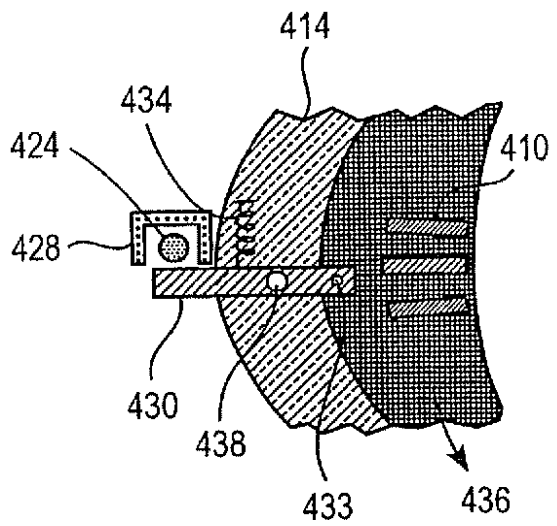


FIG. 4C

【図 5 A】

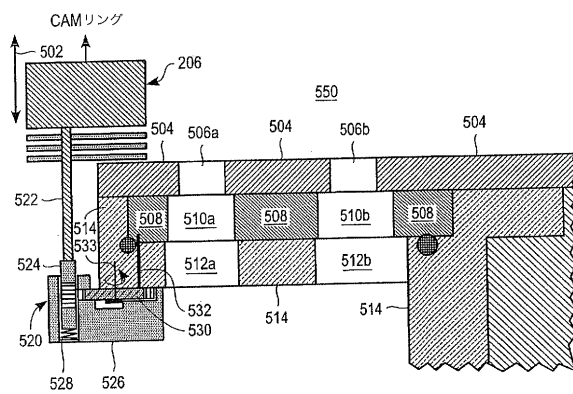


FIG. 5A

【図 5 B】

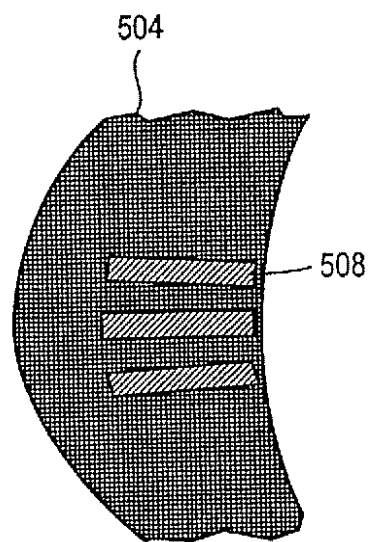


FIG. 5B

【図 5 C】

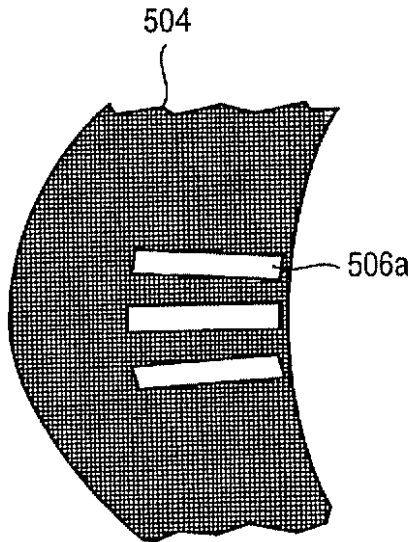


FIG. 5C

【図 6 A】

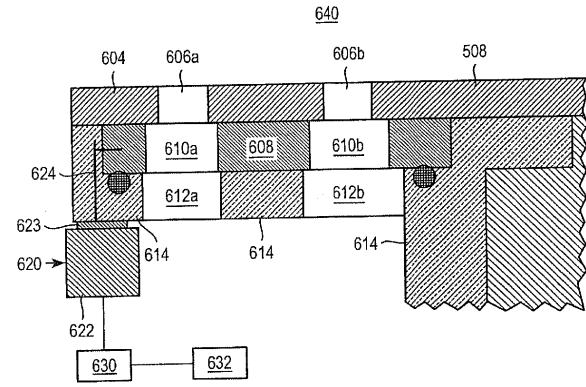


FIG. 6A

【図 6 B】

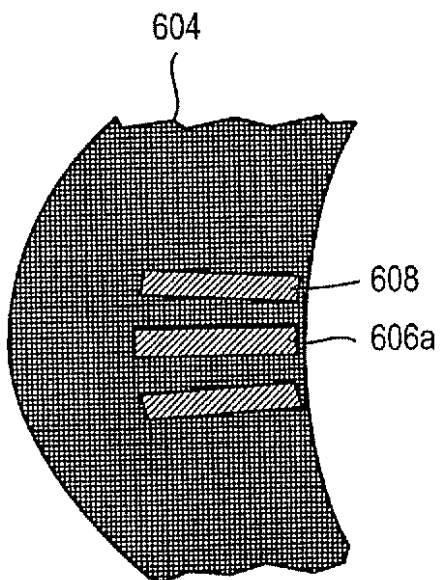


FIG. 6B

【図 6 C】

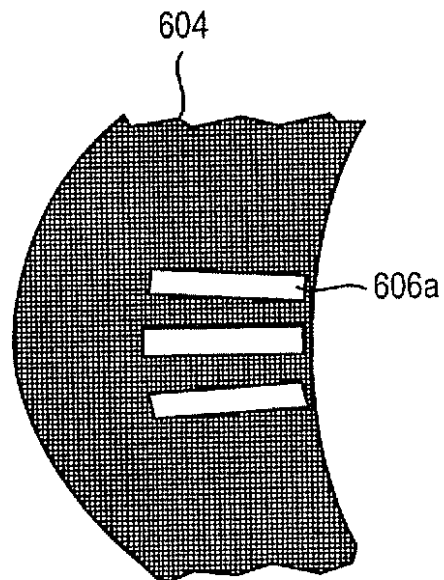


FIG. 6C

フロントページの続き

(74)代理人 100134175

弁理士 永川 行光

(72)発明者 ディンドサ, ラジンダー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 4 8 , サンノゼ, ローリングサイド ドライブ
3 6 7 0

(72)発明者 アントリク, ジェリル, ケイ.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 1 , リバモア, グリーンヒルズ コート 6 5
4 2

(72)発明者 スティーブノット, スコット

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 6 6 , プレザントン, クレリン ロード 8 4 1

審査官 栗野 正明

(56)参考文献 韓国公開特許第2002-0004623(KR,A)

特開2001-196313(JP,A)

特開2001-179078(JP,A)

特開2003-068711(JP,A)

実開平05-004466(JP,U)

特開平08-008239(JP,A)

特開平10-074738(JP,A)

特開平02-052428(JP,A)

特開平07-245295(JP,A)

特開2003-243379(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065

C23C 16/455

C23C 16/509

H01L 21/205

H01L 21/31