

(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 1	
HO 1 L 21/3065	(2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 1 B
HO 1 L 21/205	(2006.01)	HO 1 L 21/205
HO 1 L 21/31	(2006.01)	HO 1 L 21/31 C
C 23 C 16/455	(2006.01)	C 23 C 16/455
C 23 C 16/509	(2006.01)	C 23 C 16/509

請求項の数 29 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-542876 (P2009-542876)
(86) (22) 出願日	平成19年12月19日(2007.12.19)
(65) 公表番号	特表2010-514216 (P2010-514216A)
(43) 公表日	平成22年4月30日(2010.4.30)
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/025831
(87) 国際公開番号	W02008/082518
(87) 国際公開日	平成20年7月10日(2008.7.10)
審査請求日	平成22年12月7日(2010.12.7)
(31) 優先権主張番号	11/641,670
(32) 優先日	平成18年12月20日(2006.12.20)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	592010081 ラム リサーチ コーポレーション LAM RESEARCH CORPORATION アメリカ合衆国, カリフォルニア 945 38, フレモント, クッシング パークウ エイ 4650
(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(74) 代理人	100112508 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、

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のス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のスロットセットを通して流れることができるよう前記第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、  
(ii) 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のスロットセットは、前記第2のス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。

10

20

**【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、クオーツ、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、(ii) 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の一端との中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、

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の終端部の中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接觸しているレバーと、

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プ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、

10

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、

20

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、

30

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。

40

## 【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

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、(ii) 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の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22】

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21に記載の装置。

【請求項23】

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22に記載の装置。

【請求項24】

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22の装置。

【請求項25】

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21に記載の装置。

【請求項26】

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オーツもしくはSiC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25に記載の装置。

【請求項27】

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21に記載の装置。

【請求項28】

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27に記載の装置。

【請求項29】

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21に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

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)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る。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において電気的にプラズマに励起される。プラズマは、閉じ込めリング102a、102b、102c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。 30

【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 40

スロット312a、312b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、クオーツのような絶縁体の材料でできている。また、チヨークリング308は、クオーツや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、バイパスチヨークリング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306a、312a、306b、312b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ヨークリング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を軸として旋回するレバー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】

30

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3B）、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にバイパスチヨークリング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3C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3C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。

【0016】

40

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3B）。その後、バイパスチヨークリング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、完全にバイパスチヨークリング308により図3Dに叙述されるように塞がれる。図3Dは、ガスフローのオフ状態における機構320の構成を示す。

【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様々な様々な形状とサイズを有することができる。図3Fは、バ

50

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を軸として旋回するレバー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。

## 【0023】

図5A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520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3Aに示す実施形態の構成と類似の構成を有する。図5Aに叙述されるように、閉じ込めリングアセンブリ206は、矢印502の方向、好ましくは、適切な機構によりグランドリング514の軸方向に動く。機構520は、チョークリング508を制御するように動作可能である。機構520は、閉じ込めリングアセンブリ206に接続された駆動ロッド524と、スプリング528により駆動ロッド522に対して弾性的に押し付けられる第1の駆動部品524と、第1の駆動部品524が方向502に移動するとき軸533上に回転するように構成され、第1の駆動部品524に結合された第2の駆動部品530と、第2の駆動部品530に対して固定されたアーム532とを含む。軸533は、グランドリング514の軸方向に実質的に平行に向かっていても良い。機構520も、同様に、グランドリング514に対して固定され、第1の駆動部品524のための機構的な支持を提供する支持部品526と、スプリング528とを含む。第1および第2の駆動部品524、530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524、530は、叙述されるようにギヤの対とすることもできる。

## 【0024】

閉じ込めリングアセンブリ206が方向502に動いたとき、アーム532とアーム532に結合されたバイパスチョークリング508（スロット510a、510bを備える）は、静止したグランドリング514（スロット512a、512bを備える）とスロットが構成されたカバーリング504（スロット506a、506bを備える）に相対して回転する。図5Bは、チョークリング508により塞がれたスロット506aを備えるカバーリング504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5Cは、ガスフロー通路を形成する他のスロット510aと512aと整列したスロット506aを有するカバーリング504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520は、チョークリング508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512が部分的にチョークリング508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。

## 【0025】

図2-5C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2-5C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550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。

## 【0026】

図6A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620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3A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620と連動して任意に用いられることができる。機構620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608を制御する。機構は、ロータ623とロータ623に結合されたL状のアーム624とを有するモータ622とチョークリング608とを含む。

## 【0027】

モータ622がロータ623とアーム624を回転すると、チョークリング608（スロット610a、610bを備える）は、静止したグランドリング614（スロット612a、612bを備える）とスロットが形成されたカバーリング604（スロット606a、606bを備える）に相対して回転する。モータ622は、高精度ステッピングであ

ってもよく、グランドリング 614 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。

【0028】

モータ 622 は、モータ制御デバイス、若しくは、モータコントローラ 630 により制御される。モータ制御デバイス 630 は、チャンバ圧力を計測するための圧力センサ 632 からのとりわけ圧力センサ信号に応答する。圧力センサ 632、モータ制御デバイス 630、および、チョークリング制御機構 620 は、空隙 640 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。

【0029】

図 6B は、オフ状態におけるチョークリング 608 により遮られるスロット 606a を備えるカバーリング 604 の上面図を示す。図 6C 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 610 および 612 と整列したスロット 606a を備えるカバーリング 604 の上面図を示す。しかしながら、機構 620 は、示された 2 つの状態の間、例えば、グランドリング 614 が部分的にチョークリング 604 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。

【0030】

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 710 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 702 は、図 3A 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 702 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 703 を定義する。閉じ込めリングアセンブリは、機構 710 と連動して任意に用いられる。カバーリング 704 とグランドリング 706 は、静止している。チョークリング 705 は、リング 704、706 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 704 とグランドリング 706 に相対して回転する。

【0031】

叙述されるように、機構 710 は、アームユニット 714a、714b、714c（以下、アームユニット 714 として集合的に参照する）と、矢印 711 の方向にアームユニット 714 を駆動するための空気圧シリンダ 712 と、動作変換機構 708 を含む。他の実施形態において、アームユニット 714 の部品は、インテグラル・ボディとして形成されることができる。動作変換機構 708 は、アームユニット 714 とチョークリング 705 に結合され、アームユニット 714 の線形動作をチョークリング 705 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 708 は、機構 320、420 および 520 に類似することができる。例えば、機構 320、420 および 520 の他の部品が底側から延びる部品 714c 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 714a は、駆動ロッド 324、422 および 522 の代わりに用いられることができる。

【0032】

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 716 により制御されることができる。アーム制御デバイス 716 は、電気ケーブル 718 を通して制御信号を受信することができる。ケーブル 718 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 710、圧力センサ、および、アーム制御デバイス 716 は、空隙 703 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。

【0033】

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 800 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 862 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 804 と、上部電極 804 を取り囲む上部のグランドリング 806 を含む。下部電極アセンブリ 808 は、プラズマ処理中に決まつ

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、クオ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 ( 例えは、フロー経路 ) の内部面が制御されることができる。例えは、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、チャンバハードウエ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ある。

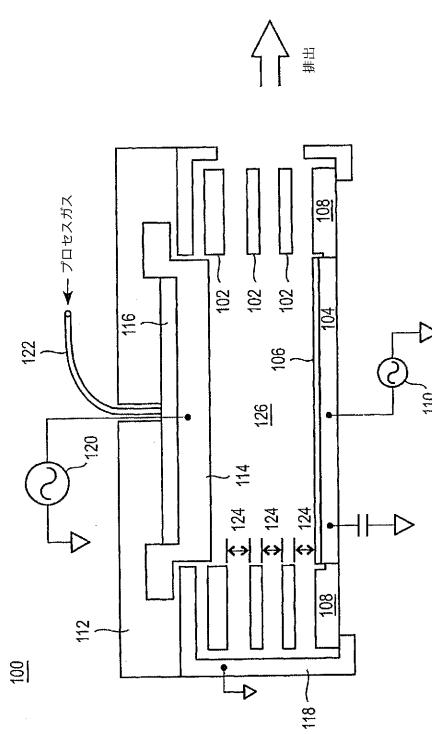
30

#### 【 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できることがあり、等価物が用いられるることは、当業者にとって明らかであろう。

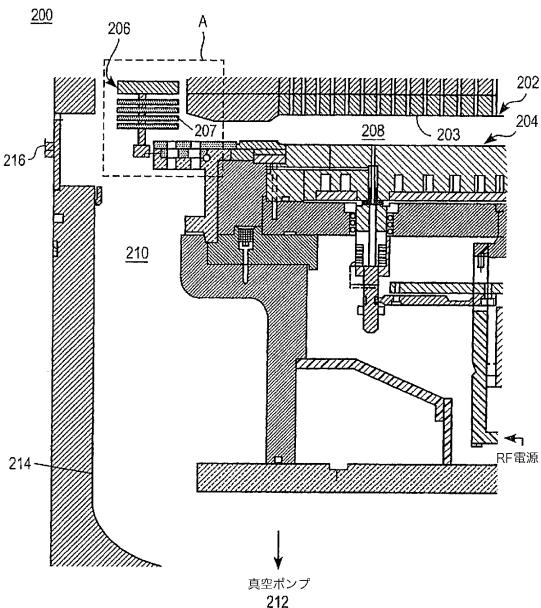
40

【図1】

FIG. 1  
(PRIOR ART)

【図2】

FIG. 2



【図3A】

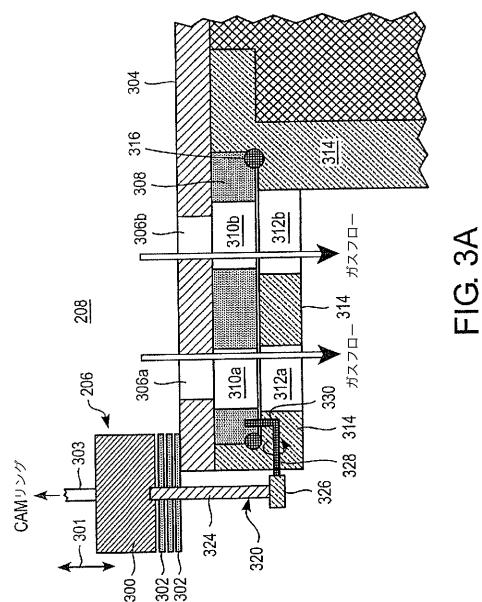


FIG. 3A

【図3B】

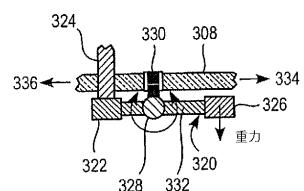


FIG. 3B

【図3C】

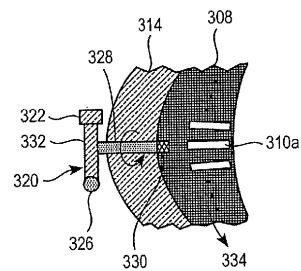


FIG. 3C

【図 3 D】

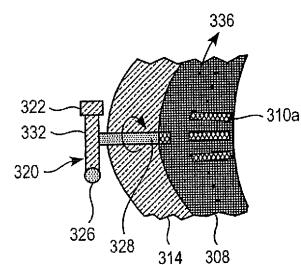


FIG. 3D

【図 3 E】

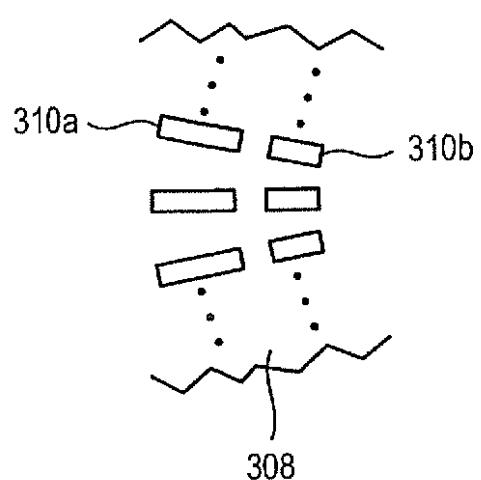


FIG. 3E

【図 3 F】

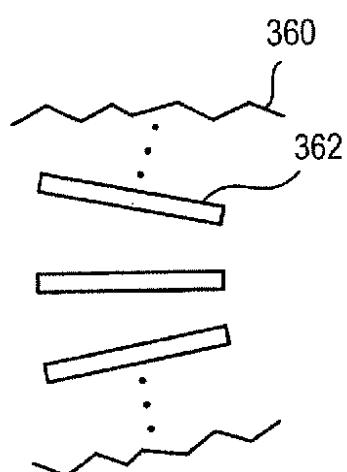


FIG. 3F

【図 4 A】

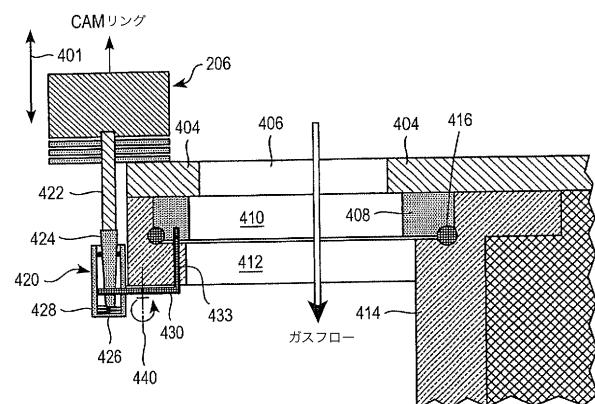


FIG. 4A

【図 4 B】

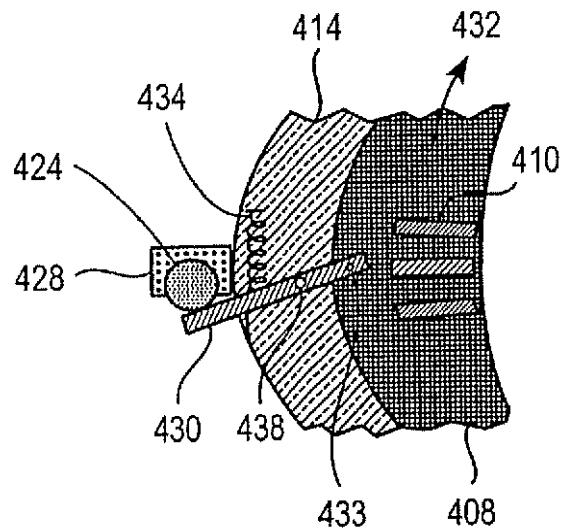


FIG. 4B

【図 4 C】

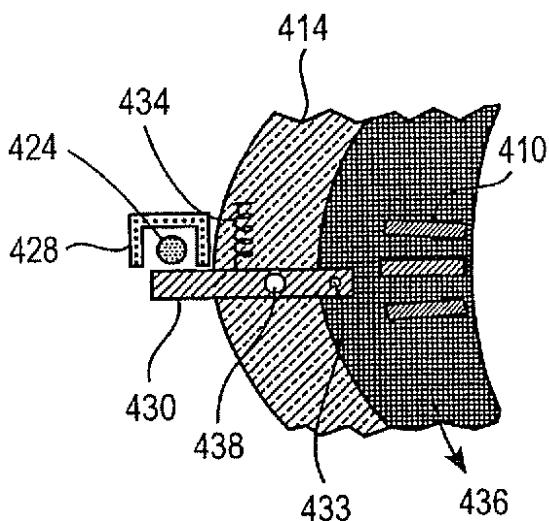


FIG. 4C

【図 5 A】

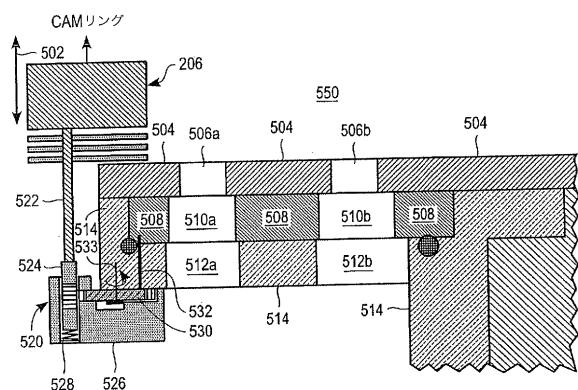


FIG. 5A

【図 5 B】

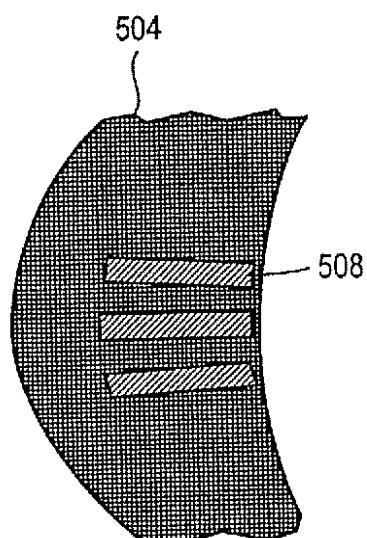


FIG. 5B

【図 5 C】

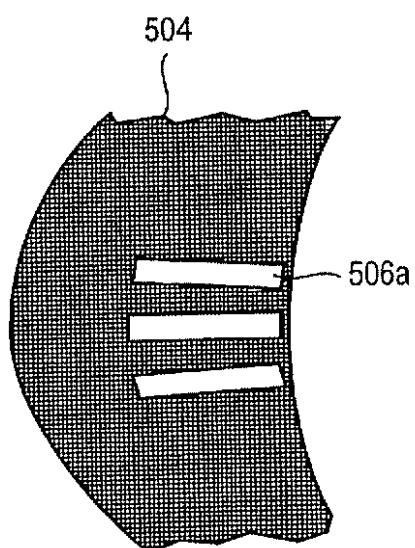


FIG. 5C

【図 6 A】

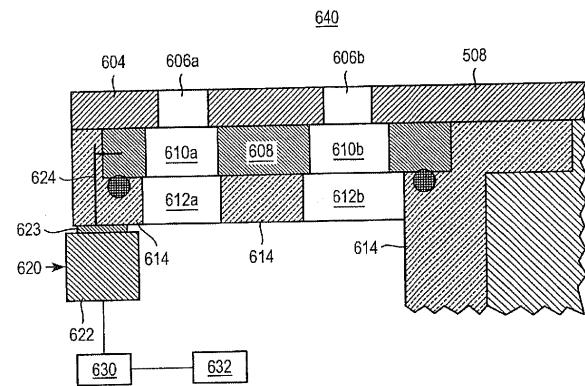


FIG. 6A

【図 6 B】

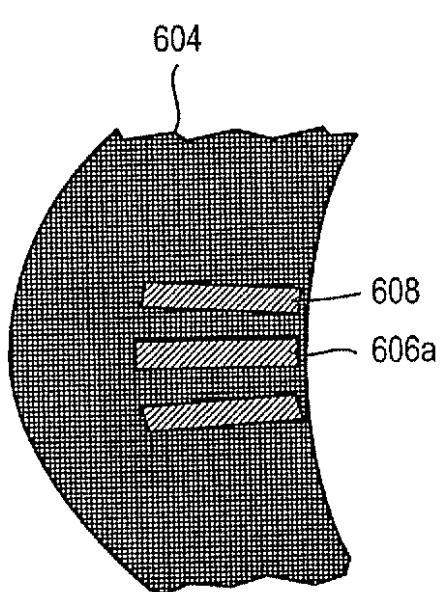


FIG. 6B

【図 6 C】

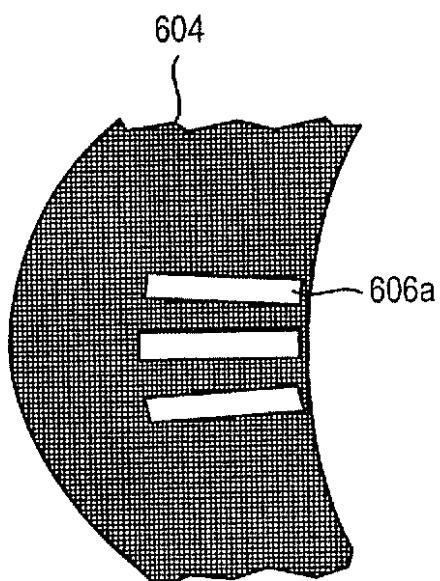


FIG. 6C

【図7】

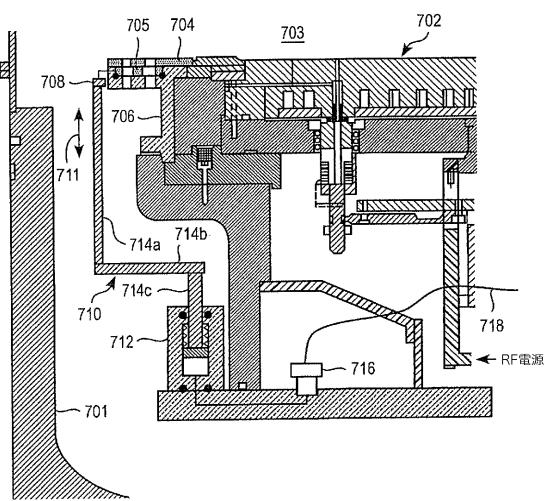


FIG. 7

【図8】

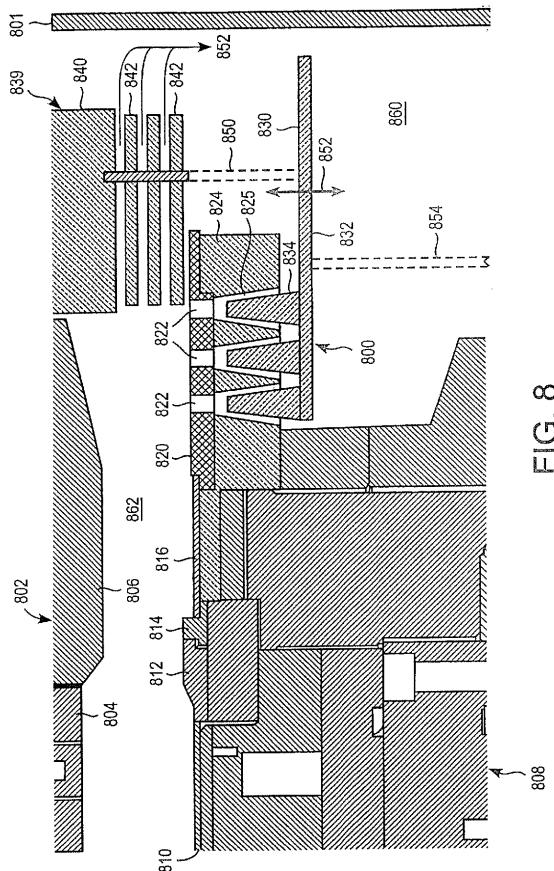


FIG. 8

---

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 95148, サンノゼ, ローリングサイド ドライブ  
3670

(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 94551, リバモア, グリーンヒルズ コート 65  
42

(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 94566, プレザントン, クレリン ロード 841

審査官 粟野 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