

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7706459号  
(P7706459)

(45)発行日 令和7年7月11日(2025.7.11)

(24)登録日 令和7年7月3日(2025.7.3)

(51)国際特許分類	F I
H 0 5 H 1/46 (2006.01)	H 0 5 H 1/46 L
H 0 1 L 21/3065(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 G
H 0 1 L 21/31 (2006.01)	H 0 1 L 21/31 C
C 2 3 C 16/505(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 C
	C 2 3 C 16/505

請求項の数 20 (全23頁)

(21)出願番号	特願2022-546345(P2022-546345)	(73)特許権者	592010081 ラム リサーチ コーポレーション L A M R E S E A R C H C O R P O R A T I O N アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 5 3 8 , フレモント, クッシング パー クウェイ 4 6 5 0
(86)(22)出願日	令和3年1月22日(2021.1.22)	(74)代理人	110000028 弁理士法人明成国際特許事務所
(65)公表番号	特表2023-511745(P2023-511745 A)	(72)発明者	イッサヴィ・ヘンリ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パー クウェイ, 4 6 5 0
(43)公表日	令和5年3月22日(2023.3.22)	審査官	佐藤 海
(86)国際出願番号	PCT/US2021/014505		
(87)国際公開番号	WO2021/154590		
(87)国際公開日	令和3年8月5日(2021.8.5)		
審査請求日	令和6年1月11日(2024.1.11)		
(31)優先権主張番号	62/968,305		
(32)優先日	令和2年1月31日(2020.1.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トランス結合型プラズマウィンドウ冷却用プレナムアセンブリ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板処理システムの誘電体ウィンドウ用のプレナムであって、  
 第1の入口ポートと、  
 第2の入口ポートと、  
 本体とを含み、  
 前記本体は、  
 第1のコイルを保持するように構成された第1の凹状領域と、  
 第2のコイルを保持するように構成された第2の凹状領域と、  
 前記誘電体ウィンドウの第1の領域に対向し、前記第1の入口ポートから第1の冷却剤  
 を受け、前記第1の冷却剤を前記第1の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第1  
 の部分を冷却するように構成された第3の凹状領域と、  
 前記誘電体ウィンドウの第2の領域に対向し、前記第2の入口ポートから第2の冷却剤  
 を受け、前記第2の冷却剤を前記第2の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第2  
 の部分を冷却するように構成された第4の凹状領域と、  
第5の凹状領域を冷却するためのバックアップ通路であって、前記本体は、前記誘電体  
 ウィンドウの第3の領域に対向し、前記第3の凹状領域から前記第1の冷却剤を受け、前  
 記第1の冷却剤を前記第3の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第3の部分  
を冷却するように構成された前記第5の凹状領域を含む、バックアップ通路と、を含む、プレ  
 ナム。

10

20

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記バックアップ通路は、前記第 5 の凹状領域に配置され、第 3 の冷却剤を受ける、プレナム。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載のプレナムであって、前記第 3 の冷却剤は圧縮乾燥空気である、プレナム。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、  
前記第 3 の凹状領域は、円形であり、前記第 1 の冷却剤を、前記プレナムの中央に配置された出力に向けて導き、  
前記第 4 の凹状領域は、円形であり、前記第 2 の冷却剤を、前記プレナムの周縁に沿って出力に導く、プレナム。

10

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、  
前記第 1 の凹状領域及び前記第 2 の凹状領域は、前記プレナムの上面側にあり、  
前記第 3 の凹状領域及び前記第 4 の凹状領域は、前記プレナムの底面側にある、プレナム。

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記第 2 の凹状領域、前記第 3 の凹状領域、及び前記第 4 の凹状領域は、それぞれチャンネルである、プレナム。

20

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記本体は円形である、プレナム。

**【請求項 8】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記本体は、前記誘電体ウィンドウの外周縁に適合するような形とサイズに形成されている、プレナム。

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記第 3 の凹状領域は、半径方向に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力にガイドするガイドを含む、プレナム。

**【請求項 10】**

請求項 1 に記載のプレナムであって、前記第 3 の凹状領域は、環状に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を環状方向に導くガイドを含む、プレナム。

30

**【請求項 11】**

請求項 10 に記載のプレナムであって、  
前記第 3 の凹状領域は、ディバイダ又は半径方向に延びるガイドの少なくとも 1 つを含み、  
前記環状に延びるガイド及び前記ディバイダ又は前記半径方向に延びるガイドの前記少なくとも 1 つは、前記第 1 の冷却剤を、前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力に導く、プレナム。

**【請求項 12】**

請求項 1 に記載のプレナムを含むシステムであって、前記第 1 の入口ポートに前記第 1 の冷却剤を供給し、前記第 2 の入口ポートに前記第 2 の冷却剤を供給する少なくとも 1 つの冷却剤供給源を含む、システム。

40

**【請求項 13】**

請求項 12 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は前記第 2 の冷却剤と異なる、システム。

**【請求項 14】**

請求項 12 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は、前記第 2 の冷却剤と比べ、流量又は圧力の少なくとも 1 つにおいて異なる、システム。

**【請求項 15】**

50

請求項 1.2 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は圧縮乾燥空気であり、前記第 2 の冷却剤は大気圧の空気である、システム。

【請求項 16】

請求項 1 に記載のプレナムを含むシステムであって、  
前記誘電体ウィンドウと、

前記第 1 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つ、及び前記第 2 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つを調整するように構成されたバルブ又はマスフローコントローラーの少なくとも 1 つとを含む、システム。

【請求項 17】

請求項 1 に記載のプレナムと前記誘電体ウィンドウとを含むシステムであって、

前記第 3 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 1 のチャンネルを形成し、

前記第 4 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 2 のチャンネルを形成する、システム。

【請求項 18】

請求項 1.7 に記載のシステムであって、

前記誘電体ウィンドウの温度又は前記プレナムの温度を検出する温度センサと、

前記温度センサの出力に基づいて、前記第 1 の冷却剤の流量又は前記第 2 の冷却剤の流量の少なくとも 1 つを調整するように構成されたコントローラーとをさらに含む、システム。

【請求項 19】

誘電体ウィンドウ用のプレナムであって、

第 1 の入口ポートと、

第 2 の入口ポートと、

バックアップポートと、

本体とを含み、

前記本体は、

第 1 のコイルを保持するように構成された円形凹状領域と、

第 2 のコイルを保持するように構成された第 1 のチャンネルと、

前記本体の前記円形凹状領域と前記第 1 のチャンネルの反対側に設けられ、前記誘電体ウィンドウの第 1 の領域に対向し、前記第 1 の入口ポートから第 1 の冷却剤を受け、前記第 1 の冷却剤を前記第 1 の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第 1 の部分を冷却するように構成された第 2 のチャンネルと、

前記本体の前記円形凹状領域及び前記第 1 のチャンネルの反対側であり前記第 2 のチャンネルの半径方向内側に配置され、前記誘電体ウィンドウの第 2 の領域に対向し、前記第 2 の入口ポートから第 2 の冷却剤を受け、前記第 2 の冷却剤を前記第 2 の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第 2 の部分を冷却するように構成された第 3 のチャンネルと、

前記本体の前記円形凹状領域及び前記第 1 のチャンネルの反対側であり前記第 3 のチャンネルの半径方向内側に配置され、前記誘電体ウィンドウの第 3 の領域に対向し、前記バックアップポートから第 3 の冷却剤を受け、前記第 3 の冷却剤を前記第 3 の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第 3 の部分を冷却するように構成された第 4 のチャンネルとを含む、プレナム。

【請求項 20】

請求項 1.9 に記載のプレナムであって、前記第 3 のチャンネルは、前記第 4 のチャンネルよりも深く、前記第 2 の冷却剤を前記第 4 のチャンネルに導く、プレナム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[ 関連出願の相互参照 ]

本出願は、2020年1月31日に提出された米国仮出願第 62 / 968305 号の利益を主張するものである。上記出願は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

10

20

30

40

50

本開示は、トランス結合型プラズマウィンドウの冷却に関する。

【背景技術】

【0003】

ここで提供される背景の説明は、本開示の内容を大まかに提示することを目的とする。この背景技術の項で説明される範囲内における、現時点で名前を挙げられている発明者らによる研究、並びに出願の時点で先行技術として別途みなされ得ない説明の態様は、明示又は暗示を問わず、本開示に対抗する先行技術として認められない。

【0004】

半導体デバイスの製造時において、処理チャンバ内でエッチング工程や堆積の工程を行うことがある。プラズマチャンバに電離気体或いはプラズマを導入して半導体ウェハなどの基板から材料をエッチング（又は除去）し、基板に材料をスパッタリング或いは堆積する。製造又は作製プロセスで使用するプラズマの作成は、通常、処理チャンバにプロセスガスを導入することから始まる。基板は処理チャンバで、静電チャックや台座などの基板支持体に配置される。

10

【0005】

処理チャンバには、トランス結合型プラズマ（TCP）リアクタコイルが含まれ得る。電源で生成された高周波（RF）信号が、TCPリアクタコイルに供給される。TCPリアクタコイルは、トランス結合型容量性調整（Transformer Coupled Capacitive Tuning：TCC T）整合ネットワークによって駆動される。TCC T整合ネットワークは、電源から供給されるRF信号を受信し、TCPリアクタコイルに供給される電力の調整を可能にする。処理チャンバの上面には、セラミックなどの材料で構成された誘電体ウィンドウが組み込まれている。誘電体ウィンドウによって、TCPリアクタコイルから処理チャンバ内部へのRF信号の送信が可能となる。RF信号が処理チャンバ内のガス分子を励起し、プラズマを発生させる。

20

【発明の概要】

【0006】

基板処理システムの誘電体ウィンドウ用のプレナムを提供する。前記プレナムは、第1の入口ポートと、第2の入口ポートと、本体とを含み、前記本体は、第1のコイルを保持するように構成された第1の凹状領域と、第2のコイルを保持するように構成された第2の凹状領域と、前記誘電体ウィンドウの第1の領域に対向し、前記第1の入口ポートから第1の冷却剤を受け、前記第1の冷却剤を前記第1の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第1の部分を冷却するように構成された第3の凹状領域と、前記誘電体ウィンドウの第2の領域に対向し、前記第2の入口ポートから第2の冷却剤を受け、前記第2の冷却剤を前記第2の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第2の部分を冷却するように構成された第4の凹状領域とを含む。

30

【0007】

他の特徴では、前記本体は、前記誘電体ウィンドウの第3の領域に対向し、前記第3の凹状領域から前記第1の冷却剤を受け、前記第1の冷却剤を前記第3の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第3の部分を冷却するように構成された第5の凹状領域を含む。他の特徴では、前記プレナムは、前記第5の凹状領域に配置され、第3の冷却剤を受けバックアップ通路をさらに含む。他の特徴では、前記第3の冷却剤は圧縮乾燥空気である。

40

【0008】

他の特徴では、前記第3の凹状領域は、円形であり、前記第1の冷却剤を、前記プレナムの中央に配置された出力に向けて導く。前記第4の凹状領域は、円形であり、前記第2の冷却剤を、前記プレナムの周縁に沿って出力に導く。

【0009】

他の特徴では、前記第1の凹状領域及び前記第2の凹状領域は、前記プレナムの上面側にある。前記第3の凹状領域及び前記第4の凹状領域は、前記プレナムの底面側にある。他の特徴では、前記第2の凹状領域、前記第3の凹状領域、及び前記第4の凹状領域は、

50

それぞれチャンネルである。

【 0 0 1 0 】

他の特徴では、前記本体は円形である。他の特徴では、前記本体は、前記誘電体ウィンドウの外周縁に適合するような形とサイズに形成されている。他の特徴では、前記本体は、前記第 3 の凹状領域又は第 5 の凹状領域のうちの少なくとも 1 つを冷却するためのバックアップ通路を含む。

【 0 0 1 1 】

他の特徴では、前記第 3 の凹状領域は、半径方向に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力にガイドするガイドを含む。他の特徴では、前記第 3 の凹状領域は、環状に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を環状方向に導くガイドを含む。

10

【 0 0 1 2 】

他の特徴では、前記第 3 の凹状領域は、ディバイダ又は半径方向に延びるガイドの少なくとも 1 つを含む。前記環状に延びるガイド及び前記ディバイダ又は前記半径方向に延びるガイドの前記少なくとも 1 つは、前記第 1 の冷却剤を、前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力に導く。

【 0 0 1 3 】

他の特徴では、システムが提供され、前記システムは、前記プレナムと、前記第 1 の入口ポートに前記第 1 の冷却剤を供給し、前記第 2 の入口ポートに前記第 2 の冷却剤を供給する少なくとも 1 つの冷却剤供給源を含む。他の特徴では、前記第 1 の冷却剤は前記第 2 の冷却剤と異なる。他の特徴では、前記第 1 の冷却剤は、前記第 2 の冷却剤と比べ、流量又は圧力の少なくとも 1 つにおいて異なる。他の特徴では、前記第 1 の冷却剤は圧縮乾燥空気であり、前記第 2 の冷却剤は大気圧の空気である。

20

【 0 0 1 4 】

他の特徴では、システムが提供され、前記システムは、前記プレナムと、前記誘電体ウィンドウと、前記第 1 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つ、及び前記第 2 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つを調整するように構成されたバルブ又はマスフローコントローラーの少なくとも 1 つとを含む。

【 0 0 1 5 】

他の特徴では、システムが提供され、前記システムは、前記プレナムと、前記誘電体ウィンドウとを含む。前記第 3 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 1 のチャンネルを形成する。前記第 4 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 2 のチャンネルを形成する。

30

【 0 0 1 6 】

他の特徴では、前記システムは、前記誘電体ウィンドウの温度又は前記プレナムの温度を検出する温度センサと、前記温度センサの出力に基づいて、前記第 1 の冷却剤の流量又は前記第 2 の冷却剤の流量の少なくとも 1 つを調整するように構成されたコントローラーとをさらに含む。

【 0 0 1 7 】

他の特徴では、トランス結合型プラズマウィンドウ用のプレナムを提供する。前記プレナムは、第 1 の入口ポートと、第 2 の入口ポートと、バックアップポートと、円形凹状領域、第 1 のチャンネル、第 2 のチャンネル、第 3 のチャンネル、及び第 4 のチャンネルを有する本体とを含む。前記円形凹状領域は、第 1 のコイルを保持するように構成されている。前記第 1 のチャンネルは、第 2 のコイルを保持するように構成されている。前記第 2 のチャンネルは、前記本体の前記円形凹状領域及び前記第 1 のチャンネルの反対側に設けられている。前記第 2 のチャンネルは、前記誘電体ウィンドウの第 1 の領域に対向し、前記第 1 の入口ポートから第 1 の冷却剤を受け、前記第 1 の冷却剤を前記第 1 の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第 1 の部分を冷却するように構成されている。前記第 3 のチャンネルは、前記本体の前記円形凹状領域及び前記第 1 のチャンネルの反対側であり前記第 2 のチャンネルの半径方向内側に配置されている。前記第 3 のチャンネルは、前記誘電体ウィンドウの第 2 の領域に対向し、前記第 2 の入口ポートから第 2 の冷却剤を受け、前記第 2 の冷却剤を前記

40

50

第2の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第2の部分を冷却するように構成されている。前記第4のチャンネルは、前記本体の前記円形凹状領域と前記第1のチャンネルの反対側であり前記第3のチャンネルの半径方向内側に配置されている。前記第4のチャンネルは、前記誘電体ウィンドウの第3の領域に対向し、前記バックアップポートから第3の冷却剤を受け、前記第3の冷却剤を前記第3の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第3の部分を冷却するように構成されている。他の特徴では、前記第3のチャンネルは、前記第4のチャンネルよりも深く、前記第2の冷却剤を前記第4のチャンネルに導く。

【0018】

本開示のさらなる適用範囲は、詳細な説明、特許請求の範囲、及び図面から明らかになるであろう。詳細な説明、及び具体的な実施例は、例示のみを目的とするものであり、本開示の範囲を限定するものではない。

10

【0019】

本開示は、詳細な説明、及び下記で説明する添付図面によって、さらに明確に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本開示に係るプレナムを有するプレナム冷却システムを組み込んだプラズマ処理システムの第1の部分の一例の機能ブロック図を示す。

【0021】

【図2】図2は、図1のプラズマ処理システムの第2の部分の一例を示す機能ブロック図であり、プレナム用のガス供給システム及び冷却剤供給システムを示す。

20

【0022】

【図3】図3は、本開示に係るプレナムの一例を含む処理チャンバの一部の断面図を示す。

【0023】

【図4】図4は、本開示に係る第1の帯状構造及び対応する第1のフローパターンを有するプレナムの別の例の上面斜視図を示す。

【0024】

【図5】図5は、図4のプレナムの底部斜視図を示す。

【0025】

【図6】図6は、図4のプレナムの一部の断面破断斜視図を示す。

30

【0026】

【図7】図7は、対応する誘電体ウィンドウの上及び図4のプレナムの下の空気温度例のサーマル図を示す。

【0027】

【図8】図8は、本開示に係る第2の帯状構造及び対応する第2のフローパターンを有するプレナムの別の例の上面斜視図を示す。

【0028】

【図9】図9は、図8のプレナムの底部斜視図を示す。

【0029】

【図10】図10はプレナムの別の例の上面図であり、本開示に係る対応する冷却ゾーンのための供給ライン例を示す。

40

【0030】

【図11】図11は、本開示に係る第3の帯状構造及び対応する第3のフローパターンを有するプレナムの別の例の上面斜視図を示す。

【0031】

【図12】図12は、図11のプレナムの底部斜視図を示す。

【0032】

【図13】図13は、誘電体ウィンドウ上の図11のプレナムの4分の1側断面図を示す。

【0033】

【図14】図14は、本開示に係る第4の帯状構造及び対応する第4のフローパターンを

50

有するプレナムの別の例の上面斜視図を示す。

【 0 0 3 4 】

【 図 1 5 】 図 1 5 は、誘電体ウィンドウ上の図 1 4 のプレナムの底部斜視図を示す。

【 0 0 3 5 】

【 図 1 6 】 図 1 6 は、図 1 4 のプレナムの 4 分の 1 側断面図を示す。

【 0 0 3 6 】

図面において、参照番号は、類似及び / 又は同一の要素を特定するために再度使用される場合がある。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 7 】

プレナムアセンブリは T C P ウィンドウに組み込むことで、T C P ウィンドウを冷却するために使用できる。冷却剤（例えば冷却ガス）は、プレナムアセンブリを介して、T C P ウィンドウ上を通過し、T C P ウィンドウを冷却する。プレナムアセンブリは、冷却剤が通過する冷却ゾーンを有するプレナムを含み得る。プレナムは、T C P リアクタコイルと T C P ウィンドウとの間に配置されている。冷却ゾーンが 1 つのプレナムでは、センターホットやエッジホットなどのプロセス中に、プレナムの中心部及び / 若しくは外周縁で、又はその付近でオーバーヒートが発生することがある。このオーバーヒートにより、例えば T C P リアクタコイルに供給される処理能力が制限されることがある。その結果、T C P ウィンドウに熱応力及び / 又はクラックが発生しないように、処理力が制限される。

【 0 0 3 8 】

本明細書に記載された例は、T C P ウィンドウの冷却を改善し効率的に行うための帯状構造を有するプレナムを含む。これらのプレナムは、異なる構造パターンを有し、対応する冷却剤のフローパターンも異なる。これらのプレナムにより、処理能力の向上とシステム全体の性能の向上が可能になる。これらのプレナムは、T C P ウィンドウの冷却に広範囲のソリューションを提供し、より高いパワーレベルで動作できるようにエッチングツールの能力を拡張し、T C P ウィンドウにわたる温度勾配を最小限に抑えることで T C P ウィンドウのクラックを防止する。これらプレナムは、異なる T C P リアクタコイル、並びに、エッジホット及びセンターホットの各プロセスに適用でき、処理力の大きなスペクトルをカバーする。これらのプレナムは、T C P ウィンドウを有する様々な異なるエッチングツールに適用でき、様々な異なるプラズマプロセスにおいて使用可能である。また、これらプレナムは温度制御を向上させ、オーバーヒートやオーバークール防止に役立つ。

【 0 0 3 9 】

いくつかの例では、プレナムは対応する T C P ウィンドウ全体を冷却し、T C P ウィンドウの上部表面積全体をカバーする。各プレナムは、複数のゾーン（例えば、2 つ以上の別個の冷却ゾーン）を含み、バックアップゾーンも含み得る。一例として、プレナムによって実現される方位角温度均一性は、 $\pm 5$  であり、対応するツールの電力容量は 6 キロワット（kW）であり得る。方位角温度均一性とは、処理中の任意の時点における T C P ウィンドウ全体の最大温度差のことである。T C P ウィンドウ全体の温度変化が大きいと、T C P ウィンドウへの熱応力が大きくなる。T C P ウィンドウの最大温度差を最小にすることで、処理能力を向上できる。バックアップ冷却ゾーンの追加により、冷却能力が追加され、さらに処理能力を向上できる。バックアップ冷却ゾーンは、T C P ウィンドウが 1 5 0 を超えることを防ぎ、これにより、T C P ウィンドウの損傷を防止する。例えば、1 5 0 以上の温度では、T C P ウィンドウのコーティングの剥離が起こり得る。

【 0 0 4 0 】

図 1 は、プレナム冷却システム、プラズマ処理チャンバ 1 1 2 及び T C P リアクタコイル 1 1 4 を含むプラズマ処理システムの第 1 の部分 1 0 0 を示す。図 1 には、プレナム冷却システムの一部が示されている。図 2 には、プラズマ冷却システムの残置部分の例が示されている。プレナム冷却システムは、T C P リアクタコイル 1 1 4 と誘電体（又は T C P ）ウィンドウ 1 1 6 との間に配置されるプレナム 1 1 5 を含む。プレナム 1 1 5 は、入口ライン 1 1 8（例えば、パイプ）を介して冷却剤を受け取る。冷却剤は、プレナム 1 1

10

20

30

40

50

5と誘電体ウィンドウ116との間の部分を循環及び/又は通過する。プレナム115及び本明細書に開示される他のプレナムは、例えば、ポリフェンスルファン(PPSU)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリアミドイミド、ポリイミド系プラスチック、及び/又はポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、及び/又は適切な電気特性を有し、誘電正接、損失正接、及び誘電率の要件を満たす他の物質で形成され得る。一実施形態では、プレナムの1つ又は複数は、射出成形されている。プレナムはアクセスや設置が容易で、少なくともそのためにメンテナンスが容易である。図3～図5及び図8～図16にプレナムの例を示す。

#### 【0041】

プレナム115は、TCPリアクタコイル114(例えば、内側コイルと外側コイル)が配置される複数の円形状の凹状領域(又はチャンネル)120を含み得る。TCPリアクタコイル114は、プレナム115の少なくとも一部の上方に配置されている。第1の電源121は、第1のRF源信号をTCC整合ネットワーク122に供給する。TCC(又は第1)整合ネットワーク122は、第1の電源121とTCPリアクタコイル114との間に含まれる。TCC整合ネットワーク122は、TCPリアクタコイル114に供給される電力の調整を可能にする。

#### 【0042】

誘電体ウィンドウ116は、プレナム115に隣接して配置され、ピナクル119(ピナクルは登録商標)の上方に位置し、プラズマ発生のための第1のRF源信号のプラズマ処理チャンバ112への効率的な伝送を可能にする。ピナクルとは、処理チャンバの上部ライナーを意味し、誘電体ウィンドウを支持するように構成され得る。プラズマ処理チャンバ112の底部には、静電チャック、台座、或いは他の適切な基板支持体等の基板支持体123が配置される。基板支持体123は、基板125を支持する。基板支持体123が静電チャックである場合、基板支持体123は、互いに電氣的に絶縁された導電部124及び126を含む。基板支持体123は、絶縁体128に囲まれ、基板125と容量結合している。導電部124、126に直流電圧を印加することで、導電部124、126と基板125との間に静電結合が生じる。この静電結合が、基板支持体123に対して基板125を引き込む。

#### 【0043】

プラズマ処理システムはさらに、バイアスRF電力源130を含み、バイアスRF電力源130はバイアス(又は第2の)整合ネットワーク132に接続される。第2の整合ネットワーク132は、バイアスRF電力源130と基板支持体123との間に接続されている。第2の整合ネットワーク132は、バイアスRF電力源130のインピーダンス(例えば、50)を、第2の整合ネットワーク132から見たプラズマ処理チャンバ112の基板支持体123及びプラズマ134のインピーダンスにマッチングさせる。

#### 【0044】

プラズマ処理システムは、さらに、電圧制御インターフェース(VCI)140を含む。VCI140は、ピックアップ装置142と、電圧センサ144と、コントローラ146と、電圧センサ144とコントローラ146との間の回路とを含み得る。ピックアップ装置142は、基板支持体123に延在している。このピックアップ装置142は、導線148を介して電圧センサ144に接続され、RF電圧信号を生成するために使用される。

#### 【0045】

電圧センサ144の動作は、監視されるか、手動制御されるか及び/又はコントローラ146を介して制御され得る。コントローラ146は、電圧センサ144のチャンネルの出力電圧をディスプレイ150に表示してもよい。ディスプレイ150は、コントローラ146とは別体として図示されているが、コントローラ146に含まれていてもよい。システムオペレータは、(i)チャンネルを切り替えるかどうか、(ii)1つ又は複数のチャンネルのどれをアクティブにするか、及び/又は(ii)1つ又は複数のチャンネルのどれを非アクティブにするかを示す入力信号を提供できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

動作時には、電離可能なガスが、ガス入口 1 5 6 を介してプラズマ処理チャンバ 1 1 2 内に流入し、ガス出口 1 5 8 を介してプラズマ処理チャンバ 1 1 2 から流出する。第 1 の R F 信号は、R F 電力源 1 2 1 で生成され、T C P リアクタコイル 1 1 4 に送出される。第 1 の R F 信号は、T C P リアクタコイル 1 1 4 から誘電体ウィンドウ 1 1 6 を介してプラズマ処理チャンバ 1 1 2 内に放出される。これにより、プラズマ処理チャンバ 1 1 2 内のガスが電離し、プラズマ 1 3 4 が形成される。プラズマ 1 3 4 は、プラズマ処理チャンバ 1 1 2 の壁面に沿ってシース 1 6 0 を生成する。プラズマ 1 3 4 は、電子と正電荷イオンを含む。電子は正電荷イオンよりはるかに軽く移動しやすいため、プラズマ処理チャンバ 1 1 2 の内面に直流バイアス電圧と直流シース電位が発生する。基板 1 2 5 の平均直流バイアス電圧及び直流シース電位は、正電荷イオンが基板 1 2 5 に衝突するエネルギーに影響を与える。このエネルギーは、エッチングや堆積のレートなどの処理特性に影響を与える。

10

## 【 0 0 4 7 】

コントローラー 1 4 6 は、R F 電力源 1 3 0 によって生成されたバイアス R F 信号を調整して、基板 1 2 5 における直流バイアス量及び/又は直流シース電位を変化させることができる。コントローラー 1 4 6 は、電圧センサ 1 4 4 のチャンネルの出力、及び/又はチャンネル出力に基づいて導出された代表値を 1 つ又は複数の設定値と比較できる。なお、設定値の値は、コントローラー 1 4 6 のメモリ 1 6 2 に予め設定され、記憶されていてもよい。バイアス R F 信号は、( i ) 電圧センサ 1 4 4 の出力及び/又は代表値と、( i i ) 1 つ又は複数の設定値との差に基づいて調整され得る。バイアス R F 信号は、第 2 の整合ネットワーク 1 3 2 を通過する。さらに、第 2 の整合ネットワーク 1 3 2 によって供給される出力(整合信号と呼ばれる)は、基板支持体 1 2 3 に送られる。バイアス R F 信号は、絶縁体 1 2 8 を介して基板 1 2 5 に送られる。

20

## 【 0 0 4 8 】

図 2 は、プラズマ処理システムの第 2 の部分 2 0 0 を示しており、第 2 の部分 2 0 0 は、ガス注入器 2 0 4 のためのガス供給システム 2 0 2 と、プレナム 1 1 5 のための冷却剤供給システム 2 0 6 とを含んでいる。T C P リアクタコイル 1 1 4 は、プレナム 1 1 5 のチャンネルに配置され、電源 1 2 1 から T C C T 整合ネットワーク 1 2 2 を介して R F 信号を受信する。

30

## 【 0 0 4 9 】

ガス供給システム 2 0 2 は、コントローラー 4 6 と、1 つ又は複数のガス源 2 3 2 - 1、2 3 2 - 2、. . .、及び 2 3 2 - N (ガス源 2 3 2 と総称する)を含むガス供給アセンブリ 2 3 0 とを含む。N は 0 より大きい整数である。ガス源 2 3 2 は、1 つ又は複数のガス(例えばエッチングガス、キャリアガス、パージガスなど)及びその混合物を供給する。また、ガス源 2 3 2 は、パージガスを供給してもよい。ガス源 2 3 2 は、バルブ 2 3 4 - 1、2 3 4 - 2、. . . 2 3 4 - N (バルブ 2 3 4 と総称する)、並びにマスフローコントローラー 2 3 6 - 1、2 3 6 - 2、. . . 2 3 6 - N (マスフローコントローラー 2 3 6 と総称する)を介して、マニホールド 2 4 0 に接続される。マニホールド 2 4 0 の出力は、図 1 のプラズマ処理チャンバ 1 1 2 に供給される。あくまで例であるが、マニホールド 2 4 0 の出力は、インジェクタ 2 0 4 である。なお、コントローラー 4 6 は、バルブ 2 3 4 及びマスフローコントローラー 2 3 6 の動作を制御してもよい。

40

## 【 0 0 5 0 】

冷却剤供給システム 2 0 6 は、コントローラー 4 6、2 つ以上の冷却剤供給源(図には、冷却剤供給源 2 5 0 - 1、2 5 0 - 2 を示す)、2 つ以上のバルブ(図には、バルブ 2 5 2 - 1、2 5 2 - 2 を示す)、及び 2 つ以上のマスフローコントローラー(図には、マスフローコントローラー 2 5 4 - 1、2 5 4 - 2 を示す)を含む。コントローラー 4 6 は、バルブ 2 5 2 及びマスフローコントローラー 2 5 4 の動作を制御する。冷却剤供給源 2 5 0 から、バルブ 2 5 2 とマスフローコントローラー 2 5 4 を介して、入口ライン 1 1 8 に冷却剤が供給される。なお、2 つの冷却剤供給源、2 つのバルブ、2 つのマスフローコ

50

ントローラーが図示されているが、追加の冷却剤供給源、2つの冷却ゾーン用バルブ、追加の冷却剤供給源、マスフローコントローラー、及びバルブも含まれ得る。一実施形態では、2つの冷却ゾーン及び中央に位置するバックアップ冷却ゾーンが、それぞれ冷却剤供給源、バルブ、マスフローコントローラーを実装している。

#### 【0051】

一例として、冷却剤供給源、バルブ、及びマスフローコントローラーを含む供給源セットが、以下に説明するプレナムの各入口ポート及び/又はバックアップ通路に提供され得る。一実施形態では、冷却剤供給源、バルブ、及びマスフローコントローラーを含む供給源セットが、入口ポート及び/又はバックアップ通路の各ペアに提供される。例えば、第1の供給源セットが中間凹状領域に、第2の供給源セットが外側凹状領域に、そして第3の供給源セットが中央凹状領域への供給のための一対のバックアップ通路に設けられる。

10

#### 【0052】

コントローラー46は、第1のモードで動作している間は、第1及び第2の供給源セットを介して冷却を行い、第2のモードで動作している間は、第1、第2及び第3の供給源セットを介して冷却を行い得る。第2のモードは、追加的冷却を行うために使用される。また、コントローラー46は、第1のモード及び第2のモード中に、誘電体ウィンドウ116の温度に基づいて、冷却剤の流量を調整してもよい。温度は、温度センサ260を介して検出可能である。一実施形態では、温度センサは、誘電体ウィンドウの領域において、処理中に誘電体ウィンドウが最も高温となる所定の箇所に配置される。温度センサ260は、任意の数で含まれ得る。1つ又は複数の温度センサは、冷却ゾーン、チャンネル、通路、凹状領域などのそれぞれに含まれ得る。温度センサは、プレナム115内又はプレナム115上、及び/又は誘電体ウィンドウ116上に搭載され得る。プレナム115の1つ又は複数の領域に対する冷却剤の流量は、プレナム115の同じ1つ又は複数の領域の1つ又は複数の温度、及び/又はプレナム115の1つ又は複数の他の領域の1つ又は複数の温度に基づいて調整され得る。

20

#### 【0053】

一実施形態では、供給源セットは、(i)圧縮された乾燥空気をプレナム115の1つ又は複数の中央ゾーンに供給し、(ii)大気圧の空気をプレナム115の1つ又は複数の中間ゾーン及び/又は1つ又は複数の外側ゾーンに供給するように構成されている。図4～図16に、中央ゾーン、中間ゾーン、及び外側ゾーンの例を示す。一実施形態では、1つ又は複数の中間ゾーン及び/又は1つ又は複数の外側ゾーンに供給される空気は、1つ又は複数の空気増幅器を通じて供給される増幅された空気である。1つ又は複数のマスフローコントローラーは、空気増幅器を含み得る。空気増幅器は、一定時間内に供給する空気量を増加させるものである。

30

#### 【0054】

図3は、(i)誘電体ウィンドウ304と、(ii)TCPリアクタコイル306と整列部材308との間に配置されたプレナム302を含む処理チャンバ300を示す。プレナム302は、ピナクル312上に配置される外側リング310内に配置され得る。整列部材308は、外側リング310の内棚上に配置され、誘電体ウィンドウ304上でプレナム302の位置合わせを行う。図示の例では、2つのTCPリアクタコイル306が示されており、プレナム302の上面側の内側チャンネル320及び外側チャンネル322(コイルチャンネルと称する)に配置されている。プレナム302はまた、冷却剤を循環及び/又は通過させるための2つの下部(又は冷却剤)チャンネル324、326を含む。冷却剤は、通路(又はパイプ)330を介してチャンネル324、326に供給され得る。プレナムは、中央(又は最中心)チャンネル及び/又はバックアップチャンネルとも称され得る第3のチャンネルを含み得る。図4～図16に、中央チャンネル及び/又はバックアップチャンネルの例を示す。

40

#### 【0055】

TCPリアクタコイル306は、ライン332を介して電力を受け取り、ライン334を介して電力を戻すことができる。インジェクタ340は、整列部材308、プレナム3

50

02、及び誘電体ウィンドウ304を通過して延び、誘電体ウィンドウ304の上に固定され得る。インジェクタ340は、基板支持体352上に配置された基板350に向けてガスを噴射する。

【0056】

図4～図6に、第1の帯状構造及び対応する第1のフローパターンを有するプレナム400を示す。プレナム400は、上述したプレナムの1つに取って代わることができ、第1の中央凹状領域404、隆起中間部406、外側チャンネル408、及び隆起外柵410を有する本体402を含む。第1の中央凹状領域404は、内側TCPリアクタコイル用に構成され、プレナム400の底面側に位置する第2及び第3の中央凹状領域411、412の上にある。プレナム400は、第2及び第3の中央凹状領域411、412に冷却剤を供給するためのバックアップ通路413を含み得る。バックアップ通路413は、プレナム400の上面側の第1の中央凹状領域404の外側壁エッジ416に沿って配置され、プレナム400の底面側の第2及び第3の中央凹状領域411、412にガスを供給するために使用され得る。

10

【0057】

隆起中間部406は、ガイド対420を含み得る。ガイド対420の間には、整列部材（例えば、図3の整列部材308）の一部が配置されている。隆起中間部406は、第1の中央凹状領域404に配置された内側TCPリアクタコイルと外側チャンネル408に配置された外側TCPリアクタコイルとの間の領域であり、プレナム400の底面側の中間凹状領域417、418に対応する。隆起中間部406は、2つの入口ポート430を含む。入口ポート430は、中間凹状領域417、418に冷却剤を供給するために使用される。中間凹状領域417、418は、冷却剤を、第2及び第3の中央凹状領域411、412の入口429、431に向かって円形にガイドする。

20

【0058】

第2及び第3の中央凹状領域411、412は、ポート430から受けた冷却剤を、円形に、中央開口部414に向かって導く、及び中央開口部414から放出するために使用される。冷却剤は、中央開口部414から、プレナム400の内側エッジとインジェクタ（例えば、図3のインジェクタ340）との間の隙間に放出され得る。インジェクタは、中央開口部414に配置される。そのため、第2及び第3の中央凹状領域411、412及び中間凹状領域417、418は、チャンネルとして効果的に機能し、中央凹状領域411、412と中間凹状領域417、418に対向する誘電体ウィンドウ（例えば、図2の誘電体ウィンドウ）のそれぞれの部分を冷却するために、冷却剤を対応する領域に導くための側壁を有する。

30

【0059】

外側チャンネル408は、外側TCPリアクタコイルを保持するように構成され、プレナム400の底面側における外側隆起部432に相当する。隆起外柵410は、プレナム400の底面側の外側チャンネル440に冷却剤を供給する、2つの入口ポート434を含む。冷却剤は、ポート434から外側チャンネル440に供給され、プレナム400の最外側壁444の開口部442において出力される。外側チャンネル440は、こうして冷却剤を対応する領域に導き、外側チャンネル440に対向する誘電体ウィンドウ（例えば、図2の誘電体ウィンドウ）のそれぞれの部分を冷却する。

40

【0060】

プレナム400の構造により、プレナム400及び対応する誘電体ウィンドウによって形成される通路を通過して、冷却剤が一定のパターンで流れるようになる。通路の一部は、凹状領域411、412、417、418及び外側チャンネル440によって提供され、通路の対向する他の部分は、対応する誘電体ウィンドウの頂面によって提供される。一実施形態においては、プレナム400と誘電体ウィンドウとの間にシールは存在しない。冷却剤は誘電体ウィンドウにわたって一定のパターンで流れる。凹状領域411、412は、凹状領域417、418よりも深い位置にある。外側チャンネル（又は凹状領域）440は、凹状領域417、418と同じ深さを有し得る。

50

## 【 0 0 6 1 】

図 7 は、対応する誘電体ウィンドウの上方及びプレナム 4 0 0 の下方の空気温度の例を示すサーマル図 7 0 0 である。プレナム 4 0 0 は、凹状領域 4 1 1、4 1 2、4 1 7、4 1 8、中央開口部 4 1 4、及び外側チャンネル 4 4 0 を含む。温度パーキー 7 0 2 は、最低温度が温度パーキー 7 0 2 の最下部に、最高温度が温度パーキー 7 0 2 の最上部に表示されている。最も熱い領域を 7 1 0、最も冷たい領域を 7 1 2 としている。

## 【 0 0 6 2 】

図 8 ~ 図 9 は、第 2 の帯状構造及び対応する第 2 のフローパターンを有するプレナム 8 0 0 を示す。プレナム 8 0 0 は、上述したプレナムの 1 つに取って代わることができ、第 1 の中央凹状領域 8 0 4、隆起中間部 8 0 6、外側チャンネル 8 0 8、及び隆起外柵 8 1 0 を有する本体 8 0 2 を含む。第 1 の中央凹状領域 8 0 4 は、内側 T C P リアクタコイル用に構成され、プレナム 8 0 0 の底面側に位置する第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 の上にある。プレナム 8 0 0 は、第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 に冷却剤を供給するためのバックアップ通路 8 1 3 を含み得る。バックアップ通路 8 1 3 は、プレナム 8 0 0 の上面側の第 1 の中央凹状領域 8 0 4 の外側壁 8 1 6 のエッジに沿って配置され、プレナム 8 0 0 の底面側の第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 にガスを供給するために使用され得る。

## 【 0 0 6 3 】

隆起中間部 8 0 6 は、第 1 の中央凹状領域 8 0 4 に配置された内側 T C P リアクタコイルと外側チャンネル 8 0 8 に配置された外側 T C P リアクタコイルとの間の領域であり、プレナム 8 0 0 の底面側の円形中間凹状領域 8 1 7 に対応する。隆起中間部 8 0 6 は、2 つの入口ポート 8 3 0 を含む。入口ポート 8 3 0 は、中間凹状領域 8 1 7 に冷却剤を供給するために使用される。入口ポート 8 3 0 及び中間凹状領域 8 1 7 はそれぞれ、冷却剤を、第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 の入口 8 2 9、8 3 1 に向かって円形に導きガイドする。

## 【 0 0 6 4 】

第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 は、ポート 8 3 0 から受けた冷却剤を、円形に、中央開口部 8 1 4 に向かって導く、及び中央開口部 8 1 4 から放出するために使用される。冷却剤は、中央開口部 8 1 4 から、プレナム 8 0 0 の内側エッジとインジェクタ（例えば、図 3 のインジェクタ 3 4 0）との間の隙間に放出され得る。インジェクタは、中央開口部 8 1 4 に配置される。第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 及び中間凹状領域 8 1 7 はチャンネルとして構成され、第 2 及び第 3 の中央凹状領域 8 1 1、8 1 2 及び中間凹状領域 8 1 7 に対向する誘電体ウィンドウ（例えば、図 2 の誘電体ウィンドウ）のそれぞれの部分を冷却するために、冷却剤に対応する領域に導くための側壁を有する。

## 【 0 0 6 5 】

外側チャンネル 8 0 8 は、外側 T C P リアクタコイルを保持するように構成され、プレナム 8 0 0 の底面側における外側隆起部 8 3 2 に相当する。隆起外柵 8 1 0 は、プレナム 8 0 0 の底面側の外側チャンネル 8 4 0 に冷却剤を供給する、2 つの入口ポート 8 3 4 を含む。冷却剤は、ポート 8 3 4 から外側チャンネル 8 4 0 に供給され、プレナム 8 0 0 の最外側壁 8 4 4 の開口部 8 4 2 において出力される。外側チャンネル 8 4 0 は、こうして冷却剤を対応する領域に導き、外側チャンネル 8 4 0 に対向する誘電体ウィンドウ（例えば、図 2 の誘電体ウィンドウ）のそれぞれの部分を冷却する。

## 【 0 0 6 6 】

プレナム 8 0 0 の構造により、プレナム 8 0 0 及び対応する誘電体ウィンドウによって形成される通路を通して、冷却剤が一定のパターンで流れるようになる。通路の一部は、凹状領域 8 1 1、8 1 2、8 1 7 及び外側チャンネル 8 4 0 によって提供され、通路の対向する他の部分は、対応する誘電体ウィンドウの頂面によって提供される。一実施形態においては、プレナム 8 0 0 と誘電体ウィンドウとの間にシールは存在しない。冷却剤は誘電体ウィンドウにわたって一定のパターンで流れる。

## 【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

プレナム 800 は、プレナム 400 と同様である。バックアップポート 813 は、バックアップポート 413 とは異なる位置にあり、異なる形状をしている。中央凹状領域 811、812 は異なる形状であり、中央凹状領域 411、412 より大きな入口を有する。プレナム 800 は、入口ポート 830 が配置される単一の中間凹状領域（又はチャンネル）817 を含み、一方、図 5 の中間凹状領域 417、418 は、ポート 430 から延びる。  
【0068】

図 10 は、図 4 及び図 8 のプレナム 400 及びプレナム 800 と類似するが異なる構造を有するプレナム 1000 を示す。プレナム 1000 は、対応する冷却ゾーンのための冷却剤供給ライン 1002 を説明するための例として示される。冷却剤供給ライン 1002 は、ポート 1004 に冷却剤を供給する。図 4 及び図 8 のプレナム 400 及びプレナム 800 は、同様の供給ラインを有し得る。プレナム 1000 は、出力 1012 を有する中央凹状領域 1010 と、中間チャンネル 1014 と、外側チャンネル 1016 とを含む。中央凹状領域 1010 は、バックアップ通路（又はポート）1018 を含む。

10

【0069】

図 11 ~ 図 12 は、第 3 の帯状構造及び対応する第 3 のフローパターンを有するプレナム 1100 を示す。上面側において、プレナム 1100 は、中央凹状領域 1102、中間隆起部 1104 及び外側凹状領域 1106 を含む。中央凹状領域 1102 及び外側凹状領域 1106 は、TCPリアクタコイルを保持するように構成されている。中央凹状領域 1102 は、バックアップ通路 1110 及び出力 1112 を含む。

【0070】

20

中間隆起部 1104 は、入口ポート 1114 を含む。中間隆起部 1104 は、プレナム 1100 の底面側に凹状領域 1120 を提供する。中央凹状領域 1102 の反対側には、外側円形エッジ 1124 と内側半径方向に延びるガイド 1126 とを有する中央凹状領域 1122 が設けられる。外側円形エッジ 1124 は、中央凹状領域 1102 の側壁 1128 の底部である。バックアップ通路 1110 は、外側円形エッジ 1124 の内側に沿って円周方向に環状に延びる出力チャンネル 1130 を有する。半径方向に延びるガイド 1126 は、環状に延びる出力チャンネル 1130 から受けた冷却剤を、出力 1112 の方へガイドする。

【0071】

図 13 は、誘電体ウィンドウ 1300 上のプレナム 1100 の 4 分の 1 側断面図を示す。プレナム 1100 は、中央凹状領域 1102、中間隆起部 1104 及び外側凹状領域 1106 を含む。中間隆起部 1104 は、入口ポート（1 つは図 13 に示す）を含む。バックアップ通路 1110 の 1 つも示されている。誘電ウィンドウ 1300 はピナクル 1302 上に示されている。

30

【0072】

図 14 ~ 図 15 は、第 4 の帯状構造及び対応する第 4 のフローパターンを有するプレナム 1400 を示す。上面側において、プレナム 1400 は、中央凹状領域 1402、中間隆起部 1404 及び外側凹状領域 1406 を含む。中央凹状領域 1402 及び外側凹状領域 1406 は、TCPリアクタコイルを保持するように構成されている。中央凹状領域 1402 は、バックアップ通路 1410 及び出力 1412 を含む。

40

【0073】

中間隆起部 1404 は、入口ポート 1414 を含む。中間隆起部 1404 は、プレナム 1400 の底面側に凹状領域 1420 を提供する。中央凹状領域 1402 の反対側には、内側環状に延びるガイド 1430 及び半径方向に延びるガイド 1432 にハーフセクション 1428 を提供するディバイダ 1426 と外側円形エッジ 1424 とを有する中央凹状領域 1422 が設けられる。外側円形エッジ 1424 は、中央凹状領域 1402 の側壁 1438 の底部である。バックアップ通路 1410 は、外側円形エッジ 1424 の内側に沿って円周方向に環状に延びる出力チャンネル 1440 を有する。環状に延びるガイド 1430 は、環状に延びる出力チャンネル 1440 から受けた冷却剤を、出力 1412 の方へガイドする。ディバイダ 1426、環状に延びるガイド 1430、及び半径方向に延びるガイ

50

ド 1 4 3 2 は、出力 1 4 4 2 を有するチャンネルを提供し、環状に延びる出力チャンネル 1 4 4 0 から出力 1 4 1 2 に冷却剤を導く。

【 0 0 7 4 】

図 1 6 は、誘電体ウィンドウ 1 6 0 0 上のプレナム 1 4 0 0 の 4 分の 1 側断面図を示す。プレナム 1 4 0 0 は、中央凹状領域 1 4 0 2、中間隆起部 1 4 0 4、及び外側凹状領域 1 4 0 6 を含む。中間隆起部 1 4 0 4 は、入口ポート（1 つは図 1 6 に示す）を含む。バックアップ通路 1 4 1 0 の 1 つも示されている。誘電ウィンドウ 1 6 0 0 はピナクル 1 6 0 2 上に示されている。

【 0 0 7 5 】

上述の例は、誘電体ウィンドウにわたる温度差を最小化する。一例として、図 4 ~ 図 6 の実施形態は、処理中に 8 の最大温度差を示し得る。最大温度差は、処理中の任意の時点におけるプレナム上の各位置における最低温度と最高温度との差である。これにより、誘電体ウィンドウへの熱応力が防止される。

10

【 0 0 7 6 】

前述の説明は、本質的には単なる例示であり、開示、その適用、又は使用を限定することを意図するものではない。本開示の広範な教示は、種々の形態で実装され得る。従って、図面、明細書、及び以下の特許請求の範囲を参照すれば、本開示の他の変更形態は明白であり、本開示には特定の例を含んでいるものの、本開示の真の範囲はそのような特定の例には限定されない。ある方法において、1 つ又は複数のステップは、本開示の原理を変更しない限り、異なる順序で（又は同時に）実行することができる。また、各実施形態はそれぞれ特定の特徴を有するものとして記載されているが、本開示の各実施形態に関して説明される 1 つ又は複数の特徴は、その組み合わせが明示的に説明されていない場合であっても、他の実施形態の任意の特徴を用いて実装することができ、及び/又は他の実施形態の任意の特徴と組み合わせることができる。言い換えれば、上記の実施形態は相互に排他的ではなく、1 つ又は複数の実施形態を互いに組み合わせる順列のそれぞれは、本開示の範囲に含まれる。

20

【 0 0 7 7 】

それぞれの要素（例えば、モジュール、回路素子、半導体層など）の空間的及び機能的な関係は、“接続（connected）”、“係合（engaged）”、“結合（coupled）”、“近接（adjacent）”、“隣接（next to）”、“直上（on top of）”、“上（above）”、“下（below）”、“配置（disposed）”など、さまざまな用語を用いて記載される。また、第 1 及び第 2 の素子の間の関係が上記の開示で説明されている場合、「直接」と明示的に説明されていない限り、その関係は、第 1 及び第 2 の素子の間に他の介在要素が存在しない、直接的な関係でもあり得るが、第 1 及び第 2 の素子の間に 1 つ以上の介在要素が（空間的又は機能的に）存在する、間接的な関係でもあり得る。本明細書では、A、B、及び C のうちの少なくとも 1 つという表現は、非排他的な論理 OR を用いた論理（A 又は B 又は C）を意味すると解釈されるべきであり、“A のうちの少なくとも 1 つ、B のうちの少なくとも 1 つ、及び C のうちの少なくとも 1 つ”とは解釈されない。

【 0 0 7 8 】

いくつかの実装形態では、コントローラーは、上記で説明した例の一部となり得るシステムの一部である。そのようなシステムは、1 つ又は複数の処理ツール、1 つ又は複数のチャンバ、1 つ又は複数の処理用プラットフォーム、及び/又は特定の処理構成要素（ウェハ台座、ガスフローシステムなど）を含む、半導体処理機器を備えることができる。これらのシステムは、半導体ウェハ又は基板の処理前、処理中、及び処理後に、その動作を制御するための電子機器と統合されていてもよい。電子機器は、1 つ又は複数のシステムの種々の構成要素、又はサブパーツの制御を可能とする「コントローラー」と称することもできる。コントローラーは、処理要件及び/又はシステムのタイプに応じて、処理ガスの送出、温度設定（例えば、加熱及び/又は冷却）、圧力設定、真空設定、電力設定、無線周波数（RF）発生器設定、RF 整合回路設定、周波数設定、流量設定、流体送出設定

40

50

、位置及び動作設定、特定のシステムに接続又はインターフェースされたツール及び他の搬送ツール及び/又はロードロックの内外へのウェハ搬送を含む、本明細書に開示されるプロセスのいずれかを制御するようにプログラムされていてもよい。

【0079】

概して、コントローラーは、様々な集積回路、論理、メモリ、及び/又はソフトウェアを有する電子機器として定義でき、命令を受信し、命令を発行し、動作を制御し、クリーニング動作を可能にし、終了点測定を可能にする、等を行う。集積回路は、プログラム命令を記憶するファームウェア形態のチップ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)として定義されるチップ、及び/又はプログラム命令(例えば、ソフトウェア)を実行する1つ又は複数のマイクロプロセッサ若しくはマイクロコントローラーを含み得る。プログラム命令は、様々な個々の設定(又はプログラムファイル)の形態でコントローラーに伝達される命令であってもよく、半導体ウェハに対して又は半導体ウェハに関連して、或いはシステムに対して、特定のプロセスを実行する操作パラメータを定義する。いくつかの実施形態では、動作パラメータは、ウェハの1つ又は複数の層、材料、金属、酸化物、シリコン、二酸化シリコン、表面、回路、及び/又はダイの製造中に1つ又は複数の処理ステップを達成するためにプロセスエンジニアによって定義されたレシピの一部であり得る。

【0080】

いくつかの実装形態においては、コントローラーは、システムと統合しているか、結合しているか、そうでない場合はシステムにネットワーク接続されているか、又はそれらの組み合わせであるコンピュータの一部であっても結合していてもよい。例えば、コントローラーは、「クラウド」内、又はファブホストコンピュータシステムの全体若しくは一部として遠隔アクセスによってウェハ処理を行ってもよい。コンピュータは、システムへの遠隔アクセスを可能にし、製造動作に関する現在の経過を監視し、過去の製造動作の履歴を調査し、複数の製造動作から傾向若しくは性能基準を調査し、現在の処理のパラメータを変更し、現在の処理に追従する処理ステップを設定するか、又は新たなプロセスを開始してよい。いくつかの例では、遠隔コンピュータ(例えば、サーバ)は、ネットワーク上でプロセスレシピをシステムに提供することができ、ネットワークには、ローカルネットワーク又はインターネットを含み得る。遠隔コンピュータは、パラメータ及び/又は設定の入力又はプログラミングを可能にするユーザインターフェースを含んでいてもよく、これらのパラメータ及び/又は設定は、次いで、遠隔コンピュータからシステムに伝達される。いくつかの例では、コントローラーは、データの形態で命令を受信し、命令は、1つ又は複数の動作の間に実施すべき処理ステップのそれぞれに対するパラメータを指定する。パラメータは、実施するプロセスの種類、及びコントローラーがインターフェース接続又は制御するように構成されるツールの種類に特有のものであることができる。従って、上記のように、コントローラーは、例えば、1つ又は複数の離散型コントローラーなどを含むことによって分散されてもよく、1つ又は複数の離散型コントローラーは、まとめてネットワーク接続され、本明細書で説明する処理及び制御等、共通の目的を持って動作する。このような目的のための分散型コントローラーの一例は、(プラットフォームレベルで、又は遠隔コンピュータの一部として等)遠隔に位置する1つ又は複数の集積回路と通信するチャンバ上の1つ又は複数の集積回路であり、チャンバ上でのプロセスを制御するように組み合わせられる。

【0081】

システムの例として、プラズマエッチングチャンバ若しくはモジュール、堆積チャンバ若しくはモジュール、スピンリンスチャンバ若しくはモジュール、金属めっきチャンバ若しくはモジュール、クリーンチャンバ若しくはモジュール、斜縁エッチングチャンバ若しくはモジュール、物理蒸着(PVD)チャンバ若しくはモジュール、化学蒸着(CVD)チャンバ若しくはモジュール、原子層堆積(ALD)チャンバ若しくはモジュール、原子層エッチング(ALE)チャンバ若しくはモジュール、イオンインプランテーションチャンバ若しくはモジュール、トラックチャンバ若しくはモジュール、並びに半導体ウェハの

10

20

30

40

50

作製及び/又は製造に関連するか若しくは使用できるあらゆる他の半導体処理システムを含んでもよいが、これらに限定されない。

【 0 0 8 2 】

上記のように、ツールによって実施する1つ又は複数のプロセスステップに応じて、コントローラーは、1つ又は複数の他のツール回路若しくはモジュール、他のツール構成要素、クラスタツール、他のツールインターフェース、近接ツール、近隣ツール、工場全体に配置されるツール、主コンピュータ、別のコントローラー、又は半導体生産工場内のツール場所及び/又はロードポートへウェハの容器を搬入出する材料移送に使用されるツールと通信してもよい。なお、本開示は、以下の形態により実現されてもよい。

[ 形態 1 ]

基板処理システムの誘電体ウィンドウ用のプレナムであって、  
 第1の入口ポートと、  
 第2の入口ポートと、  
 本体とを含み、  
 前記本体は、  
 第1のコイルを保持するように構成された第1の凹状領域と、  
 第2のコイルを保持するように構成された第2の凹状領域と、  
 前記誘電体ウィンドウの第1の領域に対向し、前記第1の入口ポートから第1の冷却剤を受け、前記第1の冷却剤を前記第1の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第1の部分を冷却するように構成された第3の凹状領域と、  
 前記誘電体ウィンドウの第2の領域に対向し、前記第2の入口ポートから第2の冷却剤を受け、前記第2の冷却剤を前記第2の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第2の部分を冷却するように構成された第4の凹状領域とを含む、プレナム。

[ 形態 2 ]

形態1に記載のプレナムであって、前記本体は、前記誘電体ウィンドウの第3の領域に対向し、前記第3の凹状領域から前記第1の冷却剤を受け、前記第1の冷却剤を前記第3の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第3の部分を冷却するように構成された第5の凹状領域を含む、プレナム。

[ 形態 3 ]

形態2に記載のプレナムであって、前記第5の凹状領域に配置され、第3の冷却剤を受けるバックアップ通路をさらに含む、プレナム。

[ 形態 4 ]

形態3に記載のプレナムであって、前記第3の冷却剤は圧縮乾燥空気である、プレナム。

[ 形態 5 ]

形態1に記載のプレナムであって、  
 前記第3の凹状領域は、円形であり、前記第1の冷却剤を、前記プレナムの中央に配置された出力に向けて導き、  
 前記第4の凹状領域は、円形であり、前記第2の冷却剤を、前記プレナムの周縁に沿って出力に導く、プレナム。

[ 形態 6 ]

形態1に記載のプレナムであって、  
 前記第1の凹状領域及び前記第2の凹状領域は、前記プレナムの上面側にあり、  
 前記第3の凹状領域及び前記第4の凹状領域は、前記プレナムの底面側にある、プレナム。

[ 形態 7 ]

形態1に記載のプレナムであって、前記第2の凹状領域、前記第3の凹状領域、及び前記第4の凹状領域は、それぞれチャネルである、プレナム。

[ 形態 8 ]

形態1に記載のプレナムであって、前記本体は円形である、プレナム。

[ 形態 9 ]

10

20

30

40

50

形態 1 に記載のプレナムであって、前記本体は、前記誘電体ウィンドウの外周縁に適合するような形とサイズに形成されている、プレナム。

[ 形態 1 0 ]

形態 1 に記載のプレナムであって、前記本体は、前記第 3 の凹状領域及び第 5 の凹状領域のうちの少なくとも 1 つを冷却するためのバックアップ通路を含む、プレナム。

[ 形態 1 1 ]

形態 1 に記載のプレナムであって、前記第 3 の凹状領域は、半径方向に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力にガイドするガイドを含む、プレナム。

[ 形態 1 2 ]

形態 1 に記載のプレナムであって、前記第 3 の凹状領域は、環状に延びるとともに前記第 1 の冷却剤を環状方向に導くガイドを含む、プレナム。

[ 形態 1 3 ]

形態 1 2 に記載のプレナムであって、

前記第 3 の凹状領域は、ディバイダ又は半径方向に延びるガイドの少なくとも 1 つを含み、

前記環状に延びるガイド及び前記ディバイダ又は前記半径方向に延びるガイドの前記少なくとも 1 つは、前記第 1 の冷却剤を、前記第 1 の入口ポートから中央に配置された出力に導く、プレナム。

[ 形態 1 4 ]

形態 1 に記載のプレナムを含むシステムであって、前記第 1 の入口ポートに前記第 1 の冷却剤を供給し、前記第 2 の入口ポートに前記第 2 の冷却剤を供給する少なくとも 1 つの冷却剤供給源を含む、システム。

[ 形態 1 5 ]

形態 1 4 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は前記第 2 の冷却剤と異なる、システム。

[ 形態 1 6 ]

形態 1 4 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は、前記第 2 の冷却剤と比べ、流量又は圧力の少なくとも 1 つにおいて異なる、システム。

[ 形態 1 7 ]

形態 1 4 に記載のシステムであって、前記第 1 の冷却剤は圧縮乾燥空気であり、前記第 2 の冷却剤は大気圧の空気である、システム。

[ 形態 1 8 ]

形態 1 に記載のプレナムを含むシステムであって、

前記誘電体ウィンドウと、

前記第 1 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つ、及び前記第 2 の冷却剤の流量又は圧力の少なくとも 1 つを調整するように構成されたバルブ又はマスフローコントローラーの少なくとも 1 つとを含む、システム。

[ 形態 1 9 ]

形態 1 に記載のプレナムと前記誘電体ウィンドウとを含むシステムであって、

前記第 3 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 1 のチャンネルを形成し、

前記第 4 の凹状領域は、前記誘電体ウィンドウと第 2 のチャンネルを形成する、システム。

[ 形態 2 0 ]

形態 1 9 に記載のシステムであって、

前記誘電体ウィンドウの温度又は前記プレナムの温度を検出する温度センサと、

前記温度センサの出力に基づいて、前記第 1 の冷却剤の流量又は前記第 2 の冷却剤の流量の少なくとも 1 つを調整するように構成されたコントローラーとをさらに含む、システム。

[ 形態 2 1 ]

トランス結合型プラズマウィンドウ用のプレナムであって、

10

20

30

40

50

第1の入口ポートと、  
 第2の入口ポートと、  
 バックアップポートと、  
 本体とを含み、  
 前記本体は、  
 第1のコイルを保持するように構成された円形凹状領域と、  
 第2のコイルを保持するように構成された第1のチャンネルと、  
 前記本体の前記円形凹状領域と前記第1のチャンネルの反対側に設けられ、前記誘電体ウィンドウの第1の領域に対向し、前記第1の入口ポートから第1の冷却剤を受け、前記第1の冷却剤を前記第1の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第1の部分を冷却するように構成された第2のチャンネルと、  
 前記本体の前記円形凹状領域及び前記第1のチャンネルの反対側であり前記第2のチャンネルの半径方向内側に配置され、前記誘電体ウィンドウの第2の領域に対向し、前記第2の入口ポートから第2の冷却剤を受け、前記第2の冷却剤を前記第2の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第2の部分を冷却するように構成された第3のチャンネルと、  
 前記本体の前記円形凹状領域及び前記第1のチャンネルの反対側であり前記第3のチャンネルの半径方向内側に配置され、前記誘電体ウィンドウの第3の領域に対向し、前記バックアップポートから第3の冷却剤を受け、前記第3の冷却剤を前記第3の領域にわたって導き前記誘電体ウィンドウの第3の部分を冷却するように構成された第4のチャンネルとを含む、プレナム。

10

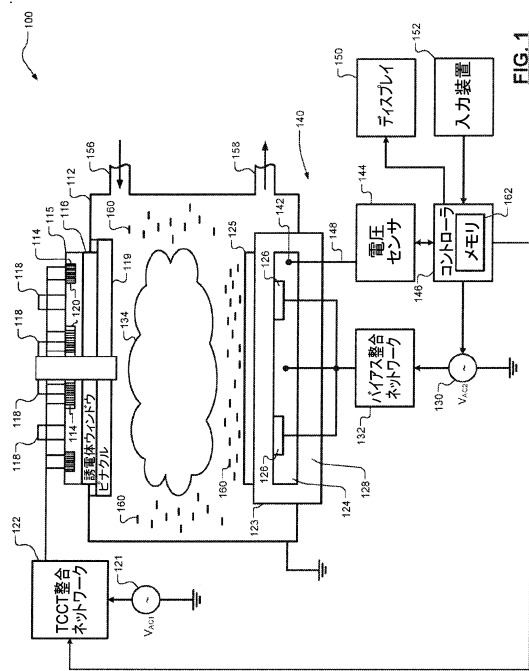
[形態22]

形態21に記載のプレナムであって、前記第3のチャンネルは、前記第4のチャンネルよりも深く、前記第2の冷却剤を前記第4のチャンネルに導く、プレナム。

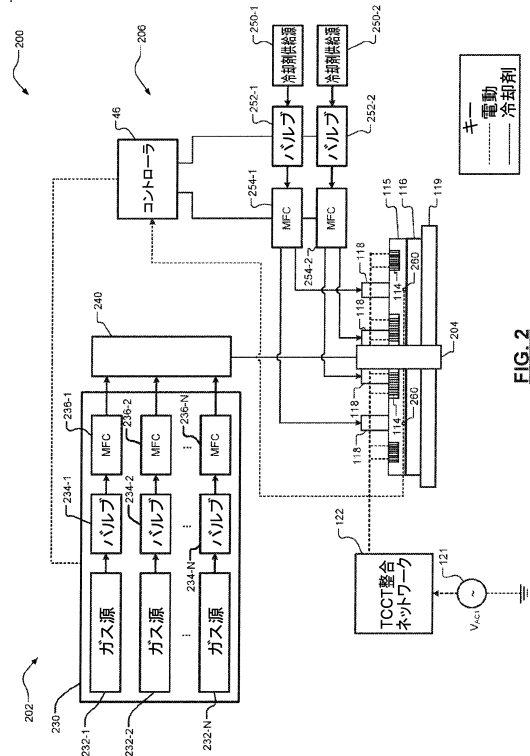
20

【図面】

【図1】



【図2】



30

40

50

【 3 】

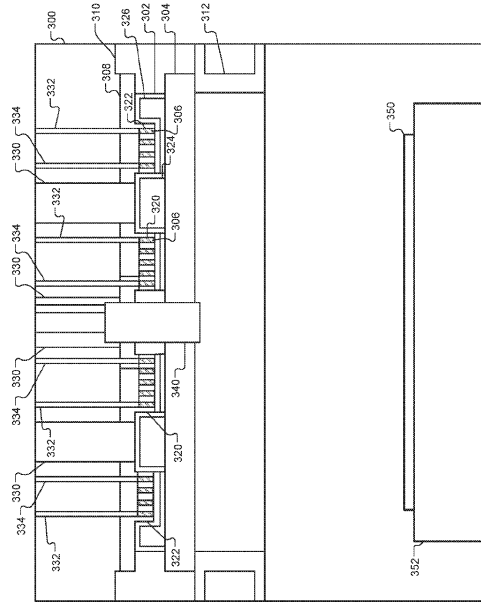


FIG. 3

【 4 】

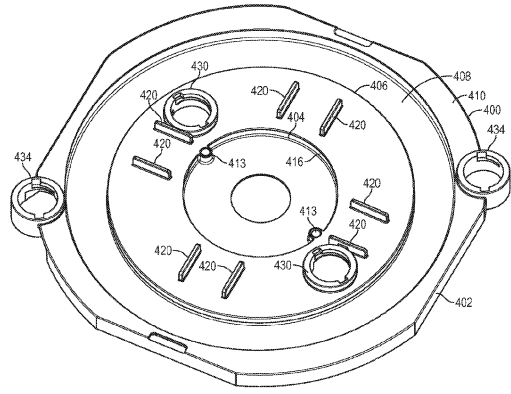


FIG. 4

10

【 5 】

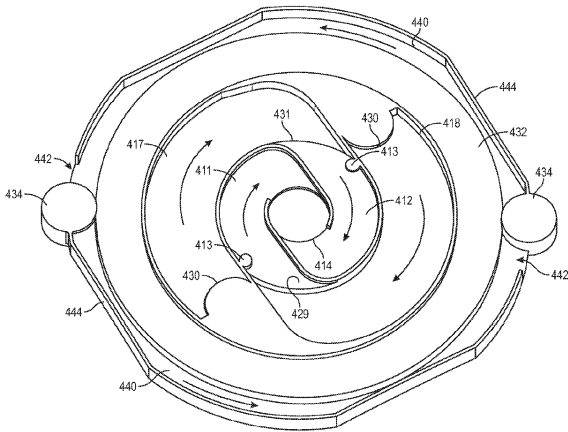


FIG. 5

【 6 】

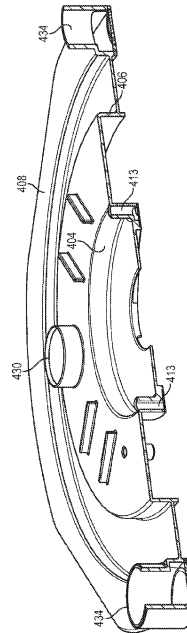


FIG. 6

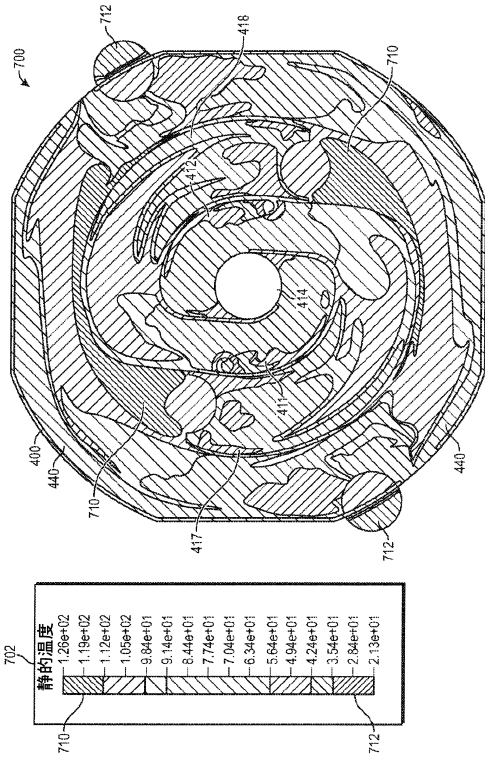
20

30

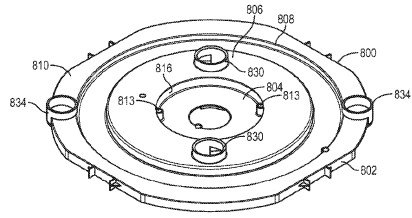
40

50

【 7 】



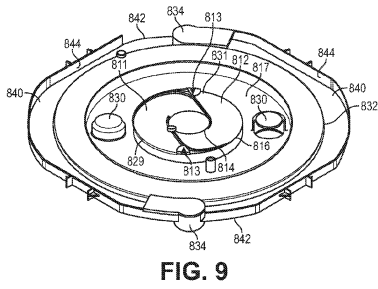
【 8 】



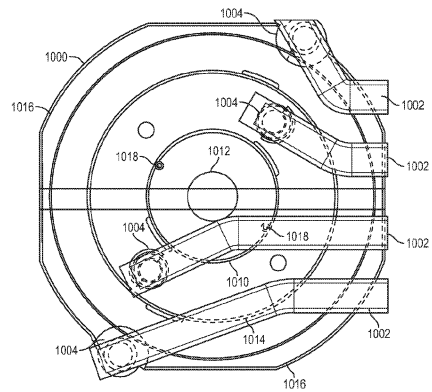
10

20

【 9 】



【 10 】



30

40

50

【 図 1 1 】

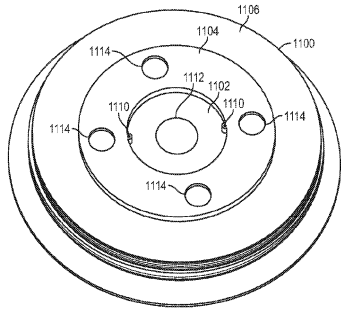


FIG. 11

【 図 1 2 】

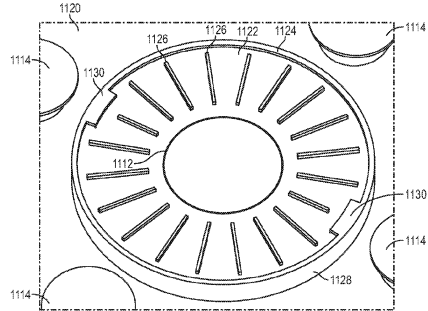


FIG. 12

10

【 図 1 3 】

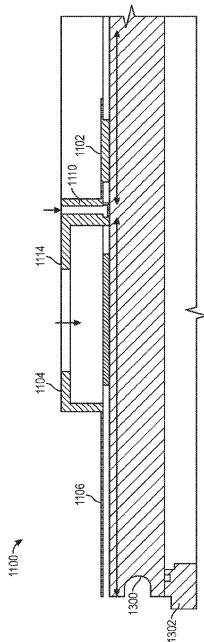


FIG. 13

【 図 1 4 】

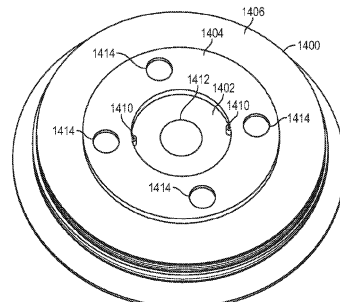


FIG. 14

20

30

40

50

【 15 】

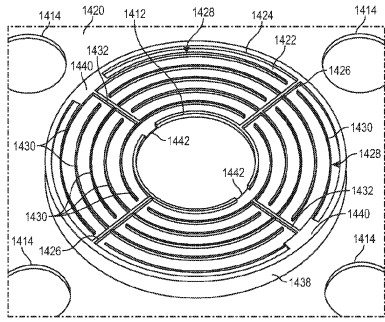


FIG. 15

【 16 】

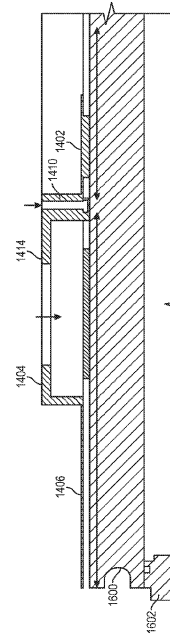


FIG. 16

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0148118 (US, A1)  
米国特許出願公開第2017/0103875 (US, A1)  
米国特許出願公開第2017/0032931 (US, A1)  
米国特許出願公開第2018/0156489 (US, A1)  
特表2015-531163 (JP, A)  
特開2011-119657 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H05H 1/46  
H01L 21/3065  
H01J 37/32