

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2024-544616
(P2024-544616A)

(43)公表日 令和6年12月3日(2024.12.3)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
C 2 3 C 16/455(2006.01)	C 2 3 C 16/455	4 K 0 3 0
H 0 1 L 21/205(2006.01)	H 0 1 L 21/205	5 F 0 0 4
H 0 1 L 21/3065(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 G	5 F 0 4 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全31頁)

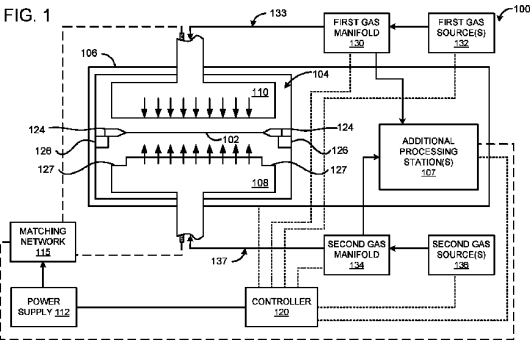
(21)出願番号	特願2024-531442(P2024-531442)	(71)出願人	592010081 ラム リサーチ コーポレーション LAM RESEARCH CORPOR ATION アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 4 5 3 8, フレモント, クッシング パー クウェイ 4 6 5 0
(86)(22)出願日	令和4年11月19日(2022.11.19)	(74)代理人	110000028 弁理士法人明成国際特許事務所
(85)翻訳文提出日	令和6年7月25日(2024.7.25)	(72)発明者	ジャッジ・ジョン・ガレット アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 8 フレモント, クッシング・パー クウェイ, 4 6 5 0
(86)国際出願番号	PCT/US2022/080198	(72)発明者	ラインバーガー・ジュニア・ニック・ レイ
(87)国際公開番号	WO2023/102325		
(87)国際公開日	令和5年6月8日(2023.6.8)		
(31)優先権主張番号	63/264,780		
(32)優先日	令和3年12月1日(2021.12.1)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 調節可能なフローバルブをもつドライプロセスツール

(57)【要約】

【解決手段】ドライプロセスツールのためのシステムが、1つまたは複数の処理チャンバと、1つまたは複数の処理チャンバ内に配置された2つまたはそれ以上の処理ステーションと、第1のガス源と、を備える。共通マニホールドが、少なくとも第1のマスフローコントローラを介して第1のガス源に結合される。共通マニホールドは、第1のガス源を、対応するフローパスを介して2つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションに流体的に結合する。各対応するフローパスは調節可能なフローバルブを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1 つまたは複数の処理チャンバと、

前記 1 つまたは複数の処理チャンバ内に配置された 2 つまたはそれ以上の処理ステーションと、

第 1 のガス源と、

前記第 1 のガス源を、対応するフローパスを介して前記 2 つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションに流体的に結合させ、少なくとも第 1 のマスフローコントローラを介して前記第 1 のガス源に結合された共通マニホールドであって、前記各対応するフローパスが調節可能なフローバルブを備える、共通マニホールドと、
を備える、ドライプロセスツールのためのシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、各調節可能なフローバルブが、前記対応するフローパス内で最も高いバルブフロー係数を有するように調節可能である、システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記対応するフローパスのうちの 1 つまたは複数が、各々、前記調節可能なフローバルブと並列に配置された固定オリフィスを備える、システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のシステムであって、各対応するフローパスが、フレキシブルガスラインを介して前記共通マニホールドに結合され、各フローパスが、それぞれの処理ステーションの処理チャンバに対して可動であるように構成された 1 つまたは複数の構成要素を備える、システム。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムであって、各フローパスが、前記調節可能なフローバルブの上流にオン／オフフローバルブをさらに備える、システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のシステムであって、各フローパスが、前記オン／オフフローバルブの上流にフィルタをさらに備える、システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムであって、第 2 のマスフローコントローラを介して前記共通マニホールドに接続された第 2 のガス源をさらに備える、システム。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムであって、各処理ステーションについて、前記処理ステーションの上流の前記フローパス内に配置されたミキサをさらに備え、各処理ステーションについての前記ミキサが、第 2 の対応するフローパスを介して第 2 の共通マニホールドに結合され、前記第 2 の共通マニホールドが第 2 のガス源に結合され、前記第 2 のガス源が、前記第 1 のガス源とは異なるガス組成を提供するように構成された、システム。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のシステムであって、前記第 2 の対応するフローパスが、固定オリフィスまたは第 2 の調節可能なフローバルブのうちの 1 つまたは複数と直列のオン／オフフローバルブを備える、システム。

40

【請求項 10】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 1 つまたは複数の処理チャンバが複数の処理チャンバを備え、前記 2 つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションが、前記複数の処理チャンバのうちの別個の処理チャンバ内に配置される、システム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 2 つまたはそれ以上の処理ステーションのうちの少なくとも 2 つが、前記 1 つまたは複数の処理チャンバのうちの共有される処理チャンバ内に配置される、システム。

50

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記ドライプロセスツールが化学気相堆積ツールを備える、システム。

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記ドライプロセスツールが原子層堆積ツールを備える、システム。

【請求項 1 4】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記ドライプロセスツールがドライエッチングツールを備える、システム。

【請求項 1 5】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記調節可能なフローバルブが自動バルブを備える、システム。

【請求項 1 6】

マルチステーション処理システムを較正するための方法であって、
共通ガス源のチャンバ圧力を較正ガス圧力に設定することと、
前記共通ガス源に結合された前記マルチステーション処理システムの各ステーションについて、

1 つまたは複数の他のステーションへのガスフローを閉じることと、

前記共通ガス源から、調節されるステーションにガスを流すことと、

前記ガス源において上流ガス圧力を検知することと、

前記上流ガス圧力が、所定のガス圧力からのしきい値差内にないとき、前記上流ガス圧力を、前記所定のガス圧力からの前記しきい値差内の圧力に設定するために、調節される前記ステーションへのフローパス中の調節可能なバルブを調節することと、
を含む、方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の方法であって、前記マルチステーション処理システムを較正することが、1 つまたは複数のステーション中の変更された消耗構成要素に応答して実施される、方法。

【請求項 1 8】

マルチステーション処理システムを較正するための方法であって、

前記マルチステーション処理システムの少なくとも第 1 のステーションおよび第 2 のステーションのためのガスフローを、前記第 1 のステーションの第 1 のフローパス中の第 1 の調節可能なバルブを調節することと、前記第 2 のステーションの第 2 のフローパス中の第 2 の調節可能なバルブを調節することと、によって、平衡化させることと、

前記第 1 のステーション中の補償可能なハードウェアディスパリティを検知することと

、

前記第 1 のステーションの前記フローパス中の前記第 1 の調節可能なバルブの設定を調節することによって、前記第 1 のステーションのためのガスフローを調節することと、

前記第 2 の調節可能なバルブの設定を維持することと、

を含む、方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の方法であって、前記第 1 のステーションのためのガスフローを調節することが、前記第 1 の調節可能なバルブの開口のサイズを増加させることによってガスフローを増加させることを含む、方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 8 に記載の方法であって、前記第 1 のステーションのためのガスフローを調節することが、前記第 1 の調節可能なバルブの開口のサイズを減少させることによってガスフローを減少させることを含む、方法。

【請求項 2 1】

1 つまたは複数の処理チャンバと、

10

20

30

40

50

前記 1 つまたは複数の処理チャンバ内に配置された 2 つまたはそれ以上の処理ステーションと、

前記 2 つまたはそれ以上の処理ステーションに処理ガスを提供するように構成されたガス源と、

各処理ステーションについて、前記ガス源と、前記処理ステーションと、の間に位置する対応するマスフローコントローラを備える対応するフローパスであって、前記対応するマスフローコントローラが、前記処理チャンバへの前記処理ガスのフローを制御するように構成された、対応するフローパスと、
を備える、システム。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載のシステムであって、前記処理ガスが 2 つまたはそれ以上の成分ガスを備え、前記成分ガスが、1 つまたは複数の反応ガスと、1 つまたは複数のキャリアガスと、を備える、システム。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載のシステムであって、前記ガス源が、2 つまたはそれ以上のガスを提供するように構成され、前記ガス源と、前記 1 つまたは複数の処理チャンバと、の間に配置されたミキサをさらに備え、前記ミキサが、前記 2 つまたはそれ以上のガスを混合するように構成され、各処理ステーションについての前記対応するマスフローコントローラが、前記ミキサと、前記処理ステーションと、の間に位置する、システム。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載のシステムであって、前記 2 つまたはそれ以上のガスの各ガスが、前記ガス源と、前記ミキサと、の間の第 2 の対応するマスフローコントローラによって、前記ミキサに接続される、システム。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 に記載のシステムであって、各キャリアガスが、対応するキャリアガスマスフローコントローラを介してキャリアガスマニホールドに結合され、前記キャリアガスマニホールドが、キャリアガスフローを、各処理ステーションについてのキャリアガスラインに分割するように構成された、システム。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載のシステムであって、各対応するフローパスが、前記 1 つまたは複数の反応ガスを前記 1 つまたは複数のキャリアガスと混合するための、対応するミキサを備える、システム。

【請求項 2 7】

1 つまたは複数の処理チャンバと、

前記 1 つまたは複数の処理チャンバ内に配置された 2 つまたはそれ以上の処理ステーションと、

2 つまたはそれ以上のガス源であって、各ガス源が、それぞれのマスフローコントローラを介して共通ミキサに結合される、2 つまたはそれ以上のガス源と、

前記共通ミキサからのフローを、前記 2 つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションに分割するように構成された、流量比コントローラと、
を備える、システム。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載のシステムであって、

専用マスフローコントローラを介してガスマニホールドに結合されたキャリアガス源であって、前記ガスマニホールドが、キャリアガスフローを、各処理ステーションについてのキャリアガスラインに分割する、キャリアガス源と、

各処理ステーションについて、ミキサを備えるフローパスであって、前記ミキサが、前記共通ミキサおよびキャリアガスラインの出力を受け取るように構成され、組み合わせられたガスフローをそれぞれの処理ステーションに向けるようにさらに構成された、フローパスと、

10

20

30

40

50

をさらに備える、システム。

【請求項 29】

請求項 27 に記載のシステムであって、前記 2 つまたはそれ以上のガス源が、1 つまたは複数の反応ガス源と、1 つまたは複数のキャリアガス源と、を備える、システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

堆積ツールおよびエッチングツールなど、ドライプロセスツールは、材料を基板の表面上に堆積させるためにまたは材料を基板の表面から除去するために、処理ガスの慎重に計測された組合せを使用する。いくつかのツールは、共通の処理ガス源を共有する複数の処理ステーションを含み得る。そのような構成は、一貫した条件下で複数の基板の並列処理を可能にし得る。

10

【発明の概要】

【0002】

本概要は、発明を実施するための形態において以下でさらに説明される概念の選択を簡略化された形で紹介するために提供される。本概要は、請求される主題の主要な特徴または不可欠な特徴を識別するものではなく、請求される主題の範囲を限定するために使用されるものでもない。さらに、請求される主題は、本開示のいずれかの部分において言及されるいずれかまたはすべての欠点を解決する実装形態に限定されない。

【0003】

20

調節可能なフローバルブを備えるドライプロセスツールに関する例が開示される。一例が、1 つまたは複数の処理チャンバを備えるドライプロセスツールのためのシステムを提供する。2 つまたはそれ以上の処理ステーションが、1 つまたは複数の処理チャンバ内に配置される。本システムは、第 1 のガス源をさらに備える。共通マニホールドが、少なくとも第 1 のマスフローコントローラを介して第 1 のガス源に結合される。共通マニホールドは、第 1 のガス源を、対応するフローパスを介して 2 つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションに流体的に結合する。各対応するフローパスは調節可能なフローバルブを備える。

【0004】

いくつかのそのような例では、各調節可能なフローバルブが、対応するフローパス内で最も高いバルブフロー係数を有するように調節可能である。

30

【0005】

いくつかのそのような例では、対応するフローパスのうちの 1 つまたは複数の追加または代替として、調節可能なフローバルブと並列に配置された固定オリフィスを備える。

【0006】

いくつかのそのような例では、各対応するフローパスが、追加または代替として、フレキシブルガスラインを介して共通マニホールドに結合され、各フローパスは、追加または代替として、それぞれの処理ステーションの処理チャンバに対して可動であるように構成された 1 つまたは複数の構成要素を備える。

【0007】

40

いくつかのそのような例では、各フローパスは、追加または代替として、調節可能なフローバルブの上流にオン／オフフローバルブを備える。

【0008】

いくつかのそのような例では、各フローパスは、追加または代替として、オン／オフフローバルブの上流にフィルタを備える。

【0009】

いくつかのそのような例では、本システムは、追加または代替として、第 2 のマスフローコントローラを介して共通マニホールドに接続された第 2 のガス源を備える。

【0010】

いくつかのそのような例では、本システムは、追加または代替として、各処理ステーション

50

ョンについて、処理ステーションの上流のフローパス内に配置されたミキサを備える。各処理ステーションについてのミキサは、追加または代替として、第2の対応するフローパスを介して第2の共通マニホールドに結合される。第2の共通マニホールドは第2のガス源に結合される。第2のガス源は、第1のガス源とは異なるガス組成を提供する。

【0011】

いくつかのそのような例では、第2の対応するフローパスは、追加または代替として、固定オリフィスまたは第2の調節可能なフローバルブのうちの1つまたは複数と直列のオン／オフフローバルブを備える。

【0012】

いくつかのそのような例では、1つまたは複数の処理チャンバは、追加または代替として、複数の処理チャンバを備える。追加または代替として、2つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションは、複数の処理チャンバのうちの別個の処理チャンバ内に配置される。

【0013】

追加または代替として、いくつかのそのような例では、2つまたはそれ以上の処理ステーションのうちの少なくとも2つが、1つまたは複数の処理チャンバのうちの共有される処理チャンバ内に配置される。

【0014】

いくつかのそのような例では、ドライプロセスツールは、追加または代替として、化学気相堆積ツールを備える。

【0015】

いくつかのそのような例では、ドライプロセスツールは、追加または代替として、原子層堆積ツールを備える。

【0016】

いくつかのそのような例では、ドライプロセスツールは、追加または代替として、ドライエッチングツールを備える。

【0017】

いくつかのそのような例では、調節可能なフローバルブは、追加または代替として、自動バルブを備える。

【0018】

別の例が、マルチステーション処理システムを較正するための方法を提供する。本方法は、共通ガス源のチャンバ圧力を較正ガス圧力に設定することを含む。共通ガス源に結合されたマルチステーション処理システムの各ステーションについて、本方法は、1つまたは複数の他のステーションへのガスフローを閉じることと、共通ガス源から、調節されるステーションにガスを流すことと、を含む。ガス源において上流ガス圧力が検知される。上流ガス圧力が、所定のガス圧力からのしきい値差内にないとき、上流ガス圧力を、所定のガス圧力からのしきい値差内の圧力に設定するために、調節されるステーションへのフローパス中の調節可能なバルブが調節される。

【0019】

いくつかのそのような例では、マルチステーション処理システムを較正することは、追加または代替として、1つまたは複数のステーション中の変更された消耗構成要素に応答して実施される。

【0020】

別の例が、マルチステーション処理システムを較正するための方法を提供する。本方法は、マルチステーション処理システムの少なくとも第1のステーションおよび第2のステーションのためのガスフローを、第1のステーションの第1のフローパス中の第1の調節可能なバルブを調節することと、第2のステーションの第2のフローパス中の第2の調節可能なバルブを調節することと、によって、平衡化させることを含む。第1のステーション中の補償可能なハードウェアディスパリティが検知される。第1のステーションのフローパス中の第1の調節可能なバルブの設定を調節することによって、第1のステーション

10

20

30

40

50

のためのガスフローが調節される。第2の調節可能なバルブの設定が維持される。

【0021】

いくつかのそのような例では、第1のステーションのためのガスフローを調節することは、追加または代替として、第1の調節可能なバルブの開口のサイズを増加させることによってガスフローを増加させることを含む。

【0022】

いくつかのそのような例では、第1のステーションのためのガスフローを調節することは、追加または代替として、第1の調節可能なバルブの開口のサイズを減少させることによってガスフローを減少させることを含む。

【0023】

別の例が、1つまたは複数の処理チャンバと、1つまたは複数の処理チャンバ内に配置された2つまたはそれ以上の処理ステーションと、2つまたはそれ以上の処理ステーションに処理ガスを提供するように構成されたガス源と、を備えるシステムを提供する。各処理ステーションについて、対応するフローパスが、ガス源と、処理ステーションと、の間に位置する対応するマスフローコントローラを備え、対応するマスフローコントローラは、処理チャンバへの処理ガスのフローを制御するように構成される。

【0024】

いくつかのそのような例では、処理ガスは、追加または代替として、2つまたはそれ以上の成分ガスを備え、成分ガスは、1つまたは複数の反応ガスと、1つまたは複数のキャリアガスと、を備える。

【0025】

いくつかのそのような例では、ガス源は、追加または代替として、2つまたはそれ以上のガスを提供するように構成され、ガス源と、1つまたは複数の処理チャンバと、の間に配置されたミキサをさらに備え、ミキサは、2つまたはそれ以上のガスを混合するように構成され、各処理ステーションについての対応するマスフローコントローラは、ミキサと、処理ステーションと、の間に位置する。

【0026】

いくつかのそのような例では、2つまたはそれ以上のガスの各ガスは、追加または代替として、ガス源と、ミキサと、の間の第2の対応するマスフローコントローラによって、ミキサに接続される。

【0027】

いくつかのそのような例では、各キャリアガスは、追加または代替として、対応するキャリアガスマスフローコントローラを介してキャリアガスマニホールドに結合され、キャリアガスマニホールドは、キャリアガスフローを、各処理ステーションについてのキャリアガスラインに分割するように構成される。

【0028】

いくつかのそのような例では、各対応するフローパスは、追加または代替として、1つまたは複数の反応ガスを1つまたは複数のキャリアガスと混合するための、対応するミキサを備える。

【0029】

別の例が、1つまたは複数の処理チャンバと、1つまたは複数の処理チャンバ内に配置された2つまたはそれ以上の処理ステーションと、2つまたはそれ以上のガス源であって、各ガス源が、それぞれのマスフローコントローラを介して共通ミキサに結合される、2つまたはそれ以上のガス源と、を備えるシステムを提供する。流量比コントローラが、共通ミキサからのフローを、2つまたはそれ以上の処理ステーションの各処理ステーションに分割する。

【0030】

いくつかのそのような例では、キャリアガス源が、追加または代替として、専用マスフローコントローラを介してガスマニホールドに結合され、ガスマニホールドは、キャリアガスフローを、各処理ステーションについてのキャリアガスラインに分割する。各処理ステ

10

20

30

40

50

ションについて、フローパスがミキサを備え、ミキサは、共通ミキサおよびキャリアガスラインの出力を受け取るように構成され、組み合わせられたガスフローをそれぞれの処理ステーションに向けるようにさらに構成される。

【0031】

いくつかのそのような例では、2つまたはそれ以上のガス源は、追加または代替として、1つまたは複数の反応ガス源と、1つまたは複数のキャリアガス源と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】基板を処理するための例示的なドライプロセスツールを概略的に示す図である。

【0033】

【図2】例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【0034】

【図3】プロセスツールの例示的なクラスタを概略的に示す図である。

【0035】

【図4】調節可能なフローバルブをもつガスフローパスを備えるドライプロセスツールのための例示的なガス分配システムを概略的に示す図である。

【0036】

【図5】固定オリフィスと並列な調節可能なフローバルブをもつガスフローパスを備えるドライプロセスツールのための例示的なガス分配システムを概略的に示す図である。

【0037】

【図6】各ガスフローパス内の調節可能なフローバルブを備えるマルチステーションプロセスツールのためのガスフローを平衡化させるための例示的な方法を示すフロー図である。

【0038】

【図7】調節可能なフローバルブを備えるマルチステーションプロセスツールを較正するための例示的な方法を示すフロー図である。

【0039】

【図8】複数の処理ステーションへのガスフローを制御するためのマスフローコントローラを備える例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【図9】複数の処理ステーションへのガスフローを制御するためのマスフローコントローラを備える例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【0040】

【図10】複数の処理ステーションへのガスフローを制御するための、マスフローコントローラと、流量比コントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【図11】複数の処理ステーションへのガスフローを制御するための、マスフローコントローラと、流量比コントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【0041】

【図12】複数の処理ステーションへのガスフローを制御するためのマスフローコントローラを備える別の例示的なマルチステーションプロセスツールを概略的に示す図である。

【0042】

【図13】例示的なコンピューティング環境を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

化学気相堆積ツールおよび原子層堆積ツールなど、ドライプロセスツールが、気相種を使用して薄膜を基板上に堆積させるために使用され得る。ドライエッチングツールなど、他のドライプロセスツールが、気相種を使用して、材料を基板から除去する。

【0044】

複数の処理ステーションが、単一のドライプロセスツールに組み込まれ得る。この構成

10

20

30

40

50

は、処理チャンバ、ロボティクス、およびガス源など、リソースの共有を可能にする。

【0045】

マルチステーションツールの処理ステーションは、複数のウエハ上で同じプロセスを実施するように動作され得る。このようにして使用されるとき、それらのステーションにわたる処理ガスフローの慎重な平衡化が、ウエハ間の膜一貫性を維持するのに役立つ。マルチステーションツールのステーションにわたってフローを平衡化させるための1つの方法が、各ステーションにガスを送出するためのガスフローパスにおける高精度オリフィスの使用を伴う。各固定オリフィスが、経路のための優勢バルブフロー係数（ C_v ）を有するように設計される。しかしながら、各ガスフローパスは、バルブ、フィルタ、ミキサ、および導管など、多数の他の構成要素を備え得る。ガスフローパス中のすべての構成要素についての許容差の和は、高精度オリフィス自体の間の差が所望の範囲内にある場合でも、ステーション間のガスフローの差が所望の範囲（たとえば、所望の寸法許容差範囲）の外側にあることを引き起こし得る。

10

【0046】

したがって、様々な方法が、ステーション間のガスフローを平衡化させるために使用され得る。そのような追加の平衡化を実施する1つの方法は、ガスフローパス構成要素を手動で交換することである。交換され得る構成要素は、オリフィス、他のバルブ、ミキサ、導管、および／または他の構成要素を含む。しかしながら、構成要素交換は、コストと時間がかかる。さらに、構成要素交換は、構成要素がガスフローパスにおいて置き換えられるたびに、行われなければならない。別の方法は、ガスフローの調整を可能にするために、加熱されたガスラインを使用することである。しかしながら、加熱されたガスラインは、設置するのにコストがかかり得る。さらに、加熱されたガスラインは、多くの実際的な調整範囲を提供しないことがある。

20

【0047】

したがって、マルチステーション処理ツール中のステーションへのガスフローレートの正確な調節を提供することに関する例が開示される。いくつかの例では、各ステーションへのガスフローパスは、調節可能なバルブを備える。他の例では、マスフローコントローラおよび／または流量比コントローラなど、フローコントローラの様々な構成が、各ステーションへのガスフローを調節するために提供される。

【0048】

これらの例について説明するより前に、例示的なドライプロセスツール100が、図1を参照しながら説明される。ドライプロセスツール100は、基板102を処理するように構成される。「基板」という用語は、本明細書では、開示される例示的なツールにおいて処理され得る任意のワークピースを指すために使用される。例は、シリコンウエハなど、半導体基板を含む。「前」および「裏」という用語は、本明細書では、基板の両面について説明するために使用される。半導体ウエハの場合、前面は、デバイスが作製されるところであり、処理ステップの大部分が実施されるところである。

30

【0049】

いくつかの例では、気相前駆体のフローを使用して、ドライプロセスツール100は、材料の薄膜を基板102の表面上に堆積させ得る。他の例では、ドライプロセスツール100は、気相種を使用して、材料を基板102の表面から除去し得る。いくつかのそのようなプロセスでは、堆積またはエッチングのための反応種を生成するためにプラズマが使用され得る。

40

【0050】

ドライプロセスツール100は、基板102が扱われ得る1つまたは複数の処理ステーション104を備える。各処理ステーション104は、処理チャンバ106内に配置される。いくつかの例では、2つまたはそれ以上の処理ステーション104が、同じ処理チャンバ106中にあり得る。これは、（1つまたは複数の）追加の処理ステーション107によって図1に示されている。

【0051】

50

ドライプロセスツール 100 は、処理が基板前面または基板裏面上で選択的に実施されることを可能にするように構成される。基板 102 の前面が処理されているとき、基板 102 を支持するために、ペDESTAL 108 が提供される。いくつかの例では、ペDESTAL は、抵抗ヒーター（図示せず）など、熱源を含み得る。ドライプロセスツール 100 が、前面処理と裏面処理の両方のために構成されるとき、ペDESTAL 108 はまた、基板の裏面のほうへガスを分配するように構成される。ペDESTAL 108 は、したがって、本明細書では、シャワーヘッドペDESTAL 108 とも呼ばれる。他の例では、ドライプロセスツールが、シャワーヘッド能力のないペDESTAL または他の基板ホルダーを備え得る。

【0052】

ドライプロセスツール 100 は、ペDESTAL 108 に対向して配置されたシャワーヘッド 110 をさらに備える。シャワーヘッド 110 は、実施されているプロセスに応じて、基板前面のほうへ反応ガスまたは不活性ガスを分配するように構成される。いくつかの例では、シャワーヘッド 110 は、無線周波数（RF）整合ネットワーク 115 を介して RF 電源 112 に電氣的に結合される。電源 112 は、コントローラ 120 によって制御され得る。他の例では、RF 電力は、シャワーヘッド 110 の代わりにシャワーヘッドペDESTAL 108 に提供され得る。さらなる例では、RF 電力は、ペDESTAL 108 またはシャワーヘッド 110 のいずれかに選択的に提供され得る。

【0053】

基板 102 は、他のプロセスステーションに機械的に移動され得るキャリアリング 124 上に配置される。図 1 では、基板 102 は、裏面処理のために配置される。したがって、キャリアリング 124 は、シャワーヘッドペDESTAL 108 の、選択された距離上に、基板 102 を保持するように構成された支持体 126 上に配置される。この構成では、反応ガスは、シャワーヘッドペDESTAL 108 を介して基板 102 の裏面のほうへ分配され得、不活性ガスは、（たとえば、裏面に向けられた反応ガスが前面に到達することを防ぐために）シャワーヘッド 110 を介して基板 102 の前面のほうへ分配され得る。いくつかの例では、各支持体 126 は、パドルまたはスパイダーフォークなど、機械的に移動可能なデバイスの形態をとることができる。他の例では、各支持体 126 は、シャワーヘッドペDESTAL 108 に結合されたスペーサの形態をとることができる。そのようなスペーサは、基板が前面処理のためにシャワーヘッドペDESTAL 108 上に置かれることを可能にするために、シャワーヘッドペDESTAL 108 から除去され得る。

【0054】

基板 102 の前面が処理されているとき、基板 102 は、シャワーヘッドペDESTAL 108 上に配置され、キャリアリング 124 は、ペDESTAL 108 のキャリアリング支持領域 127 上に載る。エンドエフェクタ（図示せず）が、基板 102 およびキャリアリング 124 を、前面処理のためにペDESTAL 108 上に、または裏面処理のために支持体 126 上に、置くために使用され得る。

【0055】

いくつかの例では、処理ステーション 104 の少なくとも一部分が、処理チャンバ 106 に対して移動し得る。たとえば、ドライプロセスツール 100 が、シャワーヘッドペDESTAL 108 を垂直に移動させるためのモーター駆動ベローズ（図示せず）を備え得る。シャワーヘッドペDESTAL 108 の移動は、ペDESTAL 108 につながるガスフローパス構成要素に結合される 1 つまたは複数のフレキシブルガスライン（図 1 に図示せず）によって容易にされ得る。

【0056】

ドライプロセスツール 100 は、（1 つまたは複数の）第 1 のガス源 132 に接続された第 1 のガスマニホールド 130 をさらに備える。（1 つまたは複数の）第 1 のガス源 132 は、1 つまたは複数の反応ガスおよび／または 1 つまたは複数の非反応キャリアガスを備え得る。コントローラ 120 は、（1 つまたは複数の）第 1 のガス源 132 から第 1 のガスマニホールド 130 を介した、ガスフローパス 133 を介したシャワーヘッド 110 への、ガスの送出を制御する。特定の例として、堆積が、基板 102 の裏面を対象としたと

き、不活性ガスフローが、シャワーヘッド 110 を介して基板 102 の前面にわたって向けられる。上述のように、不活性ガスフローは、基板前面から離れるように反応ガスを押し、裏面処理を容易にすることができる。

【0057】

様々な例では、反応ガスが、チャンバ 106 への導入の前に予混合されるか、またはチャンバ 106 に別個に導入され得る。プロセスガスが、出口を介して処理チャンバ 106 を出る。プロセスガスを引き出すために、および反応器内の適切に低い圧力を維持するために、真空ポンピングシステムが採用される。

【0058】

図 1 は、シャワーヘッドペDESTAL 108 にガスを提供するように構成された第 2 のガスマニホルド 134 をも示す。第 2 のガスマニホルド 134 に結合された、（1つまたは複数の）第 2 のガス源 136 が示されている。（1つまたは複数の）第 2 のガス源 136 は、ガスフローパス 137 を介してシャワーヘッドペDESTAL 108 に 1つまたは複数の反応ガスおよび／または不活性ガスを提供するように構成される。（1つまたは複数の）第 2 のガス源 136 のガスの組成は、（1つまたは複数の）第 1 のガス源 132 とは異なり得る。

10

【0059】

（1つまたは複数の）追加の処理ステーション 107 も、第 1 のガスマニホルド 130 および第 2 のガスマニホルド 134 からガスを受け取る。（1つまたは複数の）追加の処理ステーション 107 は、RF 整合ネットワーク 115 を介して RF 電源 112 から電力をさらに受け取り得る。（1つまたは複数の）追加の処理ステーション 107 はまた、コントローラ 120 と信号をやり取りし、コントローラ 120 によって制御され得る。

20

【0060】

コントローラ 120 は、1つまたは複数の論理デバイスと、1つまたは複数のメモリデバイスと、1つまたは複数のインターフェースと、を備える。コントローラ 120 は、検知された値に部分的に基づいてシステム中のアクチュエータを制御するために採用され得る。たとえば、コントローラ 120 は、検知された値および他の制御パラメータに基づいて、1つまたは複数のバルブ、フィルタヒーター、ポンプ、および他のデバイスを制御し得る。コントローラ 120 は、圧力マノメーター、流量計、温度センサー、マスフロー制御モジュール、位置センサーなど、センサーから、検知された値を受け取り得る。

30

【0061】

コントローラ 120 は、特定のレシピのためのプロセス入力および制御を実行することによってドライプロセスツール 100 を動作させるように構成される。コントローラ 120 は、プロセスタイミング、送出システム温度、フィルタにわたる圧力差、バルブ状態、ガスの混合、チャンバ圧力、チャンバ温度、基板温度、無線周波数（RF）電力レベル、ペDESTAL 位置、ペDESTAL の上の基板高さ、および／または任意の他の好適な変数を制御するための命令のセットを備えるコンピュータプログラムを実行するように構成され得る。

【0062】

上述のように、複数の処理ステーションが、1つまたは複数の共通ガス源を共有し得る。図 2 は、マルチステーションプロセスツール 200 のための例示的なガス分配システムを示す。簡単のために、単一のガスマニホルド 210 に結合された、単一のガス源 205 が示されている。しかしながら、以下でより詳細に説明されるように、複数のガス源が、ガスマニホルドに結合され得る。さらに、ドライ処理ツールが、各々 1つまたは複数のガス源に結合された、複数のガスマニホルドを備え得る。

40

【0063】

マルチステーションプロセスツール 200 は、処理ステーション 1 211 と、処理ステーション 2 212 と、処理ステーション 3 213 と、処理ステーション 4 214 と、を備える。4つの処理ステーションが示されているが、他の例では、マルチステーションプロセスツール 200 は、2つ、3つ、または5つ以上の処理ステーションを備え得

50

る。マルチステーションプロセスツール 200 は、任意の好適なタイプのプロセスのために構成され得る。いくつかの例では、マルチステーションプロセスツールは、原子層堆積および／または化学気相堆積など、堆積プロセスのために構成される。他の例では、マルチステーション処理ツールは、ドライエッチングプロセスのために構成される。さらに、マルチステーションプロセスツール 200 は、前面処理および裏面処理のために、または前面処理のみのために、構成され得る。ドライプロセスツール 100 は、処理ステーション 1～4 (211～214) の各々の例示的な一実装形態である。

【0064】

各処理ステーションは、ガスマニホルド 210 および専用フローパスを介してガス源 205 に結合される。処理ステーション 1 211 は、フローパス 221 を介してガスマニホルド 210 からガスを受け取る。処理ステーション 2 212 は、フローパス 222 を介してガスマニホルド 210 からガスを受け取る。処理ステーション 3 213 は、フローパス 223 を介してガスマニホルド 210 からガスを受け取る。処理ステーション 4 214 は、フローパス 224 を介してガスマニホルド 210 からガスを受け取る。この例では、処理ステーション 211～214 は、すべて共通処理チャンバ 230 内に配置される。共通処理チャンバを使用することは、マルチステーションプロセスツール 200 が処理ステーション 211～214 にわたってリソースを共有することを可能にする。たとえば、ロボット 235 が、順次処理ルーチンにおいて処理ステーションごとに基板をロードおよびアンロードするために、共通処理チャンバ 230 内で採用され得る。RF 電力、真空、ロードロック、入口、出口など、他のリソースも、共有され得る。

【0065】

このようにして、複数の基板が、限られたポンプダウンを伴って、同時に処理され得る。様々な異なるプロセスが実施され得る。たとえば、堆積コンテキストでは、4つの基板が、4つの基板上に完全な厚さの膜を並行して堆積させるために、一緒に稼働され得る。また、4つの基板が、各ステーションにおいて一度に総膜厚の 1/4 を堆積させるように、ステーション間でローテーションされ得る。別の例として、2つの基板が、ステーションごとに稼働され得、各ステーションが、所望の厚さの 1/2 を堆積させる。

【0066】

図 3 は、複数の処理ステーションが共通ガス源を共有する、別の例示的なシステムを示す。より詳細には、図 3 は、プロセスツールクラスタ 300 を示す。プロセスツールクラスタ 300 は、単一のガスマニホルド 310 に結合された単一のガス源 305 とともに示されている。しかしながら、他の構成は、2つ以上のガス源および／または 2つ以上のマニホルドを利用し得る。

【0067】

プロセスツールクラスタ 300 は、各々単一のステーションを有する、4つの処理ツールを備える。それらのツールは、処理ステーション 311、312、313、および 314 を備える。他の例では、プロセスツールクラスタは、より多いまたはより少ない処理ツールを備え得る。プロセスツール 100 は、各処理ステーション 311～314 の例示的な一実装形態である。他の例では、処理ステーション 311～314 は、任意の他の好適な構成を有し得る。

【0068】

各処理ステーション 311、312、313、314 は、ガスマニホルド 310 および対応するフローパスを介してガス源 305 に結合される。この例では、各処理ステーションは、別個の処理チャンバ内に格納される。処理ステーション 311 は、処理チャンバ 321 内に配置され、フローパス 322 を介してガスマニホルド 310 からガスを受け取る。処理ステーション 312 は、処理チャンバ 323 内に配置され、フローパス 324 を介してガスマニホルド 310 からガスを受け取る。処理ステーション 313 は、処理チャンバ 325 内に配置され、フローパス 326 を介してガスマニホルド 310 からガスを受け取る。処理ステーション 314 は、処理チャンバ 327 内に配置され、フローパス 328 を介してガスマニホルド 310 からガスを受け取る。同じガス源 305 に各処理ステーシ

ョンを接続し、各処理ステーションを平衡化させることによって、処理ステーションにわたる一貫性が達成され得、リソースがプールされ得る。いくつかの例では、プロセスツールクラスタ300の1つまたは複数のツールの各々が、複数の処理ステーションを備え得る。

【0069】

上述のように、ドライブプロセスツールのためのガスフローパスは、共通マニホールドからの各処理ステーションへの一貫したガスフローを達成するのに役立つための高精度固定オリフィスを備え得る。しかしながら、ガスフローパス中のすべての構成要素についての許容差の和は、高精度オリフィス自体の間の差が所望の寸法許容差範囲内にある場合でも、ステーション間の差が所望の寸法許容差範囲の外側にあることを引き起こし得る。さらに、異なる処理ステーションへのフローパスの分割の上流にそのような構成要素を置くことは、ガスフローパスの構成要素が独立して移動するマルチステーションツール（たとえば、垂直移動能力をもつペDESTAL）にとって、可能または実際的でないことがある。

10

【0070】

したがって、固定オリフィスに関するそのような問題を克服するために、調節可能なCVを備える可変フローバルブが、各処理ステーションへのフローパス中で提供され得る。各調節可能なバルブは、独立して調節され得、ステーションが、ツール中の他のステーションとは異なってエージングまたは摩耗する場合、再校正され得る。

【0071】

図4は、ドライブプロセスツールのための例示的なガス分配システム400を概略的に示す。いくつかの例では、ドライブプロセスツールは、化学気相堆積ツール、原子層堆積ツール、またはドライエッチングツールを備え得る。他の例では、ドライブプロセスツールは、複数の処理ステーションへのガスの平衡化されたフローを利用する任意の他の好適なツールを備え得る。

20

【0072】

システム400は、1つまたは複数の処理チャンバ405と、1つまたは複数の処理チャンバ内に配置された2つまたはそれ以上の処理ステーション（4つの処理ステーション410、411、412、413が、ここでは示されている）と、を備える。簡単のために、第1の処理ステーション1410のガスフローパス構成要素のみが、詳細に示されている。しかしながら、他の処理ステーションのためのガスフローパスが、同様の構成要素を有し得る。この例では、4つの処理ステーションが示されており、他の例では、ガス分配システム400が、2つ、3つ、または5つ以上の処理ステーションのために構成される。他の例では、1つまたは複数の処理ステーションは、処理チャンバ405以外の処理チャンバ内に配置され得る。

30

【0073】

システム400は、第1のガス源415をさらに備える。第1のマニホールド420が、少なくとも第1のマスフローコントローラ（MFC）422を介して第1のガス源415に結合される。MFC422は、少なくとも入口ポートと、出口ポートと、マスフローセンサーと、比例制御バルブと、を備える。比例制御バルブは、マスフローセンサーによって生成された測定値に基づいてガスのフローを制御するように調節され得る。随意的第2のガス源423が、第2のマスフローコントローラ424によって第1のマニホールド420に接続される。他の例では、1つまたは複数のさらなるガス源（図示せず）が、第1のマニホールド420に接続され得る。

40

【0074】

第1のマニホールド420は、第1のガス源415および第2のガス源423を、第1のフローパス425を介して第1の処理ステーション1410に流体的に結合する。「流体的に結合する」という用語は、ガスが、ガスフローパスに沿って構成要素間で流れることができることを示す。第1のマニホールド420はまた、第1のガス源415および第2のガス源423を、まとめてフローパス427として示されている他の対応するフローパスを介して各追加の処理ステーション（411、412、413）に流体的に結合する。

50

【0075】

各フローパスは調節可能なフローバルブを備える。これは、フローパス425の場合、調節可能なフローバルブ430として示されている。調節可能なフローバルブ430は、Cv値の好適な範囲にわたってプロセスステーション410へのガスフローを可能にするように調節され得る。本明細書でさらに説明されるように、いくつかの例では、各調節可能なフローバルブは、システム400の複数のステーションにわたって所望のフローを平衡化させるように、異なるCvに調節され得る。そのような調節可能なバルブは、加熱されたガスラインなどの方法よりも大きい範囲の、ガスフローの調整を提供し得る。さらに、調節可能なフローバルブは、ガスフローパスにおける構成要素の交換よりも速い調整を提供し得る。

10

【0076】

いくつかのそのような例では、調節可能なフローバルブ430は自動バルブを備え得る。そのようなバルブは、コントローラが上流ガス圧力の変化を認識したことに応答して、コントローラから受け取られた信号に基づいて内部開口を調節し得る。たとえば、第1のガス源415は、ガス圧力値を出力するように構成された1つまたは複数のマノメーター435を備え得る。さらに本明細書で、および図6および図7に関して、説明されるように、このガス圧力値は、調節可能なフローバルブ430を校正するために使用され得る。追加または代替として、調節可能なフローバルブ430は、手動で調節可能であり得る。第2のガス源423も、1つまたは複数のマノメーター436を備え得る。

【0077】

20

いくつかの例では、フローパス425は、フレキシブルガスライン437を介して第1のマニホールド420に結合される。同様に、ステーション411、ステーション412およびステーション413への各フローパスも、フレキシブルガスラインを含み得る。フレキシブルガスライン437は、フローパス425が、他の処理ステーションの同様の構成要素から独立して可動であるように構成された1つまたは複数の構成要素を備える場合、使用され得る。可動構成要素の一例は、垂直に調節可能なシャワーヘッドペDESTALとしてのものである。フローパス425は、処理ステーション1410へのガスフローがオフにされることを可能にするために、調節可能なフローバルブ430の上流にオン／オフフローバルブ440をさらに備える。「オン」状態にあるとき、オン／オフフローバルブ440は、調節可能なフローバルブ430を通して最大許容オリフィスよりも小さいオリフィスを有し得る。フローパス425は、オン／オフフローバルブ440の上流に1つまたは複数のフィルタ445をさらに備え得る。フィルタ445は、分子のサイズ、吸着特性、または他の性質に基づいて空気中の分子状汚染物質を除去する。フィルタ445は、消耗構成要素であり得、必要に応じて置き換えられ得る。

30

【0078】

システム400は、処理ステーション1410の上流のフローパス425内に配置されたミキサ450をさらに備える。ミキサ450は、処理ステーション1410への混合物のフローを計測するより前に、複数のガスを適切に均質な混合物にブレンドするように働き得る。ミキサはまた、ステーション2411、ステーション3412、およびステーション4413のためのガスフローパスにおいて使用され得る。ミキサ450は、第2のフローパス455を介して第2のマニホールド460に結合され得る。第2のマニホールド460は、第3のガス源465に結合され得る。第3のガス源465は、第1のガス源415または第2のガス源423とは異なるガス組成を提供する。このようにして、反応ガスは、処理ステーション1410に入る前に、できるだけ長く別個に保たれ得る。たとえば、第1のガス源415は、シラン系ガスを備え得、第3のガス源465は、酸化ガスを備え得る。異なるガス組成が、各処理ステーションにおいて使用され得るように、第2のマニホールド460が、システム400の各処理ステーションに結合され得るか、または、各処理ステーションが、専用マニホールドを介して別個の第2のガス源に結合され得る。

40

【0079】

50

第2のフローパス425内の各構成要素が、関連する寸法許容差を有する。これらのフローパスがミキサ450において一緒になるとき、いくつかの例では、調節可能なバルブ470は、フローレートが、そのような許容差を補償するように調節されることを可能にするために、第2のフローパス455内に配置され得る。

【0080】

いくつかの例では、単一の調節可能なフローバルブが、高フロープロセスのための十分なCvを可能にしないことがある。そのような例では、調節可能なフローバルブは、対応するフローパス内の固定オリフィスと並列に配置され得る。図5は、並列な固定オリフィスおよび調節可能なバルブの例を有するドライプロセスツールのための例示的なガス分配システム500を示す。システム500は、1つまたは複数の処理チャンバ505と、1つまたは複数の処理チャンバ内に配置された2つまたはそれ以上の処理ステーション（4つの処理ステーション510、511、512、513が、ここでは示されている）と、を備える。システム500は、少なくとも第1のMFC522を介して第1のマニホールド520に結合された第1のガス源515をさらに備える。システム500は、第2のマスフローコントローラ524によって第1のマニホールド520に接続された随意的第2のガス源523をさらに備える。いくつかの例では、ガス分配システムは、第1のマニホールドに接続された追加のガスを有し得る。

【0081】

第1のマニホールド520は、第1のガス源515および第2のガス源523を、第1のフローパス525を介して第1の処理ステーション1 510に流体的に結合する。第1のマニホールド520はまた、第1のガス源515および第2のガス源523を、まとめてフローパス527として示されている他の対応するフローパスを介して各追加の処理ステーション（511、512、513）に流体的に結合する。

【0082】

フローパス525は、オン／オフフローバルブ540と、ミキサ545と、の間に配置された固定オリフィス535と並列な調節可能なフローバルブ530を備える。固定オリフィス535は、金属またはセラミック（たとえば、プレスされたサファイア）など、任意の好適なタイプのオリフィスであり得る。

【0083】

固定オリフィス535は、高フローオリフィスとして構成され得、したがって、調節可能なフローバルブよりも大きいオリフィスを備え得る。たとえば、固定オリフィス535は、たとえば、90単位ของガスフローを可能にするように構成され得、調節可能なフローバルブ530は、5単位から15単位の間ของガスフローを可能にするように調節可能であり得、これは、95～105単位ของガスフローのターゲット範囲を可能にする。この構成では、調節可能なフローバルブ530は、フローレートを微調整し、抵抗フロー平衡を変更するために使用される。他の例では、調節可能なフローバルブ530は、固定オリフィス535よりも大きいオリフィスを有し得る。このようにして、ある用途のための比較的高いフローレートが、調節可能なフローバルブ530の開口サイズをさらに増加させることなしに達成され得る。

【0084】

システム500の他の構成要素は、システム400に関して説明されたものと同様であり得る。たとえば、フローパス525は、1つまたは複数のフィルタ547を備える。第1のガス源515は、ガス圧力値を出力するように構成された1つまたは複数のマノメーター548を備え得る。第2のガス源523も、1つまたは複数のマノメーター549を備え得る。いくつかの例では、フローパス525は、フレキシブルガスライン542を介して第1のマニホールド520に結合される。

【0085】

ミキサ545は、第2のフローパス555を介して、第2のマニホールド560に結合され得る。第2のマニホールド560は、第3のガス源565に結合され得る。第3のガス源565は、第1のガス源515および第2のガス源523とは異なるガス組成を提供し得

10

20

30

40

50

る。いくつかの例では、調節可能なバルブ 570 が、第 2 のフローパス 555 内に配置され得る。追加または代替として、固定オリフィス（図示せず）が、第 2 のフローパス 555 内に配置され得る。

【0086】

図 6 は、マルチステーション処理システムを較正するための例示的な方法 600 を示す。方法 600 は、図 4 のシステム 400 を参照しながら説明される。しかしながら、方法 600 は、システム 500 を含む、調節可能なフローバルブを備える任意の好適なマルチステーション処理システムを較正するために適用され得る。いくつかの例では、方法 600 は、コントローラ 120 など、コントローラまたは制御モジュールによって実行され得る。追加または代替として、方法 600 の 1 つまたは複数の態様が、手動で実施され得る。

10

【0087】

610 において、方法 600 は、共通ガス源のチャンバ圧力を較正ガス圧力に設定することを含む。たとえば、第 1 のガス源 415 のためのマノメーター 435 など、マノメーターからの読取値が、所望のガス圧力を設定するために使用され得る。較正ガス圧力は、プロセス実行中に使用される動作ガス圧力と同じであることも同じでないこともある。

【0088】

続いて 620 において、方法 600 は、以下のように、共通ガス源に結合されたマルチステーション処理システムの各ステーションについて一連のプロセスを通して反復する。630 において、方法 600 は、調節されるステーション以外のステーションへのガスフローを閉じることを含む。たとえば、クワッドステーションにおいて、3 つのフローパスが、それぞれのフローパス内のオン／オフフローバルブを遮断することによって閉じられ得る。追加または代替として、ガスフローは、それらのステーションのためのフローパス中の上流ポイントにおいて閉じられ得る。

20

【0089】

640 において、方法 600 は、共通ガス源から、調節されるステーションにガスを流すことを含む。したがって、1 つのステーションのための 1 つのフローパスが開かれ、残りのフローパスが閉じられ、これは、各フローパスが順次較正されることを可能にする。650 において、方法 600 は、たとえば、第 1 のガス源 415 内のマノメーター 435 を使用して、ガス源において上流ガス圧力を検知することを含む。このようにして、フローパスを通る、調節されるステーションへのフローが、推論され得る。

30

【0090】

660 において、方法 600 は、上流ガス圧力が、所定のガス圧力からのしきい値差内にないとき、フローパス中の調節可能なフローバルブを調節することを含む。方法 600 は、次いで、各追加のステーションのためのプロセス 620～660 を含み得、所定のの上流ガス圧力が許容差内で達せられるまで、各調節可能なフローバルブを調節する。このようにして、マルチステーション処理システムのすべてのステーションを通るフローが、平衡化され得る。プロセスは、ステーション間の差異が悪化させられないことを保証するために、2 回またはそれ以上反復し得る。たとえば、ステーションのためのミキサへの供給を行う 2 つまたはそれ以上のフローパスがあり、各フローパスが調節可能なバルブを備える例では、各フローパスを通るフローは、他のフローパスの許容差に影響を及ぼし得る。したがって、追加の反復的較正が、そのようなシステムにおけるガスフロー不平衡を補正するのに役立つことができる。

40

【0091】

いくつかの例では、マルチステーション処理システムを較正することは、1 つまたは複数のステーション中の消耗構成要素の変更に応答して実施される。たとえば、マルチステーション処理システムは、フィルタが変更されるたびに較正され得る。しかしながら、較正は、追加または代替として、経時的なステーション性能のドリフトに応答して、または任意の他の好適な間隔において、実施され得る。フローが平衡化されると、プロセスはまた、観測された性能（たとえば、プロセスフロー中のステーションチャンバにおける屈折

50

率（R I））に基づいて調節を行うために、他のパラメータ（たとえば、マスフローコントローラレート、ペDESTAL位置、圧力、電力）を変動させることができる。調節可能なフローバルブが自動化される例では、観測された性能は、較正中にまたは較正の合間にのいずれかで、バルブを開いてまたは閉じて、フローを調節し、したがって、性能を調節するために、使用され得る。たとえば、各ガス源内のチャンバ圧力は、所定の値に設定され得、圧力デルタおよび下流フローが、観測され、フローパスにわたる圧力低下が許容差内にあるかどうかを決定するために使用され得る。

【0092】

図7は、マルチステーション処理システムを較正するための例示的な方法700を示す。方法700は、図4に関して説明されたように、システム400を参照しながら説明される。しかしながら、方法700は、システム500など、調節可能なフローバルブを備える任意の好適なマルチステーション処理システムを較正するために適用され得る。いくつかの例では、方法700は、コントローラ120など、コントローラまたは制御モジュールによって実行され得る。追加または代替として、方法700の1つまたは複数の態様が、手動で実施され得る。

【0093】

710において、方法700は、マルチステーション処理システムの少なくとも第1のステーションおよび第2のステーションのためのガスフローを、第1のステーションの第1のフローパス中の第1の調節可能なバルブまたは第2のステーションの第2のフローパス中の第2の調節可能なバルブのうちの1つまたは複数を調節することによって、平衡化させることを含む。たとえば、ガスフローを平衡化させることは、マルチステーション処理システムの各ステーションが、互いのステーションの許容差内のガスフローを有するように、方法600または等価なものを使用して実施され得る。

【0094】

720において、方法700は、第1のステーション中の補償可能なハードウェアディスパリティを検知することを含む。本明細書で使用される、補償可能なハードウェアディスパリティは、他のステーション中の同様の構成要素との機能的差を示し、ガスフローレートの調節を使用して補償され得る、プロセスステーションの構成要素を指す。たとえば、第1のステーション中で処理される基板のためのR Iの増加が、観測され得る。これは、たとえば、ペDESTALが、古くなり、より高い放射率を備え、したがって、より多くの熱を放射することによるものであり得る。

【0095】

730において、方法700は、第1のステーションのフローパス中の第1の調節可能なバルブの設定を調節することによって、第1のステーションのためのガスフローを調節することを含む。たとえば、第1のステーションにおけるR Iの増加が、第1の調節可能なバルブを通してガスフローを増加させることによって補償され得る。他の例では、第1のステーションのためのガスフローを調節することは、第1の調節可能なバルブの開口のサイズを減少させることによってガスフローを減少させることを含み得る。

【0096】

740において、方法700は、第2の調節可能なバルブの設定を維持することを含む。このようにして、第1のステーションのためのガスフローと第2のステーションのためのガスフローとは、ハードウェアディスパリティを補償するために、意図的に非平衡化される。これは、各ステーションが基板を動作させているかのように、基板が処理されることを可能にし得る。いくつかの例では、あるステーションが、補償不可能なハードウェアディスパリティを有する場合、他のステーションのためのフローパス中の調節可能なバルブのための設定が、ディスパリティにもかかわらずフローを平衡化させることを試みるために調節され得る。

【0097】

フローパス中で可変フローバルブを採用することに加えて、またはその代替として、各別個のガス源からのフローが、1つまたは複数のMFCによって加減され得る。これは、

10

20

30

40

50

アクティブなガスフロー調節が、ツールの各ステーションを調整することを可能にする。MFCは、特定のガスを流すために較正されるが、追加のMFCは、特に、特定のガスのマスフローレートを提供するのではなく、各個々のステーションへのガスフローを微調整するために使用され得る。

【0098】

一例として、1つまたは複数の適切にサイズ決定されたMFCが、各個々のステーションがそのステーションに個々のガスフローを送出するために、提供され得る。実施されるプロセスに応じて、各個々のステーションMFCは、対応するステーションへのガス混合物フローを調整し得る。1つのMFCが、対応するステーションへのガスフローを送出するために提供されるとき、そのMFCは、対応するステーションへのガスフローを停止するためにオフにされ得る。

10

【0099】

図8～図12に示されている例では、3つの反応ガスと、1つのキャリアガスと、が混合され、4つの処理ステーションに流される。他の例では、ガスの任意の他の好適なセットが使用され得る。処理ステーションは、1つの処理チャンバまたは複数の処理チャンバ内に配置され得、示されていない1つまたは複数のガスミキサを備え得る。図8～図12は、単一のガスマニホールドを示す。他の例では、第2のマニホールドが、異なるガス組成を提供するために使用され得、異なるガス組成は、各処理ステーションにおいて混合されるか、または各処理ステーションより前に混合され得る。たとえば、第1のマニホールドは、不活性キャリアガス中の反応ガスを搬送し得、第2のマニホールドは、酸化試薬を搬送し得る。

20

【0100】

いくつかの例では、流量比コントローラ(FRC)が、フロー調整を達成するために使用され得る。さらに、いくつかの例では、個々のステーションMFCおよび／またはFRCは、厳しく制御される必要がある(1つまたは複数の)ガスのためのみに使用され得る。キャリアガスは、そのような精密な制御なしにさらに下流に提供され得る。これは、システム設計を簡略化し、フロー調整精度を増加させ、システムコストを低下させ得る。

【0101】

ガスの任意の好適な混合物が、以下のガス分配システム例を介してマルチステーションツール中の処理ステーションに導入され得る。1つの例示的な例として、反応ガスは、シランと、ドーパント(たとえば、ホスフィン)と、水素ガスと、を含み得、キャリアガスは、窒素を含み得る。他の例では、他のガスが使用され得、3つよりも多いまたは少ない反応ガスが使用され得、各々、1つまたは複数のMFCによって加減される。

30

【0102】

図8は、各ガスのためのおよび各処理ステーションのためのマスフローコントローラを備える例示的なマルチステーションプロセスツール800を概略的に示す。4つの処理ステーション、すなわち、第1のステーション801と、第2のステーション802と、第3のステーション803と、第4のステーション804と、を備える、マルチステーションプロセスツール800が示されている。

【0103】

マルチステーションプロセスツール800は、ガス源805をさらに備える。ガス源805は、第1の反応ガス810と、第2の反応ガス811と、第3の反応ガス812と、キャリアガス813と、のための源を備える。各反応ガスは、マニホールドに流され、マニホールドは、反応ガスを各処理ステーションのための別個のMFCに提供する。第1の反応ガス810は、マニホールド820に流される。マニホールド820は、4つのMFC、すなわち、MFC1-1 821と、MFC1-2 822と、MFC1-3 823と、MFC1-4 824と、にガスフローを分ける。次には、これらのMFCは、それぞれ、第1の反応ガス810を、第1のステーション801と、第2のステーション802と、第3のステーション803と、第4のステーション804と、にそれぞれ流す。

40

【0104】

50

同様に、第2の反応ガス811は、マニホールド830に流される。マニホールド830は、4つのMFC、すなわち、MFC2-1 831と、MFC2-2 832と、MFC2-3 833と、MFC1-4 834と、にガスフローを分ける。次には、それらのMFCは、それぞれ、第2の反応ガス811を、第1のステーション801と、第2のステーション802と、第3のステーション803と、第4のステーション804と、にそれぞれ流す。

【0105】

第3の反応ガス812は、マニホールド840に流される。マニホールド840は、4つのMFC、すなわち、MFC3-1 841と、MFC3-2 842と、MFC3-3 843と、MFC3-4 844と、にガスフローを分ける。次には、それらのMFCは、それぞれ、第3の反応ガス812を、第1のステーション801と、第2のステーション802と、第3のステーション803と、第4のステーション804と、にそれぞれ流す。キャリアガス813は、直接MFC4-1 850に流され、次いで、マニホールド852に流され、マニホールド852は、キャリアガスをステーション801～804に流す。

10

【0106】

図4および図5に示されているものなど、追加のバルブ、オリフィス、フィルタ、フレックスラインなどが、ガス源805をステーション801～804に結合するフローパス中に存在し得る。各処理ステーションへの各パスのフローを制御するためにMFCを使用することによって、ガスフローレートの追加の制御が、ガスフローパスの他の構成要素の変動性を補償するために達成され得る。各フローパスはまた、各ガスまたはあらゆるガスのオン／オフ制御を提供され得る。

20

【0107】

図9は、各ガスをミキサに流すためのマスフローコントローラと、その後続く、各処理ステーションのためのマスフローコントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツール900を概略的に示す。4つの処理ステーション、すなわち、第1のステーション901と、第2のステーション902と、第3のステーション903と、第4のステーション904と、を備える、マルチステーションプロセスツール900が示されている。

【0108】

マルチステーションプロセスツール900は、ガス源905を備える。ガス源905は、第1の反応ガス910と、第2の反応ガス911と、第3の反応ガス912と、キャリアガス913と、を備える。各反応ガスは、MFCに流され、次いで、ミキサ915に流される。第1の反応ガス910は、MFC1-1 920に結合される。第2の反応ガス911は、MFC1-2 921に結合される。第3の反応ガス912は、MFC1-3 922に結合される。キャリアガス913は、MFC1-4 923に結合される。

30

【0109】

ミキサ915は、ガス混合物を各処理ステーションについて1つずつ、4つのMFCに向ける。MFC2-1 930は、ガス混合物を第1のステーション901に提供する。MFC2-2 931は、ガス混合物を第2のステーション902に提供する。MFC2-3 932は、ガス混合物を第3のステーション903に提供する。MFC2-4 933は、ガス混合物を第4のステーション904に提供する。

40

【0110】

1つまたは複数の追加の加圧デバイスが、精密なフロー制御を保証するためにガス混合物の圧力を高めるために、MFCの第2のセットの上流に配置され得る。いくつかの例では、追加のMFCが、反応ガスのうちの1つまたは複数の精密な制御のためにガス源905中に含まれ得る。マルチステーションプロセスツール800のように、マルチステーションプロセスツール900は、各ステーションが、各ガスのオン／オフ制御を提供されることを可能にする。比較的、マルチステーションプロセスツール900は、マルチステーションプロセスツール800と比較して、ガスフロー制御においてわずかに劣る精度をも

50

たらし得る。しかしながら、マルチステーションプロセスツール 900 はまた、マルチステーションプロセスツール 800 よりも費用がかからず、複雑でないことがある。

【0111】

図 10 は、各ガスをミキサに流すためのマスフローコントローラと、その後続く、各処理ステーションに分配するためのフローレートコントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツール 1000 を概略的に示す。4つの処理ステーション、すなわち、第1のステーション 1001 と、第2のステーション 1002 と、第3のステーション 1003 と、第4のステーション 1004 と、を備える、マルチステーションプロセスツール 1000 が示されている。

【0112】

マルチステーションプロセスツール 1000 は、ガス源 1005 をさらに備える。ガス源 1005 は、第1の反応ガス 1010 と、第2の反応ガス 1011 と、第3の反応ガス 1012 と、キャリアガス 1013 と、を備える。各反応ガスは、MFC に流され、次いで、ミキサ 1015 に流される。第1の反応ガス 1010 は、MFC 1-1 1020 に結合される。第2の反応ガス 1011 は、MFC 1-2 1021 に結合される。第3の反応ガス 1012 は、MFC 1-3 1022 に結合される。キャリアガス 1013 は、MFC 1-4 1023 に結合される。

【0113】

ミキサ 1015 は、次いで、ガス混合物を FRC 1025 に向ける。FRC 1025 は、ガス混合物を4つの処理ステーションに分ける。この段階において個々のMFCの代わりにFRCを使用することは、低圧ガスが、FRCに入ることと、FRCから出ることと、の両方を行うことができるので、低い圧力変化を伴ってガスを流すことを可能にする。マルチステーションプロセスツール 900 のように、追加のMFCが、反応ガスのうちの1つまたは複数（たとえば、シラン）の精密な制御のためにガス源 1005 中に含まれる。

【0114】

図 11 は、各反応ガスをミキサに流すためのマスフローコントローラと、その後続く、キャリアガスのためのミキサを介して各処理ステーションに分配するためのフローレートコントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツール 1100 を概略的に示す。4つの処理ステーション、すなわち、第1のステーション 1101 と、第2のステーション 1102 と、第3のステーション 1103 と、第4のステーション 1104 と、を備える、マルチステーションプロセスツール 1100 が示されている。

【0115】

マルチステーションプロセスツール 1100 は、ガス源 1105 をさらに備える。ガス源 1105 は、第1の反応ガス 1110 と、第2の反応ガス 1111 と、第3の反応ガス 1112 と、キャリアガス 1113 と、を備える。各反応ガスは、MFC に流され、次いで、ミキサ 1115 に流される。第1の反応ガス 1110 は、MFC 1-1 1120 に結合される。第2の反応ガス 1111 は、MFC 1-2 1121 に結合される。第3の反応ガス 1112 は、MFC 1-3 1122 に結合される。キャリアガス 1113 は、MFC 1-4 1123 に結合される。

【0116】

反応ガス混合物は、次いで、FRC 1125 に渡され、FRC 1125 は、混合物を、各処理ステーションについて1つずつ、4つのフローパスに沿って分割する。キャリアガス 1113 は、MFC 1-4 1123 からガスマニホールド 1130 に流され、ガスマニホールド 1130 は、キャリアガスフローを4つのラインに分割する。各キャリアガスラインは、処理ステーションに渡される前に、ミキサにおいて反応ガスフローパスとマージする。ミキサ 1131 が、組み合わせられたガスフローを第1のステーション 1101 に向け、ミキサ 1132 が、組み合わせられたガスフローを第2のステーション 1102 に向け、ミキサ 1133 が、組み合わせられたガスフローを第3のステーション 1103 に向け、ミキサ 1134 が、組み合わせられたガスフローを第4のステーション 1104 に向

10

20

30

40

50

ける。

【0117】

この構成では、反応ガスは、最初に、比較的より小さいボリュームにおいて互いに混合される。次いで、キャリアガスは、後で、比較的より高いボリュームにおいて混合される。キャリアガス濃度があまり精密でないことがあるので、これは、必要よりもさらに上流の、キャリアガス中で精密に混合するための追加のハードウェアなしに、反応ガスの制御された混合を可能にする。

【0118】

図12は、各反応ガスをミキサに流すためのマスフローコントローラと、その後続く、キャリアガスのためのミキサを介して各処理ステーションに分配するためのマスフローコントローラと、を備える例示的なマルチステーションプロセスツール1200を概略的に示す。4つの処理ステーション、すなわち、第1のステーション1201と、第2のステーション1202と、第3のステーション1203と、第4のステーション1204と、を備える、マルチステーションプロセスツール1200が示されている。

10

【0119】

マルチステーションプロセスツール1200は、ガス源1205をさらに備える。ガス源1205は、第1の反応ガス1210と、第2の反応ガス1211と、第3の反応ガス1212と、キャリアガス1213と、を備える。各反応ガスは、MFCに流され、次いで、ミキサ1215に流される。第1の反応ガス1210は、MFC1-1 1220に結合される。第2の反応ガス1211は、MFC1-2 1221に結合される。第3の反応ガス1212は、MFC1-3 1222に結合される。キャリアガス1213は、MFC1-4 1223に結合される。

20

【0120】

ミキサ1215は、ガス混合物を各処理ステーションについて1つずつ、4つのMFCに向ける。MFC2-1 1230は、ガス混合物を第1のステーション1201に提供する。MFC2-2 1231は、ガス混合物を第2のステーション1202に提供する。MFC2-3 1232は、ガス混合物を第3のステーション1203に提供する。MFC2-4 1233は、ガス混合物を第4のステーション1204に提供する。1つまたは複数の追加の加圧デバイスが、精密なフロー制御を保証するためにガス混合物の圧力を高めるために、MFCの第2のセットの上流に配置され得る。

30

【0121】

キャリアガス1213は、MFC1-4 1223からガスマニホールド1240に流れ、ガスマニホールド1240は、キャリアガスフローを4つのラインに分割する。各キャリアガスラインは、処理ステーションに渡される前に、ミキサにおいて反応ガスフローパスとマージする。ミキサ1241が、組み合わせられたガスフローを第1のステーション1201に向け、ミキサ1242が、組み合わせられたガスフローを第2のステーション1202に向け、ミキサ1243が、組み合わせられたガスフローを第3のステーション1203に向け、ミキサ1244が、組み合わせられたガスフローを第4のステーション1204に向ける。

【0122】

図8～図12に関して説明される例のいずれかでは、追加のフロー制御ハードウェアが、プロセスステップ間のガスフローを調節するために、追加の動的制御を提供することができる。処理中の監視された条件（たとえば、膜厚、堆積レート、エッチングレート、RI）に基づいて、フローが、プロセスステップ間で（場合によっては自動化を介して）調節され得る。他の例では、複数の異なるプロセスが、同じステーション上で連続的に実施され得、複数の異なるプロセスが、同じマルチステーションツール内の隣接するステーション上で実施され得る。

40

【0123】

これらの例では、フローの広範囲調整可能性が、各個々のステーションについて提供される。調整は、構成要素を手動で調節および／または交換するためにツールをシャットダ

50

ウンする必要なしに、自動的に、またはツールのためのユーザインターフェースから、導かれ得る。さらに、MFC制御は、特定のステーションへのフローをオフにする追加の能力を提供する。

【0124】

いくつかの実施形態では、本明細書で説明される方法およびプロセスは、1つまたは複数のコンピューティングデバイスのコンピューティングシステムにひも付けられ得る。特に、そのような方法およびプロセスは、コンピュータアプリケーションプログラムまたはサービス、アプリケーションプログラミングインターフェース（API）、ライブラリ、および／あるいは他のコンピュータプログラム製品として実装され得る。

【0125】

図13は、上記で説明された方法およびプロセスのうちの1つまたは複数を遂行することができるコンピューティングシステム1300の非限定的な実施形態を概略的に示す。コンピューティングシステム1300は、簡略化された形態で示されている。コンピューティングシステム1300は、1つまたは複数のパーソナルコンピュータ、ワークステーション、ウェア処理ツールと一体化されたコンピュータ、および／またはネットワークアクセス可能なサーバコンピュータの形態をとり得る。

【0126】

コンピューティングシステム1300は、論理マシン1310と、記憶マシン1320と、を含む。コンピューティングシステム1300は、随意に、ディスプレイサブシステム1330、入力サブシステム1340、通信サブシステム1350、および／または図13に示されていない他の構成要素を含み得る。コントローラ120は、コンピューティングシステム1300の一例である。

【0127】

論理マシン1310は、命令を実行するように構成された1つまたは複数の物理デバイスを含む。たとえば、論理マシンは、1つまたは複数のアプリケーション、サービス、プログラム、ルーチン、ライブラリ、オブジェクト、構成要素、データ構造、または他の論理構築物の一部である命令を実行するように構成され得る。そのような命令は、タスクを実施するか、データタイプを実装するか、1つまたは複数の構成要素の状態を変換するか、技術的効果を達成するか、またはさもなければ所望の結果に達するために、実装され得る。

【0128】

論理マシンは、ソフトウェア命令を実行するように構成された1つまたは複数のプロセッサを含み得る。追加または代替として、論理マシンは、ハードウェア命令またはファームウェア命令を実行するように構成された1つまたは複数のハードウェア論理マシンまたはファームウェア論理マシンを含み得る。論理マシンのプロセッサは、シングルコアまたはマルチコアであり得、その上で実行される命令は、順次処理、並列処理、および／または分配処理のために構成され得る。論理マシンの個々の構成要素は、随意に、2つまたはそれ以上の別個のデバイスの間で分配され得、それらのデバイスは、リモートに位置し、および／または協調処理のために構成され得る。論理マシンの態様は、クラウドコンピューティング構成において構成された、リモートアクセス可能な、ネットワーク化されたコンピューティングデバイスによって仮想化および実行され得る。

【0129】

記憶マシン1320は、本明細書で説明される方法およびプロセスを実装するために論理マシンによって実行可能な命令を保持するように構成された1つまたは複数の物理デバイスを含む。そのような方法およびプロセスが実装されるとき、記憶マシン1320の状態は、たとえば、異なるデータを保持するために、変換され得る。

【0130】

記憶マシン1320は、リムーバブルデバイスおよび／または内蔵デバイスを含み得る。記憶マシン1320は、特に、光メモリ（たとえば、CD、DVD、HD-DVD、Blu-Rayディスクなど）、半導体メモリ（たとえば、RAM、EPROM、EEPROM

10

20

30

40

50

OMなど)、および／または磁気メモリ(たとえば、ハードディスクドライブ、フロッピーディスクドライブ、テープドライブ、MRAMなど)を含み得る。記憶マシン1320は、揮発性デバイス、不揮発性デバイス、動的デバイス、静的デバイス、読取り／書込みデバイス、読取り専用デバイス、ランダムアクセスデバイス、順次アクセスデバイス、ロケーションアドレス指定可能デバイス、ファイルアドレス指定可能デバイス、および／またはコンテンツアドレス指定可能デバイスを含み得る。

【0131】

記憶マシン1320は、1つまたは複数の物理デバイスを含むことが諒解されよう。しかしながら、本明細書で説明される命令の態様は、代替的に、有限の持続時間の間、物理デバイスによって保持されない通信媒体(たとえば、電磁信号、光信号など)によって伝搬され得る。

10

【0132】

論理マシン1310および記憶マシン1320の態様は、ともに、1つまたは複数のハードウェア論理構成要素に一体化され得る。そのようなハードウェア論理構成要素は、たとえば、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラムおよび特定用途向け集積回路(PASIC/ASIC)、プログラムおよび特定用途向け標準製品(PSSP/ASSP)、システムオンチップ(SOC)、ならびに複合プログラマブル論理デバイス(CPLD)を含み得る。

【0133】

含まれるとき、ディスプレイサブシステム1330は、記憶マシン1320によって保持されるデータの視覚表現を提示するために使用され得る。この視覚表現は、グラフィカルユーザインターフェース(GUI)の形態をとり得る。本明細書で説明される方法およびプロセスは、記憶マシンによって保持されるデータを変更し、したがって、記憶マシンの状態を変換するので、ディスプレイサブシステム1330の状態は、同様に、基礎をなすデータの変更を視覚的に表すように変換され得る。ディスプレイサブシステム1330は、実質的に任意のタイプの技術を利用する1つまたは複数のディスプレイデバイスを含み得る。そのようなディスプレイデバイスは、共有エンクロージャ中の論理マシン1310および／または記憶マシン1320と組み合わせられ得るか、あるいは、そのようなディスプレイデバイスは、周辺ディスプレイデバイスであり得る。

20

【0134】

含まれるとき、入力サブシステム1340は、キーボード、マウス、またはタッチスクリーンなど、1つまたは複数のユーザ入力デバイスを備えるか、あるいはそれらとインターフェースし得る。いくつかの実施形態では、入力サブシステムは、選択された自然ユーザ入力(NUI)構成要素を備えるか、またはそれとインターフェースし得る。そのような構成要素は、一体化されるか、または周辺にあり得、入力アクションの伝達および／または処理は、オンボードまたはオフボードで扱われ得る。例示的なNUI構成要素は、音声および／またはボイス認識のためのマイクロフォンと、マシン視覚および／またはジェスチャー認識のための、赤外線、色、立体視、および／または深度カメラと、を含み得る。

30

【0135】

含まれるとき、通信サブシステム1350は、コンピューティングシステム1300を、1つまたは複数の他のコンピューティングデバイスと通信可能に結合するように構成され得る。通信サブシステム1350は、1つまたは複数の異なる通信プロトコルに適合するワイヤードおよび／またはワイヤレス通信デバイスを含み得る。非限定的な例として、通信サブシステムは、ワイヤレス電話ネットワーク、あるいはワイヤードまたはワイヤレスローカルまたはワイドエリアネットワークを介した通信のために構成され得る。いくつかの実施形態では、通信サブシステムは、コンピューティングシステム1300が、インターネットなどのネットワークを介して、他のデバイスにおよび／または他のデバイスから、メッセージを送るおよび／または受け取ることを可能にし得る。

40

【0136】

50

本明細書で説明される構成および／または手法は、本質的に例示的であり、これらの特定の実施形態または例は、多数の変形形態が可能であるので、限定的な意味において考慮されるべきではないことを理解されよう。本明細書で説明される特定のルーチンまたは方法は、任意の数の処理ストラテジーのうちの1つまたは複数を表し得る。したがって、示されるおよび／または説明される様々な行為が、示されるおよび／または説明されるシーケンスで、他のシーケンスで、並列に、実施されるか、あるいは省略され得る。同様に、上記で説明されたプロセスの順序は、変更され得る。

【0137】

本開示の主題は、本明細書で開示される、様々なプロセス、システム、および構成と、他の特徴、機能、行為、および／または性質と、のすべての新規のおよび自明でない組合せおよび部分組合せ、ならびに、それらの任意のおよびすべての等価物を含む。

【図面】

【図1】

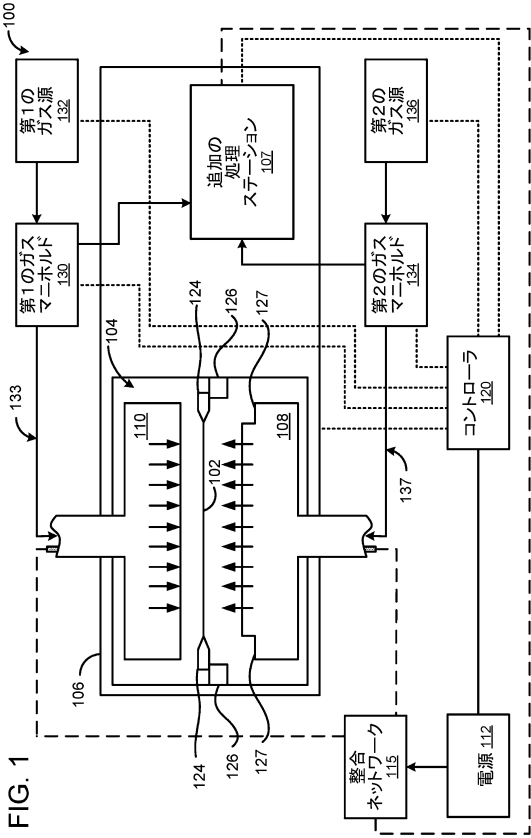


FIG. 1

【図2】

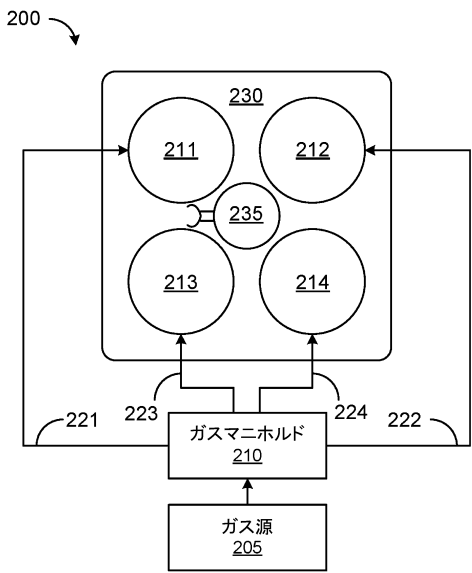


FIG. 2

【圖 3】

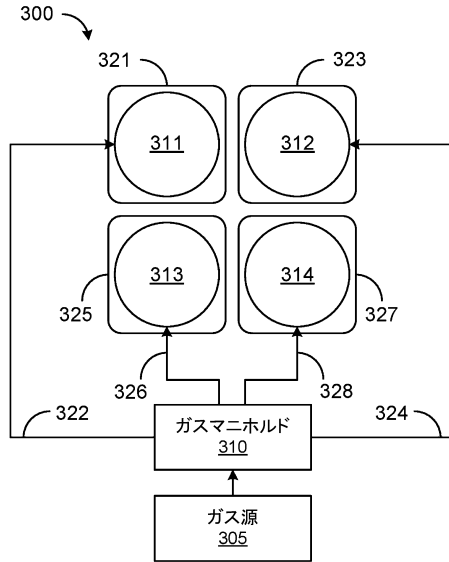


FIG. 3

【図 4】

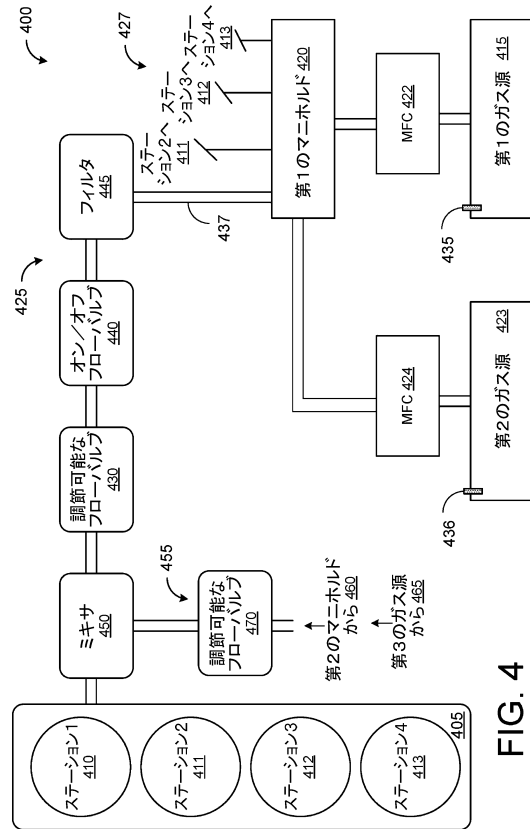


FIG. 4

【図 5】

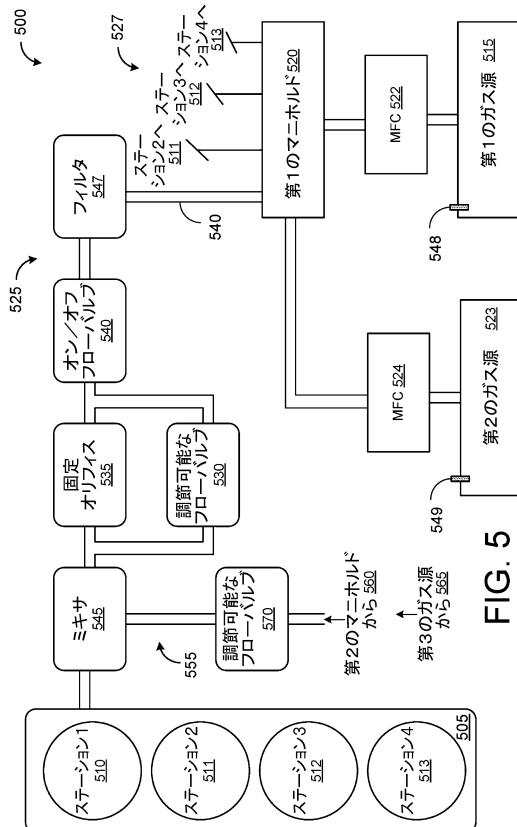


FIG. 5

【図 6】

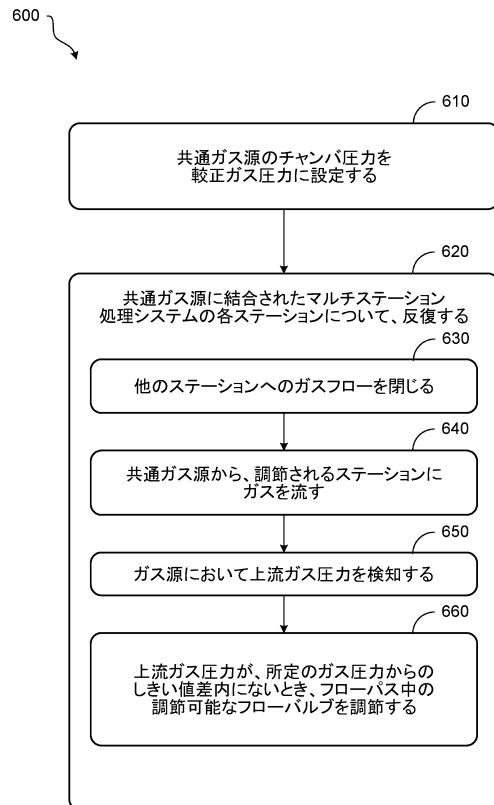


FIG. 6

【図 7】

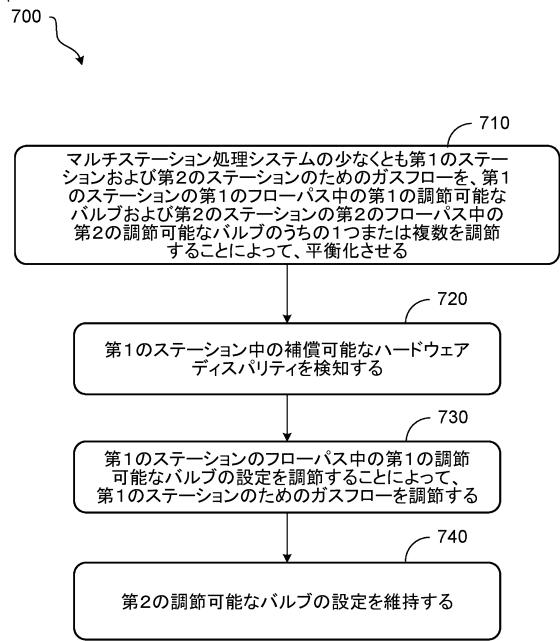


FIG. 7

【図 8】

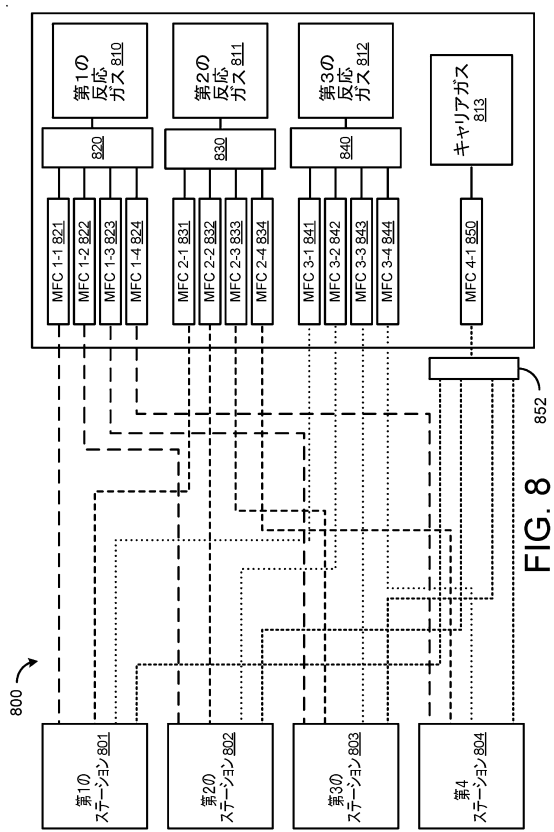


FIG. 8

【図 9】

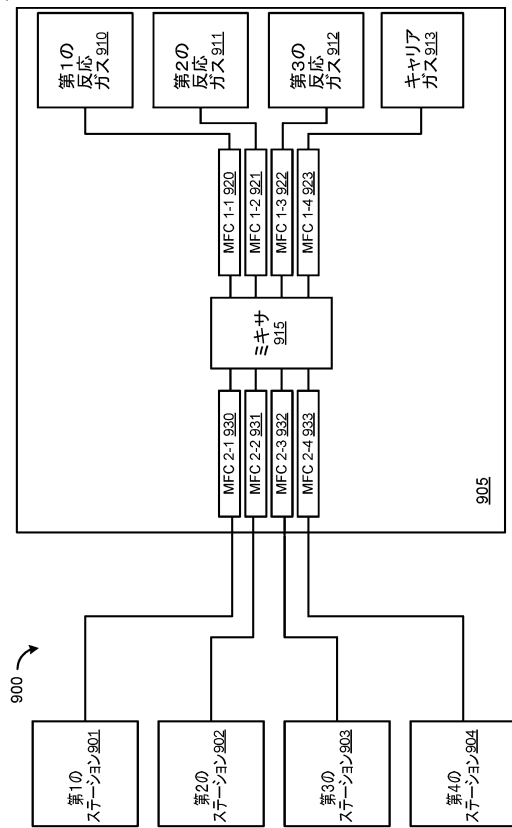


FIG. 9

【図 10】

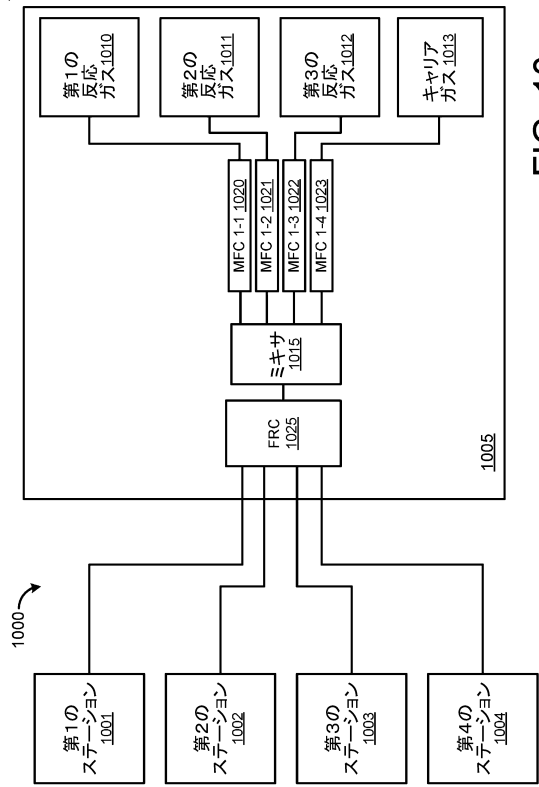
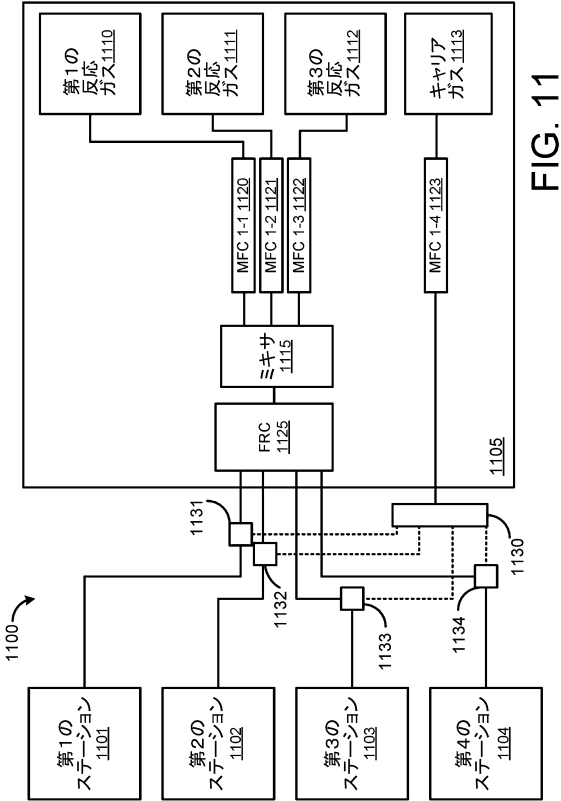
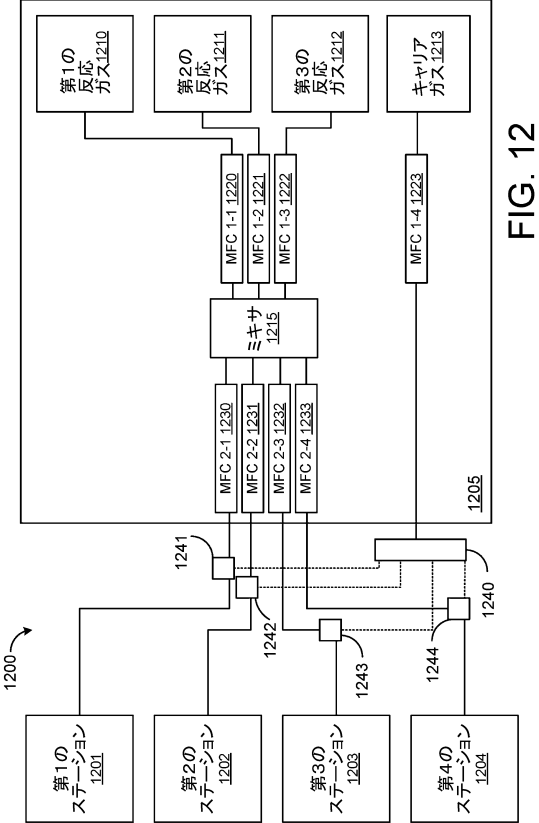


FIG. 10

【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

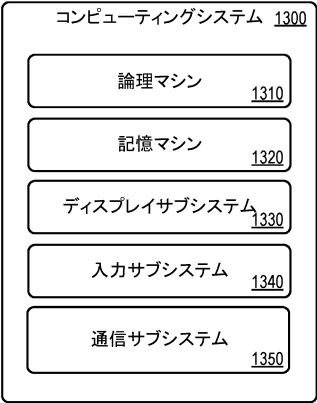


FIG. 13

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2022/080198
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L 21/67(2006.01); C23C 16/455(2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L 21/67(2006.01); C23C 16/455(2006.01); C23C 16/54(2006.01); C23F 1/08(2006.01); H01J 37/32(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: manifold, mass flow controller, mixer, calibration, control		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020-247966 A1 (LAM RESEARCH CORPORATION) 10 December 2020 (2020-12-10) paragraphs [0065], [0075]-[0084] and figures 1-2	1-15,21-29
Y	US 2008-0210377 A1 (LARSON et al.) 04 September 2008 (2008-09-04) paragraphs [0032]-[0039] and figures 2-3	1-15,21-29
X	US 2021-0074526 A1 (APPLIED MATERIALS, INC.) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraphs [0048]-[0059], [0068], claim 4 and figure 2	16-20
A	US 2021-0366735 A1 (ICHOR SYSTEMS, INC.) 25 November 2021 (2021-11-25) paragraphs [0025]-[0036] and figures 2-3	1-29
A	KR 10-2017-0070183 A (LAM RESEARCH CORPORATION) 21 June 2017 (2017-06-21) claims 1-2 and figures 1, 3	1-29
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 March 2023		Date of mailing of the international search report 09 March 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer HONG, Kee Wan Telephone No. +82-42-481-5003

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2022/080198

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

- This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
- I. Claims 1-15, 21-29 directed to a system comprising one or more processing chambers, two or more processing station, and a gas source.
- II. Claims 16-20 directed to a method for calibrating a multi-station processing system.
1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
- Remark on Protest**
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2022/080198

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020-247966	A1	10 December 2020	CN	114207767	A	18 March 2022
				JP	2022-536293	A	15 August 2022
				KR	10-2022-0018591	A	15 February 2022
				TW	202114095	A	01 April 2021
				US	2022-0228263	A1	21 July 2022
US	2008-0210377	A1	04 September 2008	AU	2003-293396	A1	09 July 2004
				CN	101006565	A	25 July 2007
				EP	1573775	A2	14 September 2005
				JP	2008-504683	A	14 February 2008
				JP	4914830	B2	11 April 2012
				KR	10-1171813	B1	13 August 2012
				KR	10-2007-0035506	A	30 March 2007
				TW	200504861	A	01 February 2005
				TW	200614365	A	01 May 2006
				TW	I336496	A	21 January 2011
				TW	I375269	B	21 October 2012
				US	2004-0112538	A1	17 June 2004
				US	2004-0112539	A1	17 June 2004
				US	2004-0112540	A1	17 June 2004
				US	2005-0006346	A1	13 January 2005
				US	7169231	B2	30 January 2007
				US	7371332	B2	13 May 2008
				US	7534363	B2	19 May 2009
				US	8801892	B2	12 August 2014
				WO	2004-055855	A2	01 July 2004
				WO	2004-055855	A3	06 January 2005
				WO	2004-055855	B1	17 March 2005
				WO	2006-007355	A1	19 January 2006
US	2021-0074526	A1	11 March 2021	None			
US	2021-0366735	A1	25 November 2021	JP	2019-505036	A	21 February 2019
				KR	10-2018-0044931	A	03 May 2018
				US	11094563	B2	17 August 2021
				US	2018-0286705	A1	04 October 2018
				WO	2017-031257	A2	23 February 2017
				WO	2017-031257	A3	05 October 2017
KR	10-2017-0070183	A	21 June 2017	CN	107148661	A	08 September 2017
				CN	107148661	B	18 October 2019
				EP	3207558	A1	23 August 2017
				EP	3207558	B1	03 August 2022
				JP	2017-532788	A	02 November 2017
				JP	6789932	B2	25 November 2020
				SG	11201703129	A	30 May 2017
				TW	201634718	A	01 October 2016
				TW	I685579	B	21 February 2020
				US	10431431	B2	01 October 2019
				US	2016-0111258	A1	21 April 2016
				WO	2016-061475	A1	21 April 2016

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CV,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,I
T,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,
MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,
SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. B l u - r a y

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

(72)発明者 ボートライト・ダニエル

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

F ターム（参考） 4K030 CA04 CA12 EA01 EA04 GA02 HA01 JA05 JA09 KA41 LA15
 5F004 BA04 BB13 BB18 BB26 BC03 BD04 CA02 CA05 CB01 DA30
 5F045 AA08 AA15 AB32 AC01 AC11 AC15 AC19 DP03 EB03 EE02
 EE04 EE05 EF05 EH05 EH07 EH14 EK07 EM07 EM10 GB04 GB09
 GB10 GB15