

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2025-506501

(P2025-506501A)

(43)公表日 令和7年3月11日(2025.3.11)

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)  
 F 1 6 K 31/122(2006.01) F 1 6 K 31/122 3 H 0 5 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全35頁)

(21)出願番号	特願2024-547624(P2024-547624)	(71)出願人	523257842
(86)(22)出願日	令和5年2月14日(2023.2.14)		ジェネラル フュージョン インコーポレイテッド
(85)翻訳文提出日	令和6年10月3日(2024.10.3)		カナダ ヴィー7ビー 1ビー4 プリテイッシュコロンビア、リッチモンド、ラス ベイカー ウェイ 6 0 2 0
(86)国際出願番号	PCT/CA2023/050186	(74)代理人	110000855
(87)国際公開番号	WO2023/154998		弁理士法人浅村特許事務所
(87)国際公開日	令和5年8月24日(2023.8.24)	(72)発明者	エソウ、コーディー ジョン パヴェル
(31)優先権主張番号	63/268,045		カナダ ヴィー7ビー 1シー3 プリテイッシュコロンビア、リッチモンド、ライサンダー レーン 3 6 0 0、スイート 3 2 0
(32)優先日	令和4年2月15日(2022.2.15)	(72)発明者	ジーマーマン、イェルク
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		カナダ ヴィー7ビー 1シー3 プリテイッシュコロンビア、リッチモンド、ライサンダー レーン 3 6 0 0、スイート 3 2 0
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,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,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV)		

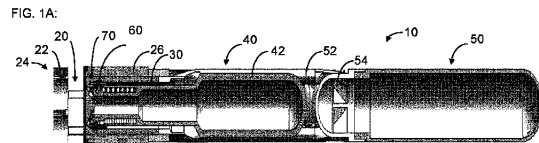
最終頁に続く

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高速開放低力ポペット弁

(57)【要約】

弁は、本体と、加圧ガスを受容するように構成される入口と、入口からの加圧ガスを受容するように構成される出口と、入口からの加圧ガスを受容するように構成される領域とを含む。弁は、長手方向軸を有し、長手方向軸に沿って本体内で制御可能に移動されるように構成されるプラグをさらに含む。プラグは、封鎖位置と少なくとも1つの非封鎖位置との間で移動可能である。封鎖位置におけるプラグは、本体と共に第1のシール及び第2のシールを形成し、第1のシールが入口と出口との間にあり、第2のシールが入口と領域との間にある。封鎖位置におけるプラグは、加圧ガスによって封鎖位置に向かって付勢される。少なくとも1つの非封鎖位置におけるプラグは、加圧ガスによって封鎖位置から離れるように付勢される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

本体と、  
加圧ガスを受容するように構成される入口と、  
前記入口からの前記加圧ガスを受容するように構成される出口と、  
前記入口からの前記加圧ガスを受容するように構成される領域と、  
長手方向軸を有し、前記長手方向軸に沿って前記本体内で制御可能に移動されるように構成されるプラグとを備え、

前記プラグは、封鎖位置と少なくとも 1 つの非封鎖位置との間で移動可能であり、前記封鎖位置における前記プラグは、前記本体と共に第 1 のシール及び第 2 のシールを形成し、前記第 1 のシールは、前記入口と前記出口との間にあり、前記第 2 のシールは、前記入口と前記領域との間にあり、前記封鎖位置における前記プラグは、前記加圧ガスによって前記封鎖位置に向かって付勢され、前記少なくとも 1 つの非封鎖位置における前記プラグは、前記加圧ガスによって前記封鎖位置から離れるように付勢される、弁。

10

**【請求項 2】**

前記プラグは、  
前記本体の第 1 の本体部分と機械的に連通して、前記入口と前記出口との間に前記第 1 のシールを形成するように構成される、第 1 のプラグ部分、及び  
前記本体の第 2 の本体部分と機械的に連通して、前記入口と前記領域との間に前記第 2 のシールを形成するように構成される、第 2 のプラグ部分  
を備える、請求項 1 に記載の弁。

20

**【請求項 3】**

前記第 1 のシールは、第 1 の面シールを含み、前記第 1 のプラグ部分及び前記第 1 の本体部分の一方は、前記第 1 のシールを備え、前記第 1 のプラグ部分及び前記第 1 の本体部分の他方は、前記第 1 のシールに対して押し付けられるように構成される第 1 のシール表面を備える、請求項 2 に記載の弁。

**【請求項 4】**

前記第 2 のシールは、第 2 の面シールを含み、前記第 2 のプラグ部分及び前記第 2 の本体部分の一方は、前記第 2 のシールを備え、前記第 2 のプラグ部分及び前記第 2 の本体部分の他方は、前記第 2 のシールに対して押し付けられるように構成される第 2 のシール表面を備える、請求項 2 又は請求項 3 に記載の弁。

30

**【請求項 5】**

前記第 1 のシール表面は、前記プラグの前記長手方向軸に実質的に垂直であり、且つ / 又は前記第 2 のシール表面は、前記長手方向軸に実質的に垂直である、請求項 3 又は請求項 4 に記載の弁。

**【請求項 6】**

前記第 1 のプラグ部分は、第 1 の面積を有する第 1 の領域の第 1 の周辺に沿って、前記第 1 の本体部分に対して押し付けられるように構成され、前記第 2 のプラグ部分は、前記第 1 の面積より小さい第 2 の面積を有する第 2 の領域の第 2 の周辺に沿って、前記第 2 の本体部分に対して押し付けられるように構成される、請求項 5 に記載の弁。

40

**【請求項 7】**

前記第 1 の周辺は、実質的に円形であり、90 ミリメートル～150 ミリメートルの範囲の第 1 の直径を有し、前記第 2 の周辺は、実質的に円形であり、90 ミリメートル～150 ミリメートルの範囲の第 2 の直径を有する、請求項 6 に記載の弁。

**【請求項 8】**

前記封鎖位置から前記プラグを制御可能に移動させて、同時に前記第 1 の本体部分から前記第 1 のプラグ部分を切り離し、前記第 2 の本体部分から前記第 2 のプラグ部分を切り離し、それによって、同時に前記加圧ガスが前記入口から前記出口及び前記入口から前記領域へ流れることを可能にするように構成される、アクチュエータをさらに備える、請求項 2 から 7 のいずれか一項に記載の弁。

50

## 【請求項 9】

前記アクチュエータは、電磁アクチュエータ、圧電アクチュエータ、磁気アクチュエータ、機械式プランジャ、パイロット弁からなる群から選択される、請求項 8 に記載の弁。

## 【請求項 10】

前記加圧ガスは、前記封鎖位置における前記プラグの第 1 の表面積に第 1 の力を加え、前記加圧ガスは、前記少なくとも 1 つの非封鎖位置における前記プラグの第 2 の表面積に第 2 の力を加える、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の弁。

## 【請求項 11】

前記第 1 の本体部分は、前記第 1 のプラグ部分と機械的に連通して前記入口と前記出口との間に前記第 1 のシールを形成するように構成される第 1 のばね負荷表面を備え、且つ / 又は、前記第 2 の本体部分は、前記第 2 のプラグ部分と機械的に連通して前記入口と前記領域との間に前記第 2 のシールを形成するように構成される第 2 のばね負荷表面を備える、請求項 2 から 10 のいずれか一項に記載の弁。

10

## 【請求項 12】

前記第 1 のシール及び / 又は前記第 2 のシールと流体連通する少なくとも 1 つのポートをさらに備え、前記少なくとも 1 つのポートは、前記封鎖位置から前記プラグを移動させるように構成される、空気圧による衝撃を受容するように構成される、請求項 2 から 11 のいずれか一項に記載の弁。

## 【請求項 13】

前記領域におけるガスと圧力を等しくするために、前記第 2 のプラグ部分と前記第 2 の本体部分との間にガスのための経路をさらに備える、請求項 2 から 12 のいずれか一項に記載の弁。

20

## 【請求項 14】

前記プラグは、前記長手方向軸を有するリング部分を備え、前記リング部分は、前記本体の内部部分を実質的に包囲する、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の弁。

## 【請求項 15】

前記プラグは、前記長手方向軸を有し、前記本体のオリフィスを通して延びるピストン部分、前記ピストン部分の第 1 の端部部分から前記長手方向軸に実質的に垂直に延びる第 1 のリップ、及び前記ピストン部分の第 2 の端部部分から前記長手方向軸に実質的に垂直に延びる第 2 のリップを備える、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の弁。

30

## 【請求項 16】

前記プラグ及び前記本体は、前記加圧ガスの一部を捕捉及び圧縮して、前記封鎖位置から離れる前記プラグの移動及び / 又は前記封鎖位置に向かう前記プラグの移動を制動するように構成される、請求項 14 又は請求項 15 に記載の弁。

## 【請求項 17】

前記ピストン部分は、外側寸法を有し、前記本体は、内側寸法を有し、前記外側寸法及び / 又は前記内側寸法は、前記長手方向軸に沿って変化する、請求項 15 に記載の弁。

## 【請求項 18】

少なくとも 1 つの通気口をさらに備え、前記プラグは、前記プラグが前記封鎖位置にある場合、及び前記プラグが前記封鎖位置と異なる第 1 の非封鎖位置にある場合に、前記加圧ガスが前記入口から前記少なくとも 1 つの通気口へ流れことを防止し、前記プラグは、前記プラグが前記封鎖位置及び前記第 1 の非封鎖位置と異なる第 2 の非封鎖位置にある場合に、前記加圧ガスが前記出口から前記少なくとも 1 つの通気口を通して流れることを可能にする、請求項 1 から 17 のいずれか一項に記載の弁。

40

## 【請求項 19】

前記入口への前記加圧ガスの放出前に、前記封鎖位置へ前記プラグを制御可能に移動させるように構成される、少なくとも 1 つのばねをさらに備える、請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の弁。

## 【請求項 20】

閉鎖アクチュエータをさらに備え、前記少なくとも 1 つのばねは、前記閉鎖アクチュエ

50

ータと前記プラグとの間に挟まれ、前記閉鎖アクチュエータは、前記プラグが前記封鎖位置にあるように、前記少なくとも1つのばね及び前記プラグを制御可能に移動させるように構成される、請求項19に記載の弁。

【請求項21】

加圧ガスを受容するように構成される入口と、  
前記入口からの前記加圧ガスを受容するように構成される一次出口と、  
前記一次出口からの前記加圧ガスを受容するように構成される通気出口と、  
少なくとも3つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリとを備え、前記少なくとも3つの構成は、  
前記プラグ・アセンブリが、前記加圧ガスが前記一次出口及び/又は前記通気出口へ流れることを防止する、第1の構成、  
前記第1の構成と異なる、前記プラグ・アセンブリが、前記加圧ガスが前記入口から前記一次出口へ流れることを可能にし、前記加圧ガスが前記通気出口へ流れることを防止する、第2の構成、及び  
前記第1の構成及び前記第2の構成と異なる、前記プラグ・アセンブリが、前記加圧ガスが前記一次出口から前記通気出口へ流れることを可能にする、第3の構成を含む、弁。

【請求項22】

前記プラグ・アセンブリは、長手方向軸を有し、前記弁のオリフィスを通して延びるピストン部分を備え、前記ピストン部分は、前記長手方向軸に沿って、それぞれ前記第1、第2、及び第3の構成に対応する、第1、第2及び第3の位置の間で制御可能に移動されるように構成される、請求項21に記載の弁。

【請求項23】

前記プラグ・アセンブリは、前記弁の実質的に円筒形の本体部分を包囲し、長手方向軸を有するリング部分を備え、前記リング部分は、前記長手方向軸に沿って、それぞれ前記第1、第2及び第3の構成に対応する、第1、第2及び第3の位置の間で制御可能に移動されるように構成される、請求項21に記載の弁。

【請求項24】

前記プラグ・アセンブリは、  
前記弁の実質的に円筒形の本体部分を包囲する実質的にリング形状の駆動プラグであって、前記本体部分が長手方向軸を有し、前記長手方向軸に沿って少なくとも第1の位置と第2の位置との間で制御可能に移動されるように構成される、駆動プラグと、  
前記弁の前記実質的に円筒形の本体部分を包囲する実質的にリング形状の反発プラグであって、前記長手方向軸に沿って少なくとも第3の位置と第4の位置との間で制御可能に移動されるように構成される、反発プラグとを備え、  
前記第1の構成では、前記駆動プラグが前記第1の位置にあり、前記反発プラグが前記第3の位置にあり、前記第2の構成では、前記駆動プラグが前記第2の位置にあり、前記反発プラグが前記第3の位置にあり、前記第3の構成では、前記反発プラグが前記第4の位置にある、  
請求項21に記載の弁。

【請求項25】

前記プラグ・アセンブリは、前記入口への前記加圧ガスの放出前に、前記第1の構成へ前記プラグ・アセンブリを制御可能に移動させるように構成される、少なくとも1つのばねを備える、請求項21から24のいずれか一項に記載の弁。

【請求項26】

循環する金属液体媒体によって少なくとも部分的に囲まれた容積内にプラズマを受容及び収容するように、及び前記プラズマの周囲の前記液体媒体を制御可能に圧縮し、それによって前記容積を減少させ、前記プラズマを圧縮するように構成される、プラズマ圧縮システムであって、

前記液体媒体へ衝撃を加えるように構成される複数の駆動装置と、  
 圧縮ガスを収容する供給源及び前記複数の駆動装置のうちの少なくとも1つの駆動装置  
 と流体連通する少なくとも1つの弁とを備え、  
 前記少なくとも1つの弁は、プラグを備え、  
 前記プラグが前記供給源からのガス圧力によって及び/又は前記少なくとも1つの弁  
 のばねによって着座させられる、閉鎖状態と、  
 前記プラグが前記供給源からの前記ガス圧力によって駆動されて開く、開放状態とを  
 有する、システム。

【請求項27】

前記液体媒体が反発し、少なくとも一部のガスを再圧縮して、前記少なくとも1つの弁  
 を通して前記供給源へ戻す、反発回復フェーズを有する、請求項26に記載のシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、概してポペット弁に関し、より具体的には、低い開放の力で高速に開くよう  
 に、及び高圧で使用されるように構成される、ポペット弁に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、直動式ポペット弁（例えば、弁を開放又は閉鎖するためにオリフィスに対して軸  
 方向に沿って移動可能であるプラグを有する弁）において、上流の高圧ガスが、可動プラ  
 グに力を加えて、弁を閉鎖された状態に保つ。弁を開放するために加えられる力が大きい  
 と、ポペット弁が操作され得る圧力及び直径が限定される。一部の代替的な弁の設計は、  
 パイロット・プラグを使用し、それにより、弁が操作され得る圧力及び直径の範囲を広げ  
 るが、パイロット・オリフィスを通る流量が制限されることに起因して、開放時間がより  
 遅くなる。一部の他の代替的な弁の設計は、ラジアル・シールを使用するが、それが摩擦  
 及びばらつきの原因となり、それにより、高い表面速度及び高圧に対処するそれらの能力  
 が限定される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第8336849号明細書

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書に記載されるある特定の態様において、弁は、本体と、加圧ガスを受容するよ  
 うに構成される入口と、入口からの加圧ガスを受容するように構成される出口と、入口か  
 らの加圧ガスを受容するように構成される領域とを備える。弁は、長手方向軸を有し、長  
 手方向軸に沿って本体内で制御可能に移動されるように構成されるプラグをさらに備える  
 。プラグは、封鎖位置と少なくとも1つの非封鎖位置との間で移動可能である。封鎖位置  
 におけるプラグは、本体と共に第1のシール及び第2のシールを形成し、第1のシールが  
 入口と出口との間にあり、及び第2のシールが入口と領域との間にある。封鎖位置におけ  
 るプラグは、加圧ガスによって封鎖位置に向かって付勢される。少なくとも1つの非封鎖  
 位置におけるプラグは、加圧ガスによって封鎖位置から離れるように付勢される。

40

【0005】

本明細書に記載されるある特定の他の態様において、弁は、加圧ガスを受容するよう  
 に構成される入口と、入口からの加圧ガスを受容するように構成される一次出口と、一次出  
 口からの加圧ガスを受容するように構成される通気出口とを備える。弁は、プラグ・アセ  
 ンブリをさらに備え、プラグ・アセンブリは、加圧ガスが一次出口及び/又は通気出口へ  
 流れることを防止する、第1の構成を含む少なくとも3つの構成の間で制御可能に調整さ  
 れるように構成される。少なくとも3つの構成は、第1の構成と異なる、プラグ・アセン

50

ブリが、加圧ガスが入口から一次出口へ流れることを可能にし、加圧ガスが通気出口へ流れることを防止する、第2の構成をさらに含む。少なくとも3つの構成は、第1の構成及び第2の構成と異なる、プラグ・アセンブリが、加圧ガスが一次出口から通気出口へ流れることを可能にする、第3の構成をさらに含む。

【0006】

本明細書に記載されるある特定の他の態様において、プラズマ圧縮システムは、循環する金属液体媒体によって少なくとも部分的に囲まれた容積内にプラズマを受容及び収容するように、並びにプラズマの周囲の液体媒体を制御可能に圧縮し、それによって容積を減少させ、プラズマを圧縮するように構成される。システムは、液体媒体へ衝撃を加えるように構成される、複数の駆動装置を備える。システムは、圧縮ガスを収容する供給源及び複数の駆動装置のうち少なくとも1つの駆動装置と流体連通する、少なくとも1つの弁をさらに備える。少なくとも1つの弁は、プラグを備え、プラグが供給源からのガス圧力によって及び/又は少なくとも1つの弁のばねによって着座(seat)させられる閉鎖状態と、プラグが供給源からのガス圧力によって駆動されて開く開放状態とを有する。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な単段圧縮駆動装置の概略断面図である。

【図1B】図1Aの圧縮駆動装置のための例示的な制御システムを示す概略図である。

20

【図2A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、可動プラグが封鎖位置にある状態の、例示的な弁の概略断面図である。

【図2B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、可動プラグが封鎖位置にある状態の、例示的な弁の概略断面図である。

【図3A】封鎖位置における図2Aの例示的なプラグの入口からの圧縮ガス圧力による、全ての力を概略的に例示する図である。

【図3B】封鎖位置における図2Aの例示的なプラグの入口からの圧縮ガス圧力による、正味の力を概略的に例示する図である。

【図3C】封鎖位置における図2Bの例示的なプラグの入口からの圧縮ガス圧力による、全ての力を概略的に例示する図である。

30

【図3D】封鎖位置における図2Bの例示的なプラグの入口からの圧縮ガス圧力による、正味の力を概略的に例示する図である。

【図4A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、ピストン部分、及びフローティング・シールを備える第2の面シールを備える可動プラグを有する、例示的な弁の概略断面図である。

【図4B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的なフローティング・シールを示す概略図である。

【図5A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、非封鎖位置におけるピストン部分を有する例示的なプラグの概略断面図である。

【図5B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、非封鎖位置におけるリング部分を有する例示的なプラグの概略断面図である。

40

【図6A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグがリング部分及び第3のプラグ部分を備える、例示的な弁の概略断面図である。

【図6B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグがピストン部分を備え、容積がフローティング・シールの可動部分によって少なくとも部分的に及び第2のプラグ部分によって少なくとも部分的に囲まれる、例示的な弁の概略断面図である。

【図7A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ及び本体が、加圧ガスの一部を捕捉及び圧縮して、封鎖位置から離れるプラグの移動を制動するように構成される、図5Aの例示的なプラグを示す概略図である。

【図7B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ及び本体が、加圧ガ

50

スの一部を捕捉及び圧縮して、封鎖位置から離れるプラグの移動を制動するように構成される、図 5 B の例示的なプラグを示す概略図である。

【図 8 A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 C】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 D】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 E】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 F】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 G】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 8 H】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁の例示的な動作順序を示す概略図である。

【図 9 A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、封鎖位置における可動プラグを備える例示的な弁の概略断面図である。

【図 9 B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、裂開位置における可動プラグを備える例示的な弁の概略断面図である。

【図 10 A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、封鎖位置における可動プラグを備える別の例示的な弁の概略断面図である。

【図 10 B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、裂開位置における可動プラグを備える別の例示的な弁の概略断面図である。

【図 11 A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口を備える別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 11 B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口を備える別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 11 C】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口を備える別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 11 D】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口を備える別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 11 E】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口を備える別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 12 A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 3 つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリを備える、別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 12 B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 3 つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリを備える、別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 12 C】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 3 つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリを備える、別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 12 D】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 3 つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリを備える、別の例示的な弁の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。

【図 13】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、ガス・ブレーキを備える例示的な弁の概略断面図である。

10

20

30

40

50

【図14A】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、封鎖構成における、独立プラグ駆動アキュムレータを備える例示的な弁の概略断面図である。

【図14B】本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、裂開構成における、独立プラグ駆動アキュムレータを備える例示的な弁の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本明細書に記載される諸実施形態により、弁の可動プラグが上流の圧力（例えば、アキュムレータからの）によって及び/又はばねによって着座させられる閉鎖状態と、弁のプラグが上流の圧力（例えば、アキュムレータからの）によって駆動されて開く開放状態とを有する、弁が提供される。

10

【0009】

本明細書に記載される諸実施形態により、高圧（例えば、15MPaから60MPaの範囲）で動作し、高い流量（例えば、大きい流路）を有し、最小限のばらつきで（例えば、弁のサイクル間の開放時間差が50マイクロ秒未満で）急速に開く（例えば、弁が完全に閉鎖されてから完全に開放されるまでの開放時間が1ミリ秒から4ミリ秒の範囲にある）ように構成される、ポペット弁が提供される。例えば、プラズマ圧縮システムの長手方向軸の周囲で対称的に等しい位置に配置された複数のポペット弁のうちの1つのポペット弁は、複数のポペット弁のうちの他のポペット弁との開放時間差が、50マイクロ秒未満であり得る（例えば、弁の開放時間差が互いに±25マイクロ秒以内）。本明細書に記載される諸実施形態は、循環する金属液体媒体（例えば、9メートル×9メートル×5メートルを超える寸法を有する圧力容器内の3メートルの直径を有する回転金属液体コア）によって少なくとも部分的に囲まれた容積内にプラズマを受容及び収容するように、並びにプラズマの周囲の液体媒体を制御可能に圧縮し、それによって容積を減少させ、プラズマを圧縮するように構成される、プラズマ圧縮システムを用いて使用されるように構成される。システムは、液体媒体に衝撃を加えるように構成される複数の圧縮駆動装置を含むことができ、これらの圧縮駆動装置は、加圧ガスの少なくとも1つの供給源と、容積を内側に潰すために加圧ガスを制御可能に放出するように（例えば、液体媒体にピストンを押し出すように、又は液体媒体に加圧ガスを放出するように）構成される複数のポペット弁とを含むことができる。諸実施形態において、加圧ガスは、渦巻型空洞部に液体媒体を内破（implode）するように構成される内破駆動装置（implosion driver）に力を加えることによって、上記のように作用する。内破駆動装置は、加圧ガスによって液体媒体に向かって押されるプッシャ・ピストンをプッシャ・ピストン・ボア内に備えること、又はプッシャ・ピストンを用いずに渦巻型空洞部に液体媒体を内破するための他の手段を備えることができる。

20

30

【0010】

図1Aは、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な単段圧縮駆動装置10の概略断面図である。図1Bは、図1Aの圧縮駆動装置10のための例示的な制御システム12を概略的に例示する。圧縮駆動装置10は、加圧された圧縮流体（例えば、ガス、ヘリウム、アルゴン、乾燥蒸気、プラズマを取り囲む及び/又は圧縮対象の液体媒体を圧縮するように構成される他の流体）を使用して、液体媒体の周囲に配置されるロータ24内に収容される内破駆動装置22を作動させるために、環状の間隙20に圧力パルスを送るように構成される。図1Aの圧縮駆動装置10は、全体的に円筒形の弁ハウジング30、及び圧縮流体を供給するように構成されるアキュムレータ40を備える。弁ハウジング30は、一端が容器壁部26の外面に、他端がアキュムレータ40に固定して取り付けられる。アキュムレータ40は、加圧された圧縮流体を収容する圧力容器42を備える。ある実施形態では、図1Aに概略的に例示されるように、各圧縮駆動装置10は、個別のアキュムレータ40を備えるが、他の実施形態では、複数の圧縮駆動装置10が単一のアキュムレータ40を共有する。例えば、各圧縮駆動装置10につき1つのアキュムレータ40が設けられることも、全ての圧縮駆動装置10に対して単一のアキュムレータ40が設けられることも可能である。

40

50

## 【 0 0 1 1 】

いくつかの実施形態において、圧縮駆動装置 1 0 は、圧力パルスが内破駆動装置 2 2 を作動させた後に、環状の間隙 2 0 からの圧縮流体を受容するように構成される、圧力解放タンク 5 0 をさらに備える。圧力解放タンク 5 0 は、圧縮流体戻り導管 5 2 によって容器壁部 2 6 の開口部に流体連結される。圧縮流体戻り導管 5 2 は、容器壁部 2 6 の開口部 2 8 と圧力容器 4 2 との間を長さ方向に延びる環状の通路、及び圧力解放タンク 5 0 の遠位端の開口部 5 4 へ圧力容器 4 2 の外側に沿って長さ方向に延びる複数のマニホールドを備える。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 A の圧縮駆動装置 1 0 は、容器壁部の開口部 2 8 及びアキュムレータ 4 0 と流体連 10  
通する駆動弁 6 0、並びに圧縮流体戻り導管 5 2 の遠位端であって容器壁部の開口部 2 8 の近傍に位置する反発弁 7 0 をさらに備え、圧力解放タンク 5 0 が圧縮動作の終了時に圧縮流体を受容するのを可能にするために、反発弁 7 0 を開放するようにプログラムされる、制御装置（図示せず）と通信可能である。制御装置は、制御回路（例えば、少なくとも 1 つのマイクロプロセッサ）、及び圧縮駆動装置 1 0 を操作するための、制御回路によって実行可能な命令が符号化されたコンピュータ可読メモリを備え得る。図 1 B によって概略的に例示されるように、制御システム 1 2 は、駆動弁パイロット機構 8 2、反発弁パイロット機構 8 4、駆動弁 6 0 の弁ロックアウト 8 5、並びにそれぞれアキュムレータ 4 0 及び圧力解放タンク 5 0 における圧力解放弁 8 6、8 8 をさらに備え得る。

## 【 0 0 1 3 】

例えば、制御システム 1 2 は、圧縮ショットの 4 つのフェーズにわたって駆動弁 6 0 及び反発弁 7 0 の開放及び閉鎖を制御するように構成され得る。プレショット・フェーズ中に、駆動弁 6 0 及び反発弁 7 0 の両方が閉鎖され、圧力容器 4 2 が高圧圧縮流体で満たされる。圧縮フェーズ中に、駆動弁 6 0 が開放され（反発弁 7 0 は閉鎖されたままである）、アキュムレータ 4 0 からの圧縮流体が環状の間隙 2 0 に直接排出され、それにより、環状の間隙 2 0 に急激な圧力パルスが生成され、内破駆動装置 2 2 に起動力を与え、内破駆動装置 2 2 によって液体媒体が潰され、プラズマが圧縮される。反発回復フェーズ中に、駆動弁 6 0 は開放されたままであり、反発弁 7 0 は閉鎖されたままであり、液体媒体が反発し、圧縮流体の一部が圧力容器 4 2 に逆流する。エネルギー散逸フェーズでは、駆動弁 6 0 が閉鎖され、反発弁 7 0 が開放され、圧縮流体の残りが環状の間隙 2 0 から反発弁 7 0 を通過して、圧縮流体戻り導管 5 2 を通って圧力解放タンク 5 0 に流れることを可能にする。結果として、環状の間隙 2 0 における圧力は、内破駆動装置 2 2 が次の圧縮ショットのためにリセット可能となるレベルまで減少する。圧力が等しくなると、制御システム 1 2 は、反発弁 7 0 を閉鎖して、システムのリセット状態を維持し、次の圧縮ショットの準備を開始する。

## 【 0 0 1 4 】

図 2 A 及び図 2 B は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、可動プラグ 1 5 0 が封鎖位置にある状態の、2 つの例示的な弁 1 0 0（例えば、駆動弁 6 0）の概略断面図である。図 2 A 及び図 2 B の例示的な弁 1 0 0 は、従来弁（例えば、自動車の圧電燃料噴射装置における弁）、すなわち、異なるシール径を有し、液圧又は空気圧増幅器 40  
を形成し、漏洩流を抑えるためにタイト・クリアランス又はラジアル・シールのいずれかを使用し、作動のためにパイロット・オリフィスを利用する従来弁と比較して、弁 1 0 0 のより急速な開放を促すこと、及び / 又はパイロット・オリフィスの使用を省略することを可能にする、複数の面シールを利用する。

## 【 0 0 1 5 】

図 2 A 及び図 2 B に概略的に例示されるように、弁 1 0 0 は、本体 1 1 0、加圧ガスを受容するように構成される入口 1 2 0、入口 1 2 0 からの加圧ガスを受容するように構成される出口 1 3 0、及び入口 1 2 0 からの加圧ガスを受容するように構成される領域 1 4 0（例えば、チャンバ）を備える。例えば、入口 1 2 0 及び出口は、各々  $5000\text{ mm}^2$  ~  $30000\text{ mm}^2$ （例えば、 $7500\text{ mm}^2$  ~  $20000\text{ mm}^2$ ）の範囲の断面積を有 50

し得る。弁 100 は、長手方向軸を 152 有し、長手方向軸に 152 沿って本体 110 内で制御可能に移動されるように構成されるプラグ 150 をさらに備える。プラグ 150 は、封鎖位置と少なくとも 1 つの非封鎖位置との間で移動可能である。封鎖位置におけるプラグ 150 は、本体 110 と共に第 1 のシール（例えば、第 1 の面シール 164）及び第 2 のシール（例えば、第 2 の面シール 166）を形成する。第 1 のシールは、入口 120 と出口 130 との間にあり、第 2 のシールは、入口 120 と領域 140 との間にある。封鎖位置におけるプラグ 150 は、加圧ガスによって封鎖位置に向かって付勢され、少なくとも 1 つの非封鎖位置におけるプラグ 150 は、加圧ガスによって封鎖位置から離れるように付勢される。例えば、第 1 及び第 2 のシールが裂開すると（例えば、第 1 及び第 2 のシールが、加圧ガスが第 1 及び第 2 のシールを突破し始めて、入口 120 から出口 130 及び入口 120 から領域 140 へ流れる、第 1 の非封鎖位置にあるとき）、加圧ガスは、弁 100 が完全に開放される第 2 の非封鎖位置に向かって、プラグ 150 を推進する。加圧ガスは、封鎖位置におけるプラグ 150 の第 1 の表面積に第 1 の力を加え、加圧ガスは、第 1 及び第 2 のシールが裂開すると、プラグ 150 の第 2 の表面積に第 2 の力を加える。

10

#### 【0016】

いくつかの実施形態において、プラグ 150 は、第 1 のプラグ部分 154 及び第 2 のプラグ部分 156 を備える。第 1 のプラグ部分 154 は、本体 110 の第 1 の本体部分 114 と機械的に連通して、入口 120 と出口 130 との間に第 1 の面シール 164 を形成するように構成される。プラグ 150 が封鎖位置にあるとき、第 1 の面シール 164 は、加圧ガスが入口 120 から出口 130 へ流れることを防止する。第 2 のプラグ部分 156 は、本体 110 の第 2 の本体部分 116 と機械的に連通して、入口 120 と領域 140 との間に第 2 の面シール 166 を形成するように構成される。プラグ 150 が封鎖位置にあるとき、第 2 の面シール 166 は、加圧ガスが入口 120 から領域 140 へ流れることを防止する。

20

#### 【0017】

いくつかの実施形態において、第 1 のプラグ部分 154 及び第 1 の本体部分 114 の一方は、第 1 の弾性シール 174（例えば、圧縮力が加えられたときに弾性変形し、圧縮力が取り除かれたときにその変形前の状態に戻るよう構成される、少なくとも 1 つの材料を含む）を備えることができ、第 1 のプラグ部分 154 及び第 1 の本体部分 114 の他方は、第 1 の弾性シール 174 に対して押し付けられるよう構成される、第 1 のシール表面 184 を備えることができる。さらに、第 2 のプラグ部分 156 及び第 2 の本体部分 116 の一方は、第 2 の弾性シール 176（例えば、圧縮力が加えられたときに弾性変形し、圧縮力が取り除かれたときにその変形前の状態に戻るよう構成される、少なくとも 1 つの材料を含む）を備えることができ、第 2 のプラグ部分 156 及び第 2 の本体部分 116 の他方は、第 2 の弾性シール 176 に対して押し付けられるよう構成される、第 2 のシール表面 186 を備えることができる。例えば、第 1 及び第 2 の弾性シール 174、176 の各々は、少なくとも摂氏 250 度の温度に耐えるよう構成される、少なくとも 1 つの弾性材料を含むことができ、それらの実例としては、金属 C シール（例えば、ニッケル合金、インコネル 718）、リング・シール（例えば、シリコン）、圧力付勢シール（例えば、PEEK）が挙げられるが、これらに限定されない。

30

40

#### 【0018】

いくつかの実施形態において、第 1 の面シール 164 及び / 又は第 2 の面シール 166 は、プラグ 150 が封鎖位置にある間、同じシール表面における 2 つの弾性シール間の小さい容積が、より低い圧力（例えば、真空圧、入口 120 における圧力より低い圧力）へポンピングされる、差圧ポンピング・シール（differentially pumped seal）を備え得る。差圧ポンピング・シールは、小さい容積がより低い圧力へポンピングされない構成と比較して、入口 120 と出口 130 との間及び / 又は入口 120 と領域 140 との間に、より高い圧力差を維持するよう構成され得る。

#### 【0019】

50

いくつかの実施形態において、図 2 A 及び図 2 B によって概略的に例示されるように、第 1 のシール表面 1 8 4 は、プラグ 1 5 0 の長手方向軸 1 5 2 に実質的に垂直であり、且つ / 又は第 2 のシール表面 1 8 6 は、長手方向軸 1 5 2 に実質的に垂直である。他の実施形態において、第 1 のシール表面 1 8 4 及び / 又は第 2 のシール表面 1 8 6 は、長手方向軸 1 5 2 に実質的に垂直でない。

#### 【 0 0 2 0 】

いくつかの実施形態において、プラグ 1 5 0 は、長手方向軸 1 5 2 に対して実質的に対称（例えば、実質的に円筒対称、回転対称性を有する、少なくとも 1 つの平面において反射対称性を有する）であるが、他の実施形態では、長手方向軸 1 5 2 に対して非対称である。いくつかの実施形態において、図 2 A に示されるように、プラグ 1 5 0 は、長手方向軸 1 5 2 を有し、本体 1 1 0 の、入口 1 2 0 と領域 1 4 0 との間にあるオリフィス 1 1 2 を通って延びるピストン部分 1 5 3 を備える（例えば、領域 1 4 0 は、封鎖位置から非封鎖位置への第 2 のプラグ部分 1 5 6 の移動に適応するように構成される）。ピストン部分 1 5 3 は、長手方向軸 1 5 2 に対して実質的に円筒対称であり得る、又は長手方向軸 1 5 2 に垂直な平面において非円形の断面を有し得る。ピストン部分 1 5 3 の材料の実例として、チタン合金、ニッケル合金、マルエージング鋼、炭素複合材が挙げられるが、これらに限定されない。第 1 のプラグ部分 1 5 4（例えば、第 1 のリップ）及び第 2 のプラグ部分 1 5 6（例えば、第 2 のリップ）は、長手方向軸 1 5 2 及びピストン部分 1 5 3 から離れる半径方向外側に延びることができ（例えば、第 1 のリップは、ピストン部分 1 5 3 の第 1 の端部部分から長手方向軸 1 5 2 に実質的に垂直に延び、第 2 のリップは、ピストン部分 1 5 3 の第 2 の端部部分から長手方向軸 1 5 2 に実質的に垂直に延びる）、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 は、オリフィス 1 1 2 の対向側にある。図 2 A は、ピストン部分 1 5 3 から延びる実質的に等しい長さを有する第 1 のプラグ部分 1 5 4 及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を示すが、他の実施形態では、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 の長さは、互いに異なり得る。

10

20

#### 【 0 0 2 1 】

別の実例として、図 2 B に示されるように、プラグ 1 5 0 は、長手方向軸 1 5 2 を有するリング部分 1 5 5 を備え、リング部分 1 5 5 は、入口 1 2 0 と領域 1 4 0（例えば、封鎖位置から非封鎖位置への第 2 のプラグ部分 1 5 6 の移動に適応するように構成される）との間のオリフィス 1 1 2 を通って延び、弁 1 0 0 の本体部分 1 1 8（例えば、実質的に円筒形）を実質的に包囲する。リング部分 1 5 5 は、長手方向軸 1 5 2 に対して実質的に円筒対称であり得る、又は長手方向軸 1 5 2 に垂直な平面において非円形の断面を有し得る。リング部分 1 5 5 の材料の実例として、チタン合金、ニッケル合金、マルエージング鋼、炭素複合材が挙げられるが、これらに限定されない。第 1 のプラグ部分 1 5 4（例えば、第 1 のリップ）及び第 2 のプラグ部分 1 5 6（例えば、第 2 のリップ）は、リング部分 1 5 5 から長手方向軸 1 5 2 に向かって半径方向内側に延びることができ、オリフィス 1 1 2 の対向側にあり得る。図 2 B は、リング部分 1 5 5 から延びる実質的に等しい長さを有する第 1 のプラグ部分 1 5 4 及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を示すが、他の実施形態では、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 の長さは、互いに異なり得る。いくつかの実施形態において、リング部分 1 5 5 は、軽量化しつつ構造強度を与えるように構成される、炭素繊維スリーブを備える。

30

40

#### 【 0 0 2 2 】

いくつかの実施形態において、第 1 のプラグ部分 1 5 4 は、第 1 の面積を有する第 1 の領域の第 1 の周辺に沿って、第 1 の本体部分 1 1 4 に対して押し付けられるように構成され、第 2 のプラグ部分 1 5 6 は、第 1 の面積より小さい第 2 の面積を有する第 2 の領域の第 2 の周辺に沿って、第 2 の本体部分 1 1 6 に対して押し付けられるように構成される。図 2 A に示されるように、第 1 のシール表面 1 8 4 は、長手方向軸 1 5 2 に対して実質的に円対称であり得る、第 1 の直径  $D_1$ （例えば、第 1 の面積を有する第 1 のプラグ部分 1 5 4 の実質的に円形の第 1 の領域の外周を形成する）を有する第 1 の弾性シール 1 7 4 に対して押し付けられるように構成され、第 2 のシール表面 1 8 6 は、長手方向軸 1 5 2 に

50

対して実質的に円対称であり得る、第 1 の直径  $D_1$  より小さい第 2 の直径  $D_2$  (例えば、第 2 の面積を有する第 2 のプラグ部分 156 の実質的に円形の第 2 の領域の外周を形成する) を有する第 2 の弾性シール 176 に対して押し付けられるように構成される。例えば、第 1 の直径  $D_1$  は、100 ミリメートル ~ 150 ミリメートルの範囲、第 2 の直径  $D_2$  は、90 ミリメートル ~ 95 ミリメートルの範囲、且つ / 又は第 1 の直径  $D_1$  と第 2 の直径  $D_2$  との間の差は、1 ミリメートル ~ 60 ミリメートルの範囲であり得る。

#### 【0023】

図 2 B に示されるように、第 1 のシール表面 184 は、長手方向軸 152 に対して実質的に円対称であり得る、第 1 の直径  $D_1$  (例えば、第 1 の面積を有する第 1 のプラグ部分 154 の実質的に円形の第 1 の領域の内周を形成する) を有する第 1 の弾性シール 174 に対して押し付けられるように構成され、第 2 のシール表面 186 は、長手方向軸 152 に対して実質的に円対称であり得る、第 1 の直径  $D_1$  より大きい第 2 の直径  $D_2$  (例えば、第 2 の面積を有する第 2 のプラグ部分 156 の実質的に円形の第 2 の領域の内周を形成する) を有する第 2 の弾性シール 176 に対して押し付けられるように構成される。例えば、第 1 の直径  $D_1$  は、90 ミリメートル ~ 95 ミリメートルの範囲、第 2 の直径  $D_2$  は、100 ミリメートル ~ 150 ミリメートルの範囲、且つ / 又は第 1 の直径  $D_1$  と第 2 の直径  $D_2$  との間の差は、1 ミリメートル ~ 60 ミリメートルの範囲であり得る。

#### 【0024】

いくつかの実施形態において、プラグ 150 の部分は、入口 120 から弁 100 によって受容される圧縮ガスのガス圧力によって押し付けられ (例えば、プラグ 150 は、外部から加圧され、又は内部で加圧される)、その結果生じる正味の力が、弁 100 が封鎖されているときに、プラグ 150 を封鎖位置に向かって付勢する。いくつかの実施形態において、ガス圧力は、ガス圧力が押し付けられる第 1 のプラグ部分 154 の面積 (例えば、第 1 の面シール 164 によって囲まれる) より小さい、第 2 のプラグ部分 156 の面積 (例えば、第 2 の面シール 166 によって囲まれる) に対して押し付けられ、それによって、通常なら第 1 の面シール 164 のみを有するプラグ 150 に加えられるはずの、プラグ 150 への正味の着座力 (seating force) を減少させる。着座力が減少することにより、より多様な作動機構の使用が可能となり得る。加えて、領域 140 のガス圧力が低い (例えば、入口 120 のガス圧力より実質的に低い) いくつかの実施形態では、着座力が減少されることにより、一旦開放された (例えば、封鎖位置にない) プラグ 150 の全体に著しい圧力差が存在するので、弁 100 が非常に急速に開放されることが可能となる。いくつかの実施形態において、第 1 及び第 2 の面シール 164、166 は、弁 100 の作動中の摩擦、及び / 又は複数の封鎖 / 非封鎖サイクルにわたる弁 100 の動作のばらつきを低減 (例えば、最小化) することができる。

#### 【0025】

例えば、図 3 A 及び図 3 B は、それぞれ、封鎖位置における図 2 A の例示的なプラグ 150 の入口 120 からの圧縮ガス圧力による、全ての力及び正味の力を概略的に例示する。第 1 のプラグ部分 154 の第 1 の面積及び第 2 のプラグ部分 156 の第 2 の面積は、両方とも、入口 120 からの弁 100 によって受容される圧縮ガスのガス圧力によって押されるが、第 1 の直径  $D_1$  が第 2 の直径  $D_2$  より大きいので、第 1 の面積 (例えば、第 1 のプラグ部分 154 の円形面積) は第 2 の面積 (例えば、第 2 のプラグ部分 156 の円形面積) より大きく、プラグ 150 への正味の力 (例えば、第 1 のプラグ部分 154 の環状面積における) により、第 1 のプラグ部分 154 が第 1 の本体部分 114 に対して押し付けられ、第 2 のプラグ部分 156 が第 2 の本体部分 116 に対して押し付けられる。別の実例として、図 3 C 及び図 3 D は、それぞれ、封鎖位置における図 2 B の例示的なプラグ 150 の入口 120 からの圧縮ガス圧力による、全ての力及び正味の力を概略的に例示する。第 1 のプラグ部分 154 の第 1 の面積及び第 2 のプラグ部分 156 の第 2 の面積は、両方とも、入口 120 からの弁 100 によって受容される圧縮ガスのガス圧力によって押されるが、第 1 の直径  $D_1$  が第 2 の直径  $D_2$  より小さいので、第 1 の面積 (例えば、第 1 のプラグ部分 154 の環状面積) は第 2 の面積 (例えば、第 2 のプラグ部分 156

の環状の面積)より大きく、プラグ150への正味の力(例えば、第1のプラグ部分154の環状の面積における)により、第1のプラグ部分154が第1の本体部分114に対して押し付けられ、第2のプラグ部分156が第2の本体部分116に対して押し付けられる。図3A~図3Dは、入口120からの圧縮ガス圧力による力のみを示すが、様々な表面が出口130及び/又は領域140におけるガスによる圧力に曝される可能性がある。しかし、弁100が封鎖状態にある状態では、これらの圧力は、入口120における圧縮ガス圧力より実質的に低く、プラグ150の移動及び/又は位置に大きな影響を与えない。本明細書に記載されるように、弁100の動作の他の段階では、出口130及び/又は領域140からのプラグ150におけるガス圧力は、入口120からのガス圧力と同等になることがあり、プラグ150の移動及び/又は位置に実質的な影響を与え得る。

10

#### 【0026】

いくつかの実施形態において、第1の面シール164及び第2の面シール166のうちの少なくとも1つは、フローティング・シール200を備える。例えば、第1の本体部分114は、第1のプラグ部分154と機械的に連通して入口120と出口130との間に第1の面シール164を形成するように構成される第1のばね負荷表面を備えることができ、且つ/又は、第2の本体部分116は、第2のプラグ部分156と機械的に連通して入口120とチャンバ140との間に第2の面シール166を形成するように構成される第2のばね負荷表面を備えることができる。

#### 【0027】

図4Aは、ピストン部分153、及びフローティング・シール200を備える第2の面シール166を備えるプラグ150を有する、弁100の断面図を概略的に示し、図4Bは、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的なフローティング・シール200を概略的に例示する。断面図として、図4A及び図4Bは、本体110、プラグ150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。図4A及び図4Bのフローティング・シール200は、第2の本体部分116の固定部分202、第2の本体部分116の可動部分204、及び固定部分202と可動部分204との間で圧縮されるばね206を備える。第1のプラグ部分154及び第2のプラグ部分156が互いに固定された距離にあるので、可動部分204は、第1及び第2の本体部分114、116との第1及び第2のプラグ部分154、156の十分な接触を可能にすることによって、弁100内の製造公差に適応するように移動又は「浮動」して、第1の面シール164及び第2の面シール166の両方を形成するように構成される。ばね206は、第2のプラグ部分156に対する、可動部分204への初期予圧を加えるように構成される。

20

30

#### 【0028】

いくつかの実施形態において、可動部分204は、固定部分202で(例えば、固定部分202と可動部分204との間の第3のシール208を介して)封鎖され、入口120内の加圧ガスにより、可動部分204が第2のプラグ部分156に対して押し付けられる。例えば、第3のシール208は、加圧ガスが第3のシール208と第2の弾性シール176との間の可動部分204の環状の領域に対して押し付けられるように、長手方向軸152からの第2の弾性シール176の第2の距離(例えば、半径 $R_2$ )より大きい、長手方向軸152からの第3の距離(例えば、半径 $R_3$ )を有し得る。いくつかの実施形態において、長手方向軸152からの第3のシール208の第3の距離(例えば、半径 $R_3$ )は、長手方向軸152からの第1の弾性シール174の第1の距離(例えば、半径 $R_1$ )より小さい。

40

#### 【0029】

いくつかの実施形態において、加圧ガスは、封鎖位置におけるプラグ150に第1の力を加え、第1の力がプラグ150を封鎖位置に向かって付勢するように構成され、また、加圧ガスは、封鎖位置にないプラグ150に第2の力を加え、第2の力がプラグ150を封鎖位置から離れるように付勢するように構成される。図5A及び図5Bは、それぞれ、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、非封鎖位置における、ピストン部分153を有する例示的なプラグ150の断面図、及びリング部分155を有する例示的なプ

50

ラグ 150 の概略断面図である。断面図として、図 5 A 及び図 5 B は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。封鎖位置から非封鎖位置へのプラグ 150 の移動時に（例えば、第 1 の面シール 164 及び第 2 の面シール 166 による封止が解かれるときに）、入口 120 は出口 130 と流体連通し、入口 120 からの加圧ガスが出口 130 に流れ込む。加えて、プラグ 150 と本体 110 との間にはラジアル・シールがないので、入口 120 は領域 140 とも流体連通し、入口 120 からの加圧ガスの少なくとも一部が領域 140 に流れ込む（例えば、第 2 のプラグ部分 156 と第 2 の本体部分 116 との間に漏出する）。いくつかの実施形態において、漏出は、入口 120 と領域 140 との間に圧力差が存在するように、第 2 のプラグ部分 156 と第 2 の本体部分 116 との間のクリアランスを十分小さくすることによって低減（例えば、最小化）され得る。第 2 のプラグ部分 156 にわたって圧力差があるが、第 1 のプラグ部分 154 にわたっては同様の圧力差がないので、この非封鎖位置にある間に加えられるプラグ 150 への正味の力は、プラグ 150 を移動させ続け、弁 100 をさらに開放する。いくつかの実施形態において、第 2 のプラグ部分 156 の面積の大きさは、プラグ 150 の所定の開放速度をもたらすように構成される。

10

#### 【0030】

いくつかの実施形態において、弁 100 は、封鎖位置からプラグ 150 を制御可能に移動させて、同時に第 1 の本体部分 114 から第 1 のプラグ部分 154 を切り離し、第 2 の本体部分 116 から第 2 のプラグ部分 156 を切り離し（例えば、第 1 及び第 2 の面シール 164、166 を裂開し）、それによって、同時に加圧ガスが入口 120 から出口 130 及び領域 140 へ流れることを可能にするように構成される、アクチュエータ 190 をさらに備える。アクチュエータ 190 は、第 1 の面シール 164（例えば、図 2 A 及び図 2 B に示す例）及び / 又は第 2 の面シール 166 に配置することができ、長手方向軸 152 に沿って（例えば、加圧ガスによるプラグ 150 への正味の力に対抗して）プラグ 150 を僅かな小さい距離だけ移動させるように構成され得る。代替的に、アクチュエータ 190 は、プラグ 150 の別の外側表面に対して（例えば、長手方向軸 152 に実質的に垂直に延びるプラグ 150 の段差の表面で）押し付けられるように配置され得る。本明細書に記載されるいくつかの実施形態に適合するアクチュエータ 190 の実例としては、電磁アクチュエータ、圧電アクチュエータ、磁気アクチュエータ（例えば、プラグ 150 を移動させるために磁気吸引又は反発を使用するもの、パンケーキ・コイルによって磁場が急激に生成されるもの）、機械式プランジャ（例えば、ソレノイド・コイルによって電磁氣的に又は外部から加えられる圧力によって空気圧的に作動されるもの）、熱アクチュエータ（例えば、第 1 の面シール 164 又は第 2 の面シール 166 の付近でガスを加熱するためのアーク）が挙げられるが、これらに限定されない。

20

30

#### 【0031】

いくつかの実施形態において、アクチュエータ 190 は、第 1 の面シール 164 及び / 又は第 2 の面シール 166 と流体連通する少なくとも 1 つのポート 192（例えば、本体 110 の一部分を通して延びる）を備え、少なくとも 1 つのポート 192 は、封鎖位置からプラグ 150 を移動させるように構成される、空気圧による衝撃を受容するように構成される。例えば、アクチュエータ 190 は、第 1 の面シール 164 及び / 又は第 2 の面シール 166 の近傍であって、第 1 の面シール 164 又は第 2 の面シール 166 の入口 120 とは反対側に、パイロット弁及び容積 194 をさらに備え得る。パイロット弁は、少なくとも 1 つのポート 192 を介して容積 194 に加圧ガス（例えば、空気圧による衝撃）を注入し、それによって、封鎖位置におけるプラグ 150 が封鎖位置に向かって付勢されないように、封鎖位置におけるプラグ 150 に加えられる正味の力を変化させるように構成され得る。いくつかの実施形態において、容積 194 は小さく、プラグ 150 を開放するために急速に加圧されるように構成される。

40

#### 【0032】

図 6 A は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 150 がリング部分 155 及び第 3 のプラグ部分 196（例えば、リップ）を備える、例示的な弁 100 の

50

概略断面図である。断面図として、図 6 A は、本体 1 1 0、プラグ 1 5 0、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。第 3 のプラグ部分 1 9 6 は、パイロット弁から（例えば、半径方向ポート 1 9 2 を介して）加圧ガスを受容し、プラグ 1 5 0 を開放するために急速に加圧されるように構成される容積 1 9 4 を少なくとも部分的に囲む。図 6 B は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 1 5 0 がピストン部分 1 5 3 を備え、容積 1 9 4 がフローティング・シール 2 0 0 の可動部分 2 0 4 によって少なくとも部分的に囲まれるとともに、第 2 のプラグ部分 1 5 6 によって少なくとも部分的に囲まれる、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。断面図として、図 6 B は、本体 1 1 0、プラグ 1 5 0、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。いくつかの実施形態において、プラグ 1 5 0 が封鎖位置にある間に加圧ガスに曝されるプラグ 1 5 0 の面積は、パイロット圧力が容積 1 9 4 内に加えられたときに、プラグ 1 5 0 への正味の力によってプラグ 1 5 0 が封鎖位置から非封鎖位置に向かって移動することが可能となるように、制御される。

10

#### 【 0 0 3 3 】

いくつかの実施形態において、図 6 B に示されるように、弁 1 0 0 は、プラグ 1 5 0 と機械的に連通し、プラグ 1 5 0 を封鎖位置に制御可能に移動させる（例えば、ガス圧力がそれ以上プラグ 1 5 0 を開放するように作用しないように、ガス圧力が入口 1 2 0、出口 1 3 0、及び領域 1 4 0 において等しくなると、プラグ 1 5 0 を再封鎖する）ように構成される、少なくとも一つのばね 2 1 0（例えば、実質的に円筒形に巻かれたもの、らせん状のもの）をさらに備え得る。例えば、弁 1 0 0 の開放中、プラグ 1 5 0 に対する圧力の不均衡に耐えられなくなった少なくとも一つのばね 2 1 0 が、プラグ 1 5 0 を第 1 及び第 2 の弾性シール 1 7 4、1 7 6 に再び着座させることができる。

20

#### 【 0 0 3 4 】

いくつかの実施形態において、弁 1 0 0 は、急速に開放されるように構成され、入口 1 2 0 の上流の容積を完全に排出するために長時間開放されたままになるように構成される。例えば、少なくとも一つのばね 2 1 0 は、入口 1 2 0 への加圧ガスの放出（application）前（例えば、弁 1 0 0 が開放された後、且つ加圧ガスが入口 1 2 0 に再導入される前）に、プラグ 1 5 0 に初期予圧力を加えるように構成される。例えば、第 1 及び第 2 の弾性シール 1 7 4、1 7 6 の直径は、ばね 2 1 0 によってプラグ 1 5 0 へ加えられる初期予圧力が、加圧ガスが入口 1 2 0 へ再導入される前にプラグ 1 5 0 を封鎖位置に保持するのに十分な力よりも大きくなるように、構成され得る。入口 1 2 0 内の圧力が増加することにより、プラグ 1 5 0 に加えられる力が増大し、ばね 2 1 0 及び加圧ガスによる組み合わせられた力は、第 1 及び第 2 の弾性シール 1 7 4、1 7 6 に適切な量の予圧力を加えるのに十分なものとなる。ばね 2 1 0 が単独で弁 1 0 0 を封鎖する必要はなく、したがって、ばね 2 1 0 は適宜に構成され得る。

30

#### 【 0 0 3 5 】

いくつかの実施形態において、弁 1 0 0 は、プラグ 1 5 0 の可動範囲の末端に向かってプラグ 1 5 0 の速度を減少させるように構成される、制動構造をさらに備える。例えば、プラグ 1 5 0 は、ガスを収容し、プラグ 1 5 0 が封鎖位置から離れて移動されるにつれて容積が小さくなる領域 2 2 0 を、本体 1 1 0 と共に少なくとも部分的に囲むように構成される形状を有し得る。領域 2 2 0 内に加圧ガスの一部を捕捉及び圧縮することによって、プラグ 1 5 0 及び本体 1 1 0 は、封鎖位置から離れるプラグ 1 5 0 の移動を制動することができる。

40

#### 【 0 0 3 6 】

図 7 A 及び図 7 B は、それぞれ、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 1 5 0 及び本体 1 1 0 が、加圧ガスの一部を捕捉及び圧縮して、封鎖位置から離れるプラグ 1 5 0 の移動を制動するように構成される、図 5 A 及び図 5 B の例示的なプラグ 1 5 0 を概略的に例示する。断面図として、図 7 A 及び図 7 B は、本体 1 1 0、プラグ 1 5 0、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。図 7 A に示されるように、ピストン部分 1 5 3 は、外側寸法（例えば、外側半径  $R_o$  及び  $r$  又は外側直径  $2 R_o$ ）を有し

50

、本体 110 のオリフィス 112 は、内側寸法（例えば、内側半径  $R_i$  及び / 又は内側直径  $2R_i$ ）を有し、外側寸法及び / 又は内側寸法は、長手方向軸 152 に沿って変化する。例えば、ピストン部分 153 は、ピストン部分 153 の 2 つの異なる区域に沿って、第 1 の値  $R_{o1}$  及び第 2 の値  $R_{o2}$  を有する、段階的な外側半径を有し得る。プラグ 150 が封鎖位置から離れてさらに移動する（例えば、図 5 A の構成から図 7 A の構成へ）につれて、外側半径の第 2 の値  $R_{o2}$  を有するピストン部分 153 の区域が、内側半径  $R_i$  を有するオリフィス 112 に入り、第 1 の本体部分 114、ピストン部分 153 及び第 1 のプラグ部分 154 が、領域 220 内にガスを捕捉し、プラグ 150 が封鎖位置から離れるように移動を続けるにつれて、捕捉されたガスを圧縮する。圧縮ガスは、プラグ 150 の移動に逆らう制動力をプラグ 150 に発生させる。

10

## 【0037】

図 7 B に示されるように、リング部分 155 は、内側寸法（例えば、内側半径  $R_o$  及び / 又は内側直径  $2R_o$ ）を有し、本体 110 のオリフィス 112 は、外側寸法（例えば、外側半径  $R_i$  及び / 又は外側直径  $2R_i$ ）を有し、内側寸法及び / 又は外側寸法は、長手方向軸 152 に沿って変化する。プラグ 150 が封鎖位置から離れてさらに移動する（例えば、図 5 B の構成から図 7 B の構成へ）につれて、領域 220 の容積が減少し、領域 220 内の圧縮ガスがプラグ 150 に制動力を発生させる。

## 【0038】

いくつかの実施形態（例えば、図 7 A 及び図 7 B）において、制動構造は、ガス・ブレーキとして使用されるガスを捕捉及び / 又は圧縮するために第 1 のプラグ部分 154 を利用するが、他の実施形態では、ガス・ブレーキとして使用されるガスを捕捉及び / 又は圧縮するために第 2 のプラグ部分 156 を利用する。いくつかの実施形態において、弁 100 は、プラグ 150 のさらなる移動から残留する運動エネルギーを吸収するように構成される、追加のダンパ要素（例えば、ばね）を備える。

20

## 【0039】

図 8 A ~ 図 8 H は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、例示的な弁 100 の例示的な動作順序を示す概略断面図である。断面図として、図 8 A ~ 図 8 H は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。図 8 A ~ 図 8 H の例示的な弁 100 は、第 1 のプラグ部分 154、リング部分 155、及び第 2 のプラグ部分 156（例えば、図 2 B、図 5 B、図 6 A、及び図 7 B を参照）を備える、プラグ 150 を備える。他の実施形態において、プラグ 150 は、第 1 のプラグ部分 154、ピストン部分 153、及び第 2 のプラグ部分 156（例えば、図 2 A、図 4 A、図 5 A、図 6 B、及び図 7 A を参照）を備える。第 1 及び第 2 のプラグ部分 154、156 は、第 1 及び第 2 の本体部分 114、116 と共に、それぞれ第 1 の面シール 164 及び第 2 の面シール 166 を形成する。図 8 A ~ 図 8 H の例示的な弁 100 は、プラグ 150 と機械的に連通する、ばね 210 をさらに備える。

30

## 【0040】

図 8 A は、プラグ 150 が封鎖位置にある状態の（例えば、第 1 のプラグ部分 154 及び第 1 の本体部分 114 が第 1 の面シール 164 を形成し、第 2 のプラグ部分 156 及び第 2 の本体部分 116 が第 2 の面シール 166 を形成する）、例示的な弁 100 の概略断面図である。入口 120 は、加圧ガスを収容し、加圧ガスは、第 1 の面シール 164 によって出口 130 へ流れることが防止され、第 2 の面シール 166 によって領域 140 へ流れることが防止される。

40

## 【0041】

図 8 B は、プラグ 150 が封鎖位置にない状態の（例えば、第 1 のプラグ部分 154 が第 1 の本体部分 114 から離隔され、第 2 のプラグ部分 156 が第 2 の本体部分 116 から離隔される）、例示的な弁 100 の概略断面図である。例えば、アクチュエータ 190（図 8 A ~ 図 8 G には示されない）は、加圧ガスが入口 120 から出口 130 及び入口 120 から領域 140 へ流れることが可能となるように、封鎖位置からプラグ 150 を移動させること、及び / 又は、他の方法により第 1 及び第 2 の面シール 164、166 を裂開

50

する若しくはそれらの封止を解くことができる。

【 0 0 4 2 】

図 8 C は、プラグ 1 5 0 が図 8 B よりも封鎖位置からさらに移動された（例えば、プラグ 1 5 0 の長手方向軸 1 5 2 に沿って移動された）状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 8 C において、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 は、それぞれ、図 8 B よりも第 1 及び第 2 の本体部分 1 1 4、1 1 6 から離れており、図 8 C における入口 1 2 0 から出口 1 3 0 への加圧ガスの流れは、図 8 B よりも多い。加圧ガスによってプラグ 1 5 0 へ加えられる正味の力は、プラグ 1 5 0 がばね 2 1 0 からの復元力に抵抗して移動するように、ばね 2 1 0 からの復元力より非常に大きい。加えて、領域 2 2 0 は、加圧ガスの一部が領域 2 2 0 内にある状態で、本体 1 1 0 及びプラグ 1 5 0 によって少なくとも部分的に囲まれる。

10

【 0 0 4 3 】

図 8 D は、プラグ 1 5 0 が図 8 C よりも封鎖位置からさらに移動された（例えば、プラグ 1 5 0 の長手方向軸 1 5 2 に沿って移動された）状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 8 D において、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 は、それぞれ、図 8 C よりも第 1 及び第 2 の本体部分 1 1 4、1 1 6 から離れており、本体 1 1 0 及びプラグ 1 5 0 は、領域 2 2 0 及びそこに収容されるガスを完全に取り囲む。図 8 D において、プラグ 1 5 0 がばね 2 1 0 からの復元力に抵抗して移動を続ける間、領域 2 2 0 における圧縮ガスによるプラグ 1 5 0 に対する制動力が、長手方向軸 1 5 2 に沿って封鎖位置から離れるプラグ 1 5 0 の移動に逆らい始める。

20

【 0 0 4 4 】

図 8 E は、プラグ 1 5 0 が図 8 D よりも封鎖位置からさらに移動された（例えば、プラグ 1 5 0 の長手方向軸 1 5 2 に沿って移動された）状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 8 E において、領域 2 2 0 は、図 8 D よりも小さい容積を有し、図 8 E の領域 2 2 0 における圧縮ガスによる制動力は、図 8 D よりも大きく、長手方向軸 1 5 2 に沿ったプラグ 1 5 0 の移動を停止させる。図 8 E において、入口 1 2 0 及び出口 1 3 0 内の加圧ガスは、入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へのガス流が停止するように、実質的に平衡化されている。

【 0 0 4 5 】

図 8 F は、プラグ 1 5 0 が封鎖位置に向かって長手方向軸 1 5 0 に沿って戻された状態の（例えば、図 8 B の構成と同様の構成の）、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。いくつかの実施形態において、弁 1 0 0 は、閉鎖アクチュエータ（図示せず）をさらに備えることができ、ばね 2 1 0 は、閉鎖アクチュエータとプラグ 1 5 0 との間に挟まれ、閉鎖アクチュエータ（例えば、電磁アクチュエータ、圧電アクチュエータ、磁気アクチュエータ、機械式プランジャ）は、ばね 2 1 0 及びプラグ 1 5 0 を封鎖位置に向かって（例えば、プラグ 1 5 0 が封鎖位置又はその近傍にくるように）制御可能に戻すように構成される。

30

【 0 0 4 6 】

図 8 G は、弁 1 5 0 が封鎖位置へ戻された（例えば、再封鎖された、図 8 A に示されるような）状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 8 G において、加圧ガスは、再び入口 1 2 0 に導入されることが可能であり、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 をそれぞれ第 1 及び第 2 の本体部分 1 1 4、1 1 6 に対して付勢することで、第 1 及び第 2 の面シール 1 6 4、1 6 6 を形成し得る。

40

【 0 0 4 7 】

いくつかの実施形態において、安定した再着座を達成するために、弁 1 0 0 は、プラグ 1 5 0 を取り囲むより大きい体積のガスと圧力を等しくするために、第 2 の弾性シール 1 7 6 と第 2 のプラグ部分 1 5 6 との間にガスのための経路 2 1 2 を備え得る。例えば、図 8 H は、通常なら第 2 の弾性シール 1 7 6 と第 2 のプラグ部分 1 5 6 との間の領域（例えば、図 8 H の破線の円で表される領域）に封じ込められ得るガスが、領域 1 4 0 におけるガスと平衡化するのを可能にするように構成される、第 2 のプラグ部分 1 5 6 と第 2 の本

50

体部分 116 との間の経路 212 (例えば、間隙) を備える、例示的な弁 100 の概略断面図である。また例えば、経路 212 は、第 2 のプラグ部分 156 と第 2 の本体部分 116 との間の摺動表面に沿って、1 つ又は複数のチャンネル (例えば、溝、穴) を備え得る。

【0048】

弁 100 がプラズマ圧縮システムの構成要素である、いくつかの実施形態において、液体ライナが反発する、システムの反発回復フェーズ中に、出口 130 におけるガスの一部は、再圧縮されて弁 100 に戻る。そのようないくつかの実施形態では、下流の圧力 (例えば、出口 130 又は外側容積における) が上流の圧力 (例えば、入口 120 又は内側容積における) を超えて上昇するときに、プラグ 150 は、開き、再圧縮されたガスを上流のアクムレータ 40 に戻るように再び方向付けることによって、再圧縮されたガスを回収するように構成される。液体ライナが振動する (例えば、追加の回数反発する) いくつかの実施形態では、再圧縮されたガスの少なくとも一部が、圧力解放タンク 50 に方向付けられ得る。上流の圧力及び下流の圧力が等しくなる場合に、少なくとも 1 つのばね 210 は、プラグ 150 を再閉鎖することができる。このように、弁 100 は、反発する液体ライナがガスを再圧縮して上流のアクムレータ 40 及び / 又は圧力解放タンク 50 に戻すことを可能にするように構成され得る。

10

【0049】

図 9A 及び図 9B は、それぞれ、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、封鎖位置 (sealed position) 及び裂開位置 (cracked position) における、プラグ 150 を備える例示的な弁 100 の概略断面図である。断面図として、図 9A 及び図 9B は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。図 9A 及び図 9B のプラグ 150 は、開放後部空洞の概念を使用して、下流のガスが出口 130 (例えば、プラグ 150 を取り囲む外側の容積) に流れ込んで出口 130 を加圧することを可能にするように構成される。出口 130 における圧力が、ガス圧力による正味の力が少なくとも 1 つのばね 210 (図 9A 及び図 9B には示されない) によるばね力に勝るように、入口 120 における圧力を超えて増加するにつれて、弁 100 が開裂され (例えば、図 9A に示される位置から図 9B に示される位置へプラグ 150 が移動され)、それにより、ガスが出口 130 から入口 120 に (例えば、アクムレータ 40 に) 流れることが可能となる。

20

【0050】

図 10A 及び図 10B は、それぞれ、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、封鎖位置及び裂開位置における、プラグ 150 を備える別の例示的な弁 100 の概略断面図である。断面図として、図 10A 及び図 10B は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。図 10A 及び図 10B のプラグ 150 は、閉鎖後部空洞の概念を使用して、下流のガスが出口 130 (例えば、プラグ 150 を取り囲む外側の容積) に流れ込んで出口 130 を加圧することを可能にするように構成される。図 10A 及び図 10B の例示的な弁 100 は、プラグ 150 が封鎖位置にある間、下流の逆流したガス流がプラグ 150 の後方 (プラグ 150 の右側) の空洞に侵入することを防止するように構成される、第 3 の弾性シール 214 を備える。プラグ 150 が裂開位置にあると、ガスがプラグ 150 を通過してプラグ 150 の周囲の圧力が等しくなり、それにより、プラグ 150 を封鎖位置に戻すことが可能となる。第 3 の弾性シール 214 は、図 9A 及び図 9B の例示的な弁 100 と比較して、同等の下流の圧力がプラグ 150 に対するより大きな力を生み出すことを可能にする。いくつかの実施形態において、図 10A 及び図 10B の例示的な弁 100 は、下流の圧力に対する感度を高め、アクムレータ 40 に回収されるガスの量を増加させることを可能にする。

30

40

【0051】

図 11A ~ 図 11E は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 1 つの通気口 230 を備える別の例示的な弁 100 の例示的な動作順序の一部分を示す概略図である。断面図として、図 11A ~ 図 11E は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。いくつかの実施形態において、図 11A ~

50

図 1 1 E に示されるように、プラグ 1 5 0 は、第 1 のプラグ部分 1 5 4、リング部分 1 5 5、及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を備えるが、他の実施形態では、第 1 のプラグ部分 1 5 4、ピストン部分 1 5 3、及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を備える。第 1 の構成（例えば、封鎖位置、例えば、図 1 1 A を参照）において、第 1 及び第 2 のプラグ部分 1 5 4、1 5 6 は、第 1 及び第 2 の本体部分 1 1 4、1 1 6 と共に、それぞれ第 1 の面シール 1 6 4 及び第 2 の面シール 1 6 6 を形成し、加圧ガスが入口 1 2 0 から少なくとも 1 つの通気口 2 3 0 へ流れることを防止する。第 1 の構成と異なる第 2 の構成（例えば、第 1 の非封鎖位置、例えば、図 1 1 B ~ 図 1 1 D を参照）において、プラグ 1 5 0 は、加圧ガスが入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へ流れることを可能にし、加圧ガスが少なくとも 1 つの通気口 2 3 0 へ流れることを防止する。第 1 の構成及び第 2 の構成と異なる第 3 の構成（例えば、第 2 の非封鎖位置、例えば、図 1 1 E を参照）において、プラグ 1 5 0 は、加圧ガスが出口 1 3 0 から少なくとも 1 つの通気口 2 3 0 へ流れることを可能にする。いくつかの実施形態において、例示的な弁 1 0 0 は、例示的な弁 1 0 0 の開放後に、入口 1 2 0 に達する出口 1 3 0 からの余分な下流圧力を排出するように構成される。

10

#### 【0052】

図 1 1 A は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 1 5 0 が封鎖位置（例えば、第 1 の構成に対応する）にある状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。第 1 のプラグ部分 1 5 4 及び第 1 の本体部分 1 1 4 は、第 1 の面シール 1 6 4 を形成し、第 2 のプラグ部分 1 5 6 及び第 2 の本体部分 1 1 6 は、第 2 の面シール 1 6 6 を形成する。入口 1 2 0 は、加圧ガスを収容し、加圧ガスは、第 1 の面シール 1 6 4 によって出口 1 3 0 へ流れることが防止され、第 2 の面シール 1 6 6 によって領域 1 4 0 へ流れることが防止される。

20

#### 【0053】

図 1 1 B ~ 図 1 1 D は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 1 5 0 が様々な第 1 の非封鎖位置（例えば、第 2 の構成に対応する）にある状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 1 1 B 及び図 1 1 C において、弁 1 0 0 は、入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へのプラグ 1 5 0 と本体 1 1 0 との間のガス流路が、実質的に制限されないように、完全に開放される（例えば、第 1 のプラグ部分 1 5 4 が第 1 の本体部分 1 1 4 から離隔され、第 2 のプラグ部分 1 5 6 が第 2 の本体部分 1 1 6 から離隔される）。図 1 1 D において、弁 1 0 0 は開放されるが、入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へのプラグ 1 5 0 と本体 1 1 0 との間のガス流路（例えば、領域 2 3 2）は、実質的に制限される。例えば、制限されたガス流路は、入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へのガスの流れを減少させるように構成され得る。

30

#### 【0054】

図 1 1 E は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、プラグ 1 5 0 が第 2 の非封鎖位置（例えば、第 3 の構成に対応する）にある状態の、例示的な弁 1 0 0 の概略断面図である。図 1 1 E において、プラグ 1 5 0 は、入口 1 2 0 と出口 1 3 0 との間の流体連通がなくなり、出口 1 3 0 が少なくとも 1 つの通気口 2 3 0 と流体連通するように配置される。例えば、出口 1 3 0 からのガスの逆流は、少なくとも 1 つの通気口 2 3 0 に（例えば、圧力解放タンク 5 0 へ）流れることが可能となる。

40

#### 【0055】

図 1 2 A ~ 図 1 2 D は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、少なくとも 3 つの構成の間で制御可能に調整されるように構成されるプラグ・アセンブリ 2 4 0 を備える、別の例示的な弁 1 0 0 の例示的な動作順序の一部を示す概略図である。断面図として、図 1 2 A ~ 図 1 2 D は、本体 1 1 0、プラグ 1 5 0 又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。いくつかの実施形態において、プラグ・アセンブリ 2 4 0 は、プラグ 1 5 0（例えば、駆動プラグ、駆動弁 6 0 の一部分）、及び第 2 のプラグ 2 5 0（例えば、反発プラグ、反発弁 7 0 の一部分）を備え、プラグ 1 5 0 及び第 2 のプラグ 2 5 0 は、両方とも出口 1 3 0 へ接続され、互いに独立して平行に動作する。弁 1 0 0 における軸穴（図示せず）は、出口 1 3 0 から通気出口 2 6 0 への通気流を可能にし得る（例えば、

50

米国特許第 8 3 3 6 8 4 9 号明細書（特許文献 1）を参照）。いくつかの実施形態において、図 1 2 A ~ 図 1 2 D に示されるように、第 1 のプラグ 1 5 0 は、第 1 のプラグ部分 1 5 4、リング部分 1 5 5、及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を備えるが、他の実施形態では、第 1 のプラグ部分 1 5 4、ピストン部分 1 5 3、及び第 2 のプラグ部分 1 5 6 を備える。図 1 2 A ~ 図 1 2 D の例示的な弁 1 0 0 は、加圧ガスを受容するように構成される入口 1 2 0、入口 1 2 0 からの加圧ガスを受容するように構成される出口 1 3 0、及び出口 1 3 0 からの加圧ガスを受容するように構成される通気出口 2 6 0 をさらに備える。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 A ~ 図 1 2 D によって概略的に例示されるように、実質的にリング形状のプラグ 1 5 0 は、弁 1 0 0 の実質的に円筒形の本体部分 2 7 0 を包囲し、本体部分 2 7 0 は、長手方向軸 2 7 2（例えば、プラグ 1 5 0 の長手方向軸 1 5 2 と実質的に平行且つ / 又は同一線上である）を有し、プラグ 1 5 0 は、長手方向軸 2 7 2 に沿って少なくとも第 1 の位置と第 2 の位置との間で制御可能に移動されるように構成される。第 2 のプラグ 2 5 0 は、実質的にリング形状であり、弁 1 0 0 の実質的に円筒形の本体部分 2 7 0 を包囲し、第 2 のプラグ 1 5 0 は、長手方向軸 2 7 2 に沿って少なくとも第 3 の位置と第 4 の位置との間で制御可能に移動されるように構成される。

10

【 0 0 5 7 】

図 1 2 A では、プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 1 の構成となるように、プラグ 1 5 0 が第 1 の位置（例えば、封鎖位置）にあり、第 2 のプラグ 2 5 0 が第 3 の位置にある。プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 1 の構成にある間、入口 1 2 0 は、加圧ガスに曝されることが可能であり（例えば、アキュムレータ 4 0 が加圧ガスで満たされ得る）、プラグ 1 5 0 は、入口 1 2 0 内の加圧ガスが出口 1 3 0 へ流れることを防止する。図 1 2 B では、プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 2 の構成となるように、プラグ 1 5 0 が第 2 の位置（例えば、非封鎖位置）にあり、第 2 のプラグ 2 5 0 が第 3 の位置にある。プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 2 の構成にある間、加圧ガスは、入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へ排出される（例えば、流れる）。いくつかの実施形態では、加圧ガスが入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へ排出された後、プラグ 1 5 0 は、連続的な加圧を防ぐために第 1 の位置へ戻され得るが（例えば、図 1 2 A と同様に見えるが、弁 1 0 0 の動作サイクルの異なる段階を示す図 1 2 C を参照）、他の実施形態では、加圧ガスが入口 1 2 0 から出口 1 3 0 へ排出された後、プラグ 1 5 0 は、第 2 の位置に留められ、又は第 1 の位置と第 2 の位置の間の中間位置に置かれる。図 1 2 D では、プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 3 の構成となるように、第 2 のプラグ 2 5 0 が第 4 の位置にある。プラグ・アセンブリ 2 4 0 が第 3 の構成にある間、出口 1 3 0 は、加圧ガスが出口 1 3 0 から通気出口 2 6 0 へ（例えば、圧力開放タンク 5 0 へ）排出される（例えば、流れる）ように、通気出口 2 6 0 と（例えば、図 1 2 D の断面図には示されない穴を介して）流体連通する。

20

30

【 0 0 5 8 】

加圧ガスが出口 1 3 0 から通気出口 2 6 0 へ排出された後、プラグ・アセンブリ 2 4 0 は、第 1 の構成へ戻され得る。例えば、プラグ・アセンブリ 2 4 0 は、入口 1 2 0 への加圧ガスの放出前に、プラグ・アセンブリ 2 4 0 を第 1 の構成に制御可能に移動させるように構成される、少なくとも 1 つのばねを備え得る。少なくとも 1 つのばねは、（例えば、入口 1 2 0 への加圧ガスの放出前に）プラグ 1 5 0 を第 2 の位置から第 1 の位置に移動させること、及び / 又は（例えば、弁 1 0 0 がリセットされ得るように通気出口 2 6 0 を閉鎖するために）第 2 のプラグ 2 5 0 を第 4 の位置から第 3 の位置に移動させることができる。

40

【 0 0 5 9 】

いくつかの実施形態において、弁 1 0 0 は、弁 1 0 0 が開くことを防止するように（例えば、プラグ 1 5 0 が第 1 の位置から離れて移動することを物理的に防止するように、また、加圧ガスから入口 1 2 0、出口 1 3 0、及び / 又は弁の出口 2 6 0 を封鎖するように）構成される、安全ロックアウト機構（例えば、弁ロックアウト 8 5）をさらに備える。例えば、ロックアウト機構は、動きを防止するように構成されるピン又はラチェット / 爪

50

を備え得る。別の実例として、ロックアウト機構は、入口又は出口のいずれかを封鎖するための弁（例えば、特許文献 1 を参照）を備え得る。

#### 【0060】

いくつかの実施形態において、出口 130 は、真空圧力（例えば、 $1.33 \times 10^{-7}$  kPa（ $10^{-6}$  トル）未満、 $1.33 \times 10^{-8}$  kPa（ $10^{-7}$  トル）未満）までポンプで減圧されるように構成され、且つ / 又は上流アキュムレータ 40 は、概して真空レベル（例えば、 $1.33 \times 10^{-4}$  kPa（ $10^{-3}$  トル）未満）までポンプで減圧され得る。他の実施形態では、操作によりアキュムレータ 40 の加圧が命令されたときに、連続的なシールの段差を使用して圧力差を低減することができる。例えば、段差は、中間の容積を独立してポンプで排出しながら、プラグ 150 に対して封鎖することができる。安全ロックアウト機構を有するいくつかの実施形態において、連続的なシールの段差は、プラグ 150 及び安全ロックアウト機構の両方に組み込むことができ、シールの圧力差を低減するために、プラグ 150 と安全ロックアウト機構との間の中間の容積がポンプで減圧され得る。

10

#### 【0061】

図 13 は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、ガス・ブレイキ 280 を備える例示的な弁 100 の概略断面図である。図 13 は、図 8F の弁 100 の一部分を示す。断面図として、図 13 は、本体 110、プラグ 150、又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。第 1 及び第 2 の弾性シール 174、176 に対するプラグ 150 の衝突の速さを減少させるために（例えば、減衰閉鎖のために）、ガス・ブレイキ 280 が使用され得る。例えば、ガス・ブレイキ 280 は、僅かな量のガスが捕捉される小さい容積を有することができ、封鎖位置に向かって移動するプラグ 150 による圧縮によって容積内のガス圧力が増加することにより、（例えば、本明細書に記載されるような、弁 100 の開放中の制動のものと同様の方式で）プラグ 150 の動きが減速される。

20

#### 【0062】

図 14A 及び図 14B は、本明細書に記載されるいくつかの実施形態による、それぞれ、封鎖構成及び裂開構成における、独立プラグ駆動アキュムレータ 290 を備える例示的な弁 100 の 2 つの概略断面図である。断面図として、図 14A 及び図 14B は、本体 110、プラグ 150 又は他の構成要素の全ての表面を示すわけではない。いくつかの実施形態において、図 14A 及び図 14B の例示的な弁 100 は、プラグ 150 が（例えば、封鎖位置に）着座させられるときに、少なくとも入口 120 及び出口 130 から隔離される（例えば、封鎖される）容積 294（例えば、領域 140）を封鎖するように構成される、第 3 の弾性シール 292 を備える。容積 294 におけるガス圧力は、プラグ 150 を開放するように作用することができ、入口 120 におけるガス圧力及び / 又は出口 130 におけるガス圧力と異なり得る。第 1 及び第 2 の弾性シール 174、176 が（例えば、プラグ 150 が第 1 及び第 2 の弾性シール 174、176 の定位置から外れて開き始めることによって）突破されたとき、ガスは、容積 294 と入口 120 と出口 130 との間を流れることが可能となる。容積 294 内のガス圧力の独立した制御により、図 14A 及び図 14B の例示的な高速開放弁 100 におけるプラグ 150 の動きのより厳格な制御が可能になる。

30

40

#### 【0063】

上記では理解を容易にするために、諸実施形態のシステム及び方法について慣用的な用語を使用して説明してきたが、これらの用語は、最も広義且つ合理的に解釈されることを企図して使用されている。本開示の様々な態様を、例示的な実例及び実施形態に関して説明してきたが、本明細書に開示される実例及び実施形態は、限定的なものとして解釈されるべきではない。とりわけ、「可能である」、「可能性がある」、「得る」、又は「場合がある」などの条件付きの表現は、別段の定めがない限り、又は文脈上矛盾しない限り、一般に、ある特定の実施形態がある特定の特徵、要素、及び / 又はステップを含み、他の実施形態がそれらを含まないことを示すものとする。したがって、そのような条件付きの表現は、一般に、ある特徵、要素、及び / 若しくはステップが、1 つ若しくは複数の実施形態

50

において必要であること、又は、1つ若しくは複数の実施形態が、これらの特徴、要素、及び/若しくはステップが任意の特定の実施形態に含まれ、若しくは実行されるべきかを、ユーザ入力若しくはプロンプトの有無に関わらず決定するためのロジックを必然的に含むことを含意することを意図するものではない。特に、「含む/備える (comprises/comprising)」という用語は、非排他的な要素、構成要素、又はステップを指すものと解釈されるべきであり、言及された要素、構成要素、又はステップが、明示的に言及されない他の要素、構成要素、又はステップと併存し得ること、共用され得ること、又は組み合わせられ得ることを指示するものである。

#### 【0064】

本明細書に開示される実施形態は、相互に排他的ではなく、様々な組合せが可能であることを理解されたい。加えて、本明細書に開示される方法及び装置を、概してプラズマ圧縮システムの文脈において説明してきたが、本明細書に記載される様々な実施形態は、種々の他の適切な装置、方法、及び文脈に組み込まれ得る。より一般的には、本明細書に記載される諸実施形態は、高速開放低力ポペット弁を有することから利益が得られる様々な文脈において使用され得ることが理解されるであろう。

10

#### 【0065】

本明細書で使用される「およそ」、「約」、「概ね」、及び「実質的に」など、程度を表す表現は、言及される値、量、又は特性に近似する、所望の機能又は所望の結果が達成される値、量、又は特性を表す。例えば、「およそ」、「約」、「概ね」、及び「実質的に」という用語は、言及される量の $\pm 10\%$ 以内、 $\pm 5\%$ 以内、 $\pm 2\%$ 以内、 $\pm 1\%$ 以内、又は $\pm 0.1\%$ 以内の量を指し得る。別の例として、「概ね平行」及び「実質的に平行」という用語は、厳密な平行から $\pm 10$ 度、 $\pm 5$ 度、 $\pm 2$ 度、 $\pm 1$ 度、又は $\pm 0.1$ 度逸脱する値、量、又は特性を指し、「概ね垂直」及び「実質的に垂直」という用語は、厳密な垂直から $\pm 10$ 度、 $\pm 5$ 度、 $\pm 2$ 度、 $\pm 1$ 度、又は $\pm 0.1$ 度逸脱する値、量、又は特性を指す。本明細書に開示される範囲はまた、完全に重複する範囲、部分的に重複する範囲、及びそれらの組合せを包含する。「まで」、「少なくとも」、「より大きい」、「より小さい」、「の間」などの表現は、列挙された数字を含む。本明細書で使用される「1つの (a/an)」、及び「前記 (said)」の意味は、文脈上矛盾しない限り、複数形も含む。また、本明細書で使用される場合、「内 (in)」の意味は、文脈上矛盾しない限り、「内へ (into)」及び「上 (on)」を含む。

20

30

#### 【0066】

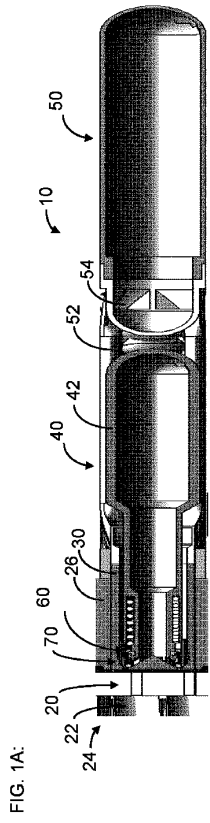
本明細書では、方法及びシステムについて序数の形容詞（例えば、第1の、第2のなど）によって分類された要素を記載するが、これらの序数の形容詞は、単に1つの要素を別の要素と（例えば、ある信号を別の信号から、又はある回路を別の回路から）区別するための表示として使用されるものであり、各要素又はそれらの使用の順序を規定するために使用されるものではない。

#### 【0067】

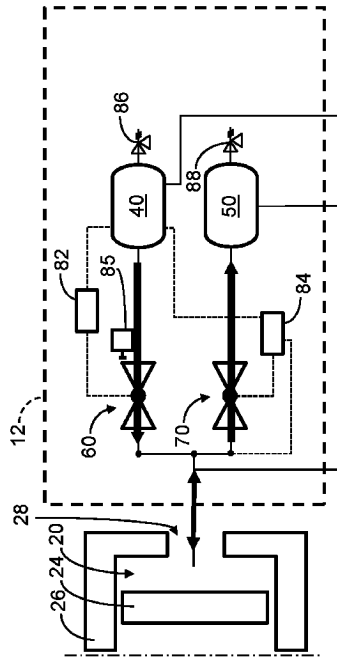
本明細書に開示される特定の事例の実施形態は、本発明の諸態様の限定ではなく例示として意図されるので、本明細書及び特許請求の範囲に記載される本発明は、これらの実施形態によって保護範囲を限定されるべきではない。本発明の保護範囲にはこれらと同等の実施形態が含まれるものとする。実際、当業者が上記の説明を読めば、本明細書及び添付図面に記載されるものに加えて、本発明の形態及び詳細の様々な改変が可能であることが理解されるであろう。そのような改変もまた、特許請求の範囲に含まれるものとする。本発明の保護範囲は、本明細書に開示される事例のいずれの実施形態によっても限定されるべきではなく、請求項及びその均等物によってのみ定義されるべきである。

40

【 図 面 】  
【 図 1 A 】



【 図 1 B 】

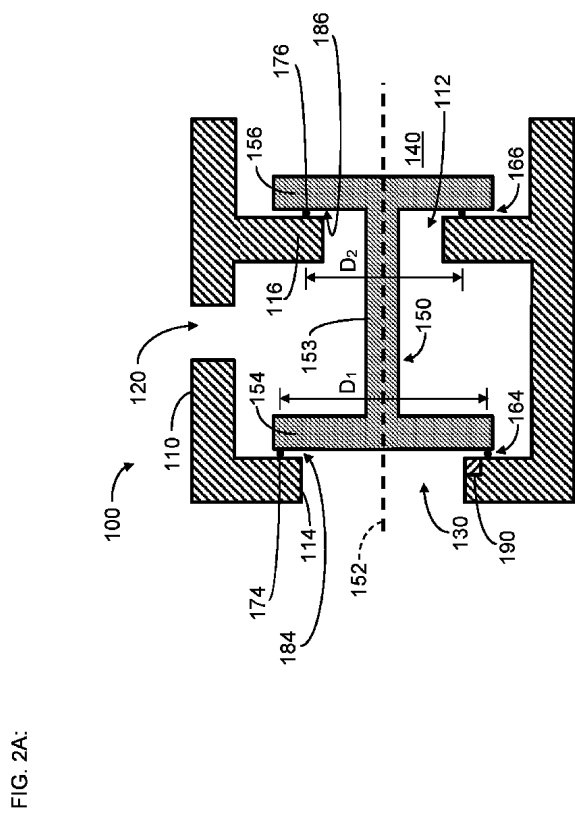


10

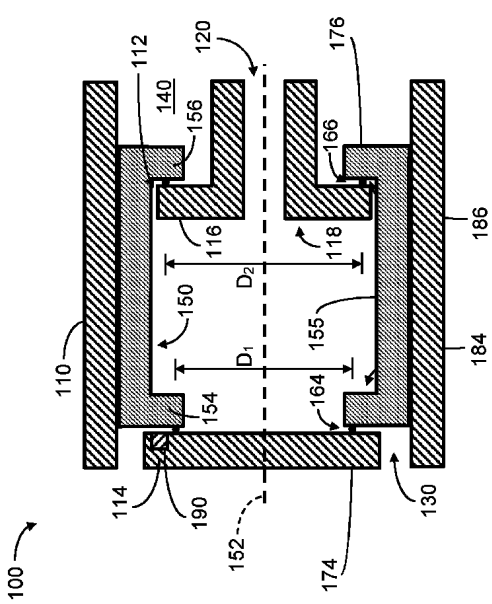
20

FIG. 1B:

【 図 2 A 】



【 図 2 B 】



30

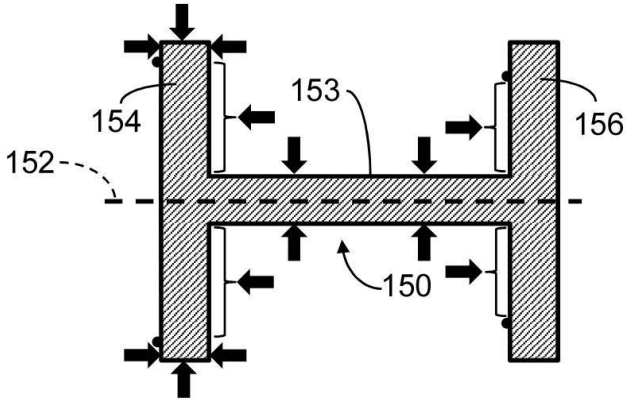
40

FIG. 2B:

50

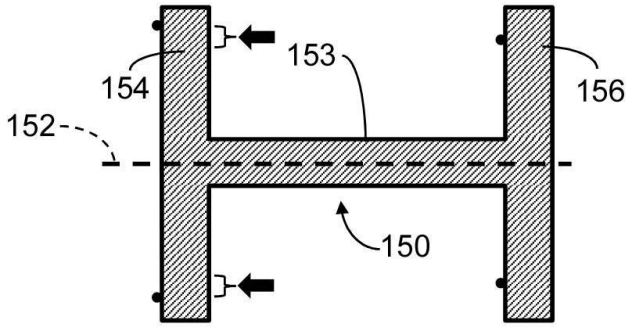
【図 3 A】

封鎖された場合の  
全ての力



【図 3 B】

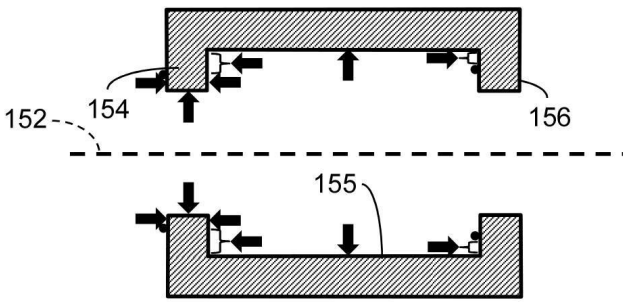
封鎖された場合の  
正味の力



10

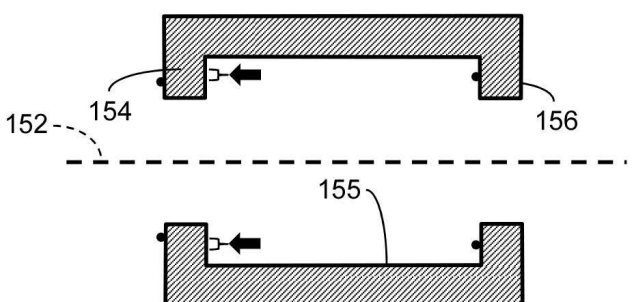
【図 3 C】

封鎖された場合の  
全ての力



【図 3 D】

封鎖された場合の  
正味の力



20

150

150

30

40

50

【 図 4 A 】

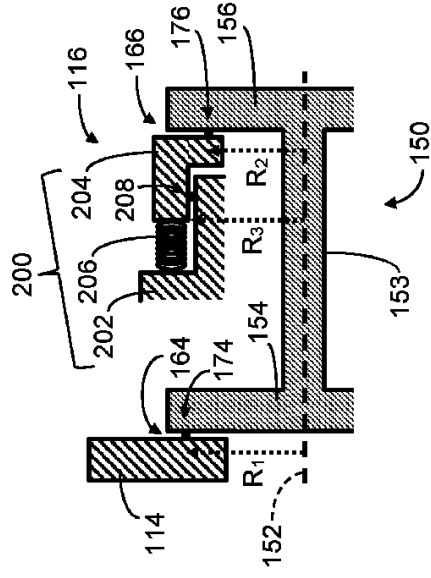


FIG. 4A:

【 図 4 B 】

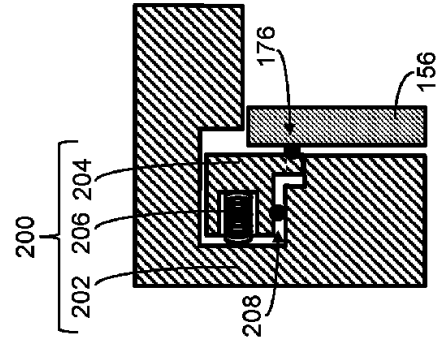


FIG. 4B:

10

20

【 図 5 A 】

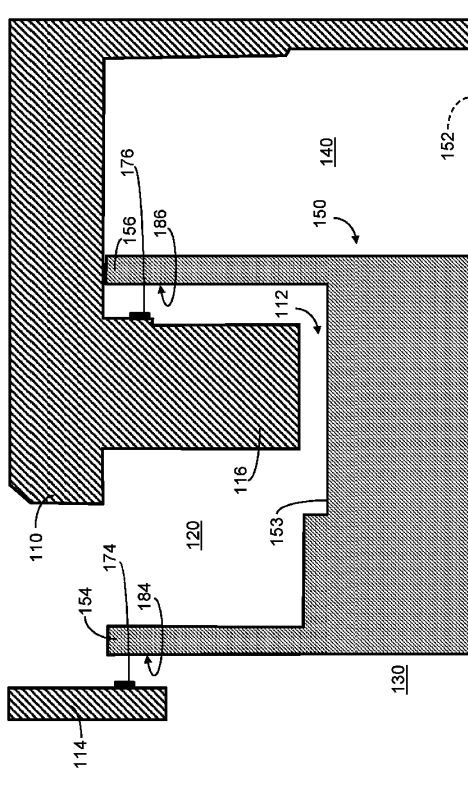


FIG. 5A:

【 図 5 B 】

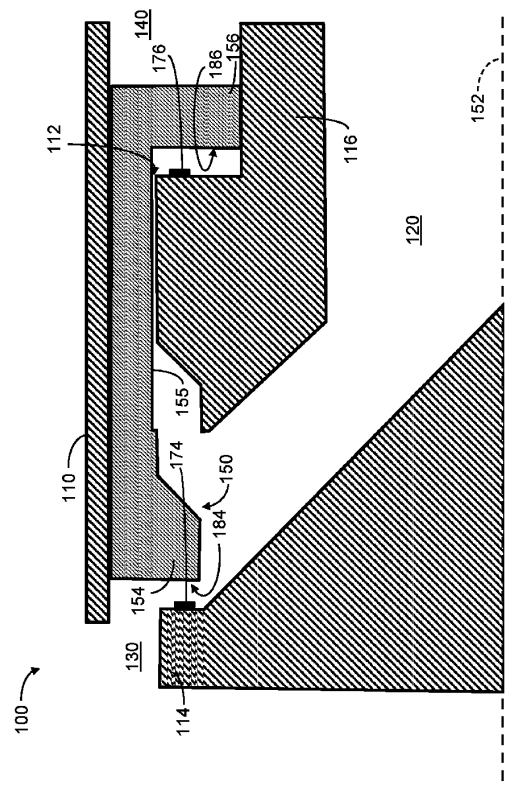


FIG. 5B:

30

40

50

【 6 A 】

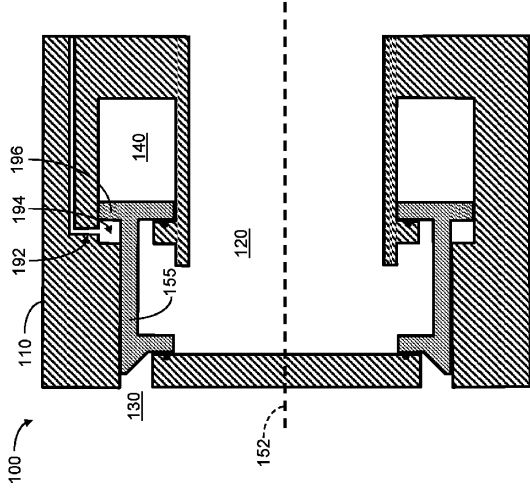


FIG. 6A:

【 6 B 】

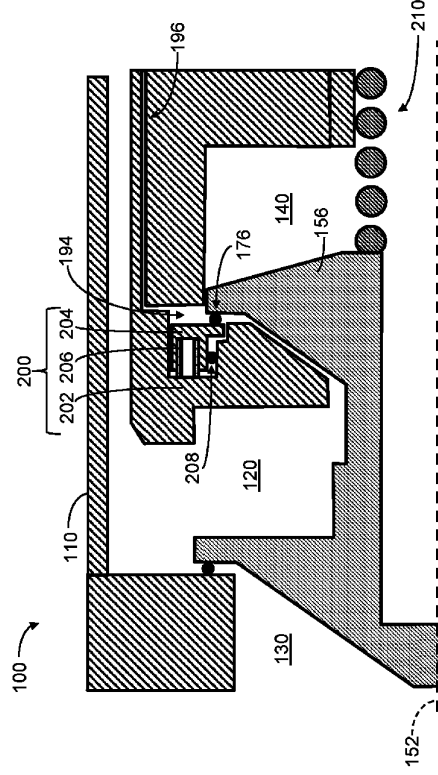


FIG. 6B:

10

20

【 7 A 】

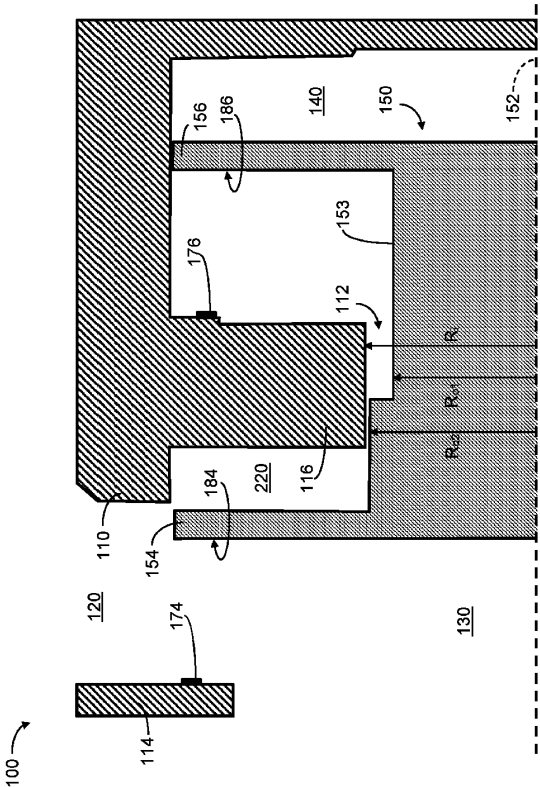


FIG. 7A:

【 7 B 】

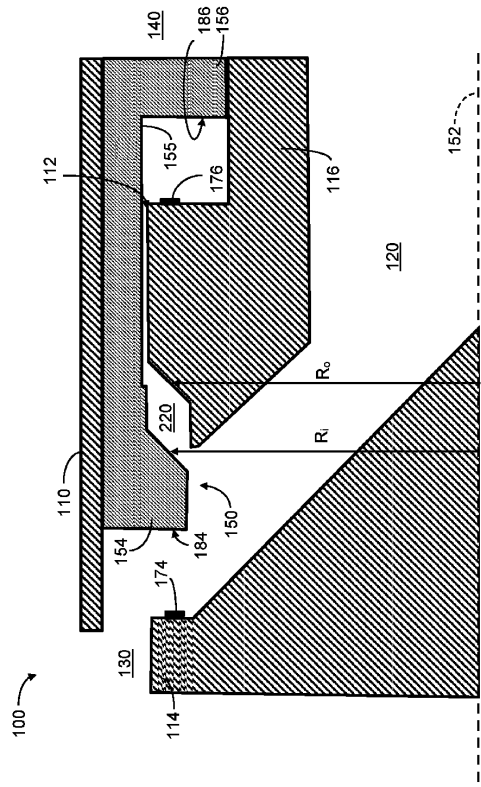


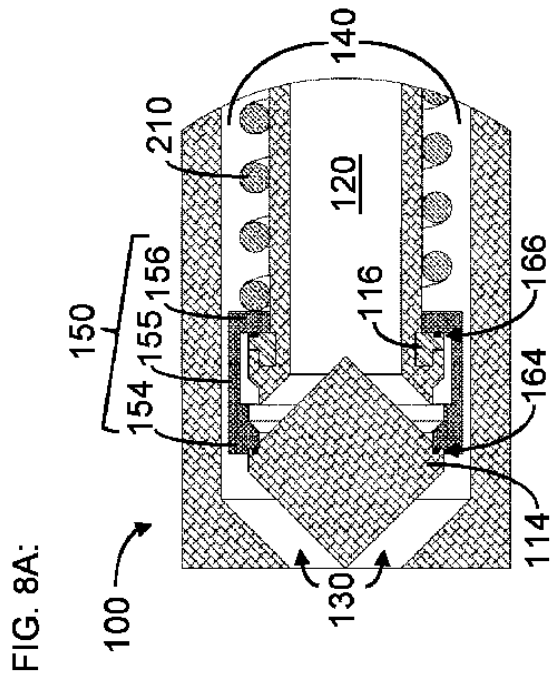
FIG. 7B:

30

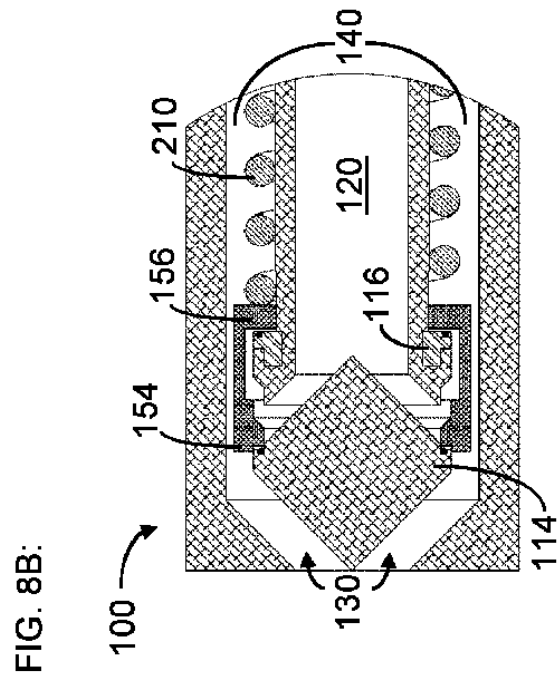
40

50

【 8 A 】



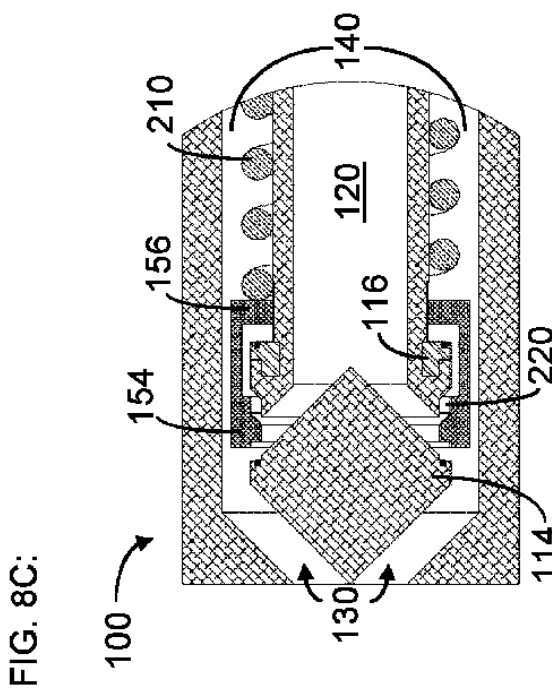
【 8 B 】



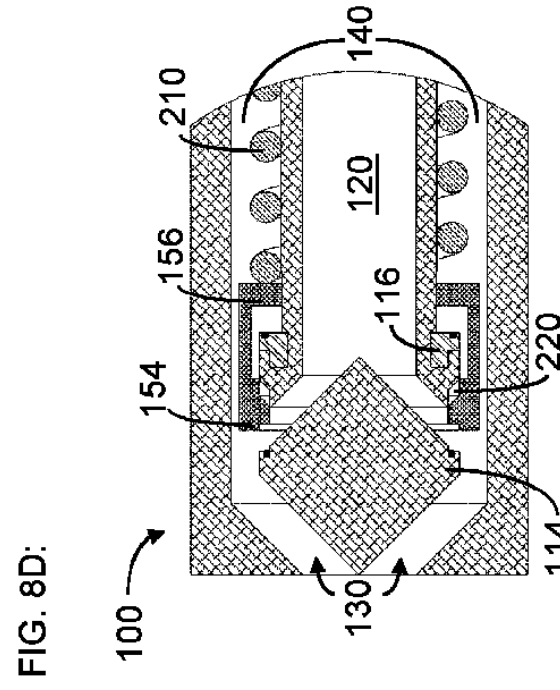
10

20

【 8 C 】



【 8 D 】



30

40

50

【 8 E 】

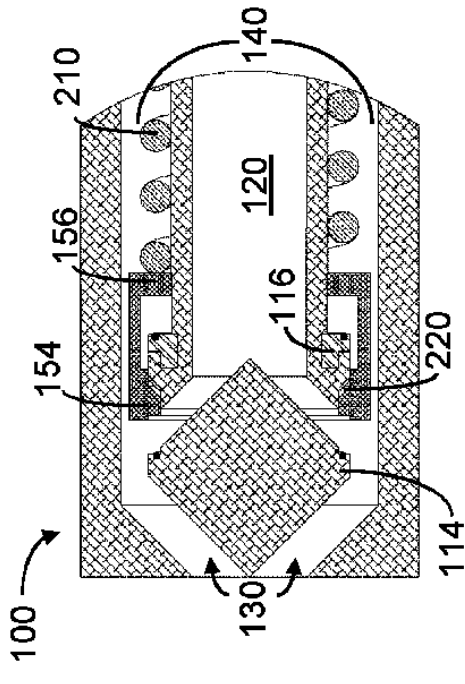


FIG. 8E:

【 8 F 】

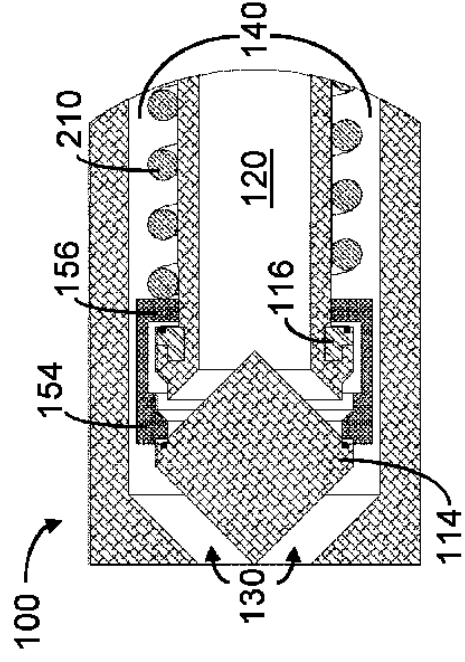


FIG. 8F:

10

20

【 8 G 】

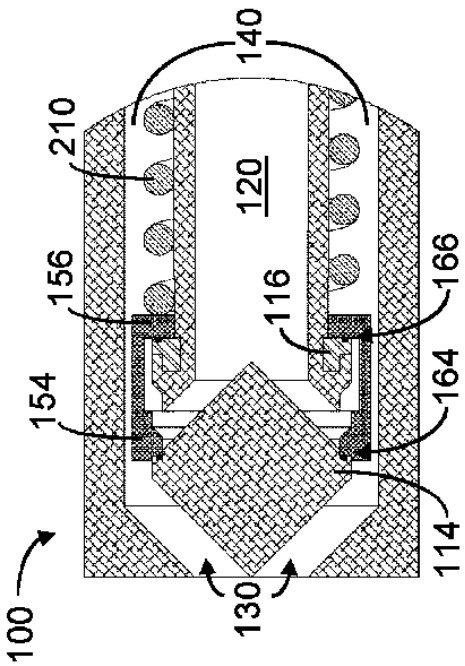


FIG. 8G:

【 8 H 】

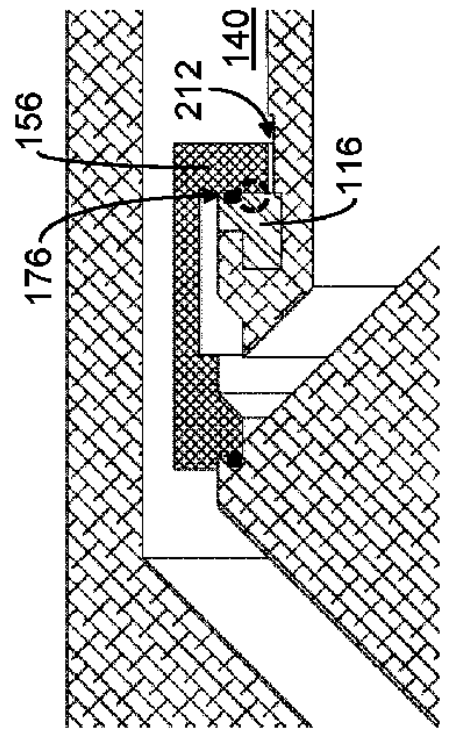


FIG. 8H:

30

40

50

【 図 9 A 】

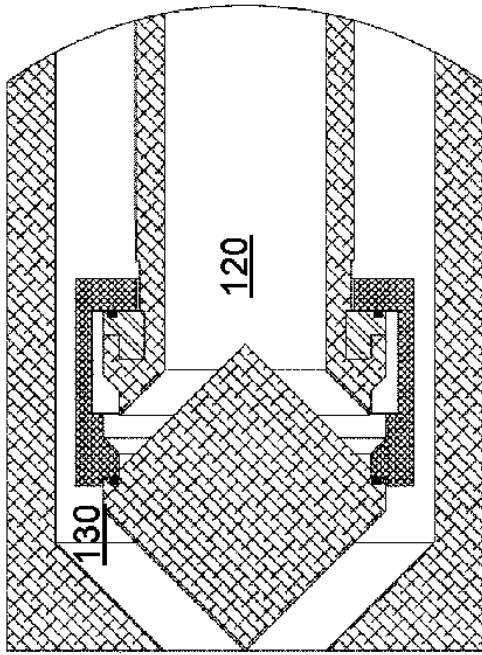
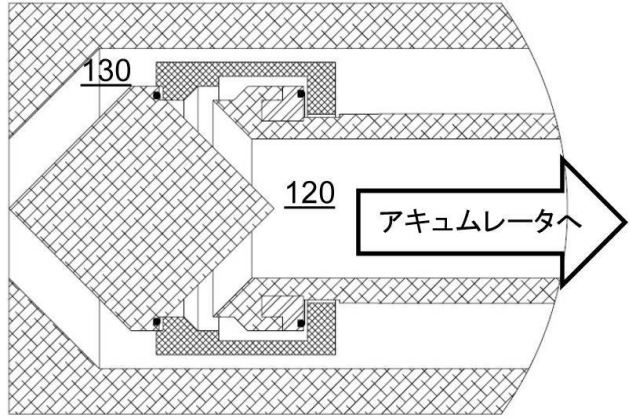


FIG. 9A:

【 図 9 B 】



10

20

【 図 10 A 】

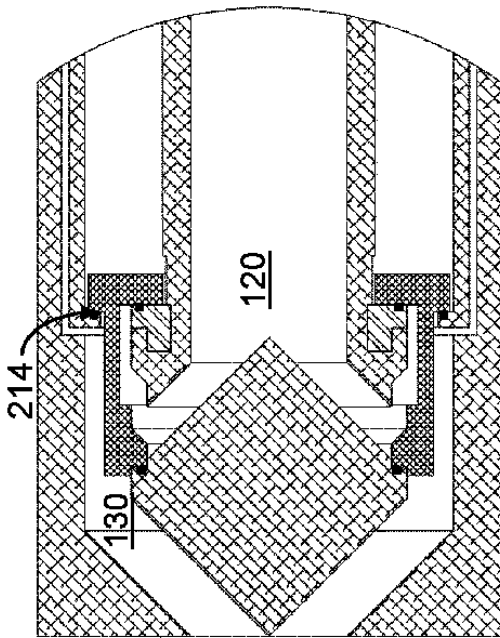
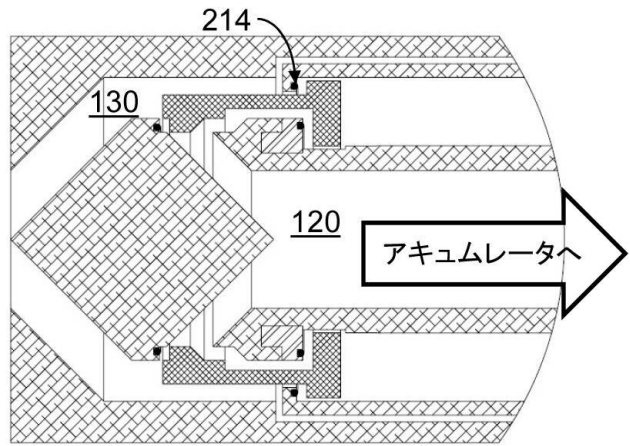


FIG. 10A:

【 図 10 B 】



30

40

50

【 図 1 1 A 】

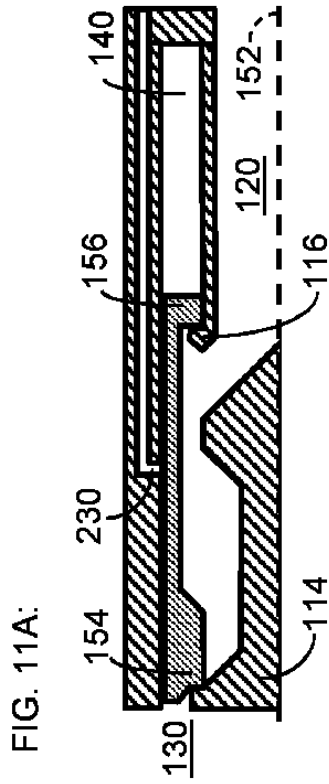


FIG. 11A:

【 図 1 1 B 】

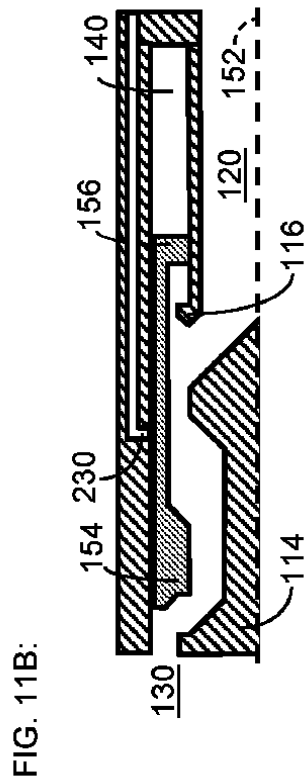


FIG. 11B:

【 図 1 1 C 】

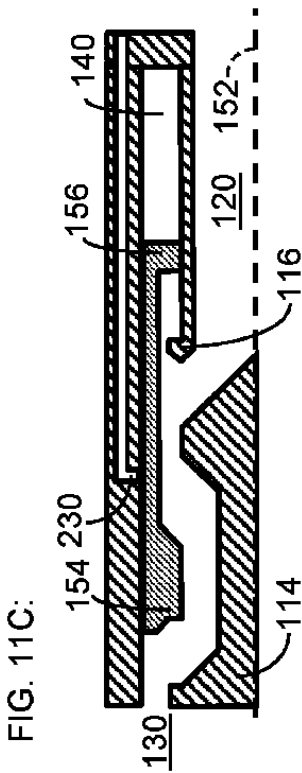


FIG. 11C:

【 図 1 1 D 】

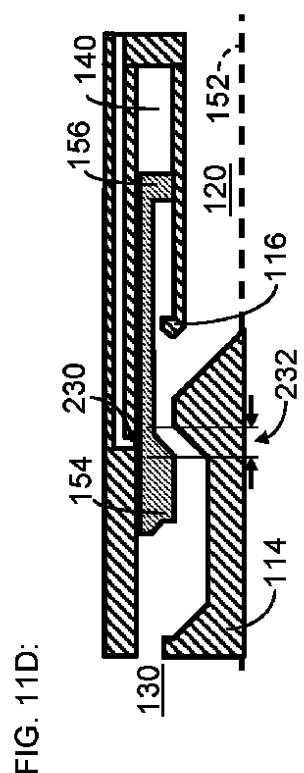


FIG. 11D:

10

20

30

40

50

【 図 1 1 E 】

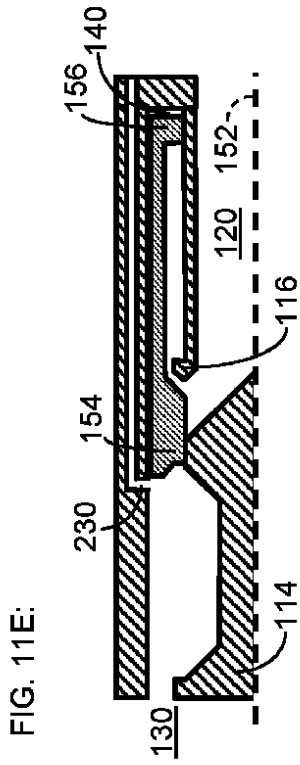


FIG. 11E:

【 図 1 2 A 】

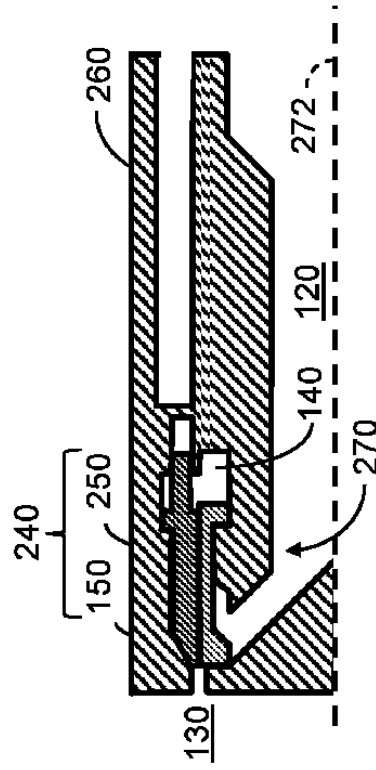


FIG. 12A:

10

20

【 図 1 2 B 】

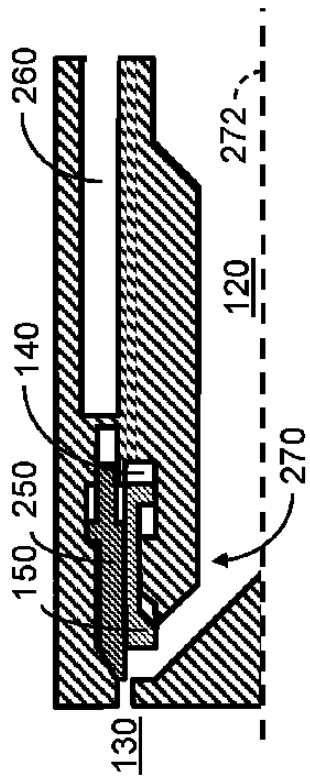


FIG. 12B:

【 図 1 2 C 】

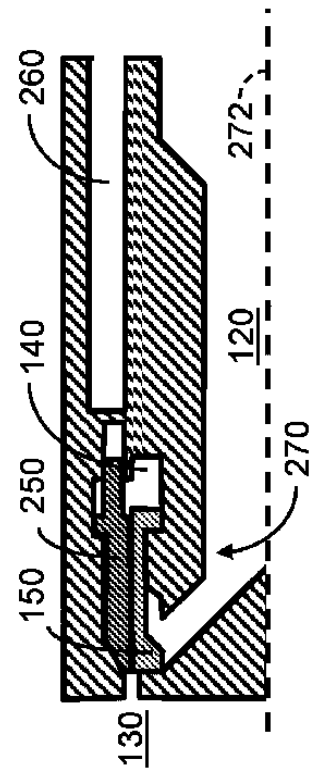


FIG. 12C:

30

40

50

【 図 1 2 D 】

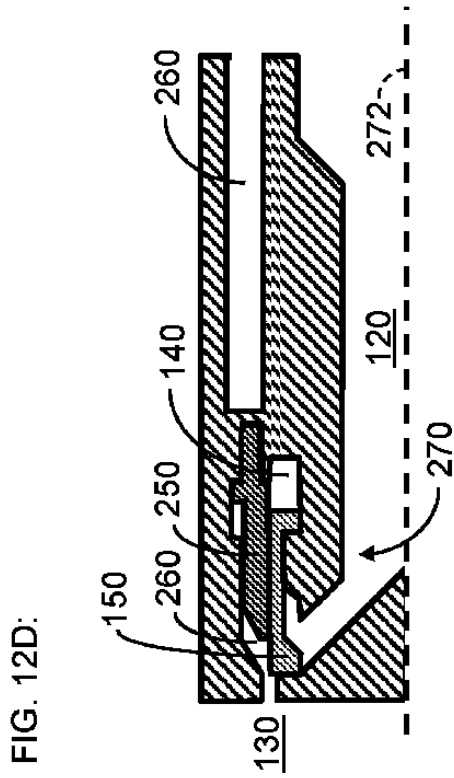


FIG. 12D:

【 図 1 3 】

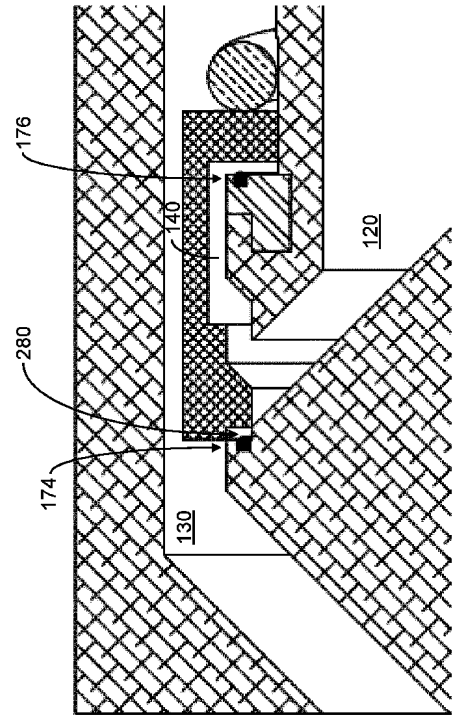


FIG. 13:

10

20

【 図 1 4 A 】

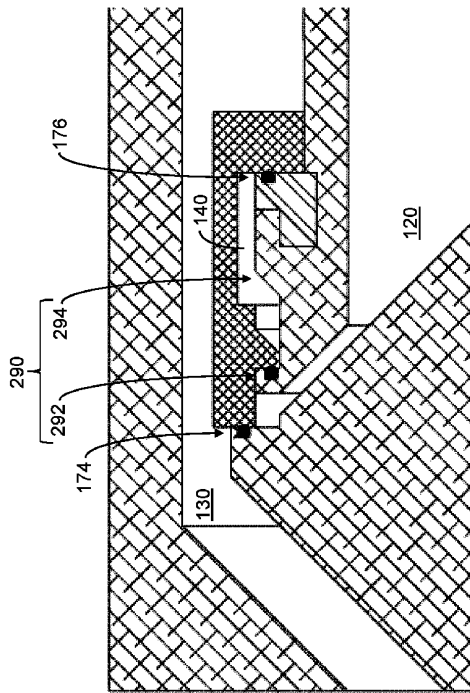


FIG. 14A:

【 図 1 4 B 】

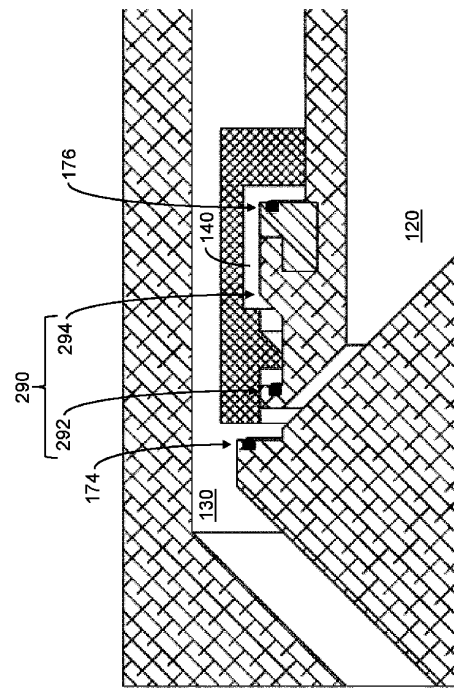


FIG. 14B:

30

40

50

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/CA2023/050186</b>															
<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</p> <p>IPC: <i>F16K 31/12</i> (2006.01), <i>F16K 31/122</i> (2006.01), <i>F16K 41/16</i> (2006.01)</p> <p>CPC: , <i>F16K 31/12</i> (2020.01), <i>F16K 31/122</i> (2020.01), <i>F16K 41/16</i> (2020.01)</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																	
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: <i>F16K 31/12</i> (2006.01), <i>F16K 31/122</i> (2006.01), <i>F16K 41/16</i> (2006.01) CPC: , <i>F16K 31/12</i> (2020.01), <i>F16K 31/122</i> (2020.01), <i>F16K 41/16</i> (2020.01)</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched N/A.</p> <p>Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Questel/Orbit and Canadian Patent Database (Intellect). Keywords: valv*, pressur*, gas*, seal*, driver*, plasma*, plug*, vent*, compress*, poppet*, etc.</p>																	
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2013/185222 A1 (LABERGE, M.G.) 19 December 2013 (19-12-2013) *Whole document*</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 3,480,029 A (COLE, S.) 25 November 1969 (25-11-1969) *Whole document*</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 5,062,349 A (KHAN, F.A.) 05 November 1991 (05-11-1991) *Whole document*</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021/042145 A1 (ZIEGER, A.) 11 March 2021 (11-03-2021) *Whole document*</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 2013/185222 A1 (LABERGE, M.G.) 19 December 2013 (19-12-2013) *Whole document*	1-27	A	US 3,480,029 A (COLE, S.) 25 November 1969 (25-11-1969) *Whole document*	1-27	A	US 5,062,349 A (KHAN, F.A.) 05 November 1991 (05-11-1991) *Whole document*	1-27	A	WO 2021/042145 A1 (ZIEGER, A.) 11 March 2021 (11-03-2021) *Whole document*	1-27
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
A	WO 2013/185222 A1 (LABERGE, M.G.) 19 December 2013 (19-12-2013) *Whole document*	1-27															
A	US 3,480,029 A (COLE, S.) 25 November 1969 (25-11-1969) *Whole document*	1-27															
A	US 5,062,349 A (KHAN, F.A.) 05 November 1991 (05-11-1991) *Whole document*	1-27															
A	WO 2021/042145 A1 (ZIEGER, A.) 11 March 2021 (11-03-2021) *Whole document*	1-27															
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																	
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"D" document cited by the applicant in the international application</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>															
<p>Date of the actual completion of the international search 17 April 2023 (17-04-2023)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 17 April 2023 (17-04-2023)</p>															
<p>Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 819-953-2476</p>		<p>Authorized officer  Stephane Ouellette (819) 639-7882</p>															

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CA2023/050186**

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
WO2013185222A1	19 December 2013 (19-12-2013)	None	
US3480029A	25 November 1969 (25-11-1969)	None	
US5062349A	05 November 1991 (05-11-1991)	CA2038407A1 GB9105425D0 GB2243191A GB2243191B NO911072D0 NO911072L	20 September 1991 (20-09-1991) 01 May 1991 (01-05-1991) 23 October 1991 (23-10-1991) 16 February 1994 (16-02-1994) 18 March 1991 (18-03-1991) 20 September 1991 (20-09-1991)
WO2021042145A1	11 March 2021 (11-03-2021)	AT17317U1 CN114341763A DE112020004158A5 US2022283598A1	15 December 2021 (15-12-2021) 12 April 2022 (12-04-2022) 09 June 2022 (09-06-2022) 08 September 2022 (08-09-2022)

10

20

30

40

---

 フロントページの続き

,MC,ME,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,NE,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,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,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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

イッシュコロニア、リッチモンド、ライサンダー レーン 3600、スイート 320

(72)発明者 ウィルキー、ジェイムズ ヘイスティングス

カナダ ヴィー7ビー 1シー3 プリティッシュコロニア、リッチモンド、ライサンダー レーン 3600、スイート 320

(72)発明者 サーマス、ニック

カナダ ヴィー7ビー 1シー3 プリティッシュコロニア、リッチモンド、ライサンダー レーン 3600、スイート 320

F ターム (参考) 3H056 AA03 BB02 CA02 CD03 DD03 GG03