

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6613249号  
(P6613249)

(45) 発行日 令和1年11月27日(2019.11.27)

(24) 登録日 令和1年11月8日(2019.11.8)

(51) Int.Cl.

B08B 3/12 (2006.01)

F 1

B08B 3/12

B

請求項の数 34 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2016-570771 (P2016-570771)  
 (86) (22) 出願日 平成27年2月4日 (2015.2.4)  
 (65) 公表番号 特表2017-506157 (P2017-506157A)  
 (43) 公表日 平成29年3月2日 (2017.3.2)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/014451  
 (87) 國際公開番号 WO2015/126628  
 (87) 國際公開日 平成27年8月27日 (2015.8.27)  
 審査請求日 平成30年1月29日 (2018.1.29)  
 (31) 優先権主張番号 14/187,949  
 (32) 優先日 平成26年2月24日 (2014.2.24)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 500520743  
 ザ・ボーイング・カンパニー  
 The Boeing Company  
 アメリカ合衆国、60606-2016  
 イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100  
 (74) 代理人 110002077  
 園田・小林特許業務法人  
 (72) 発明者 ポノマレフ、セルゲイ  
 アメリカ合衆国 イリノイ 60606,  
 シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ 100

審査官 村山 達也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表面洗浄のためのシステム及び方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

表面を含む物体を洗浄するためのシステムであって、  
 音響波を前記物体に送出するように構成された音響デバイスと、  
 流体を前記表面に送出するように構成された流体ディスペンサと、  
 バキューム気流を前記表面に近接して送出するように構成されたバキュームと、を備え

、  
 前記流体ディスペンサが、  
 洗浄媒体を前記表面に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサと、  
 リンス媒体を前記表面に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサと  
 を含み、

前記音響波が、前記表面から堆積物を取り除き、前記流体を音響的に処理し、前記流体及び前記流体によって集められた前記堆積物を微粒化し、

前記洗浄媒体ディスペンサ、前記リンス媒体ディスペンサ及び前記バキュームが、洗浄ヘッドに装着されている、システム。

## 【請求項2】

前記音響波が、前記物体の前記表面に音響振動を発生させる、又は  
 前記音響波が、前記物体の中に音響振動を発生させる、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項3】

前記音響波が、縦波、せん断波、表面波及びプレート波の少なくとも1つを含む、請求

10

20

項 1 又は 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記音響デバイスの位置、前記流体ディスペンサの位置及び前記バキュームの位置が、前記表面に対して調節可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記洗浄ヘッドが、ロボットアセンブリに装着され、前記ロボットアセンブリが、前記表面に対して前記洗浄ヘッドを位置付ける、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記洗浄媒体が、液体及び気体の少なくとも 1 つを含み、前記リンス媒体が、液体及び気体の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。 10

【請求項 7】

前記洗浄媒体及び前記リンス媒体が、異なる組成を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記音響波が、前記堆積物と前記表面との間の粘着力を低減する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記流体が、前記表面から取り除かれた前記堆積物を集める、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記音響波が、前記表面の洗浄ゾーンに集束される、請求項 1 から 9 の何れか一項に記載のシステム。 20

【請求項 11】

前記音響デバイスが、音波トランステューサ及び超音波トランステューサの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

音響デバイスのアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスのアレイが、前記物体に空気連結される、請求項 1 から 11 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 13】

前記音響デバイスのアレイが、集束した音響波を前記表面に送出し、前記集束した音響波の干渉が、前記表面で音響波干渉ゾーンを画定する、請求項 12 に記載のシステム。 30

【請求項 14】

前記音響デバイスのアレイが、パラメトリックアレイ及びフェーズドアレイの少なくとも 1 つを含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 15】

音響デバイスの第 1 のアレイ及び音響デバイスの第 2 のアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスの第 1 のアレイが、前記物体に空気連結され、前記音響デバイスの第 2 のアレイが、前記物体に物理的に連結される、請求項 1 から 14 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 16】

前記物体を保持するように構成された保持固定具を更に備え、前記音響波が、前記物体の中で音響振動を発生させる、請求項 1 から 15 の何れか一項に記載のシステム。 40

【請求項 17】

前記音響デバイスが、前記保持固定具に連結され、前記洗浄ヘッドの位置が、前記物体に対して調節可能である、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記音響デバイスが、前記保持固定具に物理的に連結される、及び / 又は  
前記音響デバイスが、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも 1 つに空気連結される、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 19】

50

前記保持固定具が、音響共振システムを画定する、請求項 1 6 に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記保持固定具が、前記物体の一部である、請求項 1 7 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

音響デバイスの第 1 のアレイ及び音響デバイスの第 2 のアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスの第 1 のアレイが、前記保持固定具に物理的に連結され、前記音響デバイスの第 2 のアレイが、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも 1 つに空気連結される、請求項 1 6 から 2 0 の何れか一項に記載のシステム。

【請求項 2 2】

前記流体が、液体及び気体の少なくとも 1 つを含む、又は

10

前記流体が、水及び水溶液の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 2 3】

表面を含む物体を洗浄するための方法であって、

前記表面から堆積物を取り除くために、音響波を前記物体に送出することと、

取り除かれた堆積物を集めるために、洗浄媒体ディスペンサから洗浄媒体を前記表面に送出することと、

前記洗浄媒体及び前記取り除かれた堆積物を音響的に処理し微粒化するために、前記音響波を前記物体に送出することと、

微粒化した洗浄媒体及び取り除かれた堆積物を集めるために、バキュームによりバキューム気流を適用することと、

20

リノン媒体ディスペンサからリノン媒体を前記表面に送出することと、

前記リノン媒体を音響的に処理し微粒化するために、前記音響波を前記物体に送出することと、

微粒化したリノン媒体を集めるために、前記バキューム気流を適用することとを含み、前記洗浄媒体ディスペンサ、前記リノン媒体ディスペンサ及び前記バキュームが、洗浄ヘッドに装着されている、方法。

【請求項 2 4】

前記音響波が、前記物体の中に音響振動を発生させる、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記物体を保持固定具に装着することと、

30

前記物体の中で音響振動を発生させるために、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも 1 つに前記音響波を送出することと

を更に含む、請求項 2 3 又は 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記保持固定具が、音響共振システムを画定する、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記表面の洗浄ゾーン上に前記音響波を集束させることと、

前記物体の中に音響振動のパターンを生成することと

を更に含む、請求項 2 3 又は 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 8】

40

前記音響振動の前記パターンを生成するステップが、前記音響波の干渉によって、前記表面の少なくとも一部分に音響干渉ゾーンを画定することを含む、請求項 2 7 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記音響波が、前記堆積物と前記表面との間の粘着力を低減する、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記洗浄媒体及び前記リノン媒体が、液体及び気体の少なくとも 1 つを含む、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 3 1】

50

前記洗浄媒体を送出するステップ及び前記リンス媒体を送出するステップが、連続的に発生する、又は

前記洗浄媒体を送出するステップ及び前記リンス媒体を送出するステップが、同時に発生する、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 3 2】

表面を含む物体を洗浄するためのシステムであって、

音響波を前記物体に送出するように構成された複数の音響デバイスと、

流体を前記表面に送出するように構成された流体ディスペンサと、

バキューム気流を前記表面に近接して送出するように構成されたバキュームと、を備え

、  
前記音響波が、前記表面から堆積物を取り除き、前記流体を音響的に処理し、前記流体及び前記流体によって集められた前記堆積物を微粒化し、

前記複数の音響デバイスが、音響デバイスの第 1 のアレイ及び音響デバイスの第 2 のアレイとして配置されており、前記音響デバイスの第 1 のアレイが、前記物体に空気連結され、前記音響デバイスの第 2 のアレイが、前記物体に物理的に連結される、システム。

【請求項 3 3】

表面を含む物体を洗浄するためのシステムであって、

音響波を前記物体に送出するように構成された複数の音響デバイスと、

流体を前記表面に送出するように構成された流体ディスペンサと、

バキューム気流を前記表面に近接して送出するように構成されたバキュームと、

前記物体を保持するように構成された保持固定具と、を備え、

前記音響波が、前記表面から堆積物を取り除き、前記流体を音響的に処理し、前記流体及び前記流体によって集められた前記堆積物を微粒化し、

前記音響波は、前記物体の中に音響振動を発生させ、

前記複数の音響デバイスが、音響デバイスの第 1 のアレイ及び音響デバイスの第 2 のアレイとして配置されており、前記音響デバイスの第 1 のアレイが、前記保持固定具に物理的に連結され、前記音響デバイスの第 2 のアレイが、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも 1 つに空気連結される、システム。

【請求項 3 4】

表面を含む物体を洗浄するためのシステムであって、

音響波を前記物体に送出し、前記物体の中に音響振動を発生させるように構成された音響デバイスと、

前記物体を保持するように構成された保持固定具と、

流体を前記表面に送出するように構成された流体ディスペンサと、

バキューム気流を前記表面に近接して送出するように構成されたバキュームと、を備え

、  
前記音響波が、前記表面から堆積物を取り除き、前記流体を音響的に処理し、前記流体及び前記流体によって集められた前記堆積物を微粒化し、

前記音響デバイスが、前記保持固定具に連結され、前記保持固定具が、前記物体の一部である、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、概して、表面洗浄に関し、より具体的には、物体の表面から堆積物を除去するため、洗浄媒体、音響波及びバキューム吸引を用いるシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

美観だけではなく、物体（例えば、工作物又は他の製造部品）の表面洗浄もまた、部品に更なる仕上げを施したり、部品を組み立てて更に大きな構成要素にするなどの更なる処理用の部品を用意するために、必要とされる多くの用途において、必須のプロセスである

10

20

30

40

50

。洗浄方法の選択は、汚染の性質、汚染の程度、洗浄条件、及び物体の形状、サイズ又は複雑さなどの多くの要因次第で決定されうる。

【0003】

従来の洗浄方法には、洗浄品質が一定でない、到達又はアクセスするのが困難である表面（例えば、複雑な表面又は内表面）もあるなど、様々な制限がある。

【0004】

したがって、当業者は、物体の表面洗浄分野における研究開発の努力を続けている。

【発明の概要】

【0005】

1つの態様では、物体を洗浄するための開示されたシステムは、音響波を物体に送出するように構成された音響デバイスと；洗浄媒体を物体の表面に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサと；リンス媒体を表面に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサと；バキューム気流を表面に近接して送出するように構成されたバキュームとを含み得、音響波は、表面から堆積物を取り除き、洗浄媒体及びリンス媒体を音響的に処理し、洗浄媒体、洗浄媒体によって集められた堆積物及びリンス媒体を微粒化するために、物体の中で音響振動を発生させる。

【0006】

別の態様では、表面を含む物体を洗浄するための開示されたシステムは、音響波を物体に送出するように構成された音響デバイスと；流体を表面に送出するように構成された流体ディスペンサと；バキューム気流を表面に近接して送出するように構成されたバキュームとを含み得、音響波は、表面から堆積物を取り除き、流体を音響的に処理し、流体及び流体によって集められた堆積物を微粒化する。

【0007】

有利には、音響波は、前記物体の前記表面に超音波振動を発生させる。

【0008】

有利には、音響波は、前記物体の中に音響振動を発生させる。

【0009】

有利には、音響波は、縦波、せん断波、表面波及びプレート波の少なくとも1つを含む。

【0010】

有利には、流体は、洗浄媒体及びリンス媒体を含む。

【0011】

有利には、前記音響デバイスの位置、前記流体ディスペンサの位置及び前記バキュームの位置が、前記表面に対して調節可能である。

【0012】

有利には、流体ディスペンサは、洗浄媒体を前記表面に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサと、リンス媒体を前記表面に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサとを含む。

【0013】

好ましくは、前記洗浄媒体ディスペンサ、前記リンス媒体ディスペンサ及び前記バキュームは、洗浄ヘッドに装着される。

【0014】

好ましくは、洗浄ヘッドは、ロボットアセンブリに装着され、前記ロボットアセンブリが、前記表面に対して前記洗浄ヘッドを位置付ける。

【0015】

好ましくは、前記洗浄媒体は、液体及び気体の少なくとも1つを含み、前記リンス媒体が、液体及び気体の少なくとも1つを含む。

【0016】

好ましくは、前記洗浄媒体及び前記リンス媒体は、異なる組成を含む。

【0017】

10

20

30

40

50

有利には、前記音響波は、前記堆積物と前記表面との間の粘着力を低減する。

【0018】

有利には、前記流体は、前記表面から取り除かれた前記堆積物を集める。

【0019】

有利には、前記音響波は、前記表面の洗浄ゾーンに集束する。

【0020】

有利には、前記音響デバイスは、音波トランステューサ及び超音波トランステューサの少なくとも1つを含む。

【0021】

有利には、システムは、音響デバイスのアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスのアレイが、前記物体に空気連結される。 10

【0022】

好ましくは、前記音響デバイスのアレイは、集束した音響波を前記表面に送出し、前記集束した音響波の干渉が、前記表面で音響波干渉ゾーンを画定する。

【0023】

好ましくは、前記音響デバイスのアレイが、パラメトリックアレイ及びフェーズドアレイの少なくとも1つを含む。

【0024】

任意選択的には、システムは、音響デバイスの第1のアレイ及び音響デバイスの第2のアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスの第1のアレイが、前記物体に空気連結され、前記音響デバイスの第2のアレイが、前記物体に物理的に連結される。 20

【0025】

任意選択的には、システムは、前記物体を保持するように構成された保持固定具を更に備え、前記音響波が、前記物体の中で音響振動を発生させる。

【0026】

好ましくは、前記流体ディスペンサは、洗浄媒体を前記表面に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサと；リンス媒体を前記表面に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサと含み、前記洗浄媒体ディスペンサ、前記リンス媒体ディスペンサ及び前記バキュームは、洗浄ヘッドに装着される。 30

【0027】

好ましくは、前記音響デバイスは、前記保持固定具に連結され、前記洗浄ヘッドの位置が、前記物体に対して調節可能である。

【0028】

好ましくは、前記音響デバイスは、前記保持固定具に物理的に連結される。

【0029】

好ましくは、前記音響デバイスは、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも1つに空気連結される。

【0030】

有利には、システムは、音響デバイスの第1のアレイ及び音響デバイスの第2のアレイとして配置された複数の音響デバイスを更に含み、前記音響デバイスの第1のアレイが、前記保持固定具に物理的に連結され、前記音響デバイスの第2のアレイが、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも1つに空気連結される。 40

【0031】

有利には、前記保持固定具は、音響共振システムを画定する。

【0032】

有利には、前記保持固定具は、前記物体の一部である。

【0033】

有利には、前記流体が、液体及び気体の少なくとも1つを含む。

【0034】

有利には、前記流体が、水及び水溶液の少なくとも 1 つを含む。

**【 0 0 3 5 】**

別の態様では、開示されたシステムは、音響波を物体に送出するように構成された音響デバイスと；洗浄媒体を表面に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサと；リンス媒体を表面に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサと；バキューム気流を表面に近接して送出するように構成されたバキュームとを含み得、音響波は、表面から堆積物を取り除き、洗浄媒体及びリンス媒体を音響的に処理し、洗浄媒体、洗浄媒体によって集められた堆積物及びリンス媒体を微粒化するように、物体の中で音響振動を発生させる。

**【 0 0 3 6 】**

10

本開示の別の態様によれば、表面を含む物体を洗浄するためのシステムであって、音響波を前記物体に送出するように構成された音響デバイスと；洗浄液を前記表面に送出するように構成された洗浄液ディスペンサと；リンス液を前記表面に送出するように構成されたリンス液ディスペンサと；バキューム気流を前記表面に近接して送出するように構成されたバキュームとを備え、前記音響波が、前記表面から堆積物を取り除き、前記洗浄液及び前記リンス液を音響的に処理し、前記洗浄液、前記洗浄液によって集められた前記堆積物及び前記リンス液を微粒化するために、前記物体の中に音響振動を発生させるシステムが提供される。

**【 0 0 3 7 】**

20

更に別の態様では、物体を洗浄するための方法が開示され、当該方法は、(1) 表面から堆積物を取り除くために、音響波を物体に送出するステップと、(2) 取り除かれた堆積物を集めるために、洗浄媒体を表面に送出するステップと、(3) 洗浄媒体及び取り除かれた堆積物を音響的に処理し微粒化するために、音響波を物体に送出するステップと、(4) 微粒化した洗浄媒体及び取り除かれた堆積物を集めるために、バキューム気流を適用するステップと、(5) リンス媒体を表面に送出するステップと、(6) リンス媒体を音響的に処理し微粒化するために、音響波を物体に送出するステップと、(7) 微粒化したリンス媒体を集めるために、バキューム気流を適用するステップとを含みうる。

**【 0 0 3 8 】**

有利には、音響波は、前記物体の中に音響振動を発生させる。

**【 0 0 3 9 】**

30

有利には、方法は、前記物体を保持固定具に装着することと；前記物体の中で音響振動を発生させるために、前記保持固定具及び前記物体の少なくとも 1 つに前記音響波を送出することとを更に含みうる。

**【 0 0 4 0 】**

好ましくは、前記保持固定具は、音響共振システムを画定する。

**【 0 0 4 1 】**

有利には、方法は、前記表面の洗浄ゾーン上に前記音響波を集束させることと；前記物体の中に超音波振動のパターンを生成することとを更に含む。

**【 0 0 4 2 】**

40

好ましくは、前記音響振動の前記パターンを生成する前記ステップは、前記音響波の干渉によって、前記表面の少なくとも一部分に音響干渉ゾーンを画定することを含む。

**【 0 0 4 3 】**

有利には、前記音響波は、前記堆積物と前記表面との間の粘着力を低減する。

**【 0 0 4 4 】**

有利には、前記洗浄媒体及び前記リンス媒体が、液体及び気体の少なくとも 1 つを含む。

**【 0 0 4 5 】**

有利には、前記洗浄媒体を送出する前記ステップ及び前記リンス媒体を送出する前記ステップは、連続的に発生する。

**【 0 0 4 6 】**

50

有利には、前記洗浄媒体を送出する前記ステップ及び前記リンス媒体を送出する前記ステップは、同時に発生する。

【0047】

開示されているシステム及び方法の他の態様が、以下の詳細な説明、添付の図面及び別記の特許請求の範囲により、明確になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】物体洗浄のための開示されたシステムの1つの態様を図解するブロック図である。

【図2】開示されたシステムによって用いられる洗浄ヘッドの1つの態様の概略図である 10

【図3】開示されたシステムの1つの実施態様の概略図である。

【図4】開示されたシステムの別の実施態様の概略図である。

【図5】開示されたシステムの別の実施態様の概略図である。

【図6】開示されたシステムの別の実施態様の概略図である。

【図7】開示されたシステムによって用いられるロボットアセンブリの1つの態様の概略図である。

【図8】ロボットアセンブリの別の態様の概略図である。

【図9】開示されたシステムの別の実施態様の概略図である。

【図10】物体洗浄のための開示された方法の1つの態様のフロー図である。 20

【図11】航空機の製造及び保守方法のフロー図である。

【図12】航空機のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0049】

以下の詳細な説明は、開示の特定の態様を図示する添付の図面について言及する。異なる構造及び動作を有する他の態様も、本発明の範囲から逸脱するものではない。類似の参考番号は、異なる図面の同じ要素又は構成要素を指すこともある。

【0050】

図1を参照すると、物体の表面洗浄のための、一般的に10で指定された開示されたシステムの1つの態様は、物体18の製造、組み立て及び/又は保守中などに、一又は複数の物体18の一又は複数の表面16から堆積物14を洗浄するために用いられる洗浄アセンブリ12を含みうる。例えば、物体18は、航空機構成要素などの、複雑な3次元物体18及び/又は大きな2次元物体18を含むがこれらに限定されない大きく、複雑及び/又は精巧な表面16を有する、任意の製造部品、構成要素、アセンブリ又はサブアセンブリを含みうる。

【0051】

本明細書で使用されるように、堆積物14は、任意の汚染物質、物質及び/又は物体18の表面16に配置された他の不所望な構成材料を含みうる。堆積物14は、限定することなく、任意の種類の任意の固体材料、半固体材料、液体材料及び半液体材料を含みうる。

【0052】

洗浄アセンブリ12は、少なくとも1つの音響デバイス20、少なくとも1つの洗浄媒体ディスペンサ22、少なくとも1つのリンス媒体ディスペンサ24及び少なくとも1つのバキューム26を含みうる。音響デバイス20は、物体18の表面で及び/又は物体18内部で(例えば、物体18の少なくとも一部分にわたって)振動を発生させるために、物体18の表面16に音響(例えば、音)波28を送出しうる。洗浄媒体ディスペンサ22は、洗浄媒体30を物体18の表面16に送出しうる。リンス媒体ディスペンサ24は、リンス媒体32を物体18の表面16に送出しうる。バキューム26は、物体18の表面16に近接して(例えば、物体18の表面16に又はその付近に)及び/又は物体18の表面16に向かって、バキューム気流34(例えば、バキューム吸引)を送出しうる。

40

50

## 【0053】

物体18の表面16における及び／又は物体18を通した音響振動は、物体18の表面16から堆積物14を取り除きうる。例えば、音響振動は、堆積物14と表面16との間の粘着力を低減し、堆積物14を堆積物14のより小さな粒子（例えば、粒子材料）に分解しうる。洗浄媒体30は、音響波28の振動効果に応じて、物体18の表面16から取り除かれた任意の堆積物14を吸収、捕捉及び／又は浮遊させうる。物体18の表面16における及び／又は物体18を通した音響振動は、洗浄媒体30及び任意の取り除かれた堆積物14（例えば、洗浄媒体外膜内で捕捉された堆積物14の粒子）を微粒化しうる。リンス媒体32は、表面16に残っている任意の洗浄媒体30及び堆積物14をリンスしうる。物体18の表面16における及び／又は物体18を通した音響振動は、リンス媒体32を微粒化しうる。バキューム26は、物体18の表面16から洗浄媒体30及び微粒化したリンス媒体32によって集められた任意の堆積物14と共に微粒化した洗浄媒体30を除去しうる。

## 【0054】

音響デバイス20は、物体18の中で音響（特に、音波）振動を発生させる音波を放射するように構成された音波デバイス、及び／又は物体18の中で音響（特に、超音波）振動を発生させる超音波を放射するように構成された超音波デバイスを含みうる。本明細書中で使用されるように、用語「音波」及び「超音波」は、発振する機械波（例えば、圧力波）を指すことがあり、機械波の周波数は、数Hzから数十億Hzまで変動しうる。例えば、音波は、およそ1000Hzから10000Hzまでの周波数を有する波を含みうる。別の例として、超音波は、およそ20kHzから20MHzまでの周波数を有する波を含みうる。

## 【0055】

洗浄媒体30及び／又はリンス媒体32の液滴をミストの状態で微粒化するために用いられる音波及び／又は超音波の振動効果が、人間の聴覚に関わるものでなく、そのようなものとして、用語「音波」及び「超音波」が、共通の定義によって必ずしも限定されるわけではないことを当業者は認識するだろう。

## 【0056】

一又は複数の音響デバイス20（例えば、音波デバイス及び／又は超音波デバイス）は、物体18に対して様々な場所に位置付けられ、所望の場所で物体18の表面16に、音響流（例えば、音響波28に応じた洗浄媒体30及びリンス媒体32の移動）を含む、様々な種類の音響（例えば、音波及び／又は超音波）誘導された波モードを生成するように調整されうる。例示的実施態様では、一又は複数の音響デバイス20は、物体18及び／又は物体18の表面16に空気連結されうる（例えば、それらに近接しうる）。別の例示的実施態様では、一又は複数の音響デバイス20は、物体18及び／又は物体18の表面16に物理的に連結されうる（例えば、それらに接触しうる）。更に別の例示的実施態様では、一又は複数の音響デバイス20は、物体18及び／又は物体18の表面16に空気連結され得、かつ一又は複数の音響デバイス20は、物体18及び／又は物体18の表面16に物理的に連結されうる。

## 【0057】

音響デバイス20は、電圧によって駆動されると音響信号を発生させる任意の適した音響トランスデューサでありうる。例示的構造では、音響デバイス20は、電気エネルギーを音響エネルギー（例えば、音）に変換する圧電トランスデューサ（例えば、音波トランスデューサ又は超音波トランスデューサ）でありうる。圧電結晶は、電圧が印加されるとサイズを変更し、ゆえに圧電トランスデューサ全域に交流電流（AC）を印加することにより、超高周波で振動し、超高周波音波（例えば、音響波28）を発生させうる。

## 【0058】

複数の超音波デバイス20（例えば、複数の音波デバイス及び／又は超音波デバイス）は、音響デバイス20のアレイ38に配置されうる。アレイ38は、共通源（例えば、音響発生器40）に連結された音響デバイス20の任意の配置でありうる。1つの例では、

複数の音響デバイス 20 は、音響デバイスのパラメトリックアレイに配置されうる。別の例では、複数の音響デバイス 20 は、音響デバイスのフェーズドアレイに配置されうる。音響デバイス 20 のアレイ 38 は、洗浄される物体 18 の表面 16 における特定のエリア（例えば、洗浄ゾーン 62）上に音響波 28 を方向付け集中させる幾何学形状を含みうる。

#### 【 0 0 5 9 】

本明細書で使用されるように、パラメトリックアレイは、音の狭い一次ビーム（例えば、音響波 28）を製作するように構成された、複数の音響デバイス 20（例えば、圧電トランスデューサ）を含みうる。一般的に、パラメトリックアレイの寸法が大きくなればなるほど、ビームはますます狭くなる。一般的な非限定的例として、パラメトリックアレイは、異なる周波数（例えば、2 - 1）を製作するのに十分に高い振幅で 2 つの密接に空間を空けた超音波周波数（例えば、1 及び 2）で駆動されうる。10

#### 【 0 0 6 0 】

本明細書で使用されるように、フェーズドアレイは、音響デバイス 20 が送信又は受信する信号が所望のように別個に又は組み合わせて処理されうるよう、個々に結合された複数の音響デバイス 20（例えば、圧電トランスデューサ）を含みうる。例えば、多数の音響デバイス 20 が、あるパターンで共通のハウジングの中に配置されうる。パターンは、直線形状、マトリクス形状、及び / 又は円環形状を含みうるが、これらに限定されない。音響デバイス 20 は、特定のビーム特性を実現するためにパターン変更時に同時に又は互いに独立してパルス変調されうる。20

#### 【 0 0 6 1 】

音響発生器 40 は、音響デバイス 20 に連結されうる。音響発生器 40（例えば、音波及び / 又は超音波電力増幅器並びに音波及び / 又は超音波関数発生器）は、超音波デバイス 20 にエネルギーを供給しうる。音響供給ライン 42（例えば、可撓性のある音響導波路）は、音響波 28 が、音響デバイス 20 から物体 18 の表面 16 まで（例えば、洗浄ゾーン 62 周囲に）適用されうるよう、音響発生器 40 を音響デバイス 20 に連結しうる。。20

#### 【 0 0 6 2 】

洗浄媒体ディスペンサ 22、リンス媒体ディスペンサ 24 及び / 又はバキューム 26 は、洗浄ヘッド 36 に装着されうる。洗浄ヘッド 36 は、洗浄媒体 30（例えば、洗浄媒体ディスペンサ 22 から）、リンス媒体 32（例えば、リンス媒体ディスペンサ 24 から）及びバキューム気流 34（例えば、バキューム 26 から）を、物体 18 の表面 16 の洗浄ゾーン 62 に直接送出しうる。30

#### 【 0 0 6 3 】

洗浄媒体源 44 は、洗浄ヘッド 36 に流体連結されうる。洗浄媒体源 44 は、洗浄媒体 30 を洗浄媒体ディスペンサ 22 に供給しうる。洗浄媒体供給ライン 46 は、洗浄媒体 30 が、洗浄媒体ディスペンサ 22 から物体 18 の表面 16 に（例えば、洗浄ゾーン 62 周囲に）提供されうるよう、洗浄媒体源 44 を洗浄ヘッド 36 に流体連結しうる。

#### 【 0 0 6 4 】

リンス媒体源 48 は、洗浄ヘッド 36 に流体連結されうる。リンス媒体源 48 は、リンス媒体 32 をリンス媒体ディスペンサ 24 に供給しうる。リンス媒体供給ライン 50 は、リンス媒体 32 が、リンス媒体ディスペンサ 24 から物体 18 の表面 16 に（例えば、洗浄ゾーン 62 周囲に）提供されうるよう、リンス媒体源 48 を洗浄ヘッド 36 に流体連結しうる。40

#### 【 0 0 6 5 】

洗浄媒体 30 は、超音波 28 及びバキューム気流 34 との組み合わせで洗浄作用を実行することができる任意の適した物質及び / 又は材料を含みうる。リンス媒体 32 は、超音波 28 及びバキューム気流 34 との組み合わせでリンス作用を実行することができる任意の適した物質及び / 又は材料を含みうる。

#### 【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

洗浄媒体 30 は、任意の洗浄流体を含みうる。洗浄流体は、液体又は気体を含みうる。例として、洗浄媒体 30 は、液水（例えば、湯及び／又は冷水）を含みうる。別の例では、洗浄媒体 30 は、任意の水溶液（例えば、有機溶媒、界面活性剤、洗剤又は他の化学物質）を含みうる。別の例として、洗浄媒体 30 は、蒸気（例えば、気化水）でありうる。別の例として、洗浄媒体 30 は、空気（例えば、強制空気及び／又は加圧空気）でありうる。別の例として、洗浄媒体 30 は、爆破媒体（例えば、固体プラスチックペレット、砂、ゲルカプセル、液体 CO<sub>2</sub>、固体 CO<sub>2</sub> など）を含みうる。更に別の例として、洗浄媒体 30 は、洗浄流体及び／又は爆破媒体の任意の組み合わせを含みうる。

#### 【 0 0 6 7 】

リソス媒体 32 は、任意のリソス流体を含みうる。リソス流体は、液体又は気体を含みうる。例として、リソス媒体 32 は、液水（例えば、湯及び／又は冷水）を含みうる。別の例では、リソス媒体 32 は、任意の水溶液（例えば、有機溶媒、界面活性剤、洗剤又は他の化学物質）を含みうる。別の例として、リソス媒体 32 は、蒸気（例えば、気化水）でありうる。別の例として、リソス媒体 32 は、空気（例えば、強制空気及び／又は加圧空気）でありうる。更に別の例として、リソス媒体 32 は、リソス流体の任意の組み合わせを含みうる。

10

#### 【 0 0 6 8 】

バキューム源 52 は、洗浄ヘッド 36 に流体連結されうる。バキューム源 52 は、バキューム気流 34（例えば、バキューム吸引）をバキューム 26 に供給しうる。バキューム供給ライン 54 は、バキューム吸引（例えば、バキューム気流 34）がバキューム 26 から物体 18 の表面 16 に（例えば、洗浄ゾーン 62 周囲に）適用されうるよう、バキューム源 52 を洗浄ヘッド 36 に流体連通しうる。

20

#### 【 0 0 6 9 】

音響波 28 は、物体 18 の表面 16 から（例えば、洗浄ゾーン 62 周囲で）洗浄媒体 30 及びリソス媒体 32 を微粒化するために、堆積物 14 の除去と、洗浄媒体 30 及びリソス媒体 32 の音響処理との両方を促進し及び／又は容易にしうる。音響処理は、音響エネルギーでの物体の任意の処理を含みうる。

#### 【 0 0 7 0 】

したがって、堆積物 14 の除去（例えば、洗浄及びすすぎ）は、音響波 28、洗浄媒体 30、リソス媒体 32 及びバキューム気流 34 の組み合わせによって実現され、ゆえに完全に非接触でありうる。例えば、音響デバイス 20、洗浄媒体ディスペンサ 22、リソス媒体ディスペンサ 24 及びバキューム 26 は、洗浄される物体 18 からある距離で（例えば、間隔を空けて）位置付けられ得、物体 18 の表面 16 の汚染リスクを負わない。より具体的には、音響デバイス 20、洗浄媒体ディスペンサ 22、リソス媒体ディスペンサ 24、及びバキューム 26 は、物体 18 の表面 15 に近接して位置付けられうる。

30

#### 【 0 0 7 1 】

本明細書で使用されるように、接近とは、物体 18 と境を接することなく、物体 18 の表面 16 に接近した位置を含みうる。例として、接近とは、表面 16 からせいぜいおよそ 12 インチの位置を含みうる。別の例として、接近とは、表面 16 からせいぜいおよそ 6 インチの位置を含みうる。別の例として、接近とは、表面 16 からせいぜいおよそ 3 インチの位置を含みうる。別の例として、接近とは、表面 16 からせいぜいおよそ 1 インチの位置を含みうる。更に別の例として、接近とは、表面 16 に接触することなく、可能な限り表面 16 に接近した位置を含みうる。

40

#### 【 0 0 7 2 】

物体 18 の表面 16 への近接は、洗浄動作を効果的に実行するために、音響デバイス 20、洗浄媒体ディスペンサ 22、リソス媒体ディスペンサ 24、及びバキューム 26 のサイズ、電力及び／又は構成次第でありうることを、当業者は認識するだろう。

#### 【 0 0 7 3 】

音響波 28（例えば、集束した音響エネルギーのビーム）が、物体 18 の表面 16 全域に射出及び掃引されうるが、他方で同時に、洗浄媒体 30 が、例えば、液滴及び／又は薄

50

膜の形態で、表面 16 に送出される。洗浄媒体 30 の液滴及び / 又は薄膜内部で、音響波 28 からの音響エネルギーは、マイクロストリーミング力、動的流体境界、及び洗浄媒体 30 の浮遊ミスト粒子及び堆積物 14 の形成につながる他のマイクロ流体能力を形成しうる。同時に、音響波 28 は、洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32 に追加でエネルギーを与える、表面 16 に送出された洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32 の液滴及び / 又は薄膜に至るまで音響エネルギーを伝送しうる。したがって、音響波 28 によって発生した音響振動は、洗浄作用を実行しうる。洗浄作用は、内部を浮遊する堆積物 14 の粒子を有する洗浄媒体 30 及び / 又はリンス媒体 32 の浮遊ミスト（例えば、微粒化され又はエアロゾル化された）を形成することによって、実現されうる。

## 【0074】

10

音響波 28 が変調されうると、それによって、変調された音響波 28 の、物体 18 及び空気媒体（例えば、音響デバイス 20 と物体 18 の表面 16 との間の空気）との相互作用が、所望パターンの音響振動を発生させる。例えば、音響デバイス 20 が、異なる周波数及び / 又は振幅を有する音響波 28 を発生させ、それによって、音響波 28 が物体 18 に影響を与える際に、所望パターンの音響振動が、空気媒体に、物体 18 の表面 16 に及び / 又は物体 18 の中に発生しうる。

## 【0075】

周波数範囲にわたる（例えば、1 Hz から 500 MHz まで）特定の音響モード及び周波数励起が提供され、選択された周波数範囲にわたる周波数調整が、音響デバイス 20 を最適に位置付けることによって及び / 又は形式上の振動の組み合わせによって実現されうる。音響波 28（例えば、音響波 28 によって発生した音響振動及び音響応力）が、堆積物 14 を効果的に分解し及び / 又は取り除き、洗浄媒体 30 、微粒子の堆積物 14 及びリンス媒体 32 を物体 18 の表面 16 から微粒化するために、どのように集束されるかは、微粒子洗浄作業次第で決定されうることを当業者は認識するだろう。例えば、堆積物 14 の種類、堆積物 14 の厚さ、物体 18 の構造的幾何学形状、環境的条件などが、音響デバイス 20 の構成に影響を与える。

20

## 【0076】

例として、超音波デバイス 20 の一又は複数の周波数は、堆積物 14 の粒子サイズ次第で特定の周波数又は周波数範囲に調整されうる。例として、比較的低い周波数（例えば、およそ 20 kHz 未満）は、洗浄媒体 30 を比較的大きなミスト（例えば、およそ 10 ミクロン以上）に微粒化しうる。したがって、微粒化された洗浄媒体 30 のミストは、堆積物 14 の比較的大きな粒子（例えば、およそ 10 ミクロン以上）を捕捉しうる。別の例として、比較的高い周波数（例えば、およそ 1 MHz を上回る）は、洗浄媒体 30 を比較的小さなミスト（例えば、およそ 3 ミクロン以下）に微粒化しうる。したがって、微粒化された洗浄媒体 30 のミストは、堆積物 14 の比較的小さな粒子（例えば、およそ 3 ミクロン以下）を捕捉しうる。

30

## 【0077】

別の例として、超音波デバイス 20 の一又は複数の周波数は、洗浄される表面 16 の粒子サイズ及び / 又は形状次第で、特定の周波数又は周波数範囲に調整されうる。例として、大きな及び / 又は一般的に平らな表面は、堆積物 14 の比較的大きな粒子（例えば、およそ 10 ミクロン以上）を有しうる。したがって、比較的低い周波数（例えば、およそ 20 kHz 未満）は、表面 16 から洗浄媒体 30 、堆積物 14 及び / 又はリンス媒体 32 を微粒化するために使用されうる。別の例として、小さな及び / 又は複雑な表面は、堆積物 14 の比較的小さな粒子（例えば、およそ 3 ミクロン以下）を有しうる。したがって、比較的高い周波数（例えば、およそ 1 MHz を上回る）は、表面 16 から洗浄媒体 30 、堆積物 14 及び / 又はリンス媒体 32 を微粒化するために使用されうる。

40

## 【0078】

音響波 28 によって発生した初期パターンは複雑でありうるが、最終的には、多くの反射の後、及び音響波 28 が 1 つの境界から別の境界に進む際に、形式上のパターンが共振周波数で確立されうる。音響励起のために共にかなり接近した共振周波数が多く存在しうる。

50

る。洗浄媒体 3 0 並びに堆積物 1 4 及び / 又は rins 媒体 3 2 の除去が、共振状況又は非共振状況でしばしば発生しうる。

#### 【 0 0 7 9 】

様々な種類の誘導された超音波モード及び応力焦点が、音響共振システムを形成するために音響デバイス 2 0 を設置し、作動させ及び調整することによって、所望の場所（例えば、洗浄ゾーン 6 2 ）で物体 1 8 の表面 1 6 に形成されうる。音響共振システムは、例えば、保持固定具 6 4 に又は保持固定具 6 4 により固定されうる、物体 1 8 全体に所望パターンの音響振動を送出しうる。物体 1 8 の外側に位置する空気連結した音響デバイス 2 0 は、洗浄ゾーン 6 2 周囲に方向付けられた所望パターンの音響振動を形成しうる。音響応力の集束は、電子的（例えば、音響デバイス 2 0 の調整）に及び / 又は機械的（例えば、音響デバイス 2 0 の位置付け）に実現されうる。音響デバイス 2 0 の空気連結した及び / 又は物理的に連結したアレイ 3 8（例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ）が、堆積物 1 4 の除去、並びに堆積物 1 4（例えば、堆積物の粒子）及び rins 媒体 3 2 を含む洗浄媒体の微粒化を促進するために、音響振動を複雑な 3 次元物体 1 8 に作用させるように特に構成されうる。10

#### 【 0 0 8 0 】

図 2 を参照すると、洗浄ヘッド 3 6 は、開放端 6 8 を有するバキュームチャンバ 6 6 を含みうる。例えば、複数の側壁 7 0 は、長方形の断面形状を有する部分的に囲まれたバキュームチャンバ 6 6 を画定しうる。別の例として、連続的側壁 7 0 は、環状の断面形状を有する部分的に囲まれたバキュームチャンバ 6 6 を画定しうる。バキュームチャンバ 6 6 は、所与の洗浄動作、並びに / 又は物体 1 8 のサイズ、物体 1 8 の形状及び / 若しくは物体 1 8 の複雑さなどの適用に従って、サイズ決定され、構成されうる。同様に、洗浄ゾーン 6 2 のサイズは、洗浄ヘッド 3 6 のサイズ及び / 又は構成（例えば、洗浄媒体 3 0 、 rins 媒体 3 2 及びバキューム気流 3 4 によって覆われたエリア）、並びに / 又は音響波 2 8 によって覆われたエリアによって決定されうる。20

#### 【 0 0 8 1 】

洗浄媒体ディスペンサ 2 2 は、洗浄媒体 3 0 を物体 1 8 の表面 1 6 に送出するのに十分な配向で、バキュームチャンバ 6 6 内部に位置しうる。洗浄媒体ディスペンサ 2 2 は、洗浄媒体供給ライン 4 6 に流体連結されたノズル 7 2 を含みうる。ノズル 7 2 は、直接、バキュームチャンバ 6 6 内に及び / 又は物体 1 8 の表面 1 6 に（例えば、洗浄ゾーン 6 2 内に）洗浄媒体 3 0 を排出するように構成されたノズル出口 7 4 を含みうる。洗浄媒体 3 0 は、物体 1 8 の表面 1 6 の及び / 又は物体 1 8 内部の音響振動によって、物体 1 8 の表面 1 6 から取り除かれた微粒子堆積物 1 4（図 1 ）の除去を促進しうる。30

#### 【 0 0 8 2 】

洗浄媒体ディスペンサ 2 2（例えば、ノズル 7 2 ）は、物体 1 8 の一又は複数の表面 1 6 が、物体 1 8 の表面 1 6 から取り除かれた堆積物 1 4（図 1 ）を捕捉するために、洗浄媒体 3 0 に露出されうるよう、洗浄媒体 3 0 を排出するよう構成されうる。例えば、ノズル 7 2 は、バキュームチャンバ 6 6 の開放端 6 8 に近接して（例えば、開放端 6 8 で又はその近傍で）物体 1 8 の一又は複数の表面 1 6 に向かって一般的な軸方向に沿って洗浄媒体 3 0 を排出するように構成されうる。しかしながら、ノズル 7 2 は、様々な方向及び / 又は角度のうちの任意の 1 つに洗浄媒体 3 0 を排出するように構成されうる。別の例として、ノズル出口 7 4 は、洗浄媒体 3 0 の液滴又は薄膜を表面 1 6 に適用するために様々な断面寸法を有しているストリーム又はスプレーの形態で、洗浄媒体 3 0 を排出するよう構成されうる。しかしながら、ノズル出口 7 4 は、様々な形態及び / 又は寸法の任意の 1 つで洗浄媒体 3 0 を排出するように構成されうる。40

#### 【 0 0 8 3 】

単一のノズル出口 7 4 を有する単一のノズル 7 2 が図示されているが、任意のサイズ及び場所の任意の数のノズル 7 2 及び / 又はノズル出口 7 4 が提供されてもよい。例えば、複数のノズル 7 2 及び / 又は複数のノズル出口 7 4 は、洗浄ゾーン 6 2 周囲に洗浄媒体 3 0 をより均一に分布させるために、様々な場所でバキュームチャンバ 6 6 内に延びうる。50

更に、ノズル72はバキュームチャンバ66の端（例えば、開放端68の反対側）に流体連結されているように図示されるが、一又は複数のノズル72は、一又は複数の場所からバキュームチャンバ66の側壁70に沿って（例えば、開放端68に接近して）洗浄媒体30を提供するように含まれてもよい。

#### 【0084】

例示的実施態様では、洗浄媒体30は、水（例えば、湯）であり、洗浄媒体ディスペンサ22は、水を排出する（例えば、水滴、水流、スプレー又はミストの形態で）のに適したノズル72を含み、洗浄媒体供給ライン46は、水供給ラインであり、洗浄媒体源44は、水源（例えば、水タンク）でありうる。任意選択的に、洗浄媒体源44は、洗浄水を所望の洗浄温度まで加熱するための加熱機構76（図1）を含みうる。

10

#### 【0085】

洗浄媒体30の温度及び／又は圧力（例えば、水温及び／又は水圧）は、所与の洗浄作業に対応するために、調整、調節及び／又は別の方法で制御されうる。例えば、洗浄媒体30の温度は、洗浄される物体18及び／又は表面16の材料組成に対する熱損傷を回避しうる温度で、洗浄媒体30を提供するように制御されうる。同様に、洗浄媒体30の微粒化（例えば、音響波28による）並びに洗浄媒体30及び任意の集められた堆積物14のバキューム26（図1）へのバキューム吸引前に、洗浄媒体30の速度が、物体18の表面16に接触するほど十分に高くなる方法で、洗浄媒体30がノズル出口74から排出されうるように、洗浄媒体30の圧力が調整されうる（例えば、ノズル出口74の弁又は構成によって）。洗浄媒体源44（図1）からの洗浄媒体30の制御が、事前にプログラムされ及び／又は自動制御されうる。

20

#### 【0086】

洗浄媒体ディスペンサ24は、リンス媒体32を物体18の表面16に送出するのに十分な配向で、バキュームチャンバ66内部に位置しうる。リンス媒体ディスペンサ24は、リンス媒体供給ライン50に流体連結されたノズル78を含みうる。ノズル78は、直接、バキュームチャンバ66内に及び／又は物体18の表面16に（例えば、洗浄ゾーン62内に）リンス媒体32を排出するように構成されたノズル出口80を含みうる。リンス媒体32は、物体18の表面16に残っている任意の洗浄媒体30（及び任意の粒子堆積物14）の除去を促進しうる。リンス媒体32は、物体18の表面16の及び／又は物体18内部の音響振動によって微粒化されうる。

30

#### 【0087】

リンス媒体ディスペンサ24（例えば、ノズル78）は、物体18の一又は複数の表面16が、物体18の表面16をリンスするために、リンス媒体32に露出されうるよう、リンス媒体32を排出するよう構成されうる。例えば、ノズル78は、バキュームチャンバ66の開放端68に近接して物体18の一又は複数の表面16に向かって一般的な軸方向に沿って洗浄媒体32を排出するように構成されうる。しかしながら、ノズル78は、様々な方向及び／又は角度の任意の1つにリンス媒体32を排出するように構成されうる。別の例として、ノズル出口80は、洗浄媒体32の液滴又は薄膜を表面16に適用するためには々な断面寸法を有しているストリーム又はスプレーの形態で、リンス媒体32を排出するように構成されうる。しかしながら、ノズル出口80は、様々な形態及び／又は寸法の任意の1つでリンス媒体32を排出するように構成されうる。

40

#### 【0088】

単一のノズル出口80を有する单一のノズル78が図示されているが、任意のサイズ及び場所の任意の数のノズル78及び／又はノズル出口80が提供されてもよい。例えば、複数のノズル78及び／又は複数のノズル出口80は、洗浄ゾーン62周囲にリンス媒体32をより均一に分布させるために、様々な場所でバキュームチャンバ66内に延びうる。更に、ノズル78はバキュームチャンバ66の端（例えば、開放端68の反対側）に流体連結されているように図示されるが、一又は複数のノズル78は、一又は複数の場所からバキュームチャンバ66の側壁70に沿って（例えば、開放端68に接近して）リンス媒体32を提供するように含まれてもよい。

50

## 【0089】

例示的実施態様では、リンス媒体32は、水（例えば、湯）であり、リンス媒体ディスペンサ24は、水を排出する（例えば、水滴、水流、スプレー又はミストの形態で）のに適したノズル78を含み、リンス媒体供給ライン50は、水供給ラインであり、リンス媒体源48は、水源（例えば、水タンク）でありうる。任意選択的に、リンス媒体源48は、リンス水を所望の洗浄温度まで加熱するための加熱機構82（図1）を含みうる。

## 【0090】

リンス媒体32の温度及び／又は圧力（例えば、水温及び／又は水圧）は、所与の洗浄作業に対応するために、調整、調節及び／又は別 の方法で制御されうる。例えば、リンス媒体32の温度は、洗浄される物体18及び／又は表面16の材料組成に対する熱損傷を回避しうる温度で、リンス媒体32を提供するように制御されうる。同様に、リンス媒体32の微粒化（例えば、音響波28による）並びにリンス媒体32のバキューム26（図1）へのバキューム吸引前に、リンス媒体32の速度が、物体18の表面16に接触し、任意の残っている洗浄媒体30（及び任意の残っている堆積物14粒子）をリンスするのに十分に高くなるように、リンス媒体32の圧力が調整されうる（例えば、ノズル出口80の弁又は構成によって）。リンス媒体源48（図1）からのリンス媒体32の制御が、事前にプログラムされ及び／又は自動制御されうる。

10

## 【0091】

洗浄媒体ディスペンサ22及びリンス媒体ディスペンサ24は、別個の構成要素として示されているが、洗浄媒体30及びリンス媒体32は、一般的に134（図2）で指定された単一の（例えば、共通の）流体ディスペンサから送出されてもよい（例えば、分配されてもよい）。例として、一般的に136で指定された2つの異なる流体（例えば、洗浄媒体30及びリンス媒体32）は、それぞれ、表面16を洗浄しリンスするために使用されうる。2つの流体136は、異なる組成を有しうる。2つの異なる流体供給ライン（例えば、洗浄媒体供給ライン46及びリンス媒体供給ライン50）は、2つの異なる流体源（例えば、洗浄媒体源44及びリンス媒体源48）と単一の流体ディスペンサ134との間で流体連結されうる。別の例として、単一の流体136（例えば、洗浄媒体30及びリンス媒体32）は、表面16を洗浄しリンスするために使用されうる。単一の流体供給ライン（図示されず）は、単一の流体源（図示されず）と単一の流体ディスペンサ134との間で流体連通されうる。

20

## 【0092】

表面16から堆積物14を除去すること（例えば、洗浄作業）は、2つの段階、即ち、洗浄段階とリンス段階とを含みうる。洗浄段階中に、洗浄媒体30が、表面16に送出され、続いて、音響デバイス20によって送出された音響波28によって微粒化されうる。リンス段階中に、リンス媒体32が、表面16に送出され、続いて、音響波28によって微粒化されうる。例示的実施態様では、一又は複数の洗浄段階及び一又は複数のリンス段階は、別々にかつ連續的に発生しうる（例えば、リンス段階は、洗浄段階完了後に開始する）。別の例として、一又は複数の洗浄段階及び一又は複数のリンス段階は、同時に発生しうる。更に別の例として、一又は複数の洗浄段階及び一又は複数のリンス段階は、重なりうる（例えば、リンス段階は、洗浄段階完了前に開始し、洗浄段階終了後も続く）。

30

## 【0093】

バキューム26（図1）は、バキュームチャンバ66内部及び／又は物体18の表面16に、バキューム気流（例えば、バキューム吸引）を提供するために、バキューム供給ライン54（例えば、バキュームホース）に流体連結されうる。対応するバキューム気流34は、一又は複数のバキューム注入マニホールド85を介してバキューム源52（図1）に方向付けられうる。バキューム注入マニホールド85は、バキュームチャンバ66内部に位置しうる。バキューム26は、バキューム気流34内部で、微粒化した洗浄媒体30及び取り除かれた堆積物14（例えば、堆積物の粒子）を集めうる。したがって、洗浄媒体30、捕捉された堆積物14及び／又はリンス媒体32の生成されたミストは、洗浄媒体30及び／又はリンス媒体32が音響波28によって微粒化されると、バキューム気流

40

50

34によって洗浄ゾーン62から即座に除去されうる。

#### 【0094】

洗浄作業中に、洗浄ヘッド36は、洗浄される物体18の表面16を接近させうる（例えば、表面16に近接する）。物体18のサイズ及び／又は複雑さ、並びに／又は物体18の表面16からの場所、相対位置、配向角度及び／又は距離は、所与の洗浄作業に対する洗浄ヘッド36のサイズを決定し構成するときに、考慮されうる。同様に、洗浄ヘッド36の全体的サイズ、形状及び構成は、洗浄される物体18のサイズ、形状、複雑さ及び構成に補完的に構成されうる。

#### 【0095】

図1を参照すると、洗浄アセンブリ12は、洗浄溶液注入ユニット56を含みうる。洗浄溶液注入システム56は、洗浄ヘッド36に（例えば、洗浄媒体ディスペンサ22に）提供される洗浄媒体30と混合するための洗浄媒体供給ライン46に洗浄溶液84を注入しうる。代替的には、洗浄溶液84は、物体18の表面16に直接排出されうる（例えば、洗浄ヘッド36によって）。

10

#### 【0096】

洗浄溶液84は、物体18の洗浄を促進又は迅速に処理しうる構成物の中に提供されうる。例えば、洗浄溶液84は、洗浄媒体供給ライン46への注入用の洗剤及び／又は化学物質を含み得、その供給ライン46は、洗浄媒体30の中に洗剤及び／又は化学物質の分子の混合物をもたらす。洗剤及び／又は化学物質は、ある種の堆積物14をより小さな堆積物粒子に分解する又は溶解させるための溶媒を含みうるが、これらに限定されない。洗剤及び／又は化学物質は、堆積物14の粒子がいったん物体18の表面16から音響波28によって解放されると、堆積物14を囲みうる。洗剤及び／又は化学物質が、堆積物14をカプセル化し、堆積物14の互いへの再付着及び／又は物体18の表面16への再結合を防止しうる。

20

#### 【0097】

例えば、洗浄溶液84は、水性流体及び／又は油性流体（例えば、油圧流体及びグリース）など、ある種の堆積物14の洗浄を高めるための構成物を含みうる。洗浄溶液84は、（例えば、逃し弁が作用すると）所定量だけ洗浄媒体30に注入されうる。例えば、水性洗浄溶液は、物体18の表面16で比較的冷たくなった堆積物14に浸透し、堆積物14の除去を更に促進しうる、湯（例えば、洗浄媒体30）と洗剤及び／又は化学物質（例えば、洗浄溶液84）との混合物を含みうる。この点で、洗浄溶液84は、限定されないが、ある種の堆積物14の洗浄を促進する又は高めるための、多様な他の構成物の任意の1つを含みうる。

30

#### 【0098】

洗浄アセンブリ12は、フィルタ58と、堆積物容器60（例えば、廃棄物容器）とを含みうる。堆積物容器60は、物体18の表面16から吸引されうる洗浄媒体30、堆積物14及び／又は rins 媒体32（例えば、水、界面活性剤、洗剤、化学物質、汚染物質又は他の材料）を受容するためのバキューム供給ライン54に連結されうる。

#### 【0099】

図2を参照すると、洗浄媒体30及び／又は rins 媒体32は、洗浄媒体30及び／又は rins 媒体32の液滴が、物体18の表面16での及び／又は物体18を介した音響振動により、ミストに微粒化されるので、洗浄作用を促進しうる。一又は複数の音響デバイス（図2に示されず）は、物体18に近接して（例えば、空気連結して）位置付けられてもよく、物体18と接触していても（例えば、物理的に連結していても）よい。例えば、音響デバイス20は、一又は複数の保持固定具88（図1）に装着及び／又は連結されうる。音響デバイス20は、物体18に対して固定された場所に位置付けられてもよく、又は物体位18に対して、関連した保持固定具88を介して移動可能（例えば、手動で又は電気機械的に）であってもよい。

40

#### 【0100】

超音波デバイス20は、縦波、せん断波、表面波及び／又はプレート波を含むがこれら

50

に限定されない、物体 18 の表面 16 に適用された様々な異なる種類の音響波（例えば、音波及び／又は超音波）を発生させるように構成されうる。例えば、一又は複数の音響デバイス（例えば、音響デバイスのアレイ）は、物体 18 の中に音響波 28 a（例えば、縦波及び／又はせん断波）を発生させるように構成され、一又は複数の音響デバイス（例えば、音響デバイスのアレイ）は、物体 18 の表面 16 に音響波 28 b（例えば、表面波及び／又はプレート波）を発生するように構成されうる。

#### 【0101】

任意の個々の音響デバイス 20、音響デバイス 20 の組み合わせ及び／又は音響デバイス 20 のアレイ 38（例えば、パラメトリックアレイ及び／又はフェーズドアレイ）（図 1）は、音響波 28 の任意の組み合わせを（例えば、物体 18 の中に縦波及び／又はせん断波を、物体 18 の表面 16 に表面波及び／又はプレート波を）発生させるように構成されうる。例えば、複数の超音波デバイス 20（例えば、音響デバイス 20 のパラメトリックアレイ及び／又はフェーズドアレイ）は、位置、周波数及び／又は波モードが変わると物体 18 周囲を移動しうる一又は複数の音響干渉ゾーン又は応力焦点を（例えば、洗浄ゾーン 62 で）形成するために、波干渉現象を変更するように調整され及び／又は位置付けられうる。洗浄ゾーン 62 は、ユーザ選択によって移動され、物体 18 の表面 16 の特定の位置での洗浄を可能にしうる。

#### 【0102】

例えば、異なるタイプの音響波 28（例えば、縦波、せん断波、表面波、及び／又はプレート波）は、物体 18 の表面 16 に対する音響波デバイス 20 の入射角を調節することによって発生しうる。例として、音響デバイス 20 を垂線から（例えば、表面 16 の平面から）およそ 10 度に位置付けること（例えば、回転させること）は、物体 18 の表面 16 に垂直なプレート波を物体 18 の表面 16 に発生させうる。別の例として、音響デバイス 20 を垂線からおよそ 0 度（例えば、表面 16 の平面に平行）に位置付けること（例えば、回転させること）は、縦波を物体 18 の中に発生させうる。別の例として、せん断波は、任意の入射角で発生し、波に対して垂直に物体 18 内に伝搬しうる。更に別の例として、表面波は、任意の入射角で発生し、物体 18 の表面 16 で同心円状に（例えば、橜円状に）伝搬しうる。

#### 【0103】

加えて、音響デバイス 20 はまた、物体 18 の非破壊検査及び／又は物体 18 の構造健全性監視にも使用されうる。例えば、少なくとも 2 つの超音波デバイス 20（例えば、送信器及び受信器）が、物体 18 の表面 16 の上に位置付けられうる。デバイス 20 の位置は、適切な角度で音波伝搬の方向を画定し、表面 16 で表面波及び／又はプレート波を発生させ、検出するために、互いに対して、並びに表面 16 に対して及び表面 16 に沿って、調節されうる。音響波 28 の発生及び検出は、表面 16 の材料の弾性特性、並びに汚染物質（例えば、堆積物 30）及び水の存在を含むがこれらに限定されない、いくつかの要因次第でありうる。基準面での超音波デバイス 20 によって生成及び検出された様々なパターンの超音波 28 の基準ライブラリは、物体 18 の監視された表面 18 の条件（例えば、洗浄性）の非破壊検査で構築され使用されうる。

#### 【0104】

図 3 から図 5 を参照すると、開示されたシステム 10 が、一又は複数の複雑な表面 16 を有する一又は複数の物体 18 を洗浄するために有利に用いられうる。例えば、図 3 及び図 4 に図示されるように、物体 18 は、ボルト、ねじ又は類似のものなどの留め具でありうる。

#### 【0105】

物体 18 は、保持固定具 64 に載置、装着又は固定されうる。例えば、保持固定具 64 は、支持スタンド 90 を含み、物体 18 は、支持スタンド 90 に保持され又は支持スタンド 90 によって支持されるホルダ 92 内部で保持されうる。例えば、ホルダ 92 は、一又は複数の物体 18（例えば、留め具）を受容するのに適した開放体積（open volume）を含みうる。特定の非限定的例として、ホルダ 92 は、音響波 28 をバスケット

10

20

30

40

50

を通って物体 18 に伝搬可能にするのに適した非固体壁（例えば、メッシュ壁）を有するバスケットでありうる。

#### 【 0 1 0 6 】

保持固定具 64 は、一又は複数の音響吸収体 94 を含みうる。例えば、音響吸収体 94 は、音響エネルギーを吸収し、物体 18 から保持固定具 64 までの音響振動の伝達及び／又は伝搬を防止するために、ホルダ 92 と支持スタンド 90 との間に位置付けられうる。

#### 【 0 1 0 7 】

洗浄作業中に、洗浄ヘッド 36 は、洗浄される物体 18 に近接して位置付けられ得る。例えば、洗浄ヘッド 36 は、洗浄媒体、リンス媒体及びバキューム気流（図 3 及び図 4 に示されず）を物体 18 の表面 16 に方向付けるために適した位置に位置付けられうる。

10

#### 【 0 1 0 8 】

少なくとも 1 つの音響デバイス 20 は、物体 18 に空気連結されうる。例えば、音響デバイス 20 は、物体 18 の一又は複数の表面 16 に近接して位置付けられうる。

#### 【 0 1 0 9 】

図 3 に示されるように、複数の音響デバイス 20 は、物体 18 の表面 16 で音響波 28（例えば、縦波及び／又はせん断波）を方向付けるように構成された音響デバイス 20 の空気連結されたアレイ 38（例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ）内に構成されうる。音響波 28 は、任意の堆積物 14 を取り除き、物体 18 の表面 16 から任意の洗浄媒体 30 及び／又はリンス媒体 32（図 1）を微粒化するために、物体 18 の中に音響振動を発生させうる。

20

#### 【 0 1 1 0 】

図 4 に示されるように、複数の音響デバイス 20 は、物体 18 の表面 16 で音響波 28 a（例えば、縦波及び／又はせん断波）を方向付けるように構成された音響デバイス 20 の空気連結された第 1 のアレイ 38 a（例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ）内に構成されうる。複数の音響デバイス 20 は、物体 18 の表面 16 で音響波 28 b（例えば、縦波及び／又はせん断波）を方向付けるように構成された音響デバイス 20 の空気連結された第 2 のアレイ 38 b（例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ）内に構成されうる。音響デバイス 20 の第 1 のアレイ 38 a 及び音響デバイス 20 の第 2 のアレイ 38 b は、音響波 28 a 及び音響波 28 b が、物体 18 に向かって集束し、物体 18 において互いに干渉し合うように、概して軸方向に反対の位置に位置付けられうる。干渉する音響波 28 a 及び 28 b は、任意の堆積物 14 を取り除き、物体 18 の表面 16 から任意の洗浄媒体 30 及び／又はリンス媒体 32（図 1）を微粒化するために、物体 18 の表面 16 に音響振動の特定のパターンを形成しうる。

30

#### 【 0 1 1 1 】

複数の音響デバイス 20 は、保持固定具 88 に装着されうる。保持固定具 88 は、物体 18 に対する、音響デバイス 20 のアレイ 38 又は音響デバイス 20 の第 1 のアレイ 38 a 及び音響デバイス 20 の第 2 のアレイ 38 b の場所、配向及び／又は距離を調節及び／又は固定しうる。保持固定具 88 は、物体 18 に対する複数の音響デバイス 20 の自動、半自動又は手動の位置付けを提供しうる。

40

#### 【 0 1 1 2 】

一又は複数の音響吸収体 96 は、比較的限定された空間内に音響波 28（図 3）又は音響波 28 a 及び 28 b（図 4）を含むように位置付けられうる。例えば、一又は複数の音響吸収体 96 は、音響エネルギーを吸収し、音響波 28 又は音響波 28 a 及び 28 b の隣接する物品への伝送を防止するために、複数の音響デバイス 20 に対して概して軸方向に反対の位置に位置付けられ得る。音響吸収体 96 は、保持固定具（図示されず）に装着されうる。保持固定具は、音響吸収体 96 の自動、半自動又は手動の位置付けを提供しうる。

#### 【 0 1 1 3 】

物体 18 の音響処理は、洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32（図 2）にエネルギーを与える。例えば、洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32 は、音響波 28（図 3）又は音響波 28

50

a、28b(図4)によって生成された音響場を通って表面16に送出され、エネルギーが与えられるようになり、直接的に洗浄媒体30及びリンス媒体32を通って(例えば、液滴又は薄膜の形態で)音響エネルギーを伝送しうる。

#### 【0114】

図5を参照すると、別の例として、物体18は、複数の表面特徴(例えば、表面16)を含む複雑な形状を有しうる。例えば、物体18は、一又は複数の貫通穴98(例えば、ねじ穴及び/又は平坦な穴)と、一又は複数の空洞100と、一又は複数の接合面102とを含みうる。物体18は、保持固定具64(図5には示されず)に装着されうる。

#### 【0115】

洗浄作業中に、洗浄ヘッド36は、洗浄される物体18に近接して位置付けられうる。  
10 例えば、洗浄ヘッド36は、洗浄媒体、リンス媒体及びバキューム気流34(図3及び図4に示されず)を物体18の表面16に方向付けるために適した位置に位置付けられうる。

#### 【0116】

少なくとも1つの音響デバイス20は、物体18に空気連結されうる。例えば、音響デバイス20は、音響連結媒体104(例えば、空気)が、音響デバイス20と物体18との間に配置されるように、物体18に近接して位置付けられうる。複数の音響デバイス20は、物体18を通って、物体18の表面16に音響波28(図5に示されず)を方向付けるように構成された音響デバイス20の空気連結されたアレイ38(例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ)内に構成されうる。音響波28(図1)は、任意の堆積物14を取り除き、物体18の表面16から任意の洗浄媒体30及び/又はリンス媒体32(図1)を微粒化するために、音響連結メディア104を通って物体18の中に伝送される音響振動を発生させうる。  
20

#### 【0117】

複数の音響デバイス20は、保持固定具88に装着されうる。保持固定具88は、物体18に対する、音響デバイス20のアレイ38の場所、配向及び/又は距離を調節及び/又は固定しうる。保持固定具88は、物体18に対する複数の音響デバイス20の自動、半自動又は手動の位置付けを提供しうる。

#### 【0118】

図6を参照すると、開示されたシステム10が、一又は複数の精巧な表面16を有する  
30 一又は複数の物体18を精密に洗浄するために有利に用いられうる。例えば、物体18は、平らな表面を有するシリコンウエハでありうる。

#### 【0119】

物体18は、保持固定具64に装着されうる。例えば、保持固定具64は、支持スタンド90を含み、物体18は、支持スタンド90に装着されうる。保持固定具64は、一又は複数の音響吸収体94を含みうる。例えば、音響吸収体94は、音響エネルギーを吸収し、物体18から保持固定具64までの音響振動の伝達及び/又は伝搬を防止するために、物体18と支持スタンド90との間に位置付けられうる。

#### 【0120】

洗浄作業中に、洗浄ヘッド36は、洗浄される物体18の表面16に近接して位置付けられうる。例えば、洗浄ヘッド36は、洗浄媒体、リンス媒体及びバキューム気流(図3及び図4に示されず)を物体18の表面16に方向付けるために適した位置に位置付けられうる。  
40

#### 【0121】

少なくとも1つの音響デバイス20は、物体18に連結されうる。音響デバイスは、物体18に空気連結されても、物体18に物理的に連結されてもよい。複数の音響デバイス20は、物体18を通って物体18の表面16に音響波28(例えば、縦波及び/又はせん断波)を方向付けるように構成された音響デバイス20の音響的に連結されたパラメトリック38(例えば、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイ)内に構成されうる。音響波28は、任意の堆積物14を取り除き、物体18の表面16から任意の洗浄媒体3  
50

0及び／又はリンス媒体32(図1)を微粒化するために、物体18内に伝送される音響振動を発生させうる。

#### 【0122】

複数の音響デバイス20は、保持固定具88に装着されうる。保持固定具88は、物体18に対する、音響デバイス20のアレイ38の場所、配向及び／又は距離を調節及び／又は固定しうる。保持固定具88は、物体18に対する複数の音響デバイス20の自動、半自動又は手動の位置付けを提供しうる。

#### 【0123】

図1を参照すると、開示されたシステム10は、ロボットアセンブリ106内に一体化されうる。物体18(例えば、物体18の一又は複数の表面16)は、音響デバイス20と洗浄ヘッド36(洗浄媒体ディスペンサ22、リンス媒体ディスペンサ24及びバキューム26を含む)の組み合わせによって洗浄されうる。洗浄ヘッド36は、ロボットアセンブリ106によって物体18と並んで移動しうる。物体18(例えば、物体18の表面16)に対する洗浄ヘッド36の位置(例えば、場所、配向及び距離)は、ロボットアセンブリ106によって設定、調節及び／又は維持されうる。10

#### 【0124】

図7を参照すると、ロボットアセンブリ106は、一又は複数の物体18の自動洗浄又は半自動洗浄を提供しうる。例えば、洗浄ヘッド36は、ロボットアセンブリ106のロボットアーム110のエンドアダプタ108に装着されうる。エンドアダプタ108は、ロボットアーム110の端に位置する可動継手112に装着されうる。可動継手112は、洗浄される物体18の表面16(図1)を接近させる所望の位置及び配向での洗浄ヘッド36の位置付けを容易にしうる。可動継手112は、物体18の表面16の洗浄中の、洗浄ヘッド36の位置付け(例えば、エンドアダプタ108の位置付け)用の回転式継手を含みうる。20

#### 【0125】

供給ライン114は、洗浄ヘッド36から、例えば、ロボットアセンブリ106のベース118に装着されうる洗浄源116に延びうる。供給ライン114は、洗浄媒体供給ライン46、リンス媒体供給ライン50、及びバキューム供給ライン54を含みうる。同様に、洗浄源116は、洗浄媒体源44、リンス媒体源48、及びバキューム源52を含みうる。洗浄溶液注入ユニット56、フィルタ58、及び堆積物容器60は、ロボットアセンブリ106に(例えば、ベース118に)装着されうる。30

#### 【0126】

図8を参照すると、ロボットアセンブリ106は、例えば、エンドアダプタ108などに、装着される一又は複数の製造デバイス120を含みうる。製造デバイス120は、物体18(図1)の一又は複数の製造動作を実行するためのデバイスを含みうる。例えば、製造デバイス120は、(例えば、製造、組み立て及び／又は保守中の)物体18における機械加工、穿孔、塗装、密閉、撮像、試験、点検、感知及び他の動作のための一又は複数のデバイスを含みうる。製造デバイス120は、供給ライン122を介して、例えば、製造デバイス120への材料及び／又は電力供給用のロボットアセンブリ106のベース118などに装着された、電力供給／材料供給ユニット124に連結されうる。40

#### 【0127】

供給ライン122は、潤滑油、密閉剤、コーティング剤、又は他の材料を製造デバイス120に送出しうる。供給ライン122はまた、製造デバイス120を作動させるための電力、加圧空気、油圧流体、及び他の媒体を送出しうる。洗浄ヘッド36は、製造デバイス120の一又は複数による物体18における一又は複数の製造作業、点検作業、修理作業、又は保守作業の実行前、実行中又は実行後に、物体18において洗浄作業を実行するために、ロボットアセンブリ106で用いられうる。

#### 【0128】

例示的構造では、洗浄ヘッド36は、ロボットアセンブリ106(例えば、ロボットアーム110のエンドアダプタ108)に取り外し可能に取り付けられうる(例えば、ロボ50

ットアセンブリ 106 から取り外し可能でありうる)。洗浄ヘッド 36 の取り外し、及び同一又は異なる構成を有する洗浄ヘッド 36 の交換を容易にするために、洗浄ヘッド 36 は、少なくとも 1 つの端取付具(図示されず)を含みうる。例えば、端取付具は、迅速な解除機構として提供されうる。迅速な解除機構は、供給ライン 122 及び / 又はロボットアセンブリ 106 に洗浄ヘッド 36 を解除可能に取り付ける多様な構成のうちの任意の 1 つに提供されうる。洗浄ヘッド 36 の取り外し可能な取り付けは、所与の洗浄用途に対応するために、異なるサイズ、形状、及び構成(例えば、洗浄媒体デバイス 22、リンス媒体ディスペンサ 24 及び / 又はバキューム 26 の量及び / 又は構成)を有する多様な異なる洗浄ヘッド 36 の任意の 1 つの装着を容易にしうる。

#### 【0129】

10

図 9 を参照すると、保持固定具 64 は、物体 18 を保持及び / 又は指示するように構成されうる。例えば、保持固定具 64 は、製造作業、組み立て作業及び / 又は保守作業(例えば、組み立てラインの一部など)中に、並びに洗浄作業中に、物体 18 を保持するためには使用される構成要素組立固定具でありうる。別の例として、保持固定具 64 は、洗浄作業中のみ、物体 18 を保持するために使用されてもよい。更に別の例として、保持固定具 64 は、物体 18 の一部であってもよい。

#### 【0130】

洗浄作業中に、洗浄ヘッド 36 は、物体 18 の表面 16 に近接して位置付けられうる。例えば、ロボットアセンブリ 106 は、洗浄ヘッド 36 が、洗浄媒体、リンス媒体及びバキューム気流(図 9 に示されず)を物体 18 の表面 16 に方向付けるために適した位置に位置付けられうるように、保持固定具 64 に近接して位置付けられうる。

20

#### 【0131】

音響デバイス 20 の少なくとも 1 つは、保持固定具 64 に物理的に連結されうる。音響デバイス 20 は、保持固定具 64 を通って物体 18 に音響波 28(図 1)を送出しうる。

#### 【0132】

保持固定具 64 は、物体 18 を保持固定具 64 に留め、物体 18 の位置を固定するために、物体 18 の少なくとも一部分(例えば、エッジ)に係合するように構成された、少なくとも 1 つの物体保持固定具 126 を含みうる。例えば、各物体保持固定具 126 は、物体 18 の少なくとも 1 つのエッジに係合するように構成されたエッジ保持固定具 128 を含みうる。

30

#### 【0133】

物体 18 は、支持ベース 130 に装着されうる。物体 18 は、支持ベース 130 と接触していてもよく、支持ベース 130 から所定の距離だけ間隔を空けていてもよい。保持固定具 64 は、支持ベース 130 を保持固定具 64 に留め、物体 18 の一部分を固定するために、支持ベース 130 の少なくとも一部分に係合するように構成された、少なくとも 1 つの支持ベース保持固定具 132 を含みうる。

#### 【0134】

少なくとも 1 つの超音波デバイス 20 は、物体保持固定具 126、支持ベース保持固定具 132 及び / 又は支持ベース 130 を通って、物体 18 内に音響波 28(図 1)を伝達するために、物体保持固定具 126 の一又は複数、及び支持ベース保持固定具 132 の一又は複数に連結されうる。音響デバイス 20 は、物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132(例えば、接触音波及び / 又は超音波トランスデューサ)に物理的に連結されてもよく、物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132(例えば、非接触音波及び / 又は超音波トランスデューサ)に空気連結されてもよい。

40

#### 【0135】

物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132 は、保持固定具 64 に統合されていてもよく、又は保持固定具 64 に設置又は結合されていてもよい。音響発生器 40(図 1)は、保持固定具 64 に統合されていてもよく、又は音響デバイス 20 から遠隔にあって接続されていてもよい。

#### 【0136】

50

物体保持固定具 126、支持ベース保持固定具 132 及び / 又は支持ベース 130 は、物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132 に適用された音響波 28 が、保持固定具 64（物体保持固定具 126、支持ベース保持固定具 132 及び / 又は支持ベース 130 を含む）の間で、保持固定具 64 を通って物体 18 内に十分に伝送されるよう、音響的に連結されうる。

#### 【0137】

本明細書で使用されるように、音響的に連結されると、全体的な構造が、音響波 28 の効果的な伝送及び伝搬に音響的に利用可能である（例えば、音響共振システム）ように、保持固定具 64 のすべてのパツ及び / 又は構成要素が一体的に結合されることを意味する。例えば、保持固定具 64 は、構成要素間に隙間が発生せず、音響波 28 の伝搬が構成要素及び / 又は表面インターフェースを通って失われないように、構成されうる。10

#### 【0138】

したがって、音響デバイス 20 と連携して、物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132 は、物体 18 の表面 16 で音響振動を発生させるために、物体 18 全体を通じて物体 18 全体の中に音響波 28 を送出する音響共振システムを形成しうる。複数の音響デバイス 20 が、任意の構成の中に（例えば、音響デバイスのパラメトリックアレイ又は音響デバイスのフェーズドアレイの中に）配置されうる。

#### 【0139】

各音響デバイス 20 は、固定位置を有していてもよく、又は保持固定具 64、物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132 に対して移動可能であってもよい。20  
例えば、複数の音響デバイス 20 の位置、配向及び / 又は場所は、一又は複数の物体保持固定具 126 及び / 又は支持ベース保持固定具 132 に固定されうる。別の例として、音響デバイス 20 の位置、配向及び / 又は場所は、例えば、音響デバイス 20 と関連付けられた保持固定具 88（図 1）によって、手動で移動可能であっても、電気機械的に移動可能であってもよい。したがって、音響デバイス 20 を位置付け、作動させ、調整することによって、様々なタイプの誘導された音響波 28（例えば、集束した音響エネルギー）が、所望の場所（例えば、洗浄ゾーン 62）で物体 18 の表面 16 に形成されうる。

#### 【0140】

保持固定具 64 が、物体保持固定具 126、支持ベース 130 並びに / 又は空気連結された音響デバイス 20 及び / 又は物理的に連結された音響デバイス 20 の任意の組み合わせを有する支持ベース保持固定具 132 の任意の組み合わせを含み得、図 9 に示された構造が任意の方法における本開示の限定を意図していないことを当業者は認識するだろう。30

#### 【0141】

したがって、複数の物理的に連結された音響デバイス 20 は、物体 18 内に方向付けられた（例えば、保持固定具 64 を通じて）音響波 28 を発生させ、及び / 又は複数の空気連結された音響デバイス 20 は、物体 18 の表面 16 に方向付けられた音響波 28 を発生させうる。超音波 28 の干渉は、堆積物 14 を取り除き、洗浄媒体 30、洗浄媒体 30 によって保持される堆積物粒子及び rinses 媒体 32 を微粒化するために、物体 18 の中に縦波及び / 又はせん断波を、並びに / 又は物体 18 の表面 16 にプレート波及び / 又はせん断波を発生させうる。40

#### 【0142】

電力、サイズ、量、場所、相対位置、配向角度、及び物体 18 の表面 16 からの距離は、所与の洗浄作業に対する音響デバイス 20 のサイズを決定し構成するときに、考慮されうる。例えば、電力が高い、比較的少量の超音波デバイスが使用されうる。別の例として、電力が低い、比較的多量の超音波デバイスが使用されうる。

#### 【0143】

図 10 を参照すると、物体の表面洗浄のための、一般的に 200 で指定される開示された方法の 1 つの態様が、洗浄される少なくとも 1 つの表面を有する物体を提供することによって、プロック 202 で開始しうる。

#### 【0144】

10

20

30

40

50

ブロック 204 で示されるように、物体は、保持固定具に装着されうる。保持固定具は、音響共振システムを画定しうる。

#### 【0145】

ブロック 206 で示されるように、音響波（例えば、音波及び／又は超音波）は、物体の表面に送出されうる。音響波は、物体の表面に音響振動を（例えば、縦波、せん断波、表面波及び／又はプレート波に応じて）発生させうる。音響波は、一又は複数の音響デバイス（例えば、音波トランスデューサ及び／又は超音波トランスデューサ）によって放射されうる。音響デバイスは、物体及び／又は保持固定具に空気連結されてもよく、及び／又は物体及び／又は保持固定具に物理的に連結されてもよい。

#### 【0146】

ブロック 208 で示されるように、音響波が、物体の表面の洗浄ゾーンに集束されうる。ブロック 210 で示されるように、集束した音響波は、物体の表面に及び／又は物体の中に音響振動のパターンを生成しうる。ブロック 212 で示されるように、音響振動のパターンは、音響波の干渉に応じて、物体の表面の少なくとも一部分周囲に、一又は複数の音響干渉ゾーン又は応力焦点を形成しうる。

#### 【0147】

ブロック 212 で示されるように、物体の表面における（例えば、洗浄ゾーン内部の）任意の堆積物は、物体に適用された音響波によって発生した物体の中の音響振動に応じて、物体の表面から分解され及び／又は取り除かれうる。

#### 【0148】

ブロック 214 で示されるように、洗浄媒体（例えば、水又は水性洗浄液）は、物体の表面に送出されうる。例えば、洗浄媒体が、洗浄媒体ディスペンサから洗浄ゾーンに排出されうる。ブロック 216 で示されるように、洗浄媒体は、音響波によって物体の表面から取り除かれた堆積物の粒子を捕捉及び／又は収集しうる。

#### 【0149】

ブロック 218 で示されるように、洗浄媒体、及び洗浄媒体（例えば、液滴）によって捕捉された堆積物の粒子は、物体に適用された音響波によって発生した物体の中の音響振動に応じて、ミストに微粒化されうる。

#### 【0150】

ブロック 220 で示されるように、リンス媒体（例えば、水）が、物体の表面に送出されうる。例えば、リンス媒体が、リンス媒体ディスペンサから洗浄ゾーンに排出されうる。ブロック 222 で示されるように、リンス媒体は、任意の残った洗浄媒体及び／又は堆積物の粒子を物体の表面からリンスしうる。

#### 【0151】

ブロック 224 で示されるように、リンス媒体は、物体に適用された音響波によって発生した物体の中の音響振動に応じて、ミストに微粒化されうる。

#### 【0152】

ブロック 226 で示されるように、バキューム気流が、物体の表面に送出されうる。ブロック 228 で示されるように、ミストに微粒化された洗浄媒体、洗浄媒体によって捕捉された堆積物の粒子、及び／又はリンス媒体は、バキューム気流によって集められうる。ブロック 220 で示されたバキュームステップは、ブロック 210 - 218 で示されたステップ中に及び／又はそれらのステップの初めから終わりまで実行されうる。

#### 【0153】

したがって、開示されたシステム及び方法は、音響振動（例えば、集束した音響波を介して）、洗浄媒体、リンス媒体及びバキューム気流を組み合わせることによって、大きな及び／又は複雑な物体の一又は複数の表面を洗浄するために使用されうる。複数の音響デバイス（例えば、音響デバイスのアレイ）は、物体の表面の特定のエリア（例えば、洗浄ゾーン）に電子的にかつ機械的に集束した方向性のある音響波を発生させ放射しうる。様々な電子的かつ機械的手段によって音響デバイスを作動させ調整することは、洗浄効果を実現するために物体の中及び上に所望パターンの音響振動を形成しうる。例として、音響

10

20

30

40

50

波の位置付け及び集束は、洗浄媒体ディスペンサ、 rins 媒体ディスペンサ及びバキュームに備えられた様々な洗浄ヘッド及び / 又は音響デバイスに備えられた保持固定具の移動により実現されうる。音響デバイスの調整は、洗浄媒体及び rins 媒体の中で音響流を実現するために、パラメトリックアレイ又はフェーズドアレイの概念で実現されうる。

#### 【 0 1 5 4 】

概して図 1 を参照すると、表面を含む物体を洗浄するための開示されたシステム 10 の様々な態様は、音響波 28 を物体 18 に送出するように構成された音響デバイス 20 と；流体 136 を表面 16 に送出するように構成された流体ディスペンサ 134 と；バキューム気流 34 を表面 16 に近接して送出するように構成されたバキューム 26 とを含み得、音響波 28 は、表面 16 から堆積物 14 を取り除き、流体 136 を音響的に処理し、流体 136 及び流体 136 によって集められた堆積物 14 を微粒化する。  
10

#### 【 0 1 5 5 】

1つの態様では、音響波 28 は、前記物体 18 の表面 16 で音響振動を発生させうる。音響波 28 は、音響振動を物体 18 の中に発生させうる。音響波 28 は、縦波、せん断波、表面波及びプレート波の少なくとも 1 つを含みうる。

#### 【 0 1 5 6 】

別の態様では、流体 136 は、洗浄媒体及び rins 媒体を含みうる。

#### 【 0 1 5 7 】

別の態様では、前記音響デバイス 20 の位置、流体ディスペンサ 134 の位置及びバキューム 26 の位置が、表面に対して調節可能でありうる。  
20

#### 【 0 1 5 8 】

別の態様では、流体ディスペンサ 134 は、洗浄媒体 30 を表面 16 に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサ 22 と、 rins 媒体 32 を表面 16 に送出するように構成された rins 媒体ディスペンサ 24 とを含みうる。洗浄媒体ディスペンサ 22 、 rins 媒体ディスペンサ 24 及びバキューム 26 は、洗浄ヘッド 36 に装着されうる。洗浄ヘッド 36 が、ロボットアセンブリ 106 に装着され得、ロボットアセンブリ 106 が、表面 16 に対して洗浄ヘッド 36 を位置付ける。洗浄媒体 30 は、液体及び気体の少なくとも 1 つを含み、 rins 媒体 32 は、液体及び気体の少なくとも 1 つを含みうる。洗浄媒体 30 及び rins 媒体 32 は、異なる組成を含みうる。

#### 【 0 1 5 9 】

別の態様では、音響波 28 は、堆積物 14 と表面 16 との間の粘着力を低減しうる。流体 136 は、表面 16 から取り除かれた堆積物 14 を集めうる。音響波 28 は、表面 16 の洗浄ゾーン 62 に集束されうる。  
30

#### 【 0 1 6 0 】

別の態様では、音響デバイス 20 は、音波トランスデューサ及び超音波トランスデューサの少なくとも 1 つを含みうる。

#### 【 0 1 6 1 】

別の態様では、開示されたシステム 10 は、音響デバイス 38 のアレイとして配置された複数の音響デバイス 20 を含みうる。音響デバイス 38 のアレイは、物体 18 に空気連結されうる。音響デバイス 38 のアレイは、集束した音響波 28 を表面 16 に送出しうる。集束した音響波 28 の干渉は、表面 16 で音響波干渉を画定しうる。音響デバイス 38 のアレイは、パラメトリックアレイ及びフェーズドアレイの少なくとも 1 つを含みうる。  
40

#### 【 0 1 6 2 】

別の態様では、開示されたシステム 10 は、音響デバイス 38 a の第 1 のアレイ及び音響デバイス 38 b の第 2 のアレイとして配置された複数の音響デバイス 20 を含みうる。音響デバイス 38 a の第 1 のアレイは、物体 18 に空気連結されうる。音響デバイス 38 b の第 2 のアレイは、物体 18 に物理的に連結されうる。

#### 【 0 1 6 3 】

別の態様では、開示されたシステム 10 は、物体 18 を保持するように構成された保持固定具 64 を含みうる。音響波 28 は、音響振動を物体 18 の中に発生させうる。流体デ  
50

イスペンサ 134 は、洗浄媒体 30 を表面 16 に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサ 22 と、リンス媒体 32 を表面 16 に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサ 24 とを含みうる。洗浄媒体ディスペンサ 22、リンス媒体ディスペンサ 24 及びバキューム 26 は、洗浄ヘッド 36 に装着されうる。音響デバイス 20 は、保持固定具 64 に連結されうる。洗浄ヘッド 36 の位置は、物体 18 の位置に対して調節可能である。音響デバイス 20 は、保持固定具 64 に物理的に連結されうる。音響デバイス 20 は、保持固定具 64 及び物体 18 の少なくとも 1 つに空気連結されうる。複数の音響デバイス 20 は、音響デバイス 38a の第 1 のアレイ及び音響デバイス 38b の第 2 のアレイとして配置されうる。音響デバイス 38a の第 1 のアレイは、保持固定具 64 に物理的に連結されうる。音響デバイス 38b の第 2 のアレイは、保持固定具 64 及び物体 18 の少なくとも 1 つに空気連結されうる。保持固定具 64 は、音響共振システムを画定しうる。  
保持固定具 64 は、前記物体の一部でありうる。

#### 【 0164 】

別の態様では、流体 136 は、液体及び気体の少なくとも 1 つを含みうる。流体 136 は、水及び水溶液の少なくとも 1 つを含みうる。

#### 【 0165 】

別の態様では、開示されたシステム 10 は、音響波 28 を物体 18 に送出するように構成された音響デバイス 20 と、洗浄媒体 30 を表面 16 に送出するように構成された洗浄媒体ディスペンサ 22 と、リンス媒体 32 を表面 16 に送出するように構成されたリンス媒体ディスペンサ 24 と、バキューム気流 34 を表面 16 に近接して送出するように構成されたバキューム 26 とを含みうる。音響波 28 は、表面 16 から堆積物を取り除き、洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32 を音響的に処理し、洗浄媒体 30 並びに洗浄媒体 30 及びリンス媒体 32 によって集められた堆積物 14 を微粒化するために、物体 18 の中に音響振動を発生させうる。

#### 【 0166 】

一般的に図 1 及び図 10 を参照すると、表面を含む物体を洗浄するための開示された方法 200 の 1 つの態様は、(1) 表面 16 から堆積物 14 を取り除くために、音響波 28 を物体 18 に送出することと、(2) 取り除かれた堆積物 14 を集めるために、洗浄媒体 30 を表面 16 に送出することと、洗浄媒体 30 及び取り除かれた堆積物 14 を音響的に処理し微粒化するために、音響波 28 を物体 18 に送出することと、(3) 微粒化した洗浄媒体 30 及び取り除かれた堆積物 14 を集めるために、バキューム気流 34 を適用することと、(4) リンス媒体 32 を表面 16 に送出することと、(5) リンス媒体 32 を音響的に処理し微粒化するために、音響波 28 を物体 18 に送出することと、微粒化したリンス媒体 32 を集めるために、バキューム気流 34 を適用することとを含みうる。

#### 【 0167 】

別の態様では、音響波 28 は、物体 18 の中に音響振動を発生させうる。

#### 【 0168 】

別の態様では、開示された方法 200 は、(6) 物体 18 を保持固定具 64 に装着するステップと；(7) 物体 18 の中に音響振動を発生させるために、保持固定具 64 及び物体 18 の少なくとも 1 つに音響波 28 を送出するステップとを含みうる。保持固定具 64 は、音響共振システムを画定しうる。

#### 【 0169 】

別の態様では、開示された方法 200 は、(8) 表面 16 の洗浄ゾーン 62 に音響波 28 を集束させるステップと、超音波振動のパターンを物体 18 の中に生成するステップとを含みうる。音響振動のパターンを生成するステップが、音響波 28 の干渉によって、表面 16 の少なくとも一部分に音響干渉ゾーンを画定することを含みうる。

#### 【 0170 】

別の態様では、音響波 28 は、堆積物 14 と表面 16 との間の粘着力を低減しうる。洗浄媒体 30 は、液体及び気体の少なくとも 1 つを含みうる。リンス媒体 32 は、液体及び気体の少なくとも 1 つを含みうる。

10

20

30

40

50

**【 0 1 7 1 】**

別の態様では、洗浄媒体 3 0 を送出するステップ及び rins 媒体 3 2 を送出するステップは、連続的に発生しうる。

**【 0 1 7 2 】**

別の態様では、洗浄媒体 3 0 を送出するステップ及び rins 媒体 3 2 を送出するステップは、同時に発生しうる。

**【 0 1 7 3 】**

本開示の実施例は、図 1 1 に示す航空機の製造及び保守方法 3 0 0 と、図 1 2 に示す航空機 3 0 2 に照らして説明されうる。製造前の段階では、航空機の製造及び保守方法 3 0 0 は、航空機 3 0 2 の仕様及び設計 3 0 4 、並びに材料の調達 3 0 6 を含みうる。製造段階では、航空機 3 0 2 の構成要素 / サブアセンブリの製造 3 0 8 とシステムインテグレーション 3 1 0 とが行われる。その後、航空機 3 0 2 は認可及び納品 3 1 2 を経て運航 3 1 4 に供される。顧客により運航される期間に、航空機 3 0 2 には、改造、再構成、改修なども含みうる定期的な整備及び保守 3 1 6 が予定される。  
10

**【 0 1 7 4 】**

方法 3 0 0 の各工程は、システムインテグレータ、第三者、及び / 又はオペレータ（例えば顧客）によって、実行又は実施されうる。本明細書の目的では、システムインテグレータは、限定しないが、任意の数の航空機製造者、及び主要システムの下請業者を含み、第三者は、限定しないが、任意の数のベンダー、下請業者、及び供給業者を含み、オペレータは、航空会社、リース会社、軍事団体、サービス機関などでありうる。  
20

**【 0 1 7 5 】**

図 1 2 に示すように、例示的方法 3 0 0 によって製造された航空機 3 0 2 は、複数のシステム 3 2 0 及び内装 3 2 2 を備えた機体 3 1 8 を含みうる。複数のシステム 3 2 0 の例には、推進システム 3 2 4 、電気システム 3 2 6 、油圧システム 3 2 8 、及び環境システム 3 3 0 の一又は複数が含まれうる。任意の数の他のシステムが含まれることもある。航空宇宙産業の例を示しているが、開示されたシステム 1 0 及び方法 2 0 0 の原理は、自動車産業及び半導体産業などの他の産業にも適用されうる。

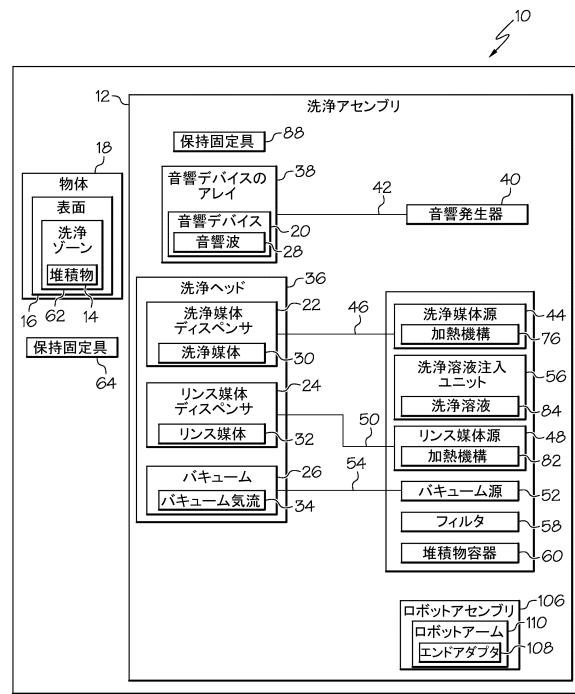
**【 0 1 7 6 】**

本明細書中で実施される装置及び方法は、製造及び保守方法 3 0 0 の任意の一又は複数の段階において用いられる。例えば、構成要素 / サブアセンブリの製造 3 0 8 、システムインテグレーション 3 1 0 、及び / 又は整備及び保守 3 1 6 に対応する構成要素又はサブアセンブリは、開示されているシステム 1 0 及び方法 2 0 0 を使用して作製され、或いは製造されうる。また、一又は複数の装置例、方法例、又はこれらの組み合わせは、例えば、機体 3 1 8 及び / 又は内装 3 2 2 のような航空機 3 0 2 の組立てを実質的に効率化するか、又は航空機 3 0 2 のコストを削減することにより、構成要素 / サブアセンブリの製造 3 0 8 及び / 又はシステムインテグレーション 3 1 0 において利用されうる。同様に、装置の実施例、方法の実施例、或いはそれらの組み合わせのうちの一又は複数を、航空機 3 0 2 の運航中に、例えば限定しないが、整備及び保守 3 1 6 に利用することができる。  
30

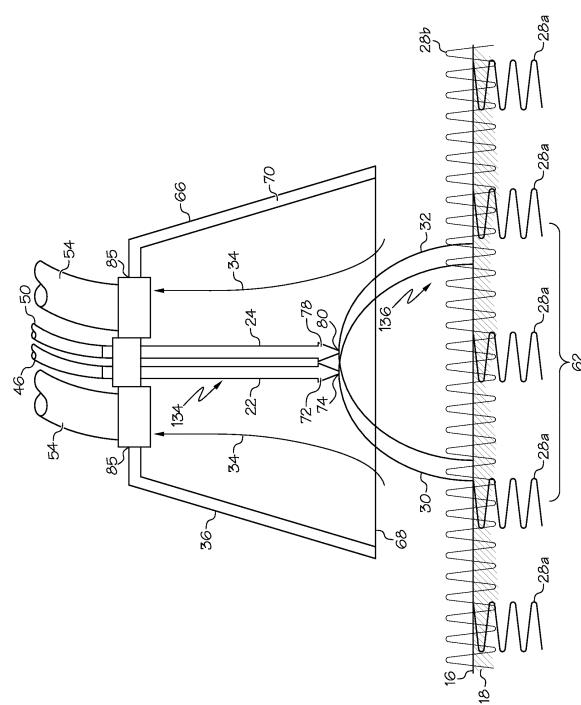
**【 0 1 7 7 】**

開示されているシステム及び方法の様々な態様が示され説明されたが、当業者は、明細書を読むことで、変更を想起しうる。本出願は、かかる変更を含み、かつ、特許請求の範囲によってのみ限定される。  
40

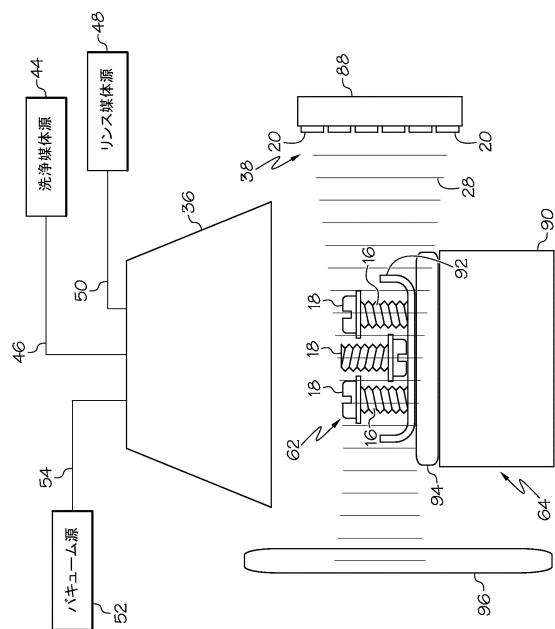
【 図 1 】



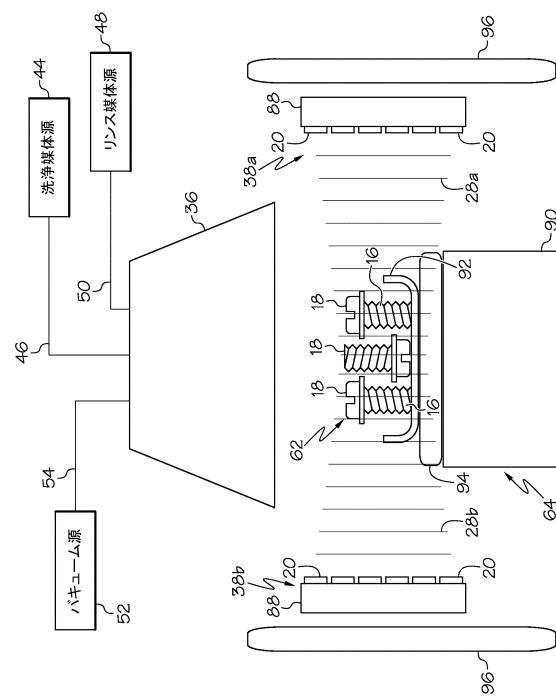
【 四 2 】



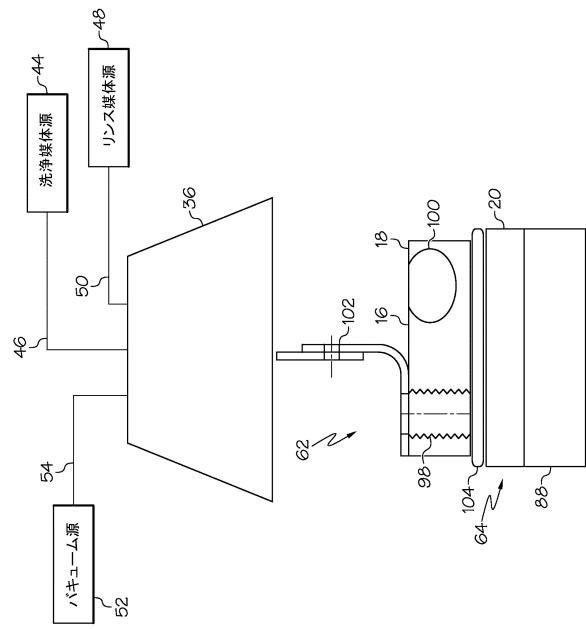
【図3】



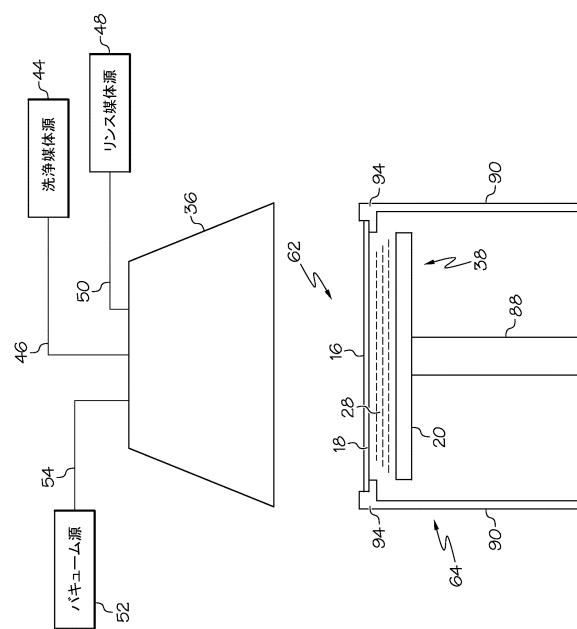
【図4】



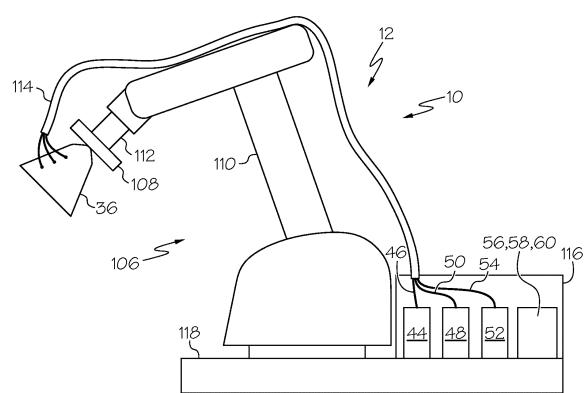
【図5】



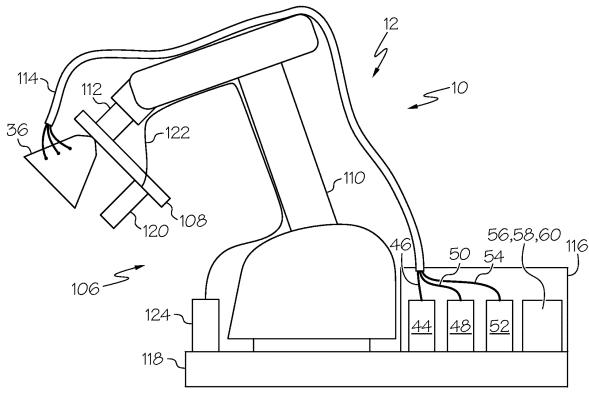
【図6】



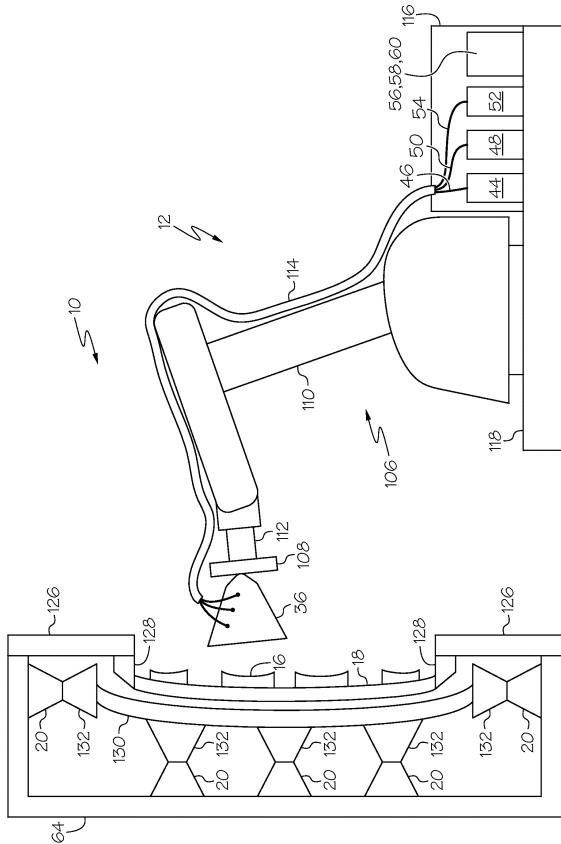
【図7】



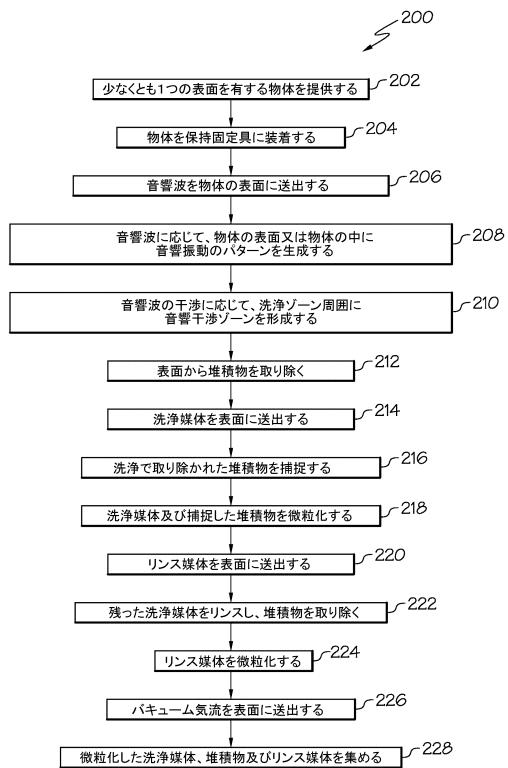
【図8】



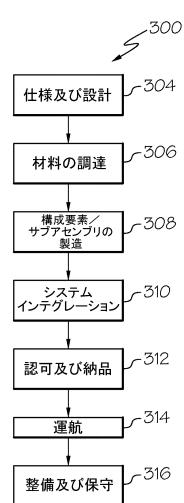
【図9】



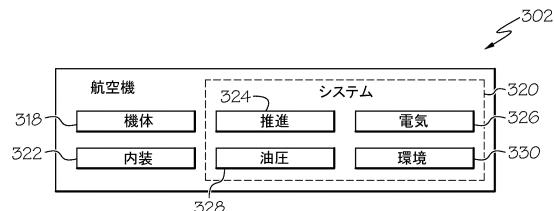
【 図 1 0 】



【図 1 1】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-262149(JP,A)  
特開2002-045807(JP,A)  
特開平07-060189(JP,A)  
特開平06-079245(JP,A)  
特開2008-066401(JP,A)  
特開平11-087288(JP,A)  
特開平05-269449(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B08B 3 / 12