

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5237878号  
(P5237878)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int. Cl. F I  
**H05K 7/20 (2006.01)** H05K 7/20 H  
**F04D 33/00 (2006.01)** F04D 33/00

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-110238 (P2009-110238)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成21年4月30日(2009.4.30)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2009-272626 (P2009-272626A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成21年11月19日(2009.11.19)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成24年3月29日(2012.3.29)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	12/118,435	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成20年5月9日(2008.5.9)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
早期審査対象出願			弁理士 黒川 俊久
前置審査		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シンセティック・ジェット強化自然冷却用のシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

体積内に配置された発熱コンポーネントを取り囲むようにして前記体積を画定する1つまたは複数の側壁と、

前記1つまたは複数の側壁の少なくとも1つの側壁の表面に隣接して一体的に形成され、前記体積の外側に配置されたシンセティック・ジェット組立体と、  
 を備えるコンポーネントのエンクロージャであって、

前記シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを備える少なくとも1つのシンセティック・ジェット・エジェクタを含み、前記ジェット・ポートは、前記少なくとも1つの側壁の表面と垂直、平行および斜めのうちの少なくとも1つで位置合わせされており、

前記シンセティック・ジェット組立体は、前記ポートを貫く流体のジェットを前記表面とほぼ平行、前記表面の上へ垂直、および前記表面に向かって斜めのうちの少なくとも1つに向けるように構成され、前記流体のジェットが前記体積の外部へ流れ、

前記シンセティック・ジェット組立体が、直列流体連通で共に結合される複数のシンセティック・ジェット・エジェクタを備えることを特徴とするコンポーネントのエンクロージャ。

【請求項2】

前記シンセティック・ジェット・エジェクタが、複数のジェット・ポートを備えることを特徴とする請求項1に記載のエンクロージャ。

10

20

## 【請求項 3】

前記シンセティック・ジェット組立体が、単一のハウジング中に囲まれる複数のシンセティック・ジェット・エジェクタを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のエンクロージャ。

## 【請求項 4】

前記シンセティック・ジェット・エジェクタが、流体の流れが発生するように振動するように構成される圧電アクチュエータを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のエンクロージャ。

## 【請求項 5】

前記複数の側壁のうちの少なくとも 1 つ側壁が、拡張した表面を含み、前記ジェット・ポートが、前記拡張した表面の表面と垂直および斜めのうちの少なくとも 1 つで位置合わせされることを特徴とする請求項 1 に記載のエンクロージャ。

10

## 【請求項 6】

体積を画定する複数の側壁を備えるコンポーネントのエンクロージャと、前記体積内に配置される発熱コンポーネントと、前記複数の側壁のうちの少なくとも 1 つの側壁の外側の表面に隣接して配置され、一体的に形成されたハウジングを備えたシンセティック・ジェット組立体と、を備える電子式コンポーネントシステムであって、

前記シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを備える少なくとも 1 つのシンセティック・ジェット・エジェクタを含み、前記ジェット・ポートは、前記少なくとも 1 つの側壁の表面と垂直、平行および斜めのうちの少なくとも 1 つで位置合わせされており、

20

前記シンセティック・ジェット組立体は、前記ポートを貫く流体のジェットを前記表面とほぼ平行、前記表面の上へ垂直、および前記表面に向かって斜めのうちの少なくとも 1 つに向けるように構成され、前記流体のジェットが前記体積の外部へ流れ、

前記シンセティック・ジェット組立体が、直列流体連通で共に結合される複数のシンセティック・ジェット・エジェクタを備えることを特徴とする電子式コンポーネントシステム。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一般的にコンポーネントのエンクロージャに関し、より具体的には、コンポーネントのエンクロージャの自然対流冷却を強化するためのシステムおよび方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

少なくともいくつかの知られた応用分野では、コンポーネントおよびシステム（例えば、航空機に対して計算能力や電力を供給する様々なデジタルエレクトロニクスシステムおよびパワーエレクトロニクスシステムなどのシステム）は、軽量かつ信頼できるものであることが重要である。コンポーネントの受動的冷却は、信頼できるものであることで知られているが、冷却性能の観点からは、最も効率の低い冷却方法でもあり、典型的には、所定量の冷却のために大きなシステムを必要とする。受動的冷却の性能を拡張するために使用されるいくつかの選択肢として、表面を拡張することや、より高い熱伝導性を有する新しい材料を使うことである。表面の拡張は、伝熱面積を増大させる。拡張した表面には、フィン、リップ、および他の突出部が含まれる。より高い熱伝導性を有する材料は、エンクロージャの熱抵抗を減少させる。拡張した表面とより高い熱伝導性の新しい材料は共に、自然対流の簡潔さおよび信頼性に影響を及ぼすことなくより高い性能を実現する。しかし、表面拡張やより高い熱伝導性材料の使用は共に、性能限界を有する。

40

## 【0003】

50

損失密度が受動的冷却が実用的である場合を越えるときには、活性ガスまたは液体の冷却が用いられる。活性ガスまたは液体を冷却とすると、より軽くはなるが、信頼性がより低下する。表面を拡げたり、先端材料を用いてなされる改良がそれらの限界に到達するときには、ファンまたは他のガス冷却装置を用いて、冷却ガスを表面を横切らせ、あるいは表面に対して強制的に吹き付けるような、能動的冷却を用いることがよく、能動的冷却は自然対流に比べて流体膜の熱抵抗をかなり減少させる。利用できる冷却用空気をすぐ近くから取り込むことに加えて、強制対流の手法における冷却ガスは調整可能であり、より冷たくなり、したがってより効率的である。さらなる選択肢は、液体冷却である。典型的には液体は、ガスより効率的な熱伝導流体であり、したがってより多くの熱を除去できる。活性ガス冷却および液体冷却は、受動的冷却システムより信頼性が低く、より複雑であり、活性ガス冷却と液体冷却は共に、受動的冷却の手法より本質的に信頼性が低い可動部を備えるシステムを必要とする。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7,055,329号公報

【特許文献2】米国特許第6,722,581号公報

【特許文献3】米国特許出願公開第2004/0,190,305号公報

【特許文献4】米国特許出願公開第2003/0,075,615号公報

【発明の概要】

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

一実施形態では、コンポーネントのエンクロージャは、体積を画定する1つまたは複数の側壁を備え、これら側壁は、体積内に配置される発熱コンポーネントを実質的に取り囲むように構成される。コンポーネントのエンクロージャは、側壁のうちの少なくとも1つの側壁に隣接して配置されるシンセティック・ジェット組立体をさらに備える。シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを有する少なくとも1つのシンセティック・ジェット・エジェクタを含む。ジェット・ポートは、少なくとも1つの側壁の表面と垂直、平行および斜めのうちの少なくとも1つで位置合わせされる。シンセティック・ジェット組立体は、上記ポートを貫く流体のジェットをこの表面とほぼ平行、この表面の上へ垂直、およびこの表面に向って斜めのうちの少なくとも1つに向けるように構成される。

30

【0006】

別の実施形態では、エンクロージャの冷却を増大させる方法は、エンクロージャの複数の側壁のうちの少なくとも1つの側壁に隣接してシンセティック・ジェット組立体を配置するステップを含み、このシンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを有する少なくとも1つのシンセティック・ジェット・エジェクタを含む。ジェット・ポートは、少なくとも1つの側壁の表面と垂直、平行および斜めのうちの少なくとも1つで位置合わせされ、シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを貫く流体のジェットをこの表面とほぼ平行、この表面の上へ垂直、およびこの表面に向って斜めのうちの少なくとも1つに向けるように構成される。

40

【0007】

さらに別の実施形態では、電子式コンポーネントシステムは、体積を画定する複数の側壁を備えるコンポーネントのエンクロージャと、体積内に配置される発熱コンポーネントと、複数の側壁のうちの少なくとも1つの側壁に隣接して配置されるシンセティック・ジェット組立体とを備える。シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを有する少なくとも1つのシンセティック・ジェット・エジェクタを含む。ジェット・ポートは、少なくとも1つの側壁の表面と垂直、平行および斜めのうちの少なくとも1つで位置合わせされる。シンセティック・ジェット組立体は、ジェット・ポートを貫く流体のジェットをこの表面とほぼ平行、この表面の上へ垂直、およびこの表面に向って斜めのうちの少なくとも1つに向けるように構成される。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】既知の自然通風冷却されたコンポーネントのエンクロージャの斜視図である。

【図2】図1に示すエンクロージャの熱プロファイルマップである。

【図3】本発明の典型的な一実施形態によるコンポーネントのエンクロージャの図である。

【図4】図3に示すエンクロージャの熱プロファイルマップである。

【図5A】圧縮または放出段階時の本発明の典型的な一実施形態による図3に示すシンセティック・ジェット組立体の断面図である。

【図5B】膨張または吸込み段階時の図3に示すシンセティック・ジェット組立体の断面図である。

【図6】本発明の典型的な別の実施形態によるシンセティック・ジェット組立体の断面図である。

【図7】本発明の一実施形態による図3に示すシンセティック・ジェット組立体の分解断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0009】

以下の詳細な説明は、限定としてではなく一例として本発明の実施形態を示す。

【0010】

図1～図は、本明細書に記載される方法およびシステムの典型的な実施形態を示す。本発明は、工業、商業および住居の用途において冷却を強化し、層流を破壊することに対する一般的な用途を有すると考えられる。

【0011】

本明細書では、単数形で記述され、「1つの」、「ある」、または「一」（「a」または「an」）という用語を用いて続けて述べられる要素またはステップは、複数の要素またはステップを除外しないものとして理解されたい（ただし、かかる除外が明確に記述されている場合は除かれる）。さらに、本発明の「一実施形態（one embodiment）」への言及は、記述した特徴をやはり組み込む追加の実施形態の存在を除外するものとして解釈されるものではない。

【0012】

図1は、既知の自然通風冷却されたコンポーネントのエンクロージャ100の斜視図である。エンクロージャ100は複数の側壁102および上壁104を有し、これらが、体積を形成する、この体積内部には、発熱コンポーネント（図示せず）が配置され得る。エンクロージャ100を取り囲む空気は、典型的には対流によって側壁102の表面106から熱を除去する。側壁102の下部108近くの空気は、エンクロージャ100内のコンポーネントによって発生して側壁102にまで伝導した熱を、そこを通過する際に受け取る。暖められた空気は、側壁102に隣接して上昇し、自然対流によって上昇する空気の流れ110を形成する。空気が側壁102に隣接して上昇する際に、この空気は、側壁102の上部112からより多くの熱を受け取る傾向がある。この空気がより多くの熱を受け取るにつれて、この空気の温度は上昇し、より多くの熱を受け取るうとする能力は減少し、その結果、エンクロージャ100に対する冷媒としての効果を減少させる。エンクロージャ100が除去できる総熱量は、コンポーネントの故障を引き起こすことのない、発熱コンポーネントの発生許容熱量を定める。自然循環冷却の熱除去能力は限られているので、他の熱除去方法が、一次冷却法として、または少なくとも補助冷却法としてしばしば用いられる。例えば、いくつかの知られているコンポーネントのエンクロージャには、水冷、ファンおよび/または強制空冷が含まれる。

【0013】

図2は、（図1に示す）エンクロージャ100の熱プロファイルマップ200である。マップ200は、（図1に示す）側壁102の高さに沿った位置を表すx軸202を含む。y軸204は、側壁102から遠ざかるように延びる距離を表す。第1の温度の階調（

10

20

30

40

50

濃淡) 206は、エンクロージャ100および近接下部108から離れたところの第1の温度を示す。第2の温度の階調208は、階調206より大きい熱量を含む空気の流れの層流層を示す。第3の温度の階調210は、階調208より大きい熱量を含む空気の流れの層流層を示す。第4の温度の階調212は、階調210より大きい熱量を含む空気の流れの層流層を示す。階調212は、階調206、208および210より高い温度であり、このより高い温度は、階調212の冷却効果を減少させる。

【0014】

図3は、本発明の典型的な一実施形態によるコンポーネントのエンクロージャ300である。典型的な実施形態では、エンクロージャ300は、内部体積内に配置される発熱コンポーネント(図示せず)を実質的に取り囲むように構成される体積(図示せず)を画定する1つまたは複数の側壁302を備える。エンクロージャ300は、側壁302のうちの少なくとも1つの側壁に隣接して配置されるシンセティック・ジェット組立体304を備える。シンセティック・ジェット組立体304は、ハウジング308を貫いて延在する少なくとも1つのジェット・ポート306を含む。典型的な実施形態では、ジェット・ポート306は、流体のジェットがそれぞれの側壁302とほぼ平行に噴出されるように、それぞれの側壁302に対してほぼ垂直に位置合わせされる。他の実施形態では、ジェット・ポート306は、ジェット・ポート306が流体のジェットを側壁302に向って垂直にまたは側壁302に向って斜めにそれぞれ向けるように、側壁302に対して平行および斜めに位置合わせできる。

【0015】

典型的な実施形態では、エンクロージャ300は、リップ、フィン、または側壁302の表面からの他の突出部などの拡張した表面を含む少なくとも1つの側壁302を備え、この拡張した表面は、エンクロージャ300の外側の外気と接触している側壁302の表面積を増大させる傾向がある。側壁302が拡張した表面を含むときは、ジェット・ポート306は、拡張した表面の表面と平行、垂直または斜めに位置合わせできる。

【0016】

ハウジング308は、例えばエンクロージャ300への部品の追加のように、またはエンクロージャ300の当初組立時のエンクロージャ300への別個の追加のように、エンクロージャ300に結合可能である別個のデバイスであってよい。他の代替の実施形態では、シンセティック・ジェット組立体ハウジング308は、側壁302の表面と一体的に形成される。

【0017】

ハウジング308は、単一のハウジング308中に(図3に示さない)複数のシンセティック・ジェット・エジェクタを有するシンセティック・ジェット組立体304を収容するために複数のジェット・ポート306を含んでもよい。加えて、ハウジング308は、単一のハウジング308中に複数のシンセティック・ジェット組立体304を収容するために複数のジェット・ポート306を含んでもよい。本発明の一実施形態では、複数のシンセティック・ジェット・エジェクタは、単一のシンセティック・ジェット組立体304中に直列流体連通(serial flow communication)で互いに結合されてよい。そのような配置により追加の圧力の増加がもたらされて、シンセティック・ジェット組立体304中の単一のシンセティック・ジェット・エジェクタよりもより大きい距離、および/または単一のシンセティック・ジェット・エジェクタよりも大きい距離についてよりコヒーレントな形態でジェット・ポート306を出るジェットを推進させる。

【0018】

図4は、(図3に示す)エンクロージャ300の熱プロファイルマップ400である。マップ400は、(図3に示す)側壁302の高さに沿った位置を表すx軸402を含む。y軸404は、側壁302から遠ざかるように延びる距離を表す。シンセティック・ジェット組立体304は、流体のジェットを側壁302とほぼ平行に向けるように構成される。この流体のジェットは、側壁302の表面に沿った流体の層流を破壊し、ジェットが

10

20

30

40

50

側壁 302 の表面に対して追加的な空冷をもたらすことを可能にするとともに、外気が側壁 302 の表面に到達し、側壁 302 をさらに冷却することを可能にする。

【0019】

図 5 A は、圧縮または放出段階時の本発明の典型的な一実施形態によるシンセティック・ジェット組立体 304 の断面図である。図 5 B は、膨張または吸込み段階時のシンセティック・ジェット組立体 304 の断面図である。典型的な実施形態では、シンセティック・ジェット組立体 304 は、ハウジング 308 と、少なくとも 1 つのシンセティック・ジェット・エジェクタ 502 とを含む。シンセティック・ジェット・エジェクタ 502 は、冷却されるコンポーネント 506 の表面 504 と垂直、平行または斜めに向けることができるジェット・ポート 306 を含む。シンセティック・ジェット組立体 304 は、ジェット・ポート 306 を出るジェット・ポート 306 を貫く流体 508 の流れを表面に平行、表面に垂直、または表面に向って斜めである流体のジェット 510 として向けるように構成される。シンセティック・ジェット・エジェクタ 502 は、圧電アクチュエータ 514 を含む。アクチュエータ 514 は、圧電効果の影響によって振動し、流体のジェット 510 が発生しジェット・ポート 306 を出るように構成される。流体のジェット 510 は、渦リング 516 が流体のジェット 510 中に形成されるように構成されてよい。渦リング 516 は、自然対流で冷却された表面に沿って形成され得る層状膜を破壊するのに役立つ。ガス状媒質を用いて作動させるように説明したが、シンセティック・ジェット組立体 304 は、作動流体として誘電性流体を利用することもできる。

【0020】

圧電アクチュエータ 514 によって少量の電力が消費され、圧電アクチュエータ 514 を振動させる。図 5 A に示されるシンセティック・ジェット・エジェクタ 502 の動作の第 1 の段階時には、圧電アクチュエータ 514 は、空洞 518 に向って内側に圧縮され、流体を空洞 518 からジェット・ポート 306 を通じて排出する。図 5 B に示されるシンセティック・ジェット・エジェクタ 502 の動作の第 2 の段階時には、圧電アクチュエータ 514 は、空洞 518 から離れるように外側に膨張し、流体を空洞 518 の中にジェット・ポート 306 を通じて引き込む。圧電アクチュエータ 514 は、その形状により、振動の作用が流体をジェット・ポート 306 を通じて空洞 518 の中に引き込み、次いでその後流体を空洞 518 から再びジェット・ポート 306 を通じて排出することを可能にするように、シンセティック・ジェット・エジェクタ 502 に設計される。ジェット・ポート 306 を通じての吸引および放出の物理的過程は異なる。流体がジェット・ポート 306 を通じて引き込まれるときは、ジェット・ポート 306 は、流体を穴の周囲全体の領域から引き込む。したがって、流体量の大部分は、ジェット・ポート 306 のすぐ周囲の領域中の流体からである。シンセティック・ジェット・エジェクタ 502 が流体をジェット・ポート 306 から排出するときは、ジェットが形成される。このジェットは、高速で移動し、ジェット・ポート 306 から離れてかなりの距離にわたってそのままを保つ。

【0021】

ジェットは、様々な方向に向けることができる。このジェットは、表面と垂直に向けることができる。そのような向きは、ジェットが向けられる表面の領域に対して追加の局所冷却をもたらす傾向がある。ジェットが表面と平行に向けられる場合は、ジェットは、表面に沿っての流速の増大によって表面に対する直接冷却をもたらすだけでなく、ジェットの周辺に沿って追加の流体を同伴もする。したがって、表面に沿って流体を強化することに関与する流体の量は、シンセティック・ジェット空洞 518 から排出されるものだけでなく、ジェットによって同伴される追加の流体である。

【0022】

図 6 は、本発明の典型的な別の実施形態によるシンセティック・ジェット組立体 600 の断面図である。典型的な実施形態では、ハウジング 308 は、直列流体連通で配向される複数のシンセティック・ジェット・エジェクタ 502 を含み、第 1 のシンセティック・ジェット・エジェクタ 602 からの流れは、第 2 のシンセティック・ジェット・エジェクタ 604 の中に吐出され、次いで流れは、第 3 のシンセティック・ジェット・エジェクタ

606の中に吐出されるようになっている。第1のシンセティック・ジェット・エジェクタ602中で発生する流れは、第2のシンセティック・ジェット・エジェクタ604中で発生する流れに同調するように構成され、この第2のシンセティック・ジェット・エジェクタ604の中に第1のシンセティック・ジェット・エジェクタ602は吐出し、第2のシンセティック・ジェット・エジェクタ604は、第3のシンセティック・ジェット・エジェクタ606中で発生する流れに同調するように構成され、この第3のシンセティック・ジェット・エジェクタ606の中に第2のシンセティック・ジェット・エジェクタ604は吐出する。第1のシンセティック・ジェット・エジェクタ602、第2のシンセティック・ジェット・エジェクタ604、および第3のシンセティック・ジェット・エジェクタ606に関連する圧電部材それぞれに印加される電圧を制御することによって、シンセティック・ジェット組立体600を貫く流体の流れが促進でき、流れおよび/または圧力が増大し、強化されたジェットの形成を可能にする。

10

### 【0023】

図7は、本発明の一実施形態によるシンセティック・ジェット組立体304の分解断面図である。典型的な実施形態では、シンセティック・ジェット組立体304は、上カバー702と、第1のスペーシング704と、第1の圧電アクチュエータ706と、第2のスペーシング708と、第2の圧電アクチュエータ710と、第3のスペーシング712と、底カバー714とを含み、全てが順次隣接した関係で積み重ねられている。1つまたは複数のアライメントタブ716により、前述のコンポーネントの軸合わせを行って、各ピン連結具718を用いて互いにコンポーネントの結合を行う。上カバー702および底カバー714の内面に刻まれた溝720は、上カバー702と第1の圧電アクチュエータ706の間および第2の圧電アクチュエータ710と底カバー714の間に形成される空洞を封止するためのリング(図示せず)を受けるように構成される。それぞれのスペーサ704、708および712中の間隙722、724および726は、動作時に空洞の中へおよび空洞から外への流体の入口および出口を与える。

20

### 【0024】

シンセティック・ジェットを電子装置の表面冷却に適用する方法およびシステムの上述の実施形態は、コンポーネントのエンクロージャの自然循環冷却を強化する費用効果の高い、信頼できる手段を提供する。より具体的には、本明細書中に記載される方法およびシステムは、エンクロージャの表面に沿った層流の層の破壊を促進する。加えて、上述の方法およびシステムは、追加の冷媒をエンクロージャに直接供給し、追加の流体を同伴することを促進して、流れの増大をもたらす。結果として、本明細書中に記載される方法およびシステムは、費用効果の高い、信頼できるやり方で、著しい重量および/または信頼性コストの追加なしでコンポーネントの冷却の強化を促進する。

30

### 【0025】

本開示を様々な具体的な実施形態の観点から説明してきたが、本開示は、特許請求の範囲の精神および範囲内の修正形態を用いて実施できることが理解されよう。

### 【符号の説明】

40

### 【0026】

- 100 通風冷却されたコンポーネントのエンクロージャ
- 102 側壁
- 104 上壁
- 106 表面
- 108 下部
- 110 流れ
- 112 上部
- 200 熱プロファイルマップ
- 202 x軸

50

2 0 4	y 軸	
2 0 6	第 1 の温度の階調	
2 0 8	第 2 の温度の階調	
2 1 0	第 3 の温度の階調	
2 1 2	第 4 の温度の階調	
3 0 0	コンポーネントのエンクロージャ	
3 0 2	側壁	
3 0 4	シンセティック・ジェット組立体	
3 0 6	ジェット・ポート	
3 0 8	シンセティック・ジェット組立体ハウジング	10
4 0 0	熱プロファイルマップ	
4 0 2	x 軸	
4 0 4	y 軸	
5 0 2	シンセティック・ジェット・エジェクタ	
5 0 4	表面	
5 0 6	コンポーネント	
5 0 8	流体	
5 1 0	流体のジェット	
5 1 2	圧電部材	
5 1 4	アクチュエータ	20
5 1 6	渦リング	
5 1 8	シンセティック・ジェット空洞	
6 0 0	シンセティック・ジェット組立体	
6 0 2	第 1 のシンセティック・ジェット・エジェクタ	
6 0 4	第 2 のシンセティック・ジェット・エジェクタ	
6 0 6	第 3 のシンセティック・ジェット・エジェクタ	



【 図 1 】

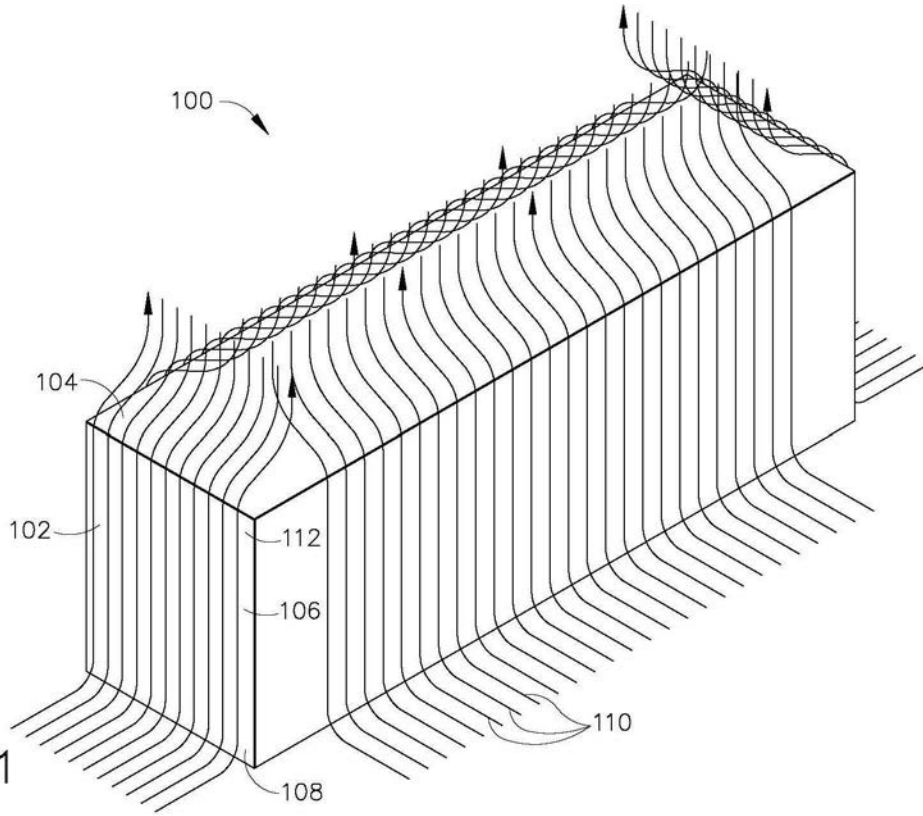


FIG. 1

【 図 2 】

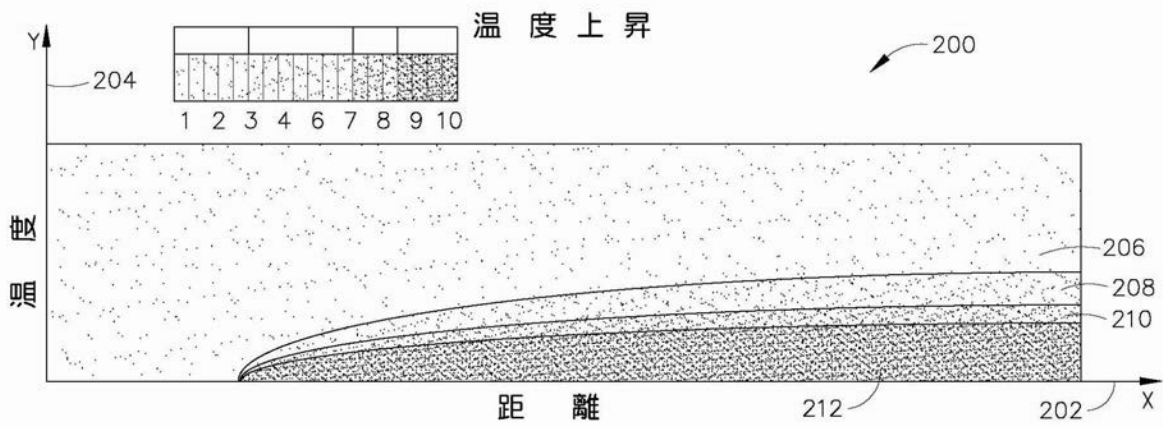


FIG. 2

【 図 3 】

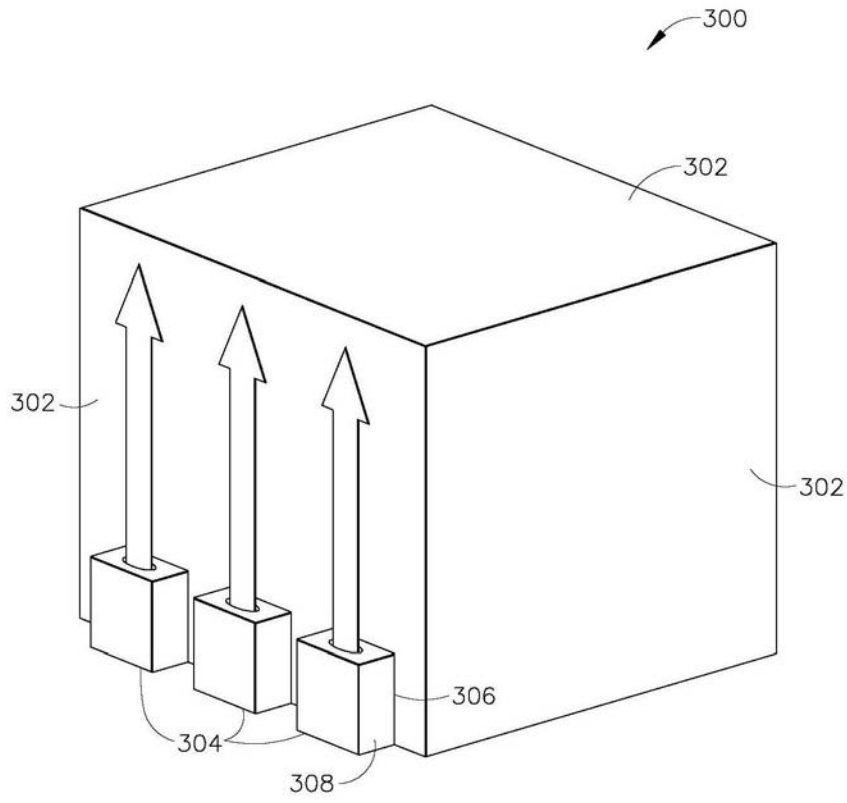


FIG. 3

【 図 4 】

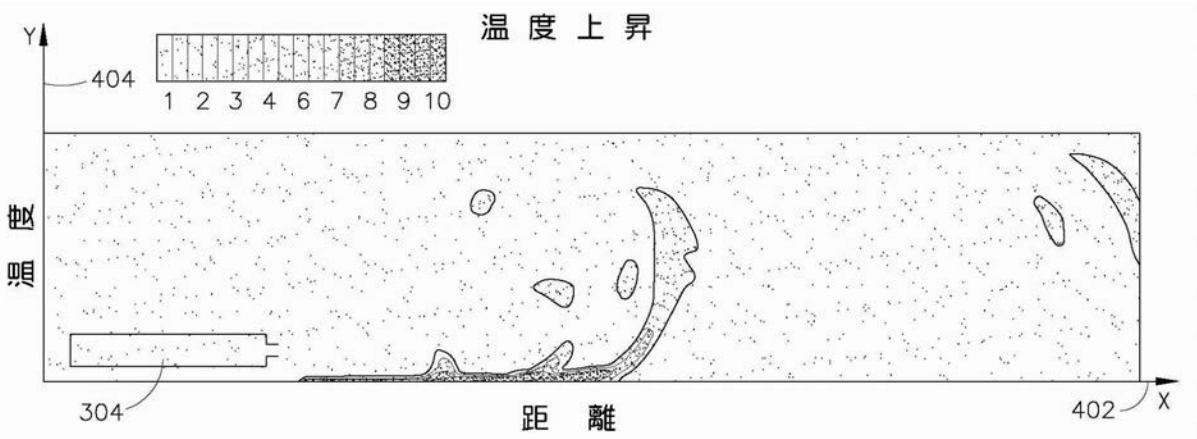


FIG. 4

【図 5 A】

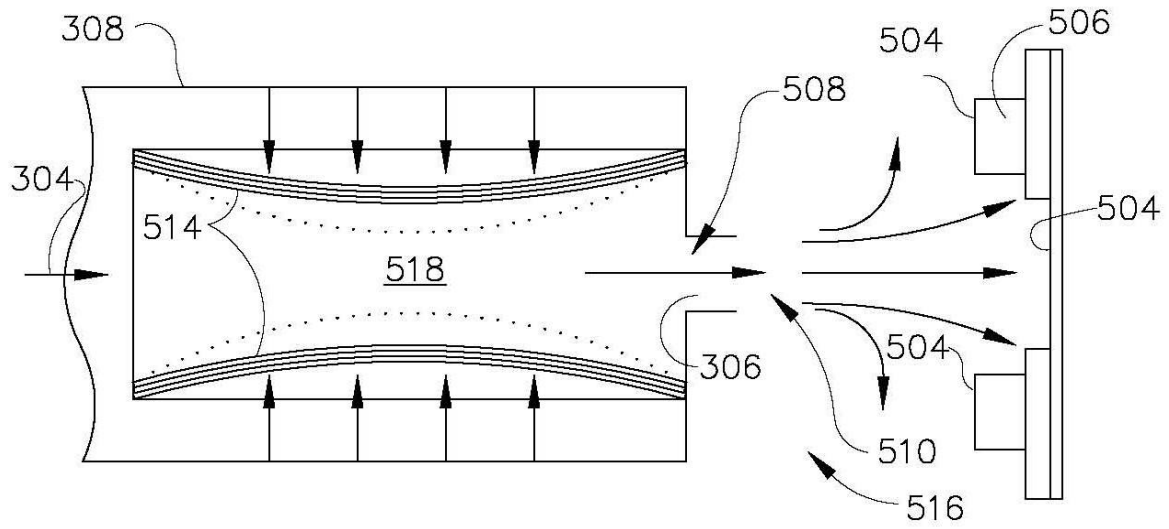


FIG. 5A

【図 5 B】

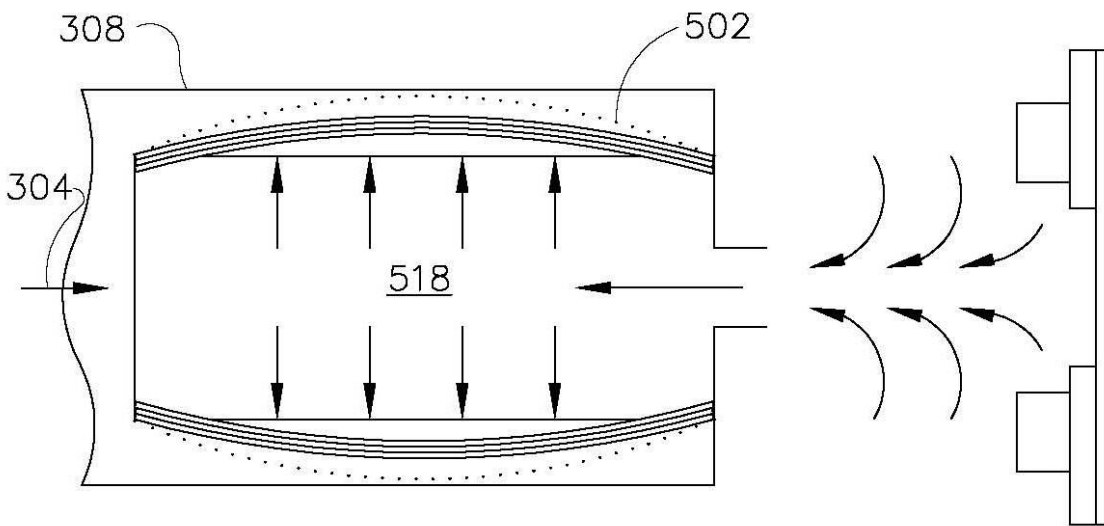


FIG. 5B

【 図 6 】

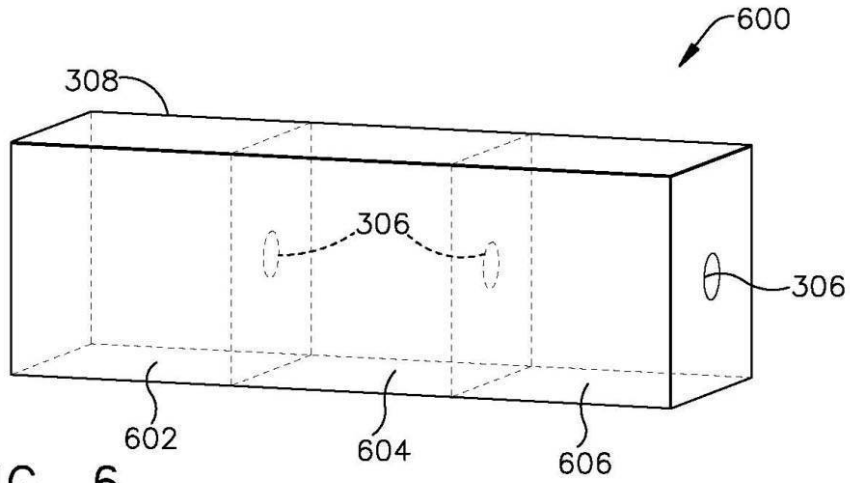


FIG. 6

【図7】

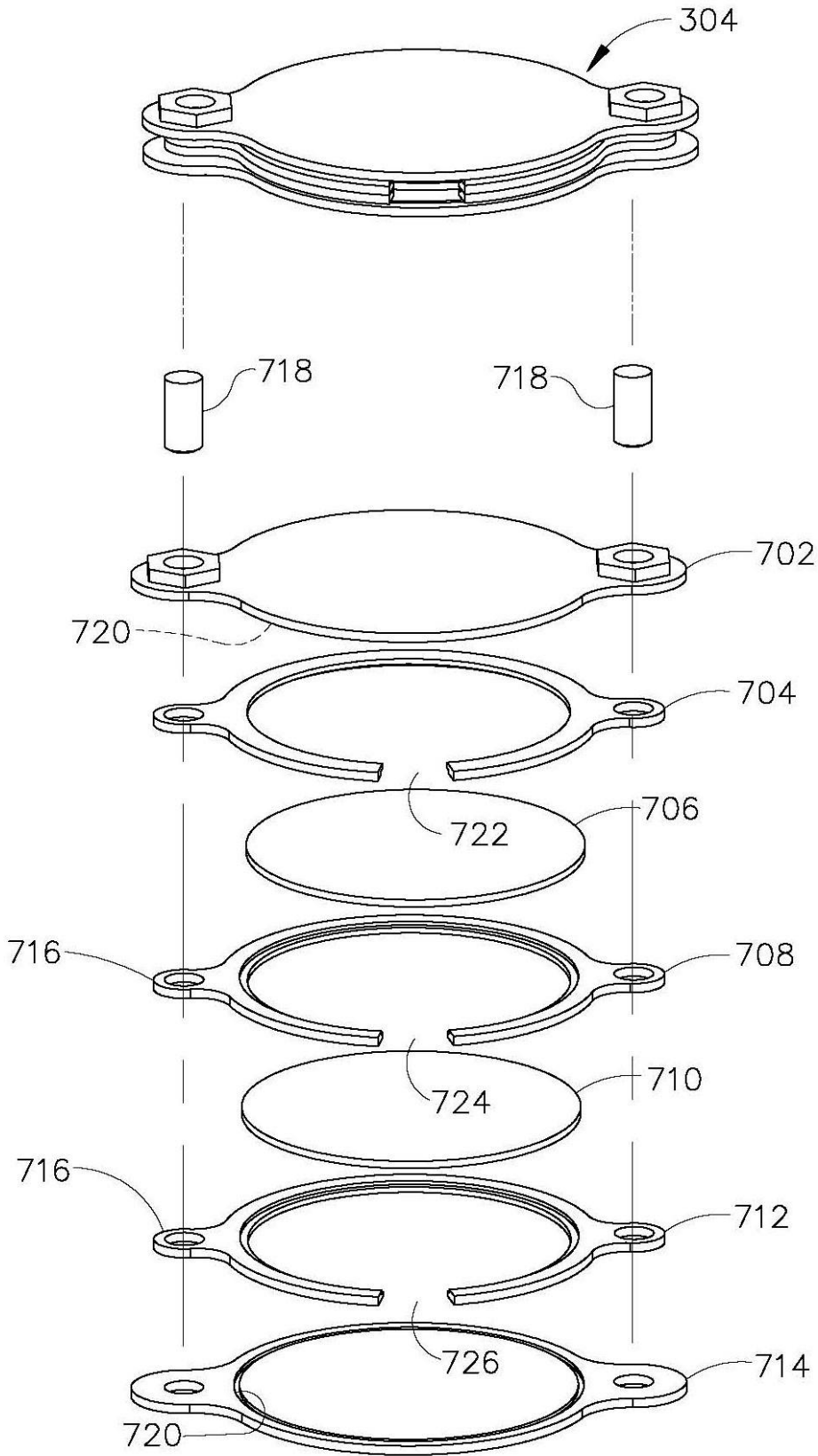


FIG. 7

## フロントページの続き

- (72)発明者 ジェフリー・ラッセル・ブルト  
アメリカ合衆国、ミシガン州、グランド・ラピッズ、ノースウェスト、ウォーカー・アヴェニュー  
、 1717番
- (72)発明者 マーメット・アリク  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、マクガヴァン・ドライブ、2460番
- (72)発明者 ウィリアム・ドワイト・ガーストラー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、レッド・オーク・ドライブ、833番
- (72)発明者 ヨーゲン・ウッターカー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、クリスチャン・コート、808番

審査官 川内野 真介

- (56)参考文献 特開2009-116202(JP,A)  
特開平07-240487(JP,A)  
実開平05-038985(JP,U)  
特開2000-126874(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05K 7/20  
F04D 33/00