

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6539582号
(P6539582)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019. 7. 3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019. 6. 14)

(51) Int. Cl.

B 0 1 J 19/00 (2006.01)

F I

B 0 1 J 19/00 3 0 1 B

B 0 1 J 19/00 3 2 1

請求項の数 20 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-535700 (P2015-535700)	(73) 特許権者	507041227
(86) (22) 出願日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)		フォースト・フィジックス・リミテッド・
(65) 公表番号	特表2015-536813 (P2015-536813A)		ライアビリティ・カンパニー
(43) 公表日	平成27年12月24日 (2015. 12. 24)		Forced Physics LLC
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/061887		アメリカ合衆国85260アリゾナ州スコ
(87) 国際公開番号	W02014/055323		ッツデイル、ノース・グリーンウェイ・ヘ
(87) 国際公開日	平成26年4月10日 (2014. 4. 10)		イデン・ループ15475番、スウィート
審査請求日	平成28年9月21日 (2016. 9. 21)		・ビー12
(31) 優先権主張番号	61/708, 619	(74) 代理人	100100158
(32) 優先日	平成24年10月1日 (2012. 10. 1)		弁理士 鮫島 睦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100132252
			弁理士 吉田 環

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度制御のためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却のためのシステムであって、

少なくとも底部および側面を含むマイクロチャネルであり、前記底部と前記側面が、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を少なくとも形成するように構成され、前記マイクロチャネルの断面積が流入開口から流出開口に徐々に増加しているマイクロチャネル、および、

ガスであり、第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によって前記マイクロチャネルを通して前記ガスの流れが引き起こされ、前記流入開口に近位での前記ガスの前記第1の圧力が大気圧であり、かつ前記流出開口に近位での前記ガスの前記第2の圧力が大気圧未満であるガス、

を含み、

前記マイクロチャネルが、前記流入開口から前記流出開口へ、前記マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第1の方向のみに前記ガスのフローを提供するように構成され、

前記底部が、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、銅シート金属、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる底部材料の1組から選択され、

前記側面が、アルミ箔、銅箔、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる側面材料の1組から選択され、かつ、

前記側面が、約0.5 μm～約500 μmの範囲の厚さを有し、かつ、約0.5 μm

～約500 μmの範囲の厚さを備えた前記マイクロチャネルが、部分的には前記底部の上に前記側面を提供することによって形成される、システム。

【請求項2】

前記ガスが空気を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記流入開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ の断面積範囲の流入断面積値を有し、かつ、前記流出開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ の前記断面積範囲の流出断面積値を有する、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

前記流入開口と前記流出開口との間の、前記マイクロチャネルの長さに沿う線形距離が、約0.01 mm～約10 mの第2の範囲での値を有する、請求項3に記載のシステム。

【請求項5】

第2の流入開口および第2の流出開口を備えた少なくとも1つの付加的な整列したマイクロチャネルであって、前記第2の流入開口が前記流入開口と整列させられ、かつ、前記第2の流出開口が前記流出開口と整列させられるマイクロチャネルをさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項6】

冷却のための方法であって、

少なくとも底部および側面を含むマイクロチャネルを提供する工程であり、前記底部と前記側面が、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を少なくとも形成するように構成され、前記マイクロチャネルの断面積が流入開口から流出開口に徐々に増加している工程、

ガスを提供する工程、

第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によって、前記マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第1の方向のみに前記流入開口から前記流出開口へ前記ガスのフローを引き起こす工程であり、前記流入開口に近位での前記ガスの前記第1の圧力が大気圧であり、前記流出開口に近位での前記ガスの前記第2の圧力が大気圧未満である工程、を含み、

前記底部が、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、銅シート金属、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる底部材料の1組から選択され、

前記側面が、アルミ箔、銅箔、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる側面材料の1組から選択され、かつ、

前記側面が、約0.5 μm～約500 μmの範囲の厚さを有し、かつ、約0.5 μm～約500 μmの範囲の厚さを備えた前記マイクロチャネルが、部分的には前記底部の上に前記側面を提供することによって形成されることを特徴とする、方法。

【請求項7】

前記ガスが空気を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記流入開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ の断面積範囲の流入断面積値を有し、かつ、前記流出開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ の前記断面積範囲の流出断面積値を有する、請求項6に記載の方法。

【請求項9】

前記流入開口と前記流出開口との間の、前記マイクロチャネルの長さに沿う線形距離が、約0.01 mm～約10 mの第2の範囲での値を有する、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

第2の流入開口および第2の流出開口を備えた少なくとも1つの付加的な整列したマイクロチャネルを提供する工程であって、前記第2の流入開口が前記流入開口と整列させられ、かつ、前記第2の流出開口が前記流出開口と整列させられる工程、をさらに含む請求

10

20

30

40

50

項 6 の方法。

【請求項 1 1】

冷却のためのシステムであって、

高くした側面を備える底部を少なくとも含むマイクロチャネルであり、前記底部と前記高くした側面が、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を少なくとも形成するように構成され、前記マイクロチャネルの断面積が流入開口から流出開口に徐々に増加しているマイクロチャネル、および

ガスであり、第 1 の圧力と第 2 の圧力との間の圧力差の作用によって前記マイクロチャネルを通して前記ガスの流れが引き起こされ、前記流入開口に近位での前記ガスの前記第 1 の圧力が大気圧であり、かつ前記流出開口に近位での前記ガスの前記第 2 の圧力が大気圧未満であるガス、
を含み、

前記マイクロチャネルが、前記流入開口から前記流出開口へ、前記マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第 1 の方向のみに前記ガスのフローを提供するように構成され、

前記底部が、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、銅シート金属、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる底部材料の 1 組から選択され、かつ、

前記高くした側面が、約 $0.5 \mu\text{m}$ ～ 約 $500 \mu\text{m}$ の範囲の厚さを有し、かつ、約 $0.5 \mu\text{m}$ ～ 約 $500 \mu\text{m}$ の範囲の厚さを備えた前記マイクロチャネルが、部分的には、押し出し、浮き彫り、鋳造、型押し、打抜加工、穿孔、および微細な打抜加工による切断の組の少なくとも 1 つによって、前記底部から形成される、
システム。

【請求項 1 2】

前記ガスが空気を含む、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記流入開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{m}^2$ ～ 約 $20 \times 10^{-5} \text{m}^2$ の断面積範囲の流入断面積値を有し、かつ、前記流出開口が、約 $0.5 \times 10^{-12} \text{m}^2$ ～ 約 $20 \times 10^{-5} \text{m}^2$ の前記断面積範囲の流出断面積値を有する、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記流入開口と前記流出開口との間の、前記マイクロチャネルの長さに沿う線形距離が、約 0.01mm ～ 約 10m の第 2 の範囲での値を有する、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

第 2 の流入開口および第 2 の流出開口を備えた少なくとも 1 つの付加的な整列したマイクロチャネルであって、前記第 2 の流入開口が前記流入開口と整列させられ、かつ、前記第 2 の流出開口が前記流出開口と整列させられるマイクロチャネルをさらに含む、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

冷却のための方法であって、

高くした側面を備える底部を少なくとも含むマイクロチャネルを提供する工程であり、前記底部と前記高くした側面が、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を少なくとも形成するように構成され、前記マイクロチャネルの断面積が流入開口から流出開口に徐々に増加している工程、

ガスを提供する工程、

第 1 の圧力と第 2 の圧力との間の圧力差の作用によって、前記マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第 1 の方向のみに前記流入開口から前記流出開口へ前記ガスのフローを引き起こす工程であり、前記流入開口に近位での前記ガスの前記第 1 の圧力が大気圧であり、前記流出開口に近位での前記ガスの前記第 2 の圧力が大気圧未満である工程、
を含み、

前記底部が、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウ

ム、塗装されたアルミニウム、銅シート金属、グラフェンおよびパイロリティックグラファイトからなる底部材料の1組から選択され、かつ、

前記高くした側面が、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ の範囲の厚さを有し、かつ、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ の範囲の厚さを備えた前記マイクロチャネルが、前記底部から、部分的には押し出し、浮き彫り、鋳造、型押し、打抜加工、穿孔、および微細な打抜加工による切断の組の少なくとも1つによって形成されることを特徴とする、方法。

【請求項17】

前記ガスが空気を含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記流入開口が、約 $0.5 \times 10^{-12}\text{m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5}\text{m}^2$ の断面積範囲の流入断面積値を有し、かつ、前記流出開口が、約 $0.5 \times 10^{-12}\text{m}^2$ ～約 $20 \times 10^{-5}\text{m}^2$ の前記断面積範囲の流出断面積値を有する、請求項16に記載の方法。

10

【請求項19】

前記流入開口と前記流出開口との間の、前記マイクロチャネルの長さに沿う線形距離が、約 0.01mm ～約 10m の第2の範囲での値を有する、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

第2の流入開口および第2の流出開口を備えた少なくとも1つの付加的な整列したマイクロチャネルを提供する工程であって、前記第2の流入開口が前記流入開口と整列させられ、かつ、前記第2の流出開口が前記流出開口と整列させられる工程、をさらに含む請求項16の方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2012年10月1日出願の米国仮特許出願第61/708,619号明細書の優先権を主張し、その全内容を参照により本明細書に組込む。本出願は、2009年9月30日出願の同時係属中の米国特許出願第12/585,981号明細書に関連し、その内容を参照により本明細書に組込み、またその明細書自体は、2008年9月30日出願の米国仮特許出願第61/101,227号明細書の利益を主張する。本出願は、2011年5月20日出願の同時係属中の国際出願第PCT/US11/37369号パンフレットとも関連し、その内容を参照により本明細書に組込み、またその明細書自体は、2010年5月23日出願の米国仮特許出願第61/347,446号明細書の利益を主張する。

30

【0002】

本開示と一致する材料、構成要素および方法は、ガスのマイクロスケール（微小規模）チャネルの製造および使用を対象とし、マイクロスケールチャネルはガスの温度を制御するように構成される。

【背景技術】

【0003】

空気などの流体の体積は、温度と圧力によって特徴づけることができる。例えば酸素および窒素の分子を含む構成粒子の集合と考えるとき、所与の温度における流体の体積は、構成粒子速度の分布として理解できる。この分布は、ガスの温度と関係を有し得る平均速度によって一般に特徴づけることができる。

40

【0004】

構成粒子の内部の原子的および分子的な構造、これはある範囲の利用可能な内部エネルギー状態を提供することができるものであるが、ガスの温度分布に影響を及ぼすこともできる。原子または分子に関連した利用可能な内部エネルギー状態の範囲は、今度は、その環境の形状および特性によって影響される場合がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

一態様において、冷却のためのシステムは、マイクロチャネルを通してガスのフローを提供するように構成することができる。そのシステムはマイクロチャネルを含み得て、そのマイクロチャネルは少なくとも底部および側面を含み得て、この底部と側面は、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を形成するように構成することができる。ガスは構成粒子を含み得て、ここで第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によってマイクロチャネルを通してガスのフローを引き起こすことができ、流入開口に近位でのガスの第1の圧力は大気圧であり、また流出開口に近位でのガスの第2の圧力は大気圧未満である。さらに、マイクロチャネルは、流入開口から流出開口へ、マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第1の方向にガスのフローを提供するように構成することができる。さらに、底部は、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイトおよび銅シート金属からなる底部の材料の1組から選択することができる。また、側面は、グラフェン、パイロリティックグラファイト、アルミ箔および銅箔からなる側面の材料の1組から選択することができる。さらに、側面は、約0.5 μm と約500 μm との間の範囲の厚さを有することができる。ここで約0.5 μm と約500 μm との間の範囲の厚さを備えたマイクロチャネルが、部分的には底部の上に側面を提供することによって形成される。

10

【0006】

他の態様において、冷却する方法は少なくとも底部および側面を含むマイクロチャネルを提供する工程を含むことができ、この底部と側面は、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を形成するように構成することができる。冷却する方法は、さらに構成粒子を含むガスを提供する工程、および、第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によって、マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第1の方向に流入開口から流出開口へガスのフローを引き起こす工程を含むことができ、流入開口に近位でのガスの第1の圧力は大気圧であり、流出開口に近位でのガスの第2の圧力は大気圧未満である。さらに、底部は、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイトおよび銅シート金属からなる底部の材料の1組から選択することができる。また、側面は、グラフェン、パイロリティックグラファイト、アルミ箔および銅箔からなる側面の材料の1組から選択することができる。さらに、側面は、約0.5 μm ～約500 μm の範囲の厚さを有することができる。ここで約0.5 μm ～約500 μm の範囲の厚さを備えたマイクロチャネルが、部分的には底部の上に側面を提供することによって形成される。

20

30

【0007】

他の態様において、冷却のためのシステムは、マイクロチャネルを通してガスのフローを提供するように構成することができる。そのシステムはマイクロチャネルを含み得て、そのマイクロチャネルは少なくとも高くした側面を備えた底部を含み得て、この底部と高くした側面は、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を形成するように構成することができる。ガスは構成粒子を含み得て、ここで第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によってマイクロチャネルを通してガスのフローを引き起こすことができ、流入開口に近位でのガスの第1の圧力は大気圧であり、また流出開口に近位でのガスの第2の圧力は大気圧未満である。さらに、マイクロチャネルは、流入開口から流出開口へ、マイクロチャネルの断面に実質的に垂直な第1の方向にガスのフローを提供するように構成することができる。さらに、底部は、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイトおよび銅シート金属からなる底部の材料の1組から選択することができる。さらに、高くした側面は、約0.5 μm ～約500 μm の範囲の厚さを有することができる。ここで約0.5 μm ～約500 μm の範囲の厚さを備えたマイクロチャネルが底部から、部分的には押し出し、浮き彫り、鋳造、型押し、打抜加工、穿孔、および微細な打抜加工による切断の組の少なくとも1つによって形成される。

40

【0008】

他の態様において、冷却する方法は少なくとも底部および高くした側面を含むマイクロ

50

チャンネルを提供する工程を含むことができ、この底部と高くした側面は、少なくとも流入開口の一部、および流出開口を形成するように構成することができる。冷却する方法は、さらに構成粒子を含むガスを提供する工程、および、第1の圧力と第2の圧力との間の圧力差の作用によって、マイクロチャンネルの断面に実質的に垂直な第1の方向に流入開口から流出開口へガスのフローを引き起こす工程を含むことができ、流入開口に近位でのガスの第1の圧力は大気圧であり、流出開口に近位でのガスの第2の圧力は大気圧未満である。さらに、底部は、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイトおよび銅シート金属からなる底部の材料の1組から選択することができる。さらに、高くした側面は、約0.5 μm～約500 μmの範囲の厚さを有することができ、ここで約0.5 μm～約500 μmの範囲の厚さを備えたマイクロチャンネルが底部から、部分的には押し出し、浮き彫り、鋳造、型押し、打抜加工、穿孔、および微細な打抜加工による切断の組の少なくとも1つによって形成される。

10

【0009】

本開示のさらなる目的および利点は、後続する記述で部分的に示され、部分的には記述から明らかになり、または、本開示と一致する実施形態の実行によって学び得る。本発明の目的および利点は、添付の特許請求の範囲で具体的に示した要素および組合せによって実現および達成されるであろう。

【0010】

前述の一般的な記述および以下の詳細な記述の両方は単なる例示および説明であり、特許請求の範囲に記載の本発明を限定するものではないことを理解されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本開示と一致する例示のマイクロチャンネルの1組を形成するための底部および側面の配置に関する2つの図を示す。

【図2】図1の底部および側面の2つの図を示すが、本開示と一致する例示のマイクロチャンネルの1組を形成するために配置された付加的な底部を備えている。

【図3】本開示と一致する例示のマイクロチャンネルの1組を形成するための、高くした側面を備えた底部の2つの図を示す。

【図4】図3の底部および配置された側面の2つの図を示すが、本開示と一致する例示のマイクロチャンネルの1組を形成するために配置された付加的な底部を備えている。

30

【図5】本開示と一致するガスのフローを提供するように構成されたマイクロチャンネルの側面図を示し、マイクロチャンネルを通るフローを引き起こすための装置を含む。

【発明を実施するための形態】

【0012】

ここでは本開示の本実施形態（例示の実施形態）に詳細に言及し、その特徴は添付の図面に図示する。可能な限り同じ参考番号を図面全体にわたって使用して、同じまたは同様の部分を指す。

【0013】

図1は、本開示と一致する例示のマイクロチャンネルの1組を形成するための底部110および側面120の配置に関する2つの図を示す。図1の下方部は、底部110上の側面120の配置についての「上面」図を示し、また、図1の上方部は、底部110上の側面120の配置についての「側面」図を示す。基準として、軸線145は、上方部の図に「x」方向および「z」方向を割り当て、また、軸線155は、下方部の図に「x」方向および「y」方向を割り当てる。底部110の材料は、アルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイト、銅シート金属、および／または、比較的平滑で平坦である任意の他の熱伝導性材料を含むことができる。側面120の材料は、アルミ箔、銅箔、他の金属箔、グラフェン、パイロリティックグラファイト、および比較的平滑で平坦な任意の他の熱伝導性材料を含むことができる。図1に示す「z」方向において、側面120は、約0

40

50

． 5 μm ～約 500 μm の範囲の厚さを有することができる。

【0014】

図1に図示したように、側面120の形状は、ガスが（例えば）「y」のマイナス方向に動くにつれて、断面積が徐々に増加するマイクロチャンネルを形成するように選択することができる。しかしながら、示された形状は限定するものではない。マイクロチャンネルの全体的な断面は、「x」方向では巨視的な長さ規模（すなわちメートル）、また「z」方向ではより小さな長さ規模（すなわち0.5～500 μm ）を示すように構成することができる。図1に示す上方部の図での全体像から、視点に「最も近い」エッジと示されたマイクロチャンネルの断面積は、視点のエッジから最も遠ざかるマイクロチャンネルの断面積より大きなものとして示されている。側面120の「z」寸法の厚さは、約15 μm であり得るが、約0.5 μm ～約500 μm の範囲のいかなる値でもあり得る。図1の配置された側面120の間の「x」方向の流入幅125（すなわち図1の変数「w<」）は、10 mmであり得るが、約1 μm から数センチメートルまでの範囲のいかなる値でもあり得る。図1の配置された側面120の間の「x」方向の流出幅115（すなわち図1の変数「w>」）は、20 mmであり得るが、約1 μm から数センチメートルまでの範囲のいかなる値でもあり得る。「y」方向の、底部110および側面120の長さは、1 mmからメートルの規模の長さまでの範囲のいかなる値でもあり得る。しかしながら、「y」方向において、約数百ミリメートルおよびそれ以上の長さでは、マイクロチャンネルの支持物が、0.5 μm ～500 μm のマイクロチャンネル開口厚さを保持するために必要とされる場合がある（流入開口としても、または流出開口としても）。さらに、流入から流出までの「z」方向のマイクロチャンネルの寸法は、一定の高さのままである必要はなく、「y」軸線方向および「x」軸線方向の両方に沿って本開示と一致する約0.5 μm ～約500 μm で変わることができる。（図1および図2～図5のすべての図が必ずしも一定の縮尺で描かれているわけではないことに注意されたい。）

【0015】

図2に図示したように、流入幅125（変数「w<」）および流出幅115（変数「w>」）を備えたマイクロチャンネルの1組を形成するために、付加的な底部210を図1に描かれた配置の上に置くことができる。「z」方向の側面120の寸法により、マイクロチャンネルの1組は、約15 μm の「z」方向の寸法を有するが、約0.5 μm ～約500 μm の範囲のいかなる値でもあり得る。形成されるマイクロチャンネルは、「x」軸線方向の長さに沿って同一の、近似の、「z」軸線寸法を保持することができ、または、「z」軸線寸法は、本開示と一致する「x」軸線方向および「y」軸線方向の両方に沿って約0.5 μm ～約500 μm で変わることができる。「x」軸線方向での全体のデバイス200の全幅は、40 mm～100 mmであり得て、または、その全幅は約1 mm未満から多数のメートルまでであり得て、そのうえ用途に応じて必要とされればキロメートルまでさらに延長することができよう。すなわち、当業者は、「x」軸線のデバイスの規模が用途によって変わり得ることを理解するべきである。半導体パッケージの内部で適合するように意図される代表的なデバイス幅は、半導体パッケージの「x」軸線によって決定することができる（ミリメートルなど）。しかしながら、コンピューターサーバーのラックは、ラックに合わされたデバイスを使用することができる。商用空気調節デバイスのようなより大きな用途は、「x」軸線に沿って何十メートルの規模になり得る。

【0016】

底部210は、デバイス200を形成するためにエポキシの、および／または、他の化学的な接着剤を使用して底部110に固定することができる。当業者は、エポキシの、および／または、化学的な接着剤の適用が、「z」方向のマイクロチャンネルの大きさに悪影響を及ぼさないように遂行することができることを認識するべきである。例えば、エポキシの、および／または、化学的な接着剤は、薄膜として適用することができる。底部210および底部110の表面が十分に平滑で平坦であり、かつ、エアギャップの熱抵抗が付加されることなく熱の通路を提供するために適切な圧力が部品に加えられる場合、溶接、ろう付けおよび金属ボンディングも底部110に底部210を固定するために使用するこ

10

20

30

40

50

とができる。さらに、ピン、リベット、ねじ、およびボルトなどの留め具も使用することができる。

【0017】

さらなる実施形態と一致して、図3は、本開示と一致する例示のマイクロチャネル330の1組を形成するための底部310および高くした側面の配置に関する2つの図を示す。図3の下方部は、底部310の上の高くした側面の配置についての「上面」図を描き、図3の上方部は、底部310の上の高くした側面の配置についての「側面」図を描く。基準として、軸線345は、上方部の図に「x」方向および「z」方向を割り当て、また、軸線355は、下方部の図に「x」方向および「y」方向を割り当てる。底部310の材料はアルミシート金属、陽極酸化アルミニウム、テフロン加工のアルミニウム、塗装されたアルミニウム、グラフェン、パイロリティックグラファイト、銅シート金属、または比較的平滑で、平坦な任意の他の熱伝導性材料を含むことができる。底部310の材料は、熱伝導性の金属、グラフェン、パイロリティックグラファイト、カーボンナノチューブ、ポリマー、または他の熱伝導性材料から作られた細管の押し出しを含むこともできる。底部310の材料が細管を含む場合には、細管は、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ の範囲の内径を有することができる。概して言えば（すなわち、細管においてもまたは他の場合においても）、マイクロチャネルの特徴の完全性を保持するために、高くした側面の材料は、底部310と同じ材料であり得て、マイクロチャネル330が押し出し、浮き彫り、鋳造、型押し、押抜き、および／または穿孔によって形成されたものであり、および／または、高くした側面の材料は微細な打抜加工により切断され得る。

【0018】

図3に図示したように、マイクロチャネル330の形状は、ガスが（例えば）「y」のマイナス方向に動くにつれて断面積が段階的に増加していくように選択することができる。しかしながら、示された形状は限定するものではない。マイクロチャネルの全体的な断面は巨視的な規模のものであるように構成することができ、例えば、 1mm より大きい「x」軸線方向の幅を示し、「z」軸線の高さは約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ を備える（デバイスの全体的な「x」軸線長さはメートルの規模である）。図3に示す上方部の図での全体像から、視点に「最も近い」エッジと示されたマイクロチャネルの断面積は、視点のエッジから最も遠ざかるマイクロチャネルの断面積より大きなものとして示されている。マイクロチャネル330の「z」寸法の厚さは、約 $15\mu\text{m}$ であり得るが、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ の範囲のいかなる値でもあり得る。図3の高くした側面間の「x」方向の流入幅325（すなわち図3の可変「 $w<$ 」）は、 10mm であり得るが、約 1mm から数百ミリメートルまでの範囲のいかなる値でもあり得る。個々のマイクロチャネルは、 $0.5\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ のマイクロチャネル開口厚さを保持するためにマイクロチャネルの支持物が必要とされるより前に、数百ミリメートルの「y」軸線長さを有することができる。さらに、マイクロチャネルの開口は一定の「z」軸線高さのままである必要がなく、x軸線およびy軸線の両方に沿って本開示と一致する $0.5\mu\text{m}$ ～ $500\mu\text{m}$ で変わってもよい。上述のように、「x」軸線長さは用途に対して拡大縮小することができる。ミリメートル規模の「x」軸線長さを示すことがあるデバイスの例として、半導体パッケージの内部に適合するように構成されたデバイスが挙げられ、またメートル規模の長さを示すことがあるデバイスの例として、工業規模空調装置の熱交換器のために構成されたデバイスが挙げられる。図3の高くした側面間の「x」方向の流出幅315（すなわち図3の可変「 $w>$ 」）は、 20mm であり得るが、約 1mm から何百mmまでの範囲のいかなる値でもあり得る。

【0019】

図4に図示したように、流入幅325（変数「 $w<$ 」）および流出幅315（変数「 $w>$ 」）を備えたマイクロチャネル330の1組を形成するために付加的な底部410を図3に描かれた配置の上に置くことができる。マイクロチャネル330の組は、約 $15\mu\text{m}$ の「z」方向の寸法を有し得るが、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $500\mu\text{m}$ の範囲のいかなる値でもあり得る。「x」方向での全体のデバイス400の全幅は、 40mm ～ 100mm 、また

は、約1mmからメートルの規模まで、もしくはそれを超える（キロメートルなど）規模までのものが用途に応じてあり得る。すなわち、全体的なデバイスの「x」軸線長さは用途に応じて拡大縮小することができる。例えば、ミリメートルの規模の長さを示すデバイスは、半導体パッケージと共に使用することができ、また、メートルの規模の長さを示すデバイスは、工業規模空調装置の熱交換器と共に使用することができる。

【0020】

底部410は、デバイス400を形成するためにエポキシの、および／または、他の化学的な接着剤を使用して底部310に固定することができる。当業者は、エポキシの、および／または、化学的な接着剤の適用が、「z」方向のマイクロチャネルの大きさに悪影響を及ぼさないように遂行することができることを認識すべきである。例えば、エポキシの、および／または、化学的な接着剤は、薄膜として適用することができる。底部410および底部310の表面が十分に平滑で平坦であり、かつ、エアギャップの熱抵抗が付加されることなく熱の通路を提供するために適切な圧力が部品に加えられる場合、溶接、ろう付けおよび金属ボンディングが底部310に底部410を固定するために使用することができる。さらに、ピン、リベット、ねじ、およびボルトなどの留め具も同様に使用することができる。

10

【0021】

図5は、本開示に一致して構築されたマイクロチャネル530（またはマイクロチャネルの1組）を備えるデバイス500を示す。さらに図5には、ガス540、およびデバイス500の冷却を生成するフロー520の方向を示す。デバイス560は、マイクロチャネル530の流入開口531とマイクロチャネル530の流出開口532との間のフローを引き起こすことができる任意の装置である。

20

【0022】

デバイス560は、マイクロファン、ブロワ、マイクロポンプを含むポンプ、大気中に起こる風および熱による空気流などの自然の源泉、ペロー、および圧力差を生成するために用いられる任意の他のデバイスを含むファンを含むことができる。

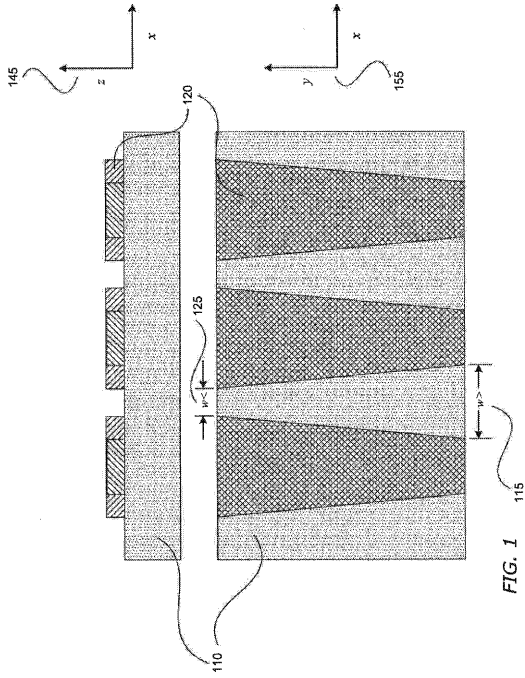
【0023】

他の実施形態は、本明細書および本明細書に開示された実施形態の実施を考察すると当業者に明らかになろう。例えば、本開示と一致して、図1～図5に示される、マイクロチャネルの全体的な形状、ならびに流入開口および流出開口の相対的な幅は、単に例示であり、限定するものではない。本開示と一致して、本開示と一致するマイクロチャネルは、様々な断面形状を示し得て、マイクロチャネルの長さに沿った断面形状の変化を含み、さらに流出開口と流入開口との様々な相対的な比率を示す。2009年9月30日出願の同時係属中の米国特許出願第12/585,981号明細書は、その内容を参照によって組込むが、本開示と一致する断面形状、流入開口および流出開口における例示的な変形を開示する。さらに、本開示と一致するマイクロチャネル（またはマイクロチャネルの組）は、2011年5月20日出願の同時係属中の国際出願第PCT/US11/37369号パンフレットで開示され、参照によりその内容が組込まれる例示の巨視的な形状などの巨視的な特徴を示すことができる。さらに、本開示と一致するシステムは、複数のデバイス層を示し、各デバイス層は、例えば、図1～図5に示された1つまたは複数のマイクロチャネルを備えたデバイスに対応するように構成され得る。さらに詳しく言えば、複数のデバイス層を備えたシステムは、一般に、積み重ねられた複数のデバイス200および／またはデバイス400に対応し得る。本明細書および実施例は、単に例示として見なされ、本発明の真の範囲および精神は以下の特許請求の範囲によって示されることが意図される。

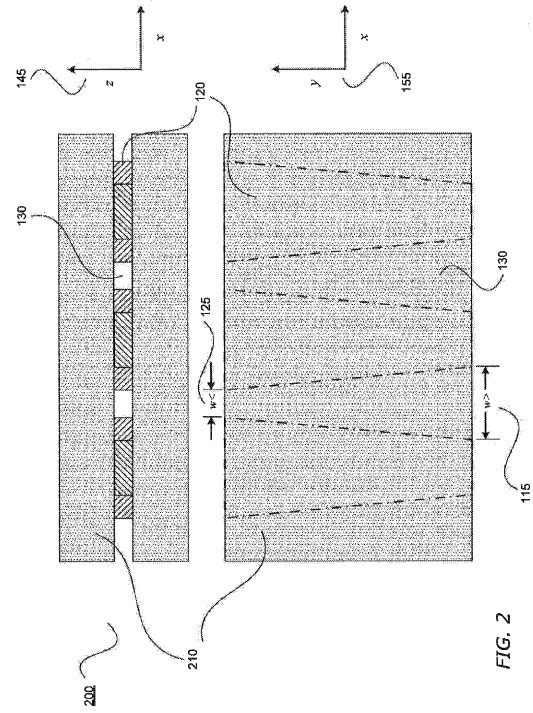
30

40

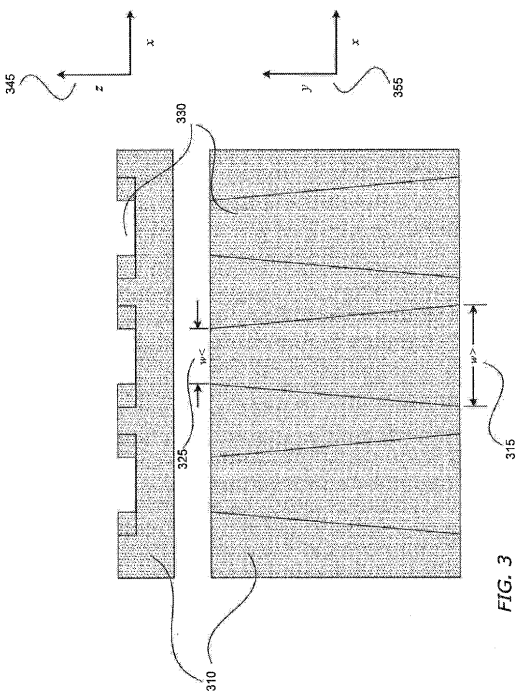
【図 1】



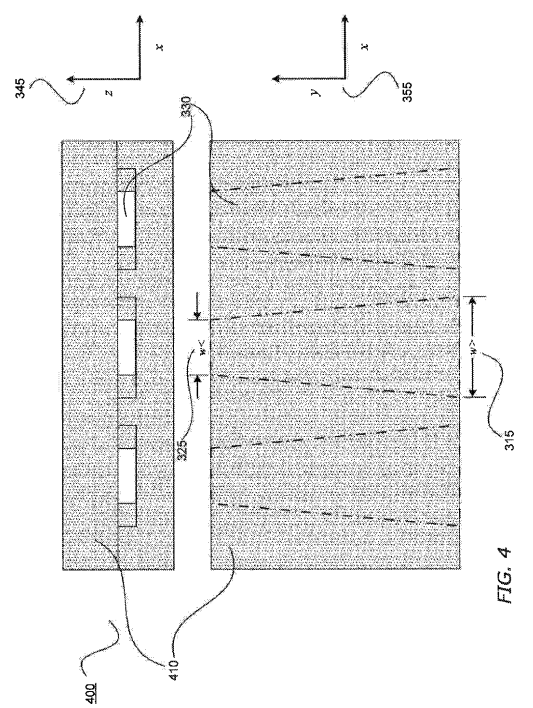
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

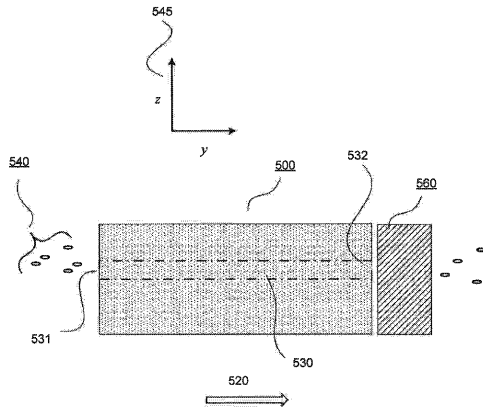


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 スコット・デイビス

アメリカ合衆国20194バージニア州レストン、シーガル・コート1734番、ナンバー305

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 特表2006-506603 (JP, A)

特表2007-519805 (JP, A)

特開昭54-130881 (JP, A)

特開2008-290027 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0250776 (US, A1)

特表2009-506603 (JP, A)

特開昭54-013088 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0019730 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 19/00