

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7260719号
(P7260719)

(45)発行日 令和5年4月18日(2023.4.18)

(24)登録日 令和5年4月10日(2023.4.10)

(51)国際特許分類		F I	
F 2 8 D	15/02 (2006.01)	F 2 8 D	15/02 1 0 1 H
H 0 1 L	23/427 (2006.01)	F 2 8 D	15/02 E
H 0 5 K	7/20 (2006.01)	F 2 8 D	15/02 1 0 2 H
		H 0 1 L	23/46 B
		H 0 5 K	7/20 R
請求項の数 14 (全37頁)			
(21)出願番号	特願2022-537079(P2022-537079)	(73)特許権者	522237106
(86)(22)出願日	令和2年12月23日(2020.12.23)		グローバル クーリング テクノロジー
(65)公表番号	特表2023-502141(P2023-502141 A)		グループ, エルエルシー
(43)公表日	令和5年1月20日(2023.1.20)		アメリカ合衆国, アリゾナ州 8 5 2 5 8
(86)国際出願番号	PCT/US2020/066938		スコッツデール イー ダブルツリー ラ
(87)国際公開番号	WO2021/133970		ンチ ロード 7 3 7 3 スイート 1 6 5
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)		アン アリゾナ リミテッド ライアビリ
審査請求日	令和4年9月13日(2022.9.13)	(74)代理人	ティ カンパニー
(31)優先権主張番号	62/953,435		100079108
(32)優先日	令和1年12月24日(2019.12.24)	(74)代理人	弁理士 稲葉 良幸
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100109346
早期審査対象出願		(74)代理人	弁理士 大貫 敏史
		(74)代理人	100117189
		(74)代理人	弁理士 江口 昭彦
		(74)代理人	100134120
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 マイクロチャンネル脈動型ヒートパイプ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

二相マイクロチャンネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプであって、
トレースパターンを含む蛇行形状のトレースパターンを有する第1のシートと、
前記第1のシート上に結合された第2のシートであって、前記第1のシートおよび前記第2のシートが共に結合されて結合プレートを形成するとき、前記結合プレートが、前記結合プレート内に隣接する蛇行形状のマイクロチャンネルを画定し、前記チャンネルが、略長方形の断面形状、下壁、前記下壁に対向する上壁、および2つの対向する側壁を備える、第2のシートと、
前記チャンネルを液体および／または蒸気の形態で部分的に充填する作動流体と、を備え、
前記マイクロチャンネルが、前記2つの対向する壁にまたがる半円筒形の障害物、前記上壁および前記下壁のうちの少なくとも一方に設置された半球形の障害物、横方向の半円筒形の障害物、および／または縦方向のリブから本質的になる群から少なくとも1つ選択される1つ以上の障害物を含み、
前記障害物が、前記上壁、前記下壁、および／または前記側壁のうちの少なくとも1つに装着され、
前記プレートが、ヒートシンクに接続された凝縮器領域を画定する第1の領域と、熱源に接続されたかまたは前記熱源の近くにある蒸発器領域を含む第2の領域と、を備える、二相マイクロチャンネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項2】

前記 1 つ以上の障害物が、前記下壁の 2 つの対向する壁、上壁、および 2 つの対向する側壁にまたがる半円筒形の障害物を含む、請求項 1 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 3】

前記 1 つ以上の障害物が、前記上壁および前記下壁のうちの少なくとも 1 つに設置された半球形の障害物を含む、請求項 1 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 4】

前記半球形の障害物が、前記下壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物と一直線上に設置されている、請求項 3 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

10

【請求項 5】

前記半球形の障害物が、前記下壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物に対して千鳥状に配置されている、請求項 3 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 6】

前記半球形の障害物が、前記上壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物と一直線上に設置されている、請求項 3 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 7】

20

前記半球形の障害物が、前記上壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物に対して千鳥状に配置されている、請求項 3 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 8】

前記 1 つ以上の障害物が、前記上壁および前記下壁のうちの少なくとも 1 つに設置された半円筒形の障害物を含み、前記半円筒形の障害物が、前記側壁間にまたがる、請求項 1 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 9】

前記半円筒形の球形の障害物が、前記下壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物と一直線上に設置されている、請求項 8 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

30

【請求項 10】

前記半円筒形の障害物が、前記下壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物に対して千鳥状に配置されている、請求項 8 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 11】

前記半円筒形の球形の障害物が、前記上壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物と一直線上に設置されている、請求項 8 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 12】

40

前記半円筒形の障害物が、前記上壁に設置されており、かつ前記側壁のうちの少なくとも 1 つに沿って設置された少なくとも 1 つの障害物に対して千鳥状に配置されている、請求項 8 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 13】

前記障害物が、縦方向のリブを含み、前記縦方向のリブが、半円筒形を含み、前記チャネルが、複数の屈曲部を形成する、請求項 1 に記載の二相マイクロチャネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【請求項 14】

前記プレートの外側の少なくとも一部の上に延びる導電性めっきと、
前記外側のさらなる部分に沿った少なくとも 2 つの整列されたリブの第 1 のセットと、

50

前記第1のセットに垂直に設置された少なくとも2つの整列されたリブの第2のセットと、をさらに備え、

前記チャンネルが、明確に画定された延長直線を有する隣接する蛇行形状のマイクロチャンネルを含み、前記チャンネルが、略長方形の断面形状、下壁、前記下壁に対向する上壁、および2つの対向する側壁を備え、

少なくとも2つの整列された外部リブの前記第1のセットが、前記チャンネル内に少なくとも2つの直線を有して平行または垂直に延びる、請求項1に記載の二相マイクロチャンネル埋込閉ループ脈動型ヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

優先権の主張

本出願は、参照により本明細書に組み込まれる、本発明の発明者による「Pulsating Heat Pipe」と題され、2019年12月24日に出願された米国特許仮出願第62/953,435号に開示された主題を含み、同出願の優先権を主張する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、熱除去および熱管理に関する。本発明は、より具体的には、パッシブマイクロチャンネル脈動型ヒートパイプ装置および関連する方法に関する。

【0003】

20

背景技術

熱除去は、高密度マイクロエレクトロニクス、光学デバイス、計装、およびその他の電気／電子デバイスの適切な性能のために不可欠になっている。熱制御システムは、機器、通信システム、電力システム、およびその他の電子デバイスが指定された温度範囲内で動作することを許容する。簡潔には、温熱源からラジエータまたは熱交換器への熱エネルギーの伝導、次に放散されることによって冷却が提供される。これは、デバイスの小型および軽量の性質により、特に携帯型電子機器の分野において着目されている。

【0004】

熱は、アルミニウム、銅、酸化ベリリウム、またはそれらの組み合わせなどの高熱伝導率金属、金属に埋め込まれた焼鈍された熱分解グラファイト（APG）、金属内に埋め込まれたウィック作用ヒートパイプ、または金属のヒートパイプのうちの1つ以上から形成されたヒートシンクおよび熱拡散カバーを使用して放散される。アルミニウムよりも熱伝導率が高い金属は、通常、重量、コスト、および／または製造上の問題を増やす。ウィック作用ヒートパイプは、平坦化しても、所望の最大板厚を超えられる最小直径を必要とすることが多い。銅、インコネル、ステンレス鋼、チタン、ニッケル、銀など、多種の材料が拡散接合されることができる。PHPを電子機器に適合させる場合、US2018/0299206は、固体銅を超える熱伝達特性を生成した柔軟性の高い軽量ポリマーベースのPHPの使用を提案した。

30

【0005】

当技術分野で知られているように、脈動型ヒートパイプ（PHP）は、基板に組み込まれたマイクロチャンネル埋込脈動型ヒートパイプを含み得る。平面形状の場合、基板はプレート状の形をとる。埋め込まれたマイクロチャンネルの使用は、一体型の埋め込まれたヒートパイプを介して、アルミニウムおよび銅などの従来の材料の熱伝導率が1桁以上向上することを許容する。PHPは、熱伝達を高めるために相変化および流体運動の両方を利用する。ある量の作動流体が、好ましくは真空中で、マイクロチャンネルに導入され、作動流体が広がって、蒸気ポケットによって分離された液体のスラグになる。蒸発器領域（熱源）でのマイクロチャンネルの内容物の加熱は、マイクロチャンネル内でのさらなる気化を誘発し、一方で、ヒートシンクでの冷却は、マイクロチャンネル内でのさらなる凝縮を誘発する。加熱および冷却の両方が、マイクロチャンネル内で、流体の流れを駆動し、または、脈動をさせ、および、熱を効率的に伝達するように作用する。

40

50

【0006】

脈動型ヒートパイプは、パイプの熱源蒸発区分およびヒートシンク凝縮区分を使用して、二相ヒートパイプに影響を与えるパッシブ熱制御装置である。脈動型ヒートパイプは、平行または織り交ぜられた構造を形成するために湾曲した構造に曲げられた1つ以上の毛細管寸法の管からなる。管の蒸発器領域／区分に熱が加えられると、その結果、蒸気圧が上昇し、システムの平衡が崩れる。蒸気圧が上昇すると、より大きな蒸気泡が作り出され、この高圧領域から脈動する。アセンブリのもう一方の端には、凝縮器を備えた凝縮器区分がある。凝縮器区分では、外部ヒートシンクなどによって熱が除去され、それによって蒸気が減少され、気泡を収縮させ、圧力を低下させる。

【0007】

閉ループ脈動型ヒートパイプ（CLPHP）は、蛇行形状のチャンネルとして構成され得る（CLPHPはウィックなしで機能するように意図されている）。CLPHP内の流体は、蛇行形状内に非常に不安定な二相流を作り出し、蒸発器区分と凝縮器区分との間での振動運動を伴って前後または一方向に移動する。PHPは、垂直、傾斜、水平、および反転の方位など、様々な方位で作動し得、革新的な幾何学的配置を許容する。振動運動は重力に依存しない（または非常に弱く依存する）ため、PHPは真空でも作動する。蛇行形状内の細長の気泡および液体スラグの脈動する流体の流れの運動は、蒸発器区分での蒸気泡の核形成および成長、ならびに凝縮器区分における蒸気泡の凝縮および崩壊によって引き起こされる複雑な二相流の不安定性によるものである。十分に設計された脈動型ヒートパイプは、従来のヒートパイプまたは蒸気チャンバ（「マルチフィンガー」扁平管ヒートパイプ）よりも高い「時間平均」流量を作り出し、および、より多くの潜熱を蒸発器から凝縮器に伝達し、一方で、前後の流れがドライアウトの発生を抑制する。

【0008】

マイクロチャンネル埋込脈動型ヒートパイプ（ME-PHP）は、単純に、プレートの中央に配置された蛇行形状の構成のマイクロチャンネルからなる。液体から蒸気へ、およびその逆への相変化は、凝縮器と蒸発器との間のウィックを備えない流路を通る蒸気泡／液体スラグの脈動と相まって、熱伝達および冷却を容易にする。流路は、プレートよりも薄い直径（または横断面積）を有し、流路の中心経路は、実質的に二次元平面領域内に在る。CLPHPは、ME-PHPの候補の1つである。

【0009】

脈動型ヒートパイプには、蒸発器区分、凝縮器区分、および潜在的に断熱領域を含む、明確な領域が有る。脈動型ヒートパイプが静止していて、熱が全く導入されておらず、熱が全く助去されていない場合、システムは平衡状態である。蒸発器に熱が加えられると、システムの均衡が崩れる。次に、熱が作動流体の多くを蒸気に変換し、脈動型ヒートパイプのその部分内で蒸気泡がより大きくなる。同様に、凝縮器では、PHPから熱が除去され、気泡のサイズが小さくなっている。気化による体積膨張および凝縮による収縮は、チャンネル内での振動運動を引き起こす。蒸発器と凝縮器との間の温度勾配およびマイクロチャンネルの蛇行形状のパターンから導入された摂動の正味の効果は、非平衡圧力条件の作成である。これをPHP全体に分散された蒸気／流体の充填と組み合わせると、振動の自立した駆動力が得られ、熱流体輸送が提供される。これらの圧力脈動は完全に熱的に駆動され、PHPの固体構造により、PHPを動作させるために温熱源からの熱入力以外の外部電力またはエネルギーは必要ない。

【0010】

脈動型ヒートパイプの概念は、当技術分野でよく知られている。例えば、US 6,672,373は、脈動するヒートパイプ内の熱伝達を改善するためのパイプの形状の改善を記載している。例えば、パイプの直径を変えることは、熱伝達を容易にするために熱／物質伝達係数に熱水力学的差を提供する方法と考察された。US 8,919,426は、気化による熱伝達を可能にするより広い区分の側壁に沿った環状の流れを促進するために、直径が変化する丸みを帯びたおよび／または長方形などの運ばれた断面を組み込むことができる薄いマイクロチャンネルPHPの概念を考察した。CN 102691999（B）は

10

20

30

40

50

、三角形の断面をさらに検討した。CN104792200(A)は、PHPチャネルの壁への熱交換を高めるために、PHPの内壁に親液性コーティングを追加した。

【0011】

PHPは、CN102944052に示されているように、空調ユニットでの使用など、より大規模な実装でも検討されている。PHPを手持ち式の電子デバイスに適合させる場合、PHPの熱伝達力の不十分さは、US9,750,160が説明している電子モジュール内およびその周囲のマルチレベル振動ヒートパイプに導かれた。

【0012】

熱放散は、モバイルデバイスに電力を供給するハイエンドチップの制限要因である。様々なプロセッサ／モデムチップおよびパッケージの過熱は、これらのデバイスの性能低下、さらには障害につながる。次世代の高出力密度の電子機器および通信技術(5G以降)は、現在の既存のソリューション(AL／Cuヒートスプレッダおよびヒートシンク、ウィック駆動ヒートパイプおよび蒸気チャンバ)と比較して優れた冷却ソリューションを必要とする。

【0013】

高密度電子機器の冷却を強化し、マイクロプロセッサによって放散されるエネルギーを削減するために、新しい二相閉ループ脈動型ヒートパイプ(CLPHP)技術および形状が開発されている／最適化されている／構築されている。

【0014】

現時点では、パッシブPHPは、ヒートシンクまたは電子デバイスの熱伝達機構を使用した熱管理にまだ広く採用されておらず、電子製品の熱勾配を維持するために大きく依存していない。PHPの設計および機能の改善は、PHPの採用および適用の成長を促進し得る。

【0015】

したがって、本発明の目的は、脈動型ヒートパイプの熱伝達能力を改善することである。

【0016】

本発明の別の目的は、軽量の携帯型ヒートパイプを提供することである。

【0017】

本発明のさらに別の目的は、電子機器および電子デバイスで有用な脈動型ヒートパイプシステムを提供することである。

【発明の概要】

【0018】

PHPの熱伝達係数は、流体スラグ、蒸気ポケットの流れを促進し、パイプ内の作動流体の気化をさらに促すことによって改善できる。縁に沿った場合を除いてスラグが有効にならないPHPの欠点を克服するために、追加の核形成部を使用してスラグの潜在的な気化および分解を増加させることができる。核形成を促進するためにパイプ内に規則的またはランダム化された障害物の含有物を介して、パイプの様々な形状が使用され得る、および改善され得る。核形成は、蒸気圧および表面張力の操作によって鋭い境界部で発生し得る。作動流体を液体の形で含むスラグを伸ばすことにより、薄い液体層はより多くの蒸気圧を受け、表面積が増加し、気化する可能性がより高くなる。核形成部は、チャネル内の障害物として構造を追加することによって達成され得る。障害物は、1つ以上の側面に、様々な形状で規則的に配置され得る。これらのマイクロチャネルサイズでは、チャネル外部の形状を変更するのではなく、障害物を導入することも可能である。

【0019】

様々な障害物の形状および配置が含まれ、例えば、側壁および／または天井ならびに下壁への半球形のアタッチメントの使用、半円筒形のアタッチメントの使用、(好ましくは中央を通して)チャネル全体を横断する立ち上がり円筒形または長方形の支柱の使用、チャネルを横切る半円筒形のアタッチメントの使用、または各壁および上部／下部の半円筒形の支柱の使用などである。

【0020】

また、PHPプレートは、外部に構造またはめっきを組み込み得る。例えば、薄いシート銅フィルムまたはめっきが、プレートの一部または全てに使用され得る。めっきは、蒸発器および／または凝縮器区分上に提供され得る。同様に、追加の表面積を提供するために、めっき内でリブが使用され得る。リブは、縦方向の配管に沿って、対角線上または横方向に設定され得る。幅またはリブは、チャンネルの幅またはチャンネル間の間隔と一致し得る。

【図面の簡単な説明】

【0021】

本発明は、以下の図面を参照して、より具体的かつ明確に説明される。

【0022】

【図1】従来技術の標準的な携帯型電子機器の側面断面図を例証する。

【図2】先行技術のPHPの上面断面図を例証する。

【図3】本発明の一実施形態のPHPの上面断面図を例証する。

【図4】本発明の一実施形態のPHPの上面断面図を例証する。

【図5】従来技術の4種類のヒートパイプの4つの断面図を例証する。

【図5A-5B】図5の区分AおよびBの拡大図を例証する。

【図6】本発明の一実施形態の蛇行形状の通路の平面図を例証する。

【図7】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図8】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図9】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図10】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図11】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図12】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図13】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図14】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図15】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図16】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図17】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図18】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図19】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図20】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図21】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図22】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図23】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図24】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図25】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図26】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図27】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図28】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図29】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図30】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図31】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図32】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図33】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図34】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図35】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図36】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

【図37】本発明の実施形態のPHPチャンネルの横断面図を例証する。

【図38】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの上面断面図を例証する。

【図39】本発明の一実施形態のPHPチャンネルの側面断面図を例証する。

10

20

30

40

50

50

【図 9 0】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの側面断面図を例証する。

【図 9 1】は、本発明の一実施形態の P H P チャンネルの上面断面図を例証する。

【図 9 2】は、本発明の一実施形態の P H P チャンネルの上面断面図を例証する。

【図 9 3】は、本発明の一実施形態の P H P チャンネルの横断面図を例証する。

【図 9 4】は、本発明の一実施形態の P H P チャンネルの側面断面図を例証する。

【図 9 5】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの上面断面図を例証する。

【図 9 6】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの側面断面図を例証する。

【図 9 7】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの横断面図を例証する。

【図 9 8】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの側面断面図を例証する。

【図 9 9】本発明の一実施形態の P H P チャンネルの横断面図を例証する。

10

【図 1 0 0】本発明の一実施形態のプレートにおける P H P チャンネルの斜視横断面図を例証する。

【図 1 0 1】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面透明図を例証する。

【図 1 0 2】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 2 A】図 9 2 の P H P プレートの断面図を例証する。

【図 1 0 3】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 3 A】図 9 2 の P H P プレートの断面図を例証する。

【図 1 0 4】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 4 A】図 9 2 の P H P プレートの断面図を例証する。

【図 1 0 5】本発明の一実施形態の P H P プレートの横断面図を例証する。

20

【図 1 0 6】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 7】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 8】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 0 9】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 1 0】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 1 1】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 1 2】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【図 1 1 3】本発明の一実施形態の P H P プレートの上面図を例証する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3】

30

電子機器の冷却の分野では、ヒートシンクおよび熱エネルギー放散装置が、コンポーネントから熱エネルギーを引き出して排出するために使用されてきた。脈動型ヒートパイプ（P H P）は、気泡およびスラグが交互に流れる蛇行形状の経路を利用して、エネルギーを熱源（蒸発器）から冷却（凝縮）領域に移動するため、そうでなければ熱を拡散する、および放散するために他者によって考案された。蛇行形状の経路は、多数の形、方位、寸法、複製などで開発されてきた。これまでの蛇行形状の経路は、作動流体がシステム内を移動すること／互い違いになることを許容するために単純な断面を利用してきた。作動流体は当技術分野で知られており、好ましくは地球温暖化の可能性が低い流体であり、好ましくは低蒸気圧で機能する。従来の断面は、円形、半円筒形、長方形、正方形などである。好ましくは、プレートは、機械加工、レーザー加工、またはその他の方法で形成された管部を備えた（側壁および下壁を備えた）底部シート、およびプレートを完成させるための上壁を形成する上部シートから構築される。上部シートの特徴は、管部の配置と形状に一致し得、上壁はチャンネルを形成するように上部シートで形成される。好ましくは、プレートは、当技術分野で知られている材料で作られているか、そうでなければ開発され得る。現在の技術は、A l - N i、A l - C u、C u、C（例えば、グラファイト）などのセラミックを提案している。プレートのサイズは、好ましくはタブレット、携帯電話、サーバなどのモバイル技術用に設定される。マイクロチャンネルは、好ましくは、5 0 0 マイクロ程度のプレートに従ったサイズにされ、サイズは1 0 ミクロン～1 mmである。例えば、電話の実施形態では、プレートは、2 5 0～5 0 0 ミクロンサイズのチャンネルを備え、高さ4 0 0～8 0 0 ミクロンであり得る。

40

50

【0024】

経路に障害物を配置したり、経路の形状を変更して高度な冷却を実現したりすることを提案した解決策はまだない。本発明は、複数の障害物の形状および配置を含む、代替の経路断面を対象とする。1つ以上の障害物が、流体を障害物の周りに移動させるために、チャンネルの左側、右側、上部、および／または底部に結合され得る。様々な経路ならびに障害物の角部および係合点および線が通路に作り出される。繰り返しパターンおよびランダムパターンは、調整されたパターン、平行なパターン、および／または千鳥状のパターンで使用され得る。通路を横断するために柱が使用され得、もしくは縦方向の膨出部、または障害物が単独で、または代替の障害物配置と組み合わせて使用され得る。障害物のサイズは、流れの抵抗を減少させ、および熱伝達を高めるために、熱流束と表面との流体の強制的な係合との間の適切なバランスを提供するように変更され得る。障害物はチャンネル内に表面積を追加し、作動流体とプレートとの間の熱伝達を高めるために追加の核形成部を作り出し得る。

10

【0025】

このシステムは、障害物、複数の障害物、またはその他の方法で、ヒートポンプの蛇行形状の経路を脈動させるための非標準的な進路の概念を導入する。このシステムは、携帯電子デバイス（180×80mm程度の携帯電話、タブレット、またはラップトップ）から、小型のデバイスおよびコンポーネント、ならびに1m×0.5m程度のサーバブレード、データセンターなどの大規模なシステムまで、様々な実施形態に合わせて拡大縮小され得る。蛇行形状の通路または直線通路は、現在のシステムで変更され得る。チャンネルは任意のサイズであり得、好ましい実施形態は、200ミクロン～1mmの高さのチャンネルおよび200ミクロン～700ミクロンの幅のチャンネルを含む。ポータブル電子機器で 사용되는場合、PHPを保持するプレートは、プリント回路基板のサイズ、またはより好ましくは、他のヒートシンクおよび放散技術に関する分野で知られているように、モバイルデバイスの内部ケーシングの片側の大部分であり得ることが予想される。

20

【0026】

例示的な目的のために、モバイルの適用では、PHPデバイスの厚さは0.3mm～2mmの範囲であり得る。この場合、モバイルデバイスの場合、マイクロチャンネルの高さは0.2mm～1.5mmの範囲であり得る。データセンター、基地局などのより大規模な適用の場合、デバイスの厚さは1.5mm～5cmの範囲であり得る。

30

【0027】

PHPの熱伝達係数は、流体スラグ、蒸気ポケットの流れを促進し、パイプ内の作動流体の気化をさらに促進することによって改善できる。縁に沿った場合を除いてスラグが有効にならないPHPの欠点を克服するために、追加の核生成部分を使用してスラグの潜在的な気化および崩壊を増加させることができる。これらのマイクロチャンネルサイズでは、チャンネル外部の形状を変更するのではなく、障害物を導入することも可能である。

【0028】

本発明の実施形態を使用して、複数の凝縮器が最端部に配置されている一方で、蒸発器はPHPの中心に配置され、および／または凝縮器が反対の端部に配置されている一方で、蒸発器はPHPの端部に配置されているPHPを設計し得る。断熱区分は、凝縮器区分と蒸発器区分との間に設定され得る。

40

【0029】

新しい二相閉ループ脈動型ヒートパイプ（CLPHP）は、破壊的な設計を導入して、高電力放散電子機器の冷却を強化し、マイクロプロセッサによって放散されるエネルギーを、今日のモバイルコンピューティングおよびパワーマイクロエレクトロニクス用の高度な冷却ソリューション（ウィック駆動のヒートパイプおよび蒸気チャンバ）と比較して40～50%超節約する。蒸発器の破壊的な核形成部（窪み、バー、柱、および円柱）、革新的な凝縮器およびマイクロチャンネルの蛇行形状、および選択的な冷媒オプションを備えた、カスタマイズされたCLPHPシステムにおいて作り出された流れの不安定性は、より高頻度で二相の液体を前後に「ポンプのように送出」して、ポンプ、配線、コントロー

50

ラを必要とせずに、デバイスの熱い部分から凝縮器に潜熱を非常に効率的に運ぶ。この冷却技術は、モバイル業界（非常に多数の携帯電話、タブレット、ラップトップ）からIoT、より大きなプロセッサならびにデータセンターのキャビネットおよび通路、自動車および航空宇宙の適用など、幅広い適用に有益であるように拡大縮小できる。高電力のモバイルマイクロエレクトロニクスおよびPCについて、システムは強制対流なしで効率的に動作する。

【0030】

PHPの提案された革新は、流れの脈動を強化して、従来技術と比較して総冷却能力を50%以上増加させる。半球形（半球型）または半円筒形のリップを追加することは、フットプリント領域当たりの湿潤面積を増加させ、湿潤面積の熱流束を減少させるため、冷却可能な入熱流束を増加させ、15～20%の冷却強化に貢献することが期待されている。

10

【0031】

熱伝達機構は、液膜を通る薄膜の蒸発（または凝縮）における細長い気泡に対して、湿潤領域を冷却することを提供する。フットプリント面積当たりの湿潤面積を増加させることによって、熱伝導率／膜厚が熱伝達係数を生むように、液膜の厚さを減少させることができ、および、局所的な熱伝達係数を増加させることができ、これは30%の冷却強化に貢献できる。

【0032】

窪み、バー、円柱、およびその他の障害物は、熱境界層を破壊すること、および再開することによって、液体スラグにおける熱伝達係数を増加させ、約20～30%の冷却強化に貢献する。障害物は、好ましい核形成部として良好である核形成部、つまり「角部」を作り出し、これは、熱伝達を約15～20%増加させ得る。

20

【0033】

標準的な携帯型電子デバイス1の断面図が図1に示される。デバイス1は、電子部品3を備えたケース2を含む。脈動型ヒートパイプ4（PHP）は、電子機器3に対してまたは電子機器3の近くに設置されてもよく、ヒートシンクは、凝縮区分（図示せず）、好ましくは反対側の電子機器の近くに設置する。平面図で見ると、図2に示されるように、PHP4は充填弁または充電ポート9を有してもよい。図2～4に一般的に示されるように、PHP4は、当技術分野で知られているように、閉ループ10によって作動流体がループ10内に含まれる閉ループ10を含んでもよい。チャンネル17は、PHPプレートを通る蛇行形状の通路12を形成する。通路12は、単一平面内の総通路長を増加させるために、様々な屈曲部20および直線部18を備えた蛇行形状の設計を形成する。直線部18の長さは、本発明の機能を容易にするために、チャンネル17において最大化され得る。各端部は、凝縮器22の放射バー19を含む屈曲部20を有する。熱源は蒸発器25の近くに配置されている。流体は液体スラグ26を形成し、蒸気ポケット28は液体スラグ26の間に気泡を形成する。凝縮器22は、ヒートシンク11の近くに設置され、しばしば面外にあり、潜在的にチャンネル17と平行な面にある。熱は蒸発器25でPHPに入り、凝縮器22で放出される。凝縮器22は、いずれかの側または片側に設置することができ、一方で、蒸発器25は、中央または一端に、または特定の電子的な設定によって必要とされるように設置することができる。

30

40

【0034】

図5ならびに5Aおよび5Bに示されるように、標準的なウィッキングされたヒートパイプを区別するために、チャンネル17は、側壁表面に沿った特徴またはテクスチャとしてウィック29を含み得る。流体26はウィック内に設定され、蒸気28が中心を通過することを許容する。PHPとは対照的に、蒸気ポケットは液体スラグによって結合される。従来技術のヒートパイプとは対照的に、図6は、標準的な閉ループPHPの通路および凝縮区分を図形で導入しており、凝縮器区分22は、一端に放射バー19が設置され、蒸発器区分が反対側に設置される。

【0035】

図7～99において見られるように、チャンネルに焦点を当てると、上面、側面、および

50

横方向の断面図を表示することは有用である。従来技術のPHPループはかなり滑らかであったが、本発明は、従来技術のヒートパイプにおけるウィッキングとは異なる、障害物50の概念を導入する。障害物は、チャンネル17内の障害物50の外面58に沿った核形成部55を許容する。作動流体液体スラグは、チャンネル17内の1つ以上の障害物50の一部を通過し得る、または完全に覆い得ることが予期される。障害物は一般に障害物50と呼ばれるが、半球形52、半円筒形の特徴部56、柱58などとして実証されるように、様々な形状を含む。実際の障害物の特定の形状は、幾何学的に記述された形状に容易に適合しない場合がある。本明細書において、半球形という用語は、一般に、壁から発する部分として、半球形の物体、球形の断面、実質的に円形である形状、スパイク、または窪みを指し得る。半円筒形区分は、半円筒、円筒の一部、または壁の少なくとも大部分から、好ましくは対向する壁にまたがるバーを指し得る。柱は円筒形であり得るが、隣接する壁に触れずに対向する壁にまたがる任意の形状を指す。同様の概念は、ここで説明されているすべての障害を指す。好ましくは、障害物は蒸発器区分に限定されるが、断熱区分および／または凝縮器区分にも含まれ得る。

【0036】

チャンネル17は、側壁41、下壁42および上壁43を含む。今日の技術的な制限により、PHPの構築中に上壁は好ましくは下壁および側壁の上に据え付けられる。第1の実施形態に示されるように、図7～9は、チャンネル内の障害物50としての半円筒形56の閉塞を実証している。ここで、半円筒56は側壁41に取り付けられている。半円筒は、片方または両方の側壁に取り付けられてもよく、側壁に底から上壁またはその大部分に延びてもよい。半円筒は、互いに反対に設置されてもよく、オフセットしてもよい。規則的なパターンが採用されてもよく、または障害物がランダムに組み込まれてもよい。図10～12に示されるように、半球形の障害物52は、障害物50の外面57上に核形成部55を生じさせるように機能してもよく、および側壁に沿って設置されてもよい。好ましくは、半球形52は、上壁と下壁との間の中間壁に設置されるが、球形の四分の一は、下壁と側壁、および／または上壁と側壁との交点に沿って設置されてもよい。

【0037】

図13～17に示されるように、オフセットパターンを実証するために、障害物50はオフセットパターンで側壁に設置されてもよい。障害物は、千鳥状に配置されてもよく、またはオフセットされていてもよく、側壁41上に半球形52および／または半円筒形56のいずれかであり得る。

【0038】

いくつかの実施形態では、障害物50は、側壁41および下壁42の両方に形成する。図18～22に示されるように、下壁42は半球形52を含んでもよく、一方で側壁は半球形52および／または半円筒形体56を含んでもよい。図23～27に示される代替の実施形態では、半円筒形の本体56は、チャンネル17を横断して、両方の側壁41に結合してもよい。側壁はまた、半球形52および／または半円筒形の物体56を特徴としてもよい。図33～37に示されるように、側壁41の特徴から下壁42上の下部半円筒形56を千鳥状に配置されることが好ましい場合がある。図28～32に示されるように、物体は千鳥状に配置されてもよい。

【0039】

さらなる構成は、半球形56および半円筒形の障害物の組み合わせを含む。例えば、図38～42に示されるように、半円筒形区分は、4つすべての側壁41、下壁42および上壁43に据え付けられてもよい。図38～39に示されるように一致して配置されると、半円筒形区分はチャンネル17を厳しく制限する。図41～42に示されるように、千鳥状またはオフセットパターンで配置された場合、半円筒形区分は、流体が垂直方向の制限（下壁および／または上壁が制限されている場合）と横方向の制限（側壁が遮られている場合）を交互に行うことを必要とする。図43～47に示されるように、側壁41に沿って上壁43および下壁42を接合する半円筒形のバーを利用する場合、半球形52は上壁43および下壁42に据え付けられてもよい。障害物は、図43～44に示されるように

整列されてもよく、図 4 6～4 7 に示されるように千鳥配列でオフセットされてもよい。

【0040】

図 4 8～5 5 に示されるように、障害物はチャネルの 4 つの壁のうちの 3 つに据え付けられてもよく、壁の全長および半球形 5 2 に延びるかどうにかかわらず、半円筒形のバー 5 6 は壁に沿って設置される。図 5 6～6 0 に示されるように、4 つの壁すべてが、整列した、または千鳥状の各壁から延びる半球形 5 2 または他の同様の特征を含んでもよい。半円筒 5 6 としてのバーは、図 6 1～6 5 に示されるように側壁 4 1 に接合してもよく、図 6 1～6 5 に示されるように、半球形 5 2 は整列した、または千鳥状のパターンで他の壁に設置される。

【0041】

図 6 6～6 8 に示されるように、チャネル 1 7 が縦バー 5 3 で囲まれている場合、核形成はチャネルの長さに沿って実行されてもよい。半球形 5 2 は、任意選択で、1 つ、2 つ、または 3 つの側壁に追加されてもよく、または示されるように、縦バーは、下壁および上壁 4 2 および 4 3 を通ってもよく、側壁 4 1 は拡張された特徴を有する。あるいは、側壁はバーを有してもよく、一方で、上壁および下壁は任意選択で半球形を有してもよく、または全く有さなくてもよい。

【0042】

図 6 9～7 1 に示されるように、チャネル 1 7 の角部 4 5 は、縦バー 5 3 などの障害物の特征を含んでもよい。縦バー 5 3 は、直線の長さを延ばしてもよく、蒸発器区分内のみ設置されてもよく、またはチャネル 1 7 の角部 4 5 に沿ってチャネルの中心 5 1 内に延びる四分円またはスパイクに、より類似した短い部材であってもよい。

【0043】

図 7 2～7 4 に示されるように、自立型の支柱 5 8 が必要である場合、図に示すように、完全な円筒が側壁から側壁に、または上壁 4 3 から下壁 4 2 に延びてもよい。柱 5 8 は、実行可能であるように、円筒または長方形、あるいは上から底まで連続的な直径または幅を有する特徴であってもよい。

【0044】

図 7 5～8 6 を参照すると、上壁 4 3 および下壁 4 2 を接合するために柱 5 8 が使用されてもよい。半球形 5 2 および半円筒 5 6 を含む追加の特徴は、側壁 4 1 上に整列または千鳥状に、または他の方法で示されるように、組み合わせて使用されてもよい。図 8 7～8 9 に示されているように、半球形 5 2 および半円筒 5 6、または柱 5 8 を参照する場合、正確な幾何学的形状は必ずしも必要ではないが、そのための創造性が必要である。これらの小規模では、これら特徴の近似が必要になり得、正確な形状が図で説明され、および実証され、アイデアが伝えられる。壁に沿った突起は半球形と見なされるが、直径が一定であるかどうかに関係なく、対向する壁の間に延びる特徴は円筒または半円筒と呼ばれる。また、2 つの対向する壁の間に延びる特徴は、実際には壁の一方または両方に接触しないかもしれないが、外面 5 7 に沿って核形成部 5 5 を誘導するのに有用な形状の近似として見られることが予期される。

【0045】

さらなる PHP チャネルが図 9 0～9 9 に示され、チャネル 1 8 内の下壁 4 2 上の半円筒状のハンプ 5 9 に類似した形状の中央の立ち上がりまたは縦方向のハンプ 5 9 が示されている。ハンプ 5 9 はいずれの壁にも採用され得る。図 9 1 に示されるようにオフセット半球体 5 2 が採用されてもよく、または側壁 4 1 の特徴が整列させられてもよい（図 9 2 に示されるそれらの側壁の特徴に、より類似する）。縦方向のハンプ 5 9 は、図 9 2～9 4 に示されるように、例えば、下壁 4 2 および上壁 4 3 の対向する表面において採用されてもよい。図 9 2～9 4 に示されるように、側壁の特徴が整列されてもよく、またはより好ましくは千鳥状にされてもよい。図 9 5～9 9 に示されるように、単一のハンプは、図 9 6～9 7 に示されるように、隣接する側と反対側との 2 つの対向する側の間に到達する半円筒形 5 6 などの特徴と設置されてもよく、または図 9 8～9 9 に示されるように隣接する（および潜在的に対向する）側に半球形の特徴と設置されてもよい。

10

20

30

40

50

【0046】

ここで、PHPの一般的な形状、輪郭、および構成を参照すると、プレート15が断面斜視図で図100に示されている。チャンネル17は、プレート15を通る蛇行形状16を形成し、側壁41が露出され、下壁42および上壁43が示されている。側壁の厚さは、チャンネル間に均一なスパン幅を形成してもよい。プレート15は、上面30および下面32を含む。好ましくは、チャンネル17は、構造を通して規則的に配列されて、直線部18で互いに平行に整列された通路12を備えた蛇行形状16を形成する。各チャンネル17は、チャンネル幅44（チャンネル内の側壁の間）およびチャンネル高さ47（チャンネル内の上壁と下壁の間）を含み、好ましくは製造技術で近似されるように均一である。上壁43および下壁42の外壁厚46は、互いに類似していてもいなくてもよい。各チャンネル17は、障害物（図示せず）によって低減されてもされなくてもよい高さ49を含む。図100～101に見られるように、PHP4は、剛性または柔軟性であってもよい平面プレート15を含む。熱源11は、プレート表面30および／または32に沿って、隣接して、または接触して配置された電子部品の形態をとってもよい。PHPは、合計の幅14および長さ13を有する。

10

【0047】

銅めっき34などの薄い導電性シートの様々な配置は、ヒートシンクおよびPHPの物理的補強の両方として機能し、プレートの不要な曲げ、PHPの機能との干渉を引き起こし得る亀裂または歪みを防止する。めっき（または箔）は、10～500ミクロンの厚さ、より好ましくは20～150ミクロン、最も好ましくは20～25ミクロンの厚さであってもよい。図102～104に示されるように、めっき34は、図102に示されるように、凝縮器区分上の部分的に平滑な層で、図103に示されるように全幅にわたって、両側の全体にわたって（図示せず）、プレート15の上面30上に設置されてもよい。

20

【0048】

あるいは、上面30の一部は、凝縮器で熱を分散させるためのスプレッダーユニットとして外リブが取り付けられてもよい。外側リブ36は、直線部18と平行に延びてもよく、一方で、平滑なめっき34は、表面30の残りの部分の上に設置されてもよい。好ましい実施形態は、マイクロリブ36と、プレートの上面および下面の両方にわたるめっきを、両側のマイクロリブによって設置された凝縮器と同様の方法で示すことが予期される。断面図105に示されるように、リブ36は、それぞれの間に谷部38が設置された状態で採用されてもよく、リブは、プレート15のチャンネル17よりも多く、上面30に最小ベース37の方向が設定される。リブの数は、チャンネルと同じ数であってもよく、または各チャンネルの上に配置され得ることが予期される。各リブの幅は、チャンネル幅および／または側壁幅に応じたサイズにされてもよい。外側リブおよび谷部は同等の幅であってもよいが、好ましくは、谷部は外側リブよりも幅が広い。外側リブは、凝縮器からヒートシンクへの熱の放散のための追加の表面積を提供する。例えば、めっきの厚さが20～25ミクロンの場合、外側リブは、チャンネル間の距離よりも小さいピッチ（マイクロチャンネル間の距離として定義される）を有してもよい。あるいは、外側リブは、内側のチャンネルピッチ以上に整列されてもよい。PHPが垂直に設置される場合、または外側リブを垂直に整列させる場合、空気のブルームが形成されて谷部を移動し、熱放散を強化し得る。

30

40

【0049】

リブの代替配置が図106～109に示される。めっき34は、プレート15の上面30（および好ましくは下面（図示せず））の上に残る。リブは、図106に示されるように蛇行形状の直線に沿って整列されてもよく、図107に示されるように横断してもよく、図108に示されるように対角線（45度など）でもよく、または図109に示されるように交差点に余分な谷部がある市松模様の配列で十字に交差してもよい。

【0050】

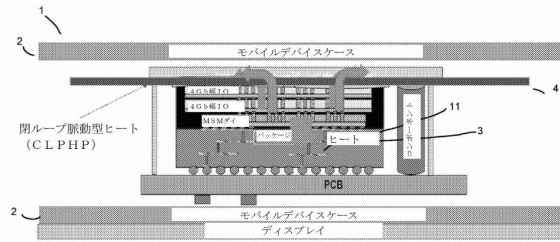
めっきおよびリブの代替配置が図110～113に示される。図110に示されるように、上面と下面の両方が完全に覆われていなくてもよく、または全体がめっきされていてもよい。プレート15の上面および下面が図111～112に示され、凝縮器区分でプレ

50

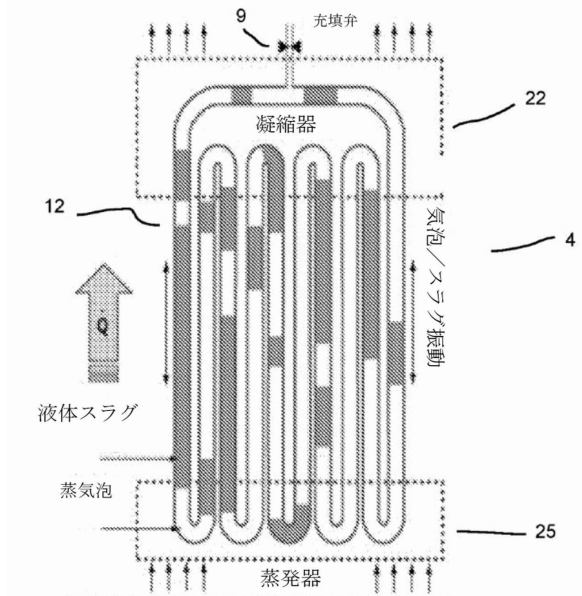
ート15の表面30に平滑なめっき34が設置され、残りの部分にリブ36が設置され、一方で、プレート15の下面32はすべてのリブ36を備えている。図113に示されるようなオープンウィンドウの実施形態は、蒸発器の表面に平滑なプレート34、凝縮器区分にリブ36、およびそれらの間に設置されたオープンウィンドウ39を備えて採用されてもよい。

【図面】

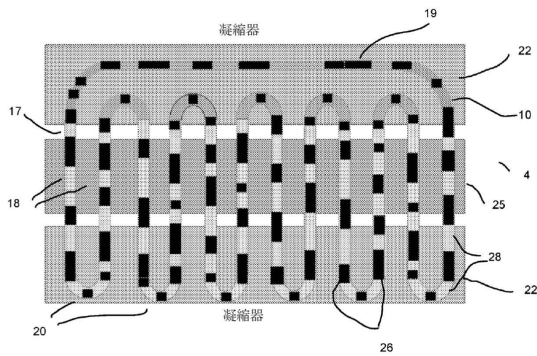
【図1】



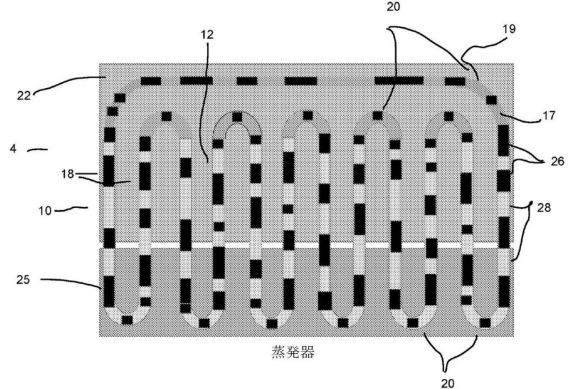
【図2】



【図3】



【図4】



10

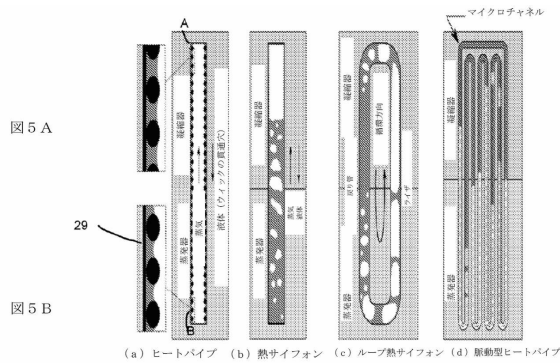
20

30

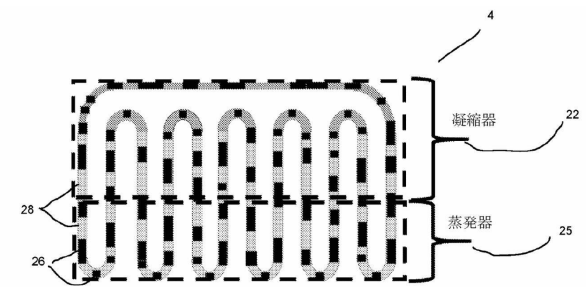
40

50

【図 5】



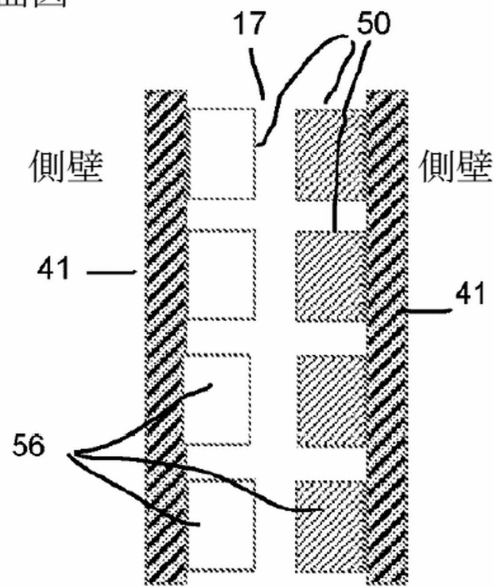
【図 6】



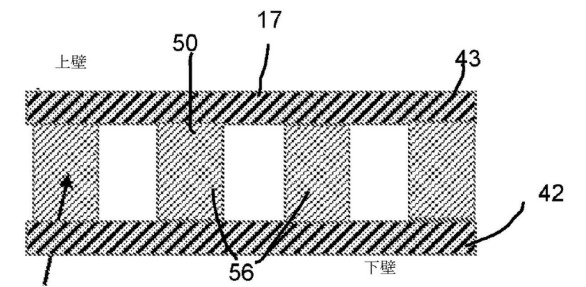
10

【図 7】

上面図



【図 8】



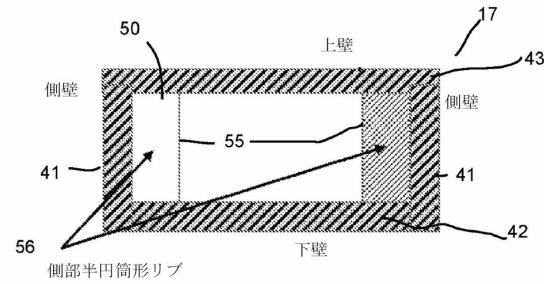
20

30

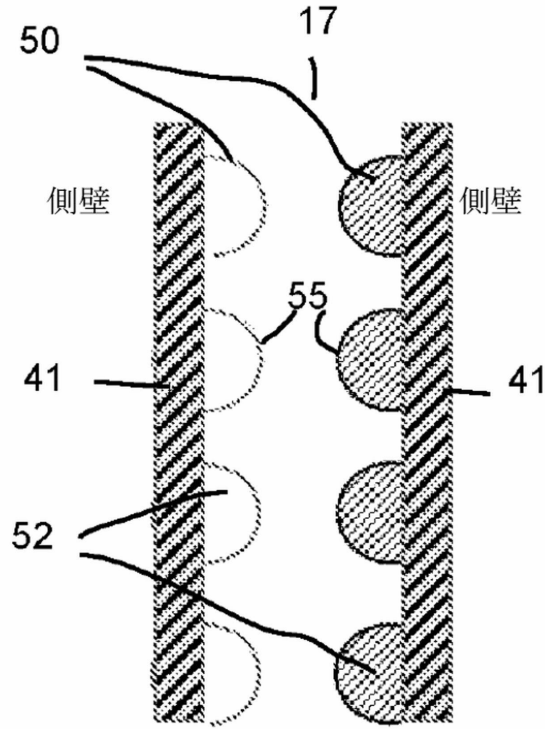
40

50

【図 9】



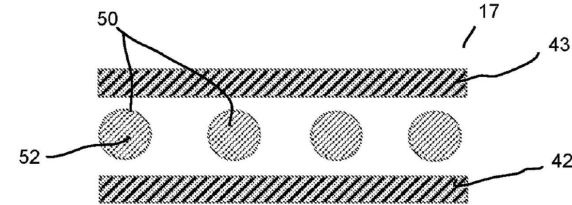
【図 10】



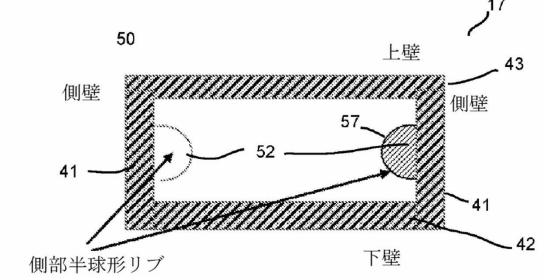
10

20

【図 11】



【図 12】

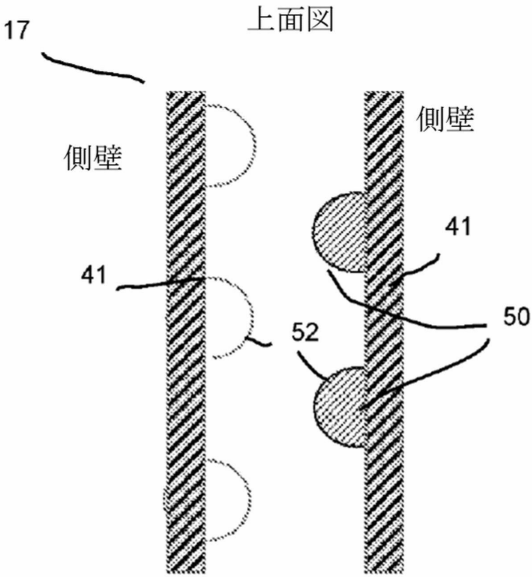


30

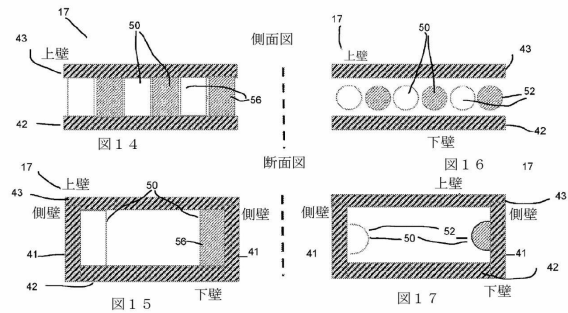
40

50

【図 1 3】

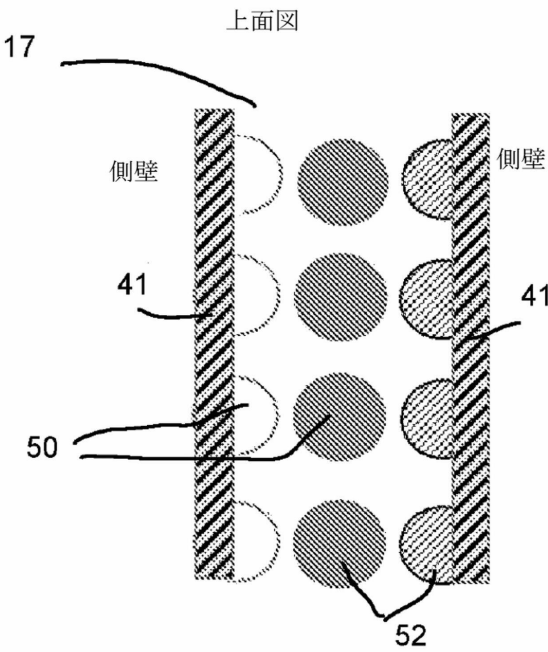


【図 1 4 - 1 7】

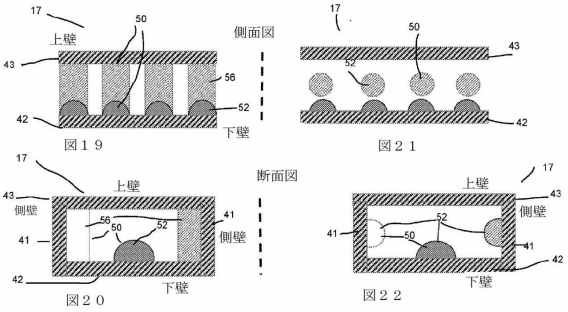


10

【図 1 8】



【図 1 9 - 2 2】



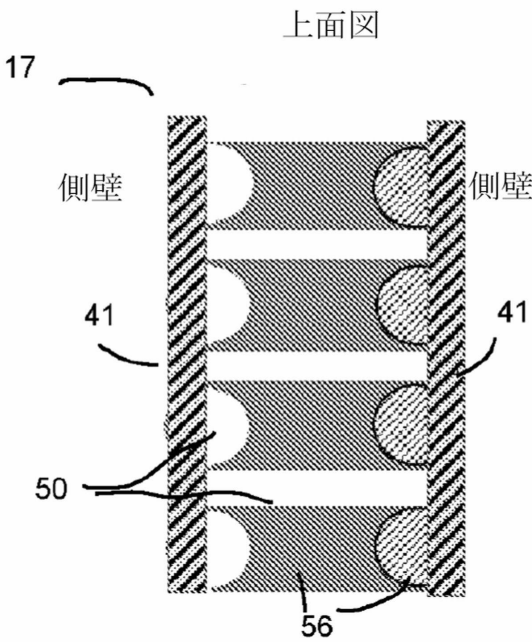
20

30

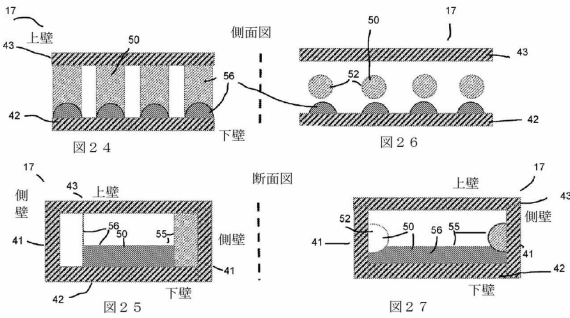
40

50

【図 2 3】



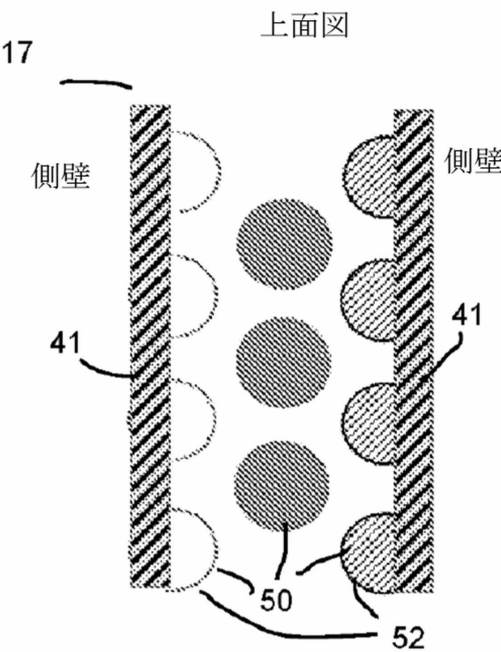
【図 2 4 - 2 7】



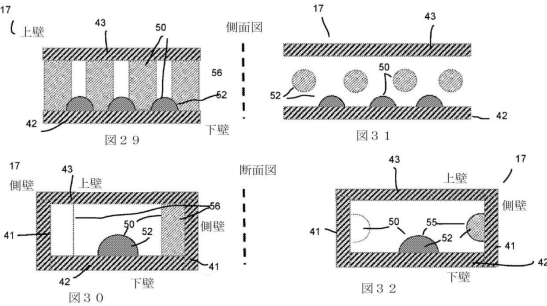
10

20

【図 2 8】



【図 2 9 - 3 2】

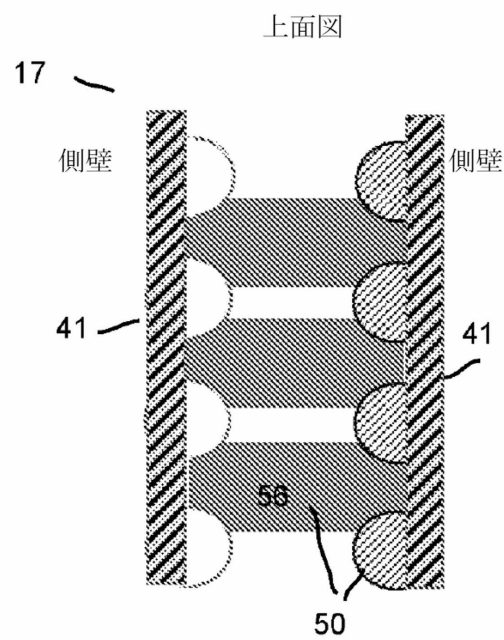


30

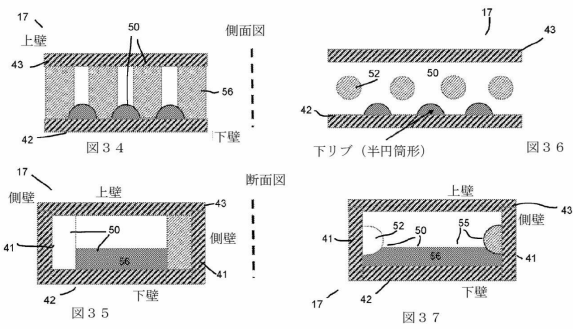
40

50

【図 3 3】



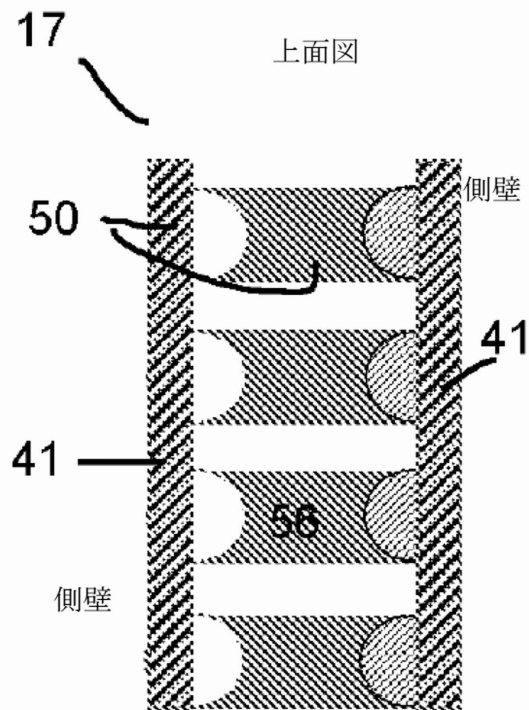
【図 3 4 - 3 7】



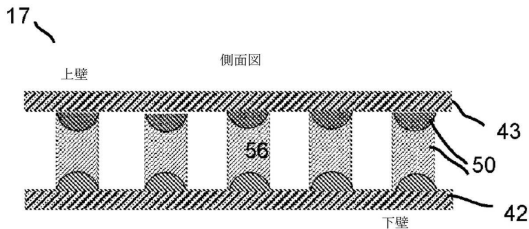
10

20

【図 3 8】



【図 3 9】

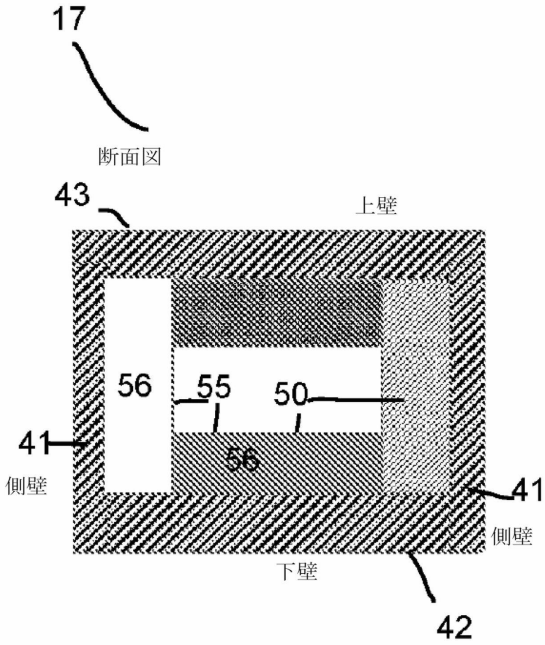


30

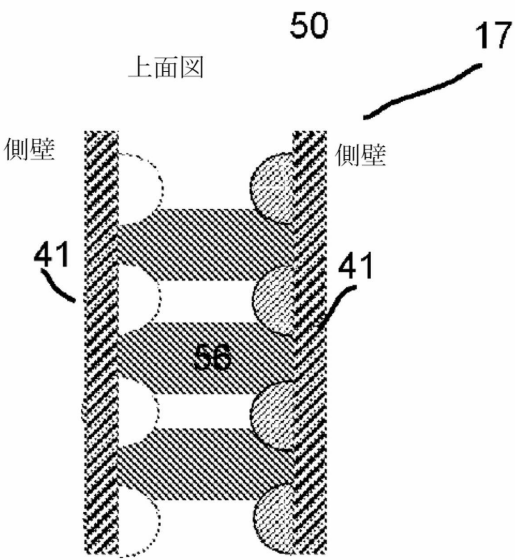
40

50

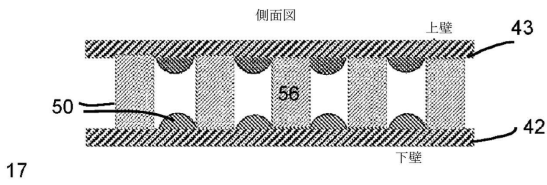
【図 4 0】



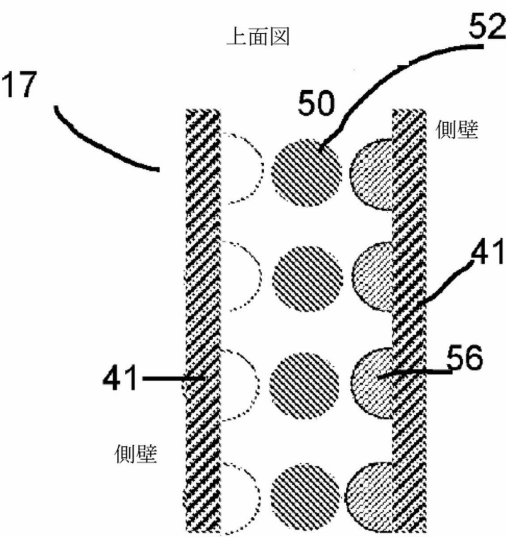
【図 4 1】



【図 4 2】



【図 4 3】



10

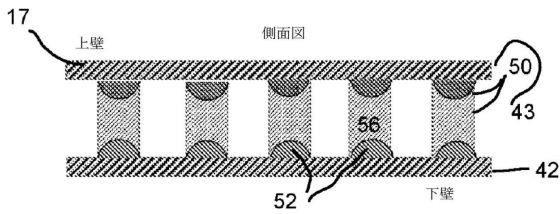
20

30

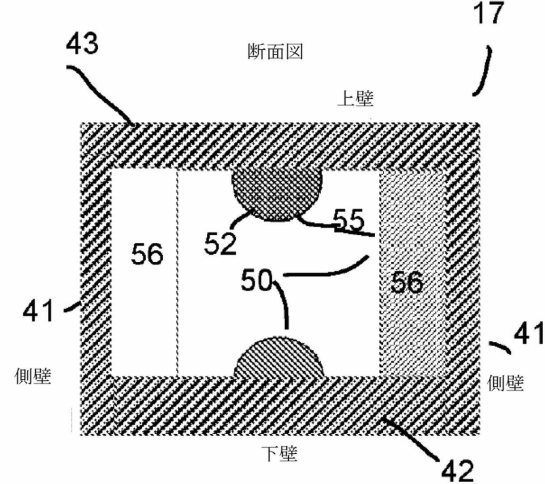
40

50

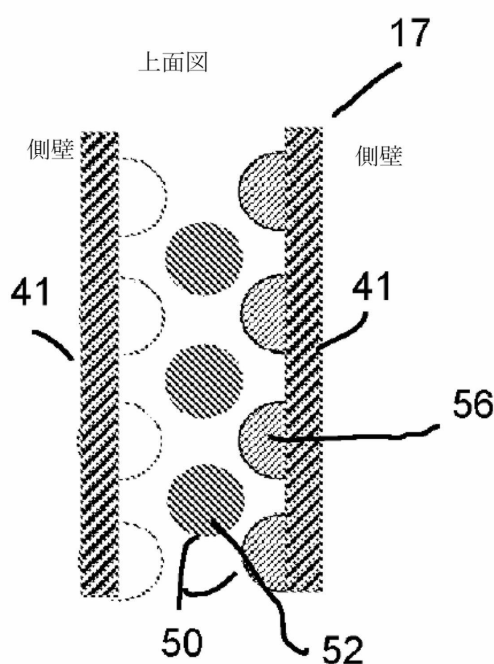
【図 4 4】



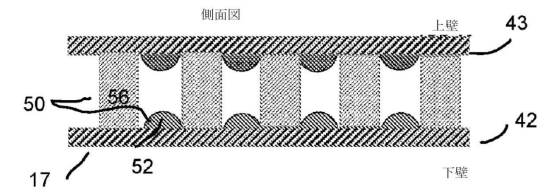
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 7】



10

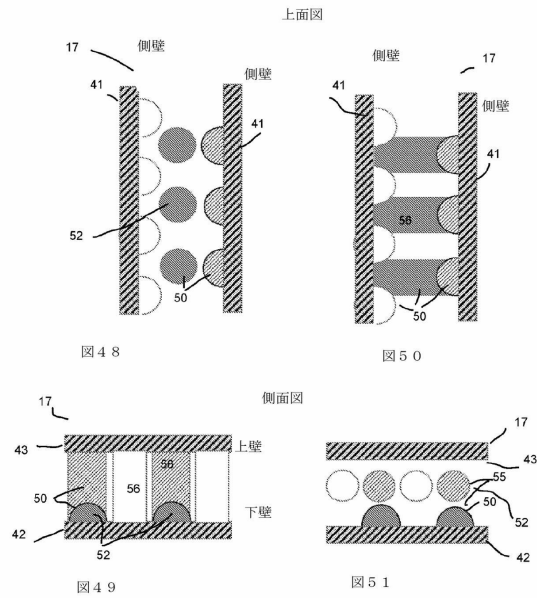
20

30

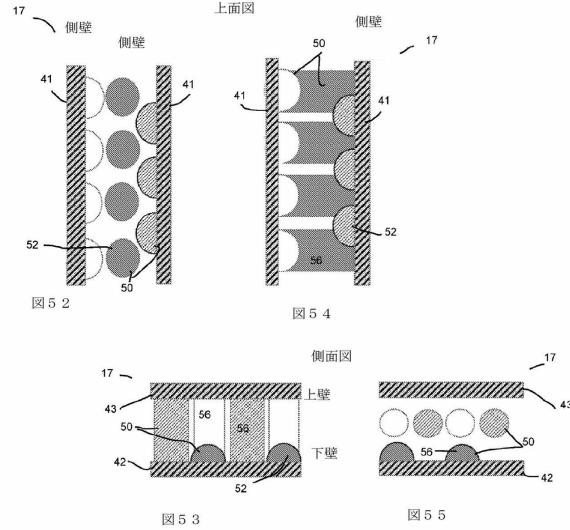
40

50

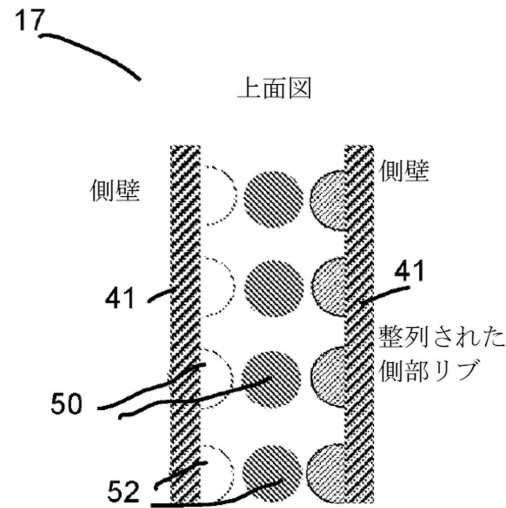
【図 48 - 51】



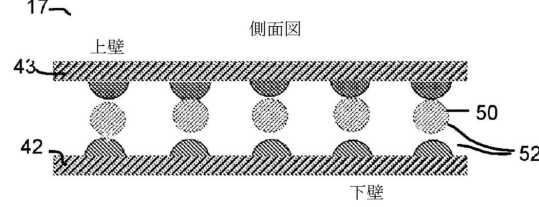
【図 52 - 55】



【図 56】



【図 57】



10

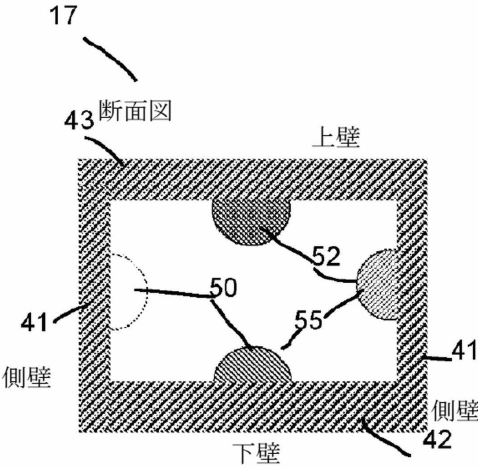
20

30

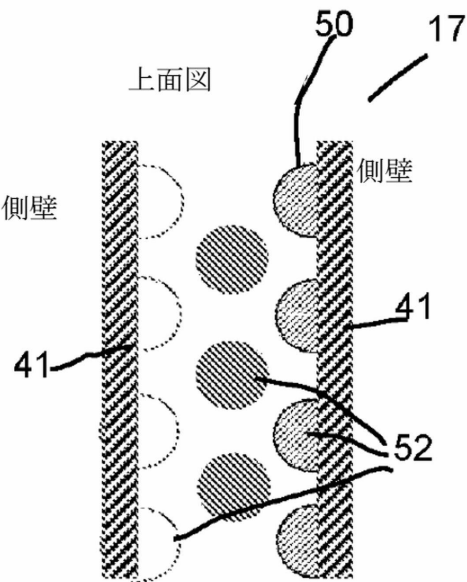
40

50

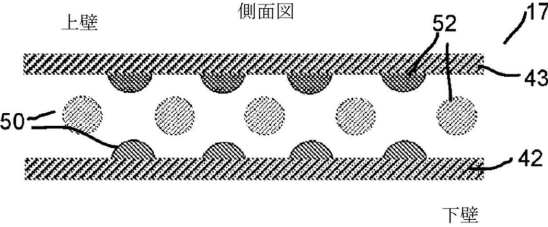
【図 5 8】



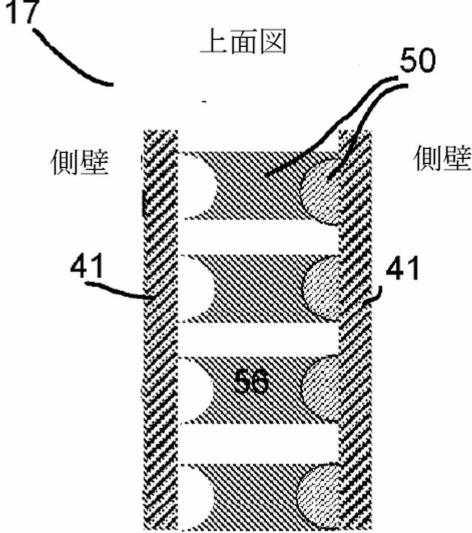
【図 5 9】



【図 6 0】



【図 6 1】



10

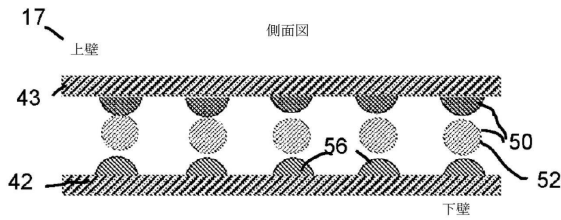
20

30

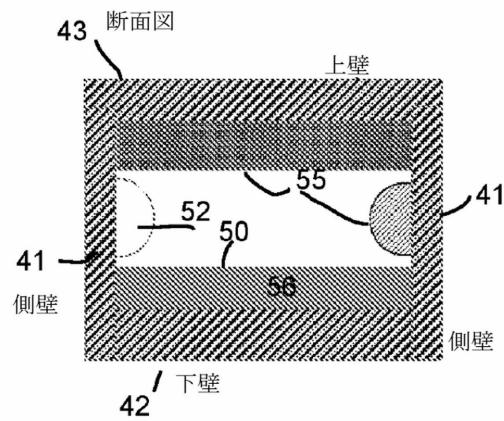
40

50

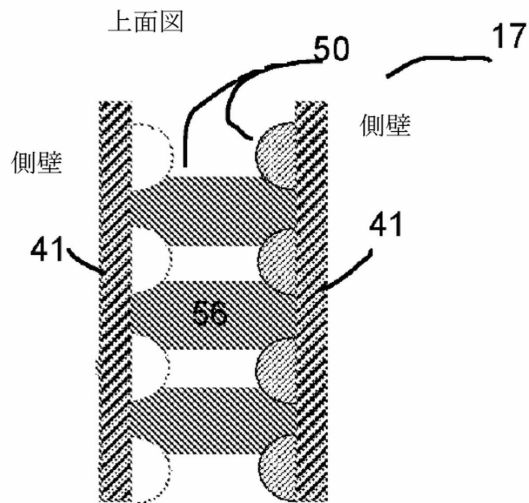
【図 6 2】



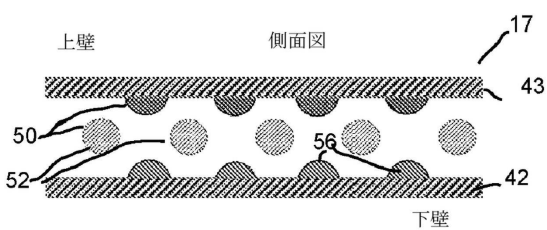
【図 6 3】



【図 6 4】



【図 6 5】



10

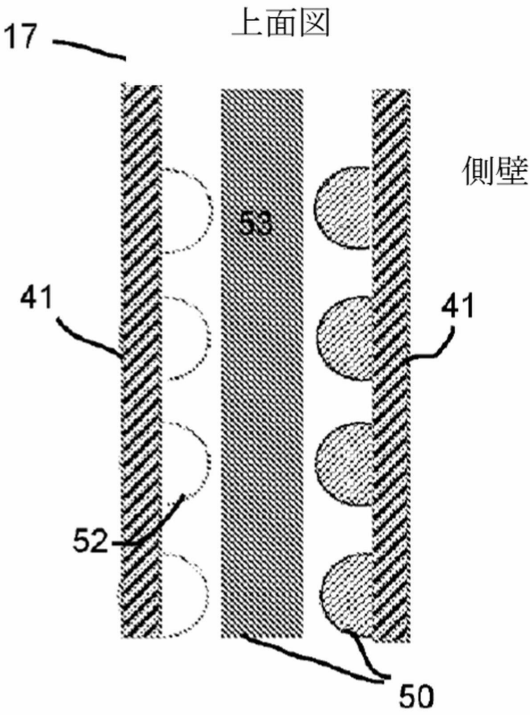
20

30

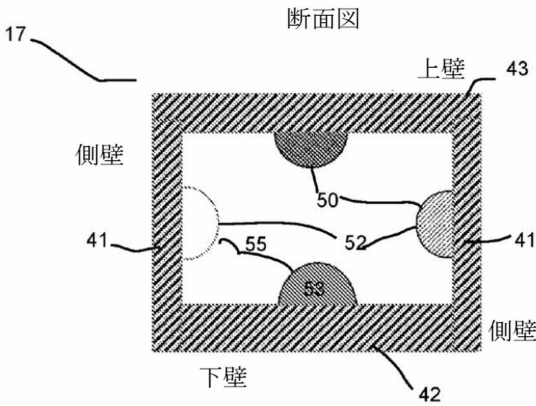
40

50

【図 6 6】



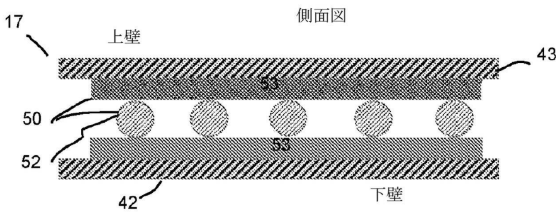
【図 6 7】



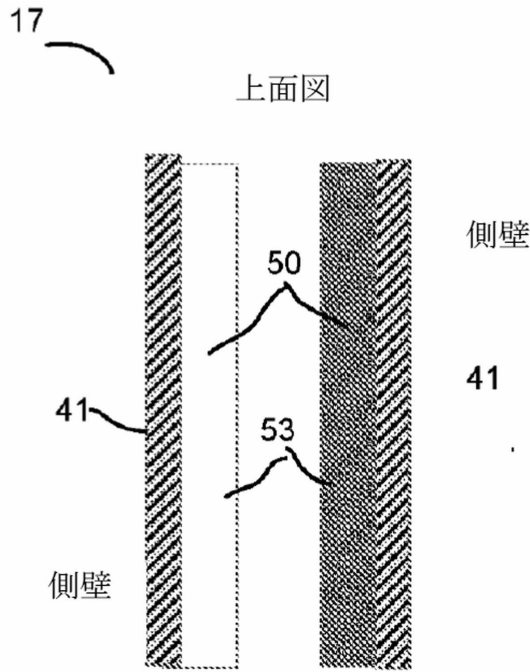
10

20

【図 6 8】



【図 6 9】

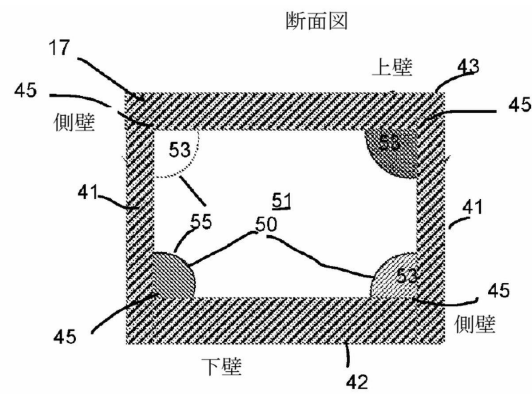


30

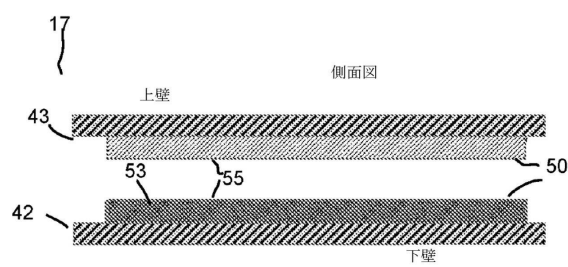
40

50

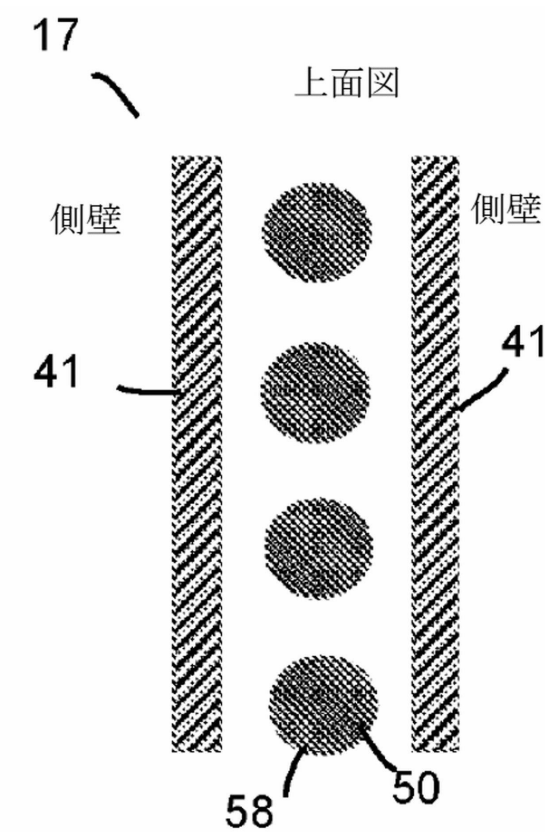
【図 7 0】



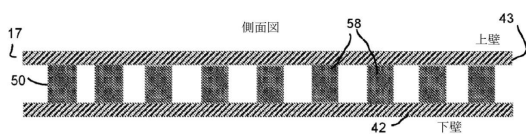
【図 7 1】



【図 7 2】



【図 7 3】



10

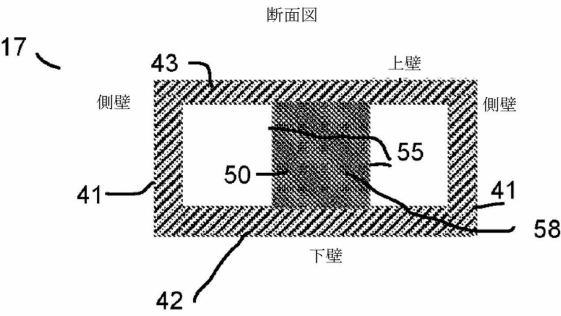
20

30

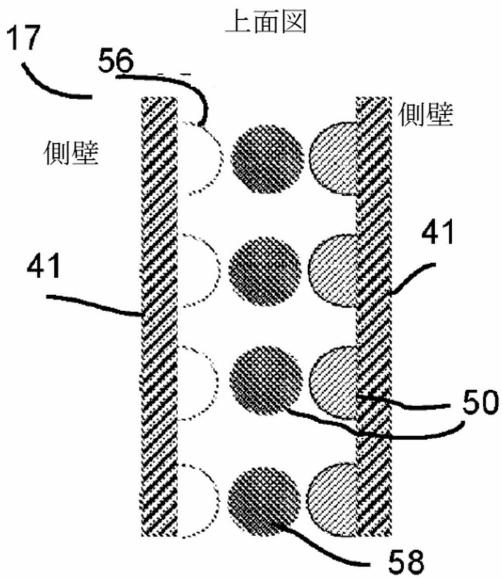
40

50

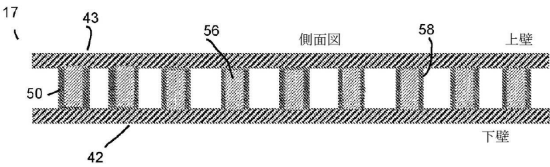
【図 7 4】



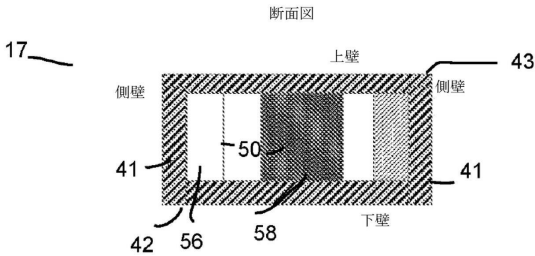
【図 7 5】



【図 7 6】



【図 7 7】



10

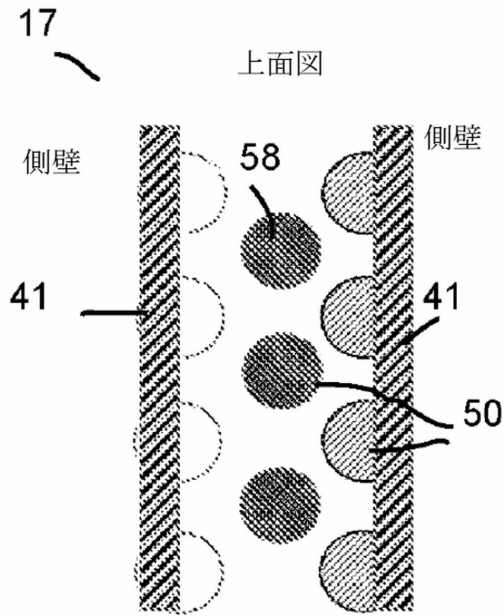
20

30

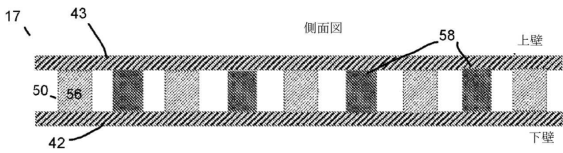
40

50

【図 7 8】



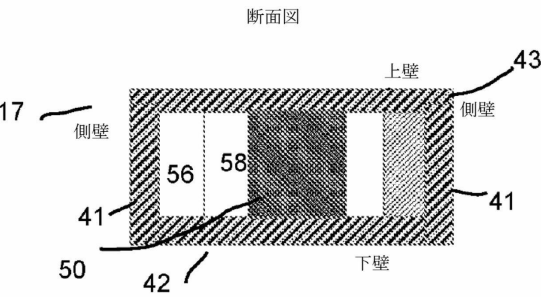
【図 7 9】



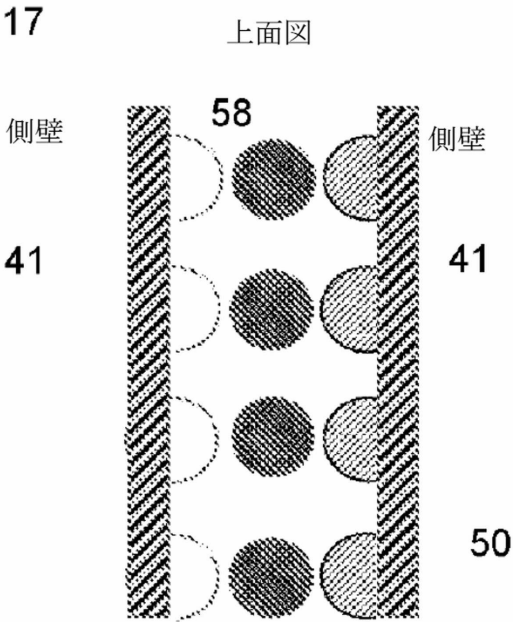
10

20

【図 8 0】



【図 8 1】

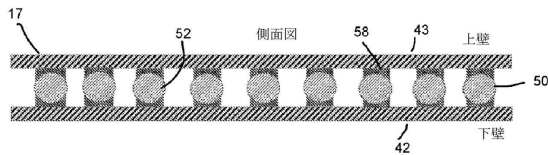


30

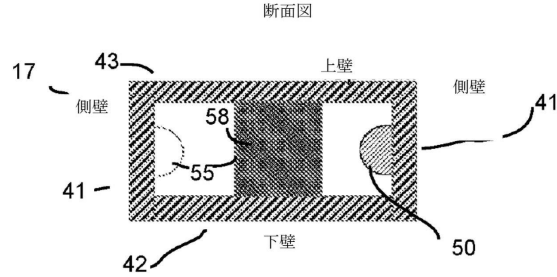
40

50

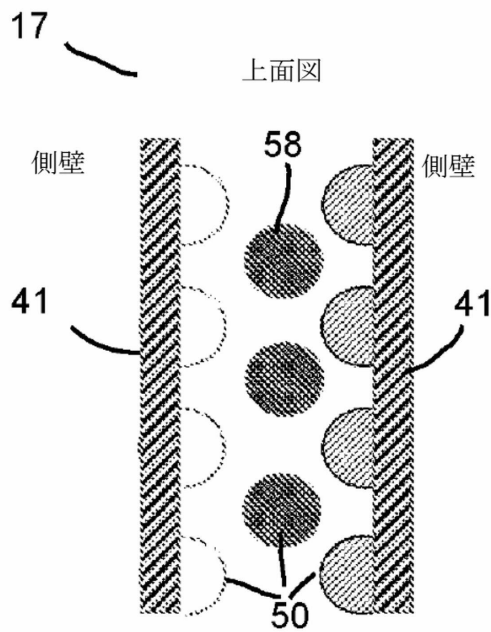
【図 8 2】



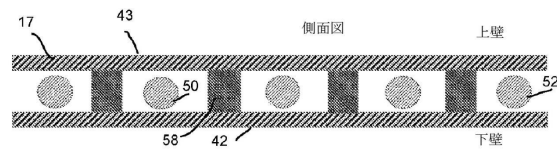
【図 8 3】



【図 8 4】



【図 8 5】



10

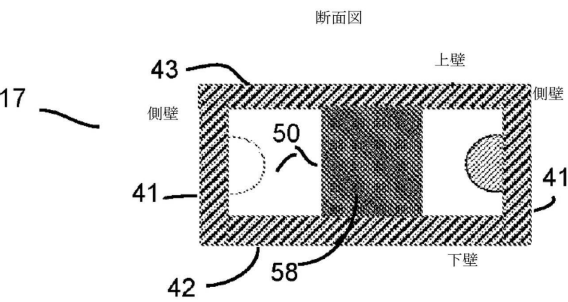
20

30

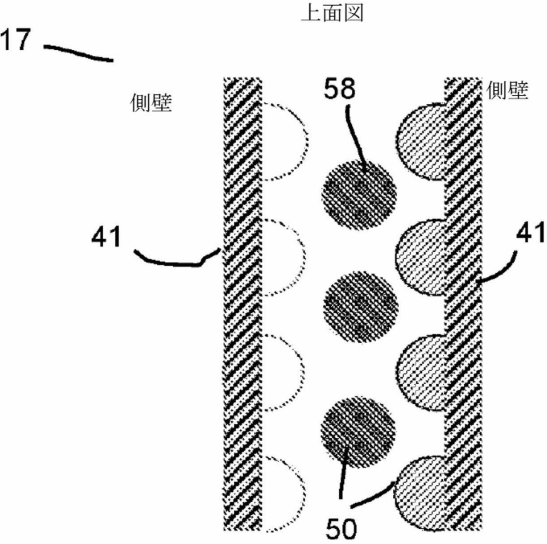
40

50

【図 8 6】

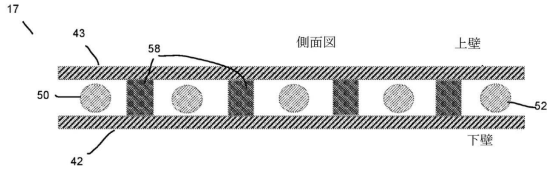


【図 8 7】

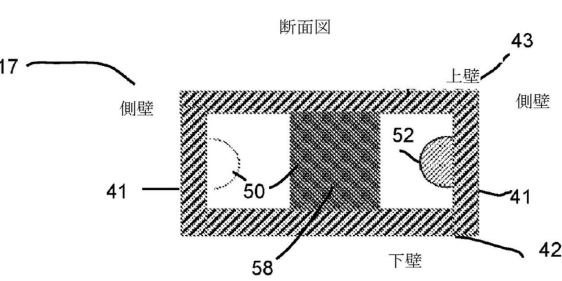


10

【図 8 8】



【図 8 9】



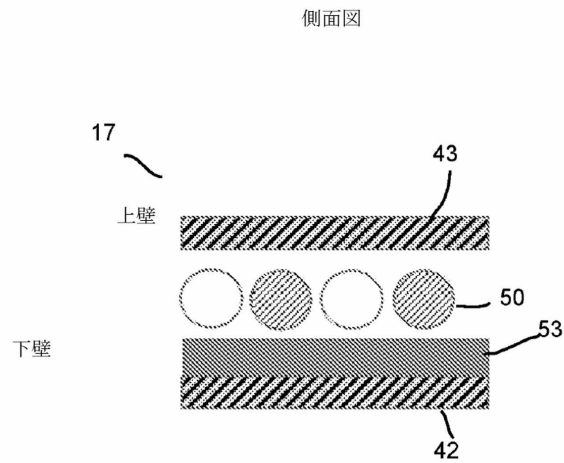
20

30

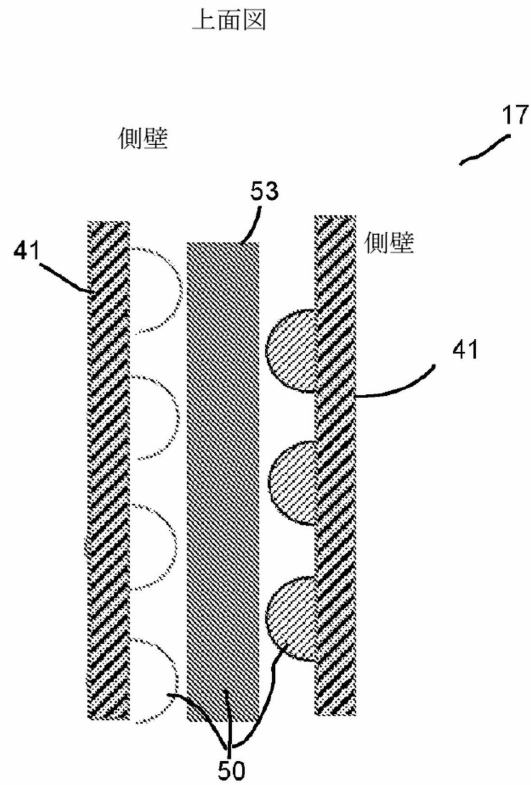
40

50

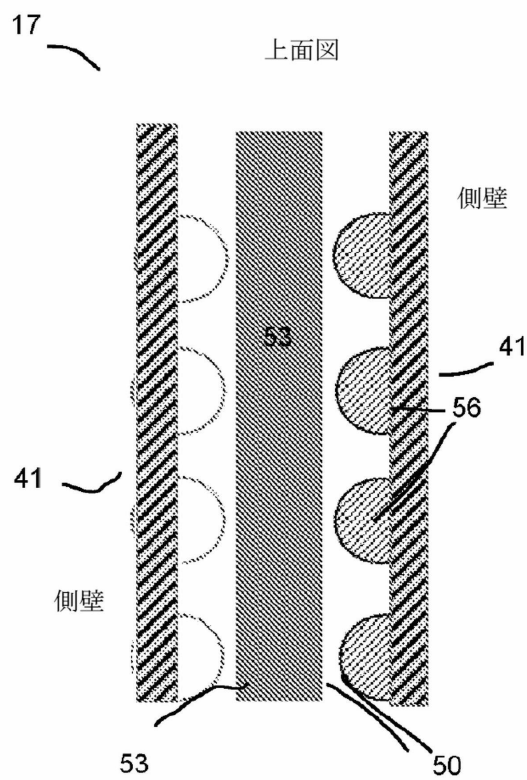
【図 9 0】



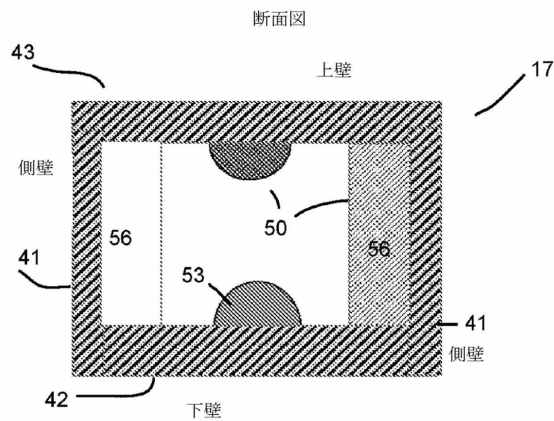
【図 9 1】



【図 9 2】



【図 9 3】



10

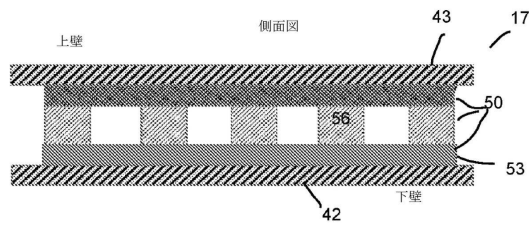
20

30

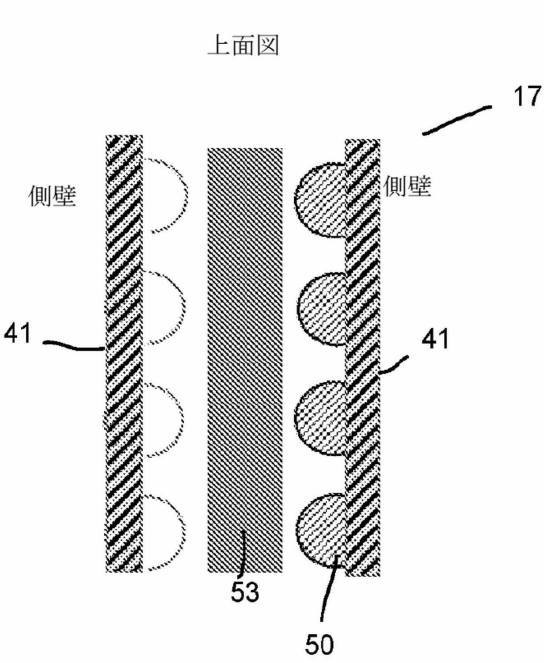
40

50

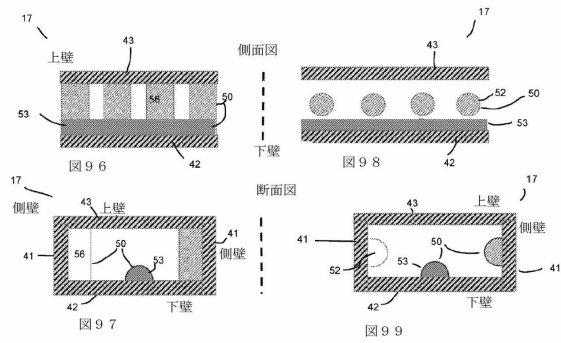
【図 9 4】



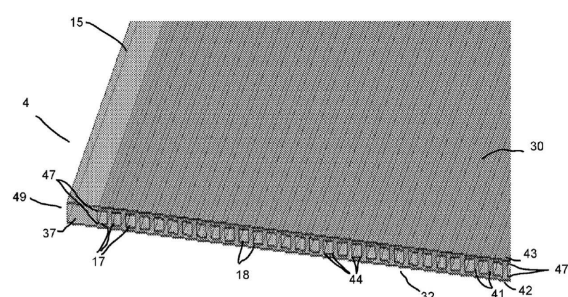
【図 9 5】



【図 9 6 - 9 9】



【図 1 0 0】



10

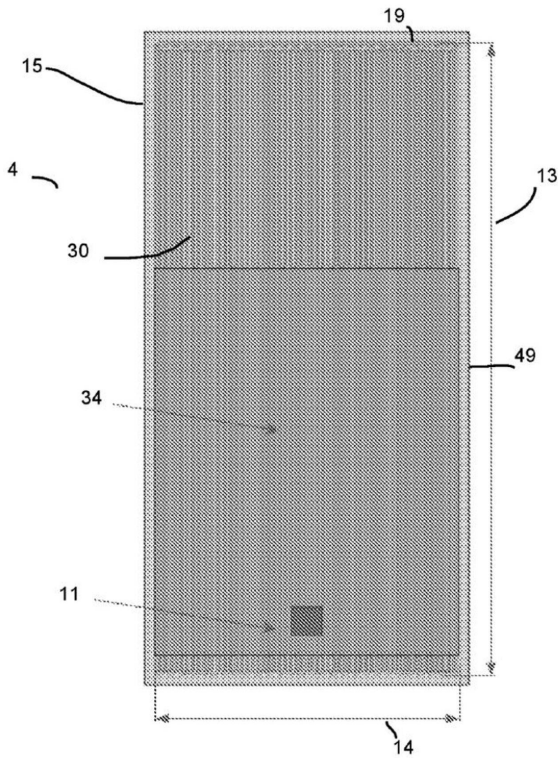
20

30

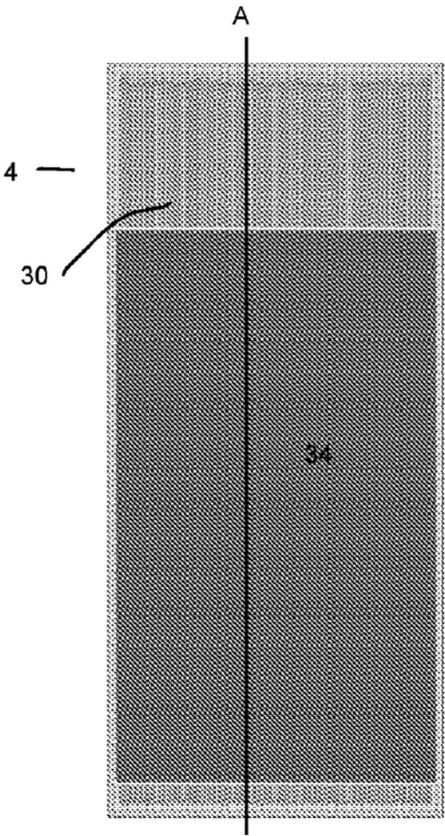
40

50

【図 1 0 1】



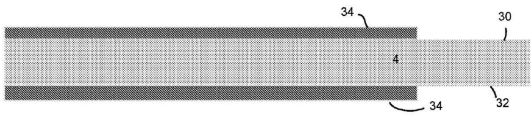
【図 1 0 2】



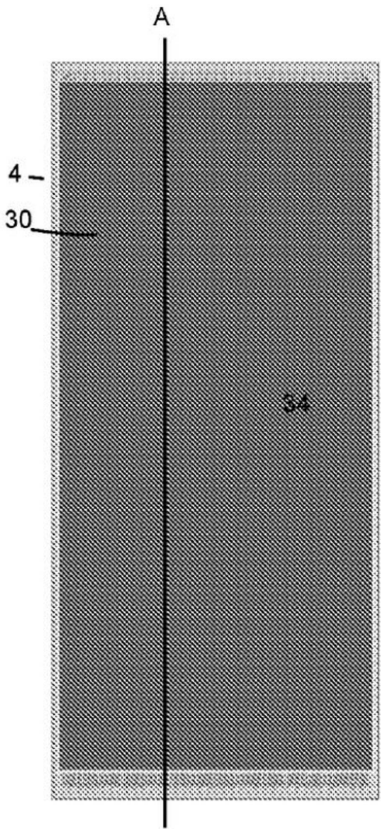
10

20

【図 1 0 2 A】



【図 1 0 3】

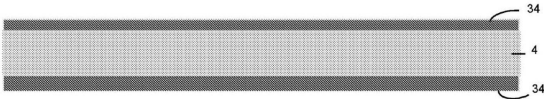


30

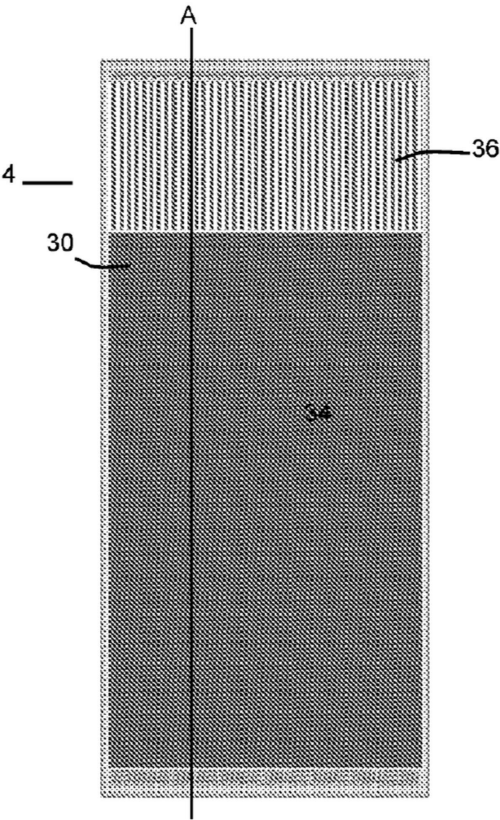
40

50

【図103A】



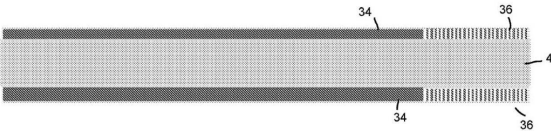
【図104】



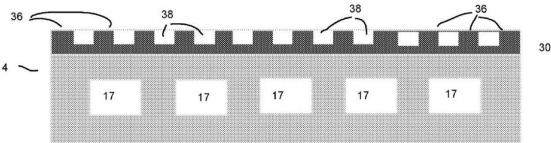
10

20

【図104A】



【図105】

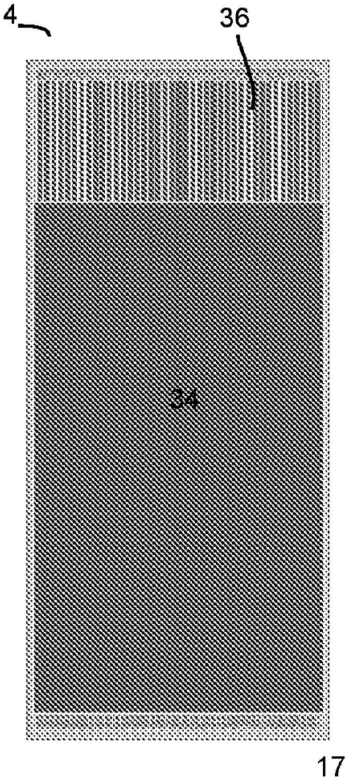


30

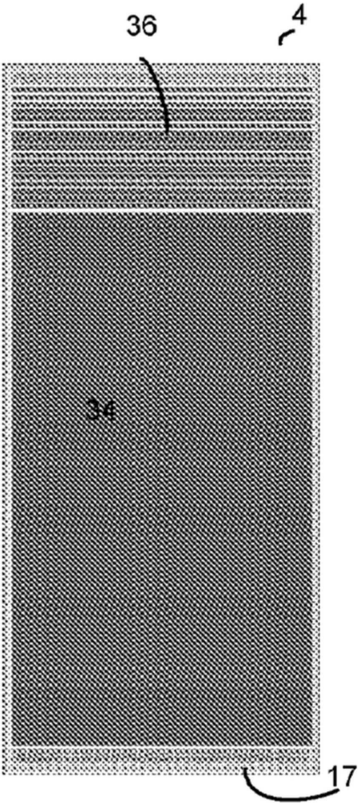
40

50

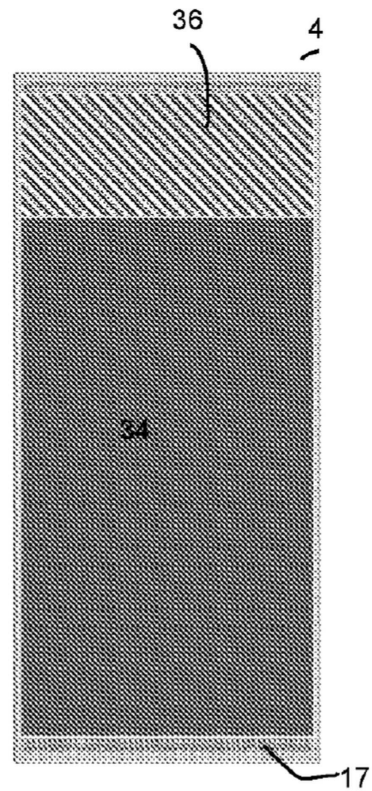
【図106】



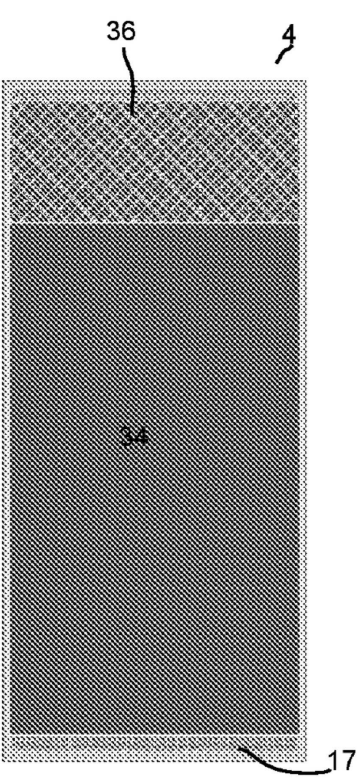
【図107】



【図108】



【図109】



10

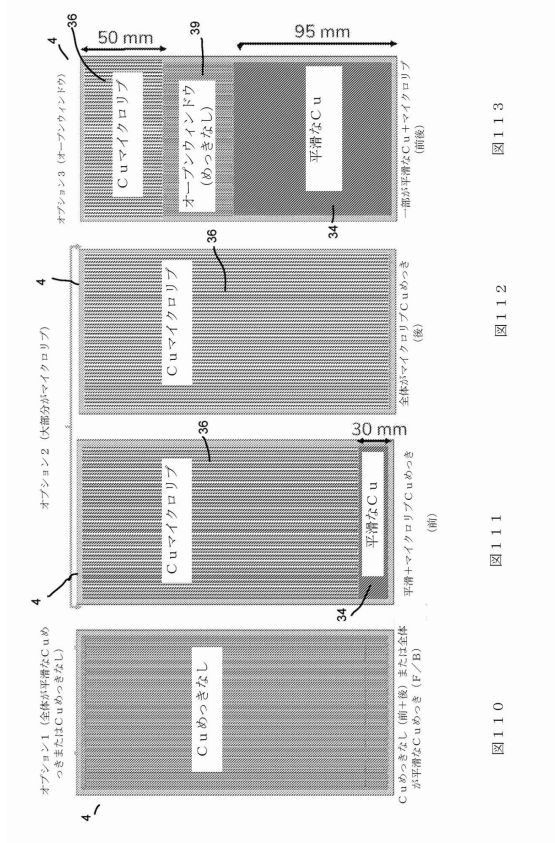
20

30

40

50

【図 1 1 0 - 1 1 3】



113

112

111

110

フロントページの続き

- 弁理士 内藤 和彦
- (72)発明者 チリアク, ビクター, エイドリアン
アメリカ合衆国, アリゾナ州 85044 フェニックス サウス 36番 ウェイ 13856
- (72)発明者 トーメイ, ジョン, リチャード
スイス国, 1009 ピュリー アベニュー デ スナレッシュ 41
- 審査官 河野 俊二
- (56)参考文献 欧州特許出願公開第03336471 (EP, A1)
米国特許出願公開第2017/0135247 (US, A1)
米国特許第08919426 (US, B2)
米国特許第08252245 (US, B2)
米国特許出願公開第2018/0158756 (US, A1)
米国特許出願公開第2015/0220122 (US, A1)
特開平01-263493 (JP, A)
特開2018-9717 (JP, A)
中国特許出願公開第104634147 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F28D 15/02
H01L 23/427
H05K 7/20
F28F 13/08