

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-123783

(P2009-123783A)

(43) 公開日 平成21年6月4日(2009.6.4)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 23/473 (2006.01)</b>	H01L 23/46	5E322
<b>H05K 7/20 (2006.01)</b>	H05K 7/20	5F136

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-293583 (P2007-293583)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成19年11月12日 (2007.11.12)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人	100058479
			弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

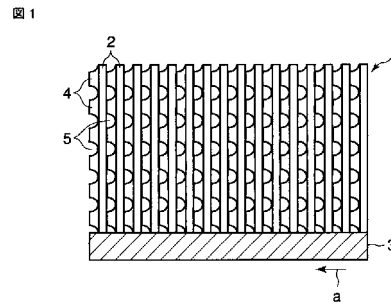
(54) 【発明の名称】 熱交換媒体及び熱交換器

(57) 【要約】

【課題】安価で大面積化を実現し得る熱伝達効率及び熱交換効率のよい熱交換媒体及び熱交換器を得ることを課題とする。

【解決手段】積層された複数の薄板2を有し、これらの薄板2の積層方向に沿う端面と熱的に接続された熱源の熱を薄板2に形成された流路に移すことで熱交換する熱交換媒体であり、前記薄板2の材質は金属若しくは半導体であり、その形状は板状若しくはブロック状であり、かつ片面に多数の微細な突起4を有することを特徴とする熱交換媒体。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

積層された複数の薄板を有し、これらの薄板の積層方向に沿う端面と熱的に接続された熱源の熱を薄板に形成された流路に移すことで熱交換する熱交換媒体であり、

前記薄板の材質は金属若しくは半導体であり、その形状は板状若しくはブロック状であり、かつ片面に多数の微細な突起を有することを特徴とする熱交換媒体。

## 【請求項 2】

薄板の突起を薄板の片面のみかつ直線的に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の熱交換媒体。

## 【請求項 3】

積層された薄板が互いに金属材料で接合されていることを特徴とする請求項 1 若しくは 2 記載の熱交換媒体。

## 【請求項 4】

積層された薄板が互いに非金属材料で接合されていることを特徴とする請求項 1 若しくは 2 記載の熱交換媒体。

## 【請求項 5】

薄板の突起がない部分でかつ薄板の厚み方向に、複数の貫通孔を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか一記載の熱交換媒体。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか一記載の熱交換媒体と、この熱交換媒体の熱源との接続面を除く少なくとも一面に付加された回転翼とを具備することを特徴とする熱交換器。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 いずれか一記載の熱交換媒体と、この熱交換媒体の積層された薄板を収容する、流体流入口及び流体流出口を備えた容器と、流体流入口から流体流出口へ向けて、加圧もしくは減圧により圧送される流体を通じて熱交換を行う際に、流体が熱交換媒体の微細な流路を通過するように構成したことを特徴とする熱交換器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、温度差のある固体・流体間もしくは流体・流体間の熱交換をするための熱交換媒体及び熱交換器に関する。本発明は、例えば、電機分野においては IGBT 等の電子素子や MPU 等の冷却技術に用いられる。

## 【背景技術】

## 【0002】

電気・機械を取り扱う場合、放熱の問題が常に付きまとう。従来、例えばパソコンの CPU を冷却するような場合、熱伝導性の良い金属材料で作成したヒートシンクを用いた放熱がなされてきた。ヒートシンクの形状は、熱源と接続された面に多数の柱状突起（ピンフィン）を設けた形状や、複数の金属板（ストレートフィン）を設けたもの等各種形状のものがあり、その形状により、放熱面積の拡大及び流体の攪拌を促進することで冷却を図っている。

## 【0003】

ところで、近年、IGBT や MPU 等の電子素子の発熱量は、高出力化、性能向上に伴って急激に増加している。そのため、従来自然空冷だったものを強制空冷、液冷へと変化させている。また、この冷却手法の変更と同時に、ヒートシンク形状としても、例えばピンフィンを細くし本数を増やしたものや、ストレートフィンの板厚を薄くして間隔を狭めたものが開発されている。即ち、面積を拡大させることで放熱性能を向上させる試みがなされている。

## 【0004】

また、高度な冷却が必要な場合には、焼結金属や発泡金属などの多孔質金属材料やマイクロ加工による微細流路を用いた熱交換技術が開発されている（例えば特許文献 1 及び特

10

20

30

40

50

許文献 2 )。これらの技術は、数十～数百  $\mu\text{m}$  の流路に冷却用の流体を通ずることで、温度境界層を薄くし、表面積を拡大することで、より効率的な熱交換を目指したものである。

【0005】

これら微細流路を用いた熱交換技術をいざ実用に移そうとするには、いくつかの課題がある。一つには、微細流路や多孔体に流体を通じる際、流路を細かくし、表面積を拡大すればするほど、圧力損失が大きくなることが挙げられる。自然対流ではなく、ファンを用いた強制空冷や、ポンプなどの送液機構を用いた液冷においては、圧力損失の増加はより強力なファンや送液機構を必要とする。これは熱交換システム全体のサイズ・重量の増加やコスト増を引き起こすため、望ましくない。

10

【0006】

もう一つには、流路幅や孔径のばらつきによる流体の不均一な流れも課題となる。例えば公称孔径 100  $\mu\text{m}$  とされる発泡金属や金属焼結体などの多孔質体の孔に流体を通じて熱交換する場合、これらの金属多孔質体は、それほど孔径が揃っているわけではなく、例えば 50  $\mu\text{m}$  程度から 150  $\mu\text{m}$  程度といった、ある程度の範囲の孔径分布を持つ。このような場合、例えば 50  $\mu\text{m}$  の孔と 150  $\mu\text{m}$  の孔では、孔断面積は 9 倍の差があり、当然流体は大面積の孔に優先的に流れてしまう。微細流路化による熱伝達面積拡大の効果は、幅の小さな流路に大きいものであるから、こういった孔径分布の広い構造の多孔質体は、不利である。

20

【0007】

更には、流体の管理の必要性が挙げられる。微細流路に通じる流体には、相応の管理が必要である。即ち、流体に混入した粒子は、たちどころに流路を閉塞させてしまう。閉塞を防ぐためには、熱交換システム内にフィルタを設けるか、閉鎖系で流体を循環させるなどの工夫が必須となる。ここでフィルタを設ける場合には、微細孔の孔径分布の下限に合わせた粒子除去フィルタ、即ち上記の例では 50  $\mu\text{m}$  以下の粒子を除去する能力を持ったフィルタが必要である。フィルタは、一般に、除去粒径が小さくなるほど圧損が大きくなり、閉塞しやすくなり、高価になる。そのため、平均 100  $\mu\text{m}$  の孔径の多孔質体に対して 50  $\mu\text{m}$  のフィルタを用いなければならないのは、不利である。

【0008】

そこで、それらの課題のひとつの解決策として、本出願人は先に異方性多孔質材料を用いた(特願 2006-329522号)に示される熱交換器を開発した。

30

【0009】

この熱交換器は、孔径と孔方向をそろえた材料を用いて熱交換器とすることで、孔径や流路幅のばらつきなどの上記の課題を解決したものである。ところで、本方式を用いた場合、熱伝達に関わる主要な要素である表面積(熱交換器と流体との接触面積)を大きくするためには、小孔径化が必須である。しかし、孔径 50  $\mu\text{m}$  以下の孔径の異方性多孔質材料は、それ相応に高価であった。

そこで、本出願人は、今回、異なるアプローチにより、比較的安価かつ大面積化を実現した熱交換器を発明した。

【特許文献 1】特開 2005-123496 号公報

40

【特許文献 2】特開 2005-228948 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明はこうした事情を考慮してなされたもので、安価で大面積化を実現し得る熱伝達効率及び熱交換効率のよい熱交換媒体及び熱交換器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明に係る熱交換媒体は、積層された複数の薄板を有し、これらの薄板の積層方向に沿う端面と熱的に接続された熱源の熱を薄板に形成された流路に移すことで熱交換する熱

50

交換媒体であり、前記薄板の材質は金属若しくは半導体であり、その形状は板状若しくはブロック状であり、かつ片面に多数の微細な突起を有することを特徴とする。

【0012】

本発明に係る熱交換器は、前記熱交換媒体と、この熱交換媒体の熱源との接続面を除く少なくとも一面に付加された回転翼とを具備することを特徴とする。

また、本発明に係る熱交換器は、前記熱交換媒体と、この熱交換媒体の積層された薄板を収容する、流体流入口及び流体流出口を備えた容器と、流体流入口から流体流出口へ向けて、加圧もしくは減圧により圧送される流体を通じて熱交換を行う際に、流体が熱交換媒体の微細な流路を通過するように構成したことを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0013】

本発明によれば、安価で大面積化を実現し得る熱交換効率のよい熱交換媒体及び熱交換器が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に本発明の熱交換媒体及び熱交換器について具体的に説明する。

(1) 本発明の熱交換媒体は、上述したように、複数の薄板を備えた熱交換媒体であり、薄板の材質は金属若しくは半導体で、その形状は板状若しくはブロック状で、片面に多数の微細な突起を有している。薄板の材質としては、例えば銅、アルミニウム、ニッケル、SUS、シリコン等、腐食可能な金属若しくは半導体が挙げられる。多数の突起を有した薄板は、例えばフォトリソグラフィ、特にハーフエッチングと呼ばれる工法により作成することができる。

20

【0015】

上記薄板同士は、金属材料又は非金属材料により接合することが好ましく、夫々に異なる効果を有する。金属材料を用いる場合の接合には、2つの手法が考えられる。第1の手法としては、薄板を錫、銀などでメッキした後に積層、固定し、還元雰囲気の中で加熱し、メッキ皮膜を溶融させろう材として用いることで接合することが挙げられる。この場合は、全体が金属であるため、耐熱性と熱伝導性を良好に保つことができる。

第2の手法としては、薄板の素材自身の拡散による接合であり、一般に「拡散接合」と呼ばれる手法が挙げられる。この場合は、接合界面がなくなるため、上記のろう付けよりも更に良好な熱伝導性を保持することができる。

30

非金属材料を用いる場合には、薄板の突起がない面に樹脂系の接着剤を薄く塗布し、貼り合わせる手法がある。非金属材料は耐熱性や耐水性で金属材料に劣る場合があるが、比較的低温で製造でき、安価で簡便である。

上記構成の熱交換媒体によれば、安価で大面積化を実現し得る熱交換効率のよい熱交換媒体が得られる。

【0016】

(2) 熱交換媒体は、上記(1)において、薄板の突起を薄板の片面のみかつ直線的に配置することが好ましい。こうした構成によれば、積層時の薄板の接着性を保ち、ひいては流路の均質性を保つことができる。

40

(3) 熱交換媒体は、上記(1)若しくは(2)において、積層された薄板は互いに金属材料で接合することが好ましい。こうした構成によれば、上述したように、全体が金属であるため、耐熱性と熱伝導性を良好に保つことができるか、あるいは良好な熱伝導性を保持することができる。

【0017】

(4) 熱交換媒体は、上記(1)若しくは(2)において、積層された薄板は互いに非金属材料で接合することが好ましいことを特徴とする。こうした構成によれば、上述したように、比較的低温で製造でき、安価で簡便である。

(5) 熱交換媒体は、上記(1)乃至(4)のいずれかにおいて、薄板の突起がない部分でかつ薄板の厚み方向に、複数の貫通孔を設けたことを特徴とする。貫通孔は、例えば両

50

面からのフォトエッチングにより作成することができる。こうした構成によれば、表面積を大きくすることができ、効率的な熱伝達が可能となる。

【0018】

(6) 本発明の熱交換器は、上述したように、上記(1)乃至(5)のいずれか一記載の熱交換媒体と、この熱交換媒体の熱源との接続面を除く少なくとも一面に付加された回転翼とを具備している。こうした構成によれば、薄板の断面を熱源に接続して積層することで、薄板の板面を熱源に接続した場合に比べて、フィン上層まで接合回数を削減することができ、結果として接合界面での熱抵抗を削減し、熱は移動し易くなる。

【0019】

(7) また、本発明の熱交換器は、上述したように、上記(1)乃至(5)のいずれか一記載の熱交換媒体と、この熱交換媒体の積層された薄板を収容する、流体流入口及び流体流出口を備えた容器と、流体流入口から流体流出口へ向けて、加圧もしくは減圧により圧送される流体を通じて熱交換を行う際に、流体が熱交換媒体の微細な流路を通過するように構成している。こうした構成によれば、流体として液体を使用するのが容易になり、また密閉空間で管理した流体を循環させることが可能になる。

10

【0020】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る熱交換器を示す。図2は図1の熱交換器を構成する熱交換媒体の説明図を示し、図2(A)は熱交換媒体の平面図、図2(B)は図2(A)の上面図、図2(C)は図2(A)の側面図を示す。

20

【0021】

図1中の符番1は、金属製の板状薄板2を複数個積層した積層体(熱交換媒体)を示す。熱源3は、熱交換媒体1の板状薄板2の積層方向に沿う一切断面に熱的に接続されている。板状薄板2の片面には、図2(A)~(C)に示すように多数の微細な円錐台状の突起4が形成されている。ここで、突起4の先端は平坦で、各突起4の高さは略同じである。これらの突起4により、板状薄板2に直線的な溝5が縦横に形成される。複数の板状薄板2は、突起4を形成した面が1つの方向(矢印a方向)に位置するように積層されている。

【0022】

前記板状薄板2の材質としては、例えば銅、アルミニウム、ニッケル、SUS、シリコン等の腐食可能な金属が挙げられる。また、シリコン等の半導体でもよい。板状薄板2の突起4は、例えばフォトエッチング、特にハーフエッチングと呼ばれる工法により作成することができる。溝幅及び残し幅は、細かいほど表面積を大きくでき、効率的に熱伝達ができる。ハーフエッチング法で作成する場合、一般的な限界値としては、溝幅が50 $\mu$ m、残し幅は50~70 $\mu$ m程度である。しかし、放熱性と流体を流す観点から溝幅は50~1000 $\mu$ mであればよい。ハーフエッチング法を用いた場合の素材厚みは特に制限はないが、フィン効率を考慮して設定するのがよい。また、積層まで含めて効率を考えるのであれば、板厚みが薄い方が、設置熱源面積あたりの積層枚数を多くすることができ、熱交換媒体表面積を大きくして効率的に熱交換することができる。

30

【0023】

また、積層した場合に、溝部分が細孔となり、冷媒の流路となるが、この細孔はなるべく直線的に配される方が、冷媒の圧力損失を小さく抑えることができる。圧力損失は、冷媒を流通させるために必要な動力と密接に関わっている。圧力損失が小さくなると、必要な動力が小さくなり、熱交換システム全体としてのダウンサイズに貢献する。

40

【0024】

第1の実施形態によれば、積層された複数の金属製の板状薄板1を有するとともに、板状薄板1は片面に多数の微細な突起3を有した構成であり、熱源2はこれらの薄板の積層方向に沿う切断面と熱的に接続されているので、安価で大面積化を実現し得る熱伝達効率及び熱交換効率のよい熱交換器が得られる。また、前記熱交換媒体1の板状薄板2の片面のみに突起4が設けられ、突起4を形成した面が1つの方向に向くように積層されている

50

ため、積層時の板状薄板 2 の接着性を保つことができ、ひいては流路の均質性を保つことができる。

【0025】

更に、図 1 のように各板状薄板 2 の切断面を熱源 3 に接続して積層することで、板状薄板 2 の板面を熱源に接続した場合に比べて、フィン上層までの接合回数を削減することができ、結果として接合界面での熱抵抗を削減し、熱は移動しやすくなる。

なお、第 1 の実施形態では、板状薄板の片面のみに溝及び突起を設けた場合について述べたが、これに限らず、板状薄板の両面に同様な溝及び突起を設けてもよい。

【0026】

(第 2 の実施形態)

図 3 は本発明の第 2 の実施形態に係る熱交換媒体を示し、図 3 (A) は板状薄板の平面図、図 3 (B) は図 3 (A) の上面図、図 3 (C) は図 3 (A) の側面図、図 3 (D) は図 3 (A) の裏面図を示す。但し、図 2 と同部材は同符番を付して説明を省略する。

【0027】

図 3 (A) ~ (D) において、符番 11 は板状薄板 2 の凹部分に形成された貫通孔を示す。貫通孔 11 は、板状薄板 2 の両面からのフォトエッチングにより作成することができる。フォトエッチングでの貫通孔 11 は、最小孔径が約 50  $\mu\text{m}$  である。孔径 50  $\mu\text{m}$  の貫通孔 11 を備えた図 3 の板状薄板 2 を作成するには、薄板の素材は厚み 50  $\mu\text{m}$  が適当であり、溝深さを 25  $\mu\text{m}$  とするとよい。

【0028】

第 2 の実施形態によれば、板状薄板 2 の凹部分でかつ厚み方向に貫通孔 11 を形成した構成であるため、第 1 の実施形態に比べて表面積を大きくすることができ、更に効率的な熱伝達が可能となる。なお、図 3 の板状薄板 2 の場合も、フォトエッチングで作成するため、突起部分は、先端が平坦であり、突起間の高さのばらつきを非常に小さくすることができる。よって均一な積層面が得られ、図 1 のように積層することができる。

【0029】

(第 3 の実施形態)

図 4 は本発明の第 3 の実施形態に係る熱交換器の説明図を示す。但し、図 1、図 2 と同部材は同符番を付して説明を省略する。

図 4 中の符番 12 は、熱交換媒体 1 の熱源 3 との切断面とは反対側の切断面に配置された回転翼 (ファン) を備えたファンユニットを示す。なお、図 4 中の符番 13 は流体の流れ方向を示す。

【0030】

第 3 の実施形態によれば、熱交換媒体 1 の熱源 3 との切断面とは反対側の切断面にファンユニット 12 を配置した構成にすることにより、流体を熱交換媒体 1 の流路に強制的に供給することができ、より効率よく熱交換することができる。

なお、第 3 の実施形態では、上方から下方に流体を流通させ、熱交換媒体に流体を送り込む形としているが、流体の流通方向は逆でもよい。また、ファンユニットの設置場所は上面ではなくともよく、側面 (図 4 の手前面もしくは奥側面もしくは右側面) でもよい。

【0031】

更に、流体は気体でも液体でもよく、使用箇所に適したものを選択すればよい。

【0032】

(第 4 の実施形態)

図 5 (A), (B) は本発明の第 4 の実施形態に係る熱交換器の説明図を示し、図 5 (A) は熱交換器の上面図、図 5 (B) は図 5 (A) の側面図を示す。但し、図 1, 図 2, 図 4 と同部材は同符番を付して説明を省略する。

図中の符番 14 は、流体流入口 15 及び流体流出口 16 を備えた容器である。この容器 14 内に、熱交換媒体 1 が収容されている。容器 14 の底部側には熱源 3 が接続されている。こうした容器 14 内では、流体流入口 15 から流体流出口 16 へ向けて、加圧もしくは減圧により圧送される流体 (例えば水) を通じて熱交換を行う際に、流体が熱交換媒体

10

20

30

40

50

1の微細な流路を通過するように構成されている。

【0033】

第4の実施形態によれば、熱交換媒体1の一構成である積層された板状薄板(積層体)を容器14内に封じるとともに、積層体と熱源3とを容器14を介して熱的に接続し、流体流入口15より例えば水のような液体を注入し、熱交換媒体1で熱交換を行い、流体流出口16より吐出する仕組みである。このような構成にすることで、流体としての液体(水)を使用することが容易になり、また密閉空間で管理した流体を循環させることが可能になる。

【0034】

なお、気体を用いた強制冷却は、第3の実施形態に記載したように、ファンユニットを用いることで実施可能であるが、液体を用いる場合は何らかの容器と送液機構が必要となる。

また、第4の実施形態では、液体として水を用いた場合について述べたが、これに限らず、エチレングリコール溶液のような不凍液を用いてもよい。更に、上記熱交換媒体は、数10 $\mu$ mの流路幅であり、ゴミが詰まりやすいため、数 $\mu$ mオーダーもしくはそれ以下の孔径のフィルタを用いて、流体が容器に入る前に、事前に流体をろ過する仕組みにすることが好ましい。これにより、流体の管理を的確に行うことができる。

【0035】

容器の材質は、熱交換媒体を構成する板状薄板と同じものでもよいし、異なってもよいが、熱伝導性が高く、薄くできるものがよい。特に熱源と接する面の熱伝導率は重要である。容器と板状薄板の接合は、ロウ付けを用いても摩擦圧接を用いても拡散接合を用いてもその他の手法でもよいが、コスト的制約の許す範囲で、熱伝導の有利な手法を用いるのがよい。

【0036】

なお、本発明は、上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る熱交換器の説明図である。

【図2】図1の熱交換器を構成する熱交換媒体の説明図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る熱交換器の一構成である熱交換媒体の説明図である。

【図4】本発明の第3の実施形態に係る熱交換器の説明図である。

【図5】本発明の第4の実施形態に係る熱交換器の説明図である。

【符号の説明】

【0038】

1...熱交換媒体、2...板状薄板、3...熱源、4...突起、5...溝、11...貫通孔、12...ファンユニット、14...容器、15...流体流入口、16...流体流出口。

10

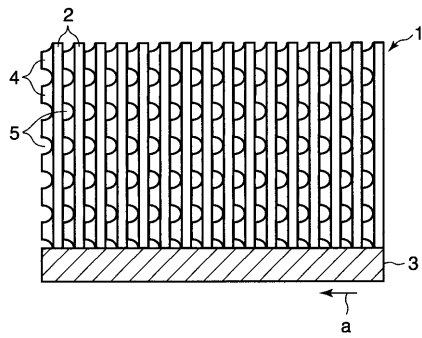
20

30

40

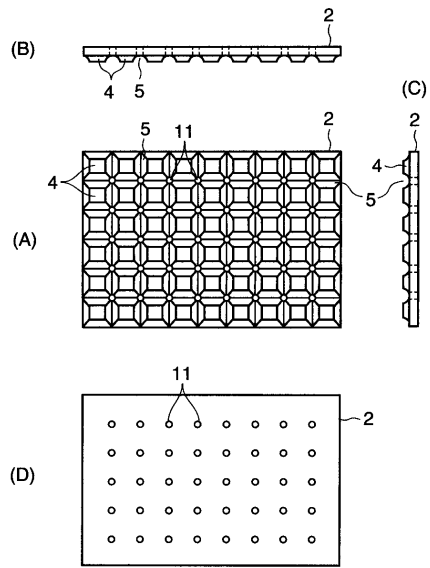
【 図 1 】

図 1



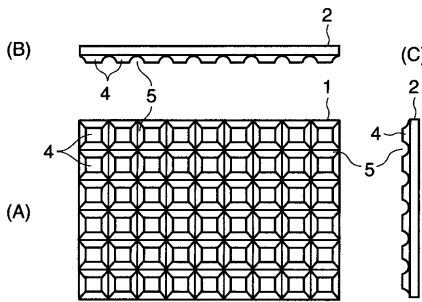
【 図 3 】

図 3



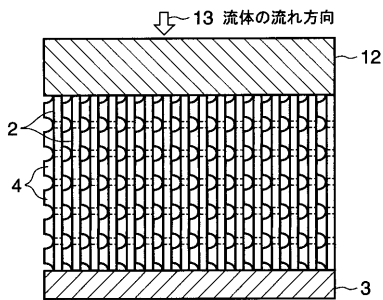
【 図 2 】

図 2



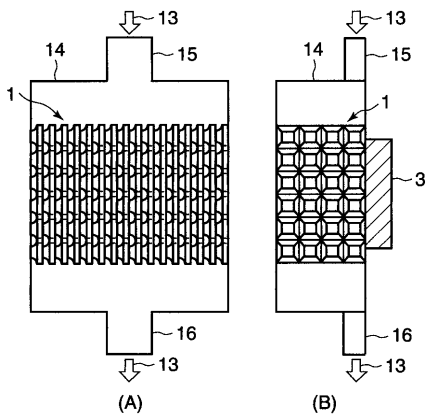
【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5



## フロントページの続き

- (74)代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618  
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034  
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100101812  
弁理士 勝村 紘
- (74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎
- (74)代理人 100100952  
弁理士 風間 鉄也
- (74)代理人 100070437  
弁理士 河井 将次
- (74)代理人 100124394  
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807  
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073  
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (74)代理人 100127144  
弁理士 市原 卓三
- (74)代理人 100141933  
弁理士 山下 元
- (72)発明者 早見 徳介  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 原口 智  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 久里 裕二  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 新藤 尊彦  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 亀田 常治  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 伊藤 義康  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5E322 AA01 AA07 BB03 DA00 FA01  
5F136 CB07 CB08 CB13 FA02 FA03 FA06