

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5331475号  
(P5331475)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 23/473 (2006.01)	HO 1 L 23/46 Z
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 Z

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-515836 (P2008-515836)	(73) 特許権者	503379416
(86) (22) 出願日	平成18年6月6日(2006.6.6)		ウォルベリン チューブ, インコーポレ
(65) 公表番号	特表2008-543112 (P2008-543112A)		イテッド
(43) 公表日	平成20年11月27日(2008.11.27)		アメリカ合衆国 35801 アラバマ州
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/021959		, ハンツビル, スーツ 1000,
(87) 国際公開番号	W02006/133211		クリントン アベニュー 200
(87) 国際公開日	平成18年12月14日(2006.12.14)	(74) 代理人	100099793
審査請求日	平成21年6月3日(2009.6.3)		弁理士 川北 喜十郎
(31) 優先権主張番号	60/688, 254	(72) 発明者	トーアズ, ペトア
(32) 優先日	平成17年6月7日(2005.6.7)		アメリカ合衆国 35603 アラバマ州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		, デカトゥア, ウィロー ベンド ロ
前置審査			ード, エス イ, 4222
		審査官	石野 忠志
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品冷却用の伝熱面

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子部品から熱を移し取るための冷却システムを形成する方法であって、

- a. 第1の側と、第1の側と反対の第2の側とを有する素材片を提供することと、
- b. 素材片の第1の側から延在し且つ第1のチャンネル組を画定する第1のフィン組を形成することと、
- c. 素材片の第2の側から延在し且つ第1のフィン組と鋭角をなして第2のチャンネル組を画定する第2のフィン組を形成することと、
- d. 素材片内を延在し且つ第1及び第2のチャンネル組を連結する複数の通路を形成することと、
- e. フィンの少なくともいくつかを形成した後に素材片を伸張することと、
- f. 素材片を電子部品に取り付けること、とを含む方法。

【請求項 2】

素材片は厚みを有し、

第1のチャンネル組又は第2のチャンネル組の少なくともいくつかのチャンネルが、素材片においてその厚さの半分を超えて延在して、素材片内を延在し且つ第1及び第2のチャンネル組を連結する複数の通路を形成する請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

第1のフィン組及び第2のフィン組を形成することは、素材片をカットして層を形成すること及び層をリフトしてフィンを形成することを含む請求項1に記載の方法。

**【請求項 4】**

第 1 のフィン組のフィン及び第 2 のフィン組のフィンが先端を有し、第 1 のフィン組又は第 2 のフィン組のフィンの先端の少なくともいくつかを平坦にすることを更に備える請求項 1 に記載の方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

関連出願の参照情報：本出願は、2005 年 6 月 7 日に提出された、発明の名称が「電子部品冷却用の伝熱面」である米国特許仮出願第 60 / 688, 254 号の優先権を主張し、上記米国仮出願の開示全てをここに援用して本文の記載の一部とする。

10

**【0002】**

本発明は、概して、伝導的に電子部品に取り付け可能であり且つその電子部品を冷却可能な冷却面に関する。

**【背景技術】****【0003】**

コンピュータのような電子装置（デバイス）は、コンピュータチップの情報を処理するが、チップは使用中に熱を発生させる。チップがより早く又はより長時間情報を処理するほど、チップはより熱くなる。もしもチップが熱くなりすぎると、チップは焼き付いてしまいかさもなければ故障してしまう。従って、処理中のチップを冷却する構造が提供されている。例えば、コンピュータには、チップが熱くなりすぎつつあることをコンピュータが検知すると作動するファンが備えられている。さらに、コンピュータはまた、チップが熱くなりすぎつつあることをコンピュータが検知すると、処理速度を遅くする。これらの従来の冷却方法は、部品にダメージを与えるのを防ぐのに十分には電子部品を冷却しないため、しばしば効果的ではない。

20

**【0004】**

他の従来の冷却装置及び方法において、伝導構造体がチップに隣接して取り付けられて、熱をチップから構造体へと逃がすように伝導する。このような構造体は様々な形状にすることが出来る。例えば、銅ブロックは、チップに取り付けられて、熱をチップからそれに取り付けられたブロックに伝導するようにされている。そのようなブロックの一つの表面には、伝熱を改良（強化）するために、フィンが取り付けられてきた。しかしながら、多くの場合、このような構造体では十分にチップを冷却できないので、結局チップは焼きついてしまうか、そうでなければ正常に機能しなくなる。

30

**【発明の開示】****【0005】**

本発明は電子チップのような電子部品に、電子部品の冷却をより良く促進する冷却面を提供する。説明を容易にするために、冷却面は電子チップと共に用いられるものとして説明されているが、出願人は冷却面が電子チップと共にのみ用いられることを意図するものではない。むしろ、当業者であれば、冷却面は、その冷却が促進されることが所望されているいかなる電子部品と共に用いられ得ることがわかるだろう。第 1 のチャンネル（流路）組を画定する第 1 のフィン組が、冷却面の一方の側に備えられている。第 1 の組のフィンと第 1 の組のチャンネルは、冷却面において第 1 の方向に向きが付けられている。第 2 のチャンネル組を画定する第 2 のフィン組が、冷却面の、第 1 のフィン組及び第 1 のチャンネル組と反対側に備えられている。第 2 の組のフィンと第 2 の組のチャンネルは、冷却面において第 2 の方向に、好ましくは第 1 の方向に対して角度をなして、向きが付けられている。第 1 及び第 2 の組のチャンネルを接続する通路が冷却面内を延在している。

40

**【0006】**

冷却面は電子チップに取り付けられる。第 1 のフィン組のフィンの先端は、冷却面の（第 1 のフィンを介しての）電子チップへの取り付けを容易にするために、平坦にすることが出来る。液体冷媒が、少なくともチャンネル組のうちの少なくとも一方に、好ましくは電子チップに直近の第 1 のチャンネル組のチャンネルに供給される。液体冷媒が冷却面に供給さ

50

れるにつれ、第１のチャンネル組のチャンネルは液体冷媒で満たされる。液体冷媒は通路を流れて第２のチャンネル組のチャンネル内へと流れ込む。その際に、液体冷媒は第１及び第２のフィン組のフィンの壁面を被覆する。

【０００７】

電子チップの温度が上がると、冷却面はチップから熱を逃がす。熱は次いで、冷却面のフィンを被覆している冷媒に伝えられる。少なくとも液体冷媒のいくらかは蒸発し、その結果生じる蒸気が冷却面内の通路を通過してチップから離れて出て行く。

【０００８】

電子部品冷却面、電子部品冷却面を形成する方法、電子部品冷却システムが提供される。

10

【０００９】

本発明は添付された特許請求の範囲の特徴を用いて説明されている。本発明の利点と特徴がより良く理解されるために、下記の図面及び説明を参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】

図１は、本発明の部分的に形成された面１０の一実施形態を示している。面１０は二組のフィン１６、１８（フィン１６の組及びフィン１８の組）によってそれぞれ形成された二組のチャンネル１２、１４（チャンネル１２の組及びチャンネル１４の組）を含む。面１０は、下側チャンネル１２の組がチップに隣接して位置付けられ且つ第１の方向に延在するように、並びに上側チャンネル１４の組が下側チャンネル１２の組の上方に位置付けられ且つ第１の方向と角度を成す第２の方向に延在するように、マイクロチップ（図に示されていない）に取り付けられることが好ましいが、そうである必要はない。チャンネル１２、１４の組は、複数の通路２０（図９参照）によって互いに連結されることが好ましい。

20

【００１１】

面１０は好ましくは伝導性材料、例えば金属（銅、チタン、アルミ、金、ステンレスなどを含む）の素材片（ブランク）から形成され、より好ましくは銅で形成される。しかしながら、面１０は炭素含有量が多い炭化物のような、いかなる高伝導性素材から形成することが出来る。炭素それ自体を用いて面１０を形成することが出来る。

【００１２】

図１は素材片１１から形成された面１０が部分的に形成された状態を示している。完成された面１０においては、素材片１１全体にわたってフィン１６、１８が形成されることが好ましいが、そうである必要はない。面１０を形成するために、直立する下側フィン１６の組は素材片１１の一方の側に形成され、それによって隣接するフィン１６間に下側チャンネル１２の組が創出される。次いで、直立する上側フィン１８の組は素材片１１の下側フィン１６の組と反対側に形成され、それによって隣接するフィン１８間に上側チャンネル１４の組が創出される。フィン１６、１８の組は当技術分野において知られた多くの方法によって形成し得るが、フィン１６、１８の組をカットし次いでフィン１６、１８の組を所望の角度に持ち上げる（リフトする）ことによって作られることが好ましい。より具体的には、フィン１６、１８の組は、素材片１１の表面をカットして層を作り、カットされた層を所望の角度にリフトし、それによって直立したフィン１６、１８の組が形成される。このカット及びリフト方法及び、この方法を行う工具は同時係属出願である米国特許出願公開第ＵＳ２００４／００６９４６７号及び米国特許出願公開第ＵＳ２００５／０１４５３７７号において開示されており、それら開示の全てをここに援用して本文の記載の一部とする。フィン１６、１８の組を平坦な素材片に形成してもよいが、好ましい方法においては、カットされていない素材片が半円状に湾曲するように回転可能なドラムの周りに巻き付けられる。この形状において、素材片は管の表面を模倣し、管表面を改良（強化）する従来の技術を素材片のそれぞれの側に用いてフィン１６、１８を形成してもよい。フィン１６、１８の組のうちどちらを（そしてそれゆえに、チャンネル１２、１４のチャンネルのうちどちらを）先に素材片に形成しても違いはない。

30

40

【００１３】

50

フィン 16、18 によって形成されたチャンネル 12、14 が素材片 11 の厚みの中央線を越えて延在することが好ましいが、そうである必要はない。このように、通路 20（図 9 参照）が下側チャンネル 12 の組と上側チャンネル 14 の組の交点において形成されて、下側チャンネル 12 の組及び上側チャンネル 14 の組の間を超えて延在する。チャンネル 12 の、素材片の中央線を越えて延在する部分は、それに対応するチャンネル 14 の部分であって、素材片の中央線を越えて延在する部分と交差する。この交差によって、通路 20 が 2 つのチャンネル 12、14 の間に形成される。図 9、10 に通路 20 を示す。チャンネル 12 の組及びチャンネル 14 の組の両方が素材片の厚さの中央線を越えて延在することが好ましいが、チャンネル 12 の組及びチャンネル 14 の組のうち一方のみのチャンネルが延在して通路 20 を形成してもよい。

10

#### 【0014】

図 1 のフィン 16、18 の組（そしてその結果形成されるチャンネル 12、14 の組）は互いに垂直に方向付けられているものとして示されているが、フィン 16 の組とフィン 18 の組は互いに対していかなる角度を成して形成され得る。さらに、下側フィン 16 の組及び／又は上側フィン 18 の組内のフィン（そしてそれゆえに下側チャンネル 12 の組及び／又は上側チャンネル 14 の組内のチャンネル）は、互いに平行である必要はない。

#### 【0015】

冷却面 10 上に作られ得るフィン 16、18 の数（そしてそれゆえにチャンネル 12、14 の数）はいずれの数であってよい。本文で「フィンピッチ」という用語が用いられるが、これは単一のチャンネルの幅にそのチャンネルを画定するフィンのうちの一つの厚みを加えたものとして定義される。上側フィン 18 の組と下側フィン 16 の組のフィンピッチは、1 インチ当たり 20 ~ 1,200 個のフィン（1 cm 当たり約 7.9 ~ 約 472.4 個のフィン）であることが好ましいが、そうである必要はない。フィンピッチは、下側フィン 16 の組のフィンピッチが上側フィン 18 のフィンピッチと異なるように、下側フィン 16 の組と上側フィン 18 の組の間で変えてもよい。また、上側フィン 18 の一部のフィンが上側フィン 18 の別の一部のフィンと異なるフィンピッチを有するように、フィンピッチを上側フィン 16 の組と下側フィン 18 の組の各々において変えることも出来る。

20

#### 【0016】

さらにフィン 16、18 の高さ（そしてそれゆえに下側及び上側のチャンネル 12、14 の深さ）もまた、下側フィン 16 の組のフィン高さが上側フィン 18 の組のフィン高さとは異なるように、下側フィン 16 の組と上側フィン 18 の組との間で変えてもよい。同様に、上側フィン 18 の一部のフィンが上側フィン 18 の別の一部のフィンと異なるフィン高さを有するように、フィン高さを下側フィン 16 の組と上側フィン 18 の組の各々において変えることも出来る。

30

#### 【0017】

フィン 16 の組及びフィン 18 の組、並びにチャンネル 12 の組及びチャンネル 14 の組の最適な幾何形状（ジオメトリー）は、用いられる冷媒の型と面 10 から取り除く必要のある熱の量とを含む、多くの要因に依って決まるであろう。フィン 16 の組及びフィン 18 の組各々のアスペクト比  $A$ （フィン高さ ÷ チャンネル幅として規定される）は、好ましくは  $0.1 < A < 400$  の範囲であり、さらに好ましくは  $0.1 < A < 40$  の範囲であるが、

40

#### 【0018】

図 3 は面 10 の、1 インチ当たり 100 個のフィン（1 cm 当たり約 39.4 個のフィン）のフィンピッチ及び 0.023 インチ（約 0.0091 cm）のフィン高さを有するフィン 16 によって形成された下側チャンネル 12 の組の断面図である。図 4 は面 10 の、1 インチ当たり 200 個のフィン（1 cm 当たり約 78.7 個のフィン）のフィンピッチ及び約 0.0205 インチ（約 0.0081 cm）のフィン高さを有するフィン 18 によって形成された上側チャンネル 14 の組の断面図である。図 5 は面 10 の、1 インチ当たり 200 個のフィン（1 cm 当たり約 78.7 個のフィン）のフィンピッチ及び約 0.0175 インチ（約 0.0069 cm）のフィン高さを有するフィン 18 によって形成された

50

上側チャンネル１４の組の断面図である。図６は面１０の、１インチ当たり２００個のフィン（１ｃｍ当たり約７８．７個のフィン）のフィンピッチ及び約０．０２１インチ（約０．００８３ｃｍ）のフィン高さを有するフィン１６によって形成された下側チャンネル１２の組の断面図である。図７はチャンネル１４を形成する上側フィン１８の組の平面図である。

#### 【００１９】

使用に際し、面１０は、下側チャンネル１２の組がチップに直近となるようにチップに取り付けられることが好ましい。面１０は、半田付け方法、接着剤又は糊を使用する方法など、いかなる数多くの方法でチップに取り付けることが出来る。チップの冷却を更に促進するために、接着剤又は糊は伝導性のものであることが好ましい。

10

#### 【００２０】

チップへの面１０の取り付け及び保持を促進するために、図２、３及び６で示されているように、下側フィン１６の組のフィン先端が平坦にされることが好ましいが、そうである必要はない。このように先端を平坦にすることによって、チップに取り付ける為の付加的な表面積が創出される。さらに、下側フィン１６の組の平坦にされたフィン先端によって創出された付加的な表面積は、熱伝導を支援する。図８はチャンネル１２を形成する下側フィン１６の組の平面図である。下側フィン１６の組のフィン先端は平坦にされている。

#### 【００２１】

フィン１６の組のフィン先端は従来技術又は米国特許出願公開第ＵＳ２００５／０１４５３７７号に記載されている技術を用いて平坦にし得る。米国特許出願公開第ＵＳ２００５／０１４５３７７号の開示全てをここに援用して本文の記載の一部とする。平坦化に加えて、フィン１６の組のフィン先端はまた、曲げられて比較的平坦な表面を形成してもよいし、又は厚みをつけられた先端を有するようにカットされてもよく、これによって先端において取り付けのための付加的な表面積がさらに創出される。フィン先端を曲げるための及びフィン先端に厚みを付けるための方法及び工具もまた、隣接するフィンの先端に互いに角度をつける（これは本出願においても意図されている）ための方法及び工具と共に、米国特許出願公開第ＵＳ２００５／０１４５３７７号に記載されている。上側フィン１８の組の、フィン先端を平坦にするか又はそうでなければ別な方法で強化することを、下側フィン１６の組のフィン先端を平坦化することに加えて又はその代わりに行うことも、本発明の範囲内である。

20

30

#### 【００２２】

チップの使用中に、チャンネル１２の組とチャンネル１４の組の少なくとも一方に液体冷媒が供給される。冷媒は少なくとも下側チャンネル１２の組に供給されることが好ましい。水と、３Ｍ社によって製造されたＨＦＥ ７１００を含むがそれらには限定されない数多くの冷媒が使用できる。代替的に、ＤｕＰｏｎｔ又はＡｌｌｉｅｄ Ｓｉｇｎａｌのような製造業者が１３４Ａ又は１２３として知られている冷媒を製造しており、冷媒１３４Ａ、１２３もまた本発明に使用されるのに好適である。冷媒は下側チャンネル１２の組に流れ込んで、下側フィン１６の組のフィン表面を被覆する（覆う）。下側チャンネル１２の組が冷媒で満たされるにつれ、冷媒は通路２０を通して放出され、そして上側チャンネル１４の組へと流れ込んで、少なくとも上側フィン１８の組のいくつかのフィン表面を覆う。別の実施例において、冷媒は、下側チャンネル１２の組に供給する代わりに又はそれに加えて、上側チャンネル１４の組に直接供給してもよい。

40

#### 【００２３】

チップによって発生した熱は伝導性面１０に伝えられる。この伝熱の抗力によって、チャンネル１２、１４内の液体冷媒の温度が上がり、少なくとも液体冷媒のいくらかを蒸気へと変える。下側チャンネル１２の組において発生された蒸気の少なくともいくらかは、通路２０を通して上側チャンネル１２の組へと放出され、それによって熱がチップから運び去られる。さらに、蒸気化していない液体冷媒はチャンネル１２、１４を通して流れてチャンネル１２、１４から出て行くので、チップによって発生した熱はそのような冷媒中で運び去られる。このようにして、チップによって発生した熱は、液体又は蒸気の状態で冷媒によ

50

て運び去られる。

【 0 0 2 4 】

ポンプ（図示されていない）を使用して、液体冷媒をチャンネル 1 2、1 4 の片方又は両方へと送り出して、それによって冷媒の全てが蒸気となることを防ぐことが出来る。あるいは、冷媒のいくらかが伝熱プロセス中に蒸気となってしまっても、ポンプは、液体冷媒と蒸気が組み合わされてチャンネル 1 2、1 4 に存在するように、液体冷媒を冷却面 1 0 に補充する。ポンプは冷媒をチャンネル 1 2、1 4 の組に供給し続けることが出来る。代替的に、ポンプのためのコントローラーを使用して、チップの温度を監視してもよいし、そして温度が前もって決められた温度まで上昇した時のみにポンプが作動するようにしてもよい。

10

【 0 0 2 5 】

チャンネル 1 2、1 4 の組に冷媒を（連続的に又はセンサ用いて）供給することにより、フィン 1 6、1 8 の組が確実に冷媒で覆われたままとなる。冷媒の薄膜のみがフィン 1 6、1 8 の組を覆うことが望ましい。伝熱係数は、チップから熱がどれだけ効率的に移し取られるかの指標である。伝熱係数が高いほど、熱は確実により効果的に移し取られる。冷媒の薄膜が好ましい理由は、伝熱係数がフィン 1 6、1 8 の冷媒層の厚さに反比例するためである。従って、冷媒の薄膜は高い伝熱係数を確保するので、それゆえに面 1 0 のチップから熱を移し取る性能を向上させる。

【 0 0 2 6 】

冷却面 1 0 に、フィン 1 6 の組とフィン 1 8 の組の二つのフィン組で形成されるチャンネル 1 2 の組及びチャンネル 1 4 の組の二つのチャンネル組を備えることは、本出願において特に有益である。フィン 1 6、1 8 の二つのフィン組の形成によって、チャンネルとフィンそれぞれ 1 組しか持たない冷却面と比べて、面 1 0 のフィンの高さは実質的に 2 倍になり、その結果冷媒に接触するのに利用できる表面積も実質的に 2 倍になる。表面積が増加することで、より多くの熱をチップから取り去って冷媒へと伝熱することが可能となる。

20

【 0 0 2 7 】

図 1 と 9 は、面 1 0 において、上側フィン 1 8 の組と上側チャンネル 1 4 の組が下側フィン 1 6 の組と下側チャンネル 1 2 の組に対して実質的に 9 0 度の角度がつけられて形成されていることを示している。しかしながら、上述したように、上側及び下側のフィン組並びにチャンネル組は互いに対して 9 0 度の角度をなして向きが付けられる必要はない。むしろ、図 1 0 に示すように、上側及び下側のフィン組並びにチャンネル組は互いに鋭角を成して形成されてよい。

30

【 0 0 2 8 】

本発明の一実施形態において、冷却面 1 0 は形成された後に伸張させる（ストレッチさせる）ことができる。伸張させることは、互いに鋭角を成して向きが付けられたフィン 1 6、1 8 の組及びチャンネル 1 2、1 4 の組を有する面 1 0 に特に好適である。伸張させることによって製造上の便利さがもたらされる。具体的な用途のために意図された特性（フィンの高さ、ピッチ等）をそれぞれ有する様々な冷却面を製造するのに対して、単一の冷却面 1 0 を製造し、次いで冷却面 1 0 を特定の用途に合わせて調整するために伸張してもよい。たとえば、面 1 0 を伸張することによって、フィンピッチを増やすこと又はアスペクト比を変えることができる。さらに、上述したように、フィン 1 6、1 8 の組内における全てのフィンは同じフィンピッチを持つ必要はなく、又はフィン総数が同じである必要はなく、同じフィンピッチやフィン総数を有していないほうが却って望ましいこともあるであろう。冷却面 1 0 を伸張させることにより、フィン特性をフィン 1 6、1 8 の組内で選択的に変化させて冷却面 1 0 を特定の用途に合わせてよりよく調整することが可能になり、それによって冷却面 1 0 の効果を強化できる。図 1 0 は部分的に伸張された面 1 0 を示している。図 1 0 において、面 1 0 の左下隅の部分は、面 1 0 のそれ以外の部分よりも少ない度合いで伸張されている。

40

【 0 0 2 9 】

上記の説明は本発明の実施形態を示し、説明し且つ記載するためのものである。実施形

50

態へのさらなる変更および改造は当業者にとって明らかであろうし、本発明の範囲又は精神を逸脱することなく変更および改造を行ってよい。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は本発明の一実施形態に従う冷却面の斜視図である。

【図2】図2は、図1の冷却面の部分的な端面図であり、下側フィンを示す。

【図3】図3は本発明の一実施形態に従う冷却面の、下側フィンの断面図の顕微鏡写真である。

【図4】図4は本発明の一実施形態に従う冷却面の、上側フィンの断面図の顕微鏡写真である。

【図5】図5は本発明の別の実施形態に従う冷却面の、上側フィンの断面図の顕微鏡写真である。

【図6】図6は本発明の別の実施形態に従う冷却面の、下側フィンの断面図の顕微鏡写真である。

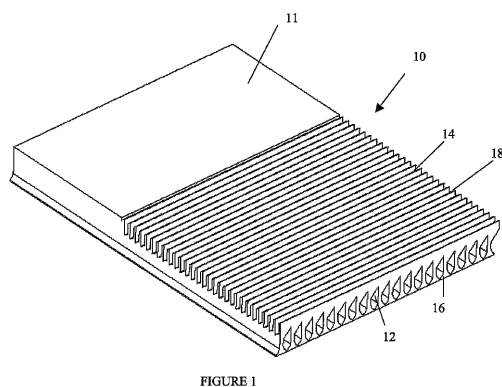
【図7】図7は本発明のさらに別の実施形態に従う冷却面の、上面図の顕微鏡写真である。

【図8】図8は本発明のさらに別の実施形態に従う冷却面の、底面図の顕微鏡写真である。

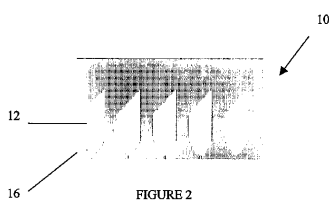
【図9】図9は本発明の一実施形態に従う電子部品用冷却面の上面図の拡大写真である。

【図10】図10は本発明の一実施形態に従う電子部品用冷却面の上面図の拡大写真であり、上面を伸長された後の状態を示す。

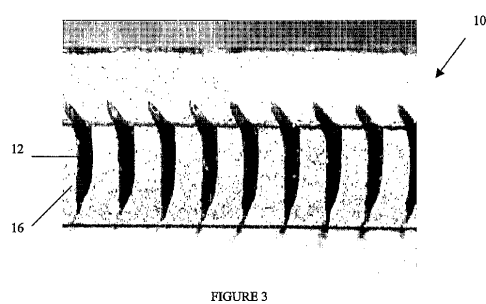
【図1】



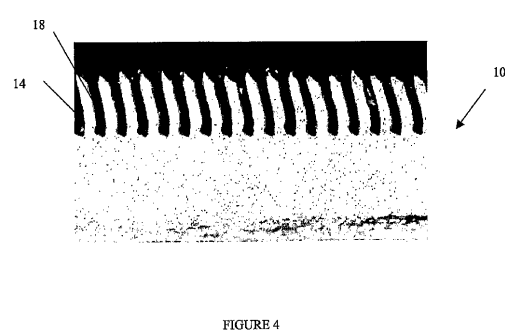
【図2】



【図3】



【図4】



10

20

【図 5】

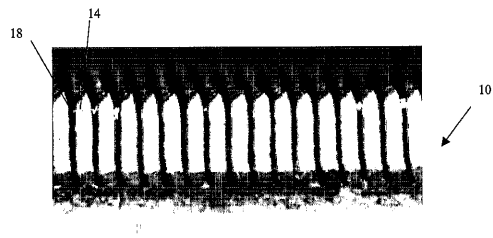


FIGURE 5

【図 6】

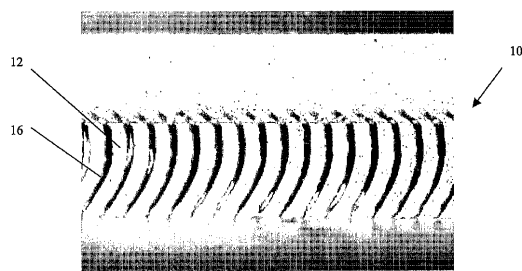


FIGURE 6

【図 7】

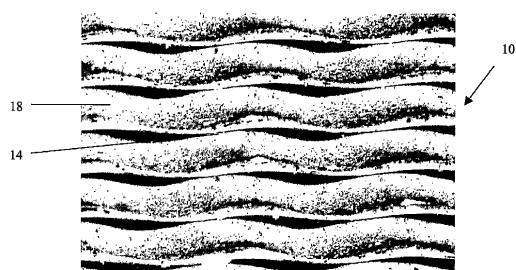


FIGURE 7

【図 8】

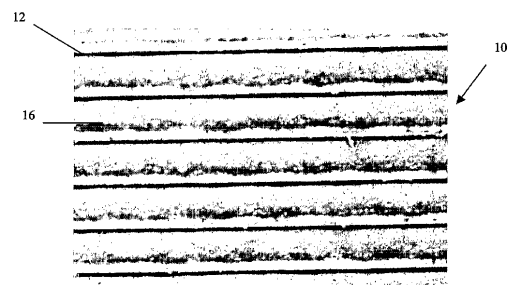


FIGURE 8

【図 9】

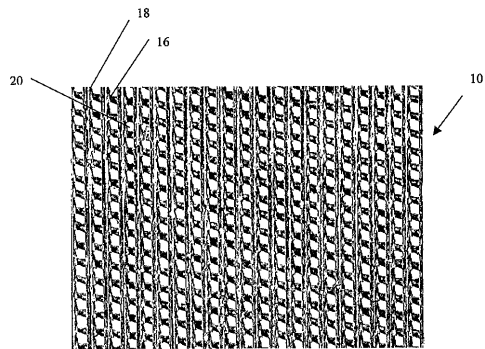


FIGURE 9

【図 10】

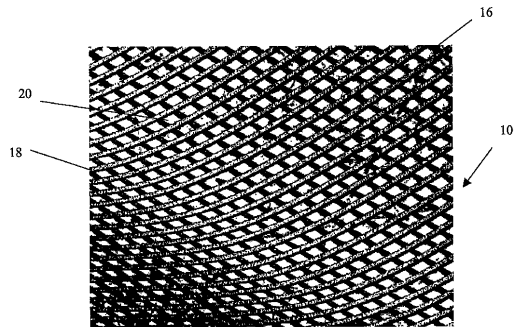


FIGURE 10



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 63 - 047959 (JP, A)  
特開平 10 - 047884 (JP, A)  
特開 2000 - 260916 (JP, A)  
特開平 10 - 313080 (JP, A)  
米国特許第 05761037 (US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 23/34 - 23/473