

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-533577

(P2017-533577A)

(43) 公表日 平成29年11月9日(2017.11.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05K 7/20 (2006.01)</b>	H05K 7/20	H 3H077
<b>F04B 45/047 (2006.01)</b>	F04B 45/047	C 5E322
<b>H01L 23/467 (2006.01)</b>	H01L 23/46	C 5F136

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-510566 (P2017-510566)  
 (86) (22) 出願日 平成26年8月28日 (2014. 8. 28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年3月30日 (2017. 3. 30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/053078  
 (87) 国際公開番号 W02016/032473  
 (87) 国際公開日 平成28年3月3日 (2016. 3. 3)

(71) 出願人 506388923  
 ジーイー・アビエーション・システムズ・  
 エルエルシー  
 アメリカ合衆国 ミシガン州 49512  
 , グランド ラピッズ, エス. イー., パ  
 ターソン アベニュー, 3290  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (74) 代理人 100113974  
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気冷却システムおよび気流発生器

(57) 【要約】

熱放射素子 1 2、1 1 2、2 1 2 を冷却するための、合成ジェットまたは気流発生器 2 0、1 2 0、2 2 0 を利用する空気冷却システム 1 0、1 1 0、2 1 0、および圧電体 2 6、1 2 6、2 2 6 を利用する気流発生器。圧電体 2 6、1 2 6、2 2 6 の作動が 1 つまたは複数の可撓性構造体 2 2、2 4、1 2 2、1 2 4、2 2 1 の移動をもたらして 1 つまたは複数の空洞 2 8、3 0、3 2、1 2 8、2 2 8、2 3 0、2 3 2 の容積を増大させて空気を引き込み、次いで 1 つまたは複数の空洞 2 8、3 0、3 2、1 2 8、2 2 8、2 3 0、2 3 2 の容積を減少させて引き込んだ空気を押し出す。

【選択図】 図 3

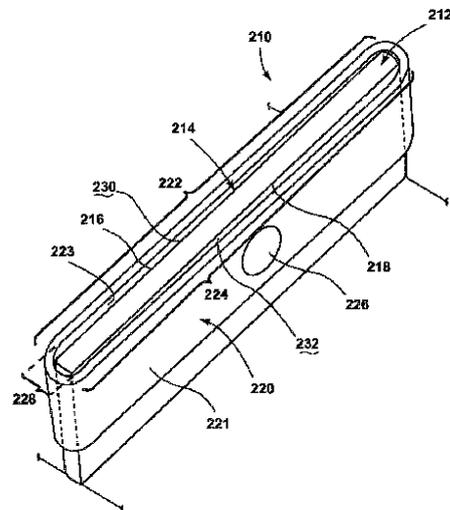


FIG. 3

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内部（115）または外部（14）の少なくとも1つを有する熱放射素子（12、112）と、

間に空洞（30、32、128）を画定する、対向し間隔を空けた可撓性プレート（22、24、122、124）を有する圧電式空気発生器（20、120）と、を備え、前記圧電合成ジェット（20、120）が、前記可撓性プレート（22、24、122、124）が前記内部（115）に配置される前記熱放射素子（112）の前記内部（115）の中か、または前記熱放射素子（12）の少なくとも一部が前記空洞（30、32）内に延在する前記熱放射素子（12）の前記外部（14）の周りのどちらかに位置する空気冷却システム（10、110）。 10

## 【請求項 2】

前記熱放射素子（12、112）は、熱発生素子または熱交換素子をさらに含む、請求項1記載の空気冷却システム（10、110）。

## 【請求項 3】

前記熱交換素子は、ヒートシンクのフィンを含む、請求項2記載の空気冷却システム（10、110）。

## 【請求項 4】

前記圧電式空気発生器（20、120）の前記可撓性プレート（22、24、122、124）は、動作可能に結合され、前記フィンの少なくとも一部を包囲する、請求項3記載の空気冷却システム（10、110）。 20

## 【請求項 5】

前記可撓性プレート（22、24、122、124）は一体的に形成される、請求項4記載の空気冷却システム（10、110）。

## 【請求項 6】

複数の圧電体（26、126）は、前記可撓性プレート（22、24、122、124）の少なくとも一方に配置される、請求項1記載の空気冷却システム（10、110）。

## 【請求項 7】

少なくとも第1の表面（216）および第2の表面（218）を有する物体と共に使用される気流発生器（220）であって、 30

第1の側面（223）を有する可撓性構造体（221）であって、前記可撓性構造体（221）の前記第1の側面（223）の第1の部分（222）が対象物の第1の表面（216）の一部分から離間してその間に第1の空洞（230）を画定し、前記可撓性構造体の前記第1の側面（223）の第2の部分（224）が前記対象物の前記第2の表面（218）の一部分から離間してその間に第2の空洞（232）を画定する、可撓性構造体（221）と、

前記可撓性構造体（221）上に配置された少なくとも1つの圧電体（226）と、を備え、

前記少なくとも1つの圧電体（226）の作動は、前記可撓性構造体（221）の移動をもたらして、前記第1の空洞（230）または前記第2の空洞（232）のうちの少なくとも1つの容積を増大させて空気を引き込み、次いで前記第1の空洞（230）または前記第2の空洞（232）の容積を減少させて、前記引き込んだ空気を押し出して、気流発生器（220）によって生成された前記気流によって対象物が冷却される気流発生器（220）。 40

## 【請求項 8】

複数の圧電体（226）が前記可撓性構造体（221）上に配置される、請求項7記載の気流発生器（220）。

## 【請求項 9】

前記複数の圧電体（226）のうちの少なくとも1つは、前記第1の空洞（230）に隣接して配置され、前記複数の圧電体（226）の少なくとも別の1つは、前記第2の空洞 50

(232)に隣接して配置される、請求項8記載の気流発生器(220)。

【請求項10】

前記複数の圧電体(226)の作動は、前記可撓性構造体(221)の動きをもたらして、前記第1の空洞(230)と前記第2の空洞(232)の両方の容積を増大させて空気を引き込み、次いで前記第1の空洞(230)および前記第2の空洞(232)の容積を減少させて、前記引き込んだ空気を押し出して、気流発生器(220)によって生成された気流によって前記対象物が冷却される、請求項8記載の気流発生器(220)。

【請求項11】

前記複数の圧電体(226)は、同時に作動するように構成される、請求項8記載の気流発生器(220)。

10

【請求項12】

前記可撓性構造体(221)は、前記物体の少なくとも一部を取り囲む、請求項7記載の気流発生器(220)。

【請求項13】

少なくとも第1の表面(16)および第2の表面(18)を有する物体を冷却するための気流発生器(20、120)であって、

前記対象物の前記第1の表面(16)の一部分から離間して第1の空洞(30)を画定する第1の表面を有する第1の可撓性構造体(22、122)と、

前記対象物の前記第2の表面(18)の一部分から離間して第2の空洞(32)を画定する第1の表面を有する第2の可撓性構造体(24、124)と、

20

前記第1の可撓性構造体(22、122)および前記第2の可撓性構造体(24、124)のそれぞれに配置された圧電体(26、126)と、を備え、

前記圧電体(26、126)の作動が、前記第1の可撓性構造体(22、122)および前記第2の可撓性構造体(24、124)の動きをもたらして、前記第1の空洞(30)および前記第2(32)の空洞の容積を増大させて空気を引き込み、次いで前記第1の空洞(30)および前記第2の空洞(32)の容積を減少させて、前記引き込んだ空気を押し出す気流発生器(20、120)。

【請求項14】

複数の圧電体(26、126)は、前記第1の可撓性構造体(22、122)または前記第2の可撓性構造体(24、124)の少なくとも一方に配置される、請求項13記載の気流発生器(20、120)。

30

【請求項15】

前記複数の圧電体(26、126)は、同時に作動するように構成される、請求項14記載の気流発生器(20、120)。

【請求項16】

前記第1の可撓性構造体(22、122)または前記第2の可撓性構造体(24、124)の少なくとも一方はプレートである、請求項13記載の気流発生器(20、120)。

【請求項17】

前記第1の可撓性構造体(22、122)または前記第2の可撓性構造体(24、124)の少なくとも一方を前記対象物に取り付けるための複数のブラケットをさらに備える、請求項13記載の気流発生器(20、120)。

40

【請求項18】

前記圧電体(26、126)は、前記第1の可撓性構造体(22、122)の中心に位置する、請求項13記載の気流発生器(20、120)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は空気冷却システムおよび気流発生器に関する。

【背景技術】

【0002】

50

現代の高電力放散電子機器は熱を生成するが、熱は、設計された作動温度範囲に電子機器を維持するために熱管理される必要がある。電子装置から熱を除去して信頼性を向上させ、電子機器の早期故障を防止する必要がある。ホットスポットを最小にするために冷却技術が使用されることがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2014/049004号

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

10

【0004】

一態様において、本発明の実施形態は、内部または外部の少なくとも1つを有する熱放射素子と、間に空洞を画定する対向し間隔を空けた可撓性プレートとを有する圧電合成ジェットと、を備え、圧電合成ジェットが、可撓性プレートが内部に配置される熱放射素子の内部か、または熱放射素子の少なくとも一部が空洞内に延在する熱放射素子の外部の周りのどちらかに位置する、空気冷却システムに関する。

【0005】

別の態様では、本発明の実施形態は、少なくとも第1の表面および第2の表面を有する物体と共に使用される気流発生器であって、第1の側面を有する可撓性構造体であって、第1の可撓性構造体の第1の側面の第1の部分が対象物の第1の表面の一部分から離間してその間に第1の空洞を画定し、第1の可撓性構造体の第1の側面の第2の部分が対象物の第2の表面の一部分から離間してその間に第2の空洞を画定する、可撓性構造体と、可撓性構造体上に配置された少なくとも1つの圧電体と、を備え、少なくとも1つの圧電体の作動は、可撓性構造体の移動をもたらし、第1の空洞または第2の空洞のうちの少なくとも1つの容積を増大させて空気を引き込み、次いで第1の空洞または第2の空洞の容積を減少させて引き込んだ空気を押し出して、気流発生器によって生成された気流によって対象物が冷却される気流発生器に関する。

20

【0006】

さらに別の態様では、本発明の実施形態は、少なくとも第1の表面および第2の表面を有する物体を冷却するための気流発生器であって、対象物の第1の表面の一部分から離間して第1の空洞を画定する第1の表面を有する第1の可撓性構造体と、対象物の第2の表面の一部分から離間して第2の空洞を画定する第1の表面を有する第2の可撓性構造体と、第1の可撓性構造体および第2の可撓性構造体のそれぞれに配置された圧電体と、を備え、圧電体の作動が、第1の可撓性構造体および第2の可撓性構造体の動きをもたらして、第1の空洞または第2の空洞の容積を増大させて空気を引き込み、次いで第1の空洞または第2の空洞の容積を減少させて引き込んだ空気を押し出す、気流発生器に関する。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1A】第1の実施形態による空気冷却システムの概略図である。

【図1B】第1の実施形態による空気冷却システムの概略図である。

40

【図1C】第1の実施形態による空気冷却システムの概略図である。

【図2A】第2の実施形態による代替的な空気冷却システムの概略図である。

【図2B】第2の実施形態による代替的な空気冷却システムの概略図である。

【図2C】第2の実施形態による代替的な空気冷却システムの概略図である。

【図3】本発明の別の実施形態による代替気流発生器を有する空気冷却システムの斜視図である。

【図4A】図3の気流発生器の可撓性構造体の側面図である。

【図4B】図3の空気冷却システムの上面図である。

【図5A】図3の気流発生器の動作を示す概略図である。

【図5B】図3の気流発生器の動作を示す概略図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

図1Aは、第1の表面16および第2の表面18を画定する外部14を有する熱放射素子12を有する空気冷却システム10を示す。熱放射素子12は、熱発生素子または熱交換素子を含むことができる。図示の例では、熱放射素子12は、ヒートシンクのフィン形状の熱交換素子として図示されている。熱放射素子12は、外部14を有するフィンとして図示されるが、空気冷却システム10は外部を有する任意の適切な熱放射素子を組み込んでよいことが理解されるであろう。

## 【0009】

気流発生器20は、圧電性合成ジェットとして図示されているが、これは空気冷却システム10にも含まれ、対向して間隔を置いて配置された、間に空洞28を画定する可撓性構造体22、24を含む。図示された例では、可撓性構造体22、24は、可撓性プレート22、24として図示されている。可撓性構造体22、24は、アルミニウム、銅、ステンレス鋼等を含む任意の適切な可撓性材料から形成されてよい。可撓性構造体22、24は、互いから離間しており、それらの主平面に沿って略対向する関係に配置されている。気流発生器20は、熱放射素子12の外部14の周りに位置するものと示され、熱放射素子12の少なくとも一部が空洞28内に延在する。より具体的には、第1の可撓性構造体22は、熱放射素子12の第1の表面16の一部から離間して第1の空洞30を画定し、第2の可撓性構造体24は、熱放射素子12の第2の面18の一部分から離間して第2の空洞32を画定する。

10

20

## 【0010】

圧電体26、例えば圧電結晶は、可撓性構造体22、24の各々に配置されてもよい。図示の例では圧電体26は可撓性構造体22、24の各々の中心に位置しているが、これは必ずしもそうである必要はない。圧電体26を配置することができ、それぞれの可撓性構造体の中心に位置する他の場所は、可撓性構造体のたわみを増大させると考えられる。圧電体26は、接続(図示せず)を介して適切な電源に動作可能に結合されてよい。さらに、単一の圧電体26のみが各可撓性構造体上に図示されているが、複数の圧電体が可撓性構造体の一方または両方に配置されてよいことを理解されたい。

## 【0011】

動作中、圧電体26の作動は、可撓性構造体22、24の動きをもたらし、空洞28の容積を増大させて空気を引き込み、次いで空洞28の容積を減少させて引き込んだ空気を押し出す。より具体的には、圧電体26に電圧が印加されると、可撓性構造体22、24が図1Bに示すように凸となるように屈曲する。図示のように、可撓性構造体22、24は互いに反対方向に偏向する。この同時たわみは、第1の空洞30および第2の空洞32の容積を増大させ、減少した分圧が生じ、矢印40で示すように今度は空気が空洞28に入る。逆極性の電圧が印加されると、可撓性構造体22、24は、図1Cに示すように、反対方向(すなわち、凸状ではなく凹状)に屈曲する。この作用により、空洞28の容積が減少し、矢印42に示すように空気が放出される。可撓性構造体22、24は中立位置(図1A)を通過してより大きな量の空気を排出することが好ましいが、可撓性構造体22、24の中立位置に戻るどのような動きでも空気を押し出すことが理解されるであろう。圧電体26は、制御可能な電源(図示せず)に接続されて、所望の大きさおよび周波数の交番電圧が圧電体26に印加されてよい。可撓性構造体22、24の動きにより、冷却用の熱放射素子内で利用可能な空気の流れが生成される。

30

40

## 【0012】

上述の例では、第1の空洞部30および第2の空洞部32の両方が同時に空気を引き込み、引き込んだ空気を押し出す。熱放射素子12は、空洞28内にあり、空洞28を分離するので、可撓性構造体22、24が作動して対向する方向に移動せずに単一の可撓性構造体のみが必ず凸状に移動されて空洞28の容積を増大させることも想定される。さらに限定しない例によれば、可撓性構造体22上の圧電体26の作動は、可撓性構造体22の動きをもたらし、第1の空洞30の容積を増大させ、同時に、可撓性構造体24上の圧電

50

体 2 6 の作動は、可撓性構造体 2 4 の移動をもたらし、第 2 の空洞部 3 2 の容積を減少させることができる。そして、可撓性構造体 2 2、2 4 を反対方向に移動させて、第 1 の空洞 3 0 の容積が減少し、第 2 空洞 3 2 の容積が増大する。可撓性構造体 2 2、2 4 に対する圧電体 2 6 の作動も同時に行わなくてもよい。そのような代替の動作は、熱放射素子 1 2 を冷却する気流の生成を依然として提供することができる。

【 0 0 1 3 】

さらなる非限定的な実施例によって、図 2 A - 図 2 C は、本発明の第 2 の実施形態による代替的な空気冷却システム 1 1 0 を示す。空気冷却システム 1 1 0 は前述した空気冷却システム 1 0 と同様であり、よって、同様の部分は 1 0 0 だけ増加した同様の数字で識別され、空気冷却システム 1 0 の同様の部品についての記述は特に断らない限り空気冷却システム 1 1 0 に適用されることが理解される。

10

【 0 0 1 4 】

1 つの相違点は、空気冷却システム 1 1 0 が内部 1 1 5 を有する熱放射素子 1 1 2 を含むことである。熱放射素子 1 1 2 が内部 1 1 5 を画定する 2 つのフィンを含むものとして例示されるが、空気冷却システム 1 1 0 は内部 1 1 5 を有する任意の適切な熱放射素子 1 1 2 を組み込んでよいことが理解されるであろう。もう一つの違いは、気流発生器 1 2 0 が対向して離間した可撓性構造体 1 2 2、1 2 4 を有し、間に空洞 1 2 8 を画定するが、代わりに、熱放射素子 1 1 2 の内部 1 1 5 内に配置されていることである。気流発生器 1 2 0 の動作は前述した気流発生器の動作と同様であり、圧電体の作動が可撓性構造体 1 2 2、1 2 4 の動きをもたらし、空洞 1 2 8 の容積を増大させて空気を引き込み、次いで空洞 1 2 8 の容積を減少させて引き込んだ空気を押し出す。

20

【 0 0 1 5 】

上記の実施形態では、気流発生器は、任意の適切な方法で熱放射素子の周囲または内部に取り付けられてもよい。非限定的な例として、複数のブラケットを使用して可撓性構造体の一方または両方を熱放射素子または熱放射素子近傍の構造体に取り付けられてよい。

【 0 0 1 6 】

さらなる非限定的な実施例として、図 3 は、本発明の第 3 の実施形態による代替的な空気冷却システム 2 1 0 を示す。空気冷却システム 2 1 0 は、前述した空気冷却システム 1 0 と同様であるので、同様の部分は、2 0 0 だけ増加した同様の数字で識別され、空気冷却システム 1 0 の同様の部品についての記述は特に断らない限り空気冷却システム 2 1 0 に適用されることが理解されたい。

30

【 0 0 1 7 】

1 つの相違点は、気流発生器 2 2 0 が単一の可撓性構造体 2 2 1 を含むことである。図示の例では、可撓性構造体 2 2 1 が熱放射素子 2 1 2 を巻いて熱放射素子 2 1 2 を囲むが、必ずしもそうである必要はない。可撓性構造体 2 2 1 は、第 1 の部分 2 2 2 および第 2 の部分 2 2 4 を有する第 1 の側面 2 2 3 を含む。可撓性構造体 2 2 1 の第 1 の部分 2 2 2 は、熱放射素子 2 1 2 の第 1 の表面 2 1 6 の一部分から離間して、間に第 1 の空洞 2 3 0 を画定する。可撓性構造体 2 2 1 の第 2 の部分 2 2 4 は、放熱要素 2 1 2 の第 2 の表面 2 1 8 の一部分から離間して、間に第 2 の空洞 2 3 2 を画定する。単一の可撓性構造体 2 2 1 は、動作可能に結合されて熱放射素子 2 1 2 の少なくとも一部を囲む 2 つの可撓性プレートと考えるもよいが、このような可撓性プレートは一体に形成されて単一の可撓性構造体 2 2 1 を形成する。

40

【 0 0 1 8 】

少なくとも 1 つの圧電体 2 2 6 が気流発生器 2 2 0 の可撓性構造体 2 2 1 上に配置されてよい。さらに、複数の圧電体 2 2 6 が可撓性構造体 2 2 1 上に配置されてよい。図 3 の例示された例では、2 つの圧電体 2 2 6 が可撓性構造体 2 2 1 上に配置される。図 4 A では、2 つの追加的な圧電体 2 2 6 が可撓性構造体 2 2 1 の部分の 1 つの上に含まれるものと示されて、複数の圧電体 2 2 6 がどのように含まれてよいかを例示するのに役立つ。任意の数の圧電体 2 2 6 が単一の圧電体を含む可撓性構造体 2 2 1 に含まれてよいことが理解されるであろう。複数の圧電体 2 2 6 が含まれる場合、それらは同時に作動されるよう

50

に構成されてよい。例示的な実施形態に戻ると、図 4 B に示されている上面図において、圧電体 2 2 6 の 1 つは第 1 の空洞 2 3 0 に隣接して配置され、他方の圧電体 2 2 6 は第 2 の空洞 2 3 2 に隣接して配置される。

【 0 0 1 9 】

図 5 A および図 5 B は、気流発生器 2 2 0 の動作の一例を示す模式図である。そのような動作の間、複数の圧電体 2 2 6 の動作は、可撓性構造体 2 2 1 の動きをもたらし、第 1 の空洞 2 3 0 と第 2 の空洞 2 3 2 の両方の容積を増大させ、空洞 2 3 0、2 3 2 に空気を引き込み、第 1 の空洞 2 3 0 および第 2 の空洞 2 3 2 の容積を減少させて、引き込んだ空気を押し出し、気流発生器 2 2 0 によって生成された気流によって熱放射素子 2 1 2 が冷却される。複数の圧電体 2 2 6 が同時に作動されなくてもよく、または、空洞 2 3 0、2 3 2 が異なる時に拡大して減少させるようにしてもよいことも企図される。

10

【 0 0 2 0 】

上述の気流発生器は、熱放射素子に対して任意の適切な方法で配向されて、気流発生器が熱放射素子を冷却するのに役立つ空気の流れを生成してよいことが理解されるであろう。気流発生器は、熱感応性のために均一な温度分布を必要とする電子部品などの放熱のための熱管理を必要とする任意の装置に利用することができる。例えば、気流発生器は、航空機、船舶、および地上ベースの電子機器にも使用してよい。

【 0 0 2 1 】

上述の実施形態は、このような気流発生器が、高電力消費を伴う局所ホットスポットを有する冷却電子装置、または均一な温度分布を必要とする電子部品の熱管理問題を解決することを含む様々な利点を提供する。上述した気流発生器は、製造が容易であり、電気的な引出しが低く、軽量であり、部品の信頼性が向上する。上述の実施形態は、このような凹部を有さない気流発生器よりも、プレート間のより大きな体積の空気を捕捉する。プレートの間に捕捉されたより大きな体積の空気は、気流発生器からのより大きな流出体積気流をもたらす。

20

【 0 0 2 2 】

既に記述されていない範囲内で、様々な実施形態の異なる特徴および構造は、所望に応じて互いに組み合わせて使用することができる。いくつかの特徴は、全ての実施形態において図示されていなくてもよいが、必要に応じて実施されてもよい。したがって、異なる実施形態の様々な特徴は、所望に応じて混合され整合されて新たな実施形態を形成してよく、新たな実施形態が明示的に記載されているか否かによらない。本明細書に記載された特徴の全ての組合せまたは置換は、本開示によって包含される。

30

【 0 0 2 3 】

この記述された説明は、最良の実施を含む本発明を開示するための例を使用し、当業者が本発明を実施することを可能にし、記載されるデバイスまたはシステムを作成、使用し、ならびに提示された任意の組み込まれた方法を実行することを含む。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者に想起される他の例を含んでよい。そのような他の例は、特許請求の範囲の文言とは異なる構造要素を有する場合には、もしくはそれらが特許請求の範囲の文言と実質的に相違しない等価な構造要素を含む場合には、特許請求の範囲内にあることが意図される。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 2 4 】

- 1 0、1 1 0、2 1 0 空気冷却システム
- 1 2、1 1 2、2 1 2 熱放射素子
- 1 4 外部
- 1 6、1 8、2 1 6、2 1 8 表面
- 2 0、1 2 0、2 2 0 気流発生器
- 2 2、2 4、1 2 2、1 2 4、2 2 1 可撓性構造体
- 2 2、2 4、可撓性プレート
- 2 6、2 2 6 圧電体

50

28、30、32、128、230、232 空洞  
 115 内部  
 223 侧面

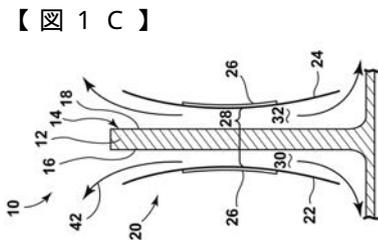
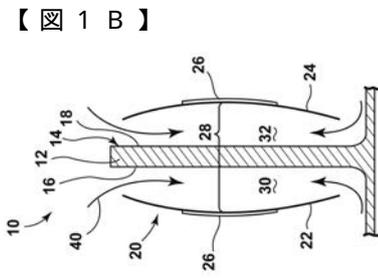
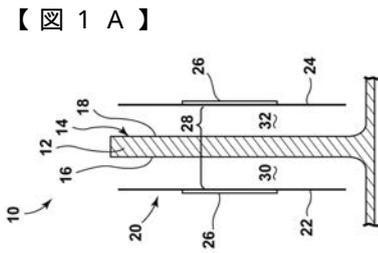


FIG. 1A

FIG. 1B

FIG. 1C

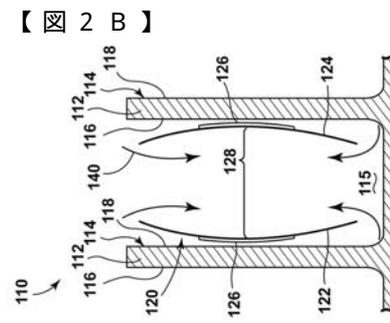
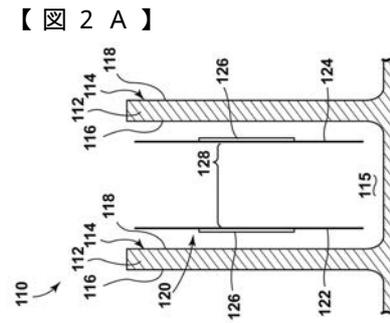


FIG. 2A

FIG. 2B

【 図 2 C 】

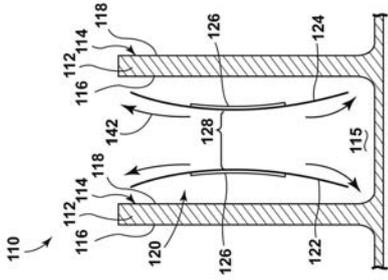


FIG. 2C

【 図 3 】

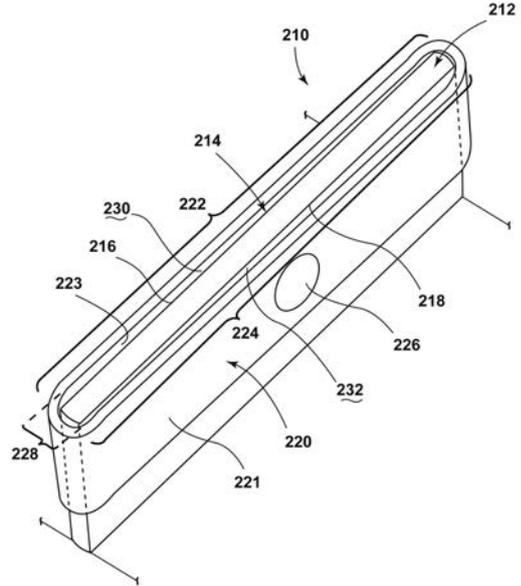


FIG. 3

【 図 4 A 】

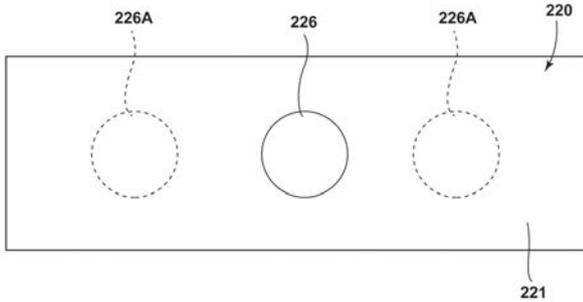


FIG. 4A

【 図 5 A 】

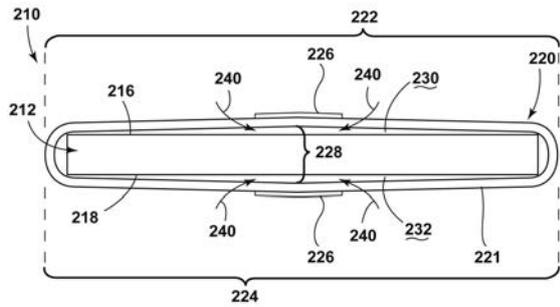


FIG. 5A

【 図 4 B 】

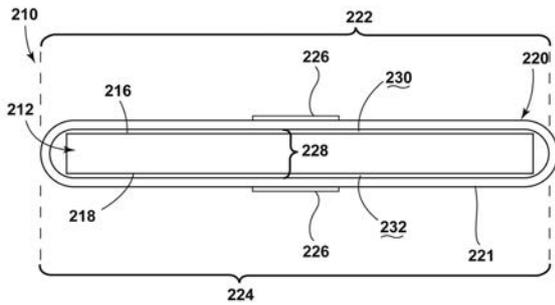


FIG. 4B

【 図 5 B 】

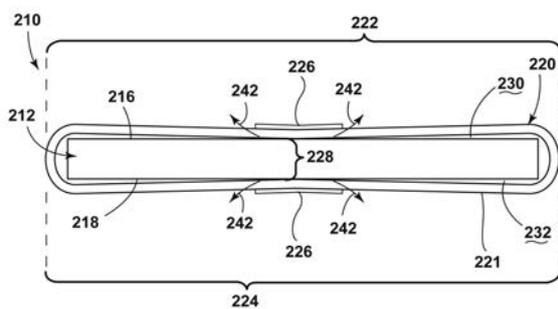


FIG. 5B

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2014/053078
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. F04D33/00 H05K7/20 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04D H05K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/049004 A1 (SIEMENS AG [DE]) 3 April 2014 (2014-04-03) figures 1, 9 page 7, line 28 - page 8, line 24 page 10, line 17 - line 35	1-6
X	US 4 923 000 A (NELSON RICHARD D [US]) 8 May 1990 (1990-05-08) figure 1 column 1, line 56 - column 2, line 49	1-6
X	US 2011/064594 A1 (WADA HIROAKI [JP] ET AL) 17 March 2011 (2011-03-17) figures 4, 13, 14 paragraph [0065] - paragraph [0068] paragraph [0104] - paragraph [0107]	1-6
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  8 July 2015		Date of mailing of the international search report  16/07/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Menck, Anja

3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/053078

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/110630 A1 (ARIK MEHMET [US] ET AL) 6 May 2010 (2010-05-06) figures 4-8 paragraph [0027] - paragraph [0046] -----	1-6
A	US 2011/114287 A1 (ARIK MEHMET [US] ET AL) 19 May 2011 (2011-05-19) figures 14-16 -----	1-6
A	EP 2 693 859 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 5 February 2014 (2014-02-05) figures 2-4 -----	1-6
A	EP 2 698 538 A2 (GEN ELECTRIC [US]) 19 February 2014 (2014-02-19) figures 2-4 -----	1-6
X	US 2012/051058 A1 (SHARMA RAJDEEP [US] ET AL) 1 March 2012 (2012-03-01) figures 14-16, 24 paragraph [0068] - paragraph [0072] paragraph [0080] -----	7-12
X	US 4 498 851 A (KOLM HENRY H [US] ET AL) 12 February 1985 (1985-02-12) figure 4 column 4, line 65 - column 5, line 49 -----	13-18

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2014/053078**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ US2014/ 053078

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-6

- refer to an air-cooling system comprising a heat-emitting element and a piezoelectric air generator.
- special technical feature: heat-emitting element.
- problem solved: how to cool electronic components.

---

2. claims: 7-12

- refer to an airflow generator having a single flexible structure for creating two different cavities.
- special technical feature: one single flexible structure.
- problem solved: how to provide of an airflow generator which is driven by only one piezoelectric element.

---

3. claims: 13-18

- refer to an airflow generator having two flexible structures for creating two different cavities.
- special technical feature: two flexible structures.
- problem solved: how to provide of an airflow generator which can be flexibly mounted in accordance with the structural conditions of an object with which it is used.

---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/053078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2014049004	A1	03-04-2014	DE 102012217749 A1 WO 2014049004 A1	03-04-2014 03-04-2014
US 4923000	A	08-05-1990	CA 2009799 A1 EP 0385090 A1 JP H0340462 A US 4923000 A	03-09-1990 05-09-1990 21-02-1991 08-05-1990
US 2011064594	A1	17-03-2011	CN 101803011 A CN 102543915 A JP 5083322 B2 TW 200930899 A US 2011064594 A1 US 2012134858 A1 WO 2009034956 A1	11-08-2010 04-07-2012 28-11-2012 16-07-2009 17-03-2011 31-05-2012 19-03-2009
US 2010110630	A1	06-05-2010	US 2010110630 A1 US 2013206373 A1 US 2013213618 A1	06-05-2010 15-08-2013 22-08-2013
US 2011114287	A1	19-05-2011	US 2011114287 A1 US 2014318740 A1 US 2014338861 A1 US 2014338862 A1	19-05-2011 30-10-2014 20-11-2014 20-11-2014
EP 2693859	A2	05-02-2014	BR 102013019290 A2 CA 2821258 A1 CN 103582392 A EP 2693859 A2 JP 2014033199 A US 2014034270 A1 US 2015077934 A1	30-06-2015 31-01-2014 12-02-2014 05-02-2014 20-02-2014 06-02-2014 19-03-2015
EP 2698538	A2	19-02-2014	CN 103592872 A EP 2698538 A2 JP 2014037826 A KR 20140022732 A TW 201410329 A US 2014049970 A1	19-02-2014 19-02-2014 27-02-2014 25-02-2014 16-03-2014 20-02-2014
US 2012051058	A1	01-03-2012	AU 2011293537 A1 CN 103052846 A EP 2609367 A1 JP 2013541805 A US 2012051058 A1 WO 2012027307 A1	28-02-2013 17-04-2013 03-07-2013 14-11-2013 01-03-2012 01-03-2012
US 4498851	A	12-02-1985	NONE	

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(72)発明者 ドゥッシュー, マイケル・ジェームズ

アメリカ合衆国、ミシガン州・49512-1934、グランド・ラピッズ、パターソン・アベニュー、3290番

(72)発明者 ホーレン, スティーブン・ニルス

アメリカ合衆国、ミシガン州・49512-1934、グランド・ラピッズ、パターソン・アベニュー、3290番

Fターム(参考) 3H077 AA12 BB10 CC02 CC09 CC17 DD06 FF06 FF22 FF36

5E322 AA01 BB01 EA11 FA04

5F136 BA04 CA11 CA17 HA03