

(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2013-537600

(P2013-537600A)

(43) 公表日 平成25年10月3日(2013.10.3)

(51) Int.Cl.

FO4D 33/00 (2006.01)

F 1

FO4D 33/00

テーマコード(参考)

3H13O

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-526039 (P2013-526039)  
 (86) (22) 出願日 平成23年8月19日 (2011.8.19)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年4月3日 (2013.4.3)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/048394  
 (87) 國際公開番号 WO2012/027215  
 (87) 國際公開日 平成24年3月1日 (2012.3.1)  
 (31) 優先権主張番号 61/376,858  
 (32) 優先日 平成22年8月25日 (2010.8.25)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

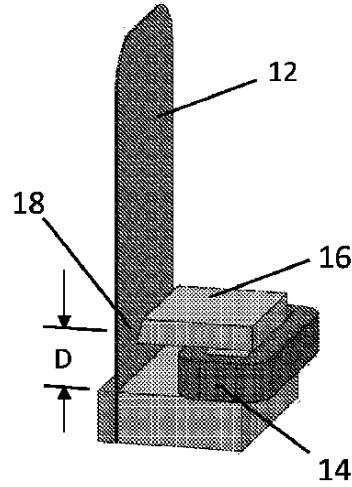
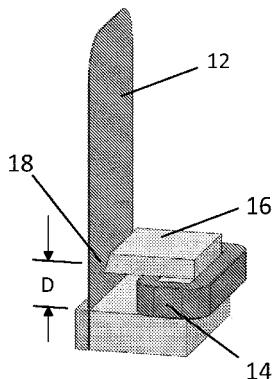
(71) 出願人 508269341  
 インフルーエント コーポレイション  
 アメリカ合衆国 バージニア州 アッシュ  
 ランド メイプル リーフ コート 10  
 201  
 (74) 代理人 100102978  
 弁理士 清水 初志  
 (74) 代理人 100102118  
 弁理士 春名 雅夫  
 (74) 代理人 100160923  
 弁理士 山口 裕孝  
 (74) 代理人 100119507  
 弁理士 刑部 俊  
 (74) 代理人 100142929  
 弁理士 井上 隆一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】カンチレバーファン

## (57) 【要約】

一方の端部においてクランプ留めされたカンチレバープレードを備えるカンチレバーファンを開示する。このファンは、プレードに周期的な力を加え、その結果プレードの周期的なたわみを生じるアクチュエータを備える。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ブレード先端が自由に振動し、  
ブレードがクランプ留めされた端部からブレード先端まで延びる長さを有する、  
一方の端部でクランプ留めされ、かつ該クランプ留めされた端部からブレード上で最も離れた点に位置するブレード先端を含む、カンチレバーブレードと、  
該ブレードの長さに沿った位置において該ブレードに周期的に力を加えて該ブレードの周期的なたわみを生じる、  
該ブレードと共に振動しない少なくとも一つのコンポーネントを有し、かつ該ブレードのクランプ留めされた端部に対してほぼ不動である、アクチュエータと  
を備えるカンチレバーファン。

10

**【請求項 2】**

前記アクチュエータが、前記ブレードの好適な振動モードに等しいかまたは近い周波数で周期的な力を提供するように構成されている、請求項1記載のカンチレバーファン。

**【請求項 3】**

ブレードのより高次の機械的なモードが引き起こされることを低減することによってブレード振動の安定性を向上させるように構成されている、前記カンチレバーブレードに取り付けられた質量

をさらに備える、請求項1記載のカンチレバーファン。

20

**【請求項 4】**

前記カンチレバーブレードが少なくとも一つの脚部分およびパドル部分を含み、該パドル部分が前記ブレードのクランプ留めされた端部から最も遠く、該脚部分が該パドル部分を該ブレードクランプに接続し、

ファンの動作中、該脚部分は該パドル部分よりも曲がるように構成されている、

請求項1記載のカンチレバーファン。

30

**【請求項 5】**

前記カンチレバーブレードに取り付けられた質量をさらに備える、請求項4記載のカンチレバーファン。

**【請求項 6】**

一方の端部においてクランプアセンブリとクランプ留めされているカンチレバーブレードと、

アクチュエータの周期的な力によって該クランプアセンブリが振動し、該クランプアセンブリの振動によってブレードに周期的な力が加わり、その結果カンチレバーブレードの周期的なたわみが生じる、

該クランプアセンブリに周期的な力を加える前記アクチュエータと  
を備えるカンチレバーファン。

**【請求項 7】**

前記アクチュエータが、前記ブレードの好適な振動モードに等しいかまたは近い周波数で周期的な力を加えるように構成されている、請求項6記載のカンチレバーファン。

40

**【請求項 8】**

ブレードのより高次の機械的なモードが引き起こされることを低減することによってブレード振動の向上した安定性をもたらす、前記カンチレバーブレードに取り付けられた質量

をさらに備える、請求項6記載のカンチレバーファン。

**【請求項 9】**

前記カンチレバーブレードが少なくとも一つの脚部分およびパドル部分を含み、該パドル部分が前記ブレードのクランプ留めされた端部から最も遠く、該脚部分が該パドル部分を該ブレードクランプに接続し、

ファンの動作中、該脚部分は該パドル部分よりも曲がるように構成されている、  
請求項6記載のカンチレバーファン。

50

**【請求項 10】**

前記カンチレバーブレードに取り付けられた質量をさらに備える、請求項9記載のカンチレバーファン。

**【請求項 11】**

一方の端部においてクランプアセンブリによりクランプ留めされたカンチレバーブレードと、

ブレードの振動を励振するためのアクチュエータと、  
を備えるカンチレバーファンであって、

該ブレードのより高次の機械的なモードが引き起こされることを低減すること、該ブレードの共振周波数を低減すること、および該ブレードのQ値を高めて、該ブレードを振動させるのに必要なエネルギーを低減することによってブレード振動の安定性を向上させるために、該クランプ留めされた端部から離れたブレードの一部分が該クランプ留めされた端部よりも高い質量含有率を有するような質量分布を該ブレードが有する、

前記カンチレバーファン。

**【請求項 12】**

前記カンチレバーブレードに取り付けられた質量により質量分布が得られる、請求項11記載のファン。

**【請求項 13】**

前記カンチレバーブレードが少なくとも一つの脚部分およびパドル部分を含み、該パドル部分が前記ブレードのクランプ留めされた端部から最も遠く、該脚部分が該パドル部分を該ブレードクランプに接続し、それによって、前記質量分布および向上した安定性をもたらす、請求項11記載のファン。

**【請求項 14】**

前記アクチュエータが、前記ブレードと共に振動しない少なくとも一つのコンポーネントを含み、かつ、該ブレードのクランプ留めされた端部に対して実質的に不動であり、該アクチュエータが該ブレードの長さに沿った位置において該ブレードに周期的な力を加え、その結果該ブレードの周期的なたわみを生じる、請求項11記載のファン。

**【請求項 15】**

前記アクチュエータが前記クランプアセンブリに第一の周期的な力を加えて該クランプアセンブリを振動させ、これにより前記ブレードに第二の周期的な力が加わり、その結果前記カンチレバーブレードの周期的なたわみが生じる、請求項11記載のファン。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本出願は、概して空気を移動させるための、より具体的には熱管理における用途および混合用途において空気を移動させるためのファン技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

熱伝達用途のために空気を移動させる回転ファンは、電子機器熱管理における普遍的な冷却解決法である。電子製品における電力密度の高まりによって、流量を改善すること、サイズを縮小すること、寿命を延ばすこと、ノイズおよび振動を抑えること、電力消費を減らすことが、回転ファン技術に対して要求されている。この相反する要求の一覧のうち、最も難易度が高いのは長い寿命と思われる。HBLED照明等の新製品は最長で10年間のファン寿命を必要とし得るが、回転ファンで使用されるペアリングは典型的に3年以下の連続使用しか提供しない。

**【0003】**

カンチレバーファンは、典型的に回転ファンの寿命を制限するコンポーネントであるペアリングを除外できるという利点を有する。この利点にも関わらず、カンチレバーファンは、その他の多くの産業上の要件に達していないため、それらの開発に専念してきた30年間にほとんど商業化されてこなかった。例えば、従来のカンチレバーファンは、カン

チレバーブレードの安定性および静かな動作のために必要とされる長さ 対 幅の比が大きいために、スマートフォームファクタにおいて回転ファンに相当する流量を提供できない。

#### 【0004】

また、ほぼ全てのカンチレバーファン開発が、ブレード作動形態としての圧電積層に焦点を当ててきたように思われ、PZT等のこれらの材料は、鉛を含む。鉛を含む材料を使用することに伴う不利益は多数あり、製造における健康および安全性リスク、ならびにそれに関連する許可およびコンプライアンスの問題等があり、これはPZT材料の高いコストの一因となる。さらに、鉛等の有害な材料を含む製品は、有害な材料を含まない代替製品と比べて顧客に受け入れられにくいであろう。

10

#### 【0005】

さらに、積層PZTアクチュエータは、それらの動作のために高電圧を必要とする。これらの高電圧は、ほとんどの製品OEMにとって好ましくない。多層積層を使用して、電圧要件を低くし得るが、これらの積層は製造上の複雑さおよびコストを高める。多層積層は、振動を相殺するためにダブルカンチレバーが使用される場合には非常に高い製造公差を必要とする。なぜなら各ブレードの共振周波数がきっちりと調和しなければならないからである。積層の各層は、非常に薄く切断されたPZTおよび接着層を含む。その結果、調和したブレードを製造するのに必要とされる精密さは製品の層の数と共に高まり、積層圧電アクチュエータの高いコストを高める。

20

#### 【0006】

圧電材料のさらなる不利益は、時間と共にそれらの変換特性が変化し、その結果性能の低下および低振動カンチレバーファンを提供するために必要なデュアルブレード調和の損失を招くことである。変換特性はまた積層接着層の経年劣化に伴っても変化し、同じく性能損失および振動問題を招く。

#### 【0007】

上記不利益によって、カンチレバーファンは、コスト効率の良い性能および寿命の伸びを提供し得る新しい革新的なファン技術に対する産業界のニーズに対応することができなかつた。

#### 【発明の概要】

#### 【0008】

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

本明細書に組み入れられ、本明細書の一部をなす添付の図面は、開示される多様な態様を図示し、明細書の記載と共に本発明の原理を説明する働きをする。図面は以下の通りである。

【図1】本発明の態様によるカンチレバーブレードの加力の原理を図示する。

【図2】具体的なブレード駆動型態様を提供する。

【図3】ファン振動を減らすためのダブルブレード態様を図示する。

40

【図4】クランプ駆動型態様の模式図を提供する。

【図5】クランプ駆動型態様を図示する。

【図6】図5の態様の断面図である。

【図7】別のクランプ駆動型態様を提供する。

【図8】図7の態様の断面図である。

【図9】同じ変位空間を共有しつつ改善された圧力性能を提供する二対のカンチレバーブレードを有する別のブレード駆動型態様を図示する。

【図10】同じ変位空間を共有しつつ改善された圧力性能を提供するカンチレバーブレードのアレイの上面模式図を提供する。

【図11】不安定かつノイズが多くなりがちな長さ 対 幅(L/W)比が小さいカンチレバーブレードを示す。

50

- 【図12】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図13】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図14】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図15】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図16】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図17】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図18】カンチレバーブレード態様を図示する。  
 【図19】ブレード駆動型ラジアルファン態様を図示する。  
 【図20】クランプ駆動型ラジアルファン態様を図示する。  
 【図21】音声コイルアクチュエータ態様を図示する。  
 【図22】電歪アクチュエータ態様を図示する。  
 【図23】ブレード駆動型ブッシュブル電磁アクチュエータを図示する。  
 【図24】アクチュエータの力を増すための多数の可能なアクチュエータ改善の一つを示す。  
 【図25】カンチレバーファンの従属コンポーネントの多数ある組み合わせの一つを提供する。
- 【発明を実施するための形態】**
- 【0010】**
- 詳細な説明**
- 産業界のニーズを満たし、これまでの取り組みの限界を克服するために、本出願は、圧電積層アクチュエータの限界を克服し、熱管理および他の空気移動用途において使用される高性能かつコスト効率の良いファン技術をもたらす新しいブレード作動手段を有するカンチレバーファンを開示する。さらに、これらのニーズを満たし、これまでの取り組みの限界を克服するために、新しい作動手段は、カンチレバーファンに動力を与えるための現実的かつ信頼性のあるアクチュエータの使用を可能にし、ファンの寿命問題を解決し、スマートファンフォームファクタにおいて高い流量を可能にし、高い共振特性係数(「Q」)による正弦波に近いブレード運動によって低周波数で動作することによりノイズの低下を可能にし、振動を低くし、およびカンチレバーファンのサイズ/フォームファクタを小さくして、それらを電子機器冷却(実空間が制約された高出力製品)において実用的にする。
- 【0011】**

図1は、カンチレバーファンに作動力が加えられ得る位置の範囲の模式図を提供する。図1のカンチレバーファンは、カンチレバーブレード2(以下、「ブレード」と称する)と、クランプ土台4およびクランププレート6を含むクランプ塊10とを有する。ブレード2は、クランププレート6とクランプ土台4との間に堅くクランプ留めされており、標準的なカンチレバーではクランプ土台4は固定され、ブレード2の他端は、弧8で図示するように基本となる所望のカンチレバーモードで自由に振動する。作動力が加えられ得る通例の位置は二箇所ある：すなわち、(1)ブレードの長さに沿った任意の点に直接加える(これをブレード駆動と称する)；および(2)ブレードをクランプ留めしている塊に直接に直接加える(これをクランプ駆動と称する)。いずれの場合においても、ファンは、周期的で、かつ基本となる所望のカンチレバーモードを少なくとも部分的に引き起こすのに適した周波数を有する作動力を生じるアクチュエータを備える。一般的に、好ましいカンチレバーモードは、所与の入力電力レベルに対して最大幅の振動弧を提供する(図1の弧8を参照)。当業者に公知なように、所望のカンチレバーモードの周波数に等しいかまたは近い駆動周波数において最良の性能および効率が提供されるが、所望のカンチレバーモードにおいては、所望のモードの高調波および低調波である周波数でブレードが励振されてもよく、これら全ての駆動周波数が本発明の範囲内にあると考えられる。

**【0012】**

**ブレード駆動**

ブレード作動力は、図1において力F1として図示するようにブレードの先端からブレードクランプラインのすぐ近くまでブレードのどこにでも直接加えることができ、また力Fn

10

20

30

40

50

として図示するようにブレード先端とブレードクランプラインとの間の中間位置にも加えることができる。この加力点の連続は力を加えるアクチュエータによる負荷インピーダンスの連続に対応し、ブレードの先端が最も低いインピーダンス点であり、ブレードクランプライン近くの点が最も高いインピーダンスを有する。ブレードの長さに沿ってある様々な点におけるブレードのインピーダンスの正確な値は、特定のブレード設計の関数(function)である。ブレードの長さに沿ってある広範囲にわたる負荷インピーダンスは、所与の点においてアクチュエータの力を加える際のアクチュエータ様式およびトポロジーが異なることを示唆する。ブレードに力を加える場合、クランプ塊10はブレードの先端変位に対して主に不動であると想定している。

## 【0013】

10

ブレード駆動型態様に使用されるアクチュエータ従属コンポーネントは、不動または振動のいずれかに分類され得る。ブレードを作動させる力は、不動コンポーネントと振動コンポーネントとの間で生成される。不動コンポーネントは、ブレードと共に振動しないよう配置され、そういう意味でブレードの振動運動に対して実質的に不動である。本明細書で使用する不動という用語は、アクチュエータが絶対に不動であるということを意味しない。なぜなら、ブレード反動力によっていくらかは振動するかもしれないからである。しかし、アクチュエータコンポーネントは、ブレードには接続されず、代わりに、ファンの不動または非振動コンポーネントに接続されるため、ブレードのクランプ留めされた端部に対してほぼ不動である。振動コンポーネントはブレードに取り付けられるため、ブレードと共に振動する。例えば、図3の態様において、電機子30は不動アクチュエータコンポーネントであり、ブレード22および24は振動アクチュエータコンポーネントとして作用する。別の例としては、図24において、電機子は不動アクチュエータコンポーネントであり、ブレード12および裏当てプレート228は振動アクチュエータコンポーネントである。

20

## 【0014】

不動および振動コンポーネントの両方のアクチュエータ設計は、カンチレバーブレードに結合されかつブレードの振動に対して不動なアクチュエータコンポーネントを全く持たない従来技術デバイスにおいて使用される積層圧電ベンダーアクチュエータとは、明らかに異なる。ブレードと共に振動しないコンポーネントを有するアクチュエータにより、開示しているカンチレバーファンの多くの利点が可能になる。

30

## 【0015】

図2は、そのようなブレード駆動型態様の一つを図示しており、ここでは、ブレード12のクランプラインから距離Dにある位置において電磁力がブレードに加えられる。アクチュエータは、電機子16に巻かれている、ブレードの振動に対して不動であるコイル14を含む。空隙18が電機子16とブレード12との間にあり、コイルに電圧を与えると、空隙18に生じる引力となる電磁力が、電機子16に向かってブレードを引っ張る。コイル14を駆動するために多数の異なる電圧波形が使用され得るが、一般的に、波形の周波数は、ブレードにおける基本となるカンチレバーモードを引き起こすのに適しかつ所与の用途に必要とされる性能をもたらすものである。正弦波駆動電圧が使用される場合、力応答はパラメトリックなので、駆動電圧周波数はブレードの共振周波数の半分でなければならない。任意の単極パルス電圧波形が使用される場合、ピーク効率は典型的に50%未満のデューティサイクルにおいてみとめられる。

40

## 【0016】

図3は、各ブレードが図2のブレード12と同じアクチュエータトポロジーで駆動されるデュアルブレードカンチレバーファンを図示している。コイル20に電圧を与えた場合、空隙26および28中の電磁力がそれぞれブレード22および24を電機子30に向かって引っ張る。このようにして、周期的なアクチュエータの力が、ブレードが互いに反対に変位するようなブレード22および24の好適なカンチレバーモードを引き起こし、この結果、ブレードの横反動力が相殺される。この力の相殺は、電機子30の振動を低減し、それにより、ファンが搭載される製品またはシステムに伝達される振動を低減する。

## 【0017】

50

図2および3に示すアクチュエータは、ファンブレードのクランプ留めされた端部に近接するように配置される。本発明の範囲は、ブレードの長さに沿ったあらゆる点において作動力を提供することを包含する。例えば、図2において、距離Dは長くされても短くされてもよく、Dの厳密な値は具体的な設計要件に応じて選択され得る。例えば、設計要件によつては、作動力がブレード先端に加えられ得る。アクチュエータは、クランプ土台の反対側に配置されたファンハウジングの一部に搭載され得る。このような態様では、ハウジングの配置は、アクチュエータおよびクランプ土台を構造的に支持したまま、ブレードが振動することおよびファンから気流が出ることを可能にするものである。同様に、ブレード先端とクランプ留めされた端部との間の位置においてブレードに作動力を加えるために、アクチュエータがブレードの長さに沿つたその他の点に搭載され得る。

10

### 【0018】

#### クランプ駆動

図1において力Fcとして図示しているように、クランプ塊10に周期的な力を加えて、ブレード2の好適なカンチレバーモードを引き起こす手段としてクランプ塊10の周期的振動を生成してもよい。このモードでブレードを駆動する場合、ブレードの先端変位はクランプ塊10の変位の数百倍以上のものであり得る。その結果、クランプ塊は非常に小さい変位しか必要とせずに、大きなブレード先端たわみを駆動することができる。一般的に、アクチュエータは、ブレードの振動に動力を与え、かつクランプ構造の塊を振動させるのに十分な力を提供しなければならない。

20

### 【0019】

図4は、デュアルブレードカンチレバーファンに対するクランプ塊駆動アプローチを描いている模式図であり、アクチュエータの周期的な力F(t)がブレード38および36のそれぞれのクランプ塊32および34の間に加えられている。このようにして、ブレード38および36のカンチレバーモードが引き起こされて、ブレード38および36が互いに反対方向に変位し、その結果それらの横反動力が相殺される。

30

### 【0020】

図5は、図4に模式的に図示されたクランプ駆動アプローチの態様を図示している。ブレード40および42はそれぞれクランプ塊52および44によってクランプ留めされている。クランプ塊52は、クランプ土台54と、クランププレート58と、E型電機子56とを含む。クランプ塊44は、クランプ土台46と、クランププレート50と、E型電機子48とを含む。アクチュエータバネ66および64は、クランプ塊44および52をそれぞれバネのブラケット60および62に弾性的に接続する。アクチュエータバネ66および64は、ブレードと一体化した部分であつてもよいし、またはブレードの厚みとは異なる厚みのバネ材料を得るために別個の部分であつてもよい。バネのブラケット60および62はコイル支持体68によって互いに堅く接続されており、該コイル支持体68は図6の断面図に示すように不動コイル70も支持する。動作の際は、ブレード40および42の所望の共振周波数において周期的な電流波形がコイル70に与えられ、これにより電機子48と56との間に周期的引力が生じ、これによりバネ66および64を支えとしてクランプ塊44および52が互いに反対に振動する。そして、クランプ塊44および52の振動がブレード42および40の所望のカンチレバーモードを引き起こす。バネ66および64の剛性は、磁力を加えている間にそれらに蓄えられるエネルギーが、動作周波数に適した時間周期で電機子を再度押し離すように、選択される。ブレード先端 対 クランプ塊の変位比が非常に高いクランプ駆動型モードで主に動作するために、クランプ塊44および52の変位がほんのわずかとなるようにバネ66および64は十分に堅くなければならない。クランプ塊44および52ならびにブレード42および40の反対方向の横振動により、それぞれの反動力が相殺され、その結果、ファンが搭載される製品またはシステムへ伝達される振動が低減される。バネのブラケット60および62、ならびにコイル支持体68は一番振動が少ないコンポーネントであるため、最も良好なファン搭載地点を提供する。図1の弧8に示すように、ブレードの振動は、ファンクランプ土台に軸方向の反動力を伝達する軸方向成分(axial component)も有する。これらの軸方向の反動力は、図5のファンにおいてブラケット60および62、ならびにコイル支持体68をいくらか振動させるかもしれない。弾性的に

40

50

搭載することで、ファンが搭載される製品またはシステムからこの振動を絶ってもよい。

### 【0021】

図7は、別のクランプ駆動型態様を図示している。ブレード72および74はそれぞれクランプ塊76および82でクランプ留めされている。クランプ塊76は、クランププレート78と、E型電機子80とを含んでいる。クランプ塊82は、クランププレート86と、E型電機子84とを含んでいる。ブレード72および74は、クランプ塊76および82を経由してファン土台88まで延伸している。ファン土台88は、クランププレート94および90と、図8の断面図に示すように不動コイル98をクランプ留めしているコイルクランプ92および96とを含んでいる。アクチュエータバネは、ブレードと一体化され得る。例えば、ブレード72および74のうち、クランプ塊76および82のそれぞれとファン土台88との間にわたる部分はそれぞれアクチュエータバネ100および102の働きをし、図5のバネ66および64と同じ機能を果たし得る。動作の際には、ブレード72および74の所望の共振周波数における周期的電流波形をコイル98に与え、これにより電機子80と84との間に周期的引力が生じ、これによりクランプ塊76および82がバネ100および102を支えとして互いと反対に振動する。そして、クランプ塊76および82の振動がブレード72および74の所望のカンチレバーモードを引き起こす。バネ100および102の剛性は、磁力を加えている間にそれらに蓄えられるエネルギーが、動作周波数に適した時間周期で電機子を再度押し離すように、選択される。ブレード先端 対 クランプ塊の変位比が非常に高いクランプ駆動型モードで主に動作するために、クランプ塊76および82の変位がほんのわずかとなるようにバネ100および102は十分に堅くなければならない。クランプ塊76および82、ならびにブレード72および74の反対方向の横振動により、それぞれの反動力が相殺され、その結果、ファンが搭載される製品またはシステムへ伝達される振動が低減される。ファン土台88は一番振動が少ないコンポーネントであるため、最も良好なファン搭載地点を提供する。図1の弧8に示すように、ブレード72および74の振動は、軸方向の反動力をファンクランプ土台に伝達する軸方向成分も有する。これらの軸方向の反動力は、ファン土台88をいくらか振動させるかもしれない。弾性的に搭載することで、ファンが搭載される製品またはシステムからこの振動を絶ってもよい。

10

20

30

### 【0022】

#### 風量および圧力

従来技術のカンチレバーファンは気流を作ることが可能であるが、同様のサイズの回転ファンと比べて非常に低い圧力においてのみで可能である。この圧力性能の乏しさは、一部には、カンチレバーファンを通る空気の逆流に対する抵抗が低いことに起因する。カンチレバーファンの周りにハウジングを配することで、その圧力性能が改善される。しかしながら、ハウジングは問題の主因に対処するものではない。この比較的乏しい圧力性能の主な原因是、ファンブレードがその変位弧の特定の地点を通る振動期間部分の間以外は、カンチレバーファンを通る逆流路が制限されていないことである。言い換えると、特定の地点でのブレードの滞留時間は、その地点でブレードが空気を実際に前に移動させている場合、ブレード振動期間全体のほんの小さな部分でしかない。残りの振動期間の間、下流流れ抵抗の結果としてのカンチレバーファンを通る空気の逆流に対する抵抗は低い。

### 【0023】

図9に示す態様は、第二のカンチレバーファンブレードセットを加えることによりカンチレバーファンの風量および圧力性能がどのように改善され得るかの一例である。アクチュエータが図9中のブレード104、106、108および110のカンチレバーモードを引き起こす様式は、図2および3のファンと同一である。動作の際、第一の周期的電流波形がコイル112および114の両方を駆動し、第二の周期的電流波形がコイル116および118を駆動し、該第一および第二の電流波形は互いに対して180度またはほぼ180度位相がずらされる。このコイル電流の位相調整によって、第一のブレード対を構成するブレード104および106は互いと反対に振動し、第二のブレード対を構成するブレード108および110も互いと反対に振動する。コイル電流の位相調整はまた、第一のブレード対の位相を第二のブレード対とずらして、第一のブレード対のブレード先端が互いと最も近い時に、第二の対のブレード先端は互いと最も離れているようにする。このようにして、二対のブレードが全て衝突するこ

40

50

となく同じ空間で揺れ、その結果ブレード滞留時間がより長くなり、下流流れ抵抗の存在下における空気の逆流が減少する。

#### 【0024】

ブレードが振れる空間を共有するこの方法および上記利点は、アレイ状に配置された任意の枚数のブレードに拡大適用することができる。ブレードのアレイを備えるファンの態様の一例を図10に模式的に図示しており、これは各ブレードが矢印で示す方向で均衡点を通る瞬間の、ブレードの瞬間的な上面図を示す(すなわち、ブレードの平面を見下ろしている)。任意の数の異なる作動スキームが、ファンアレイの個別のブレードに対して使用できる。アレイ中のブレードの土台に孔またはポートを加えて、気流がアレイを通りようにしてもよい。このアプローチを使用して、パンケーキ型回転ファンに似た総アスペクト比を有するカンチレバーファンアレイを得てもよい。同様の位相のカンチレバーブレードが、変位空間を共有しないセクションにおいて一緒にグループにされた、その他のアレイも使用できる。

10

#### 【0025】

##### 風量 対 ファンサイズ

従来技術のカンチレバーファンは同じ流量を提供する回転ファンよりも著しく大きく、典型的な熱管理用途には非実用的である。カンチレバーブレードは、従来技術のカンチレバーファンのサイズを決定するコンポーネントである。しかし、性能、サイズおよびノイズの産業上の要件を満たすことは、サイズ縮小およびファンを使用する実際の製品とより適合しているフォームファクタを得るために、従来技術のカンチレバーファンでは克服できない相反する要求を生じる。

20

#### 【0026】

カンチレバーファンが生じる流量は、ブレードのサイズ(ブレードがどれだけ空気を移動できるか)、ブレード周波数、ブレードストロークおよびブレード先端速度に比例する。ブレード幅を大きくすることで所与の長さのブレードに対してより多くの風量を得ることができると、ブレード幅を大きくするとブレードの不安定さによるノイズが増える。静かな動作のためには、より高次の機械的なブレード高調波を伴わない低い動作周波数および正弦波振動を必要とする。正弦波振動の生成のためには、ブレードの基本となるカンチレバーモードとそれより高次のモードとの間の振動周波数を大きく分離する必要がある。従来技術のファンでは、この分離は、従来、良好なモード分離のために、長さ 対 幅(L/W)比が大きい長方形のブレードを設計することによって達成されており、これは、より多くの風量を得るためにブレードを幅広くすることの妨げになってきた。また、ノイズを少なくするために低い周波数での動作を達成するには、ブレード長さを伸ばさなければならなく、これにより、必ずしも流量を増やすことなくファンのサイズが大きくなる。これらの相反する要件により、従来技術カンチレバーファンは同じ流量の回転ファンよりも著しく大きい。

30

#### 【0027】

##### ブレード形状および質量分布

本開示は、新しいブレード形状およびブレード質量分布の両方により、性能を改善し、かつカンチレバーファンのサイズを縮小するための手段を提供する。これらは、(1)非常に低いL/Wアスペクト比を可能にし、(2)これらのより幅広いブレードによって高い気流性能をもたらし、かつ(3)低いL/W比にも関わらず低い周波数の正弦波での変位により静かな動作をもたらす。

40

#### 【0028】

図11に示すファンブレード120は、L/W比がおよそ1であり、好適なカンチレバーモード付近の周波数において密度(dense)モデルスペクトルを有する。その結果、有用な気流を作るために十分な大きさの変位までカンチレバーモードを駆動すると、その他のモードも引き起こされ、その結果ブザーに似た音質の可聴ノイズレベルを生じ、これはほとんどの熱管理用途のために非常に好ましくない。実用的な熱管理に必要とされるファンのサイズでは、ファンブレード120は静かな動作のためには高すぎる基本カンチレバーワーク周波数も伴つ

50

てしまう。

#### 【0029】

質量122がブレードの先端部に結合された図11のファンブレード120を図12に示す。このようなタイプの質量を加えることで、以下の利点が得られる。質量122はブレードの大部分の面積を堅くし、この事は、いくつかの望ましくないモードを無くし、かつ他の望ましくないモードの周波数を引き上げ、その結果基本となるカンチレバーモードにおいて正弦波の動きを生じる。質量122はまた、基本カンチレバー周波数を低くして、非常に短いブレードが低周波数で動作することを可能にする。質量122を加えることによって、ブレード共振における蓄積エネルギーも大きくなり、これはブレードが大きくなつわむように駆動するのに必要な電力を少なくして高いエネルギー効率をもたらし、ブレードによって行われ得る流体のなす仕事量(*fluid work*)を増やしてより高い圧力性能をもたらす。図12、14、16および18に示すような質量負荷ブレードは、上記したのと同じ利点を有し、ブレードの長さを上回るピーク間の(peak-to-peak)先端たわみにおいて安定した静かな動作を維持して、非常にコンパクトなカンチレバーブレードで有意な気流量を可能にし得る。

10

#### 【0030】

ブレードに別個の質量を加えることなく好適な質量分布を得ることもできる。例えば、図13は、モードを無くして他のモードの周波数を増やすことによって正弦波変位を提供する、別のブレード態様を図示している。ブレード124はパドル126と二本の脚128とを含み、該脚128は主要な曲がり部材であり、パドル124は主な流体仕事を提供する。パドル126は、脚128よりも大きな質量を有するために、脚128と比べていくらかの質量負荷特性を提供する。ブレードの構造によって、改善された質量分布が得られる。

20

#### 【0031】

また、別個の質量の使用を好適なブレード形状と組み合わせることによって、所望の質量分布を達成することもできる。例えば、図14は、質量130がパドル126に結合された、図13のブレード124を示す。質量130は、共振周波数を低くすると共に、ブレードのQを高めて、ファンの効率を高める。

#### 【0032】

図15は、モードを無くして、他のモードの周波数を増やすことによって正弦波変位を可能にする別のブレード態様を描いている。ブレード132はパドル136および脚134を備え、該脚134は主要な曲がり部材であり、パドル136は主な流体仕事を提供する。パドル136は、脚134よりも大きな質量を有するために、脚134と比べていくらかの質量負荷特性を提供する。

30

#### 【0033】

図16は、質量138をパドル132に結合させた、図15のブレード132を示す。質量138は、共振周波数を低くすると共に、ブレードのQを高めて、ファンの効率を高める。

#### 【0034】

図17は、モードを無くして、他のモードの周波数を増やすことによって正弦波変位を可能にする別のブレード態様を図示している。図17において、ブレード140は四枚の個別のブレード142にさらに分割され、これらは全て同じカンチレバー共振周波数を有する。個々のブレード142は高いL/W比を提供するため個々のブレードそれぞれの安定した正弦波振動を作る一方で、四枚のブレード全てが低いL/W比の設置面積に適合する。

40

#### 【0035】

図18は、別個の質量144が別個のブレード142に結合した図17のブレード140を示す。質量144はブレード142の共振周波数を同じだけ低減すると共に、ブレード142のQを同じだけ高めて、ファンの効率を高める。

#### 【0036】

図12～18のブレードのために多くの加工方法があり、これらは当業者には明らかであり、かつ本発明の範囲内にあると考えられる。例えば、パドルは、バネ脚と結合される別個の孤立したコンポーネントであってもよいし、または射出成形方法を使用してバネ脚上に成形されてもよい。ブレードの質量は任意の数の材料からなる孤立したコンポーネントで

50

あってもよいし、パドルと一体型にされてもよいし、または単にパドルの厚みを変えることによってパドル自体の一特性としてもよい。

#### 【0037】

#### ブレード駆動型ラジアルファン

図19は、放射状に方向付けられた気流を提供し、かつ振動相殺が向上した別の態様を図示している。図19において、ブレード146はパドル150および152を含み、ブレード148はパドル154および156を有し、ブレード146はブレード148に対して90度回転されている。ブレード146の中央は磁性コア体164の中央上面に堅く結合しており、ブレード148の中央は磁性コア体164の中央底面に堅く結合している。ブレード146および148は、図2、3および9のファンと同じ様式のアクチュエータで同じように作動される。パドル150および152は、コイル166および168に電圧を与えられた際に対称的な空隙158内で生成される磁力によって作動され、パドル154および156は、コイル170および172に電圧が与えられた際に対称的な空隙160内で生成される磁力によって作動される(第二の空隙160は図面において図示されていない)。動作の際は、ブレード146および148のパドルはZ方向に振動してこれは主に放射方向の気流を作る。振動相殺の好適な態様において、コイル166および168は同じ周期的電流で駆動されてパドル150および152を互いと同相で振動させ、コイル170および172は同じ周期的電流で駆動されてパドル154および156を互いと同相で振動させ、かつコイル166および168を駆動する電流波形はコイル170および172を駆動する電流波形と同相であり、ブレード146のパドルをブレード148のパドルと反対に(位相を180度ずらして)振動させる。

10

20

30

#### 【0038】

図19において、各パドルの先端は弧162と同様の弧で振動し、その結果、各ブレードは、磁性コア体164に作用する放射方向およびZ軸方向の両方の反動力を作る。磁性コア体164は、図19のファンが製品に搭載され得る点である。ファンブレードが対称的であるため、各パドルの放射方向の反動力は放射方向に反対にあるパドルによって相殺され、ブレード146の軸方向の反動力は対向するブレード148の対向する軸方向の反動力によって相殺される。このようにして、放射方向および軸方向の反動力は両方共、動作中にブレードパドルの共振周波数、質量および変位の全てが一致するような程度に相殺される。全ての反動力が相殺されない程度に、磁性コア体164が製品またはシステムに弾性的に取り付けられて、製品またはシステムに振動が伝達されないようにされてもよい。

#### 【0039】

様々な形状およびブレード質量負荷を含む、多数あるブレード設計の任意のものが図19のファンに使用でき、具体的に使用されるブレードは所与の用途の設計要件に基づいて選択され得る。

#### 【0040】

#### クランプ駆動型ラジアルファン

図20は、放射状に方向付けられた気流を提供し、振動相殺が向上した別の態様を図示している。図20のラジアルファンは、クランプ塊198にクランプ留めされた一対のブレード174および180と、クランプ塊200にクランプ留めされた第二のブレード対176および178とを含む。クランプ塊198は、クランプディスク182と、磁性コア190と、コイル194とを含む。クランプ塊200は、クランプディスク184と、磁性コア192と、コイル196とを含む。クランプ塊198はバネ186の中央に堅く結合されており、クランプ塊200はバネ188の中央に堅く結合されている。バネ186および188はそれぞれの周辺において、環状バネスペーサー196によって互いと堅く結合している。バネ186および188はクランプ塊198および200をZ軸方向に振動させる。バネ186および188の剛性は、磁力を加えている間にそれらに蓄えられたエネルギーが、動作周波数に適した時間周期でクランプ塊を再度押し離すように選択される。ブレード先端 対 クランプ塊の変位比が非常に高いクランプ駆動型モードで主に動作するために、バネ186および188は、クランプ塊198および200の変位がわずかしかないよう十分に堅くなければならない。

40

#### 【0041】

50

動作の際、ブレード174、176、178および180はZ方向に振動することで、主に放射方向の気流が作られる。振動相殺の好適な態様において、コイル194および196が同じ周期的電流で駆動されることで、磁性コア190と192との間に生じる磁気引力によってクランプ塊198がクランプ塊200に引き寄せられる。電流の周期性によって、周期的電流の周波数においてクランプ塊が互いに反対に振動する。駆動電流周波数がブレードのカンチレバーモードに等しいかまたは近い場合では、ブレード174および180は同相であるが、ブレード176および178とは位相が180度ずれて振動するように、クランプ塊の振動が全てのブレードカンチレバーモードを引き起こす。各ブレード先端は、図19の弧162と同様の弧で振動することで、各ブレードは、バネスペーサー196に作用する放射方向およびZ軸方向の反動力の両方を作る。バネスペーサー196は図20のファンにおける最小振動点であり、ファンが製品に搭載される地点である。ファンブレードが対称的であるため、ブレード対174および180の放射方向の反動力は互いを相殺し、ブレード対176および178の放射方向の反動力は互いを相殺し、かつブレード対174および180の軸方向の反動力はブレード対176および178の反対方向の軸方向の反動力によって相殺される。このようにして、放射方向および軸方向の反動力の両方は、動作中にブレードの共振周波数、質量および変位の全てが一致するような程度に相殺される。全ての反動力が相殺されない程度に、バネスペーサー196が製品またはシステムに弾性的に取り付けられて、製品またはシステムに振動が伝達されないようにされてもよい。

10

## 【0042】

様々な形状およびブレード質量負荷を含む、多数あるブレード設計の任意のものが図20のファンに使用でき、具体的に使用されるブレードは所与の用途の設計要件に基づいて選択され得る。

20

## 【0043】

## アクチュエータの種類

図2~20に示すアクチュエータトポロジーおよび動作原理は、本発明で使用できる具体的なアクチュエータを図示している。しかし、ブレードの変位に対して不動なコンポーネントおよび本発明で使用し得る多くのアクチュエータ改善を有するその他の多くの種類のアクチュエータも存在し、当業者は思い付くであろう。これらは全て本発明の範囲内にあると考える。

30

## 【0044】

図21は、多数の可能なアクチュエータ例の一つを図示しており、ブレード202を作動する可動磁石型音声コイルアクチュエータ204が設けられている。アクチュエータ204は、高透磁率材料からなる磁石ホルダ216を備え、磁性ホルダ216と磁石210との間の空隙218に磁界が存在するように磁石210が取り付けられている。磁石ホルダ216は、クランププレート208によってブレード202に取り付けられている。コイル212は、ファン土台214に堅く取り付けられたコイルバス220に堅く取り付けられている。動作の際に、コイル212に交流電流がかけられて、これが交互に起きた力を磁石ホルダ216を介してファンブレード206に及ぼす。交流電流周波数がブレード206の好適なカンチレバー共振周波数に近いかまたは等しい場合、ブレード206は大きい先端変位で振動する。図21のアクチュエータに対する変更としては、磁石とコイルとの位置を逆にして可動コイルアクチュエータを得ることであろう。

40

## 【0045】

クランプ駆動型ブレードアクチュエータのさらなるアクチュエータ例が図22に示されており、ここではカンチレバーファンブレード222および224が、電歪材料226のブロックのどちらか側に堅く接続されている。動作中は、周期的電圧が電歪ブロック226に印加され、ブロックが両矢印で図示する方向に膨張および/または収縮する。周期的電圧周波数がブレード222および224の好適なカンチレバー共振周波数に近いかまたは等しい場合、ブレード222および224は大きく変位しながら互いに反対に振動する。電歪材料は、例えば、圧電物質または磁歪物質であってもよいし、圧電スタッカ(中間電極を有する多層圧電材料)を含んで、駆動電圧振幅要件を低減してもよい。図22のファンは小型化に役立つ。

50

**【 0 0 4 6 】**

本明細書に記載のアクチュエータに対して多くの改変が行え得る。図2~9、19および20に示すアクチュエータは引力のみを提供するが、追加のアクチュエータコンポーネントを加えることによって引力および斥力の両方(プッシュプル)の動作に変換され得る。例えば、図23に示すように別のアクチュエータを加えることによって、図2のカンチレバーファンをプッシュプル動作に変換できる。図2の電機子16とブレード12との間の引力を増すという改善の一つとして、図24に示すようにブレード12に裏当てプレート228を当てることがある。

**【 0 0 4 7 】**

ブレード駆動型またはクランプ駆動型態様はいずれも、幅広い種類の異なるアクチュエータを使用するように設計でき、具体的に選択される種類は典型的に具体的な用途の要件に基づく。

**【 0 0 4 8 】**

本発明は、低い動作周波数での高い流量、および非常に長いファン寿命と共にカンチレバーファンの小型化を可能にするが、本発明の範囲は本明細書で提供する態様に決して限定されない。本発明の様々な態様および向上を本明細書に開示して、ブレード質量負荷、振動相殺および振動低減を介して向上したL/Wアスペクト比の安定性を維持しながら、カンチレバー作動、ブレードサイズの縮小に関する本発明の利点を説明しており、当業者はこれらの態様および向上の多くの異なる組合せを使用することを思い付くであろう。これらの態様の様々な組合せは全て所与の用途の要件によって決定され、および本発明の範囲内にあると考える。例えば、図25は、ブレード設計とブレード作動トポロジーとの多くの可能な組み合わせの一つを図示している。本発明の従属コンポーネントの具体的な組み合わせは、具体的な設計および最終製品の要件に応じた良好な設計実践によって決定される。

**【 0 0 4 9 】**

本発明の態様は、本発明の範囲内にあるあらゆる周波数において駆動され得る。所与のブレードの共振に等しいかまたは近い駆動周波数においてファンを動作することにより性能的利点が得られる一方で、本発明の範囲は駆動周波数とブレードの共振周波数との近さに限定されない。駆動周波数が、エネルギーが蓄えられる程ブレード共振に近い場合、ブレード変位振幅は蓄積エネルギーに比例して大きくなる。駆動周波数が瞬間的なブレード共振周波数に近ければほど蓄積エネルギーは大きくなり、ブレード変位は大きくなり、気流は大きくなる。カンチレバーファンの動作は、蓄積エネルギーの有無に関わらず、本発明の範囲内にあると考慮される。

**【 0 0 5 0 】**

ブレードは、金属、プラスチックまたはエラストマー等の多くの異なる材料から作られることができ、具体的な材料の選択は所与の用途の要件に基づくことが理解される。

**【 0 0 5 1 】**

カンチレバーファンに動力を与えるためには多くの異なる駆動回路が使用でき、これらは当業者には明らかである。これらの駆動回路は、ブレードがそれらの共振周波数またはその付近において動作し続けるためにPLLコントロール等の共振ロックコントロールを含み得る。

**【 0 0 5 2 】**

本発明のファンの応用としては、熱管理用途において、マイクロプロセッサ等の電子部品、MODFETS、HBLEDおよび空気冷却を必要とするあらゆる電子機器コンポーネント等のパワー電子機器コンポーネント、ならびにヒートシンク、プリント基板カードおよび電子機器筐体等の二次熱交換対象を含む広範囲の熱物体の熱交換のための空気移動が挙げられる。本発明のカンチレバーファンは、サーバ、PCタワー、ラップトップ、PDA等の製品プラットフォームに強制的に空気を通すため、または携帯電話、遠隔通信および軍事的用途等において密封された電子機器筐体内で空気を循環させるために使用され得る。

**【 0 0 5 3 】**

10

20

30

40

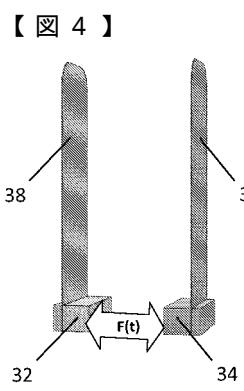
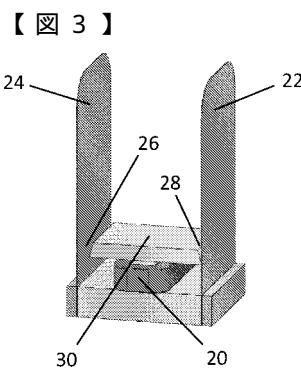
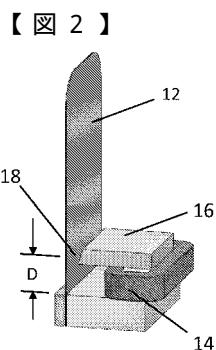
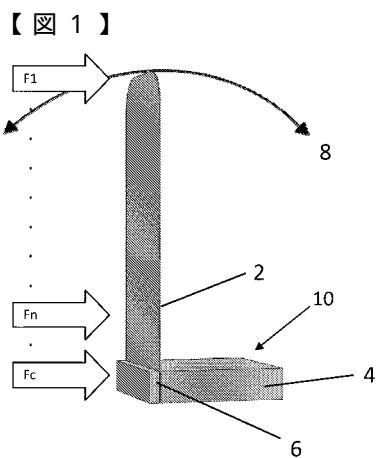
50

その他の応用としては、一部の例を挙げると、化学反応させるためのガスおよび粒子物質の一般的な混合、流体計量、サンプル抽出、細菌兵器剤および一般的な化学分析のための空気サンプル抽出、粉碎もしくは凝集等の浮遊粒子における他の材料変化を作ること、またはこれらのプロセスのあらゆる組合せが挙げられる。

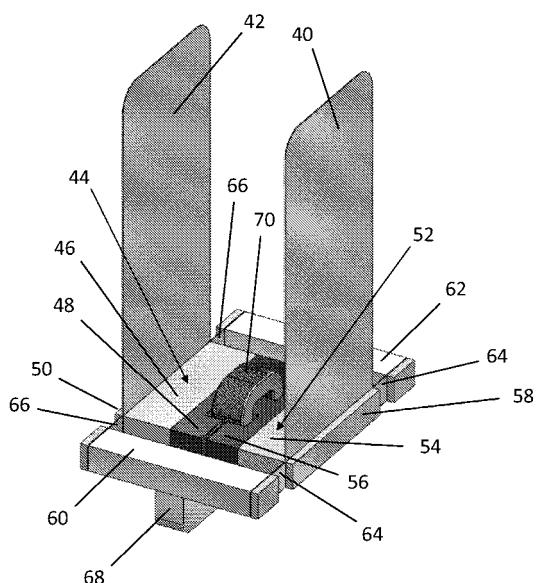
#### 【0054】

本発明のいくつかの態様の上記記載は、例示および説明の目的で提示してきた。提示の図面において、本明細書で提供した個別の態様の従属コンポーネントは、機能を明瞭にするために必ずしも互いに対しても比例して描かれていません。実際の製品においては、個々のコンポーネントの相対的比は具体的な工学的設計要件によって決定される。本明細書で提供する態様は網羅的なものでも、開示した厳密な形態に本発明を限定するものではなく、当然、上記教示を考慮して多くの改変および変更が可能である。本発明の原理およびその実用的応用を最も良く説明することで、想定される特定の使用に適するよう当業者が様々な改変を加えて本発明を様々な態様において最も良好に利用できるように、態様を選択および説明した。上記記載は多くの詳述を含むが、これらは本発明の範囲を限定するものではなく、むしろそれらの代替的な態様の例示であると解釈されるべきである。

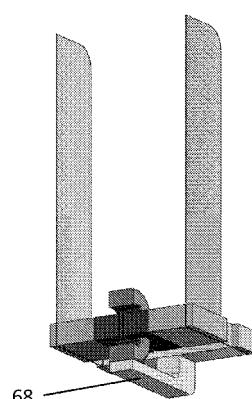
10



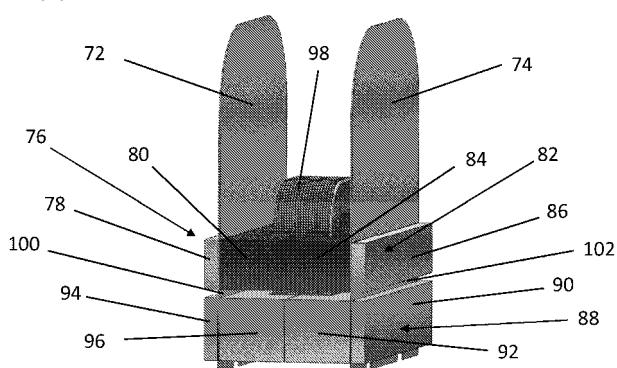
【図5】



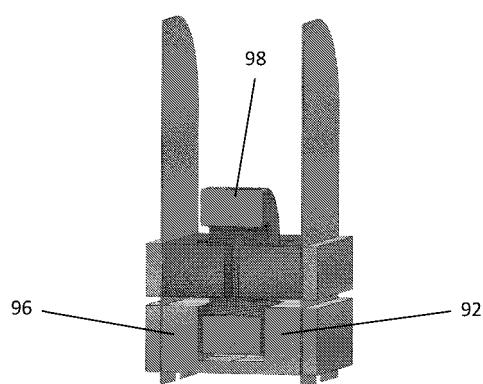
【 四 6 】



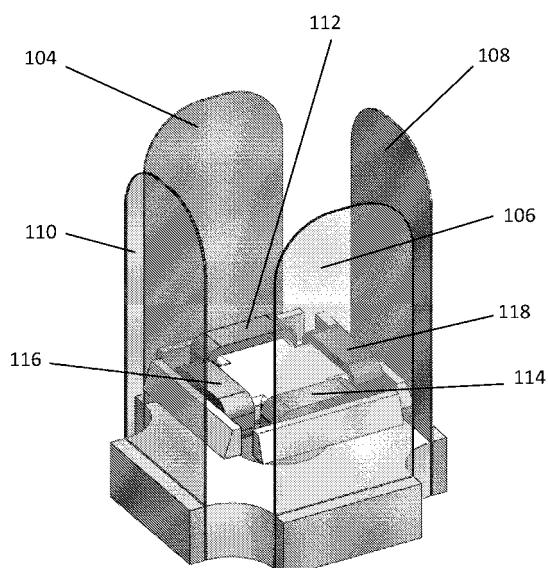
( 7 )



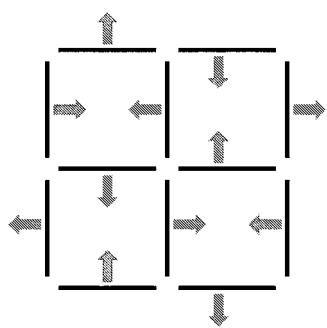
【 図 8 】



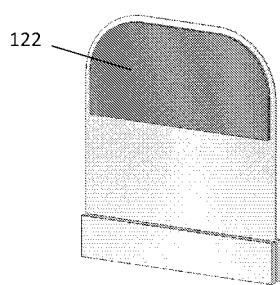
【 四 9 】



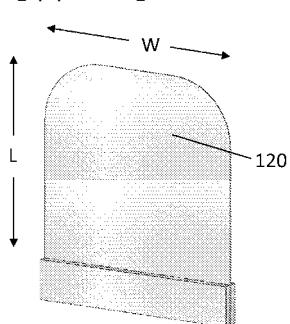
【図 1 0】



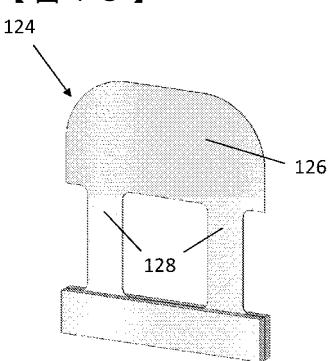
【図 1 2】



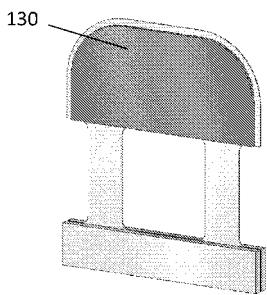
【図 1 1】



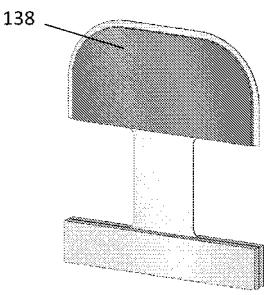
【図 1 3】



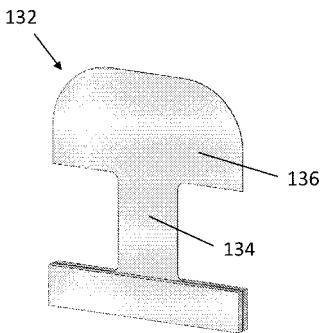
【図 1 4】



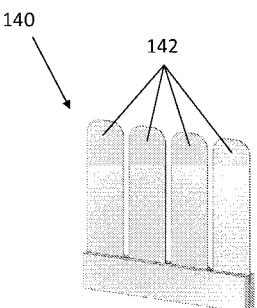
【図 1 6】



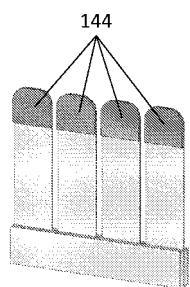
【図 1 5】



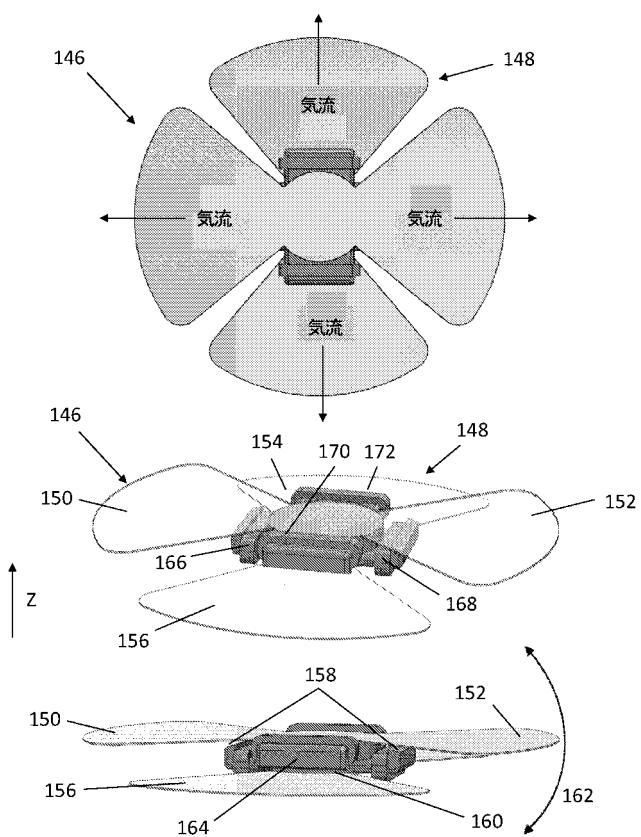
【図 1 7】



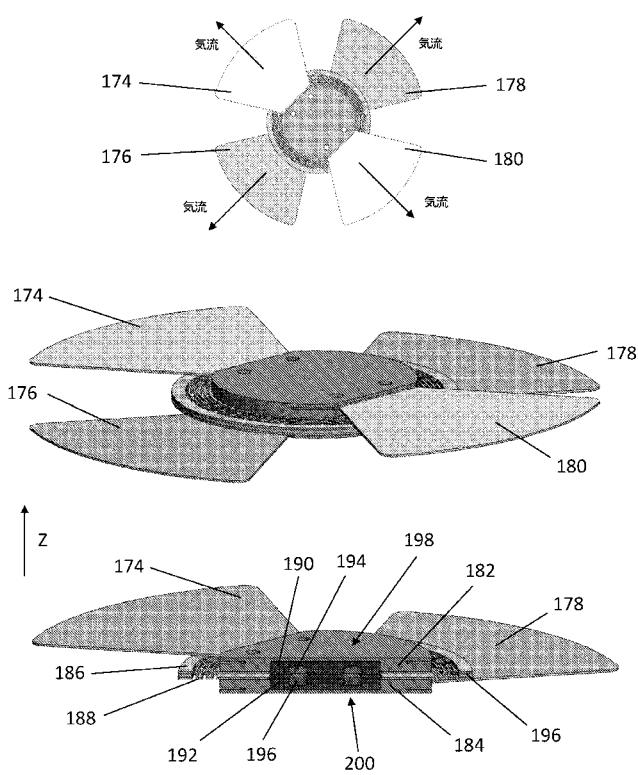
【図 18】



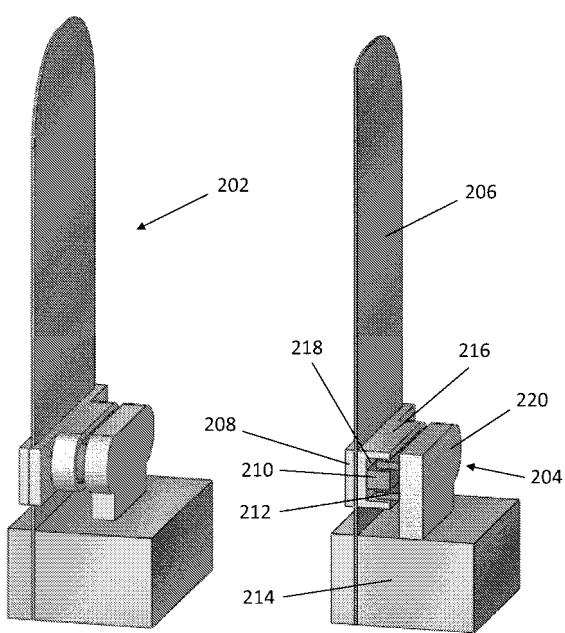
【図 19】



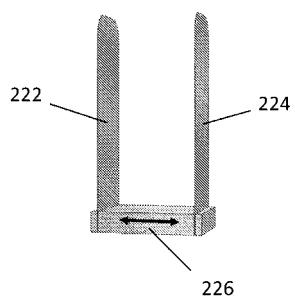
【図 20】



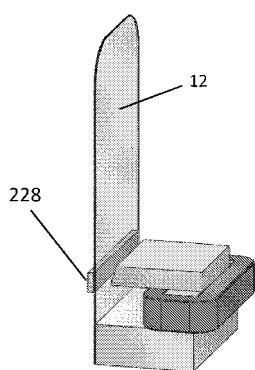
【図 21】



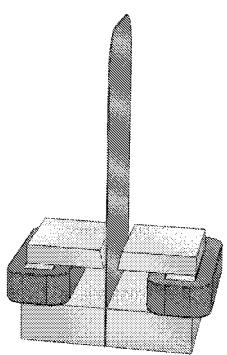
【図 2 2】



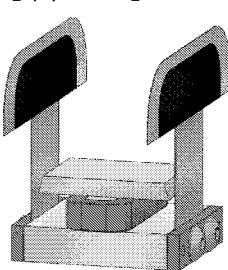
【図 2 4】



【図 2 3】



【図 2 5】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. <b>PCT/US2011/048394</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>F04D 33/00(2006.01)i, F04D 29/00(2006.01)i, F04D 35/00(2006.01)i</b>		
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 33/00; F04B 17/00; H02K 33/00; H01L 41/09; B06B 1/06; B06B 1/04		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: cantilever, (fan <or> blower <or> impeller), coil		
<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 Y	JP 2005-133555 A (DAIKIN IND LTD) 26 May 2005 See abstract, paragraphs [0042]–[0057], and figure 2.	1–2, 6–7 3–5, 8–15
Y	JP 2010-029759 A (FUJIKURA LTD) 12 February 2010 See abstract, paragraphs [0018]–[0022], and figure 1–3.	3, 5, 8, 10–15
Y	US 7485991 B2 (KIM SUNG KI et al.) 03 February 2009 See abstract, column 3 line 3–41, and figure 2.	4–5, 9–10, 13
A	US 2008-0286133 A1 (HE SIN-WEI et al.) 20 November 2008 See abstract, paragraphs [0022]–[0035], and figure 3.	1–15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* 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 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</p> <p>"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      "&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 21 MARCH 2012 (21.03.2012)	Date of mailing of the international search report <b>22 MARCH 2012 (22.03.2012)</b>	
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer HONG, Geun Jo Telephone No. 82-42-481-8560	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No.

**PCT/US2011/048394**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2005-133555 A	26.05.2005	None	
JP 2010-029759 A	12.02.2010	None	
US 7485991 B2	03.02.2009	KR 10-0661647 B1 KR 10-2006-0073743 A US 2006-0138875 A1 WO 2006-068364 A1	26.12.2006 29.06.2006 29.06.2006 29.06.2006
US 2008-0286133 A1	20.11.2008	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,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,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,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,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,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM

(74)代理人 100148699

弁理士 佐藤 利光

(74)代理人 100128048

弁理士 新見 浩一

(74)代理人 100129506

弁理士 小林 智彦

(74)代理人 100130845

弁理士 渡邊 伸一

(74)代理人 100114340

弁理士 大関 雅人

(74)代理人 100114889

弁理士 五十嵐 義弘

(74)代理人 100121072

弁理士 川本 和弥

(72)発明者 ルーカス ティモシー エス.

アメリカ合衆国 バージニア州 プロビデンス フォージ ブランドン パインズ ドライブ 5  
052

F ターム(参考) 3H130 AA13 AB26 AB56 AC19 BA98C CB01 DD01X DF00X