

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4051468号  
(P4051468)

(45) 発行日 平成20年2月27日(2008.2.27)

(24) 登録日 平成19年12月14日(2007.12.14)

(51) Int. Cl. F I  
**FO4D 25/08 (2006.01)** FO4D 25/08 304A  
**FO4D 29/32 (2006.01)** FO4D 29/32 A

請求項の数 9 (全 17 頁)

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2000-600042 (P2000-600042)  | (73) 特許権者 | 501329183<br>メカニゼーション システムズ カンパニ<br>ー インコーポレイテッド<br>アメリカ合衆国 92408 カリフォル<br>ニア サンバーナディーノ サウス アレ<br>ン ストリート 794 |
| (86) (22) 出願日 | 平成12年2月11日(2000.2.11)         | (73) 特許権者 | 504216963<br>デルタ ティー コーポレーション<br>アメリカ合衆国 40511 ケンタッキ<br>ー レキシントン マーシャント ストリ<br>ート 2425                        |
| (65) 公表番号     | 特表2002-537521 (P2002-537521A) | (74) 代理人  | 100065215<br>弁理士 三枝 英二  |
| (43) 公表日      | 平成14年11月5日(2002.11.5)         | (74) 代理人  | 100076510<br>弁理士 掛樋 悠路  |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2000/003675             |           |   |
| (87) 国際公開番号   | W02000/049342                 |           |   |
| (87) 国際公開日    | 平成12年8月24日(2000.8.24)         |           |   |
| 審査請求日         | 平成17年3月7日(2005.3.7)           |           |   |
| (31) 優先権主張番号  | 09/253,589                    |           |   |
| (32) 優先日      | 平成11年2月19日(1999.2.19)         |           |   |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低速冷却ファン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

工業用の建物内に配置され、人々を冷房するファンであって、  
 前記建物の天井に前記ファンを装着するための支持部と、  
 前記支持部に取り付けられ、回転可能なシャフトを備えたモータと、  
 前記シャフトに取り付けられたハブと、  
 前記ハブに接続された複数のファンブレードとを備え、  
 前記複数のファンブレードは、長さが少なくとも約7.5フィートで、翼形状の断面を  
 有し、前記モータは、前記ファンブレードを1分間に約50回転させて、前記ファンの近  
 傍に直径約20フィートの円柱形状で移動する空気を発生させ、前記空気は、前記ブレード  
 から約10フィート離れた位置で毎時約3~5マイルの速度で移動して、前記建物内に  
 循環する空気の流れを形成し、人々に隣接する空気の境界層を破壊して人々からの汗の蒸  
 発を容易にし、  
 前記支持部は、その下端部に円形状の下部プレートを備え、  
 前記ハブは、当該ハブが前記シャフトから脱離したときに、前記ハブ及び前記複数のフ  
 ァンブレードの合計の重量を支えるための複数の安全保持具を備えており、  
 前記安全保持具は、前記下部プレートの上方で前記下部プレートの外周縁部と対向する  
 ように延びた第3部分を有しており、当該第3部分は、前記ハブが前記シャフトから脱離  
 したときに、前記下部プレートの外周縁部に引っ掛かるよう構成されていることを特徴と  
 するファン。

## 【請求項 2】

前記安全保持具を 4 つ備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

## 【請求項 3】

前記ファンブレードを 10 個備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

## 【請求項 4】

前記複数のファンブレードは、それぞれアルミニウム押し出し成形により製造されていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

## 【請求項 5】

前記ファンブレードは、均一な断面に製造されていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

10

## 【請求項 6】

前記ファンブレードの翼形状を向上させるため、前記複数のファンブレードにフラップが装着されていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

## 【請求項 7】

前記複数のフラップは、前記ファンの回転軸に近い位置での前記ブレードの速度の低下を代償にして、前記ファンの回転軸に近い位置で、より適切な翼形状になるようにテーパ状に形成され、前記空気の流れの均一性が向上するようにすることを特徴とする請求項 6 に記載のファン。

## 【請求項 8】

前記ファンブレードは、迎え角が 8 度で装着されていることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

20

## 【請求項 9】

前記複数のファンブレードは、

1 分間当たりの回転数を単位とする前記ファンの回転速度に対する、前記ブレードから約 10 フィート離れた位置で計測される 1 分間当たりの移動距離（フィート）を単位とする空気の速度を、約 1 対 5 から 1 対 9 の範囲にするように回転し、これにより前記建物内に循環する空気の流れを形成して、人々に隣接する境界層を破壊し、人々からの汗の蒸発を容易にすることを特徴とする請求項 1 に記載のファン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

30

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、大型の建物に設けられる冷房装置、特に、ビル内の人や動物の冷房を容易に行うことができるように、建物内で大量の空気を均一にゆっくりと循環させるために用いられる大径で低速のファンに関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

倉庫や工場等の大型の建物で働く人々は、不快であったり或いは危険な条件の中で日々働いている。暑い日には、体温を健全に維持できなくなるほど屋内の温度が高くなる。さらに、このような環境の中で、例えば溶接をしたり内燃エンジンを操作するといった行動により、有害な汚染物質が空気中に浮遊し、このような環境の中で働く人々に害を与えている。この汚染物質の浮遊は、換気が適切に行われていなければ、非常に広範囲に拡大する。

40

## 【0003】

大型の建物において温度を下げるという問題は、従来の空調方法によって常に解決できるわけではない。特に、大型の建物内の大量の空気を効果的に冷やすには、強力な空調設備が必要となるが、このような設備を使用すると、運転費用が問題となる。大型の空調設備の運転費用は、日常的に開かれている大型のドアがあったり、外気との換気を必要とするような環境では、非常に高くなる。

## 【0004】

一般に、空調設備が使用できない場合には、ある程度の温度を下げるために、ファンが使

50

用される。典型的なファンは、回転するハブに、放射状に等間隔に配置された複数のブレードを備えている。このようなファンの直径は、3～5フィートが一般的である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

通常ファンがモータにより高速で回転しているとき、ブレード近傍の空気とその周囲の空気との間には圧力差が生じ、これによりファンの回転軸に沿って延びる円錐状の空気の流れが生じる。この円錐形は、移動する空気の境界に作用する引力と組み合わせ、空気の流れをフレア状に下方へと拡散させていく。その結果、この種のファンの冷却性能及び効率は限定的なものになり、ファンから一定距離離れた場所にいる人々にのみに作用するものとなる。

10

【0006】

特に、ファンの効果は、蒸発の原理に基づいている。体温が上昇してあるしきい値を越えると、人体は発汗により反応する。蒸発過程を通じて、汗を含むよりエネルギーの高い分子が周囲の空気へと放出され、その結果、人体外表部の熱エネルギーが減少する。蒸発による熱エネルギーの減少は、新陳代謝と周囲の高温の空気との熱伝導を含む人体の自発的な熱エネルギー源を打ち消す。

【0007】

蒸発熱の損失の割合は、周囲の空気の相対湿度に大きく依存する。周囲の空気が動いていない場合は、皮膚の近傍に飽和した空気の層が形成され、人体からの水分の蒸発が妨げられるために、蒸発熱の損失の割合が大きく低下する。こうして、人体に汗をかかせるという発汗作用が行われる。効果的な熱損失の機構が欠如すると、体温が望ましくないレベルを超えて上昇する。

20

【0008】

ファンによって生ずる空気の流れは、皮膚近傍の飽和した空気を除去し、飽和していない空気に置き換える。これにより、蒸発過程がより長い時間行われる。そして望ましい結果として、体温が快適な温度に維持される。

【0009】

大型の建物では、人々を涼しくするための従来方法として、直径の小さい多くのファンが用いられている。直径の小さいファンは、大きさの制約により、大きい直径のものより好まれる。特に、大きい直径のファンは、ブレードの縦横比の増加に伴って上昇する重力モーメントにより生ずる応力に耐えうるために、強度が大きく軽量のブレードが要求される。さらに、直径の2乗に従ってファンの回転慣性が増加するという事実により、高いトルクを発生させる減速ギア機構が要求される。さらに、ドライブトレインの構成要素は、モータの起動時に発生する非常に大きなトルクによって機械的な故障を生じやすい。

30

【0010】

連続する空気の流れを作り出す従来の小さい直径のファンの欠点は、流れの下流の位置で空気の流れが急激に低下することである。これは、円錐の端部に抵抗として作用する引力と比較して、流れ中に含まれる比較的少ない量の空気と組み合わせ、円錐形空気流の性質によるものである。孤立していない大きな建物の中に十分な空気の流れを作るためには、小さい直径のファンを多数準備する必要がある。しかしながら、このような多数のファンを同時に使用するには大量の電力が必要となり、低コストで稼働できるという利点を損なうことになる。さらに、密閉された空間で使用される多数のファンは、空気の流れをさらに乱し、建物内の空気の流れを低下させる。その結果、ファンの冷却性能を低下させてしまう。

40

【0011】

実用的でない小さな直径のファンを多数使用せずに、大型の建物内で十分な空気の流れを作るために、少数の小さな直径のファンを高速で運転する方法を用いることがある。しかしながら、このようなタイプの複数のファンは大量の空気を比較的短時間で移動することができるが、これを望ましくない方法で行ってしまうことがある。つまり、小さい高速ファンは、比較的少量の空気を比較的高速で移動させるように運転することができ、その結

50

果、ファン近傍の空気の流れ及び騒音がともに非常に大きくなる。さらに、例えば紙等の軽い物体は、高速の空気により移動され、その結果、仕事をする環境が破壊されてしまう。

【0012】

高速ファンの他の問題は、閉じられた大きな空間内の空気を、一定状態で連続して流れさせることに関して効率的でないことにある。特に、最も適した層流を形成する場合には、ファンの電力消費は、ファンによる空気の流れの3乗に比例する。そのため、高速の空気の流れを形成し、電気で駆動する高速ファンは、比較的高い比率で電力を消費する。さらに、空気の流れが上昇するのに伴って発生する乱気流は、比較的小さい体積の空気中では、高速ファンの空気の流れによる運動エネルギーを放散する。その結果、たとえ大きい電力が消費されても、ファンから離れた位置での空気の流れは非常に小さいものとなる。

10

【0013】

不十分な空気の流れを解消するために、多数の高速ファンを使用することがある。しかしながら、この方法では、周囲の騒音が大きく、しかも運転費用が高くなってしまふ。また、高速で流れる空気の領域が広がって、その結果、人々がケガをする危険性が高くなる。特に、空気が高速で移動すると、外部の物体が空気中に浮遊し、危険な状態を生じさせることになる。また、紙やその他の軽い物体がこれに巻き込まれるおそれがある。さらに、空気の温度が皮膚の温度より高くなると、高い温度の空気から低い温度の皮膚への熱の流れが増加するため、冷却効果が低下する。

【0014】

冷房に加え、ファンはまた、排気やたばこの煙のように空気中に浮遊する汚染物質を除去する換気システムに頼るところが大きい。典型的な換気システムは、建物の周囲に配置された高速ファンを備えている。しかしながら、上記のような高速ファンの問題は、高速換気用ファンにも当てはまる。最も深刻な問題は、建物内のいくつかの場所では適切に換気することができないということである。

20

【0015】

換気をよくするために、高速の屋内ファンを、建物内全体に汚染物質を分散するために使用することがある。しかしながら、上記したような高速ファンの制約は、換気の問題にも当てはまる。つまり、高速屋内ファンは、騒音が大きく、効率が悪く、ある一定の場所には十分に空気を流すことができない一方、他の場所には過大な空気を流すことがある。

30

【0016】

上記から、大型の建物内で効果的に運転することができ、コスト的に有利な冷却装置が必要とされていることが認識される。さらに、効率的で、過度な騒音や速い空気の流れにより仕事をする環境が壊されないような装置が必要とされている。さらに、建物内における汚染された空気の集中箇所をより均一に希釈することができる装置が必要とされており、これにより従来の換気システムとともに使用されるときに、建物を最も望ましい状態に換気することができる。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記したニーズは、本発明の方法により達成される。本発明の一実施形態の方法は、少なくとも約10～12フィートの長さのブレードを有するファンを工業用の建物の天井に装着する過程と、前記ファンと隣接する位置で直径約20～24フィートの円柱状の空気を移動させるように前記ファンを回転させる過程とを備えている。また、他の実施形態では、工業用建物内に空気の流れを形成するために、ファンの回転によりファンから10フィートから離れた位置で毎時約3～5マイルの速度を与え、この空気の流れにより皮膚に近接した空気の境界層を破壊して、皮膚からの汗の蒸発を容易にする。

40

【0018】

他の実施形態では、ファンを装着する過程が、約10フィートの長さの複数のブレードを有するファンを工業用建物の天井に装着する過程を備え、このようなファンが、建物の面積が10,000平方フィートにつき約1個の割合で配置される。他の実施形態では、フ

50

ファンを回転させる過程が、空気を円柱状に建物の床に向かって下方へと流し、続いてこの空気を円柱から外側に側方へと流すようにファンを回転させる過程を備えている。

【0019】

本発明の他の態様として、上記したニーズは、支持部、モータ、ハブ及び複数のファンブレードを備えた本発明のファンにより満たされる。支持部により、工業用建物の屋根にファンを装着することができる。モータは、支持部に取り付けられ、回転可能なシャフトを備えている。複数のファンブレードは、シャフトに取り付けられ、長さが約10フィートで翼形状の断面を有している。モータは、約50rpmでファンブレードを回転させ、ファンブレードに非常に近接した位置で直径約20フィートの円柱形状で移動する空気を発生させる。別の実施形態では、10フィートのブレードを回転させており、ファンブレードから10フィート離れた位置での、ブレードの回転数(rpm)に対する空気の速度(feet per minutes)を、約5対1から9対1の間の範囲にし、これにより工場内に循環する空気の流れを形成し、この流れで人体に隣接する境界層を破壊して人体からの汗の蒸発を容易にする。

10

【0020】

上記から、本願発明のファンは、静かで、しかもコスト的に高効率で、孤立していない大きな建物内の人々を冷房することができる。本願発明のファンは、穏やかでしかも一定の空気の流れを、最小限の機械的エネルギーの消費で建物内に供給することができる。結果として、本願発明のファンは、汚染物質が集中する領域を希釈し、これにより建物内の通気を維持することができる。このような本願発明の目的及び利点は、図面とともに行う次の説明から明らかになる。

20

【0021】

【発明の実施の形態】

以下の図面においては、同様の符号は同様の部材を示す。図1は、一般的な倉庫や工場における好ましい実施形態である低速ファン100を示している。この低速ファン100は、予め備わっている適宜の支持構造体に直接取り付けられるか、或いは支持構造体に接続されて延びる適宜の延長部材に取り付けられ、これにより低速ファンの回転軸は鉛直方向に延びた状態となる。図1に示すように、この低速ファン100は、延長部材101に連結されており、この延長部材101は、ナット、ボルト、溶接等の公知の取付具を用いて工場の天井110の取付位置104に取り付けられている。

30

【0022】

コントロールボックス102は、一般的な電力ラインを介して低速ファン100と接続されている。このコントロールボックス102は、後述する方法で、低速ファン100に電力を供給することを目的としている。図1に示すように、低速ファン100は、工場の床106より上の高い位置に配置され、これにより建物内の人々を冷やすことができるようになっていく。以下に詳述するように、この低速ファン100は非常に大型で、大量の空気の移動を生じさせることができ、これにより施設内の人々を冷やすことができるように、比較的低速で大きい円柱形状の空気を施設内に行き渡らせる。

【0023】

特に、図2に示すように、使用者がコントロールボックス102に適当な入力を行い低速ファン100を運転モードに設定すると、均一で穏やかに循環する空気の流れ200(図2)が建物の内部106に形成される。一般に、循環する空気の流れ200は、始めに、大きく比較的ゆっくりとした下方へ向かう流れ202になる。この流れ202は、大きい慣性質量により巨大な開放空間を通過し、後述するように、円柱形状となって低速ファン100から離れていく。続いて、この空気の流れ202は、大きい慣性質量に妨げられることなく、低速ファン100の下方の床部分212へと近づいていく。

40

【0024】

床部分212に達すると、この空気の流れ202は、建物の下方で水平方向に外方へ移動する流れ204になる。この空気の流れ204は工場の壁214にしたがって上方へ向かう流れ206となり、さらに工場の天井110にしたがって水平方向に内方へ移動する流

50

れ210となる。低速ファン100の上方の空間216に達すると、この空気の流れ210は、低速ファン100の動作により再び下方へと向かい、このサイクルが繰り返される。

#### 【0025】

低速ファン100により上記のような連続する循環流200が形成されると、工場内で働く人々の環境をより快適にすることができる。上記のように、暑い環境では、内部の人々は発汗をし始め、皮膚と隣接する湿った境界層が形成される。空気の流れがないと、この境界層が汗の蒸発をさらに妨げる。空気の流れは、皮膚近傍の湿った空気を湿っていない空気に置き換え、汗を蒸発させることによって冷却を行い、内部の人々を快適にする。さらに、低速ファンによる循環流は、空気中の汚染物質を工場内部に均一に分布させること

10

#### 【0026】

低速ファン100については、図3～図11により詳細に示されている。図3Aは、低速ファンの側面図、図3Bは低速ファンの下部の拡大した側面図を示している。

#### 【0027】

低速ファン100は支持フレーム302により機械的に支持されている。支持フレーム302は、金属製で水平に延びる上部プレート322を備えており、この上部プレート322は、建物の天井に隣接する適当な水平支持構造体に固定される。これにより、支持構造体とプレート322の第1の面366とが接触し、低速ファン100が天井に装着される。一実施形態として、プレート322を天井の梁にボルトで固定し、これによって低速ファン100が図1に示しているのと同様に、ビルの天井から下方へ延びるように配置することができる。

20

#### 【0028】

上部プレート322の第2の面370には、このプレート322の水平面に対して垂直な方向に延びる一対の支持部材326a, 326bの一端部325が溶接されている。支持部材326a, 326bの他端部335には、これら支持部材の軸方向と垂直になるように金属製で水平に延びる下部プレート324が溶接されている。下部プレート324は開口327を備えており、この開口によってハウジング376を有する電動モータ304を、下部プレート324の第1の面372に隣接させて支持フレーム302の内部に装着することができるようになっている。これにより、ハウジング376から延びる電動モータ304のシャフト306が、開口327から延び、下部プレート324の第2の表面374に近接するようになっている。

30

#### 【0029】

電力はコントロールボックス102から標準的な伝送ラインを介し、接続ボックス360を通過して電動モータ304へ送られる。接続ボックス360は、モータハウジング376の外周面上部に配置されている。モータは、装着プレート330を備えている。この装着プレート330は、金属製の環状プレートで構成され、モータのシャフト306近傍でモータハウジング376に一体的に取り付けられており、またシャフト306と垂直な平面上に配置されている。図3A及び図3Bに示すように、装着プレート330は、モータハウジング376と支持フレーム302の下部プレート324との間に介挿されている。

40

#### 【0030】

この好ましい実施形態においては、電動モータ304には、トルクを変化させることができるように周波数が変化する交流電源が使用されている。交流モータを使用することによって直流モータで問題となるスイッチングブラシの使用を避けることができる。電動モータ304は、低速ファンを駆動するために必要な機械的に有利な構成として、さらに内蔵型減速ギア機構を備えている。この好ましい実施形態に使用されている電動モータ304は、Sumitomo Machinery Corporation of America製であり、型式CNVM-8-4097YA35を付与されている。この好まし

50

い実施形態に使用されている電動モータ304の最大消費電力率は、370ワットである。

#### 【0031】

この好ましい実施形態においては、コントロールボックス102は、周波数変化を制御できる交流電源としてSumitomo Machinery Corporation of America製のNT2012-A75を備えている。デジタル操作インターフェイスにより、使用者は、異なる操作状態を選択することができる。例えば、使用者は、周波数が徐々に上昇する交流電圧を発生させるようにコントロールボックス102に指示を与えることにより、初期起動状態を選択することができ、これによって電動モータ304により低速ファン100が破損するのを防止することができる。別の例では、使用者は、周波数を60ヘルツに固定した交流電圧を発生させるようにコントロールボックス102に指示を与えることにより、連続的な最大速度を選択することができる。さらに別の例では、使用者は、周波数を60ヘルツ以下に固定した交流電圧を発生させるようにコントロールボックス102に指示を与えることにより、連続的に低い速度を選択することができる。

10

#### 【0032】

この好ましい実施形態で用いられるコントロールボックス102は、他の有利な点を有している。例えば、コントロールボックス102は、中央制御装置により遠隔操作をすることができる。また、標準的なアナログ入力により、温度計、湿度を計測する装置、及び空気の速度モニターから制御入力信号を容易に受けることができる。

20

#### 【0033】

図3Aに示すように、電動モータ304は、低速ファン100に駆動トルクを与えることができるように、支持フレーム302に直接装着されている。特に、電動モータ304における装着プレート330の第1の面502(図5A及び図5B参照)は、支持フレーム302における下部プレート324の第1の面372に隣接して配置され、モータのシャフト306が下部プレート324の開口327から延びている。さらに、電動モータ304の回転軸、つまりシャフト306の軸方向は、下部プレート324の水平面に対して垂直方向に向いている。さらに、装着プレート330の第1の面502(図5A及び図5B参照)から一体的に延びるボス部材504が、下部プレート324と同一平面を形成するように下部プレート324の開口327内に配置されている。以下に詳述するように、上記のように配置された装着プレート330は、複数の固定具により下部プレート324に装着され、電動モータ304と支持フレーム302とを固定する。

30

#### 【0034】

シャフト306は、電動モータ304からシャフト306に装着されたハブ312へトルクを伝達する。この実施形態におけるハブ312は、アルミニウムからなる一体成形の鋳造物であり、ファンブレード316を固定するように、円板状に形成されている。後述するように、このハブ312は、シャフト306に装着され、複数のファンブレード316(図6参照)が装着できるようになっており、シャフト306の回転によりファンブレード316が回転するようになっている。また、このハブ312は、平面を形成するように、シャフト306から放射状に外方へ延びる円形で平らな中央部346を有しており、この中央部は、内側の面352と、これと平行な外側の面356(図3B)とを備えている。

40

#### 【0035】

図3Bに示すように、円筒状で対称に配置されているフランジ部342が、中央部346から、これと垂直な方向に内側へ延びている。このフランジ部342により、円筒状で均整のとれた開口部344が形成され、この開口部344にモータのシャフト306及びロック用台座310が挿通するようになっている。一実施形態において、台座310は、Fenner Trantorque製の型番62002280のものとなる。また、中央部346の径方向外方には、対称的な多角形状のリム部350が中央部346の内側の面352から、この面と垂直に上方へ延びている。

50

## 【0036】

複数の細いリブ362が、中央部346の内側の面352に沿って一体的に放射状に延び、内側の面352をフランジ部342及び中央部346のリム部350に接続している。外側の面356から該面356に垂直な方向に計測すると、ハブ312におけるリム部350、フランジ部342及びリブ362の高さは、本実施形態では、ほぼ同一になっている。

## 【0037】

複数のブレード支持部314が、シャフト306により構成される回転軸から外方へ放射状に延びるように、リム部350の外面380から約1.5インチの長さで延びている。ブレード支持部314は、パドル状に形成され、ファンブレード316をハブ312に装着するための手段として、ファンブレード316の一端部内に摺接している。ファンブレード316の取付手順については、以下に詳述する。

10

## 【0038】

ハブ312は、シャフト306に対して垂直な平面を構成するような装着位置に配置され、これにより、ハブの内側の面352がモータ304と対向する。フランジ部342の開口部327から延びるシャフト306の先端部364が、ハブ312の中央部352における外側の面356と略同一面を構成するように、ハブ312を配置する。この位置において、ハブ312は、台座310によりシャフト306に固定される。この固定は、ハブ312とシャフト306との間に、滑りが生じないような公知の方法で行われる。

## 【0039】

1組の安全保持具320が、緊急状態において、ハブ312とファンブレード316の合計重量を支えるために使用される。この実施形態では、各安全保持具320は、幅が約1インチで、強度の高いU字形のアルミニウムで構成されている。各安全保持具320は、真直ぐに延びる第1部分332と、この第1部分332から垂直に真直ぐに延びる第2部分334と、この第2部分334から垂直に、真直ぐに延びる第3部分336とから構成され、U字形に形成されている。

20

## 【0040】

各安全保持具320は、第1部分332を中央部346の内側の面352に配置することで、ハブ312に装着され、これにより第2部分334が、中央部346のリム部350と隣接した位置に配置される。第1部分332は、内側の面352に沿って放射状に延び、中央部346に複数のボルト340により固定され、その結果、安全保持具320がハブ312に固定される。

30

## 【0041】

固定された状態では、各安全保持具320は、次のように配置されている。つまり、ハブ312が低速ファン100から脱離した場合に、安全保持具320が独立してハブ312を支えることができる長さだけ、第3部分336が支持フレーム302の下部プレート324の上方に延びている。特に、安全保持具320の第3部分336は、例えば台座310が壊れてシャフト306が破損し、これによりシャフト306からハブ312が脱離した場合に、下部プレート324の第1の面372を受け止めるようになっている。このようにして、安全保持具320は、ハブ312とファンブレード316とが床に落下するのを防止している。さらに、安全保持具320は、第3部分336が支持部材326a, 326bと接触しないように配置され、低速ファン100が適切に運転しているときは、下部プレート324の第1の面372の上方に配置されている。

40

## 【0042】

好ましい実施形態においては、4つの安全保持具320が90度おきに等間隔で配置される。低速ファン100が図1に示すように、下方へ垂直に装着されているときに、シャフト306からハブ312が脱離した場合には、安全保持具320がハブ312の支持手段となり、ハブ312が床に落ちるのを防止する。

## 【0043】

図4A, 図4B, 図4Cの3つの図は、支持フレーム302を示している。図4Aの上部

50

プレート 3 2 2 の平面図によって示されるように、このプレート 3 2 2 は、低速ファン 1 0 0 を適切な張り出し構造に取り付けるために使用される複数の装着孔 4 0 0 を備えている。この実施形態では、各装着孔 4 0 0 がプレート 3 2 2 の端縁と中心との間の中間点付近に位置するように、プレート 3 2 2 上に均一に配置されている。

【 0 0 4 4 】

上部プレート 3 2 2 には、一对の支持部材 3 2 6 a , 3 2 6 b ( 図 4 B ) の一端部 3 2 5 とプレート 3 2 2 との溶接用に用いられる一对の長方形の領域 4 0 2 が設けられている。図 4 A に示すように、一对の領域 4 0 2 は、一直線上に配置され、2 つの領域 4 0 2 の中間点がプレート 3 2 2 の中心と一致するように配置されている。

【 0 0 4 5 】

図 4 C の下部プレート 3 2 4 の平面図によって示されるように、このプレート 3 2 4 は、複数の装着孔 4 1 6 を備えており、この実施形態では、装着孔 4 1 6 は、プレート 3 2 4 の中心から約 6 7 mm 離れた位置に均一に配置されている。装着孔 4 1 6 は、電動モータ 3 0 4 を下部プレート 3 2 4 に固定するために使用される。下部プレート 3 2 4 の開口部 3 2 7 は、半径が約 5 5 mm の円形になっており、上記したように、電動モータ 3 0 4 のボス部材 5 0 4 が挿通される。

【 0 0 4 6 】

下部プレート 3 2 4 には、さらに、一对の支持部材 3 2 6 a , 3 2 6 b ( 図 4 B ) の他端部 3 3 5 とプレート 3 2 4 との溶接用に用いられる一对の長方形の領域 4 0 4 が設けられている。この一对の領域 4 0 4 は、一直線上に配置され、2 つの領域 4 0 4 の中間点が下部プレート 3 2 4 の中心と一致するように配置されている。

【 0 0 4 7 】

次に図 5 A 及び図 5 B を参照する。図 5 A は電動モータ 3 0 4 の側面図、図 5 B はシャフト 3 0 6 側から見た電動モータ 3 0 4 の端面図である。特に、図 5 A , B に示すように、ボス部材 5 0 4 が装着プレート 3 3 0 の第 1 の面 5 0 2 から延び、ボス部材 5 0 4 と装着プレート 3 3 0 とが平行になっている。上記したように、ボス部材 5 0 4 は、支持フレーム 3 0 2 における下部プレート 3 2 4 の開口部 3 2 7 に挿入され、下部プレート 3 2 4 と同一面を構成する。

【 0 0 4 8 】

図 5 B に示すように、電動モータ 3 0 4 の装着プレート 3 3 0 は、複数の装着孔 5 0 0 を備えており、これら装着孔 5 0 0 は、プレート 3 3 0 の端縁付近に均一に配置されている。特に、この装着孔 5 0 0 は、図 3 A に示すように、電動モータ 3 0 4 が支持フレーム 3 0 2 内に配置されたときに、下部プレート 3 2 4 の装着孔 4 1 6 と一致するように配置されている。その結果、図 3 A に示すように、電動モータ 3 0 4 は、公知の方法で、対応する各装着孔 4 1 6 , 5 0 0 を標準的な固定具で固定することにより、支持フレーム 3 0 2 に固定される。

【 0 0 4 9 】

図 6 は、低速ファン 1 0 0 を下方から見た図であり、ハブ 3 1 2 と、このハブ 3 1 2 から延びる一組のブレード支持部 3 1 4 と、ブレード支持部 3 1 4 から延びるファンブレード 3 1 6 との関係を示している。各ファンブレード 3 1 6 は、シャフト 3 0 6 により構成される低速ファン 1 0 0 の回転軸から垂直に延び、均一に配置されている。この実施形態では、各ファンブレード 3 1 6 は、各ブレード支持部 3 1 4 を覆って見えないようにしている。

【 0 0 5 0 】

この好ましい実施形態においては、低速ファン 1 0 0 の直径は、1 5 ~ 4 0 フィートの範囲であり、よく好ましくは 2 0 ~ 4 0 フィートである。ファンブレード 3 1 6 は、少なくとも約 7 . 5 フィートの長さにするのが好ましく、少なくとも約 1 0 フィートにするのがより好ましい。その結果、各ファンブレード 3 1 6 の縦横比は、1 5 : 1 ~ 4 0 : 1 になるが、2 0 : 1 ~ 4 0 : 1 となるのがより好ましい。低速ファン 1 0 0 が通常の状態で運転中には、ブレード先端の速度が毎秒約 5 0 フィートとなるように、電動モータ 3 0 4 の

10

20

30

40

50

駆動比が設定される。

【 0 0 5 1 】

図7は、ファンブレード316の1つを下方から見た図である。この実施形態では、各ファンブレード316は、中空の細く長いアルミニウムにより構成されている。各ファンブレード316は、さらにファンブレード316の内側の端部714に隣接する第1の開口710と、ファンブレード316の外側の端部716に隣接する第2の開口712とを備えている。また、次に説明するように、ファンブレード316をハブ312のブレード支持部314に固定するための複数の装着孔700が第1の開口710の近傍に形成されている。

【 0 0 5 2 】

この実施形態では、ファンブレード316は、アルミニウムの押し出し成形により製造される。これにより、高い完成度の軽量のファンブレードを低コストで製造することができる。また、ファンブレードを低コストで翼形状に製造することができる。この実施形態では、各ファンブレード316は長手方向に沿って、均一な断面で製造されているが、別の実施形態として、アルミニウムの押し出し成形によるファンブレードを、均一でない断面で製造することもできる。

【 0 0 5 3 】

標準的な固定具を用いてテーパ状のフラップ704をファンブレード316に装着することにより、ファンブレード316の空気力学上の性能を向上することができる。フラップ704は、端部がテーパ形状で、中実の平らな帯状の材料で、しかも軽量で長く形成されている。次に説明するように、低速ファン100は、フラップ704によって、より均一な空気の流れを作り出す。

【 0 0 5 4 】

標準的な取付具を用いて、キャップ702がファンブレード316の他端部716の第2の開口712に装着される。これにより、他端部716に外面が形成される。一実施形態として、キャップをファンブレードの断面に適応するように最小の大きさにすることができる。さらに他の実施形態においては、キャップにスピルプレートのような空気力学上の構造を付加することができる。さらに、キャップに、低速ファン100の周囲に円形リングのような支持部材を設けるようにすることもできる。

【 0 0 5 5 】

図8は、シャフト306と平行な線に沿って見たハブ312の内側の拡大図である。複数のリブ362がフランジ部342から多角形状のリム部350に延びている。各リブ362は、ブレード支持部314の中心線上で、リム部350に接続されている。各リブは、対応するファンブレードによってハブに作用する大きな力により、ハブが損傷するのを抑制する役目を果たしている。図8に示すように、多角形状のリム部350の外面380からは、放射状にブレード支持部314が延びている。この構成では、各ブレード支持部314とこれに対応する外面380とが直角になっており、これにより、ファンブレード316がハブ312の外面380に次に説明するように装着されている。この実施形態では、ハブ312は、計10個のブレード支持部314と、10個の外面380及び10個のリブ362を備えている。

【 0 0 5 6 】

ハブ312は、さらに、ブレード支持部314の中心線上に配置される複数の第1の装着孔800を備えている。この装着孔800は、標準的な取付具で複数のファンブレード316とブレード支持部314とを固定するのに使用される。ファンブレード316の内側の端部714をハブ312のリム部350の外面380に装着するために、対応するブレード支持部314の外周にファンブレード316の第1の開口を係合することで、ファンブレード316がハブ312に装着される。各ファンブレード316は、装着孔700と、ブレード支持部314の装着孔800と、公知の取付具とによりブレード支持部314に固定される。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

ハブ 3 1 2 は、さらに複数の第 2 の装着孔 8 0 2 を備えている。この装着孔 8 0 2 は、ハブ 3 1 2 の中央部 3 4 6 において放射状に対称的に配置されている。装着孔 8 0 2 は、安全保持ボルト 3 4 0 により安全保持具 3 2 0 とハブ 3 1 2 とを公知の方法で接続するのに用いられる。

【 0 0 5 8 】

図 9 はハブ 3 1 2 の中央部 3 4 6 の平面に沿って、ハブ 3 1 2 の中心側を見た場合のブレード支持部 3 1 4 の 1 つの拡大図を示したものであり、ファンブレード 3 1 6 は、取り外されている。各ブレード支持部 3 1 4 は、多角形状のリム部 3 5 0 の外面 3 8 0 から垂直に延びるパドル状に形成されている。さらに、各ブレード支持部 3 1 4 は、以下に説明するように、ハブ 3 1 2 が形成する面に対して傾斜している。

10

【 0 0 5 9 】

各ブレード支持部 3 1 4 は、上部のテーパ部 9 0 2 と下部のテーパ部 9 0 4 との間に位置する広い中央部 9 0 0 を備え、ハブ 3 1 2 の中央部 3 4 6 の面に対して角度 だけ傾斜している。この場合、 は、中央部 9 0 0 の下面 9 0 6 と多角形状のリム部 3 5 0 の外面 3 8 0 との交線と、ハブ 3 1 2 の中央部 3 4 6 の面とリム部 3 5 0 の外面 3 8 0 との両方に平行な線との間の角度である。これにより、ファンブレードは に対応する迎え角で装着される。一実施形態においては、すべてのブレード支持部において、角度 を 8 度とされる。低速ファン 1 0 0 が回転しているときに、図 9 に示すブレード支持部 3 1 4 は、上部のテーパ部 9 0 2 が下部のテーパ部 9 0 4 より先頭になって移動をする。

【 0 0 6 0 】

20

各ブレード支持部 3 1 4 の中央部 9 0 0 は、ほぼ長方形に形成されており、その下面 9 0 6 とこれに平行な上面 9 1 0 とで境界面が形成されている。中央部 9 0 0 の長方形は、以下に説明するように、ファンブレード 3 1 6 を装着するのに効率的な構造となっている。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 は、ファンブレード 3 1 6 の第 2 の開口 7 1 2 側を見たときの、長さ方向の任意の位置の断面図である。このファンブレード 3 1 6 は、第 1 の湾曲壁 1 0 2 4 と、第 2 の湾曲壁 1 0 2 6 と、空洞部 1 0 2 2 とを備えている。2 つの壁 1 0 2 4 , 1 0 2 6 は先端接合部 1 0 3 1 と後端接合部 1 0 3 2 とで接続されている。後端接合部 1 0 3 2 では、2 つの壁 1 0 2 4 , 1 0 2 6 は、第 3 の壁 1 0 3 0 を形成するように連続的に接続されている。この第 3 の壁 1 0 3 0 は、後端部 1 0 1 4 まで延びている。第 1 の面 1 0 0 6 は、第 1 の湾曲壁 1 0 2 4 の外面に形成され、第 3 の壁 1 0 3 0 の外面へと継ぎ目なく延びている。第 2 の面 1 0 1 0 は、第 2 の湾曲壁 1 0 2 6 の外面に形成され、第 3 の壁 1 0 3 0 の外面へと継ぎ目なく延びている。2 つの面 1 0 0 6 , 1 0 3 0 は、先端部 1 0 1 2 で接続されている。空洞部 1 0 2 2 は、主として長方形の広い中央部 1 0 0 0 を備えている。平坦な第 3 の面 1 0 1 6 が第 1 の湾曲壁 1 0 2 4 の内面の中央部 1 0 0 0 の位置に形成されており、平坦な第 4 の面 1 0 2 0 が第 2 の湾曲壁 1 0 2 6 の内面の中央部 1 0 0 0 の位置に形成されている。つまり、2 つの平坦面 1 0 1 6 , 1 0 2 0 が互いに平行になっている。

30

【 0 0 6 2 】

40

各ファンブレード 3 1 6 は、ファンブレード 3 1 6 内部の中央部 1 0 0 0 の形状が、これに対応するブレード支持部 3 1 4 の中央部 9 0 0 の形状と対応するように、形成されている。これにより、ファンブレード 3 1 6 が対応するブレード支持部 3 1 4 の外周に配置され、固定具で取り付けられたときに、両部材が強固に固定される。平坦面は、湾曲面より容易に製造することができるため、このような方法は、製造コストの観点から有効な取付方法である。

【 0 0 6 3 】

2 つの外面 1 0 0 6 , 1 0 1 0 は、翼状に形成されている。一実施形態においては、この翼形状は、参照番号 F X 6 2 - K - 1 3 1 のドイツのセールプレーンの翼に基づいて形成される。押し出し成形による製造工程では、構造上の制約のために、ファンブレード 3 1

50

6の形状を最適な翼形状にするのが困難である。特に、第3の壁1030を好ましい翼形状になるように、延ばすのが困難である。フラップ704が後端部1014に沿ってなだらかに、しかも連続的に第3の壁1030に装着されたときには、これは、実質的に第3の壁1030と同等に作用し、その結果、翼形状に非常に近いものとなる。

#### 【0064】

内側の端部714が広く、外側の端部716が狭くなるように、フラップ704(図7)をテーパー状にすると、より改良されたものとなる。フラップをテーパー状にすることで、半径が小さくなるにつれて、ファンブレードの形状が、最適になる。上記の関係では、半径が小さくなるにつれてファンブレード316の速度が遅くなることを代償にして、低速ファン全体を横断するより均一な空気の流れが発生する。

10

#### 【0065】

低速ファン100が運転モードにあるとき、図11に示すファンブレードの断面は対応する迎え角で時計回りに傾斜しており、先端部1012が先頭になって回転する。各ファンブレードについて見ると、ファンブレード316の回転により、ファンブレード316の各面1006, 1010に沿う空気の流れ1100, 1102が生ずる。ファンブレード316の翼形状により、上方の空気の流れ1100の速度は下方の空気の流れ1102の速度より速くなる。その結果、下面(第2の面)1010の空気圧が上面(第1の面)1006の空気圧より大きくなる。

#### 【0066】

ファンブレード316が回転することにより生ずる非対称な空気の流れが、各ブレード316に揚力 $F_{lift}$ を生じさせている。これに対応して下方へ作用する力 $F_{vertical}$ が、周囲の空気に対して作用する。さらに、ファンブレード316の翼形状が、各ファンブレード316に作用する水平方向の引力 $F_{drag}$ を最小限に抑える。したがって、各ファンブレード316の周囲の空気に対して水平方向に作用する力 $F_{horizontal}$ が最小になる。その結果、低速ファン100によって生ずる空気の流れは、低速ファン100の回転軸に沿う円柱状の空気の流れになっていく。

20

#### 【0067】

この好ましい実施形態においては、低速ファンは、直径20フィートの穏やかな円柱状の空気の流れを形成する。円柱状の空気の流れは、その大きな慣性質量と組み合わせさせて、空気の流れを大きな空間へ広げていく。したがって、低速ファン100は、大きな工場内の人々を涼しくするための広い範囲で穏やかな空気の流れを発生させることができる。上記した運転能力は、建物の空間10000平方フィートに対して370ワットという低い電力消費率で達成されることが好ましい。

30

#### 【0068】

試作用の低速ファン100で繰り返し実験した際に、出願人は空気の速度を計測した。試作用の低速ファン100は、対向するファンブレードの外側の端部間の距離が20フィートであり、10枚のファンブレードを備えている。ファンブレード316から10フィート風下の位置で計測した空気の速度の平均は、毎時3~5マイルであった。ファンブレード316から2フィート風下の位置で計測した空気の最大速度は、毎時6マイルより大きくないことが分かった。

40

#### 【0069】

出願人によるテストを通じて、ファンブレード316の外側の端部716の速度が毎時36マイルに維持され、電動モータ304の消費電力はほんの370ワットに過ぎなかった。低速ファン100が設けられた10,000平方フィートの工場では、直径20フィートの円柱状の空気の流れを発生させることで、十分工場を冷房することができた。

#### 【0070】

特に、大きなファンブレード316は、アルミニウムの押し出し成形により製造されている。この方法により、ファンブレードは、頑丈で、軽量なものとなり、しかも安価に製造することができる。この方法では、またファンブレード316を翼形状に製造することにより、円柱型の空気の流れを発生させることができる。さらに、低速ファンで使用される

50

電動モータ304は小型であり、内蔵型の減速ギアを備えている。これにより大型の低速ファン100に要求される大きいトルクを発生させることができる。また、この電動モータ304は、制御可能な装置であり、起動時には低いトルクを発生させることができ、これにより低速ファン100に作用する機械的負荷を低減することができる。これに加えて、電動モータ304は、低速運転用に、低い一定のトルクを発生させることができる。この低速ファン100の安全性は、複数の安全保持具320を備えることによって高められている。この安全保持具320は、ハブ312が低速ファン100から脱離したときに、ファンブレード316とともにハブ312を支持するようになっている。

【0071】

本発明の好ましい実施形態により、本発明の主要で新規な特徴を示したが、当業者にとっては、本発明の概念から逸脱しない限りにおいて、図示した装置等を省略したり、別のもので代用したり、その形態を変更したりすることもできる。その結果、本発明の範囲は上記した説明に限定されるものではなく、添付した請求項によっても定義される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る低速冷房ファンが大型商業ビルの天井に配置されている状態を示す斜視図である。

【図2】 図1の低速冷房ファンによる空気の流れを示す斜視図である。

【図3A】 図1の低速冷房ファンの断面図である。

【図3B】 図1の低速冷房ファンの下部の断面図である。

【図4A】 図1の低速冷房ファンの支持フレームを構成する第1支持プレートを示す平面図である。

【図4B】 図1の低速冷房ファンの電動モータの支持フレームを示す側面図である。

【図4C】 図1の低速冷房ファンの支持フレームを構成する第3支持プレートを示す平面図である。

【図5A】 図1の低速冷房ファンの電動モータの側面図である。

【図5B】 図1の低速冷房ファンのモータハウジングをモータのシャフトの軸方向に下から見た図である。

【図6】 図1の低速冷房ファンを見上げた図である。

【図7】 図1の低速冷房ファンのファンブレードの一つを示す平面図である。

【図8】 図1の低速冷房ファンのハブを示す平面図である。

【図9】 図1の低速冷房ファンのブレード支持部の一つの断面図である。

【図10】 図1の低速冷房ファンのファンブレードの一つの断面図である。

【図11】 図1の低速冷房ファンによって発生する空気力学上の力が図示されているファンブレードの一つを示す断面図である。

【符号の説明】

- 100 低速ファン
- 302 支持フレーム
- 304 電動モータ
- 306 シャフト
- 312 ハブ
- 314 ブレード支持部
- 316 ファンブレード
- 320 安全保持具
- 704 フラップ

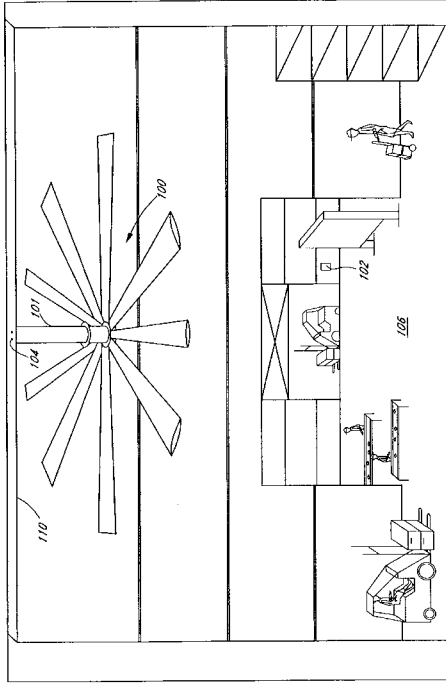
10

20

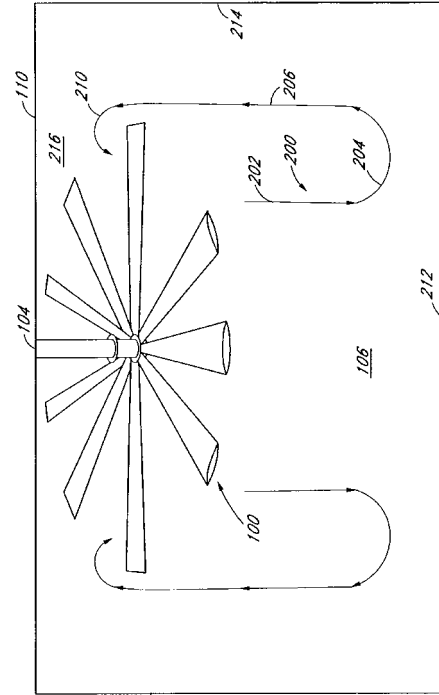
30

40

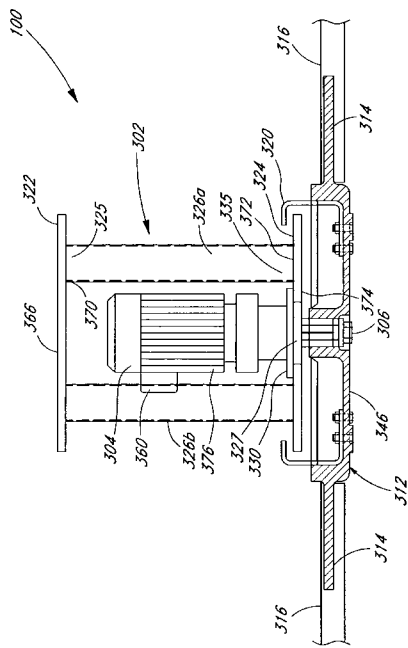
【 図 1 】



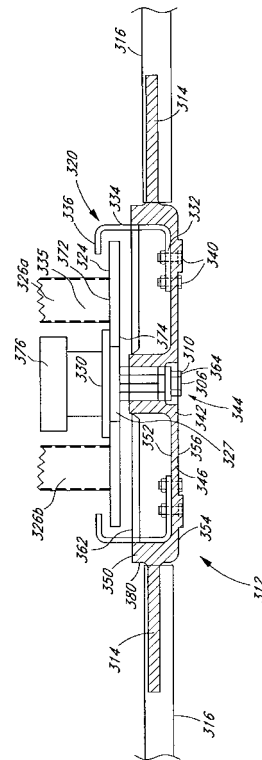
【 図 2 】



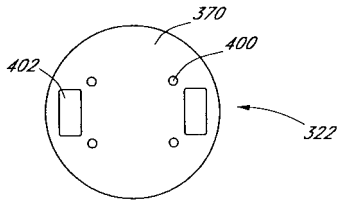
【 図 3 A 】



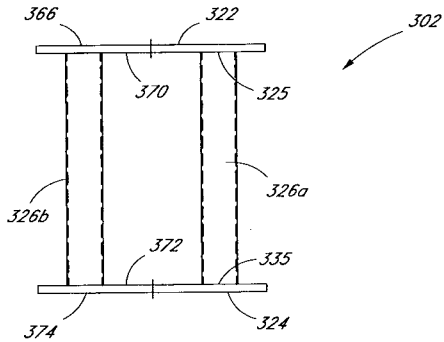
【 図 3 B 】



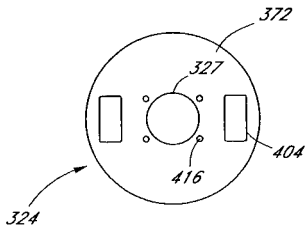
【 4 A 】



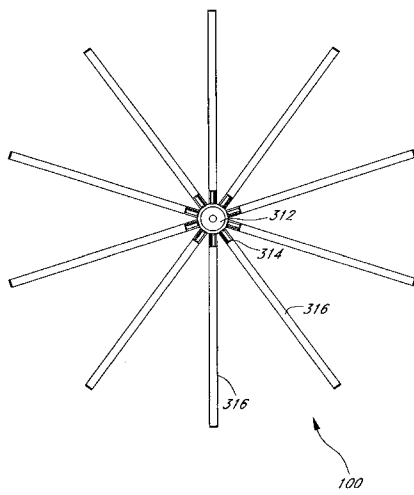
【 4 B 】



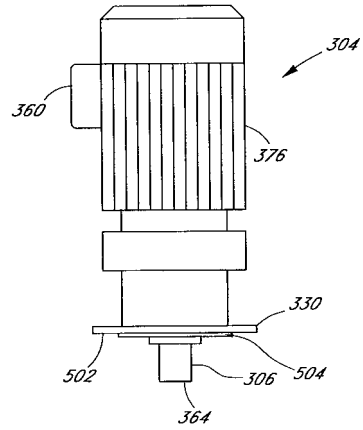
【 4 C 】



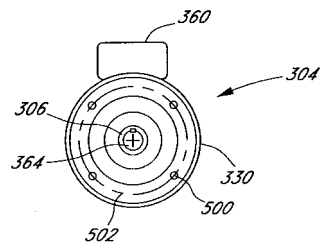
【 6 】



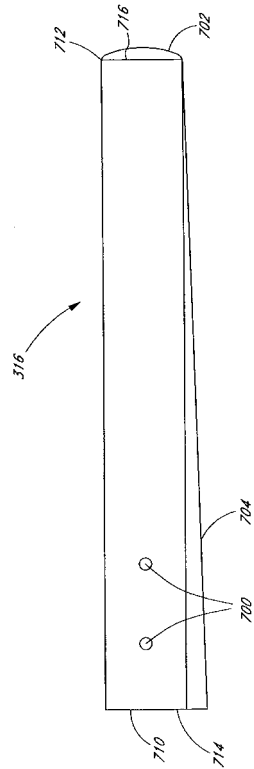
【 5 A 】



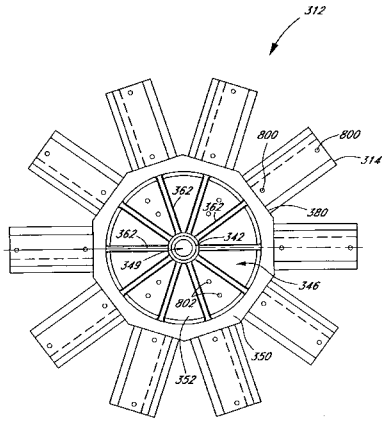
【 5 B 】



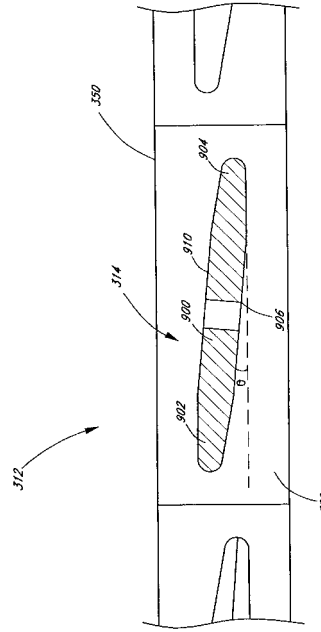
【 7 】



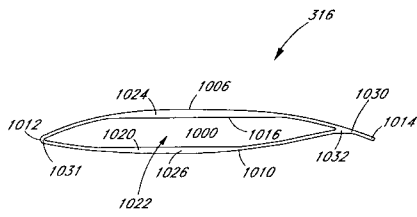
【 8 】



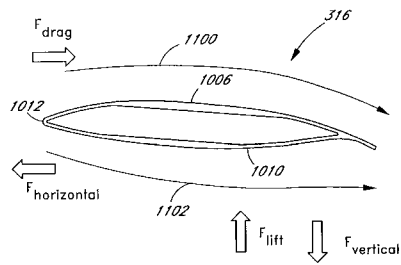
【 9 】



【 10 】



【 11 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100124039

弁理士 立花 顕治

(72)発明者 ボイド ウォルター ケー .

アメリカ合衆国 9 2 5 0 7 カリフォルニア州 リバーサイド マリコパ ドライブ 3 1 0 0

(72)発明者 フェアーバンク ウィリアム シー .

アメリカ合衆国 9 2 5 0 7 カリフォルニア州 リバーサイド アイアン ヒルズ ウェイ 2  
8 3 5

審査官 尾崎 和寛

(56)参考文献 特開平03 - 2 5 5 8 3 4 ( J P , A )

米国特許第0 5 5 4 2 8 1 9 ( U S , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

F04D 25/08

F04D 29/32 ~ 29/34