

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4974200号  
(P4974200)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月20日(2012.4.20)

(51) Int.Cl.

F 16 F 15/129 (2006.01)  
F 16 F 15/173 (2006.01)

F 1

F 16 F 15/129  
F 16 F 15/173D  
A

請求項の数 8 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-235061 (P2000-235061)  
 (22) 出願日 平成12年8月3日 (2000.8.3)  
 (65) 公開番号 特開2001-82544 (P2001-82544A)  
 (43) 公開日 平成13年3月27日 (2001.3.27)  
 審査請求日 平成19年8月2日 (2007.8.2)  
 (31) 優先権主張番号 09/528533  
 (32) 優先日 平成12年3月20日 (2000.3.20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 60/147249  
 (32) 優先日 平成11年8月5日 (1999.8.5)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
 クタディ、リバーロード、1番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 智志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 アニルッダー・ダッタトライ・ガドレ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ  
 ユナ、アパートメント・ナンバーE-23  
 、ヒルサイド・アベニュー、1197番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロータの振動減衰のための装置と方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ロータ組立体 (228 ; 328) であって、当該ロータ組立体が、  
 a ) ダンパリング溝 (218 ; 318) を有するロータ (210 ; 310)、及び  
 b ) 前記ダンパリング溝 (218 ; 318) に配置された内側ダンパリング (232 ; 3  
 32) と外側ダンパリング (230 ; 330) と粘弾層 (242 ; 342) とを含むダン  
 パリング組立体 (240 ; 340) であって、前記粘弾層 (242 ; 342) が半径方向  
 に前記内側ダンパリング (232) と外側ダンパリング (230)との間に配置されて両  
 者に結合しているかまたは半径方向に前記外側ダンパリング (330) と前記ロータ (3  
 10)との間に配置されて両者に結合しているダンパリング組立体 (240 ; 340) 10  
 を含んでなり、

前記ダンパリング溝 (218 ; 318) がロータの軸部分 (12) の周囲に設けられた  
半径方向内側に向いた溝であり、当該ロータ組立体が、ロータの軸部分 (12) とブレー  
ド部分 (14) とが一体構造をなすブリスクである、ロータ組立体。

## 【請求項 2】

前記粘弾層 (242) が半径方向に前記内側ダンパリング (232) と外側ダンパリング (230)との間に配置されて両者に結合している、請求項 1 に記載のロータ組立体。

## 【請求項 3】

前記ダンパリング組立体 (240) が割りリング組立体である、請求項 2 に記載のロー  
 タ組立体。

**【請求項 4】**

前記外側ダンパリング(230)が前記ロータ(210)に固着することなく接触する外周面(236)を有する、請求項2又は請求項3に記載のロータ組立体。

**【請求項 5】**

前記粘弾層(342)が半径方向に前記外側ダンパリング(330)と前記ロータ(310)との間に配置されて両者に結合している、請求項1に記載のロータ組立体。

**【請求項 6】**

前記外側ダンパリング(330)の内周面(334)と前記内側ダンパリング(332)の外周面(338)が互いに固着することなく接触する、請求項5に記載のロータ組立体。

10

**【請求項 7】**

前記ダンパリング組立体(340)が割りリング組立体であり、前記内側ダンパリング(332)が割りリングである、請求項6に記載のロータ組立体。

**【請求項 8】**

前記粘弾層(242；342)がポリマー又はプラスチックからなる、請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載のロータ組立体。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は概してロータに関するものであり、詳細には望ましくないロータの振動を減衰させることに関する。

20

**【0002】****【従来の技術】**

ロータは回転機械の回転可能部分であり、回転機械にはX線管、遠心圧縮機、電力会社が使用する蒸気タービン（そのタービン部分を含む）、及び航空機のエンジンとして用いられたり、電力会社が使用したりするガスタービン（その圧縮機部分またはタービン部分を含む）を含むが、これに限定されない。

**【0003】**

航空機用ガスタービンエンジンのロータの振動は、ロータのダンパリング溝に割りリングダンパを組み込むことにより減衰されることは知られている。ロータは、軸に取り付けられて軸から半径方向外側に延びるロータブレードを含むものでもよく、軸及びブレード部を有する一体型のブリストクでもよい。ダンパリング溝は軸またはロータの軸部分の周囲に設けられた半径方向内側に向いた溝であり、ロータの縦の軸線と同心に軸線が一致している。割りリングダンパが縦方向に動かないように、溝は縦方向に間隔を置いて配置した2つの側壁を有してもよく、軸が先細りの場合には1つの側壁を有するようにしてもよい。割りリングダンパは金属製のリングで、半径方向に整列した単一の通し切れ目を有する。割りリングダンパの重量、弾性（ヤング率）、及び表面摩擦の特性は、ロータの定常作動状態に最も近い励起振動数での主振動モードにおける予想される最大振幅に概して相当する、ある固有振動数でのロータの振動モードにおける特定の振幅を最も減衰するように（実験、コンピュータ解析及び／または閉形式方程式により）選択される。ダンパを割りリング式に設計することにより、ダンパリング溝に組み込むことが容易になり、割りリングダンパの外周表面とロータとの間に（微小ずれによる）摩擦減衰を可能にする。この減衰は、予想最大振幅より振幅が小さくロータの疲労損傷を来すことがある振幅の小さな振動の減衰にはあまり効果がないかあるいは全く効果がない。

30

**【0004】****【発明が解決しようとする課題】**

ロータの振動減衰を改良することが必要である。

40

**【0005】****【課題を解決するための手段】**

本発明の第1の実施形態では、ロータの振動減衰装置は少なくとも第1のダンパリング及

50

び第2のダンパリングを含み、第2のダンパリングの外径は概して第1のダンパリングの内径に等しい。第2の実施形態では、ロータ組立体はダンパリング溝を有するロータを含み、ダンパリング溝に位置決めされた上記の少なくとも第1のダンパリング及び第2のダンパリングを含む。本発明の第1の方法で示されるものは上記した少なくとも第1のダンパリング及び第2のダンパリングをロータのダンパリング溝に有し、位置決めしている。

#### 【0006】

本発明の第3の実施形態では、装置はダンパリング組立体を含み、ダンパリング組立体は内側ダンパリング、外側ダンパリング、及び半径方向に内側ダンパリングと外側ダンパリングとの間に位置決めされ、両者に結合する粘弾層を有する。第4の実施形態では、ロータ組立体はダンパリング溝を有するロータ、及びダンパリング溝に位置決めされた上記ダンパリング組立体を含む。

10

#### 【0007】

本発明の第5の実施形態では、ロータ組立体はダンパリング溝を有するロータ、及びダンパリング溝に位置決めされたダンパリング組立体を含んでおり、ダンパリング組立体は外側ダンパリング、及び半径方向に外側ダンパリングとロータとの間に位置決めされ、両者に結合する粘弾層を有する。

#### 【0008】

本発明の第6の実施形態では、ダンパリングは概して空洞部分を有するリング形の外被を含み、外被の空洞部分に配置された粒状物質を含む。第7の実施形態では、ロータ組立体はダンパリング溝を有するロータを含み、ダンパリング溝に配置された上記ダンパリングを含む。

20

#### 【0009】

本発明の第8の実施形態では、装置は互いにより合わされてケーブルを構成する複数の単一ワイヤストランドを含み、ケーブルは割りリング形になっている。第9の実施形態では、ロータ組立体はダンパリング溝を有するロータを含み、ダンパリング溝に位置決めされた上記ケーブルを含む。

#### 【0010】

本発明からいくつかの利点及び優位性が得られる。従来の既知の單一リング設計では、振幅の大きい振動に対してのみ、リングの外周面とロータとの間の摩擦減衰が得られる。本発明の少なくとも2つのリングを有する実施形態では、内側リングの外周面及び外側リングの内周面に微小ずれが起こり、このため、振幅の小さい振動に対して摩擦減衰が起こり、振幅の大きい振動に対しては、それに加えて、外側リングの外周面とロータとの摩擦減衰が起こる。工学解析によれば、1つのリングを2つかそれ以上の同心リング（合計の重さが1つのリングと等しい）に分けると、1つのリングより広範囲の振幅に対して減衰が得られる。本発明の粘弾層を用いる実施形態では、粘弾層により振幅の小さい振動に対しては粘性減衰の形で減衰が起こり、振幅の大きい振動に対しては、それに加えてリング／ロータ接触またはリング／リング接触による摩擦減衰が起こる。本発明の空洞を有する減衰リングを用いる実施形態では、粒状物質により振幅の小さい振動に対して粒子摩擦減衰が得られ、振幅の大きい振動に対しては、それに加えてリングの外被とロータとの摩擦減衰が起こる。本発明のケーブルを用いる実施形態では、より合わされた単一ワイヤのストランドにより、振幅の小さい振動に対してはストランド間に摩擦減衰が得られ、振幅の大きい振動に対しては、それに加えてケーブルとロータとの摩擦減衰が起こる。

30

#### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

図面に関しては、同じ番号は全体を通して同じ要素を表しており、図1及び図2は航空機ガスタービンエンジンに用いる従来のロータ10を示し、ロータ10は軸部分12及びブレード部分14を含む。ほかの従来のロータでは各ロータブレードが別部品であるロータに取り付けられているが、ロータ10は一体型の構造（つまりブリスク）である。ロータ10は縦の軸線16を有し、第1の側壁20及び第2の側壁22を有するダンパリング溝18とともに示されている。ダンパリング24がダンパリング溝18に組み込まれて示さ

40

50

れている。当業者には明らかなように、先細の軸または軸部分に対しては、ダンパリング溝内のダンパリングが縦方向に動かないようにするには、一方の側壁しか必要でないことに注意する必要がある。

#### 【0012】

図3に本発明の装置126の実施形態を示し、図4に図3の装置126を含む本発明のロータ組立体128の実施形態を示している。装置126は振動を受けているロータ110を減衰させる装置であり、ロータ110はダンパリング溝118を有する。装置126は少なくとも第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132を含む。第1のダンパリング130はダンパリング溝118に配置可能であり、内径及び内周面134を有し、外径及び外周面136を有する。第2のダンパリング132はダンパリング溝118に配置可能であり、外径及び外周面138を有する。第2のダンパリング132の外径は概して第1のダンパリング130の内径に等しい。第1のダンパリング130の内周面134及び第2のダンパリング132の外周面138は、第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132がダンパリング溝118に配置されると、互いに固着することなく接觸する。第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132は、ロータ110が上記した振動を受けると、第2のダンパリング132と第1のダンパリング130との接觸で摩擦減衰する。設計のひとつでは、第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132は割りリングである。実施例のひとつでは、第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132がダンパリング溝118に配置されると、第1のダンパリング130の外周面136はロータ110に固着することなく接觸し、ロータ110が上記した振動を受けると、第1のダンパリング130は第1のダンパリング130とロータ110との接觸で摩擦減衰する。10

#### 【0013】

図4に示す本発明の実施形態のロータ組立体128は、ダンパリング溝118を有するロータ110を含み、少なくとも第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132を含む。第1のダンパリング130はダンパリング溝118に配置され、内周面134及び外周面136を有する。第2のダンパリング132はダンパリング溝118に配置され、外周面138を有する。第1のダンパリング130の内周面134と第2のダンパリング132の外周面138とは固着することなく互いに接觸する。設計のひとつでは、第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132は割りリングである。応用のひとつでは、第1のダンパリング130の割れ目は、組み込むときに第2のダンパリング132の割れ目と半径方向で食い違うように配置され、その半径方向での食い違いを図3に示している。実施例のひとつでは、第1のダンパリング130の外周面136はロータ110に固着することなく接觸する。ロータは航空機のガスタービンエンジンに限らず、X線管、遠心圧縮機、電力会社が使用する蒸気タービン（そのタービン部分を含む）、及び電力会社が使用するガスタービン（その圧縮機部分またはタービン部分を含む）などのあらゆる機械のロータでよいが、これに限定されるわけではない。30

#### 【0014】

第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132（またはそれ以上のダンパリング）を設計する技術のひとつは、まず、同心リングを単一の太いリングとみなすことである。そこで、ダンパリング溝を有するロータに対して従来からの單一ダンパリングを設計する既知の技術を用いて単一の太いリングを設計するが、その場合単一の太いリングは予想される最大振幅に対してロータと顕著な摩擦減衰するようになる。次に、単一の太いリングを設計したのと同じ技術を用いて、単一の太いリングを第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132（またはそれ以上のダンパリング）に分け、予想最大振幅では、第2（内側）のリングは第1（外側）のリングに対して微小なずれを受け、第1（外側）のリングはロータに対して微小なずれを受けるようにし、小さい振幅では、第2（内側）のリングのみが第1（外側）のリングに対して微小なずれを受けるようになる。これにより、振幅が小さいときに顕著な摩擦減衰が得られ、既知の单一リング設計では減衰が得られない小さい振幅によるロータの疲労損傷のリスクを減少する。また、予想最大振幅4050

での減衰も得られ、その減衰は（2つかそれ以上のリングのリング間の微小ずれのため）従来の既知の單一リング設計の減衰より大きい。

#### 【0015】

本発明の第1の方法で示されるものはダンパリング溝118を有する振動を受けているロータ110を減衰するためのものであり、段階a)から段階d)までを含む。段階a)は内径を有する第1のダンパリング130を得る段階を含む。段階b)は、概して第1のダンパリング130の内径に等しい外径を有する第2のダンパリング132を得る段階を含む。段階c)は第1のダンパリング130をダンパリング溝118に配置する段階を含む。段階d)は第1のダンパリング130の内周面134と第2のダンパリング132の外周面138とが互いに固着することなく接触し、ロータが上記振動を受けると、第1のダンパリング130及び第2のダンパリング132が第2のダンパリング132と第1のダンパリング130との接触で摩擦減衰するように、第2のダンパリングをダンパリング溝118に配置する段階を含む。10

#### 【0016】

実施例のひとつでは、段階a)は割りリングである第1のダンパリング130を得る段階を含み、段階b)は割りリングである第2のダンパリング132を得る段階を含む。ほかの実施例では、ダンパリング溝118は溝径を有し、段階a)は、概してダンパリング溝118の溝径に等しい外径を有する第1のダンパリング130を得る段階を含む。さらにほかの実施例では、段階c)は第1のダンパリング130の外周面136がロータ110に固着することなく接触し、ロータ110が上記振動を受けると、ロータ110及び第1のダンパリング130がロータ110とダンパリング130との接触で摩擦減衰を受けるように第1のダンパリング130をダンパリング溝118に配置する段階を含む。20

#### 【0017】

本発明の装置226のほかの実施形態を図5に示し、図5の装置226を含む本発明のロータ組立体228の実施形態を図6に示す。装置226は振動を受けているロータ210を減衰させるものであり、ロータ210はダンパリング溝218を有する。装置226は、内側ダンパリング232、外側ダンパリング230、及び半径方向に内側ダンパリング232と外側ダンパリング230との間に配置され、両者に結合する粘弾層242を有するダンパリング組立体240を含む。粘弾層242に適する粘弾材料の例にはポリマー及びプラスチックが含まれるが、これに限定されない。ダンパリング組立体240はダンパリング溝218に配置可能である。設計のひとつでは、ダンパリング組立体240は割りリング組立体である。応用のひとつでは、図5に示す通り、内側ダンパリング232の割れ目は、外側ダンパリング230の割れ目と半径方向で食い違っている。実施例のひとつでは、外側ダンパリング230はダンパリング組立体240がダンパリング溝218に配置されると、ロータ210に固着することなく接触する外周面236を有し、ロータ210及び外側ダンパリング230は、ロータ210が上記振動を受けると外側ダンパリング230とロータ210との接触で摩擦減衰し、外側ダンパリング230及び内側ダンパリング232は、ロータが上記振動を受けると粘弾層242により粘性減衰を受ける。30

#### 【0018】

図6に示す本発明の実施形態のロータ組立体228は、ダンパリング溝218を有するロータ210を含み、ダンパリング溝218に配置されているダンパリング組立体240を含む。ダンパリング組立体240は内側ダンパリング232、外側ダンパリング230、及び、半径方向に内側ダンパリング232と外側ダンパリング230との間に配置され、両者に結合する粘弾層242を有する。設計のひとつでは、ダンパリング組立体240は割りリング組立体である。応用のひとつでは、内側ダンパリング232の割れ目は外側ダンパリング230の割れ目に対して半径方向で食い違っており、この半径方向での食い違いを図5に示す。実施例のひとつでは、外側ダンパリング230は、固着することなくロータ210に接触する外周面236を有する。粘弾層は、振幅が小さい（及び大きい）場合には粘弾層242により粘性減衰が得られ、振幅が大きい場合にのみ外側ダンパリング230とロータ210との間に摩擦減衰が得られるように当業者は設計することができる4050

。

### 【0019】

本発明のロータ組立体328の別の実施形態では、図7に示す通り、ロータ組立体328はダンパリング溝318を有するロータ310を含み、ダンパリング溝318に配置されたダンパリング組立体340を含む。ダンパリング組立体340は外側ダンパリング330を含み、半径方向に外側ダンパリング330とロータ310との間に配置され、両者に結合する粘弾層342を含む。また、実施例のひとつでは、ロータ組立体328はまたダンパリング溝318に配置された内側ダンパリング332を有しており、外側ダンパリング330は内周面334を有し、内側ダンパリング332は外周面338を有し、外側ダンパリング330の内周面334及び内側ダンパリング332の外周面338は固着することなく互いに接触する。設計のひとつでは、ダンパリング組立体340は割りリング組立体であり、内側ダンパリング332が割りリングである。粘弾層は、振幅が小さい(及び大きい)時には粘弾層342により粘性減衰が得られ、振幅の大きい時にのみリング332とリング330との間に摩擦減衰が得られるように当業者は設計することができる。  
10

### 【0020】

本発明のダンパリング424の実施形態を図8に示し、図8のダンパリング424を含む本発明のロータ組立体428の実施形態を図9に示している。ダンパリング424は振動を受けているロータ410を減衰するためのものであり、ロータ410はダンパリング溝418を有する。ダンパリング424はダンパリング溝418に配置可能で、空洞部分446を有する概してリング型の外被444を含み、外被444の空洞部分446内に配置された粒状物質448を含む。本発明を説明するにあたり、「粒状物質」とは体積が10立方ミリメートルより小さい粒子を含むか、その粒子で本質的に構成されるかまたは構成される物質のことである。粒状物質の例には、砂、ポリマー粒、金属粉及びセラミック粉を含むが、これに限定されない。設計のひとつでは外被444は割りリング型であり、空洞部分446は環状形で、概して外被444と同心で整列している。実施例のひとつでは、外被444は外周面436を有し、外被444がダンパリング溝418に配置されると、外被444の外周面436はロータ410に固着することなく接触する。  
20

### 【0021】

図9に示す本発明の実施形態のロータ組立体428は、ダンパリング溝418を有するロータ410を含み、ダンパリング424を含む。ダンパリング424は、ダンパリング溝418に配置され、空洞部分446を有する概してリング型の外被444を含み、ダンパリング424は外被444の空洞部分446内に配置された粒状物質448を含む。設計のひとつでは、外被444は割りリング形であり、空洞部446は外被444と概して同心で整列する環状形である。実施例のひとつでは、外被444は外周面436を有し、外被444の外周面436はロータ410に固着することなく接触する。粒状物質448の組成、粒子径及び総体積は、振幅が小さい(及び大きい)ときに粒子間で摩擦減衰が得られ、振幅が大きいときにのみ外被444とロータ410との間に摩擦減衰が得られるよう当業者は選択可能である。  
30

### 【0022】

本発明の装置526のほかの実施形態を図10に示し、図10の装置526を含む本発明のロータ組立体528の実施形態を図11に示す。装置526は振動しているロータ510を減衰するためのものであり、ロータ510はダンパリング溝518を有する。装置526は、互いにより合わされてケーブル552を構成する複数の単一ワイヤストランド550を含み、ケーブル552は割りリング形であり、ケーブル552はダンパリング溝518に配置可能である。ワイヤストランドの実施例には、鋼線ストランド及びタングステン線ストランドを含むが、これに限定されない。設計のひとつでは、少なくとも単一ワイヤストランド550のいくつかは、ケーブル552がダンパリング溝518に配置されるとロータ510に固着することなく接触する。  
40

### 【0023】

図11に示す本発明の実施形態のロータ組立体528は、ダンパリング溝518を有する  
50

ロータ510を含み、より合わされてケーブル552を構成する複数の単一ワイヤストランド550を含み、ケーブル552は割りリング形であり、ダンパリング溝518に配置される。設計の1つでは、単一ワイヤストランド550の少なくともいくつかはロータ510に固着することなく接触する。ワイヤストランド550の数、太さ、組成、及び表面摩擦の特性は、振幅が小さい（及び大きい）場合にはストランド間で摩擦減衰が得られ、振幅が大きい場合にのみ、ケーブル552とロータ510との間に摩擦減衰が得られるよう当業者は選択することができる。

#### 【0024】

当業者には理解され、達成されるように、内側リングの摩擦減衰または粘性減衰は、外側リングで減衰される主振動モードとは異なる別の振動モードに対して減衰が得られるように、つまり、外側リングで減衰される定常状態に最も近い固有振動数とは別の固有振動数に対して減衰が得られるように設計することができる。さまざまに記載した多リング、粘弾層、粒状物質及びケーブルの実施形態は、上記のように主として単独で利用することができます。しかし、当業者には実施可能なように、応用によってはかかる実施形態を1つの組み合わせあるいは複数の組み合わせで利用してもよい。

10

#### 【0025】

上述の本発明のいくつかの実施形態及び方法を表したもののは説明のためのみのものである。本発明は開示したものが全てではなく、また本発明を限定するものでもなく、上記の教示内容を考慮して多数の修正及び変更が可能であることは明らかである。本発明の範囲は特許請求の範囲により規定されるものとする。

20

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ロータの縦の軸線に垂直で、ダンパリングを通る切断面に沿った先行技術のロータ及びダンパリングの断面図。

【図2】 図1の線2-2で切断した、図1のロータ及びダンパリングの断面図。

【図3】 ロータを減衰するための第1のダンパリング及び第2のダンパリングを含む装置を示す、本発明の第1の実施形態の正面図。

【図4】 ロータ及び図3の第1のダンパリング及び第2のダンパリングを含むロータ組立体を示す、本発明の第2の実施形態の図2と同じ図の軸線の上側部分を示す図。

【図5】 2つのダンパリング及びその間に介在する粘弾層を有するダンパリング組立体を含む装置を示す、本発明の第3の実施形態を図3と同じように示す図。

30

【図6】 ロータ及び図5のダンパリング組立体を含むロータ組立体を示す、本発明の第4の実施形態を図4と同じように示す図。

【図7】 ロータ、内側ダンパリング、及び、外側ダンパリングを有しロータ及び外側ダンパリングに結合する粘弾層を有するダンパリング組立体を含むロータ組立体を示す、本発明の第5の実施形態を図4と同じように示す図。

【図8】 粒状物質を含む空洞部分を有するダンパリングを示す、本発明の第6の実施形態を図3と同じように示す図。

【図9】 ロータ及び図8のダンパリングを含むロータ組立体を示す、本発明の第7の実施形態を図4と同じように示す図。

【図10】 互いにより合わされてケーブルを構成する単一ワイヤストランドを含む装置を示す、本発明の第8の実施形態を図3と同じように示す図。

40

【図11】 ロータ及び図10のケーブルを含むロータ組立体を示す、本発明の第9の実施形態を図4と同じように示す図。

#### 【符号の説明】

図1及び図2（先行技術）

10 ロータ

12 10の軸部分

14 10のブレード部分

16 10の縦の軸線

18 ダンパリング溝

50

2 0 1 8 の第 1 の側壁

2 2 1 8 の第 2 の側壁

2 4 ダンパリング

図 3 及び図 4

1 2 6 装置

1 2 8 ロータ組立体

1 3 0 第 1 (外側) のダンパリング

1 3 2 第 2 (内側) のダンパリング

1 3 4 1 3 0 の内周面

1 3 6 1 3 0 の外周面

1 3 8 1 3 2 の外周面

10

図 5 及び図 6

2 4 0 ダンパリング組立体

2 4 2 粘弾層

図 7

3 1 0 ロータ

3 3 0 外側ダンパリング

3 3 2 内側ダンパリング

3 4 0 ダンパリング組立体

3 4 2 粘弾層

20

図 8 及び図 9

4 4 4 外被

4 4 6 4 4 4 の空洞部分

4 4 8 粒状物質

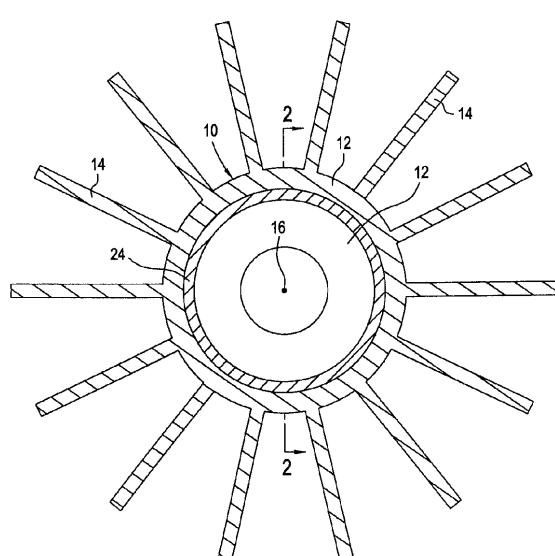
図 10 及び図 11

5 5 0 ワイヤストランド

5 5 2 ケーブル

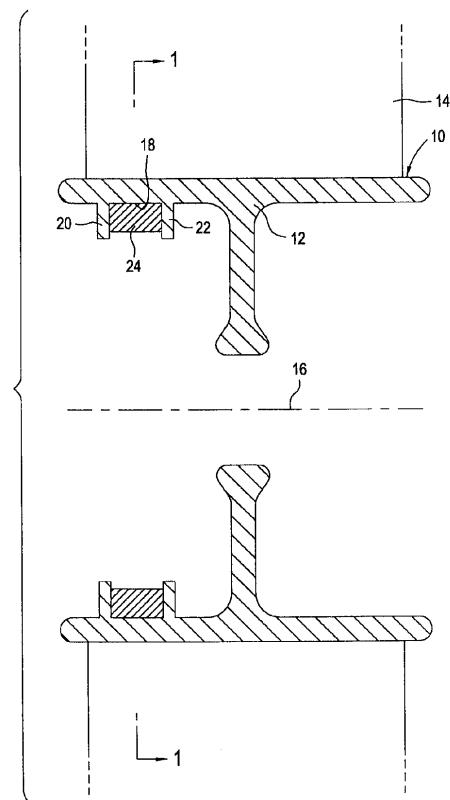
【図1】

従来技術

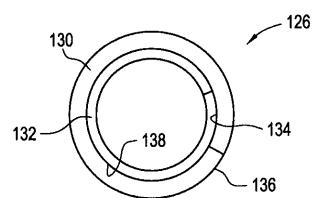


【図2】

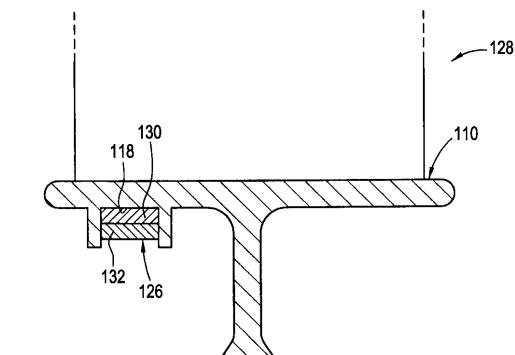
従来技術



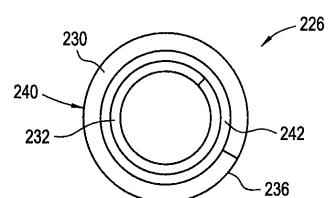
【図3】



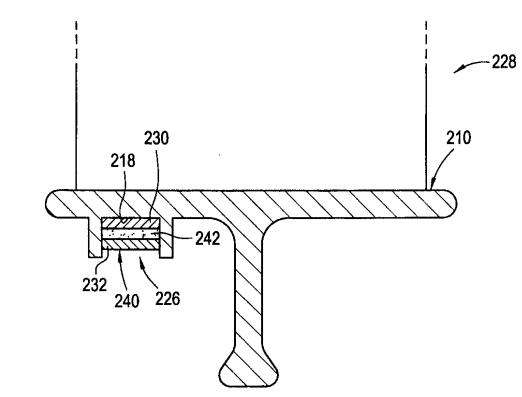
【図4】



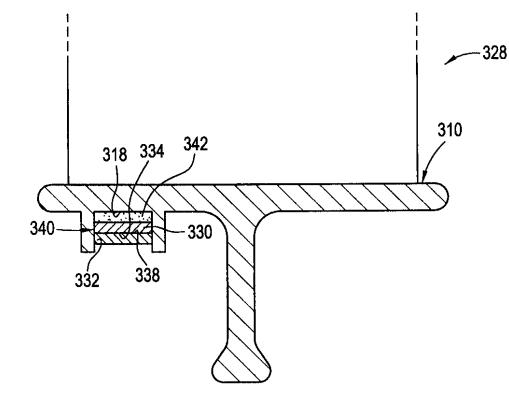
【図5】



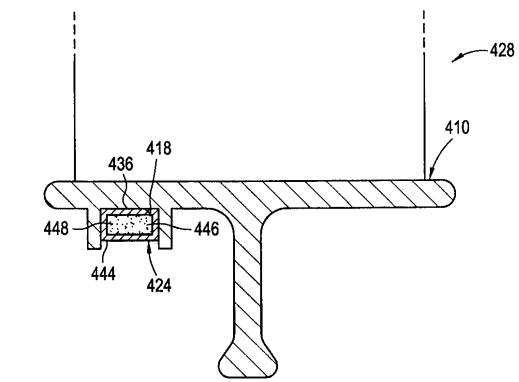
【図6】



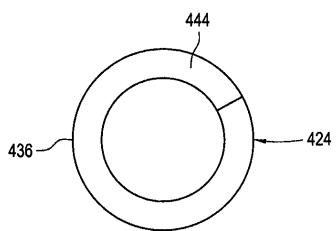
【図 7】



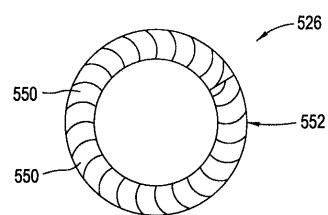
【図 9】



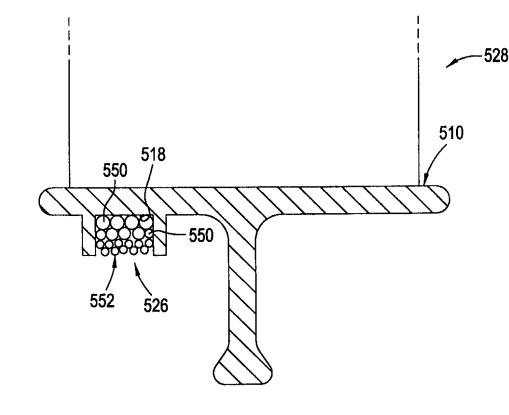
【図 8】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ブハラト・サンパスクマー・バゲパリー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、アゴスティノ・アベニュー、217番

審査官 柳染 隆昌

(56)参考文献 特開昭50-153305(JP,A)  
米国特許第05749269(US,A)  
特開昭63-293344(JP,A)  
特開平10-318333(JP,A)  
特開平11-294528(JP,A)  
特開平08-145147(JP,A)  
特開平06-288463(JP,A)  
特開平01-220742(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16F15/00-15/36

F16H55/14

F16H55/36