

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4128373号  
(P4128373)

(45) 発行日 平成20年7月30日 (2008. 7. 30)

(24) 登録日 平成20年5月23日 (2008. 5. 23)

(51) Int.Cl.

F O 1 D 5/16 (2006.01)

F I

F O 1 D 5/16

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-49093 (P2002-49093)  
(22) 出願日 平成14年2月26日 (2002. 2. 26)  
(65) 公開番号 特開2002-339704 (P2002-339704A)  
(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)  
審査請求日 平成17年1月18日 (2005. 1. 18)  
(31) 優先権主張番号 09/844207  
(32) 優先日 平成13年4月27日 (2001. 4. 27)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
GENERAL ELECTRIC CO  
MPANY  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ  
クタデイ、リバーロード、1 番  
(74) 代理人 100093908  
弁理士 松本 研一  
(72) 発明者 デビッド・ウィリアム・クラル  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド  
、クリアーフィールド・コート、6 5 6 3  
番

審査官 寺町 健司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータ組立体の振動を減衰する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半径方向外側リム ( 5 0 ) と、該半径方向外側リムから半径方向外方に延びそれぞれが  
一対の対向する側壁 ( 7 6 、 7 8 ) を備える翼形部 ( 6 4 ) を含む複数のロータブレード  
( 5 6 ) とを備えるガスタービンエンジン用ロータ組立体 ( 4 0 ) に誘起される振動を減  
衰することができるように該ロータ組立体を作製する方法であって、

各ロータブレード翼形部内に、前記翼形部の第 1 側壁から前記翼形部の第 2 側壁に向か  
って内方に延びる空洞 ( 1 0 0 ) を形成する段階と、

前記翼形部に隣接させて前記翼形部空洞内に減衰材料の第 1 の層 ( 1 3 6 ) を埋設する  
段階と、

前記減衰材料の第 1 の層に隣接するように接着剤 ( 1 4 0 ) で前記翼形部に抑制層 ( 1  
3 2 ) を取り付けける段階と、

前記翼形部にシール接触した状態で前記翼形部空洞の周辺部 ( 1 2 8 ) の周りに延びる  
ように接着剤 ( 1 4 0 ) で前記翼形部にカバーシート ( 1 4 4 ) を取り付けける段階と、  
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

各ロータブレード翼形部 ( 6 4 ) 内に空洞 ( 1 0 0 ) を形成する前記段階は、各ロータ  
ブレード翼形部内に空洞を機械加工する段階を更に含むことを特徴とする、請求項 1 に記  
載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記抑制層（１３２）が前記減衰材料の第１の層（１３６）と減衰材料の第２の層との間に位置するように、前記翼形部空洞（１００）内に減衰材料の第２の層（１３４）を埋設する段階を更に含むことを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項４】

減衰材料の第１の層（１３６）を埋設する前記段階は、前記翼形部（６４）に隣接させて前記翼形部空洞（１００）内に粘弾性材料の第１の層（１３０）を埋設する段階を更に含むことを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項５】

ガスタービンエンジン（１０）用ロータ組立体（４０）であって、該ロータ組立体は、半径方向外側リム（５０）と、該半径方向外側リムから半径方向外方に延びる複数のロータブレード（５６）とを備えるロータ（４４）を含み、前記ロータブレードの各々は、翼形部（６４）とダンハ°装置（９０）とを含み、該ダンハ°装置は、減衰材料の少なくとも１つの層（１３０）とカバーシート（１４４）とを含み、該カバーシートは接着剤（１４０）で前記ロータブレード翼形部に取り付けられており、

前記ダンパ装置（９０）は、接着剤（１４０）で前記翼形部（６４）に取り付けられた抑制層（１３２）を更に含むことを特徴とするロータ組立体（４０）。

【請求項６】

ガスタービンエンジン（１０）用ロータ組立体（４０）であって、該ロータ組立体は、半径方向外側リム（５０）と、該半径方向外側リムから半径方向外方に延びる複数のロータブレード（５６）とを備えるロータ（４４）を含み、前記ロータブレードの各々は、翼形部（６４）とダンハ°装置（９０）とを含み、該ダンハ°装置は、減衰材料の少なくとも１つの層（１３０）とカバーシート（１４４）とを含み、該カバーシートは接着剤（１４０）で前記ロータブレード翼形部に取り付けられており、

前記減衰材料（１３０）は粘弾性材料を含み、前記ダンパ装置（９０）は、少なくとも１つの抑制層（１３２）を含むことを特徴とするロータ組立体（４０）。

【請求項７】

前記ロータブレード翼形部（６４）の各々は、第１側壁（７６）と、第２側壁（７８）と、その間の空洞（１００）とを含み、該空洞は、前記第１側壁から前記第２側壁に向かって部分的に延びており、前記ダンパ装置のカバーシート（１４４）は、前記側壁の空洞の外周よりも大きい外周を有することを特徴とする、請求項５又は６に記載のロータ組立体（４０）。

【請求項８】

前記減衰材料（１３０）は、前記カバーシート（１４４）により前記空洞（１００）内に固着されることを特徴とする、請求項７に記載のロータ組立体（４０）。

【請求項９】

半径方向外側リム（５０）と、該半径方向外側リムから半径方向外方に延びる複数のロータブレード（５６）とを備えるロータ（４４）を含むロータ組立体（４０）を含むガスタービンエンジン（１０）であって、前記ロータブレードの各々は、翼形部（６４）とダンハ°装置（９０）とを含み、該ダンハ°装置は、減衰材料の少なくとも１つの層（１３０）とカバーシート（１４４）とを含み、該カバーシートは、接着剤（１４０）で前記ロータブレード翼形部に取り付けられており、

前記ダンパ装置（９０）は、接着剤（１４０）で前記翼形部（６４）に取り付けられた抑制層（１３２）を更に含むことを特徴とするガスタービンエンジン（１０）。

【請求項１０】

半径方向外側リム（５０）と、該半径方向外側リムから半径方向外方に延びる複数のロータブレード（５６）とを備えるロータ（４４）を含むロータ組立体（４０）を含むガスタービンエンジン（１０）であって、前記ロータブレードの各々は、翼形部（６４）とダンハ°装置（９０）とを含み、該ダンハ°装置は、減衰材料の少なくとも１つの層（１３０）とカバーシート（１４４）とを含み、該カバーシートは、接着剤（１４０）で前記ロータブレード翼形部に取り付けられており、

10

20

30

40

50

前記減衰材料（１３０）は粘弾性材料を含み、前記ダンパ装置（９０）は、少なくとも１つの抑制層（１３２）を含むことを特徴とするガスタービンエンジン（１０）。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的にロータ組立体に関し、より具体的には、ロータ組立体に誘起される振動を減衰するためのダンパ装置に関する。

【０００２】

【発明の背景】

ガスタービンエンジンは、通常、共通の環状リムから半径方向外方に延びる複数のロータブレードを備える少なくとも１つのロータを含む。具体的には、ブリス্কロータにおいては、ロータブレードは、ダブテール継手でリムに取り付けられるのではなくて、環状リムと一体に形成される。リムの外面は、通常、ロータ組立体を通る空気流の半径方向内方の流路面を構成する。

【０００３】

回転ブレードにより発生する遠心力は、ロータブレード下方のリムの部分により担持される。遠心力は、ブレードによって誘起される可能性がある、リムとブレードの間の円周方向のリム応力集中を発生させる。さらに、ブリス্কロータ内では、作動中にダブテールとシュラウドが互いに接触し合うときに発生する摩擦減衰がないために、振動応力がロータ組立体に誘起される可能性がある。

【０００４】

振動の減衰を促進するために、ロータ組立体は、ダンパを備えることができる。少なくとも幾つかの公知のロータ組立体では、翼形部モードを減衰するためにリムの下に設置されたスリーブダンパを備える。スリーブダンパは、リムが著しく関与する翼形部モードに対して減衰を行う。

【０００５】

少なくとも幾つかの他の公知のロータ組立体では、ロータブレードはブレード内に形成されたポケットを備える。減衰材料の層がポケット内に埋設され、チタン抑制層で覆われる。ポケットは、ロータブレードに溶接されているチタン製カバーで覆われる。作動中、ロータブレード内に誘起された種々の力により、抑制層は、減衰材料から剥離して強制的にカバーに接触する可能性がある。時の経過と共に、抑制層とカバーシート間の継続的な接触により、カバーシートがロータ組立体から剥離する可能性がある。

【特許文献１】

特開2000-130102号公報

【特許文献２】

特開平11-287197号公報

【特許文献３】

特開平8-240101号公報

【０００６】

【発明の概要】

例示的实施形態では、ガスタービンエンジン用多段ロータ組立体は、ロータ組立体に誘起される振動を減衰することができるダンパ装置を備える。より具体的には、ロータ組立体は、複数のロータブレードと半径方向外側リムとを備えるブリス্কロータを含む。ロータブレードは、外側リムと一体に形成され、リムから半径方向外方に延びる。ダンパ装置は、ロータ組立体の少なくとも１つの段を形成するロータブレードに取り付けられ、減衰材料の少なくとも１つの層とカバーシートとを備える。カバーシートは、ロータブレードに当てて減衰材料を固着するために接着剤でロータブレードに取り付けられる。

【０００７】

作動中、ロータ組立体が回転すると、カバーシートとロータブレードの間に配置された接着剤が、ロータブレードによって誘起される遠心荷重を担持する。振動の減衰は、ダンパ

10

20

30

40

50

装置により促進される。より具体的は、ロータ組立体が回転すると、減衰材料内に誘起された剪断ひずみが振動の減衰を可能にする。その結果、ダンパ組立体は、信頼性がありかつコスト効率がよい方法で、ロータ組立体に誘起される振動を減衰することができる。

【 0 0 0 8 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 は、低圧圧縮器 1 2、高圧圧縮器 1 4、及び燃焼室 1 6 を備えるガスタービンエンジン 1 0 の概略図である。エンジン 1 0 はまた、高圧タービン 1 8 及び低圧タービン 2 0 を備える。圧縮器 1 2 及びタービン 2 0 は、第 1 の軸 2 1 により連結され、圧縮器 1 4 及びタービン 1 8 は、第 2 の軸 2 2 により連結される。1 つの実施形態では、ガスタービンエンジン 1 0 は、オハイオ州シンシナティにある General Electric Aircraft Engines から市販されている F 1 1 0 エンジンである。

10

【 0 0 0 9 】

作動中、空気は低圧圧縮器 1 2 を通って流れ、加圧された空気が低圧圧縮器 1 2 から高圧圧縮器 1 4 に供給される。高度に加圧された空気が、燃焼室 1 6 に供給される。燃焼室 1 6 からの空気流が、タービン 1 8 及び 2 0 を駆動し、ノズル 2 4 を通ってガスタービンエンジン 1 0 から流出する。

【 0 0 1 0 】

図 2 は、ガスタービンエンジン 1 0 に使用することができるロータ組立体 4 0 の部分断面図である。ロータ組立体 4 0 は、カップリング 4 6 により軸方向中心軸線 4 7 周りに同軸に互いに結合された複数のロータ 4 4 を備える。各ロータ 4 4 は、1 つ又はそれ以上のブリスク 4 8 により形成され、各ブリスク 4 8 は、環状の半径方向外側リム 5 0、半径方向内側ハブ 5 2、及びその間に半径方向に延びる一体ウェブ 5 4 を備える。各ブリスク 4 8 はまた、外側リム 5 0 から半径方向外方に延びる複数のブレード 5 6 を備える。図 2 に示す実施形態では、ブレード 5 6 はそれぞれのリム 5 0 と一体に結合されている。若しくは、少なくとも 1 つの段では、各ロータブレード 5 6 は、それぞれのリム 5 0 の相補形状のスロット（図示せず）に取り付けられるブレードダブテール（図示せず）を使用して公知の方法でリム 5 0 に取り外し可能に係合されることができる。

20

【 0 0 1 1 】

ロータブレード 5 6 は、空気などの原動つまり作動流体と協動するように構成される。図 2 に示す例示的な実施形態では、ロータ組立体 4 0 は、ガスタービンエンジン 1 0 の圧縮器であって、ロータブレード 5 6 は、連続する段において原動流体空気を適切に加圧するように構成される。ロータリム 5 0 の外面 5 8 は、空気が段から段へ加圧されるとき、圧縮器の半径方向内方の流路面を構成する。

30

【 0 0 1 2 】

ブレード 5 6 は、特定の最大設計回転速度まで軸方向中心軸線周りに回転し、回転構成部品内に遠心荷重を発生させる。回転するブレード 5 6 により発生される遠心力は、各ロータブレード 5 6 の真下のリム 5 0 の部分により担持される。ロータ組立体 4 0 及びブレード 5 6 の回転により、エネルギーが空気に与えられ、空気は初めに加速され、次いでエネルギーを回復して空気を加圧すなわち圧縮するために拡散により減速される。半径方向内側流路は、隣り合うロータブレード 5 6 が円周方向の境界となり、シュラウド（図示せず）が半径方向の境界となる。

40

【 0 0 1 3 】

ロータブレード 5 6 の各々は、前縁 6 0、後縁 6 2、及びその間に延びる翼形部 6 4 を備える。翼形部 6 4 は、負圧側面 7 6 及び円周方向に対向する正圧側面 7 8 を備える。負圧及び正圧側 7 6 及び 7 8 は、それぞれ軸方向に間隔を置いた前縁 6 0 と後縁 6 2 の間に延び、またロータブレード先端 8 0 及びロータブレード根元部 8 2 の間の半径方向スパンにわたって延びる。翼弦 8 4 は、それぞれロータブレードの前縁 6 0 と後縁 6 2 の間で測定される。

【 0 0 1 4 】

翼形部 6 4 の各々はまた、ダンパ装置 9 0 を備える。例示的な実施形態では、第 1 段のロ

50

ータ４４のみがダンパ装置９０を備える。別の実施形態では、ロータ組立体４０を通して延びるロータ４４の更なる段のロータ４４が、ダンパ装置９０を備える。作動中、以下で更に詳しく説明するように、ダンパ装置９０は、ロータ組立体４０内の翼形部モードを減衰してロータ組立体４０に誘起される振動を減衰することができる。

【００１５】

図３は、ダンパ装置９０を備えるロータブレード翼形部６４の拡大正面図である。図４は、翼形部６４及びダンパ装置９０の側面図である。翼形部６４は、翼形部本体の負圧側面７６の外表面１０２から翼形部本体の正圧側面７８に向かって延びるポケット空洞１００を備える。１つの実施形態では、空洞１００は、翼形部６４内に機械加工される。より具体的には、空洞１００は、翼形部外表面１０２から内方に距離１０４だけ延びる。空洞深さ１０４は、翼形部の負圧側面７６と翼形部の正圧側面７８間で測定された翼形部６４の厚さ（図示せず）より小さい。

10

【００１６】

空洞１００は、前端縁１１２から後端縁１１４までで測定された幅１１０を有する。空洞の幅１１０は、空洞の前端縁１１２及び後端縁１１４がそれぞれ翼形部前縁６０及び後縁６２からのそれぞれの距離１１６及び１１８となるように、翼形部翼弦８４より小さい。更に、空洞１００は、翼形部６４の半径方向スパンより小さい、下端縁１２２から上端縁１２４までの高さ１２０を有する。例示的な実施形態では、空洞１００は、丸みのある角部１２６を備える実質的に矩形の形状を有する。あるいは、空洞１００は、非矩形の形状でもよい。空洞の前端縁１１２及び後端縁１１４はそれぞれ、角部１２６で、空洞の下端縁１２２及び上端縁１２４それぞれと接続され、空洞１００の外周を形成する。

20

【００１７】

ダンパ装置９０は、複数のダンパ減衰材料層１３０、抑制層１３２、及びカバーシート１４４を備える。１つの実施形態では、減衰材料層１３０は、粘弾性材料（ＶＥＭ）で作られる。第１の減衰材料層１３６は、空洞１００の後壁１３８に当てて、空洞１００内に埋設されている。より具体的には、減衰材料層１３６は、空洞後壁１３８に当てて空洞下端縁１２２から距離１３９のところに埋設される。減衰材料層１３６と空洞下端縁１２２の間には接着剤１４０が延びている。

【００１８】

抑制層１３２は、減衰材料層１３６に当てて空洞１００内に挿入される。１つの実施形態では、抑制層１３２は、チタンでできている。より具体的には、抑制層１３２は、空洞の上端縁１２４と下端縁１２２それぞれの間に延び、接着剤１４０で減衰材料層１３６に当てて所定の位置に保持される。１つの実施形態では、接着剤１４０は、ミネソタ州５５１４のセントポールの３Ｍ Bonding Systems から市販されているＡＦ１９１である。別の実施形態では、ダンパ装置９０は、互いに隣接して積層され、接着剤１４０で互いに保持される複数の抑制層１３２を備える。

30

【００１９】

第２の減衰材料層１３４は、抑制層１３２に当てて空洞１００内に埋設される。第２の減衰材料１４４は、空洞の上端縁１２４と下端縁１２２それぞれの間に延びる。従って、抑制層１３２は、各減衰材料１３０の間に延びる。

40

【００２０】

ダンパ装置のカバーシート１４４は、空洞の幅１１０よりも広く、翼形部翼弦８４（図２に示す）より狭い幅１５０を有する。１つの実施形態では、ダンパ装置のカバーシート１４４は、チタンで作られる。ダンパ装置のカバーシート１４４はまた、空洞の高さ１２０よりも大きく、翼形部６４の半径方向スパンよりも小さい高さ１５２を有する。例示的な実施形態では、ダンパ装置のカバーシート１４４は、実質的に矩形の外形を有し、丸みのある下部角部１５４を備える。別の実施形態では、ダンパ装置のカバーシート１４４は、非矩形の外形を有する。

【００２１】

ダンパ装置のカバーシート１４４は、空洞の周辺部１２８周りに延びて接着剤１４０で口

50

ータブレード翼形部 6 4 にシール接触した状態で取り付けられる。より具体的には、ダンパ装置のカバーシート 1 4 4 は、カバーシート 1 4 4 の下端縁 1 6 2 と空洞の下端縁 1 2 2 の間の距離 1 6 0 がカバーシート 1 4 4 の上端縁 1 6 6 と空洞の上端縁 1 2 4 の間の距離 1 6 4 よりも大きくなるように、翼形部空洞 1 0 0 に対して設置される。更に、カバーシート 1 4 4 は、カバーシート 1 4 4 の側端縁 1 7 2 の各々と空洞のそれぞれ前端縁 1 1 2 及び後端縁 1 1 4 の各々との間の距離 1 7 0 がほぼ等しいか、又はカバーシートの距離 1 6 0 より小さくなるように、翼形部の空洞 1 0 0 に対して設置される。1 つの実施形態では、距離 1 6 0 は、距離 1 6 4 のほぼ 2 倍である。ダンパ装置のカバーシート 1 4 4 は、翼形部 6 4 にシール接触した状態で取り付けられるため、カバーシート 1 4 4 は、ロータ組立体 4 0 を通る高温燃焼ガスに曝されないように減衰材料層 1 3 0 を遮蔽する。

10

#### 【0022】

接着剤 1 4 0 は、それぞれの空洞の端縁 1 1 2、1 1 4、1 2 2、1 2 4 の各々と、それぞれのカバーシートの端縁 1 7 2、1 7 2、1 6 2、1 6 6 の各々との間に延びる。従って、空洞の下端縁 1 2 2 とカバーシートの下端縁 1 6 2 との間の方が他の空洞の端縁 1 1 2、1 1 4、1 2 4 とそれぞれのカバーシートの端縁 1 7 2、1 7 2、1 6 6 との間よりも、多くの接着剤 1 4 0 が延びている。

#### 【0023】

作動中、ロータ組立体 4 0 が回転すると、減衰材料層 1 3 0 により振動を減衰することが可能になる。より具体的には、翼形部 6 4 と抑制層 1 3 2 の間の第 1 の減衰材料層 1 3 6 内、及び抑制層 1 3 2 とカバーシート 1 4 4 の間の第 2 の減衰材料層 1 3 4 内に誘起される剪断ひずみにより振動を減衰することができる。空洞の下端縁 1 2 2 とカバーシートの下端縁 1 6 2 の間に配置された接着剤 1 4 0 は、翼形部 6 4 内に誘起された遠心力荷重を担持することができるが、弦方向の曲げ振動時に第 1 の減衰材料層 1 3 6 がひずむのは阻止しない。

20

#### 【0024】

更に、作動中、ダンパ装置のカバーシート 1 4 4 は、抑制層 1 3 2 が減衰材料層 1 3 0 から剥離するのを防止する。更に、ダンパ装置のカバーシート 1 4 4 は接着剤 1 4 0 で翼形部 6 4 に取り付けられているので、ロータ組立体 4 0 回転時には、カバーシート 1 4 4 は、第 2 の減衰材料層 1 3 4 内に剪断ひずみを誘起してダンパ装置 9 0 内の振動減衰を促進する。

30

#### 【0025】

上記で説明したロータ組立体は、コスト効率がよく、高い信頼性がある。ロータ組立体は、各ロータブレードに誘起される振動を減衰することができるダンパ装置を備える。より具体的には、ダンパ装置は、減衰材料の少なくとも 1 つの層、抑制層、及びカバーシートを備える。抑制層は、接着剤で翼形部の空洞内に取り付けられる。カバーシートはまた、カバーシートが翼形部にシール接触した状態となるように、接着剤で空洞の周辺部周りに延びる翼形部に取り付けられる。作動中、接着剤は、ロータブレードに誘起される遠心力荷重を担持し、同時に、減衰材料内に発生した剪断ひずみは振動を減衰する。その結果、ダンパ装置は、ロータ組立体に誘起される振動力を減衰することができる。

#### 【0026】

40

本発明を様々な特定の実施形態に関して説明したが、本発明が特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲内の変形形態で実施することができることは、当業者には明らかであろう。なお、特許請求の範囲に記載された符号は、なんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 ガスタービンエンジンの概略図。

【図 2】 図 1 に示すガスタービンエンジンに使用することができる、ダンパ装置を備えるロータ組立体の部分断面図。

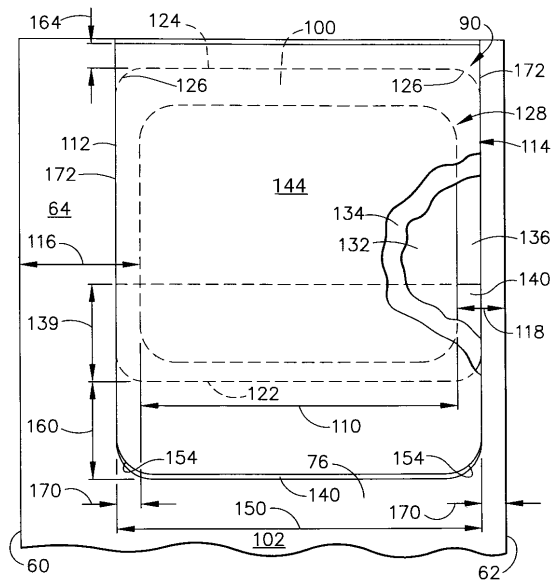
【図 3】 図 2 に示すダンパ装置の一部の拡大正面図。

【図 4】 図 3 に示すダンパ装置の側面図。

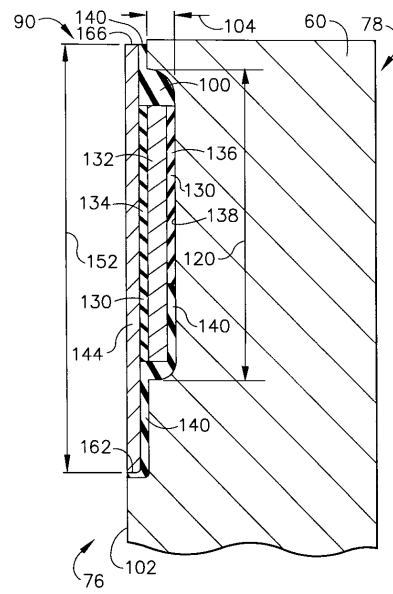
50



【図 3】



【図 4】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第05725355(US,A)  
特開平11-287197(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 1/00-11/10

F04D 29/38