

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6077838号
(P6077838)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int.Cl.		F I		
FO1D 5/14	(2006.01)	FO1D	5/14	
FO1D 9/02	(2006.01)	FO1D	9/02	1 O 1
FO1D 25/00	(2006.01)	FO1D	25/00	X
FO4D 29/38	(2006.01)	FO4D	29/38	C
		FO4D	29/38	G

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-255768 (P2012-255768)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成24年11月22日(2012.11.22)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2013-113299 (P2013-113299A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成25年6月10日(2013.6.10)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成27年11月19日(2015.11.19)		番
(31) 優先権主張番号	13/304, 928	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年11月28日(2011.11.28)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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】 翼形部上に可変性の表面テクスチャを施工するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

翼形部表面にテクスチャを施工するための装置であって、

間にドラム長さを定める第1のドラム端部及び対向する第2のドラム端部と、前記第1のドラム端部から前記第2のドラム端部まで貫通して延びる長手方向軸線と、前記ドラム長さに沿って配置された周囲面と、を有するほぼ円筒形のドラムを備え、前記周囲面が、複数の陥凹溝が延びたベース面を含むと共に、前記第1のドラム端部から前記第2のドラム端部まで延び且つ前記長手方向軸線にほぼ平行な前記周囲面に位置するインデックスラインを更に含み、

前記ほぼ円筒形のドラムは、前記翼形部表面の前記テクスチャの長さとはほぼ同じであり、前記複数の溝の各々が、第1の溝端部及び第2の溝端部を有し、前記複数の溝の少なくとも一部分において、前記第1の溝端部が前記インデックスラインで終端し、前記第2の溝端部が前記インデックスラインで終端し、

前記複数の溝の各々が、前記第1の溝端部及び前記第2の溝端部間に配置された中央部分を有し、前記複数の溝の2つ又はそれ以上の隣接する溝が、共通の中央部分を共用する、装置。

【請求項 2】

前記複数の溝の2つ又はそれ以上の隣接する溝が、共通の第1の溝端部、共通の第2の溝端部、又はその両方を共用する、請求項1記載の装置。

【請求項 3】

10

20

前記ドラムが可撓性である、請求項 1 記載の装置。

【請求項 4】

前記周囲面が、前記ドラムがテクスチャを施工することになる表面よりも少なくともより硬質の硬度を有する、請求項 1 記載の装置。

【請求項 5】

前記複数の溝の各々が、前記第 1 の溝端部及び前記第 2 の溝端部間で測定される溝長さを有し、前記複数の溝の少なくとも一部分において、前記溝長さが前記ほぼ円筒形のドラムの周辺部に等しいか又はそれよりも長い、請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

前記複数の溝の少なくとも一部分が、前記周囲面の周りに可変の配向を有する、請求項 1 記載の装置。

10

【請求項 7】

翼形部表面にテクスチャを施工するための装置であって、
間にドラム長さを定める第 1 のドラム端部及び対向する第 2 のドラム端部と、前記ドラム長さに沿って配置された周囲面とを有するドラムと、
前記第 1 のドラム端部から前記第 2 のドラム端部まで延び、前記周囲面に沿うインデックスラインであって、前記ドラムの 1 回の回転の開始点及び終止点を示すインデックスラインと

を備え、

前記周囲面が該周囲面内に延びる複数の陥凹溝を含み、

20

前記複数の溝の各々が、第 1 の溝端部及び第 2 の溝端部を有し、前記複数の溝の少なくとも一部分において、前記第 1 の溝端部が前記周囲面上の第 1 の位置で終端し、前記第 2 の溝端部が前記周囲面上の第 2 の位置で終端し、

前記複数の溝の各々が、前記第 1 の溝端部及び前記第 2 の溝端部間に配置された中央部分を有し、前記複数の溝の 2 つ又はそれ以上の隣接する溝が、共通の中央部分を共用する、装置。

【請求項 8】

前記複数の溝の 2 つ又はそれ以上の隣接する溝が、共通の第 1 の溝端部、共通の第 2 の溝端部、又はその両方を共用する、請求項 7 記載の装置。

【請求項 9】

30

前記複数の溝の少なくとも一部分が、前記周囲面の周りの前記ベース面に可変の深さを有する、請求項 7 記載の装置。

【請求項 10】

前記周囲面が、前記第 1 のドラム端部から前記第 2 のドラム端部まで前記ドラムを貫通して延びる長手方向軸線を中心として軸対称である、請求項 7 記載の装置。

【請求項 11】

前記周囲面が、前記ほぼ円筒形のドラムの長さに沿って一定の周囲長を有する、請求項 7 記載の装置。

【請求項 12】

40

前記ドラムは、ほぼ円筒形であり、貫通して配置された長手方向軸線と、該長手方向軸線を中心とし前記ドラム長さに沿った一定の半径を有する、請求項 7 記載の装置。

【請求項 13】

前記複数の溝の少なくとも一部分が、前記周囲面を中心として可変の配向を有する、請求項 7 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的にはガスタービンエンジンに関し、具体的には、ガスタービンエンジ

50

ンの翼形部上に表面テクスチャを施工するための装置及びこれに関連する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

適切な配向で翼形部上に配置されたリブレットは、当該翼形部の抗力係数の低下をもたらすことができる。従って、本発明の実施形態は、翼形部上へのリブレットの作製を目的とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第6,345,791号明細書

10

【発明の概要】

【0004】

テクスチャ表面を備えた周囲面を有するドラムが提供される。テクスチャ特徴要素は、翼形部表面にリブレットを施工するための複数の溝とすることができる。ドラムを使用する方法も提供される。

【0005】

本発明のひとつは、翼形部表面にテクスチャを施工するための装置であって、間にドラム長さを定める第1のドラム端部及び対向する第2のドラム端部と、前記第1のドラム端部から前記第2のドラム端部まで貫通して延びる長手方向軸線と、前記ドラム長さに沿って配置された周囲面と、を有するほぼ円筒形のドラムを備え、前記周囲面が、複数の陥凹溝が延びたベース面を含むと共に、前記第1の端部から前記第2の端部まで延び且つ前記長手方向軸線にほぼ平行なインデックスライン又は該長手方向軸線と同一平面上にあるインデックスラインを更に含み、前記複数の溝の各々が、第1の溝端部及び第2の溝端部を有し、前記複数の溝の少なくとも一部分において、前記第1の溝端部が前記インデックスラインで終端し、前記第2の溝端部が前記インデックスラインで終端することを特徴とする。

20

【0006】

以下の図において本発明の実施形態が示されている。

【図面の簡単な説明】

【0007】

30

【図1】長さに沿ってほぼ一定の周辺部を有するドラムとしての本発明の実施形態を示す図。

【図2】長さに沿って可変の周辺部を有するドラムとしての本発明の実施形態を示す図。

【図3】本発明の実施形態の周辺表面の2次元図。

【図4】翼形部上にテクスチャ表面を施工する際に使用される本発明の実施形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

図1及び図2を参照すると、本発明の表面にテクスチャを施工する装置の実施形態が、ドラム100として示されている。ドラム100は、該ドラム100の長さに沿って配置された周囲面102を備えている。テクスチャ特徴要素104は、この周囲面102上に配置される。これらの特徴要素104は、隆起部又は溝とすることができる。特徴要素104は、溝とすることができ、従って、周囲面102に隆起部の外観をもたらす。しかしながら、この特徴要素104はまた、周囲面102が溝の外観を呈するように、隆起部と見なすこともできる。この考察において、特徴要素104は溝として言及する。これらの溝104は、リブレット204（本明細書で考察される図4に示す）の陰型の凹痕である幾何形状を有するのが好ましい。これらのリブレット204は、表面202（図4に示す）上に配置され、その表面上にドラム100がテクスチャを施工することになる。

40

【0009】

ドラム100は、矢印108で示した好ましい回転方向を有することができる。しかし

50

ながら、ドラム 100 は、何れの方角にも回転させることよって使用できることも可能である。ドラム 100 はまた、第 1 の端部及び対向する第 2 の端部を有し、これらの中で測定される長さ寸法 110 を有することができる。ドラム 100 はまた、インデックスライン 112 を有することができ、該インデックスラインは、テクスチャを施工することになる表面 202 上にドラム 100 が最初に置かれたときに、ドラム 100 がどの向きにあるかに関する標識を提供する。

【0010】

具体的に図 1 を参照すると、ドラム 100 はまた、該ドラム 100 を貫通して中心に配置されるのが好ましい長手方向軸線 105 を備えることができる。ドラム半径 106 は、長手方向軸線 105 と周囲面上の最近点との間で測定することができる。半径 106 は、長手方向軸線 105 を中心として且つドラム長さ 110 に沿って均一とすることができる。このような実施例において、ドラム 100 は、ほぼ円筒形と考えることができる。均一な半径 106 はまた、全ての断面全体にわたってほぼ均一な円周部を有して、ドラム 100 の長さに沿ったあらゆる断面がほぼ円形となるようなドラム 100 をもたらすことになる。このようなドラム 100 及びその対応する周囲面 102 は、ほぼ円筒形と考えることができる。均一な半径 106 の場合、ドラム 100 及び周囲面 102 はまた軸対称と考えることができる。この考察において、断面に関するあらゆる言及は、長手方向軸線 105 に直交する平面を示す断面を意味するものと解釈しなければならない。

10

【0011】

次に図 2 を参照すると、本発明の実施形態のドラム 100 は、ドラム長さ 110 に沿って可変の非均一な断面を備える。従って、半径 106 もまた可変で非均一なものとなる。こうした半径 106 の変動は、ドラムの長さ 110 に沿って変化することができ、或いは長手方向軸線 105 を中心として変化することができ、或いはその両方である。従って、このようなドラム 100 は、可変トポグラフィを備えた周囲面を有することになる。

20

【0012】

上述のように、半径は、ドラム長さ 110 に沿って変化することができる。しかしながら、あらゆる特定の断面において、半径 106 は、あらゆる所与の断面がほぼ円形とすることができるように、長手方向軸線 105 を中心として均一であってもよい。このようなドラム 100 及びその対応する周囲面 102 は、円筒形とは考えられないが、軸対称と考えられる。

30

【0013】

半径はまた、あらゆる所与の断面が非円形となるように、長手方向軸線 105 を中心として変化することができる。このようなドラム 100 は、円筒形とは考えられず、また軸対称とも考えられないことになる。半径 106 は、長手方向軸線 105 を中心として変化することができるが、ドラムの長さ 110 に沿ったあらゆる所与の断面は、あらゆる他の断面と実質的に同じとすることができる。

【0014】

更に、半径 106 は、ドラムの長さ 100 に沿って及び長手方向軸線 105 を中心とした両方で変えることができる。従って、このドラム 100 の実施形態は、円形断面と非円形断面とを有することができ、その全てをドラムの長さ 110 に沿って変えることができる。

40

【0015】

ドラム 100 の正確な構成は、テクスチャを施工することになる表面 202 (図 4) によって決まる。ドラム 100 の形状及び周囲面 102 のトポグラフィは、当該表面 202 にテクスチャを加える工程全体を通じて周囲面 102 が当該表面 202 と接触した状態で連続的に維持されるように選択しなければならない。

【0016】

次に図 3 を参照すると、本発明の周囲面 102 の実施形態の 2 次元図面は、この周囲面 102 がドラム 100 の残りの部分から巻きほどかれたものであるかのように示されている。この図面により、周囲面 102 上に配置することができる様々な溝 104 を示すのが

50

より容易になる。周囲面 102 は、上縁及び下縁に示すインデックスライン 112 と共に長さ 110 に沿って示されている。これらの縁部間に円周部寸法 114 が示されている。簡潔にするために、この図面は、周辺部寸法が円周と考えることができるように、ほぼ円筒形ドラム 100 に関するものである。

【0017】

簡潔にするために、図 3 は、幾つかの溝 104 のみを示している。しかしながら、溝 104 は、あらゆる構成、配向、又は密集度で周囲面上に配置することができる。例えば、溝 104 は、直線的に、或いは簡単な又は複雑な曲線を有するように構成することができる。直線状の溝 104 は、長手方向軸線 105 とほぼ直交する平面上に、又は長手方向軸線 105 の斜めの平面上に経路を辿るような向きにすることができる。また、溝の密集度は、周囲面 102 全体にわたって均一に又は変化させることができる。更に、溝 104 の構成、配向、及び密集度は、周囲面 102 全体にわたって変えることができる点を理解されたい。溝 104 の一部分は実質的に直線状にすることができ、一部は簡単な曲線を有することができ、他のものは複雑な曲線形のものを有することができ、更に他のものは前述の組合せを有することができる。

10

【0018】

周囲面 102 上に配置された溝 104 は、様々な構成をとることができる。溝は、2つの対向する端部 104 a を有するものとして図示されている。一部の溝 104 は、インデックスライン 112 上の第 1 の端部 104 a から周囲面 104 の周辺に全体的に延びることができ、その結果、第 2 の端部 104 a もインデックスライン 112 上にあるようになる。一部の溝では、対向する端部 104 a は、溝 104 が事実上端部 104 a を持たないように、インデックスライン上の同じ位置に配置することができる。他の溝 104 は、インデックスライン 112 から何れかの方向に延びることができ、その他のものはインデックスライン 112 から完全に離れて配置することができる。一部の溝 104 は、単一の共通端部 104 a を共用するように互いに結合することができ、或いは両端部 104 a が共通したものとなるように結合することができる。溝 104 は、端部 104 a 間に中央部分を有し、一部の溝 104 は、中央部分の少なくとも一部分において互いに結合することができる。図 3 は、互いに結合した 2 つの溝 104 の実施例のみを示しているが、あらゆる数の溝 104 をその長さに沿って結合するか、又は共通点を共用してもよいことは理解されたい。

20

30

【0019】

溝 104 は、そのそれぞれの対向する端部 104 a 間の長さを有することができる。この長さは、溝 104 がとることができる湾曲経路を辿るように測定される。従って、溝 104 は、ドラム 100 の周辺部 114 よりも大きな長さを有するようにこのような湾曲した又は蛇行した経路をとることができる。また、溝 104 は、このような長さを有するために周囲面全体を周回する必要はない。更に、ほぼ直線状の溝は、周囲面 102 の周りにこのような傾いた経路をとることができ、すなわち、ドラム周辺部 114 よりも大きな長さを有することができる。

【0020】

溝 104 はまた、幅、深さ、及び輪郭の変動を有することができる。これらの寸法は、表面 202 (図 4) に施工されることになる所望のテクスチャによって決定されるのが好ましい。

40

【0021】

溝 104 は、共通点を共用し、様々な曲線又は直線経路を有し、また長さ、幅、及び輪郭を変えることができるが、溝がとるあらゆる変遷は、急激な変化のない滑らかな変遷であるのが好ましい。

【0022】

ドラム 100 は、例えば鋼のような硬質の金属で製造することができる。金属ドラム 100 は、例えばチタン翼形部のような硬質の表面にテクスチャを施工する際に使用することができる。金属ドラム 100 は、テクスチャが施工されることになる表面よりも硬質で

50

あるのが好ましいことになる。金属ドラム 100 は、例えば、物理的機械加工、化学的エッチング、放電加工、或いはこれらのあらゆる組合せなど、何らかの一般的に公知の手段によって作製することができる。

【0023】

代替として、ドラム 100 は、例えば、ゴムのような可撓性材料で製造することができる。ゴム製のドラム 100 は、例えばポリウレタン材料のような軟質の材料にテクスチャを施工するのに使用することができる。このようなポリウレタン材料は通常、侵食保護のために複合材の翼形部表面に施工することができる。ドラムの施工時には、ポリウレタン材料は、溝 104 内に流れることになり、ポリウレタンが硬化すると、表面リブレットが形成される。ゴム製ドラム 100 は、例えば、成形のような何らかの一般的に公知の手段によって製造することができる。

10

【0024】

次に、ブレード 200 上の表面にテクスチャを施工するために本発明のドラム 100 の実施形態をどのように用いることができるかに関する全体的な図を示した図 4 を参照する。ブレード 200 は、何れかのガスタービンエンジンで一般的に見られるようなブレードとすることができる。ブレード 200 は、翼形部表面 202 を有する翼形部 201 を備えている。典型的なブレード 200 はまた、翼形部 201 が延びるプラットフォーム 214 を備えることになる。翼形部 201 はまた、前縁 203 及び後縁 216 を有し、ブレードプラットフォーム 214 から翼形部先端（図示せず）まで延びる。図 4 は、翼形部の表面 202 上に配置されたリブレット 204 を示しているが、これらリブレットは、ドラム 100 を利用して施工した後に初めて存在することになる。

20

【0025】

テクスチャされることになる翼形部の表面 202 は、ドラム長さ（正確な尺度で示していない）にほぼ相当するテクスチャ表面長さ寸法 210 を有することになる。テクスチャ表面長さ寸法 210 は、プラットフォーム 214 から翼形部先端（図示せず）まで延びる翼形部の軸線に沿ったものとして全体的に測定される。テクスチャ表面 202 はまた、ドラム 100 の周辺部にほぼ相当するテクスチャ表面幅寸法 206 を有し、本明細書で説明したように、ドラム半径 106 によって全体的に求めることができる。テクスチャ表面幅寸法 206 は、前縁 203 及び後縁 216 間に延びる方向で翼形部表面全体にわたって全体的に測定される。

30

【0026】

翼形部表面 202 のテクスチャ部分は、その形状が全体的に矩形であり、後縁 216 全体にわたって延びるものとして示されている。しかしながら、翼形部表面 202 のテクスチャ部分は、単にドラム周囲面 102 からの転写された形態をとることになる点を理解されたい。従って、翼形部表面 202 のテクスチャ部分に転写される特徴要素は、全体的にあらゆる形状をとることができる。

【0027】

使用時には、ドラム 100 は、開始点から翼形部表面 202 に施工され、翼形部表面上を転動されて、ドラム周囲面 102 を翼形部表面に押し付けることになる。ドラムインデックスライン 112（図 4 には見られず）は、好ましくは、この実施例においてはライン 212 である、翼形部 201 上の対応する開始位置に配置されることになる。

40

【0028】

金属ドラム 100 及び対応する金属翼形部 201 では、ドラム 100 は、翼形部表面上の所定位置に移動される（矢印 113 を参照）。次にドラムインデックスライン 112 が翼形部開始ライン 212 と位置合わせされる。次いで、ドラム 100 が降下され、ドラム周囲面 102 が翼形部表面 202 と接触するようになる。ドラム周囲面 102 を翼形部表面 202 に押し付けるように力が加えられ、この力は、ドラム 100 が翼形部 201 全体にわたって転動されるときに維持される。この力は、翼形部表面 202 の一部分が押下され、他の部分がドラム溝 204 の形状をとるように、周囲面を翼形部表面 202 に押し込むのに十分に大きいことが好ましい。その結果、ドラム溝 204 の形状をとる翼形部表面

50

202の一部分は、翼形部表面202上のリブレット204になる。ここで、翼形部表面202のテクスチャ部分は、ドラム周囲面102上に見られるテクスチャパターンの陰型の凹痕を有する。

【0029】

翼形部表面上にリブレット204を刻印するために、ドラム100の1回の転動パスのみをとるのが好ましいが、複数のパスをとることもできる。刻印プロセスは、冷間加工法とすることができ、或いは、それに代えて、翼形部表面202を変形させるのを助けるために熱を加えることができる。

【0030】

ゴム製ドラム100及び複合材翼形部201上への対応するポリウレタンコーティングでは、全般的なプロセスは実質的に同じままである。しかしながら、翼形部表面202を変形させる代わりに、ドラム100は、ポリウレタンコーティング材がドラム溝104内に流れるように、十分な印加力のみを必要とする。これは、材料が溝104内に流れるが、十分に硬化するまで形状を維持するように、ポリウレタン硬化処理プロセスのある段階で形成することができる。

【0031】

翼形部表面202に関して実質的に平坦なセクションでは、実質的に円筒形のドラム100を用いることができる。小さな曲線を備えた翼形部表面202のセクションの場合、非均一な半径又は非均一な断面のドラム100を周囲面102に用いて、転動プロセス全体にわたり翼形部表面202との接触を維持することが必要となる場合がある。より大きな曲線を有する翼形部表面202の場合、翼形部201の全長に沿って単一ドラムを使用することは実行可能ではない可能性がある。従って、複数のドラム100が、翼形部の長さに沿って翼形部表面202を加工しなければならない場合がある。しかしながら、各セクションは、ドラムの1回の転動パスのみをとることも依然として想定される。

【0032】

本明細書で説明した装置及び方法のどれもが、その長さ全体にわたって滑らかな移行部を有するリブレット204を備えた翼形部表面202を提供することが想定される。結果として得られるリブレット204は通常、0.003インチ~0.006インチの高さ寸法を有することができる。更に、これらのリブレット204を適用することにより、翼形部の抗力係数を10%ほど低下させることができる。しかしながら、この結果は変わる可能性がある。

【0033】

本明細書で考察するテクスチャ特徴要素104は、リブレット204を作製する際に使用される隆起部又は溝と称しているが、他の表面特徴要素を用いてもよい点は理解されたい。

【0034】

構造及び方法に関する上述の記載は、説明の目的で提示されている。この説明は、本発明を網羅すること、又は本発明を開示された厳密なステップ及び/又は形態に限定することを意図したものではなく、上述の教示に照らして多くの修正形態及び変形形態が実施可能であることは明らかである。本明細書で記載される特徴要素は、どのようにも組み合わせることができる。本明細書で記載される方法のステップは、物理的に実施可能なあらゆる順序で実施することができる。可変表面テクスチャを施工する装置の特定の形態を例示し説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、添付の請求項によってのみ限定されることになる点を理解されたい。参照した全ての文献は、引用により本明細書に組み込まれる。

【符号の説明】

【0035】

100 ドラム

102 周囲面

104 テクスチャ特徴要素

10

20

30

40

50

- 1 0 5 長手方向軸線
- 1 0 6 ドラム半径
- 1 0 8 矢印
- 1 1 0 ドラム長さ
- 1 1 2 インデックスライン
- 1 1 3 矢印
- 1 1 4 周辺部寸法
- 2 0 0 ブレード
- 2 0 1 翼形部
- 2 0 2 翼形部表面
- 2 0 3 前縁
- 2 0 4 リブレット
- 2 0 6 テクスチャ表面幅寸法
- 2 1 2 ライン
- 2 1 0 テクスチャ表面長さ寸法
- 2 1 4 プラットフォーム
- 2 1 6 後縁

【 図 1 】

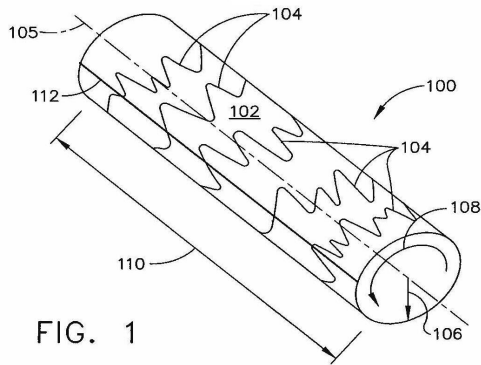


FIG. 1

【 図 2 】

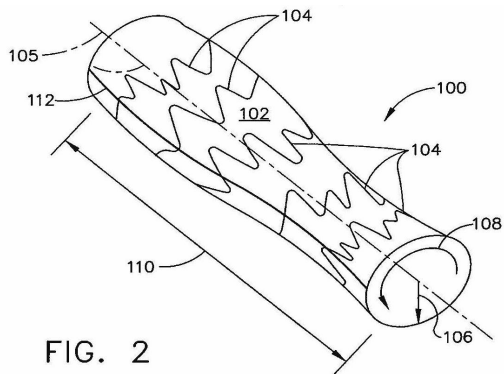


FIG. 2

【 図 3 】

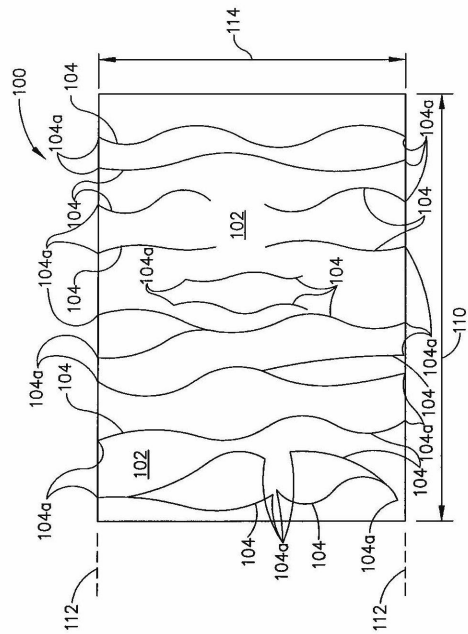


FIG. 3

【 図 4 】

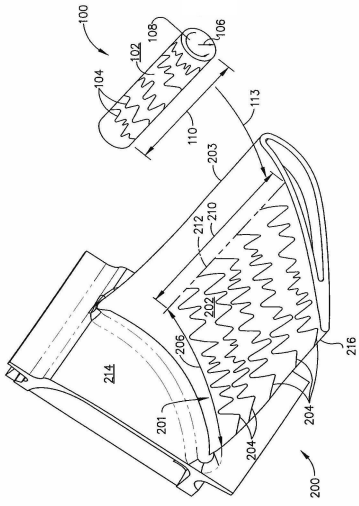


FIG. 4

フロントページの続き

- (72)発明者 ニコラス・ジョセフ・クレイ
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、アビエイション・ウェイ、6380番
- (72)発明者 アンドリュー・ブリーズ - スtringフェロー
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ニューマン・ウェイ、1番

審査官 米澤 篤

- (56)参考文献 特開2002-266816(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0262705(US,A1)
米国特許出願公開第2010/0187359(US,A1)
特開昭59-47016(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0156294(US,A1)
特開昭63-165011(JP,A)
特開2011-137466(JP,A)
特開昭59-89137(JP,A)
特開昭60-73835(JP,A)
特開平9-236097(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D	5/14
F01D	9/02
F01D	25/00
F04D	29/38
B28B	11/08
B21B	1/22
B21B	27/02
B21H	7/16
B21H	8/00
B29C	59/04
B30B	3/00