

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6527501号
(P6527501)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int.Cl.

F 16 J 9/02 (2006.01)
F 02 F 5/00 (2006.01)

F 1

F 16 J 9/02
F 02 F 5/00
F 02 F 5/00
F 02 F 5/00N
R
E

請求項の数 18 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-500528 (P2016-500528)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月1日 (2014.3.1)
 (65) 公表番号 特表2016-512309 (P2016-512309A)
 (43) 公表日 平成28年4月25日 (2016.4.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/019714
 (87) 國際公開番号 WO2014/158734
 (87) 國際公開日 平成26年10月2日 (2014.10.2)
 審査請求日 平成29年1月24日 (2017.1.24)
 (31) 優先権主張番号 13/827,255
 (32) 優先日 平成25年3月14日 (2013.3.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 518372567
 テネコ・インコーポレイテッド
 T E N N E C O I N C.
 アメリカ合衆国、6 0 0 4 5 イリノイ州
 、レイク・フォレスト、ノース・フィール
 ド・ドライブ、5 0 0
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 サレンビアン、グレゴリー
 アメリカ合衆国、4 9 2 2 9 ミシガン州
 、ブリトン、サットン・ロード、5 5 5 5
 (72) 発明者 アゼベド、ミゲル
 アメリカ合衆国、4 8 1 0 8 ミシガン州
 、アナバー、ボールダー・ポンド・ドラ
 イブ、4 1 7 7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ダイクスタイルピストンリングおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仕上げられた外径を有する低張力ダイクスタイルピストンリングを製造するための方法であって、

初期外径へとストックバーを機械加工するステップと、

前記初期外径より 0.4 mm ~ 3 mm 小さい公称直径を有する所定のプロファイルへと前記ストックバーの前記初期外径を仕上げするステップと、

前記ストックバーの残っている部分に従って、ダイクスタイルピストンリングを製造するよう、概して L 形断面へと前記ストックバーを機械加工するステップと、

前記初期外径へと前記ストックバーを機械加工するステップと、所定のプロファイルへと前記ストックバーを仕上げするステップと、L 形断面へと前記ストックバーを機械加工するステップとを完了した後でのみ、前記ストックバーから前記ピストンリングを分離するステップとを含む、方法。

【請求項 2】

前記所定のプロファイルは、接点にて収束する弧の対によって規定される丸い形状を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記 L 形断面は、長手方向に延在するリップセクションと、前記リップセクションから半径方向内方に延在するテールセクションとを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

10

20

前記テールセクションは、くさび石形状の断面へと機械加工される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記テールセクションは、半くさび石形状の断面へと機械加工される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

前記初期外径へと前記ストックバーを機械加工するステップは、機械加工工具に対して前記ストックバーをターニングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

所定のプロファイルへと前記初期外径を仕上げするステップは、プロファイル付け工具 10 に対して前記ストックバーをターニングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 L 形断面へと前記ストックバーを機械加工するステップは、機械加工工具に対して前記ストックバーをターニングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記ストックバーから前記ピストンリングを分離するステップは、分離工具に対して前記ストックバーをターニングすることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

最終の長手方向厚さへと前記ピストンリングをラッピングするステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 11】

最終ギャップを形成するよう前記ピストンリングを長手方向に切断するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記ピストンリングに残る如何なる残留張力も軽減するために、摂氏 400 度～450 度の間で、非酸化雰囲気に前記ピストンリングを配置することによって、前記ピストンリングを熱処理するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

熱処理の間に所定寸法に前記最終ギャップをサイズ決めするよう、マンドレル上に前記ピストンリングを設置するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 14】

前記ストックバーは、微細粒子の球状鑄鉄から形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

仕上げられた外径を有する低張力ピストンリングを製造するための方法であって、初期外径へとストックバーを機械加工するステップと、

前記初期外径より小さい 0.4 mm～3 mm 公称直徑を有する所定のプロファイルへと前記ストックバーの前記初期外径を仕上げするステップと、

前記ストックバーの残っている部分に従って、ピストンリングを製造するよう、概して L 形断面へと前記ストックバーを機械加工するステップと、

前記初期外径へと前記ストックバーを機械加工するステップと、所定のプロファイルへと前記ストックバーを仕上げするステップと、L 形断面へと前記ストックバーを機械加工するステップとを完了した後でのみ、前記ストックバーから前記ピストンリングを分離するステップとを含む、方法。

40

【請求項 16】

前記所定のプロファイルは丸い形状を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記所定のプロファイルはくさび石形状である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記所定のプロファイルは半くさび石形状である、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】**【0001】****技術分野**

本発明は、低張力ピストンリングを製造するための方法を提供し、具体的には、仕上げられた外径および無視できる接線方向の張力を有するダイクスタイルピストンリング (dikes-type piston ring) を製造するための方法を提供する。

【背景技術】**【0002】****背景**

ピストンリングは、内燃エンジンの重要な構成要素である。エンジンは少なくとも1つのシリンダとピストンとを含む。ピストンリングは、クランクケースから燃焼室をシールするとともにピストンからシリンダへの伝熱を促進するためにシリンダ壁とピストンとの間に配置される金属シールである。ピストンリングの他の機能は、潤滑に必要とされない油がクランクケースから燃焼室へ通過することを防止することと、シリンダボア表面上に均一の油膜を提供することである。これを達成するために、ピストンリングは、シリンダとピストンとに接したままでなければならない。半径方向の接触は一般に、ピストンリングの固有のばね力によって達成される。ピストンリングはさらに、回転シャフトのための金属シールとして使用されており、収縮シールおよび膨張シールの両方として使用される。

【0003】

今日、ピストンリングは典型的に2つの方法のうちの1つで製造される。1つの方法では、ピストンリングは個々のリングとして非円形の形状で鋳造される。このようなリングは典型的に、軸方向に既に研削されたリングブランクが内径および外径上にて同時にカムターニングされるプロセスであるダブルカムターニングによって、必要とされる形状に機械加工される。自由ギャップと同等のセグメントがピストンリングから切断された後、ピストンリングは、シリンダに嵌合されると必要とされる半径方向圧力分布を与える自由形状を取る。ひとたびシリンダの内部に配置されると、ピストンリングは、シリンダ壁に対して予め規定された半径方向圧力を加える。ダブルカムターニングの使用に加えて、内径および外径を別個に機械加工することによって、リングブランクが形状決めされ得る。これは、非円形のブランクの外径をカムターニングすることと、ピストンリングを圧縮状態にして内径を機械加工することとを含む。自由ギャップが外径の機械加工と内径の機械加工との間のステップにおいて切り取られる。

【0004】

異なる方法によれば、鋼ピストンリングがプロファイルされたワイヤー (profiled wire) から形成される。当該リングはまず、円形形状へと巻かれ、次いでギャップが切り取られる。必要な半径方向圧力分布を与えるように適切に設計されたアーバ上にリングがマウントされる熱処理プロセスを使用して、必要な形状が得られる。プロファイル切断工具を使用して自動外径旋盤またはプロファイル研削マシン上で、ピストンリングの設計に依存して外径のプロファイル付けが行なわれる。

【0005】

上に記載された方法に従ってピストンリングを製造することに関する問題は、ピストンリングが、接線方向の張力が残留する状態で製造されるということである。接線方向の張力が残留するピストンリングの製造は、このようなピストンリングはねじれるまたは反る傾向があるので問題である。このようなリングのねじれまたは反りは、過度の油消費と、燃焼ガスがピストンリングとシリンダ壁との間をピストンに沿って通過することによって燃焼室から逃げる状態であるブローバイとにつながり得る。したがって、接線方向の張力が残留するピストンリングはエンジンの効率、性能、エミッションおよび/または信頼性に悪影響を及ぼし得る。

【0006】

ねじれまたは反りの傾向が低減されたピストンリングを製造することを目的とする方法

10

20

30

40

50

が開発されている。このような1つの方法は、鋳造歪みおよび硬点を取り除くために、たとえば華氏1100度（摂氏593.33度）といった高温で、鋳鉄から形成されるストックバーを熱処理するステップを含む。ストックバーが熱処理された後、ピストンリングプランクはストックバーから切断される。当該方法は、ピストンリングプランクがひとたびストックバーから分離されると、最終の外径および内径へとピストンリングプランクに対して従来の機械加工および仕上げを行うステップを継続する。最後のステップは、ピストンリングになるように最終自由ギャップを切断することである。この方法は、ねじれまたは反りの傾向がより少ないリングを製造するが、かなりの接線方向の張力がまだピストンリングに残留する。

【0007】

10

無視できる量の接線方向の残留張力のみが完成品に残留するピストンリングを製造する方法が必要とされている。残留張力がなければ、リングはねじれまたは反りの傾向を有さなくなるであろう。残留張力は特に、L形断面を有するダイクタイプピストンリングのような、従来にはない断面を有するピストンリングに関する懸念事項である。

【0008】

ダイクスタイルピストンリングは、より高いエンジンスピードおよび燃焼圧でのより良好なシーリングを可能にする。しかしながら、ダイクスタイルピストンリングの非対称の形状によって、ピストンリングは従来のピストンリングよりもねじれやすくまたは反りやすくなる。したがって、接線方向の張力が無視できるピストンリング、特にダイクスタイルピストンリングの必要性が存在する。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の好ましい実施形態に従うと、初期外径へとストックバーを機械加工するステップと、所定のプロファイルへとストックバーを仕上げするステップと、所定の断面へとストックバーを機械加工するステップとを含む張力を引き起こすすべての動作の完了後に、ピストンリングが分離工具を使用してストックバーから分離される。ピストンリングは、機械加工および仕上げステップのすべてが完了した後まで、ストックバーから分離されない。この態様により、機械加工および仕上げ動作に関連付けられる応力は、ピストンリングが分離される前に、より厚いストックバーによって耐えられる。

30

【0010】

特にダイクスタイルピストンリングに関して、本発明は、自由かつ非圧縮状態で0~25ニュートンの範囲の測定可能な接線方向の張力を有する環状リング本体を含むダイクスタイルピストンリングを提供することができる。この設計に従うと、ダイクスタイルピストンリングは、環状リング本体が自由かつ非圧縮状態にある場合、0~0.4ミリメートルの範囲の、側面の対向土の間で測定可能なギャップ幅を有する最終ギャップを規定する。

【0011】

本発明のこれらの特徴および利点ならびに他の特徴および利点は、以下の詳細な説明を参照して添付の図面に関連して考慮するとよりよく理解されるので、容易に理解されるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】例示的なダイクスタイルピストンリングの斜視図である。

【図2】例示的なダイクスタイルピストンリングの断面図である。

【図3】ピストンリング反りまたはピストンリングねじれとして公知の条件を経験している例示的なダイクスタイルピストンリングの斜視図である。

【図4】ピストンリングを形成するためにストックバーを機械加工するステップを示す斜視図である。

【図5】ピストンリングを形成するためにストックバーを機械加工するステップを示す斜

50

視図である。

【図6】ピストンリングを形成するためにストックバーを機械加工するステップを示す斜視図である。

【図7】L形断面へとストックバーを機械加工する例示的なステップを示す斜視立面図である。

【図8】ストックバーからピストンリングを分離する例示的なステップを示す斜視立面図である。

【図9】最終の長手方向の厚さへとピストンリングをラッピングする例示的なステップを示す斜視図である。

【図10】最終ギャップを形成するためにピストンリングを長手方向に切断する例示的なステップを示す斜視立面図である。 10

【図11】熱処理の間に所定の寸法に最終ギャップをサイズ決めするようマンドレル上にピストンリングを設置する例示的なステップを示す斜視図である。

【図12】従来のピストンリングを有する例示的なピストンを示す図である。

【図13】ダイクスタイルピストンリングを有する例示的なピストンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施形態の詳細な説明

図12は、従来のピストンリング18がマウントされた従来のピストン100を示す。

図13は、ダイクスタイルピストンリング20が位置決めされたピストン200を示す。 20

【0014】

これらの図において同様の数字は、いくつかの図面にわたって、対応する部分を示す。図1および図2において、仕上げられた外径を有するダイクスタイルピストンリング20が示される。ピストンリング20は形状が円形であり円周部24を有することが認識されるべきである。仕上げられた外径は、円周部24に沿って延在する。

【0015】

本発明の好ましい方法の実施形態が図4～図6に示される。当該方法は、ピストンリング20の仕上げられた外径よりも若干大きい初期外径28へとストックバー26を機械加工するステップと、公称直径32を有する所定のプロファイル30へとストックバー26の初期外径を仕上げるステップとを含む。直径32は、仕上げられた外径22と等しい。また、ストックバー26は、L形断面を有する構造を形成するよう機械加工される。当該方法は、初期外径28へとストックバー26を機械加工するステップと、所定のプロファイル30へとストックバー26を仕上げるステップと、L形断面34へとストックバー26を機械加工するステップとを含む張力を引き起こすすべての動作の完了に応答して、ストックバー26からピストンリング20を分離するステップを継続する。 30

【0016】

典型的に、機械加工および仕上げ動作によってピストンリングのような薄いワーカーピースに残留張力が残るということが分かっている。この残留張力は、ピストンリングの円周部に対して接線方向に発生する。結果として、ピストンリングは、内燃エンジンのシリンダに拘束されると、円周部の周りにおいてねじれまたは反りやすくなる。これは、図3において誇張された形態で示される。 40

【0017】

機械加工および仕上げステップのすべてが完了した後までピストンリングがストックバー26から分離されない本発明によれば、機械加工および仕上げ動作に関連付けられる応力は、より厚くより剛性のストックバー26によって耐えられる。機械加工および仕上げ動作によって引き起こされる接線方向の張力は、この態様でより良好に制御および最小化され得ることが分かった。結果として、先行技術と比較して、ピストンリング20は、ストックバー26から分離される際に、無視できる量の接線方向の張力のみを有する。

【0018】

ピストンリングのねじれまたは反りは特に、リングの非対称（「L形」）の断面形状に

10

20

30

40

50

よりダイクスタイルピストンリングを利用する用途において有害である。

【0019】

ダイクスタイルピストンリングを製造するための本発明の1つの局面に従うと、L形断面へとストックバーを機械加工する方法ステップは、長手方向に延在するリップセクションと、リップセクションから半径方向内方に延在するテールセクションとを機械加工することを含み得る。テールセクションは、1つまたは2つの内方にテーパする側によって規定されるくさび石 (keystone) 形状の断面を提示するよう機械加工され得る。

【0020】

仕上げられた外径と等しい公称直径を有する所定のプロファイルへとストックバーの初期外径を仕上げする方法は、さまざまな形状を有する所定のプロファイルにストックバーの初期外径を仕上げることを含み得る。当該所定のプロファイルは丸形状を有し得る。対称または非対称曲線プロファイルを有する。たとえば、図6に示されるように、例示的な丸いプロファイルの非対称の曲線プロファイルが接点44にて収束する弧42の対によって規定され得る。弧42は異なる半径を有し得る。代替的には、所定のプロファイルは、長手方向に沿って配されるか、または、長手方向に對してある角度で傾斜する平坦な直線形状を有し得る。所定のプロファイルの形状にかかわらず、「公称直径」という用語は、本願明細書において使用されるように、所定のプロファイルの最大の外径を指す。

10

【0021】

1つの好ましい実施形態において、ピストンリング20の仕上げられた外径22よりも若干大きい初期外径28へとストックバー26を機械加工するステップは、初期外径28が、0.4mmと3.0mmとの間だけ、ピストンリング20の仕上げられた外径22より大きくなるようにストックバー26を機械加工することを含み得る。これにより、ストックバー26の初期外径28がピストンリング20の仕上げられた外径22に近い場合にプロファイル付けによって取り除かれる材料がより少なくなるので、当該プロファイル付けステップはより速く完了し得る。さらに、取り除かなければならない材料の厚さが小さい場合には、当該プロファイル付けステップでは、ストックバー26上に引き起こされる接線方向の張力が小さくなる。

20

【0022】

上記方法は、最終の長手方向厚さへとピストンリング20をラッピングするステップと、最終ギャップ50を形成するようピストンリング20を長手方向に切断するステップとをさらに含み得る。ラッピングステップは、研磨材でピストンリング20を摩擦することを含み得るということが認識されるべきである。当該ラッピングステップは、研磨材面を示す回転ラッピングパッドを有するデュアルアクションラッピングマシン（図示せず）を使用することを含み得る。ピストンリングおよびラッピングパッドは反対方向に回転され得、ピストンリング20は、回転ラッピングパッドにわたって横断方向において前後に往復運動され得る。

30

【0023】

図9および図10に示されるように、切断ステップは、最終ギャップ50を形成するためにピストンリング20のL形断面全体を通るように長手方向の切断を行うよう円形のソーブレード56を使用することを含み得る。最終ギャップ50は、エンジンの動作温度でのピストンリング20の端部衝突 (end butting) を防止するのに十分なサイズである必要があるだけである。したがって、この方法によって製造されるダイクスタイルピストンリング20の最終ギャップ50は、従来のピストンリングの最終ギャップよりも何倍も小さくあり得る。

40

【0024】

本発明に従うと、上記方法はさらに、ピストンリング20に残る如何なる残留張力も軽減するために、摂氏400度～450度の間で、非酸化雰囲気にピストンリング20を配置することによってピストンリング20を熱処理するステップを含み得る。非酸化雰囲気においてピストンリング20を熱処理するステップは、窒素のような非酸化ガスで充填されたオープンにおいてピストンリング20をベークすることによって達成され得る。上記

50

方法はさらに、熱処理ステップの間に最終ギャップ 50 を所定寸法にサイズ決めするようマンドレル 58 上にリングを設置するステップを含み得る。これは図 11 に示される。

【0025】

初期外径へとストックバーを機械加工する方法ステップは、機械加工工具に対してストックバーをターニングすることを含み得る。同様に、所定のプロファイルへと初期外径を仕上げるステップは、プロファイル付け工具 62 (図 5) に対してストックバー 26 をターニングすることを含み得る。L 形断面へとストックバー 26 を機械加工するステップは、機械加工工具 60 に対してストックバー 26 をターニングすることを含み得、ストックバー 26 からピストンリング 20 を分離するステップは、分離工具 64 (図 8) に対してストックバー 26 をターニングすることを含み得る。ターニングという用語は、本願明細書において使用されるように、旋盤を使用してピストンリングが工具に対して回転される特定の機械加工プロセスである。提供される機械加工、仕上げおよび分離ステップは、ターニングに限定されず、さまざまな他の工具および動作を使用して達成され得るということが認識されるべきである。

【0026】

さまざまな材料がピストンリング 20 の製造に適しているのが分かった。本発明のある局面によれば、ストックバー 26 は微細粒子の球状鉄から形成され得る。しかしながら、他の材料が使用され得ることが考えられる。

【0027】

本発明の方法は、低張力ダイクスタイルピストンリングの製造にだけでなく、同様に他のタイプの低張力ピストンリングの製造にも適用されるということが認識されるべきである。したがって、仕上げられた外径を有する低張力ピストンリングを製造するための方法も提供される。上記方法は、ピストンリングの仕上げられた外径よりも若干大きい初期外径へとストックバーを機械加工するステップと、仕上げられた外径と等しい公称直径を有する所定のプロファイルへとストックバーの初期外径を仕上げをするステップと、所定の断面へとストックバーを機械加工するステップとを含む。上記方法は、張力を引き起こすすべての動作の完了に応答してストックバーからピストンリングを分離するステップを継続する。これらの動作は、初期外径へとストックバーを機械加工することと、所定のプロファイルへとストックバーを仕上げることと、所定の断面へとストックバーを機械加工することとを含む。この方法の 1 つの局面に従うと、ピストンリングの仕上げられた外径よりも若干大きい初期外径へとストックバーを機械加工するステップは、丸い形状を有する所定のプロファイルにストックバーの初期外径を仕上げることを含み得る。この方法の別の局面に従うと、所定の断面へとストックバーを機械加工するステップは、くさび石形状の断面または半くさび石 (semi-keystone) 形状の断面へとストックバーを機械加工することを含み得る。

【0028】

上に記載された方法は、ユニークな特性を有する新規なダイクスタイルピストンリング 20 を製造する。図 1 および図 2 に示されるように、製造されるダイクスタイルピストンリング 20 は、概して L 形断面 34 を示す環状リング本体 68 を含む。L 形断面 34 は、リング本体 68 に対して長手方向に延在するリップセクション 36 と、リップセクション 36 から半径方向内方に延在する側 40 の対を有するテールセクション 38 とにより構成および規定される。環状リング本体 68 はさらに、最終ギャップ 50 をその間に規定する側面 70 の対を提示する。最終ギャップ 50 は、分離されたピストンリング 20 を長手方向に切断する方法ステップによって、上に論じられたように作製されるということが認識されるべきである。側面 70 の対は、対向して間隔をおいた関係で互いに面するように配される。環状リング本体 68 には、自由かつ非圧縮状態において 0 ~ 25 ニュートン (N) までの範囲で、接線方向の張力がほとんどないまたはまったくない。この範囲は、先行技術の方法によって製造されたピストンリング 20 に残留する接線方向の張力よりもかなり小さい。さらに、この低い接線方向の張力によって、先行技術のダイクスタイルピストンリングを含む従来のピストンリングと比較して、ピストンリング 20 が極めて小さい最

10

20

30

40

50

終ギャップ 50 を有することが可能になる。本発明に従うと、最終ギャップ 50 は、環状リング本体 68 が自由かつ非圧縮状態にある場合、側面 70 同士の間で測定可能な 0 ~ 0 . 4 ミリメートルの範囲のギャップ幅 72 を有する。本発明の別の局面に従うと、ギャップ幅 72 は、環状リング本体 68 が自由かつ非圧縮状態にある場合、0 ~ 0 . 1 ミリメートルの範囲であり得る。これらの範囲は、従来のピストンリングの最終ギャップより約 30 倍小さい。

【 0029 】

本発明のダイクスタイルピストンリング 20 は、さまざまな形状を有するテールセクション 38 をさらに含み得る。テールセクション 38 の側は各々、くさび石形状の断面を規定するように内方にテーパする。代替的には、テールセクションの側の 1 つは、半くさび石形状の断面を規定するよう内方にテーパし得る。本発明のダイクスタイルピストンリング 20 は、弓形形状の所定のプロファイルを有する外周表面をさらに含み得る。所定のプロファイルの弓形または丸い形状は、対称または非対称曲線に追従し得る。たとえば、所定のプロファイルは、曲線が接点 44 にて収束する弧 42 の対によって規定される図 5 および図 6 に示されるように、非対称曲線に追従し得る。弧 42 は、異なる半径 46 を有し得る。代替的には、所定のプロファイル 30 は、長手方向に沿って配されるか、または、長手方向に対してある角度で傾斜する平坦な直線形状を有し得る。

【 0030 】

上記の教示に鑑みて、添付の特許請求の範囲内で、本発明の多くの修正例および変形例が可能であり、具体的に記載されたのとは異なる態様で実施されてもよいことは明らかである。

【 図 1 】

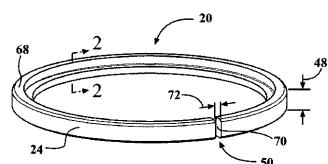


FIG. 1

【 図 2 】

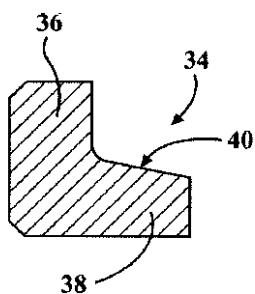


FIG. 2

【 図 3 】

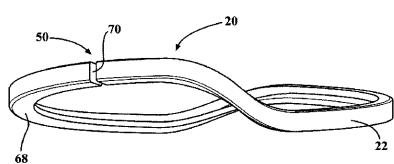


FIG. 3

【 図 4 】

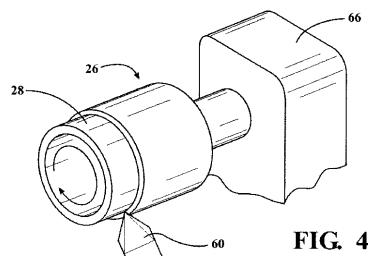


FIG. 4

【図 5】

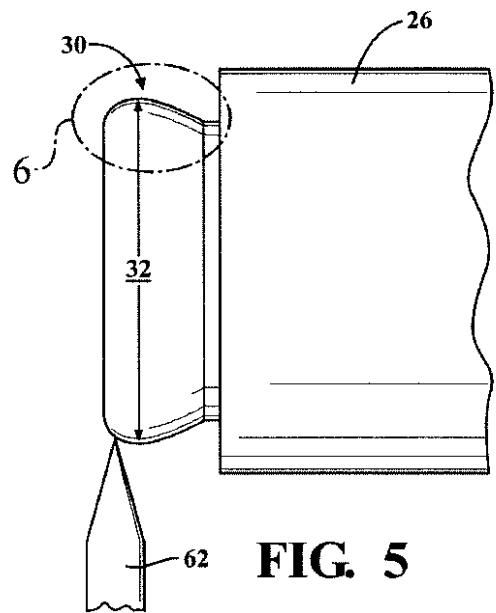


FIG. 5

【図 6】

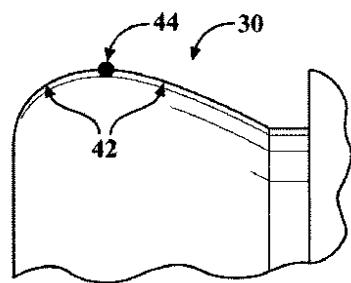


FIG. 6

【図 7】

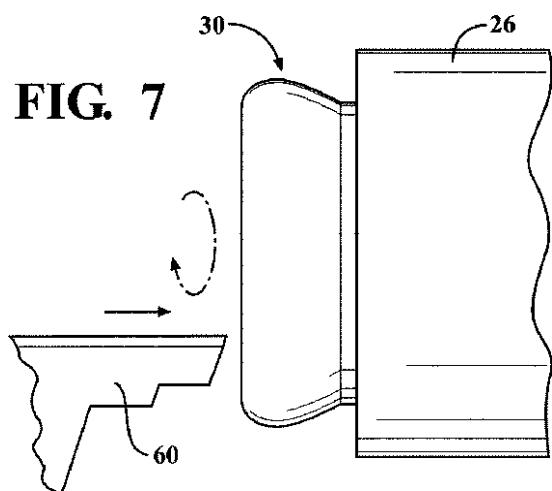


FIG. 7

【図 8】

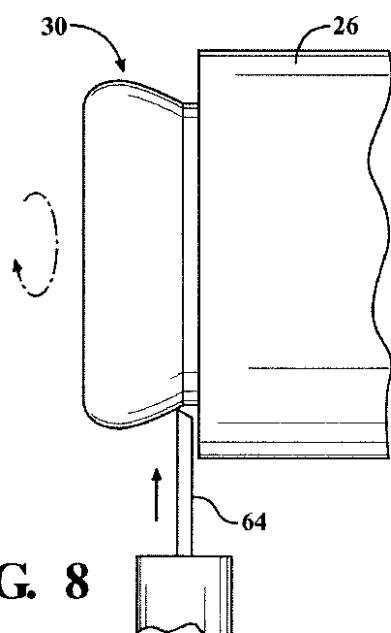
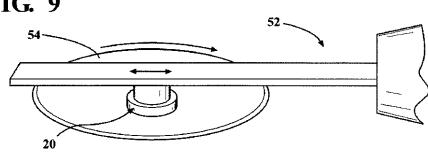


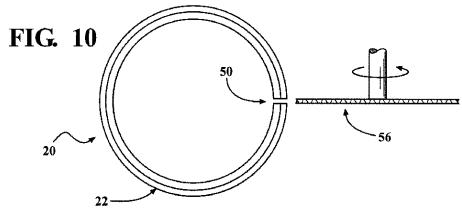
FIG. 8

【図 9】

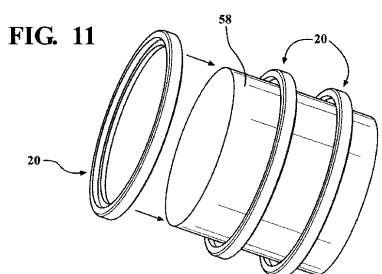
FIG. 9



【図 10】



【図 11】



【図 12】

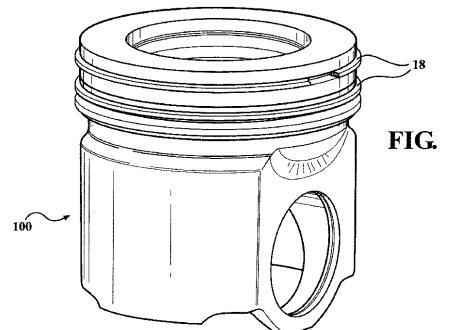


FIG. 12

【図 13】

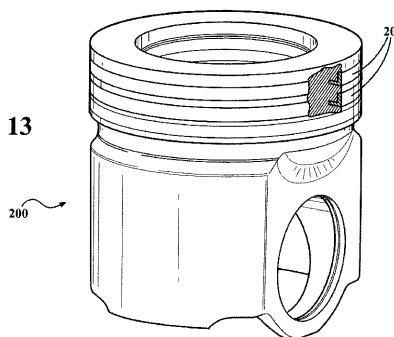


FIG. 13

フロントページの続き

(72)発明者 ベルフォード, マシュー

アメリカ合衆国、48160 ミシガン州、ミラン、ダブリュ・セカンド・ストリート、251

審査官 山田 康孝

(56)参考文献 特開平01-211658 (JP, A)

特開平01-188625 (JP, A)

特開昭59-019773 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 J 9 / 02

F 02 F 5 / 00