

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6312988号  
(P6312988)

(45) 発行日 平成30年4月18日(2018.4.18)

(24) 登録日 平成30年3月30日(2018.3.30)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 1 K 1/18 (2006.01)	B 2 1 K 1/18 A
F 1 6 J 9/26 (2006.01)	F 1 6 J 9/26 Z
F 0 2 F 5/00 (2006.01)	F 0 2 F 5/00 N
B 2 1 J 5/08 (2006.01)	F 0 2 F 5/00 3 0 1 A
B 2 1 J 5/10 (2006.01)	B 2 1 J 5/08 Z

請求項の数 12 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-120497 (P2013-120497)	(73) 特許権者 000139023 株式会社リケン 東京都千代田区三番町8番地1
(22) 出願日	平成25年6月7日(2013.6.7)	(74) 代理人 100080012 弁理士 高石 橋馬
(65) 公開番号	特開2014-237152 (P2014-237152A)	(72) 発明者 川西 実 新潟県柏崎市北斗町1-37 株式会社リケン 柏崎事業所内
(43) 公開日	平成26年12月18日(2014.12.18)	(72) 発明者 掛川 聰 新潟県柏崎市北斗町1-37 株式会社リケン 柏崎事業所内
審査請求日	平成28年6月2日(2016.6.2)	(72) 発明者 島 裕司 新潟県柏崎市北斗町1-37 株式会社リケン 柏崎事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】大型ピストンリングの製造方法、大型ピストンリング素材、及び大型ピストンリング。

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

呼び径が200 mm以上1100 mm未満の大型ピストンリングの製造方法であって、所定の長さに切断された円柱状鋼素材を加熱し、プレス成形によって円板状成形体に据込み加工する第1の熱間鍛造工程と、前記円板状成形体からコアポンチにより中央部に凹部を形成し穴開け加工して第1の円筒状素材に加工する第2の熱間鍛造工程と、前記第1の円筒状素材からリングローリングミルにより拡径した第2の円筒状素材に加工する第3の熱間鍛造工程と、前記第2の円筒状素材からピストンリングに加工する機械加工工程を含むことを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

## 【請求項 2】

請求項1に記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記第2の円筒状素材が軸に直角な断面で非円形形状を有するように、前記第3の熱間鍛造工程の後に、前記第2の円筒状素材を軸に直角な方向にプレス成形することを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

## 【請求項 3】

請求項1に記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記第2の円筒状素材が軸と直角な断面で円形形状であり、外周面及び内周面に軸方向に一定間隔で形成された複数の凹部を有するように、前記第3の熱間鍛造工程において、異形形状の主ロールとマンドレルを使用することを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

## 【請求項 4】

10

20

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記円柱状鋼素材が、質量%で、C : 0.2 ~ 1.0%、Si : 0.1 ~ 1.0%、Mn : 0.1 ~ 1.0%、P : 0 ~ 0.045%、S : 0 ~ 0.03%、Cr : 10 ~ 20%、Ni : 0 ~ 0.6%、Mo : 0 ~ 1.5%、V : 0 ~ 0.15%、残部 : Fe 及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼であることを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記第 1 ~ 第 3 の熱間鍛造工程における各素材の温度が 900 ~ 1250 の範囲にあることを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

**【請求項 6】**

請求項 4 又は 5 に記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記大型ピストンリングの少なくとも側面に窒化層を形成する窒化処理を施すことを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

**【請求項 7】**

請求項 4 ~ 6 のいずれかに記載の大型ピストンリングの製造方法において、前記大型ピストンリングの少なくとも外周面に硬質窒化クロムを主体とする被覆層を形成するイオンプレーティング処理を施すことを特徴とする大型ピストンリングの製造方法。

**【請求項 8】**

呼び径が 200 mm 以上 1100 mm 未満の大型ピストンリング用の円筒状鋼素材からなる大型ピストンリング素材であって、質量%で、C : 0.2 ~ 1.0%、Si : 0.1 ~ 1.0%、Mn : 0.1 ~ 1.0%、P : 0 ~ 0.045%、S : 0 ~ 0.03%、Cr : 10 ~ 20%、Ni : 0 ~ 0.6%、Mo : 0 ~ 1.5%、V : 0 ~ 0.15%、残部 : Fe 及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記円筒状鋼素材の軸に垂直な断面が非円形形状であることを特徴とする大型ピストンリング素材。

**【請求項 9】**

呼び径が 200 mm 以上 1100 mm 未満の大型ピストンリング用の円筒状鋼素材からなる大型ピストンリング素材であって、質量%で、C : 0.2 ~ 1.0%、Si : 0.1 ~ 1.0%、Mn : 0.1 ~ 1.0%、P : 0 ~ 0.045%、S : 0 ~ 0.03%、Cr : 10 ~ 20%、Ni : 0 ~ 0.6%、Mo : 0 ~ 1.5%、V : 0 ~ 0.15%、残部 : Fe 及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記円筒状鋼素材が軸と直角な断面で円形形状であり、外周面及び内周面が軸方向に一定間隔で形成された複数の凹部を有していることを特徴とする大型ピストンリング素材。

**【請求項 10】**

請求項 8 又は 9 に記載の大型ピストンリング素材において、前記円筒状鋼素材が周方向にファイバーフロー組織を有することを特徴とする大型ピストンリング素材。

**【請求項 11】**

呼び径が 200 mm 以上 1100 mm 未満の大型ピストンリングであって、請求項 8 ~ 10 のいずれかに記載の大型ピストンリング素材から製造されることを特徴とする大型ピストンリング。

**【請求項 12】**

請求項 11 に記載の大型ピストンリングにおいて、前記大型ピストンリングが焼戻マルテンサイト中にクロム炭化物を分散した組織を有し、熱ヘタリ率が 4% 以下であることを特徴とする大型ピストンリング。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、大型ピストンリング（以下「大型リング」ともいう。）の製造方法に関し、特に、鋼製の大型リングの製造方法に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

10

20

30

40

50

大型ディーゼルエンジンに使用されるピストンリングは、耐熱性、耐摩耗性に優れた鑄鉄製ピストンリングが主流である。例えば、使用条件の厳しいトップリングには、片状黒鉛鑄鉄と球状黒鉛鑄鉄の中間的なCV(Compacted Vermicular)黒鉛鑄鉄が採用されてきた。近年、大型ディーゼルエンジンにおいても、高出力化、高効率化の傾向にあり、筒内圧の上昇や熱負荷の増大、あるいはピストン速度の上昇などのため、大型リングの使用環境もますます過酷になり、従来のCV黒鉛鑄鉄製リングでは要求仕様を満足できないエンジンが開発されてきている。すなわち、耐スカッフ性及び耐摩耗性に優れた高強度の大型リング、さらには長期間の高温での使用においても所定の面圧が維持できる優れた耐熱ヘタリ性を有する大型リングが求められている。

#### 【0003】

10

一方、自動車エンジン用のピストンリングでは、鑄鉄から鋼への置換(「スチール化」ともいわれる。)が進み、例えば、トップリングでは、今やマルテンサイト系ステンレス鋼に窒化処理やイオンプレーティング処理(例えば、CrNやTiN等)を施したもののが主流である。自動車用を主体とする小型エンジン用トップリングは、所定の断面形状に伸線されたマルテンサイト系ステンレス線材からリングの自由形状に成形するカーリング加工によって製造されるのが一般的である。

#### 【0004】

20

しかし、船用エンジンなどの大型リングになると、リング断面積も大きくなるため、使用するスチール線材も断面積の大きい素線が必要となる。断面積の大きい素線は取扱いが大変なこと、圧延機や熱処理装置が大型化することから、線材からの大型リングを成形するスチール化は進んでいない。また、特許文献1は、特殊な鋼を鋳造法でリング形状に成形した鋳鋼製ピストンリング材を開示しているが、結局、鋳造に起因する引け巣やピンホール等の鋳造欠陥のない製法と材料特性との両立が困難で、信頼性の点で実用化できていないのが実情である。

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

#### 【特許文献1】特開平6-221436号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

30

#### 【0006】

本発明は、上記問題に鑑み、大型リングにおいてもスチール化を進め、耐スカッフ性、耐摩耗性及び耐熱ヘタリ性に優れた高強度の大型リングの製造法を提供することを課題とする。また、大型リング素材及び大型リングを提供することも課題とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明者達は、鋼材の成形加工方法について鋭意研究の結果、リングローリング加工を含む熱間鍛造により円筒状素材を成形し、その円筒状素材から突切又は切断、内外旋、側面研磨等の機械加工により鋼製の大型リングを製造できることに想到した。

#### 【0008】

40

すなわち、本発明の呼び径が200mm以上1100mm未満の大型ピストンリングの製造方法は、所定の長さに切断された円柱状鋼素材を加熱し、プレス成形によって円板状成形体に据込み加工する第1の熱間鍛造工程と、前記円板状成形体からコアポンチにより中央部に凹部を形成し穴開け加工して第1の円筒状素材に加工する第2の熱間鍛造工程と、前記第1の円筒状素材からリングローリングミルにより拡径した第2の円筒状素材に加工する第3の熱間鍛造工程と、前記第2の円筒状素材からピストンリングに加工する機械加工工程を含むことを特徴とする。

#### 【0009】

本発明の第1の大型ピストンリングの製造方法では、前記第2の円筒状素材が軸に直角

50

な断面で非円形形状を有するように、前記第3の熱間鍛造工程の後に、前記第2の円筒状素材を軸に直角な方向にプレス成形することが好ましい。

#### 【0010】

また、本発明の第2の大型ピストンリングの製造方法では、コイルエキスパンダ付きオイルコントロールリングに特徴的なM型形状又はI型形状を有するオイルリング本体の形状に近い素材形状とするため、前記第2の円筒状素材が軸と直角な断面で円形形状であり、外周面及び内周面に軸方向に一定間隔で形成された複数の凹部を有するように、前記第3の熱間鍛造工程において、異形形状の主ロールとマンドレルを使用することが好ましい。

#### 【0011】

さらに、本発明の第1及び第2の大型ピストンリングの製造方法では、前記円柱状鋼素材が、質量%で、C:0.2~1.0%、Si:0.1~1.0%、Mn:0.1~1.0%、P:0~0.045%、S:0~0.03%、Cr:10~20%、Ni:0~0.6%、Mo:0~1.5%、V:0~0.15%、残部:Fe及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼であることが好ましい。この場合、前記第1~第3の熱間鍛造工程における各素材の温度が900~1250 の範囲にあることが好ましい。

#### 【0012】

前記大型ピストンリングの少なくとも側面に窒化層を形成する窒化処理を施すことが好ましく、さらに、前記大型ピストンリングの少なくとも外周面に硬質窒化クロムを主体とする被覆層を形成するイオンプレーティング処理を施すことが好ましい。

#### 【0013】

本発明の第1の大型ピストンリング素材は、呼び径が200 mm以上1100 mm未満の大型ピストンリング用の円筒状鋼素材からなる大型ピストンリング素材であって、質量%で、C:0.2~1.0%、Si:0.1~1.0%、Mn:0.1~1.0%、P:0~0.045%、S:0~0.03%、Cr:10~20%、Ni:0~0.6%、Mo:0~1.5%、V:0~0.15%、残部:Fe及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記円筒状鋼素材の軸に垂直な断面が非円形形状であることを特徴とする。

#### 【0014】

また、本発明の第2の大型ピストンリング素材は、呼び径が200 mm以上1100 mm未満の大型ピストンリング用の円筒状鋼素材からなる大型ピストンリング素材であって、質量%で、C:0.2~1.0%、Si:0.1~1.0%、Mn:0.1~1.0%、P:0~0.045%、S:0~0.03%、Cr:10~20%、Ni:0~0.6%、Mo:0~1.5%、V:0~0.15%、残部:Fe及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記円筒状鋼素材が軸と直角な断面で円形形状であり、外周面及び内周面が軸方向に一定間隔で形成された複数の凹部を有していることを特徴とする。

#### 【0015】

本発明の大型ピストンリング素材は、前記円筒状鋼素材が周方向にファイバーフロー組織を有することが好ましい。

#### 【0016】

本発明の大型ピストンリングは、呼び径が200 mm以上1100 mm未満の大型ピストンリングであって、上記の大型ピストンリング素材から製造されることを特徴とする。前記大型ピストンリングは、焼戻マルテンサイト中にクロム炭化物を分散した組織を有し、熱ヘタリ率が4%以下であることが好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0017】

本発明の大型ピストンリングの製造方法は、マルテンサイト系ステンレス鋼のような円柱状鋼素材から、熱間鍛造法を用いることによって、比較的容易に大径サイズの大型リング素材を製造することができ、従来の鋳鉄製リング又は鋳鋼製リングに比べ、周方向ファイバーフロー(鍛流線)組織により、微細で欠陥のない、高強度の耐熱ヘタリ性に優れた

10

20

30

40

50

大型リングを得ることが可能となる。特に、所定のサイズの円筒状素材を軸に垂直にプレス成形することによって、リングの自由形状が非円形形状（カム形状）の圧力リング形状に成形することができ、また、リングローリングミルによる熱間鍛造工程において主ロールとマンドレルの形状を所定の形状とすることによって、M型形状又はI型形状を有するオイルリング本体の形状に近い素材形状とすることができます、後工程の機械加工工程での取り代を少なくすることが可能となる。さらに、窒化物を形成しやすい合金元素を含む鋼を使用することができるため、特に、従来側面に適用してきた硬質クロムめっき処理に代えて、窒化処理が可能となりコスト低減に貢献できる。耐熱ヘタリ性に優れた耐熱性の高い鋼材を使用できるため、窒化処理だけでなくイオンプレーティング処理も可能となって、従来にない耐スカッフ性に優れた大型ピストンリングを提供することも可能となる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0018】

【図1】本発明の大型ピストンリングの製造方法において、ピストンリング素材の形状変化を素材の中心軸をとる断面で模式的に示した図である。

【図2】第3の熱間鍛造工程のリングローリング加工を模式的に示した図である。

【図3】円筒状素材を軸に直角方向にプレス成形する熱間鍛造において、断面円形形状の円筒状素材から断面非円形形状の円筒状素材への変化を模式的に示した図である。

【図4】大型ピストンリングの圧力リングに用いられる特殊合口形状の一例（二重段付き合口）を示す図である。

【図5】ピストンリングの面圧分布に関し、（a）は等圧分布、（b）は合口方向の面圧が合口に直角方向の面圧より低い面圧分布を示した図である。

20

【図6】コイルエキスパンダ付きオイルコントロールリングの断面を示した図である。

【図7】外周面及び内周面に軸方向に一定間隔で複数の凹部が形成された第2の円筒状素材を示した図である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0019】

本発明の大型ピストンリングの製造方法は、所定の長さに切断された円柱状鋼素材を加熱し、プレス成形によって円板状成形体に据込み加工する第1の熱間鍛造工程と、前記円板状成形体からコアポンチにより中央部に凹部を形成し穴開け加工して第1の円筒状素材に加工する第2の熱間鍛造工程と、前記第1の円筒状素材からリングローリングミルにより拡径した第2の円筒状素材に加工する第3の熱間鍛造工程と、前記第2の円筒状素材からピストンリングに加工する機械加工工程を含むことを特徴とする。図1は、本発明の製造方法において、ピストンリング素材の形状変化を素材の中心軸をとる断面で模式的に示した図である。円柱状素材(1)から円板状成形体(2)を成形する第1の熱間鍛造工程、円板状成形体(2)から第1の円筒状素材(3)を成形する第2の熱間鍛造工程、そして、第1の円筒状素材(3)から第2の円筒状素材(4)を成形する第3の熱間鍛造工程を含んでいる。第3の熱間鍛造工程は、図2にその加工方法を模式的に示すリングローリングミルを使用する。リングローリングミルは、主ロール(6)、マンドレル(7)、アキシャルロール(8)、バックアップロール(9)等から構成されている。主ロール(6)は一定の回転数で駆動される一方、マンドレル(7)、アキシャルロール(8)及びバックアップロール(9)は被加工材(5)との摩擦で回転する従動式である。リングローリング加工は、基本的に、主ロール(6)とマンドレル(7)間でリングの径方向への圧下が行われ、被加工材(5)の肉厚を減少させながら径を拡大して所望の形状、寸法とする加工方法であるが、軸方向寸法については一対のアキシャルロール(8)間ににより、また被加工材(5)の真円度や表面性状については複数のバックアップロールにより調整されている。

30

##### 【0020】

上記のリングローリング加工により製造した第2の円筒状素材(4, 10)は、機械加工工程によりピストンリングに加工される。この機械加工工程には、例えば、外周旋削加工、内周旋削加工、端面旋削加工、突切加工又は切断加工、側面研削加工、合口切断加工、合口フライス加工、外周カムならびに旋削加工、外周研磨加工、外周バフ研磨加工、さらには

40

50

、オイルリングのオイル穴加工、等が含まれる。

#### 【0021】

なお、大型リングは、特に4サイクルディーゼルエンジンでは、小型リングと同様、圧カーリングとオイルリングに分類され、圧カーリングは、シリンダに装着されたときに自己張力に基づく面圧が発生するような非円形の自由形状（カム形状）をしており、一方、オイルリングは、コイルエキスパンダの張力を利用したコイルエキスパンダ付きオイルリングが主流であり、その本体は円形の自由形状をしている。

#### 【0022】

本発明において、第1の大型ピストンリングの製造方法は、素材の段階で非円形の自由形状をもつ大型リング、すなわち、大型圧カーリングの製造方法に関する。圧カーリングは、いわゆるシングルピース型で、合口を閉じてシリンダに装着したときに、ガスをシールするため、径方向外側に張り出すような自己張力を持つ必要がある。上述した第3の熱間鍛造工程のリングローリング加工は、基本的に円形リングを成形する加工方法であり、自己張力を持たせるためには、図3に示すように、第3の熱間鍛造工程で成形した第2の円筒状素材(4)を非円形の自由形状素材(10)に修正することが好ましい。図3では、プレス方向以外を拘束しない、いわゆる自由鍛造を示しているが、もちろん所定の橿円形状をした下型及び／又は上型を利用した型鍛造としてもよい。円筒状素材(10)の断面が、短軸d2、長軸d3の橿円形状になるよう、温度、圧力P、圧下量 dを調整し、d3/d2は1.005～1.05とすることが好ましく、1.01～1.03とすることがより好ましい。

#### 【0023】

円形形状のピストンリングから非円形の自由形状をもつピストンリングに修正するには、所定のサイズの合口ピースを合口に挟んだ状態で熱処理することによっても可能であるが、大型リングでしばしば用いられる、図4に示す二重段付き合口(11)のような特殊合口とする場合は、合口部の機械加工を考慮すると難しい。特殊合口の大型リングを製造するには、素材の段階で自由形状であることが必要となり、その点でも、第2の円筒状素材(4)を非円形の自由形状素材(10)に修正することが好ましい。

#### 【0024】

シリンダに装着したときのリングの面圧分布はエンジンの性能に応じて決定される。基本的な面圧分布は、図5(a)のような等圧分布であるが、合口部でスカッフィングの発生しやすい大型リングには、図5(b)のような合口方向の面圧が合口に直角方向の面圧より低い面圧分布であることが好ましい。リングがポート上を摺動する2サイクルエンジンでも、孔枠部の摩耗対策や、ポートからのリングの飛び出し防止を考慮し、この面圧分布が好ましく用いられる。

#### 【0025】

本発明において、第2の大型ピストンリングの製造方法は、素材の段階で円形の自由形状をもつ大型リング、すなわち、大型オイルリングの製造方法に関する。ここで、大型オイルリングは、いわゆるツーピース型のコイルエキスパンダと組合せて使用されるものであって、図6に示すように、軸方向上下に形成されシリンダ内周面と摺動する一対のレール部(14, 14)を有するオイルリング本体(12)と、オイルリング本体(12)の内周溝部に装着されてオイルリング本体(12)を半径方向外方に押圧するコイルエキスパンダ(13)とから構成される。オイルリング本体(12)は、その張力をコイルエキスパンダ(13)に頼っているため、自己張力をもつ必要が無く、よって非円形の自由形状をもつ必要がない。むしろ、優れたオイル焼き性能を果たすため、エンジン運転中のシリンダの変形に追従すること、すなわちリングがシリンダ壁に十分ならって運動する優れた追従性が求められる。このリングの追従性は次の追従性係数Kで表わされる。

$$K = 3 \cdot F_t \cdot d_1^2 / (E \cdot h_1 \cdot a_1^3)$$

ここで、Ftはリング張力、d1は呼び径、Eはヤング率、h1はリング幅寸法、a1はリング厚さ寸法である。この式から、リングの追従性は、リング本体の寸法、特に厚さ寸法(a1)の3乗に反比例するため、厚さ寸法(a1)をできるだけ小さくすることが好ましく、結果的に、図6に示すような形状（「M型形状」又は「I型形状」ともいう。）をとることが

10

20

30

40

50

好ましい。よって、本発明の第2の大型ピストンリングの製造方法では、オイルリングに特徴的なM型形状又はI型形状にできるだけ近い素材形状とするため、第2の円筒状素材が軸と直角な断面で円形形状であり、外周面及び内周面に軸方向に一定間隔で形成された複数の凹部を有するように、第3の熱間鍛造工程において、異形形状の主ロールとマンドレルを使用することが好ましい。

#### 【0026】

本発明の大型ピストンリングの製造方法においては、前記円柱状鋼素材が、質量%で、C:0.2~1.0%、Si:0.1~1.0%、Mn:0.1~1.0%、P:0~0.045%、S:0~0.03%、Cr:10~20%、Ni:0~0.6%、Mo:0~1.5%、V:0~0.15%、残部:Fe及び不可避的不純物からなるマルテンサイト系ステンレス鋼であることが好ましい。上記のマルテンサイト系ステンレス鋼においては、C、Si、Mn、Crを必須元素とし、Ni、Mo、Vが選択的に使用される。CはFeに侵入型に固溶してマトリックスの硬度を上げると同時に、Cr、Mo、Vと容易に化合して炭化物を生成し、耐摩耗性や耐スカッフ性を向上させる。また、CrはFeに置換型に固溶するため、耐食性の向上の他に、固溶強化によって耐熱ヘタリ性を向上させる。ここで、熱ヘタリとは、ピストンリングの高温での使用中に、クリープ現象に基づく張力低下によってシール特性が劣化する現象をいう。さらに、Si及びMnは脱酸剤として添加され、耐食性を向上させる目的でNiを添加してもよい。

#### 【0027】

上記の熱間鍛造工程における被加工材の温度は、使用される材料により適宜選択されるが、例えば、上記のマルテンサイト系ステンレス鋼を使用する場合は、素材温度が850~1250 の範囲にあることが好ましく、900~1100 にあることがより好ましい。

#### 【0028】

リングローリング加工により製造した第2の円筒状素材(4, 10, 15)は、焼鈍処理により、鍛造後の内部応力を除去しセメントタイトを球状化して、切削性を改善することが好ましい。また、焼鈍処理後、ショットブラストによる酸化スケールを除去した後、表面の脱炭層の除去加工を行うことが好ましい。さらに、第2の円筒状素材からは複数本のリングが取れるため、脱炭層の除去加工後に、所定の幅のリングに突切又は切断することが好ましい。

#### 【0029】

得られたリング素材は、リングローリング加工により得られた周方向ファイバーフロー(鍛流線)組織により、欠陥のない高強度の材料となるが、ピストンリング材料としては、耐熱ヘタリ性等、所定の特性を付与するため、焼入、焼戻し処理を行うことが好ましい。素材として上記マルテンサイト系ステンレス鋼を使用する場合は、焼入温度を900~1150 、焼戻温度を580~600 とする焼入・焼戻し処理を行うことが好ましい。この熱処理により、焼戻マルテンサイト中に微細なクロム炭化物が分散した顕微鏡組織が得られる。本発明の材料は、好ましくは、Hv 250~420のビッカース硬度、190 GPa以上の弾性率を有する。

#### 【0030】

本発明において使用するマルテンサイト系ステンレス鋼は、Crを質量%で10~20%含有するため、優れた窒化鋼としても機能する。よって、本発明の大型ピストンリングの少なくとも側面に窒化層が形成されていることが好ましい。大型リングでは、従来、側面に硬質クロムめっきを適用してきたが、窒化処理が可能となれば、この硬質クロムめっき処理に代えることができて、コスト低減に貢献することができる。但し、本発明は硬質クロムめっき処理を除外するものではない。窒化処理は、塩浴軟窒化、ガス窒化、軟窒化、プラズマ窒化が利用でき、いずれも450~600 の範囲で1~12時間の処理を行うことが好ましい。窒化処理により、鋼中のCr炭化物は表面から侵入するNと容易に反応して、窒化層内ではCrNとなって硬質粒子として分散し、摺動面の耐摩耗性や耐スカッフ性を著しく向上させる。なお、上記マルテンサイトステンレス鋼において選択的に使用するMoは、炭化物生成元素として耐摩耗性や耐スカッフ性を向上させる他に、窒化処理における軟化を防止する作用があり、リングの寸法安定性に重要な役割を果たす。またVは結晶粒を微細化し

10

20

30

40

50

、強靭性を発揮させる効果と窒化促進元素として、窒化層の硬さを上げる効果を有している。

#### 【0031】

さらに、本発明の大型ピストンリングの少なくとも外周面にイオンプレーティングによる硬質窒化クロムを主体とする被覆層が形成されていることが好ましい。イオンプレーティングは、真空容器中に窒素( $N_2$ )ガスを導入し、蒸発源の金属Cr陰極(ターゲット)表面にアークを発生させて金属Crを瞬時に溶解、窒素プラズマ( $N^+$ )中でイオン化し、ピストンリングに印加した負のバイアス電圧によって $Cr^{3+}$ イオンあるいは $N^+$ と反応した $CrN$ として被覆面に引き込むことで被膜を形成するアークイオンプレーティング法を利用することができる。アークイオンプレーティングは、高いエネルギー密度により、金属Crの高イオン化率を達成できる。よって、高い成膜速度が得られ、ピストンリングに要求される10~80 μmの成膜が工業的に可能となる方法である。アークイオンプレーティングによって形成できる硬質窒化クロムは、アーク電流、雰囲気圧、バイアス電圧、等の処理条件の制御により、 $CrN$ 相、 $Cr_2N$ 相、Cr相の単相、或いは( $CrN + Cr_2N$ )、( $Cr_2N + Cr$ )、( $CrN + Cr_2N + Cr$ )、( $CrN + Cr$ )の複合相を形成することができる。本発明において形成される硬質窒化クロム被覆層は、 $CrN$ 相及び/又は $Cr_2N$ 相の窒化クロムが、主体、すなわち、50体積%以上含まれることが好ましい。10

#### 【0032】

本発明で好ましく使用される上述のマルテンサイト系ステンレス鋼では、窒化処理、イオンプレーティング処理が好ましく使用できることを説明したが、もちろん、硬質クロムめっき、多層クロムめっき、ニッケル複合分散めっき等のめっき処理、モリブデン溶射等の溶射処理、酸化鉄被膜やリン酸塩被膜の化成処理、等、その他の表面処理も、リング仕様に応じて適宜使用できることは言うまでもない。20

#### 【実施例】

#### 【0033】

##### 実施例 1

材料組成が、質量%で、C:0.36%、Si:0.27%、Mn:0.51%、P:0.029%、S:0.024%、Ni:0.25%、Cr:12.08%で、外径110 mm、長さ200 mmの棒鋼を、1000℃に加熱し、外径約165 mm、高さ約90 mmの円板状成形体にプレス成形し、さらに、コアポンチにより中央部に凹部を形成し、それを貫通、穴開けして、外径約180 mm、内径約50 mmの第1の円筒状素材を作製した。次に、第1の円筒状素材を、高周波誘導加熱装置により再度加熱し、リングローリングミルにセットし、リングローリング加工により外径約353 mm、内径約311 mm、幅約90 mmの第2の円筒状素材を作製した。この第2の円筒状素材を750℃、21時間の球状化焼鈍後、ショットブラストによる酸化スケールの除去後、長径352 mm、短径346 mmの非円形形状(カム形状)に内外周を同時に粗加工した後、突切加工して非円形形状のリングを5本得た。1000℃からの焼入、600℃、3時間の焼戻しの後、仕上加工を施して、呼び径(d1)330 mm、幅(h1)7 mm、厚さ(a1)10 mmの矩形断面で外周面がバーレル形状、二重段付合口形状の圧力リングとした。次に、570℃、4時間のガス窒化によりリング全面に窒化層を約100 μm形成し、さらに外周には、アークイオンプレーティングにより $CrN$ 層を約50 μm形成した。ここで、ガス窒化により表面に生成した化合物層(白層)は研削除去した。30

#### 【0034】

##### [1] 热ヘタリ試験

热ヘタリ試験は、JIS B 8037-5に基づく。最初に張力を測定し、呼称径にリングを閉じて300℃で3時間加熱した後、再度張力を測定して、その減退率(JISでは接線方向張力減退度)を評価することによって行われる。実施例1の5本のリングについて行った結果、热ヘタリ率の平均値は3.6%であり、いずれも4%以内で、バラツキも小さかった。40

#### 【0035】

##### 比較例 1

材料組成が、質量%で、C:3.8%、Si:2.6%、Mn:0.5%、P:0.16%、S:0.01%、Mo:50

0.72%、Cu : 0.68% の鉄鉱から、溶解、鋳造して第2の円筒状素材に該当する鉄鉱製素材を作製し、窒化処理及びイオンプレーティング処理を省略した以外は、実施例1と同様にして、圧カーリングを作製した。実施例1と同様にして熱ヘタリ試験を行った結果、熱ヘタリ率の平均値は7.2%であり、実施例1と比較すると、実施例1の耐熱ヘタリ性が著しく向上したことがわかる。

#### 【0036】

##### 実施例2

実施例1と同じ組成の鋼材を用い、リングローリング加工により外径約348 mm、内径約319 mm、幅約125 mmの第2の円筒状素材を作製し、さらに、その円筒状素材を再度加熱し、軸に直角な方向にプレス成形して、長軸351 mm、短軸345 mmの非円形形状の円筒状素材に成形した。なお、このプレス成形では、所定の橢円形状をした下型及び上型を使用した。得られた非円形形状の円筒状素材は、実施例1と同様にして、球状化焼鈍し、ショットブロストによる酸化スケールの除去後、内外周同時加工、突切加工して非円形形状のリングを5本得た。実施例1と同様に、焼入、焼戻しの後、仕上加工を行い、さらに窒化処理とイオンプレーティング処理を施して、圧カーリングとした。実施例1に比べ、実施例2では、内外周同時加工の加工時間が約1/5に短縮された。10

#### 【0037】

##### 実施例3

実施例1で作製した、外径約353 mm、内径約311 mm、幅約90 mmの第2の円筒状素材から、呼び径330 mm、幅(h1)6.0 mm、厚さ(a1)4.5 mmの図6に示すようなI型形状のオイルリング本体を旋削加工により作製した。表面処理は、オイルリング本体全面に窒化処理を施した。20

#### 【0038】

##### 実施例4

実施例1で作製した、外径約180 mm、内径約50 mmの第1の円筒状素材から、リングローリング加工により外径約300 mm、内径約280 mmの第2の円筒状素材を作製し、さらに、図7に示すような断面の第2の円筒状素材が成形できるような形状をもつ主ロール及びマンドレルを使用してリングローリング加工を行い、外径約333 mm、内径約317 mmのオイルリング本体の素材を作製した。突切加工、熱処理、仕上加工、窒化処理等を行い、実施例3と同様なオイルリング本体を作製した。実施例3に比べ、実施例4では、加工時間を大幅に低減することができた。30

#### 【0039】

##### 実施例5

材料組成が、質量%で、C:0.86%、Si:0.27%、Mn:0.29%、P:0.024%、S:0.018%、Cr:17.3%、Mo:0.89%、V:0.11%の鋼材を使用した以外は、実施例2と同様にして、非円形形状の圧カーリングを5本作製した。実施例1と同様にして熱ヘタリ試験を行った結果、熱ヘタリ率の平均値は2.9%であり、実施例1以上の耐熱ヘタリ性を有していたことがわかる。

#### 【符号の説明】

#### 【0040】

- 1 円柱状鋼素材
- 2 円板状成形体
- 3 第1の円筒状素材
- 4 第2の円筒状素材(大型ピストンリング素材)
- 5 被加工材
- 6 主ロール
- 7 マンドレル
- 8 アキシャルロール
- 9 バックアップロール
- 10 自由形状素材(第1の大型ピストンリング素材)

10

20

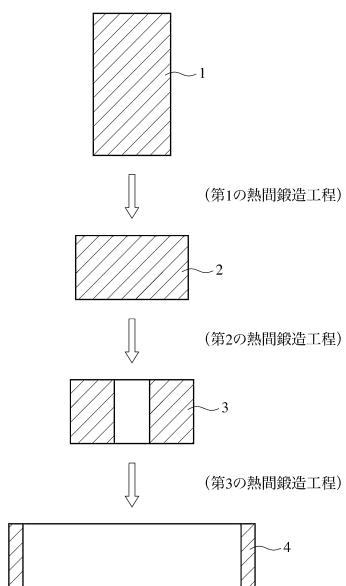
30

40

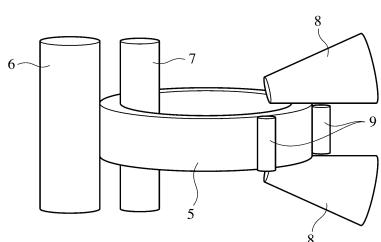
50

- 11 合口  
 12 オイルリング本体  
 13 コイルエキスパンダ  
 14 レール部  
 15 第2の大型ピストンリング素材

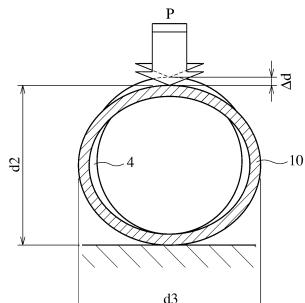
【図1】



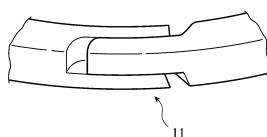
【図2】



【図3】

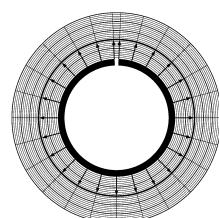


【図4】

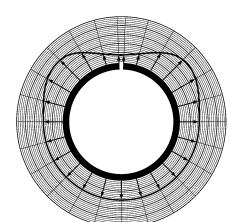


【図5】

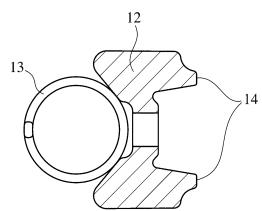
(a)



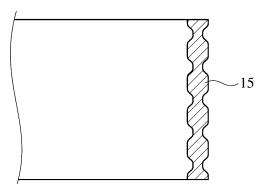
(b)



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
B 2 1 H	1/06 (2006.01)	B 2 1 J 5/10 Z
C 2 2 C	38/00 (2006.01)	B 2 1 H 1/06 Z
C 2 2 C	38/46 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 2 Z
C 2 1 D	9/40 (2006.01)	C 2 2 C 38/46
C 2 1 D	1/06 (2006.01)	C 2 1 D 9/40 A
		C 2 1 D 1/06 A

審査官 谷口 耕之助

(56)参考文献 特公昭58-046542(JP,B2)  
特開平02-217667(JP,A)  
特開2003-254157(JP,A)  
特開2005-314744(JP,A)  
特開2002-348639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 K	1 / 1 8
B 2 1 H	1 / 0 6
B 2 1 J	5 / 0 8
B 2 1 J	5 / 1 0
C 2 1 D	1 / 0 6
C 2 1 D	9 / 4 0
C 2 2 C	3 8 / 0 0
C 2 2 C	3 8 / 4 6
F 0 2 F	5 / 0 0
F 1 6 J	9 / 2 6