(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 9 月 25 日(25.09.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/148464 A1

(51) 国際特許分類:
B21H 1/06 (2006.01) *C22C 19/05* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/057262

(22) 国際出願日: 2014 年 3 月 18 日(18.03.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-057502 2013 年 3 月 21 日(21.03.2013) JP

(71) 出願人: 日立金属株式会社(HITACHI METALS, LTD.) [JP/JP]; 〒1058614 東京都港区芝浦一丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 谷上　哲也(YAGAMI, Tetsuya); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所　横浜研究所内 Kanagawa (JP). 寺前　俊哉(TERAMAE, Toshiya); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所　横浜研究所内 Kanagawa (JP). 藤田　悦夫(FUJITA, Etsuo); 〒6928601 島根県安来市安来町２１０７番地２　日立金属株式会社　安来工場内 Shimane (JP). 長尾　慎也(NAGAO, Shinya); 〒6928601 島根県安来市安来町２１０７番地２　日立金属株式会社　安来工場内 Shimane (JP). 向瀬　レミ(MUKOUSE, Remi); 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町２９２番地　株式会社日立製作所　横浜研究所内 Kanagawa (JP). 岩佐　尚幸(IWASA, Naoyuki); 〒6928601 島根県安来市安来町２１０７番地２　日立金属株式会社　安来工場内 Shimane (JP). 福井　毅(FUKUI, Tsuyoshi); 〒6928601 島根県安来市安来町２１０７番地２　日立金属株式会社　安来工場内 Shimane (JP). 青木　宙也(AOKI, Chuya); 〒6928601 島根県安来市安来町２１０７番地２　日立金属株式会社　冶金研究所内 Shimane (JP).

(74) 代理人: 奥山　尚一, 外(OKUYAMA, Shoichi et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町２丁目１３番５号赤坂エイトワンビル７階 Tokyo (JP).

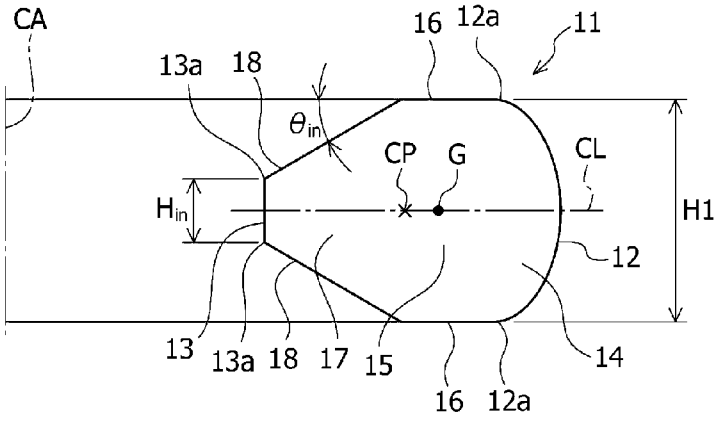
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) **Title**: RING-ROLLING BLANK

(54) 発明の名称 : リング圧延用素材



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a high quality ring-rolling blank (11). The ring-rolling blank (11) has a radial-direction outer peripheral surface (12) and inner peripheral surface (13). The center of gravity (G) of the cross-section of one side of the ring-rolling blank (11) is located further towards the outer peripheral surface (12), which contacts a main roll, than the center point (CP) of the ring-rolling blank (11) in the thickness direction. The shape of the cross-section of the ring-rolling blank (11) includes sections (17) where the height decreases, in which the height from a center line (CL) that divides the cross section into two parts in the height direction decreases towards the inner peripheral surface (13), which contacts a mandrel roll. The shape of the ring-rolling blank (11) has substantial line symmetry with the center line (CL) as the axis of symmetry. The height (Hin) of the inner peripheral surface (13) is 20-50% of the maximum height (H1) of the ring-rolling blank (11).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/148464 A1

ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明は，高品質なリング圧延用素材（１１）を提供することを目的とする。リング圧延用素材（１１）は，径方向外周面（１２）および内周面（１３）を備え，リング圧延用素材（１１）の片側断面の重心（Ｇ）が，前記リング圧延用素材（１１）の肉厚方向の中心（ＣＰ）よりも主ロールに接触する外周面（１２）寄りに位置し，前記リング圧延用素材（１１）の片側断面の形状は，該片側断面を高さ方向に二分する中心線（ＣＬ）からの高さをマンドレルロールに接触する内周面（１３）に向かって減少させた高さ減少部（１７）を有し，且つ前記中心線（ＣＬ）を対称軸とした略線対称となるように形成され，前記内周面（１３）の高さ（Ｈｉｎ）が，リング圧延用素材（１１）の最大高さ（Ｈ１）に対して２０％以上且つ５０％以下となっている。

明　細　書

発明の名称 ： リング圧延用素材

技術分野

[0001] 本発明は、高温環境下で使用するリング製品用素材を作製するために圧延成形されるリング圧延用素材に関する。

背景技術

[0002] 耐熱鋼製、超耐熱合金製などの部品が多用される装置の一例として、ガスタービンが挙げられる。ガスタービンは、その回転軸に多段状に取り付けられた複数のリング状タービンディスクの外周部に翼形状のブレードをそれぞれ配置し、且つ軸方向（回転軸の軸線方向）の流体の流れを回転運動に変換することによって動力を発生させるものである。ガスタービンの前方から吸い込まれた空気は、後続の多段軸流圧縮部で圧縮され、さらに後続に配置された燃焼器内で、圧縮空気に燃料を混合したガスを燃焼させることによって、高温且つ高圧の燃焼ガスが発生する。この燃焼ガスは、タービンディスクの外周部の流路に沿って軸方向に流れながらタービンディスクに取り付けられたブレードに衝突し、このような軸方向の運動を回転運動に変換して、タービンディスクを高速回転させるものとなっている。この回転の駆動力は、回転軸を介して前段のタービンディスクを回転させ、且つ空気を圧縮することによって、連続的な回転をもたらすように作用する。

[0003] 近年、省エネルギーの観点から、ガスタービンの効率向上が重要な技術的課題となっている。しかしながら、取り扱う燃焼ガスの最高温度が高くなることによって効率が向上するので、より高温で作動可能なガスタービンが求められている。その一方で、ガスタービンのタービンディスクおよびブレードは、高速回転しながら使用されるので、運転中に遠心力による高い負荷を受ける。また、これらのタービンディスクおよびブレードは、６００℃以上の高温ガスに曝され、且つ高温ガスの流路近傍で使用される。そのため、タービンディスクおよびブレードは高温環境で高い強度を有することが不可欠

となっている。さらに、ガスタービンの起動および停止が断続的に生ずる運転パターンで使用される場合、これらの構成部品には繰り返して負荷が加えられるので、部品の温度上昇および冷却の段階で生ずる熱応力もまた繰り返して作用することとなる。従って、このような繰り返しの負荷および熱応力に対しても十分な強度を有した部品を用いて、ガスタービンを構成することが重要となる。

[0004] その一方で、タービンの高効率化を図るために、タービンディスクおよびブレードのような回転体は大型化する傾向にあるので、より高い遠心力に耐え得る高品質な耐熱鋼、超耐熱合金などから成るリングが求められている。これらの要求に応じるため、ガスタービン内部には、高温環境下で高い強度を有する耐熱鋼として、例えば、オーステナイト系耐熱鋼、フェライト系耐熱鋼、７１８合金に代表されるＮｉ基超耐熱合金などが主に用いられている。

[0005] このような合金のうち、特に優れた高温強度を有するＮｉ基超耐熱合金（例えば７１８合金）に関しては、金属結晶組織を微細化することによって、疲労強度を向上できることが知られている。また、材料内部の粒径を微細化する手法については、これまでにも様々な技術が提案されている。例えば、特許文献１に記載されているように、結晶組織を微細化するためには、結晶粒の粗大化を抑制する粒子を析出させるなどの方法が有効な手段とされている。また、特許文献２に記載されているように、熱間加工時に素材に歪みを導入することによって、微細化現象を促進させて、微細粒を得る方法も提案されている。高温環境下で使用されるリングの製造方法に関しては、特に、Ｎｉ基超耐熱合金が、希少金属を主成分とするので通常の鋼材と比較して高価となっている。そのため、切削素材として仕上げ形状に近いニアネット形状素材を切削することによって、切削時の切屑量を低減して、製造コストを低減可能とするニアネット鍛造がしばしば用いられている。

[0006] 一般的に、ニアネット鍛造には熱間鍛造が用いられている。このような製造工程の一例としては、先ず円柱状のビレットを据え込み鍛造によって円盤

状に成形し、次に中心部を穿孔し、さらにリング圧延によって所定の径を有するリングを成形し、最後に金型を用いて断面の形状を成形する熱間鍛造工程が用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開昭６１－２３８９３６号公報

特許文献2：特開平７－１３８７１９号公報

特許文献3：特開２０１１－５６５４８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、上述の熱間鍛造工程を用いたリング圧延では、製造条件に起因して異常高温発熱が生ずることがあり、その結果、品質低下を引き起こすおそれがある。すなわち、Ｎｉ基超耐熱合金、例えば、７１８合金の場合、１０５０℃を超えると、結晶粒の成長を抑制する粒子が母材に固溶するので、結晶粒の成長が活発化して、粗粒の組織が生ずる。そのため、リング圧延時に、Ｎｉ基超耐熱合金に異常高温発生箇所が発生することのないように製造することが、きわめて重要な技術課題となる。さらに、最終型への鍛造工程においては、例えば、タービンディスクなどの複雑な断面形状を成形する場合、型鍛造では素材全面に均一且つ最適な歪みを付与することが難しくなっている。そのため、鍛造狙い形状に起因して、鍛造中に歪みがほとんど付与されないデッドゾーンが生ずる場合がある。このような場合、デッドゾーンにおいて、歪み導入による金属結晶組織の微細化現象が十分に行われず、その結果、低サイクル疲労特性の劣化の原因となる粗粒が残ってしまうことが頻繁に発生して、製造上の課題となる。従って、型鍛造される素材をリング圧延によって製造する際には、予め前工程であるリング圧延の段階で微細な結晶組織を得ることもまた重要な技術課題となる。

[0009] なお、特許文献３のように１つのリング状素材を用いて、特殊な形状の主

ロールおよびマンドレルロールを用いた熱間圧延によって、一度に複数個のニアネット形状を有するリング状成形体を得ようとすることもまた提案されている。この提案では、上述の矩形状の断面形状を有するリング圧延用素材とは異なり、略円形または略楕円形の断面を有するリング圧延用素材が用いられている。しかしながら、特許文献３は、熱間鍛造工程を除くことを目的とするものであり、従来の技術とは大きく異なるものである。また、リング圧延用素材の形状の検討が不十分であり、特許文献３で示される形状のリング圧延用素材をそのまま１つの成形品として製造しようとすると、局所的な異常発熱が生じるおそれがある。

[0010] このような技術課題を踏まえた上で、本発明の目的は、リング圧延時の過度な温度上昇を抑制可能とするとともに、リング圧延用素材の全面に均一且つ最適な歪みを導入可能とするリング圧延用素材、特に、ガスタービンなどの高温部で使用される回転部品の素材として用いられるリング圧延用素材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は上記課題に鑑みて成されたものである。すなわち、本発明の一態様に係るリング圧延用素材は、径方向外周面および内周面を備えるリング圧延用素材であって、該外周面および内周面にそれぞれ対向配置され且つ接触する主ロールおよびマンドレルロールを具備するリング圧延機を用いて、前記主ロールおよびマンドレルロール間の前記径方向の間隔を狭めることによって、熱間圧延成形されるリング圧延用素材において、リング圧延用素材の片側断面の重心は、該片側断面の肉厚方向の中心よりも前記外周面寄りに位置し、前記片側断面の形状は、該片側断面をその高さ方向に二分する中心線からの高さを前記内周面に向かって減少させた高さ減少部を含み、且つ前記中心線を対称軸とした略線対称となるように形成され、前記内周面の高さが、リング圧延用素材の最大高さに対して２０％以上且つ５０％以下になっている。この構成によって、リング圧延機による成形時、リング圧延用素材に非拘束部分が形成されて、リング圧延中にリング圧延用素材が変形する際の

自由空間が形成されることとなる。

発明の効果

[0012] このような構成を有するリング圧延用素材を用いてリング圧延を行う結果、高さ減少部によってリング圧延用素材が変形する際の自由空間が確保される。そのため、リング圧延を実施した際の発熱が少なくなり、異常発熱による結晶粒の成長が抑えられて、高品質のリングを得ることができる。しかも、圧延終了時に内径側の欠肉を抑制することができるので、品質のみならず形状精度の良好なリングを得ることができる。

[0013] その結果、リング圧延中の結晶粒度の制御を必要とするような高温環境下で使用されるリングを製造する際にもまた、適正温度範囲内で圧延が完了できる。そのため、粒成長によって非微細な金属組織となることが抑制されて、リング全体で微細な粒を有した高品質なリングの成形体を得ることができる。さらに、従来のリングの製造においては、リング圧延を実施する際の異常発熱を回避するために、発熱が生ずる前段階までリング圧延した後にリング圧延を中断し、再度加熱して、続きの圧延を行う複数ヒートの圧延が実施されてきた。しかしながら、圧延中断の条件などプロセスの設計因子が増大し、プロセス決定のための工数が増大するばかりか、複数ヒートしたときの組織制御の管理工数が増大することとなった。これに対して、本発明の一態様に係るリング圧延用素材を用いた場合には、リング圧延中の発熱を適切な温度とすることができ、従来の形状を用いたリング圧延と比較してヒート回数が低減できるので、製造時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１（ａ）および（ｂ）は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の成形過程を説明するために模式的に示す断面図である。

[図2]図２は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の一例を模式的に示す片側断面図である。

[図3]図３は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の第１変形例を模式的に示す片側断面図である。

[図4]図４は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の第２変形例を模式的に示す片側断面図である。

[図5]図５は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の第３変形例を模式的に示す片側断面図である。

[図6]本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の圧延工程を説明するために模式的に示す斜視図である。

[図7]図７（ａ）～（ｃ）は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の解析例について、数値解析によって得られた温度分布を示す図である。図７（ｄ）～（ｆ）は、従来構造のリング圧延用素材の解析例について、数値解析によって得られた温度分布を示す図である。

[図8]図８（ａ）は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材の解析例について、数値解析によって得られた歪み分布を示す図である。図８（ｂ）は、従来構造のリング圧延用素材の解析例について、数値解析によって得られた歪み分布を示す図である。

[図9]図９（ａ）～（ｅ）は、それぞれ本発明の実施例に係るリング圧延用素材の上部、内径部、中心部、外径部、および下部の金属組織を拡大写真によって示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

[0016] （リング圧延用素材の成形）

本発明の実施形態の一例として、Φ１０００ｍｍ以上のガスタービン用ディクスに用いるリング圧延用素材について説明する。リング圧延用素材として高温強度に優れたＮｉ基超耐熱合金を採用する。以下、Ｎｉ基超合耐熱金素材の成分の一例として、質量％でＮｉ：５０～５５％，Ｃｒ：１５～２２％，Ｎｂ：４．５～６．５％，Ｍｏ：２．５～３．５％，Ｔｉ：０．６～１．２％，Ａｌ：０．２～０．８％を含有し、残部はＦｅと不可避的不純物でなる成分組成を有する７１８合金相当のＮｉ基超耐熱合金を素材として用いる例について説明する。このリング圧延用素材の成形においては、図１（ａ

）に示すように、所定の高さを有する円板状のＮｉ基超耐熱合金１を、熱間加工温度に加熱した状態で、熱間鍛造装置、熱間プレス装置などに設けられるとともに中央部に円錐台形状の凸部を有する上下型（上側および下側の金型）２，３を用いて、図１（ｂ）に示すように、Ｎｉ基超耐熱合金１の中央を押圧することによって、円錐台状の凹部の空間を有する薄肉部４（図１（ｂ）にて斜線部により示す）を形成し、その後、中央の薄肉部４を切除して、これによって、リング圧延用素材を成形する。なお、薄肉部４の切除後に機械加工を行って、所望の形状としても良い。

[0017] （リング圧延用素材の形状）

図２に、上述のリング圧延用素材の成形によって得られたリング圧延用素材１１の片側断面の一例を示す。ここで、図２においては、リング圧延用素材１１の中心軸ＣＡに沿う方向を「高さ方向」と定義し、且つ中心軸ＣＡに直交する方向を「肉厚方向」と定義する。なお、後述する図３～５においても、「高さ方向」および「肉厚方向」は、図２と同様の方向を意味するものとする。図２は、中心軸ＣＡに対して軸対称の形状（形状１）に形成されたリング圧延用素材１１を模式的に示す片側断面図である。本発明の実施形態において、「片側断面図」は、リング圧延用素材１１を、中心軸ＣＡに対して肉厚方向一方側の部分、すなわち、図面上の左側の部分を省略して描いた図面を意味するものとする。

[0018] このようなリング圧延用素材１１は、径方向外周面１２および内周面１３を備えている。また、リング圧延用素材１１は、外周面１２を含む外周部１４を備えている。外周面１２は、片側断面の輪郭を形成する外周部１４周縁の一部になっている。また、外周部１４は、外周面１２の高さ方向の両端部分１２ａを直線状に結ぶ境界線（図示せず）に対してリング圧延用素材１１の外周寄りに位置している。図で示すリング圧延用素材１１の片側断面形状は、肉厚方向の中央部付近に直線部１５を有し、直線部１５は、直線状に延びる高さ方向の端面１６を含んでいる。直線部１５の長さ、好ましくは、直線部１５の端面１６の長さは、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対し

て２／３倍程度となっている。このような直線部１５に接続する高さ減少部１７が設けられており、高さ減少部１７は、片側断面を高さ方向に二分する中心線ＣＬからの高さがマンドレルロールに接触する内周面１３に向かって徐々に減少するように、テーパー形状に形成されている。そして、内径端（内周面１３）側の高さＨｉｎが、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して１／３倍（３３％）以上且つ１／２倍（５０％）以下となっている。また、高さ減少部１７の肉厚方向の長さ、好ましくは、リング圧延用素材１１の高さの最大点から内周に向かう高さ減少部１７の傾斜面１８を高さ方向にて中心線ＣＬに投影したものの長さは、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して０．２倍以上且つ１．５倍以下の範囲に設定され、また、高さ減少部１７は、主ロール側に形成された外周面１２の高さ方向の両端部分１２ａから一定長さの直線形状部分を含みながら内周面１３の高さ方向の両端部分１３ａに向かって先細る形状に形成されている。さらに、片側断面の形状は、中心線ＣＬを対称軸とする略線対称に形成されている。なお、リング圧延用素材１１の片側断面の重心（または図心）Ｇは、リング圧延用素材１１の肉厚方向の中心ＣＰよりも主ロール側、すなわち、外周面１２側に位置しており、図面においては、肉厚方向の中心ＣＰがバツ印によって示され、重心Ｇの位置が黒丸印によって示されている。

[0019] 図３～５に、リング圧延用素材１１の第１変形例～第３変形例をそれぞれ示す。先ず、図３に示す第１変形例のリング圧延用素材１１（形状２）の片側断面図においては、上述の図２のような径方向外周面１２の高さ方向の上側部分１２ｂおよび下側部分１２ｃにテーパー部分が設けられ、上下のテーパー部分を結ぶ中間部分１２ｄが直線的な形状となっている。この図３の形状によれば、片側断面において、外周面１２の上側部分１２ｂおよび下側部分１２ｃにテーパー部分が設けられ、且つ上下のテーパー部分を結ぶ中間部分１２ｄが直線状に形成されているので、リング圧延開始時に主ロールとリング圧延用素材１１との接触面積が増えて、その結果、安定したリング圧延が可能となる。この形状を得るためには、例えば、上述の図１で示す形状を

得た後、機械加工によって形状を整える方法、例えば、上述のリング圧延用素材の成形時に、図３の形状を得るように形成された上下型２，３を有する金型を用いる方法がある。機械加工を行う方法では、形状の精度を高めることができる一方で歩留まりが低下する。そのため、熱間鍛造（熱間プレスを含む）時の金型形状によって図３の形状を形成することが有利である。また、熱間鍛造時の金型形状に図３のリング圧延用素材１１の形状を適用すると、リング圧延用素材１１の中心軸ＣＡから主ロールの外周面までの距離と、リング圧延用素材１１の中心軸ＣＡから外周面１２までの距離とを、金型形状の調整によって容易に同じにすることができる。その結果、より一層安定したリング圧延が可能となる。なお、この図３の形状を熱間鍛造によって成形する場合、図２の形状を適用した場合よりも、プレス荷重が大きくなる。そのため、図３の形状を適用するか、または図２の形状を適用するかは、用いる鍛造装置の最大荷重、鍛造時の最大荷重などを考慮して決定すると良い。

[0020] 次に、図４で示す第２変形例の片側断面図のリング圧延用素材１１（形状３）は、主ロール側に形成された外周面１２の高さ方向の両端部分１２ａから内周面１３の高さ方向の両端部分１３ａに向かって直線的に先細る形状を有している。この形状を得るためには、例えば、上述の図１で示す形状を得た後、機械加工によって形状を整える方法、例えば、上述のリング圧延用素材の成形時に、図４の形状を得るように形成された上下型２，３を有する金型を用いる方法がある。機械加工を行う方法では、形状の精度を高めることができる一方で歩留まりが低下する。そのため、金型の形状によって図４の形状を形成することが有利である。なお、図４では主ロールと接触する外周面１２が曲面形状に形成されているが、主ロールと最初に接触する曲面形状の部分を平坦に加工しておけば、リング圧延開始時に主ロールとリング圧延用素材１１との接触面積が増えて、その結果、安定したリング圧延が可能となる。勿論、外周面１２側の曲面形状の全部を平坦に加工しても差し支えない。そして、図５で示す第３変形例の片側断面図のリング圧延用素材１１（

形状４）においては、マンドレルロールに接触する内周面１３が直線状に形成され、その他の部分は曲面形状に形成されている。この形状を得るためには、例えば、上述のリング圧延用素材の成形時に、上下型２，３を図４の形状に形成する方法、または上型２および下型３に形成された円錐台形状の凸部の高さを高くする方法によって成形することができる。なお、例示した図２～５の形状のうち、より安定してリング圧延することができるのは、図２及び３にて示す形状である。

[0021] 次に、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１の形状の各限定理由について説明する。上述のように、リング圧延用素材１１は、高さ減少部１７によって内周面１３側に向かって先細る形状を有するので、リング圧延用素材１１の重心Ｇは、リング圧延用素材１１の肉厚方向の中心ＣＰよりも主ロール側、すなわち、外周面１２側に位置している。この形状によって、マンドレルロールとリング圧延用素材１１の接触面積を小さくできる。これによって、リング圧延時の荷重を低減しつつリング圧延を行うことができる。そのため、特に、マンドレルロールと接触するリング圧延用素材１１の局所的な発熱を抑制することが可能である。また、リング圧延用素材１１の内周面１３の高さＨｉｎが、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して２０％以上且つ５０％以下とすることによって、リング圧延時にリング圧延用素材１１の高さ減少部１７内で順次変形が生じて行くと共に、比較的低い押圧力でリング圧延を行うことができる。内周面１３の高さＨｉｎが、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して２０％未満となると、マンドレルロールと内周面１３との接触面積が減少するので、リング圧延中にリング圧延素材１１が上下の何れかの方向に倒れ易くなって、その結果、リング圧延が不安定になり易い。その一方で、内周面１３の高さＨｉｎが、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して５０％を超えると、異常発熱のおそれがある。すなわち、本発明の実施形態で規定する断面形状、重心Ｇの位置、並びに内周面１３の高さＨｉｎおよびリング圧延用素材１１の最大高さＨ１の関係を適切にすることによって、リング圧延用素材１１の局所的な発熱を抑制で

きると共に、熱間加工性を向上させることができる。

[0022] なお、上述の効果をより確実に得ることができる好ましい内周面１３の高さＨｉｎの下限は、リング圧延用素材１１の最大厚さＨ１に対して２５％であり、さらに好ましくは３３％である。その一方で、好ましい内周面１３の高さＨｉｎの上限は、リング圧延用素材１１の最大厚さＨ１に対して４５％であり、さらに好ましくは４０％である。また、「内周面１３の高さ」は、高さ減少部１７の傾斜面１８の曲率に対して大きな差の曲率を有する内周面１３の高さ方向両端部分１３ａの間隔を言う。例えば、図２～５の片側断面図の場合、「内周面１３の高さ」は、マンドレルロールに接触する直線的な部分の長さを言う。なお、例えば、内周面１３に僅かな曲面や凹凸が存在するために、内周面１３の高さＨｉｎの測定が不明確となる場合では、最初にマンドレルロールと接触する箇所から外周側に２０ｍｍ以内の範囲に位置する箇所であって、高さ減少部１７の曲率に対して大きな差の曲率を有する箇所を測定すると良い。

[0023] また、図２～５に示すように、リング圧延用素材１１は、中心線ＣＬを対称軸として略線対称に形成されている。中心線ＣＬを対称軸とする略線対称の形状によって、リング圧延時に安定したリング圧延が可能となる。なお、「略線対称」については、上述のようにリング圧延用素材の成形を熱間鍛造によって行うために、例えば、外周面１２が拘束されない金型を用いると、完全な線対称が得られない場合がある。そのため、本発明で述べる「略線対称」は、上述のリング圧延用素材の成形時に発生する形状の誤差、ズレなどを許容したものとして定義される。さらに、本発明の実施形態では、図２～５に示すように、高さ減少部１７が存在する。高さ減少部１７は、リング圧延機による成形時に、リング圧延用素材１１が変形する際の自由空間となり、特に、マンドレルロール側のリング圧延用素材１１の過度な発熱を防止することができる。この高さ減少部１７は、上述したように、本発明の実施形態では中央部に円錐台状の凸部を有する上下型２，３を用いて中央を押圧することによって高さ減少部１７を形成することができる。この場合、円錐台

状の凸部の角度を浅くするに連れて高さ減少部１７の肉厚方向の長さは長くなる。しかしながら、過度に高さ減少部１７の肉厚方向の長さが長くなると、リング圧延時に高さ減少部１７の加工時間が長くなるおそれがある。その一方で、円錐台状の凸部の角度を深くするに連れて高さ減少部１７の肉厚方向の長さは短くなる。しかしながら、過度に長さを短くしようとすると、押圧後のすり鉢状の除去部分が増えて歩留まりを悪くする。加えて、凸部の押圧面面積が増えると、大きな押圧力が必要になり、大きな荷重を付加できる特別な鍛造装置が必要になる。また、リング圧延時にリング圧延用素材１１の温度が局所的に高くなるおそれもある。

[0024] そのため、本発明の実施形態では、高さ減少部１７の肉厚方向の長さ、好ましくは、高さ減少部１７の傾斜面１８を高さ方向にて中心線ＣＬに投影したものの長さは、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して０．２倍以上且つ１．５倍以下である。このような関係において、好ましい高さ減少部１７における肉厚方向の長さの下限は０．５倍であり、さらに好ましくは０．６倍である。その一方で、好ましい高さ減少部１７における肉厚方向の長さの上限は１．１倍であり、さらに好ましくは１．０倍である。

[0025] また、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１の主ロールに接触する外周部１４は、外周に向かって先細る形状に形成されると好ましい。図２～５に示すリング圧延用素材１１は、全て先細り形状に形成されている。このような形状を適用した場合、例えば、リング圧延用素材の成形時の熱間鍛造によって外周面１２を拘束しない金型を用いた場合であっても、そのままリング圧延に使用できるので、経済的である。なお、上述のように、リング圧延時に主ロールと接する外周面１２に平坦部を設けると、リング圧延が安定する。そのため、リング圧延用素材１１の主ロールに接触する外周部１４の一部に平坦部を設けることが好ましい。この場合、最大高さＨ１の１／６倍以上且つ１／３倍以下程度の長さを有する平坦部（図で見ると外周面１２の直線形状部分）を付与することが好ましい。また、本発明の実施形態では、外周部１４と高さ減少部１７との間に、略直線状に延びる高さ方向の両端

面１６を有する直線部１５を有しても良い。この直線部１５は、リング圧延時にアキシャルロールを用いた場合、そのアキシャルロールによって押さえるための平坦部が存在した方が、リング圧延が安定し、所望の形状が得られ易い。そのための好ましい直線部１５の肉厚方向の長さ、好ましくは、直線部１５の端面１６の長さは、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して０倍よりも大きく且つ２／３倍以下である。さらに、特に規定するものではないが、リング圧延用素材１１の厚み（肉厚）は、リング圧延用素材１１の最大高さＨ１に対して０．５倍以上とするのが良い。これは、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１がリング圧延後にさらに熱間鍛造（熱間および恒温下での鍛造およびプレスを含む）によって最終製品形状に加工されるので、過度に厚みが薄いと後の熱間鍛造で座屈するおそれがあるということを考慮して定められている。

[0026] また、図２にてθｉｎによって示されるリング圧延用素材１１の角度は２０°以上とするのが好ましい。角度θｉｎが２０°未満になると高さ減少部１７が長くなって、リング圧延時間が長時間となり易い。また、熱間鍛造や熱間プレス等の熱間加工後に切除する薄肉部４の重量が増えて、その結果、歩留まりも悪くするおそれがある。その一方で、角度θｉｎが７０°を超えると、リング圧延時に内周面１３の局部的な発熱を起こし易くなる。また、熱間加工時に上下型２，３内にＮｉ基超耐熱合金１が満肉せずに所望の形状が得にくくなる。これらの問題をより確実に防止できる好ましい角度θｉｎの下限は２５°である。好ましい角度θｉｎの上限は４５°であり、さらに好ましくは３０°である。

[0027] （耐熱合金リングを成形する際のリング圧延工程）

上述したリング圧延用素材１１に対して、リング圧延機を用いてリング圧延が行われる。その際使用するリング圧延機としては、例えば、図６に示すような構成のものを用いることができる。なお、リング圧延機にガイドロール（抱きロール）、定寸ロールが設けられていても良い。図６に示すリング圧延機においては、所定の回転速度で回転可能な主ロール２１と軸周りに従

動回転できるマンドレルロール２２とが、リング圧延用素材１１の径方向外周面１２と内周面１３とに対向配置され、また、このリング圧延機は、リング圧延用素材１１の高さ方向の上面および下面に対向配置された２つのアキシャルロール２３Ａ、２３Ｂを備えている。圧延中のリング圧延用素材１１の芯ズレを低減するために、主ロール２１の両脇に従動回転できるガイドロールを配置し、且つリング圧延用素材１１の外周部１４を支持しながら圧延すると、より安定した圧延が可能となる。

[0028] 主ロール２１は円柱形状に形成されており、このような主ロール２１は、圧延中、リング圧延用素材１１の外周面１２に接触させた状態で駆動することによって、リング圧延用素材１１を回転させるものとなっている。マンドレルロール２２には円筒形状のロールが用いられており、さらに、マンドレルロール２２は、軸周りに自由に回転できる構造であり、且つ主ロール２１の回転軸と略平行に配置されている。圧延は、マンドレルロール２２の外周面をリング圧延用素材１１の内周面１３に接触させた状態で行われ、このような圧延中に、主ロール２１とマンドレルロール２２との間におけるロール間距離を徐々に狭めることによって、リング圧延用素材１１の径方向内周面１３および外周面１２間の部分が肉厚方向に圧下される。上下アキシャルロール２３Ａ，２３Ｂは、２０～４５°の頂角を有する円錐形状または円錐台形状に形成されており、さらに、上下アキシャルロール２３Ａ，２３Ｂは、リング圧延用素材１１の高さ方向の寸法を調整するため、それぞれリング圧延用素材１１の略中心に先端を向けるように配置されている。なお、圧延中において、上下アキシャルロール２３Ａ，２３Ｂは、リング圧延用素材１１の回転数に合わせて駆動回転するものになっているが、従動回転するものになっていてもよい。

[0029] 圧延手順としては、所定の温度に加熱したリング圧延用素材１１の内径穴にマンドレルロール２２を通しておき、主ロール２１とマンドレルロール２２との間隔が徐々に狭まるように、マンドレルロール２２を径方向外方に徐々に移動させて、両者の距離がリング圧延用素材１１の初期状態の肉厚と一

致した状態になると、主ロール２１の表面とリング圧延用素材１１の外周面１２との摩擦によってリング圧延用素材１１に回転が付与されることとなる。このとき、マンドレルロール２２は、リング圧延用素材１１の回転に追従するように従動回転する。その後、マンドレルロール２２を径方向外方（外周側）に徐々に移動させることによって、主ロール２１とマンドレルロール２２との間隔が徐々に狭まって、リング圧延用素材１１が肉厚方向に圧下され、リング圧延用素材１１の周方向に沿って連続的に塑性変形が与えられることになる。この時に用いるリング圧延用素材１１は、上述の本発明で規定する形状を有するものである。

[0030] （効果）

このような断面形状を有するリング圧延用素材１１を、上述のリングローリングミルを用いて圧延した場合の効果について、以下に説明する。ここでは、内径側にてテーパー形状に形成された部分の変形時における作用を確認するために、計算機上で数値シミュレーションを実施した解析例を用いて効果を説明する。ただし、解析例においては、数値計算を簡略化するため、成形に直接影響を与えないガイドロールをモデル化の対象外としている。図２で示す片側断面の形状を有するリング圧延用素材１１の外径を１．２倍に拡径する圧延条件について、３次元剛塑性有限要素解析法を用いた数値リング圧延解析を実施した。なお、リング圧延用素材１１の外径をφ６００ｍｍとし、最大厚さを１００ｍｍとし、内径側厚さを４０ｍｍとした。リング圧延素材１１の周方向断面形状の対称面ＣＬ（片側断面視の中心線ＣＬに相当）を基準とする対称性を考慮し、対称面ＣＬ上に位置する節点の面外方向への変位を拘束し、対称面ＣＬよりも上側の部分のみを解析対象とした。また、マンドレルロール２２および上アキシャルロール２３Ａに関しては、各々の軸周りに回転可能な条件に設定した。主ロール２１は、φ８００ｍｍの直径を有しており、且つ２０ＲＰＭの一定速度で回転するものとなっている。なお、初期加熱温度は９８０℃とした。素材を７１８相当合金とする熱間流動応力データとして、試験温度を７００～１１００℃とする圧縮試験によって

求めたものを用いた。

[0031] 図７（ａ）～（ｃ）には、数値解析から得られた圧延途中段階における断面形状の変化の様子と、温度の分布状況とが示されている。また、図７（ｄ）～（ｆ）には、比較のため、従来の矩形断面のリング圧延用素材を用いて同じ条件で圧延した場合における断面形状の変化の様子と、温度の分布状況とが示されている。図７中で「ＣＬ」として示された一点鎖線は中心線であり、図面は全て中心線ＣＬにて分割した片側断面の上側半分のシミュレーション結果である。なお、図７（ａ）～（ｃ）および図７（ｄ）～（ｆ）は、リング圧延用素材１１を加熱した状態で、マンドレルロール２２および主ロール２１が初期位置となって、リング圧延用素材１１の外周面１２および内周面１３に接した時点（図７（ａ）および（ｄ））と、リング圧延用素材１１の外径が３％増加した時点（図７（ｂ）および（ｅ））と、さらに２０％増加した時点（図７（ｃ）および（ｆ））とをそれぞれ示している。

[0032] 主ロール２１およびマンドレルロール２２の回転軸を含むようにこれらの回転軸に沿って配置される仮想平面上にて主ロール２１とマンドレルロール２２との間を通過するリング圧延用素材１１に着目すると、肉厚方向への圧下によって、肉厚方向の寸法が時間とともに減少する。しかしながら、リング圧延用素材１１自体の体積は塑性変形中においても一定であるので、周方向への材料流動が生ずることとなる。ただし、マンドレルロール２２と主ロール２１との間の領域は、各々の軸方向の拘束がないので、高さ方向への流動成分もまた生ずることとなる。ここで、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１の圧延においては、リング圧延用素材１１に（テーパー形状の）高さ減少部１７が設けられているので、内側の流動については、初期にて、自由空間となるテーパー形状の先端の領域が選択的に変形することとなる。このとき、上下アキシャルロール２３Ａ，２３Ｂは最大厚さ部に位置しているので、内周面１３側の領域においては、高さ方向にて自由な状態で変形が進むこととなる。

[0033] 図７（ａ）～（ｃ）の温度分布に着目すると、１０００℃以下に保った状

態で圧延が行われている。その一方で、図７（ｄ）～（ｆ）には、従来一般的に用いられてきた矩形断面の素材を圧延した場合の温度分布の結果が示されており、このような従来形状の場合、外径が２０％広がった時点で、内径角部で加工発熱による温度上昇が見られ、１１３０℃程度まで上昇している。しかしながら、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１を圧延した場合、圧延開始から終了に到るまでの温度は最大で１０００℃であり、適正温度範囲内で圧延が行われていることが確認できる。さらに、図８（ａ）および（ｂ）は、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１および従来の矩形断面のリング圧延用素材について、数値解析から得られたリング圧延工程終了時における歪みの分布図を示している。なお、図８（ａ）および（ｂ）で示す図面もまた全て中心線ＣＬにて分割した片側断面の上側半分のシミュレーション結果である。

[0034] この結果からわかるように、従来の場合、内径角部に変形が集中したことで変形発熱が生じ、それによる材料の軟化した結果、歪みが局部的に４以上と高い値となっている。その一方で、本発明の実施形態の場合、内径角部の歪みに着目すると２．５程度であり、従来の場合と比較して局部変形が抑えられているので、断面内でより均一な変形が成されたことがわかる。Ｎｉ基超耐熱合金は、高温の状態で加工歪みを与えられることによって、初期に粗粒が微細な粒に再結晶し、その結果、微細組織が得られることとなる。なお、歪みは、一般的には、（（変形後の長さ）－（変形前の長さ））／（変形前の長さ）として定義される。そのため、従来問題となっていた、内径角部のように、温度が過度に高いことによって粒の粗大化が生じ、局部変形によって歪みの分布が不均一となり、その結果、組織が不均一となるという問題を解消することができる。

[0035] 従って、同じ狙い形状のリングを圧延する場合でも、リング圧延用素材を本発明の実施形態に係る形状とすることによって、圧延中の発熱が抑えられ、Ｎｉ基超耐熱合金の結晶粒成長を抑制した状態で微細化のための再結晶が進み、品質の優れたリングが圧延可能となる。以上のように、本発明の実施

形態に係るリング圧延用素材１１の形状は、（テーパー形状の）高さ減少部１７とリング圧延用素材１１の最大高さ部分との間に空間が形成されて、圧下の過程で徐々にこの領域に材料が流動するように塑性変形が進むので、局部に変形が集中することがなく、リング全体の変形を均一化できる。その結果、異常な発熱が抑えられ、アキシャルロールへの熱負荷が小さくでき、アキシャルロールの寿命もまた向上することとなる。

[0036] その一方で、従来の圧延素材形状を用いた場合、圧延が完了する前に角部が充満すると、角部近傍の素材は、マンドレルロール２２および主ロール２１間で肉厚方向に圧縮されるので、行き場を失った材料が高さ方向に流れる一方で、角部近傍の素材は、上下アキシャルロール２３Ａ，２３Ｂ間では反対に高さ方向に圧縮されるので、行き場を失った材料が肉厚方向に流れる。そのため、これらの変形が１回転毎に繰り返して起こるので、変形発熱が生じることとなる。特に、Ｎｉ基超耐熱合金の熱伝導率は低いので、一度発熱が生じると温度低下までに時間を要し、その結果、リング圧延における局所変形の繰り返しによって温度が上昇する。すると、素材は、結晶粒を粗大化させる温度領域である１０５０℃に達して、圧延終了後においては、優れない強度特性を有する部位を含むこととなる。

[0037] これを避ける手段として、水冷、予肉の付与、圧延速度の低下など挙げられる。しかしながら、水冷の場合、圧延工程に合わせた温度の管理がきわめて困難である。また、予肉を付与した場合、その削り代を設けると材料歩留まりが低下し、且つ所要圧延能力も増大する。さらに、角部の発熱を抑制するために圧延速度を低下させると、圧延終了時間が長くなるので、他の部位の温度低下が生ずることとなる。本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１は、従来と同等の前工程を用い、円柱上のビレットを熱間で据え込み鍛造し、ポンチング金型によって中心部を穿孔した後、必要に応じて機械加工によって本発明の実施形態の形状に切削加工するので、簡単に、上述したリング圧延用素材形状を得ることができる。なお、各辺の接続部にフィレット部（湾曲部）を設けた場合、アキシャルロールとの局部接触を避けることが

でき、アキシャルロールの磨耗を抑制できるので、さらに好適である。

実施例

[0038] 上述したΦ１０００ｍｍ以上のガスタービン用ディクスに用いる７１８相当合金について、図１に示す成形方法を適用し、図２に示すリング圧延用素材１１を成形した。リング圧延用素材１１の寸法は表１に示すような値となっている。具体的には、主ロールに接触するリング圧延用素材１１の外周部１４は、外周に向かって先細る曲面形状に形成されている。また、リング圧延用素材１１の片側断面の形状は、その片側断面を高さ方向に二分する中心線ＣＬからの高さをマンドレルロールに接触する内周面１３に向かって減少させた高さ減少部１７を有し、且つ中心線ＣＬを対称軸とした略線対称に形成されている。また、リング圧延用素材１１の片側断面の重心Ｇは、リング圧延用素材１１の肉厚方向の中心ＣＰよりも主ロール側、すなわち、外周面１２側に位置している。

[0039] [表1]

リング圧延用素材の寸法	
外径	800mm
内径	404mm
肉厚	196mm
最大高さ(H1)	200mm
内周面の高さ(Hin)	48mm
高さ減少部の長さ	126mm
直線部の長さ	20mm

[0040] このリング圧延用素材１１に対して、図６に示すリング圧延機を用いてリング圧延を行った。なお、用いたリング圧延機には、ガイドロール、定寸ロールが設けられている。リング圧延用素材１１を９９０℃に加熱して、リング圧延を行った。リング圧延中は、上述のシミュレーション結果と同様に、内周面１３側の領域では、高さ方向には自由の状態で変形が進み、過度な異常発熱は見られなかった。そのため、ヒート回数を２回として、製造時間の

短縮を図ることができた。また、外周部１４と高さ減少部１７との間に略直線状に延びる高さ方向の端面１６を有する直線部（平坦部）１５を設けたので、アキシャルロールで押さえた際に、安定したリング圧延が行えた。このリング圧延によって、１１４１ｍｍの外径と、９３３ｍｍの内径と、１０４ｍｍの肉厚と、１８９ｍｍの高さとを有する矩形状のリング圧延用素材１１を得ることができた。リング圧延用素材１１を目視で外観観察したところ、リング圧延用素材１１に割れや剥離などの欠陥も見られず、リング圧延用素材１１が略真円形状となっていることが確認された。

[0041] このリング圧延用素材１１から、金属組織観察用の試験片を採取した。採取部分は、リング圧延用素材（リングミル圧延材）１１の上部、内径部、中心部、外径部、および下部とした。リング圧延用素材１１の金属組織を光学顕微鏡によって観察し、結晶粒度番号を測定した。結晶粒度測定はＡＳＴＭ－Ｅ１１２で規定される測定方法に従って行った。結晶粒度の測定結果を表２に示し、金属組織の写真を図９に示す。

[0042] [表2]

観察部分	平均結晶粒度番号
上部	11
内径部	11
中心部	10.5
外径部	11
下部	10

[0043] 断面の金属組織の観察結果及び平均結晶粒度の測定結果によれば、本発明の実施形態に係るリング圧延用素材１１を用いて製造したリング圧延材では、結晶粒が均一微細なものとなっていることがわかる。よって、リング圧延用素材１１の全面に均一且つ最適な歪みがもたらされ、このようなリング圧延用素材１１は、ガスタービンなどの高温部で使用する回転部品の素材として用いることに好適であることが確認された。

符号の説明

[0044] １　リング圧延用Ｎｉ基超耐熱合金
２　上型（上側の金型）
３　下型（下側の金型）
４　薄肉部
１１　リング圧延用素材
１２　外周面
１２ａ　端部分
１２ｂ　上側部分
１２ｃ　下側部分
１２ｄ　中間部分
１３　内周面
１３ａ　端部分
１４　外周部
１５　直線部
１６　端面
１７　高さ減少部
１８　傾斜面
２１　主ロール
２２　マンドレルロール
２３Ａ　上アキシャルロール
２３Ｂ　下アキシャルロール
ＣＡ　中心軸
ＣＰ　中心
ＣＬ　中心線
Ｈｉｎ　内周面の高さ
Ｈ１　リング圧延用素材の最大高さ
θｉｎ　角度

請求の範囲

[請求項1] 径方向外周面および内周面を備えるリング圧延用素材であって、該外周面および内周面にそれぞれ対向配置され且つ接触する主ロールおよびマンドレルロールを具備するリング圧延機を用いて、前記主ロールおよびマンドレルロール間の前記径方向の間隔を狭めることによって、熱間圧延成形されるリング圧延用素材において、

リング圧延用素材の片側断面の重心は、該片側断面の肉厚方向の中心よりも前記外周面寄りに位置し、

前記片側断面の形状は、該片側断面をその高さ方向に二分する中心線からの高さを前記内周面に向かって減少させた高さ減少部を含み、且つ前記中心線を対称軸とした略線対称となるように形成され、

前記内周面の高さが、リング圧延用素材の最大高さに対して２０％以上且つ５０％以下になっていることを特徴とするリング圧延用素材。

[請求項2] 前記高さ減少部の肉厚方向の長さが、前記リング圧延用素材の最大高さに対して０．２倍以上且つ１．５倍以下になっていること特徴とする請求項１に記載のリング圧延用素材。

[請求項3] 前記外周面を含む外周部は、前記リング圧延用素材の外周に向かって先細るように形成されていることを特徴とする請求項１または２に記載のリング圧延用素材。

[請求項4] 前記片側断面の形状は、前記外周面を含む外周部と前記高さ減少部との間に、略直線状に延びる前記高さ方向の両端面を有する直線部をさらに含み、

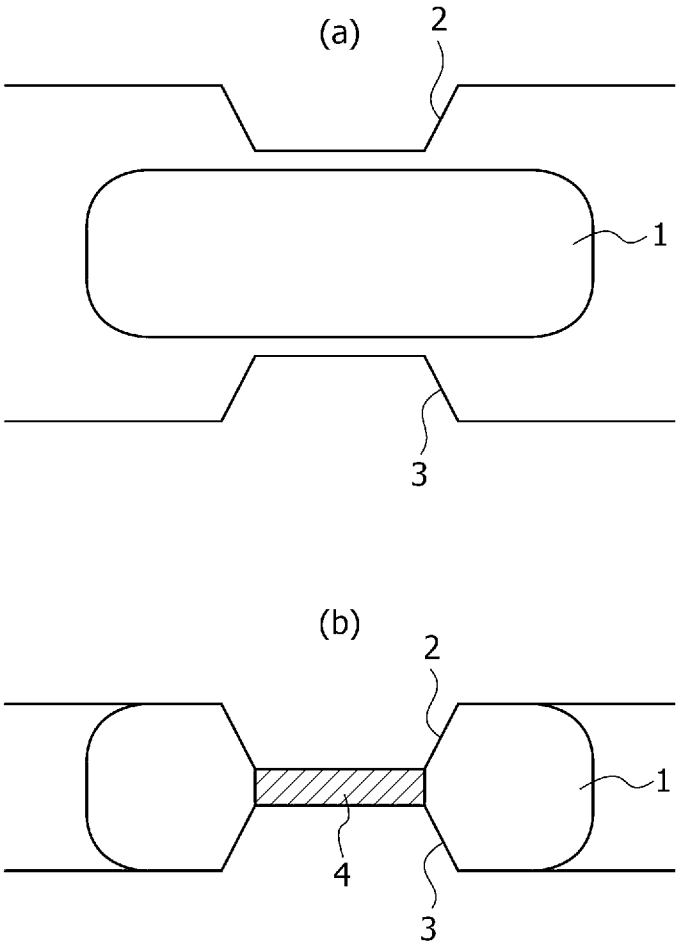
前記直線部の肉厚方向の長さは、前記リング圧延用素材の最大高さに対して０倍よりも大きく且つ２／３倍以下になっていることを特徴とする請求項１乃至３の何れか一項に記載のリング圧延用素材。

[請求項5] 前記高さ減少部は、前記外周面の高さ方向の両端部分から前記内周面の高さ方向の両端部分に向かって先細るように形成されていること

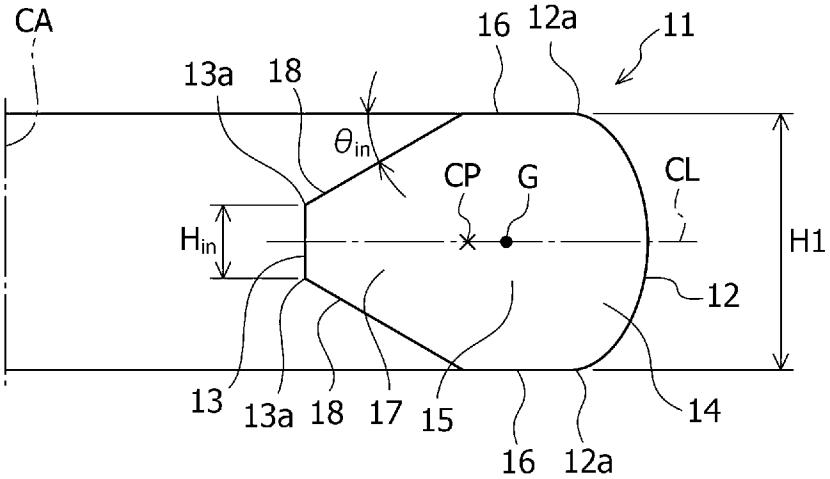
を特徴とする請求項１乃至３の何れか一項に記載のリング圧延用素材

。

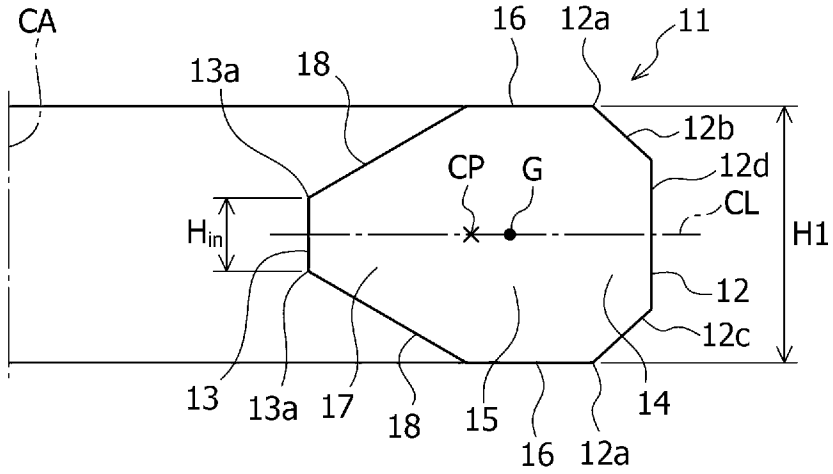
[図1]


(a)
2
1
3
(b)
2
1
4
3

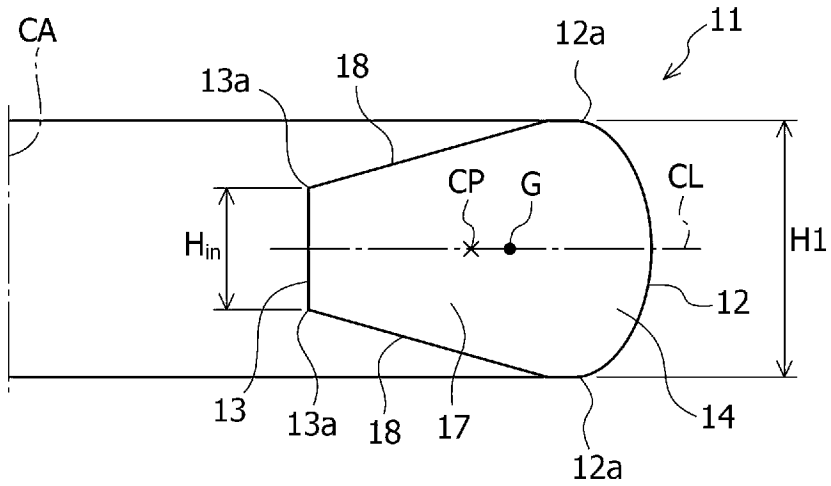
[図2]


CA
16
12a
11
13a
18
θin
CP
G
CL
Hin
H1
12
13
13a
18
17
15
16
12a
14

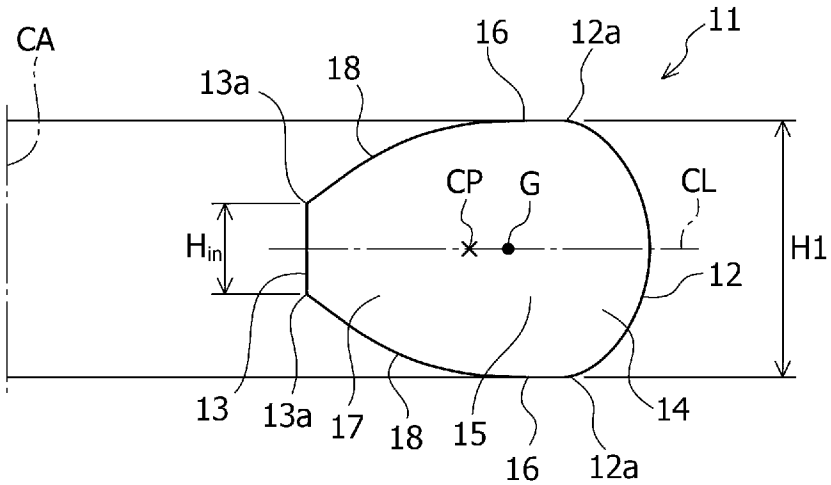
[図3]


CA
16
12a
11
13a
18
12b
12d
CP
G
CL
H_{in}
H1
12
12c
13
13a
17
18
15
16
12a
14

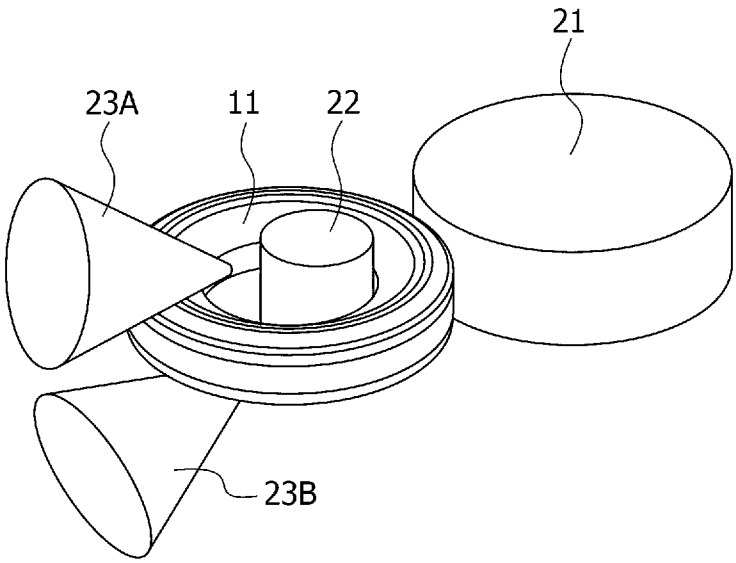
[図4]


CA
12a
11
13a
18
CP
G
CL
H_{in}
H1
12
13
13a
18
17
14
12a

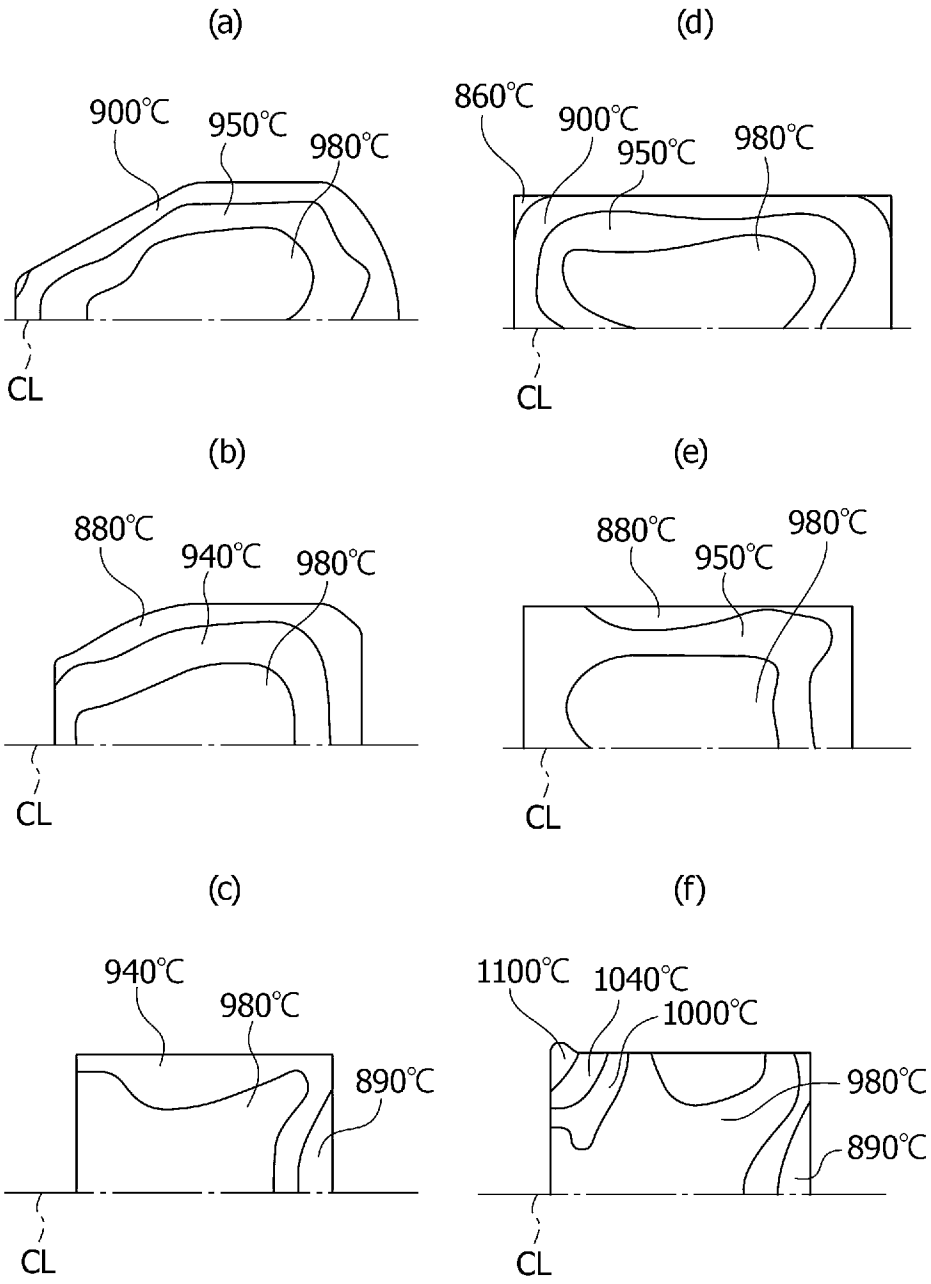
[図5]


CA
16
12a
11
13a
18
CP
G
CL
H_{in}
H1
12
13
13a
17
18
15
16
12a
14

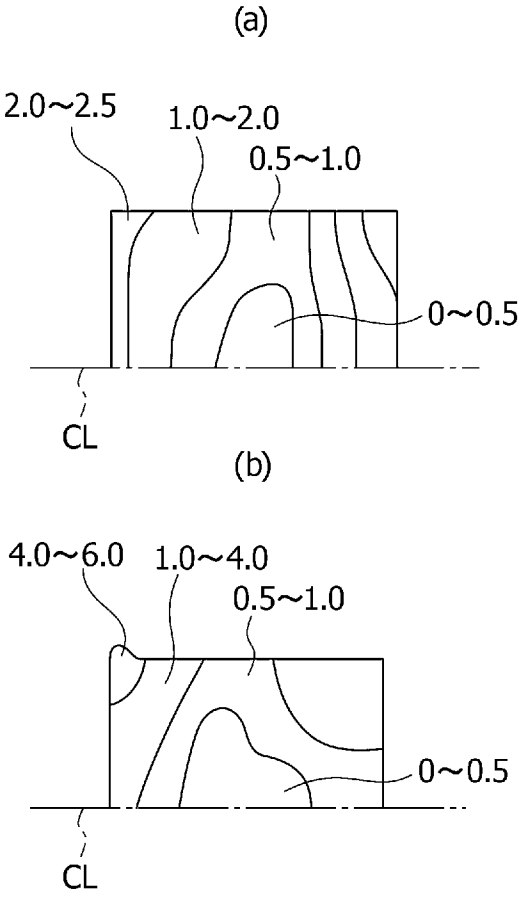
[図6]



[図7]

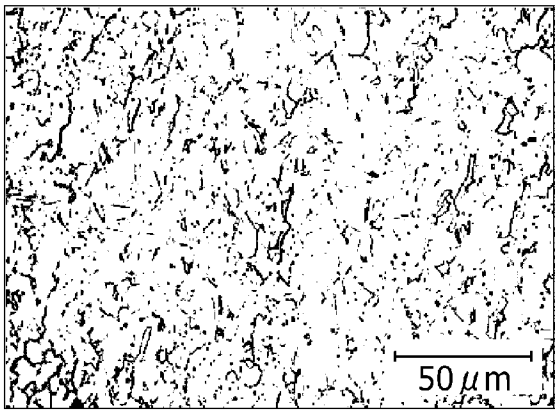

(a)
900℃
950℃
980℃
CL
(d)
860℃
900℃
950℃
980℃
CL
(b)
880℃
940℃
980℃
CL
(e)
880℃
950℃
980℃
CL
(c)
940℃
980℃
890℃
CL
(f)
1100℃
1040℃
1000℃
980℃
890℃
CL

[図8]

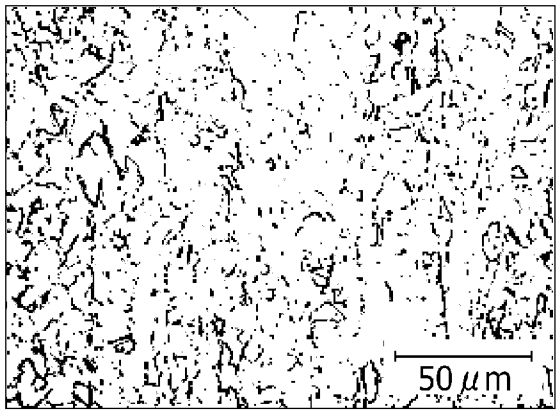


[図9]

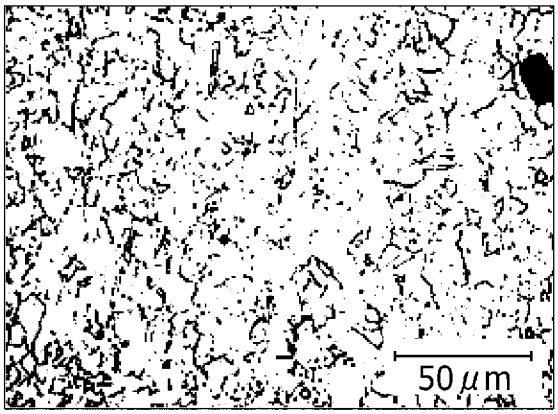
(a)



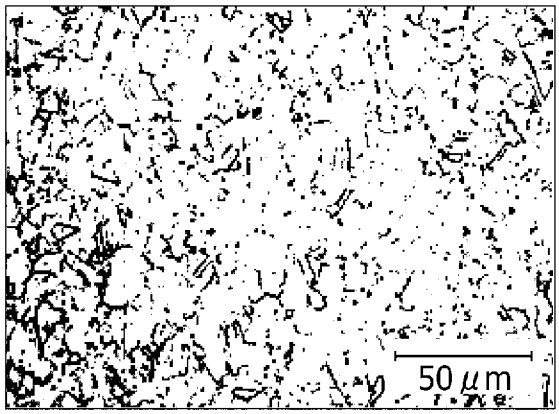
(d)



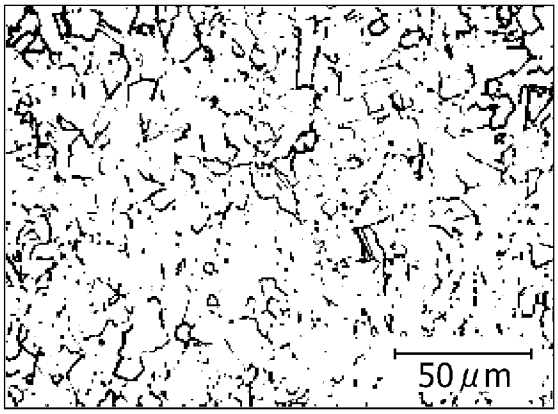
(b)



(e)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/057262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21H1/06(2006.01)i, *C22C19/05*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B21H1/06, C22C19/05

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2011-79043 A (Mitsubishi Materials Corp.), 21 April 2011 (21.04.2011), paragraphs [0043] to [0049]; fig. 8 to 10 (Family: none)	1-4 5
X A	JP 56-33143 A (Nippon Light Metal Research Laboratory, Ltd.), 03 April 1981 (03.04.1981), column 6, line 9 to column 7, line 2; fig. 3 (Family: none)	1-2,4 3,5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 23 May, 2014 (23.05.14)	Date of mailing of the international search report 03 June, 2014 (03.06.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/057262

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 63-214564 A (Eaton Corp.), 07 September 1988 (07.09.1988), page 11, upper left column, line 18 to page 12, upper left column, line 17; fig. 5 to 9 & US 4856167 A & EP 278298 A2 & DE 3852769 C & ES 2066765 T & BR 8800536 A & CA 1290172 A & IN 169022 A & MX 166307 B & KR 10-1990-0008285 B1 & CN 88100946 A	1-3,5 4
A	US 2058007 A (THE FIRM "RINGFEDER" GMBH), 20 October 1936 (20.10.1936), fig. 3 to 4 (Family: none)	1-5
A	JP 52-131967 A (Thyssen Industrie AG.), 05 November 1977 (05.11.1977), fig. 1 to 5 & US 4084419 A & GB 1572645 A & DE 2611568 A1 & FR 2344353 A & IT 1083863 A & IT 1083863 B	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０５７２６２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21H1/06(2006.01)i, C22C19/05(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B21H1/06, C22C19/05

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2011-79043 A（三菱マテリアル株式会社）2011.04.21,	1-4
A	段落【００４３】－【００４９】, 図８－１０（ファミリーなし）	5
X	JP 56-33143 A（株式会社日本軽金属総合研究所）1981.04.03,	1-2,4
A	第６欄第９行－第７欄第２行, 第３図（ファミリーなし）	3,5
X	JP 63-214564 A（イートン　コーポレーション）1988.09.07, 第１	1-3,5
A	１頁左上欄第１８行－第１２頁左上欄第１７行, 第５－９図 & US 4856167 A & EP 278298 A2 & DE 3852769 C & ES 2066765 T & BR 8800536 A & CA 1290172 A & IN 169022 A & MX 166307 B & KR 10-1990-0008285 B1 & CN 88100946 A	4

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２３．０５．２０１４	０３．０６．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｐ　３７３０
宇田川　辰郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	US 2058007 A (THE FIRM "RINGFEDER" GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER HAFTUNG) 1936.10.20, Fig.３－４（ファミリーなし）	1-5
A	JP 52-131967 A（テイツセン・インドウストリー・アクチエンゲゼルシヤフト）1977.11.05, 第１－５図 & US 4084419 A & GB 1572645 A & DE 2611568 A1 & FR 2344353 A & IT 1083863 A & IT 1083863 B	1-5