

(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 7 月 31 日(31.07.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/115296 A1

- (51) 国際特許分類:
C21D 7/06 (2006.01) F16H 9/12 (2006.01)
C21D 1/00 (2006.01) F16H 55/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/051570
- (22) 国際出願日: 2013 年 1 月 25 日(25.01.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 稲垣 功二(INAGAKI, Koji); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 金澤 孝明(KANAZAWA, Takaaki); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 丈夫(WATANABE, Takeo); 〒1130034 東京都文京区湯島三丁目 1 2 番 1 号 アデックスビル 3 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

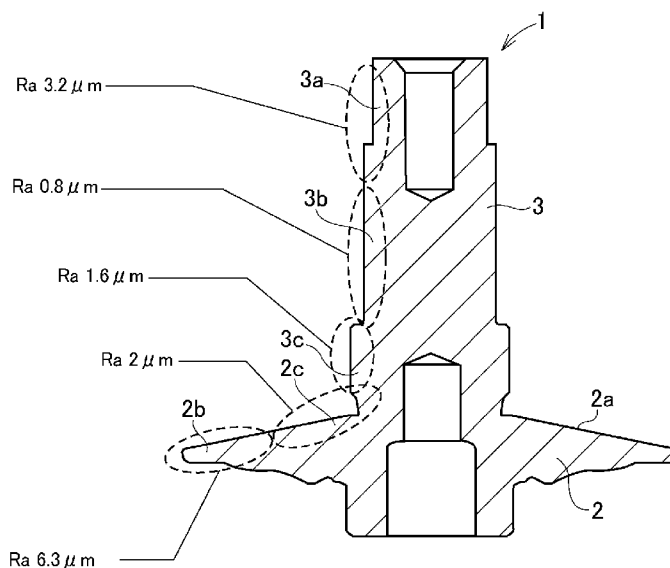
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HEAT TREATMENT METHOD FOR METAL MEMBER AND HEAT-TREATED METAL MEMBER

(54) 発明の名称: 金属製部材の熱処理方法および熱処理された金属製部材

[図1]



(57) Abstract: A heat treatment method for a metal member, the method comprising a heating process (Process P2) for heating a metal workpiece under specified heating conditions and a cooling process (Process P3) after the heating process for cooling the workpiece under specified cooling conditions by mist-cooling, which accomplishes cooling by spraying cooling water. Prior to the heating process, the method comprises a surface-finishing process (Process P1) for finishing the workpiece by adjusting the surface roughness according to the heat distribution in the workpiece when heated in the heating process.

(57) 要約: 所定の加熱条件の下で金属製のワークを加熱する加熱工程 (プロセス P2) と、前記加熱工程の後に、冷却水を噴霧して冷却を行うミスト冷却によって所定の冷却条件の下で前記ワークを冷却する冷却工程 (プロセス P3) とを有する金属製部材の熱処理方法において、前記加熱工程の前に、前記加熱工程で加熱された場合の前記ワークの熱量分布に応じて前記ワークの表面粗さを調整して加工する表面加工工程 (プロセス P1) を有してい

る。

明 細 書

発明の名称：

金属製部材の熱処理方法および熱処理された金属製部材

技術分野

[0001] この発明は、噴霧させた冷却水によって金属製のワークを冷却するミスト冷却により焼き入れもしくは急冷を行う金属製部材の熱処理方法、および、その熱処理方法を用いて熱処理された金属製部材に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、金属製のワークを熱処理する際の冷却工程において、霧状に噴射した冷却水によってワークを冷却するミスト冷却が実施されている。このミスト冷却では、噴霧された冷却水がワークに衝突する際の顕熱および潜熱の作用を利用してワークを冷却するため、従来の冷却方式と比較して高い冷却効果を得ることができる。

[0003] 上記のような金属の熱処理におけるミスト冷却に関連する発明の一例が、特開 2011-122211 号公報に記載されている。この特開 2011-122211 号公報に記載されている発明は、加熱された金属製のワークに冷却用ミストを噴射して冷却するミスト冷却方法に関するものである。この特開 2011-122211 号公報に記載されている発明では、冷却用ミストを噴射する第 1 ノズルと、その第 1 ノズルから噴射される冷却用ミストの粒径よりも小さい粒径の冷却用ミストを噴射する第 2 ノズルとの 2 種類のノズルが用いられて、ワークが冷却される。

[0004] したがって、この特開 2011-122211 号公報に記載されている発明では、第 1 ノズルから噴射される冷却用ミストの粒径が第 2 ノズルから噴射される冷却用ミストの粒径より大きいことから、第 1 ノズルの冷却用ミスト 1 粒あたりの気化潜熱量が、第 2 ノズルの冷却用ミストよりも大きくなる。そのため、この特開 2011-122211 号公報に記載されている発明によれば、熱処理したワークを広範な冷却速度で冷却することができ、例え

ば、ある期間では急速な冷却を行うとともに、他の期間では歪みや曲がり等の発生を防止するための均一なかつ緩やかな冷却を行うことができる、とされている。

[0005] このように、ミスト冷却では、良好な冷却効果を得ることができるとともに、冷却水の噴射量や噴射時間を調整することにより、冷却速度を制御することができる。また、上記の特開 2011-122211 号公報に記載されている発明のようにノズル径が異なる複数種類のノズルを使い分けたり、ノズルの数量や位置あるいは噴射角度や噴射圧力を調整したりすることにより、冷却速度を制御し、ワークの大きさや形状に応じた適切な冷却を行うことができる。

[0006] その反面、実際に製造するワークの大きさや形状は多種多様であり、そのような多様なワークに対応してミスト冷却によって均一でかつ適切な冷却を行うことは容易ではなかった。例えば、図 9 に示すような形状および熱量分布を有するワークをミスト冷却する場合は、図 10 に示すように、ワークに対する各ノズルの位置ならびに噴射角度、および各ノズルの噴射圧力をそれぞれ調整することにより、ワークの熱量分布に対応して均一で適切な冷却を行うことができる。しかしながら、ワークの形状や種類を変更する場合には、その都度、新しいワークに対応してノズルの調整を行わなければならない、多様なワーク全てに対して適切にミスト冷却を実施することは困難であった。

発明の概要

[0007] この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、種々のワークに対応して冷却速度を容易に制御することができ、均一で適切な冷却を行うことができるミスト冷却によって焼き入れもしくは急冷を実施する金属製部材の熱処理方法、および、その熱処理方法を用いて熱処理された金属製部材を提供することを目的とするものである。

[0008] 上記の目的を達成するために、この発明は、所定の加熱条件の下で金属製のワークを加熱する加熱工程と、前記加熱工程の後に、冷却水を噴霧して冷

却を行うミスト冷却によって所定の冷却条件の下で前記ワークを冷却する冷却工程とを有する金属製部材の熱処理方法において、前記加熱工程の前に、前記加熱工程で加熱される際の前記ワークの熱量分布に応じて前記ワークの表面粗さを調整して加工する表面加工工程を有していることを特徴とする金属製部材の熱処理方法である。

[0009] また、この発明における前記表面加工工程は、前記熱量分布の熱量が大きい箇所ほど前記表面粗さが小さくなるように前記ワークを加工する工程を含んでいる。

[0010] また、この発明における前記冷却工程は、前記ミスト冷却における噴霧液滴の平均粒径が0.1 mmから2.0 mmの範囲内となるように前記冷却水を噴霧させる工程を含んでいる。

[0011] また、この発明における前記ワークは、鋼製の自動車部品を含んでいる。

[0012] また、この発明における前記ワークは、ベルト式無段変速機のプーリを構成する構成部材を含んでいる。

[0013] また、この発明における前記表面加工工程は、機械加工によって前記ワークを加工する工程を含んでいる。

[0014] そして、この発明における前記表面加工工程は、ショットピーニング加工、ショットブラスト加工、サンドブラスト加工、研削加工、または研磨加工の少なくともいずれかによって前記ワークを加工する工程を含んでいる。

[0015] 一方、この発明は、所定の加熱条件の下で加熱した後に、冷却水を噴霧して冷却を行うミスト冷却によって所定の冷却条件の下で冷却する熱処理が施された金属製部材において、前記加熱条件の下で加熱される際の熱量分布に応じて表面粗さが調整されて加工されているとともに、その加工後に前記熱処理が施されていることを特徴とする熱処理された金属製部材である。

[0016] また、この発明における前記金属製部材は、前記熱量分布の熱量が大きい箇所ほど前記表面粗さが小さくなるように表面加工された構成とすることができる。

[0017] また、この発明における前記金属製部材は、鋼製の自動車部品を含んでい

る。

[0018] そして、この発明における前記金属製部材は、ベルト式無段変速機のプーリを構成する鋼製部材を含んでいる。

[0019] 上記のようなこの発明の金属製部材の熱処理方法では、加熱工程およびミスト冷却による冷却工程において所定の熱処理が実施される前に、面粗さ調整工程において金属製のワークの表面が、加熱工程で加熱される際の熱量分布の熱量の大きさに応じて表面粗さが調整されて加工される。例えば、加熱工程で加熱される際の熱量分布が大きい箇所ほど加工目標の表面粗さが小さい値に設定されて加工される。金属製部材の熱処理において、水を噴霧してミスト冷却を行う場合、すなわち、水の沸点以上の温度に加熱した金属製のワークをミスト冷却する場合には、図 11 に示すように、ワークの表面粗さが小さいほど冷却時間が短くなること、すなわち冷却速度が速くなることが分かっている。

[0020] したがって、この発明の金属製部材の熱処理方法によれば、熱処理を施すワークの表面粗さを調整することにより、そのワークをミスト冷却する際の冷却速度を制御することができる。例えば、ワークを加熱した場合の熱量分布の熱量が大きい箇所は、熱処理の前工程で表面粗さが小さくなるようにワークの表面を加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を速くすることができる。反対に、熱量分布の熱量が小さい箇所は、熱処理の前工程で表面粗さが大きくなるようにワークの表面を加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を遅くすることができる。そのため、熱処理前の表面加工工程において、ワークの表面粗さを熱量分布に応じて調整して加工しておくことにより、その後のミスト冷却の際の冷却速度を制御することができる。すなわち、ミスト冷却のためのノズルの位置や数量あるいは冷却水の噴射状態など冷却設備側で調整することなく、ワークの冷却速度を制御することができる。その結果、ワークの大きさや形状を変更した場合であっても、冷却設備の調整や変更を行うことなく、容易に、ミスト冷却によって均一でかつ適切な冷却を行うことができる。そして、上記のように適切な熱処理

が実施されることにより、熱処理による歪みや変形が少ない金属製部材を製造することができる。その結果、熱処理後の仕上げ加工を省略もしくは簡略化することができ、金属製部材の製造コストを大幅に削減することができる。

[0021] また、表面加工工程におけるワーク表面の加工は、例えば旋盤加工やフライス加工などの機械加工によって、容易にワークの表面粗さを調整して加工することができる。あるいは、ショットピーニング加工、ショットブラスト加工、サンドブラスト加工、研削加工、そして研磨加工などによっても、容易にワークの表面粗さを調整して加工することができる。

[0022] 一方、この発明の熱処理された金属製部材では、金属製部材の表面が、熱処理の際に加熱された場合の熱量分布に応じて、表面粗さが調整されて加工される。そしてその加工後に、熱処理が実施される。前述したように、金属製部材の熱処理において、水を噴霧してミスト冷却を行う場合、図 11 に示すように、ワークの表面粗さが小さいほど冷却速度が速くなることが分かっている。例えば、金属製部材を加熱した場合の熱量分布の熱量が大きい箇所は、表面粗さが小さくなるように加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を速くすることができる。反対に、熱量分布の熱量が小さい箇所は、表面粗さが大きくなるように加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を遅くすることができる。

[0023] したがって、この発明の熱処理された金属製部材によれば、上記のように、金属製部材各部の表面粗さが、熱処理を実施した際の熱量分布に応じて調整されて加工されることにより、熱処理におけるミスト冷却の際の冷却速度を制御することができる。すなわち、ミスト冷却のためのノズルの位置や数量あるいは冷却水の噴射状態など冷却設備側で調整を行うことなく、容易に、ミスト冷却によって均一でかつ適切に金属製部材を冷却することができる。そして、上記のように適切な熱処理が実施されることにより、熱処理による歪みや変形の少ない金属製部材を製造することができる。その結果、熱処理後の仕上げ加工を省略もしくは簡略化することができ、製造コストを大幅

に削減した金属製部材を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]この発明で対象とする金属製部材の一例を示す模式図である。

[図2]この発明に係る熱処理方法によって実施されるワークの表面粗さの調整および熱処理の一例を説明するための工程図である。

[図3]この発明に係る熱処理方法および金属製部材において適用されるミスト冷却のための冷却設備の一例を説明するための模式図である。

[図4]この発明に係る熱処理方法を適用してワークをミスト冷却した場合のワーク各部の冷却速度のばらつきを説明するためのグラフである。

[図5]この発明に係る熱処理方法を適用せずにワークをミスト冷却した場合のワーク各部の冷却速度のばらつきを説明するためのグラフである。

[図6]図4，図5に示す冷却速度のばらつきを比較した結果を説明するためのグラフである。

[図7]この発明に係る熱処理方法を適用してワークをミスト冷却した場合のワークの変形量と、この発明に係る熱処理方法を適用せずにワークをミスト冷却した場合のワークの変形量とを比較した結果を説明するためのグラフである。

[図8]この発明に係る熱処理方法を適用して場合のワークの製造コストと、この発明に係る熱処理方法を適用しない場合のワークの製造コストとを比較した結果を説明するためのグラフである。

[図9]この発明で対象とする金属製部材の一例であって、その金属製部材を熱処理する際に加熱した場合の熱量分布を示す模式図である。

[図10]従来の方法により、図9に示す金属製部材をミスト冷却する場合の冷却条件設定の一例を示す模式図である。

[図11]金属製部材をミスト冷却した場合の表面粗さと冷却速度との関係を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0025] 次に、この発明を図面を参照して具体的に説明する。この発明で対象とす

る金属製部材の一例を図 1 に示してある。この図 1 に示すワーク 1 は、この発明における金属製部材である。この図 1 に示す例では、ワーク 1 は、鋼製の自動車部品であり、具体的には、自動車に搭載されるベルト式無段変速機のプーリを構成する鋼製部材である。より具体的には、この図 1 に示すワーク 1 は、ベルト式無段変速機のプーリにおける固定シーブを構成する部材である。そのために、ワーク 1 は、固定シーブ部 2 と、その固定シーブ部 2 と一体に形成されてプーリ軸になる軸部 3 とから構成されている。固定シーブ部 2 には、円盤形状の可動シーブ（図示せず）のシーブ面と対向して伝動ベルト（図示せず）の巻き掛かり溝を形成するシーブ面 2 a が形成されている。したがって、ワーク 1 の軸部 3 に対して可動シーブを軸線方向で移動可能に挿入して固定シーブ部 3 と対向させることにより、ベルト式無段変速機のプーリが構成されるようになっている。

[0026] 上記のワーク 1 は、例えば、鍛造加工、および、旋盤加工ならびにざぐり加工などの機械加工により、図 1 に示すような形状に成形されている。例えば、鍛造加工により固定シーブ部 2 と軸部 3 とが一体に成形された後に、旋盤加工によりワーク 1 の外周表面が所望する形状・寸法に成形されている。そして、他部材との連結・固定用の部位や潤滑油の油路を形成するために、軸部 3 の軸心部分がざぐり加工されている。

[0027] また、ワーク 1 は、例えば、浸炭、窒化、あるいは浸炭窒化など、所定の加熱条件の下で加熱した後に、所定の冷却条件の下で冷却する熱処理が施されている。そして、この発明では、上記のような熱処理において、焼き入れもしくは急冷など、加熱されたワーク 1 を冷却する際には、冷却水を噴霧して冷却を行ういわゆるミスト冷却が実施されている。

[0028] なお、この発明における金属製部材は、ミスト冷却によって冷却される熱処理が実施される全ての金属製の部材を対象とすることができる。この図 1 に示すような鋼製の部材以外に、例えば、鋳鉄製やアルミニウム合金製あるいはその他の非鉄金属製の部材も対象にすることができる。

[0029] そして、ワーク 1 は、熱処理におけるミスト冷却の際に、ワーク 1 各部の

冷却速度を制御して、ワーク 1 の全体を均一に冷却させるために、ワーク 1 各部の表面粗さがそれぞれ調整されて加工されている。具体的には、ワーク 1 各部の表面粗さが、熱処理において加熱した際の熱量分布の熱量の大きさに応じて設定されている。すなわち、熱処理において加熱した際の熱量分布の熱量が大きい箇所ほど表面粗さが小さくなるように、ワーク 1 の表面が加工されている。

[0030] このようなワーク 1 の表面加工は、ワーク 1 に対する熱処理の前に実施されている。そして、上記のようにワーク 1 の外周面がワーク 1 各部の熱量分布に応じて設定された表面粗さとなるように、例えば旋盤加工により加工されている。ワーク 1 の表面に平面部分がある場合には、例えばフライス加工によって、所望する表面粗さとなるように加工することもできる。あるいは、上記のような旋盤加工やフライス加工などの機械加工以外に、例えば、ショットピーニング加工、ショットブラスト加工、サンドブラスト加工、研削加工、そして研磨加工などのその他の表面加工方法によっても、上記のように所望する表面粗さとなるように加工することもできる。

[0031] この図 1 に示すワーク 1 は、熱処理において加熱された際の熱量分布が、前述の図 9 に示したようになっている。すなわち、ワーク 1 は、熱処理において加熱された際には、厚肉になっている軸部 3 の中間部 3 b、および、固定シープ部 2 と軸部 3 との連結している固定シープ部 2 の連結部 2 c ならびに軸部 3 の連結部 3 c などで、熱量分布における熱量が相対的に大きくなる。一方、薄肉になっている固定シープ部 2 の外周端部 2 b、および、軸部 3 の先端部 3 a などで、熱量分布における熱量が相対的に小さくなる。この熱量分布は、ワーク 1 を実際に加熱した際にワーク 1 各部の温度を実測することにより求めることができる。あるいは、コンピュータを用いたシミュレーションによって推定して求めることもできる。

[0032] そして、この発明におけるワーク 1 は、上記のように熱処理においてワーク 1 が加熱された際の熱量分布に応じて、ワーク 1 各部の表面粗さがそれぞれ設定されている。すなわち、上記のように、熱量分布における熱量が相対

的に大きくなる連結部 2 c、連結部 3 c、および中間部 3 b などの箇所が、相対的に表面粗さが小さくなるように加工されている。そして、熱量分布における熱量が相対的に小さくなる外周端部 2 b、および先端部 3 a などの箇所が、相対的に表面粗さが大きくなるように加工されている。具体的には、図 1 に示すように、熱量分布における熱量が大きい中間部 3 b が、算術平均粗さ R_a で $0.8 \mu m$ を目標値として加工されている。また、連結部 3 c が、算術平均粗さ R_a で $1.6 \mu m$ を目標値として加工されている。そして、連結部 2 c が、算術平均粗さ R_a で $2.0 \mu m$ を目標値として加工されている。一方、熱量分布における熱量が小さい先端部 3 a が、算術平均粗さ R_a で $3.2 \mu m$ を目標値として加工されている。そして、外周端部 2 b が、算術平均粗さ R_a で $6.3 \mu m$ を目標値として加工されている。

[0033] このように、ワーク 1 すなわちこの発明における金属製部材は、熱処理が実施される前に、熱処理においてワーク 1 が加熱される際の熱量分布に応じてワーク 1 各部の表面粗さが調整されて、そのワーク 1 の表面が加工されている。すなわち、ワーク 1 が加熱される際の熱量分布の熱量が大きい箇所ほど表面粗さが小さくなるように、ワーク 1 の表面が加工されている。前述の図 1 1 で示して説明したように、加熱した金属製部材に対して水を噴霧してミスト冷却を行う場合は、金属製部材の表面粗さが小さい箇所ほど冷却速度が速くなる、すなわち所定の冷却時間内により多くの熱量が冷却されることが分かっている。なお、この図 1 1 のグラフは、クロム鋼を材料として表面粗さを調整したテストピースを、ミスト冷却によって冷却した場合の冷却時間の測定結果を示している。そして、この場合のミスト冷却においては、冷却水の噴霧液滴の平均粒径が $0.1 mm$ から $2.0 mm$ の範囲内となるように冷却水を噴霧させた場合に、この図 1 1 に示すような冷却時間の測定結果が得られることが分かっている。

[0034] したがって、このワーク 1 は、熱処理においてミスト冷却される際に、ワーク 1 の熱量分布が大きい箇所ほど冷却速度が速くなるように調整されている。そのため、このワーク 1 は、熱処理における焼き入れもしくは急冷のた

めにミスト冷却される際には、ワーク 1 の全体がほぼ均一に冷却される。その結果、このワーク 1 に対しては歪みや変形が少ない良好な熱処理を実施することができる。

[0035] 次に、上記のように構成される金属製部材の熱処理方法について説明する。この発明における熱処理方法は、例えば、鋼製のワーク 1 を浸炭するための熱処理方法である。そして、この発明における熱処理方法では、加熱工程後の焼き入れ（冷却）工程において、ミスト冷却が実施される。さらに、この発明における熱処理方法では、上記の加熱工程および焼き入れ工程に加えて、それら加熱工程および焼き入れ工程で実施される熱処理の前に、ワーク 1 が加熱工程で加熱される際の熱量分布に応じてワーク 1 の表面粗さを調整し、ワーク 1 の表面を加工する表面加工工程を有している。具体的には、この発明における熱処理方法は、図 2 に示すように、工程順に、成形工程（プロセス P 0）、表面加工工程（プロセス P 1）、加熱工程（プロセス P 2）、冷却（焼き入れ）工程（プロセス P 3）、および、仕上げ加工工程（プロセス P 4）の各工程により実施される。

[0036] 先ず、成形工程（プロセス P 0）で、材料の鋼材が鍛造されてワーク 1 の素材が成形される。そして、鍛造によって生じたバリ取りや旋盤加工等による粗加工が行われる。なお、これらのバリ取りや粗加工は、次の表面加工工程において一括して行うこともできる。

[0037] そして、表面加工工程（プロセス P 1）では、次の加熱工程でワーク 1 が加熱された場合の熱量分布に応じて、ワーク 1 の表面粗さが調整されて加工される。前述したように、ワーク 1 が加熱された場合の熱量分布は、予め、実測やコンピュータを用いたシミュレーション等によって求められている。そのワーク 1 の熱量分布のデータを基に、ワーク 1 の表面を加工する際の加工目標として、ワーク 1 各部の表面粗さがそれぞれ設定される。そして、設定された表面粗さを実現するように、ワーク 1 の表面が加工される。具体的には、前述の図 1 および図 9 に示したように、ワーク 1 が加熱された場合の熱量分布の熱量が大きい箇所ほど表面粗さが小さくなるように、旋盤加工等

によってワーク１の表面が加工される。

[0038] 前述したように、金属製部材の熱処理において、水を噴霧してミスト冷却を行う場合、図１１に示すように、ワーク１の表面粗さが小さいほど冷却速度が速くなることが分かっている。これは、ライデンフロスト現象の影響を受けているものと考えられる。ライデンフロスト現象は、液体の沸点以上に加熱した高温の固体表面に液体の液滴が接すると、固体表面と液滴との間に蒸気の層が生じ、これにより液滴の蒸発が阻害される現象である。金属の表面を水でミスト冷却する場合、金属表面の表面粗さが小さい方が水に対する濡れ性が低くなり、上記のようなライデンフロスト現象が生じ易くなる。そのため、金属表面で冷却水が直ちには蒸発せずに水滴のまま滞留する時間が長くなり、その結果、金属表面の冷却が促進されるものと考えられる。

[0039] したがって、この表面加工工程において、上記のように、ワーク１を加熱した場合の熱量分布の熱量が大きい箇所は、表面粗さが小さくなるように加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を速くすることができる。反対に、熱量分布の熱量が小さい箇所は、表面粗さが大きくなるように加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を遅くすることができる。

[0040] 加熱工程（プロセスＰ２）では、ワーク１を浸炭するための所定の加熱条件および所定のガス雰囲気の下で加熱され、その状態が所定の処理時間の間保持される。例えば、プロパンガスやメタンガスなどを変成した浸炭性ガス雰囲気内で、ワーク１が約９００～９５０℃の浸炭温度に加熱される。

[0041] 冷却（焼き入れ）工程（プロセスＰ３）では、蒸気の加熱工程で浸炭されたワーク１の焼き入れが実施される。従来、浸炭後の焼き入れには、ガス冷却が広く実施されているが、この発明における熱処理方法では、ミスト冷却が実施される。前述したように、ミスト冷却は、ガス冷却と比較して冷却効果が高い反面、多種多様なワーク全てに対応させて適切な冷却条件を設定するためには、冷却設備を調整することが困難であった。そこで、この発明では、ミスト冷却が行われる熱処理の前に、上記のように表面加工工程を設け

ている。表面加工工程でワーク 1 各部の表面粗さを調整することにより、その後のミスト冷却の際のワーク 1 各部の冷却速度を制御して、ミスト冷却によりワーク 1 の全体を均一に冷却することができるようにしている。

[0042] 上記のように、この発明における熱処理方法では、冷却設備側で調整を行うことなく、ワーク 1 自体の表面粗さを調整することにより、冷却工程におけるワーク 1 各部の冷却速度を制御することができる。したがって、従来の方法では、前述の図 10 に示したように、ワークの冷却速度を制御するために冷却設備側の調整が必要であったのに対して、この発明における熱処理方法では、冷却設備の噴射ノズルは、例えば図 3 に示すように、単純な配置のままでよい。また、冷却水の噴射量や噴射圧力なども一定に設定したままでよい。

[0043] 上記のように、ワーク 1 の表面粗さを調整することにより、冷却速度を制御してミスト冷却した場合のワーク 1 各部の冷却時間の測定結果を図 4 に示してある。また、比較のために、冷却速度を制御せずにミスト冷却した場合のワーク 1 各部の冷却時間の測定結果を図 5 に示してある。図 5 に示すように、ワーク 1 の表面粗さを調整することなく、冷却速度を制御せずにミスト冷却した場合は、温度測定点 a（固定シープ部 2 の外周端部分）および温度測定点 b（固定シープ部 2 の中間部分）で比較的に冷却速度が速いのにに対して、温度測定点 c（固定シープ部 2 の内周端部分）では冷却速度が遅くなっている。したがって、この場合は、ミスト冷却の際のワーク 1 各部の冷却速度が大きくばらついていることが分かる。

[0044] これに対して、図 4 に示すように、この発明の熱処理方法により、ワーク 1 の表面粗さを調整し、冷却速度を制御してミスト冷却した場合には、温度測定点 a、温度測定点 b、および温度測定点 c（固定シープ部 2 の内周端部分）の間に大きな差は見られない。すなわち、図 6 に示すように、ワーク 1 の表面粗さを調整することなく、冷却速度を制御せずにミスト冷却した場合の冷却速度のばらつきと比較して、ワーク 1 の表面粗さを調整し、冷却速度を制御してミスト冷却を実施することにより、冷却速度のばらつきが大幅に

低減していることが分かる。

[0045] このように、この発明における熱処理方法では、ワーク 1 の表面粗さを調整してミスト冷却の際の冷却速度を制御することにより、ワーク 1 各部の間で冷却速度のばらつきが小さく、ワーク 1 の全体を均一に冷却することができる。そして、ミスト冷却の際に、すなわち熱処理における焼き入れの際に、ワーク 1 の全体を均一に冷却できることにより、図 7 に示すように、熱処理による歪みや変形の発生を大幅に抑制することができる。したがって、ワーク 1 を寸法精度良く製作することができる。

[0046] 仕上げ加工工程（プロセス P 4）では、上記のように浸炭および焼き入れされた後のワーク 1 の仕上げ加工が実施される。例えば、前工程で発生したスケールの除去や、仕上げ寸法を確保するための機械加工が実施される。上記のように、この発明における熱処理方法では、熱処理におけるミスト冷却の際に、ワーク 1 の全体を均一に冷却して、熱処理による歪みや変形の少ないワーク 1 を製作することができる。そして、熱処理後のワーク 1 の変形が小さいことにより、この仕上げ加工工程における仕上げ加工を省くこともできる。もしくは、従来と比較して、仕上げ加工の際の加工取り代が少なくなり、その分、仕上げ加工に要するコストを低減することができる。

[0047] 上記のように、この発明における熱処理方法を適用してワーク 1 を製造した場合のコスト低減の効果を図 8 に示してある。この図 8 に示すように、ガス冷却によって焼き入れを行った従来方法によるワーク 1 の製造コストに対して、この発明の熱処理方法を適用したミスト冷却によって焼き入れを行った場合には、ワーク 1 の製造コストを大きく低減することができる。

[0048] 以上のように、この発明に係る金属製部材の熱処理方法および熱処理された金属製部材によれば、熱処理を施すワーク 1 の表面粗さを調整することにより、そのワーク 1 をミスト冷却する際の冷却速度を制御することができる。すなわち、熱処理のためにワーク 1 を加熱した場合の熱量分布の熱量が大きい箇所は、熱処理の前工程で表面粗さが小さくなるようにワーク 1 の表面を加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を速くすることがで

きる。反対に、熱量分布の熱量が小さい箇所は、熱処理の前工程で表面粗さが大きくなるようにワーク 1 の表面を加工しておくことにより、ミスト冷却の際の冷却速度を遅くすることができる。そのため、ミスト冷却のためのノズルの位置や数量あるいは冷却水の噴射状態など冷却設備側で調整することなく、ワーク 1 の冷却速度を制御することができる。その結果、ワーク 1 の大きさや形状等を変更した場合であっても、冷却設備の調整や変更を行うことなく、容易に、ミスト冷却によって均一でかつ適切な冷却を行うことができる。そして、ミスト冷却によってワーク 1 の全体が均一に冷却され、適切な熱処理が実施されることにより、熱処理による歪みや変形が少ないワーク 1 を製造することができる。その結果、熱処理後の仕上げ加工を省略もしくは簡略化することができ、ワーク 1 すなわちこの発明における金属製部材の製造コストを大幅に削減することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 所定の加熱条件の下で金属製のワークを加熱する加熱工程と、前記加熱工程の後に、冷却水を噴霧して冷却を行うミスト冷却によって所定の冷却条件の下で前記ワークを冷却する冷却工程とを有する金属製部材の熱処理方法において、
- 前記加熱工程の前に、前記加熱工程で加熱される際の前記ワークの熱量分布に応じて前記ワークの表面粗さを調整して加工する表面加工工程を有していることを特徴とする金属製部材の熱処理方法。
- [請求項2] 前記表面加工工程は、前記熱量分布の熱量が大きい箇所ほど前記表面粗さが小さくなるように前記ワークを加工する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項3] 前記冷却工程は、前記ミスト冷却における噴霧液滴の平均粒径が0.1 mmから2.0 mmの範囲内となるように前記冷却水を噴霧させる工程を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項4] 前記ワークは、鋼製の自動車部品を含むことを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項5] 前記ワークは、ベルト式無段変速機のプーリを構成する鋼製部材を含むことを特徴とする請求項4に記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項6] 前記表面加工工程は、機械加工によって前記ワークを加工する工程を含むことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項7] 前記表面加工工程は、ショットピーニング加工、ショットブラスト加工、サンドブラスト加工、研削加工、または研磨加工の少なくともいずれかによって前記ワークを加工する工程を含むことを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の金属製部材の熱処理方法。
- [請求項8] 所定の加熱条件の下で加熱した後に、冷却水を噴霧して冷却を行うミスト冷却によって所定の冷却条件の下で冷却する熱処理が施された

金属製部材において、

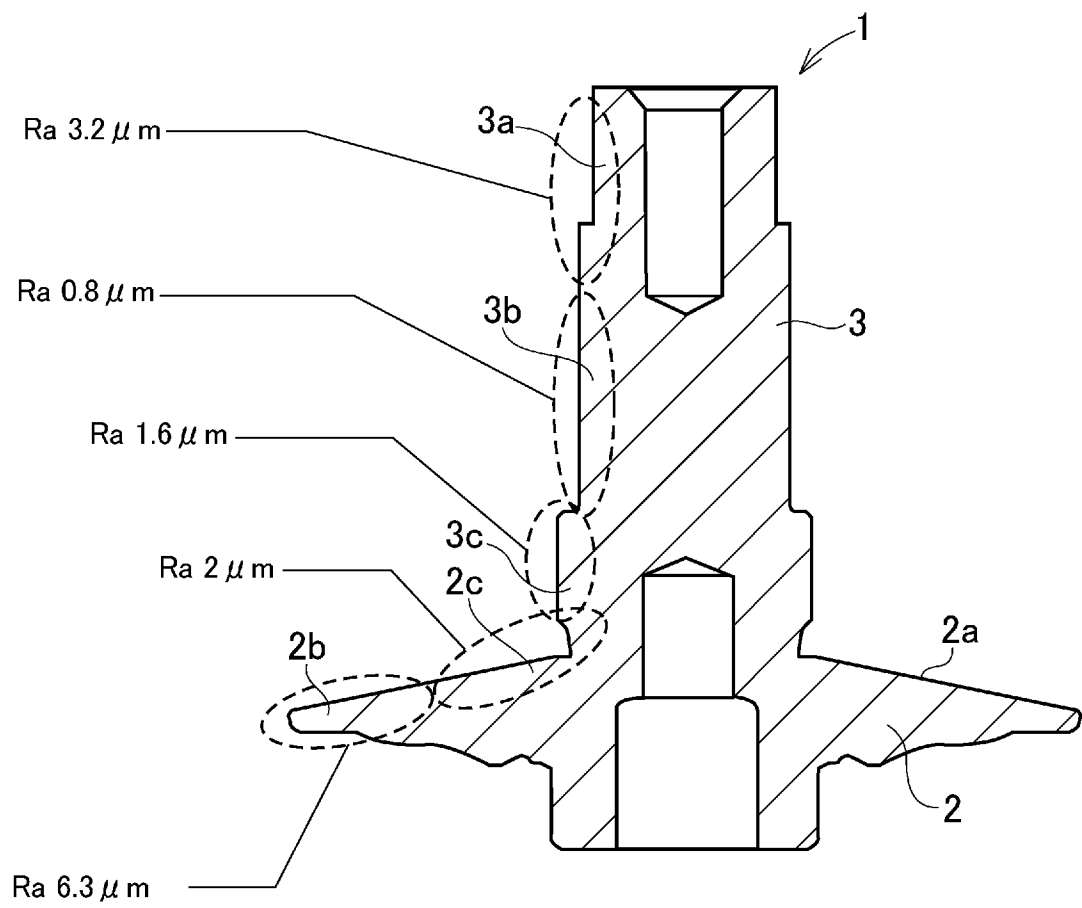
前記加熱条件の下で加熱される際の熱量分布に応じて表面粗さが調整されて加工されているとともに、その加工後に前記熱処理が施されていることを特徴とする熱処理された金属製部材。

[請求項9] 前記金属製部材は、前記熱量分布の熱量が大きい箇所ほど前記表面粗さが小さくなるように表面加工されていることを特徴とする請求項8に記載の熱処理された金属製部材。

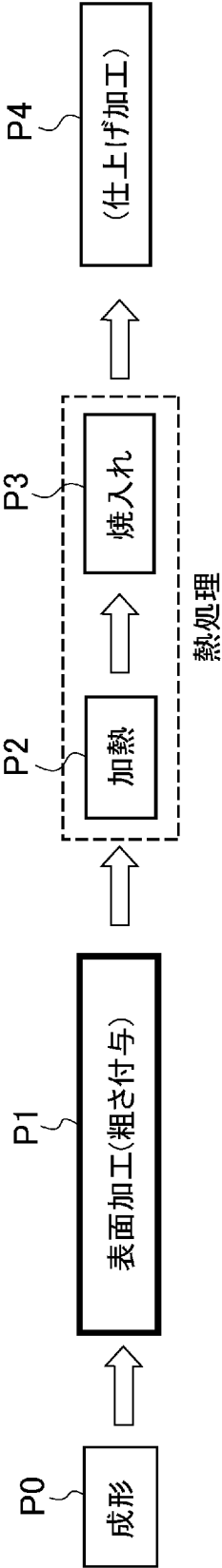
[請求項10] 前記金属製部材は、鋼製の自動車部品を含むことを特徴とする請求項8または9に記載の熱処理された金属製部材。

[請求項11] 前記金属製部材は、ベルト式無段変速機のプーリを構成する鋼製部材を含むことを特徴とする請求項10に記載の熱処理された金属製部材。

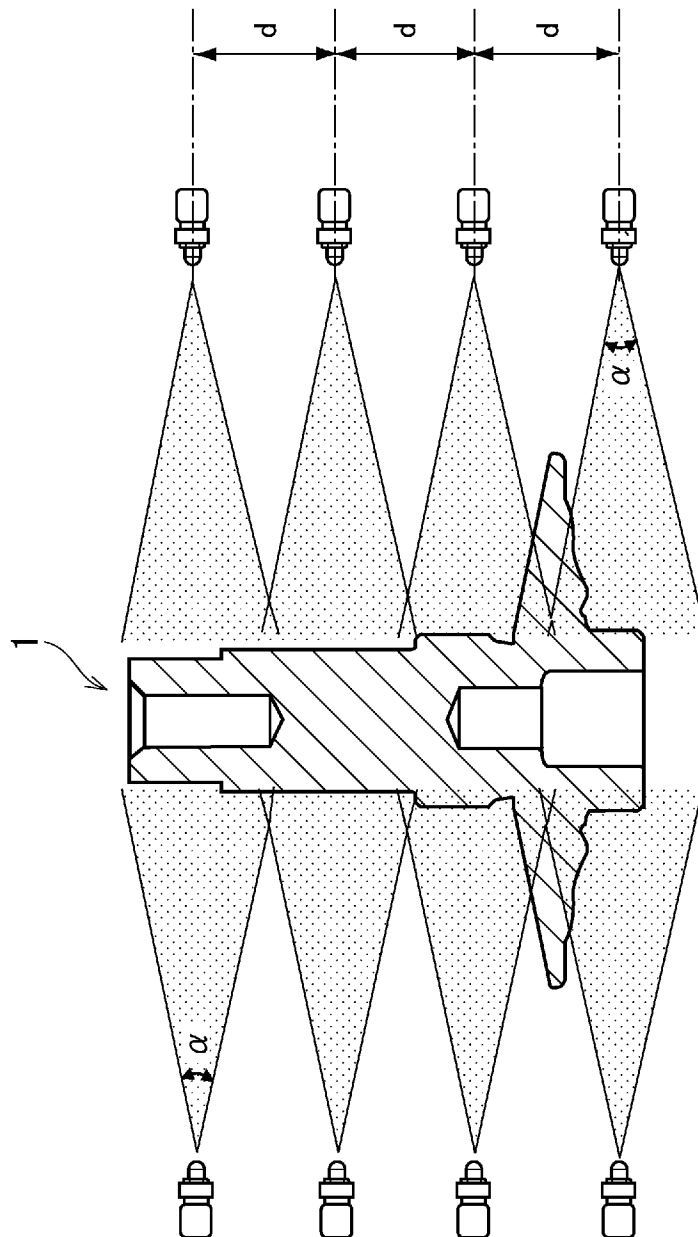
[図1]



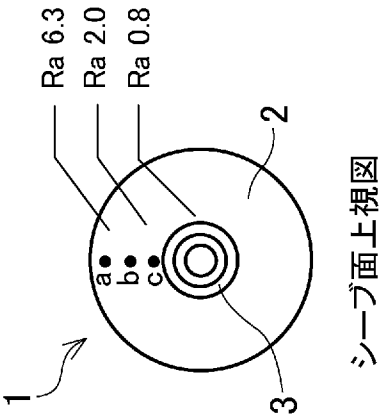
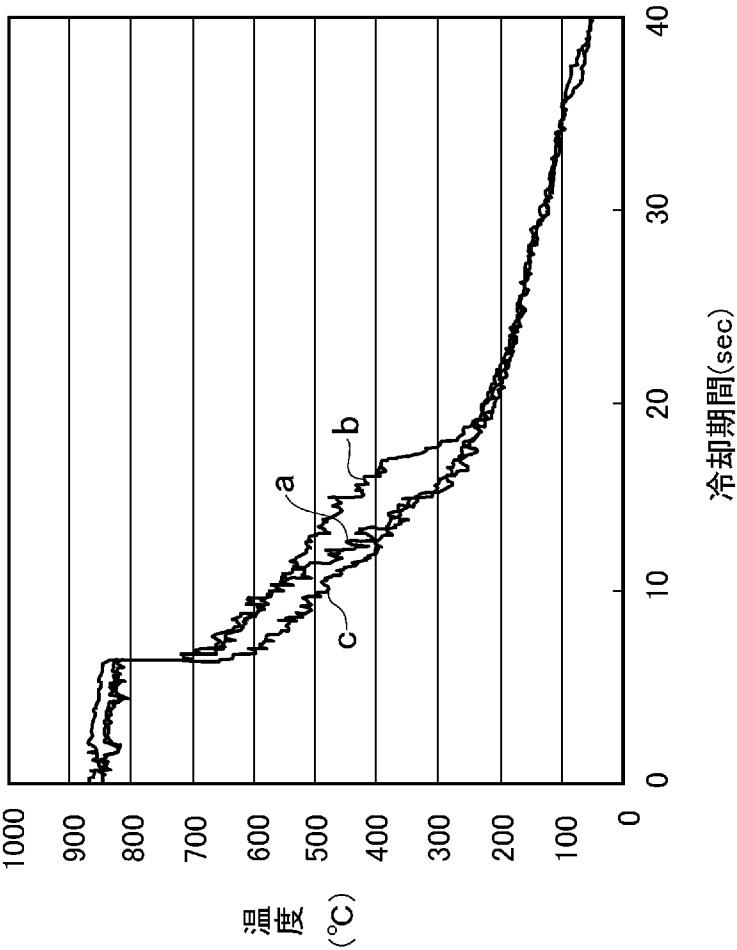
[図2]



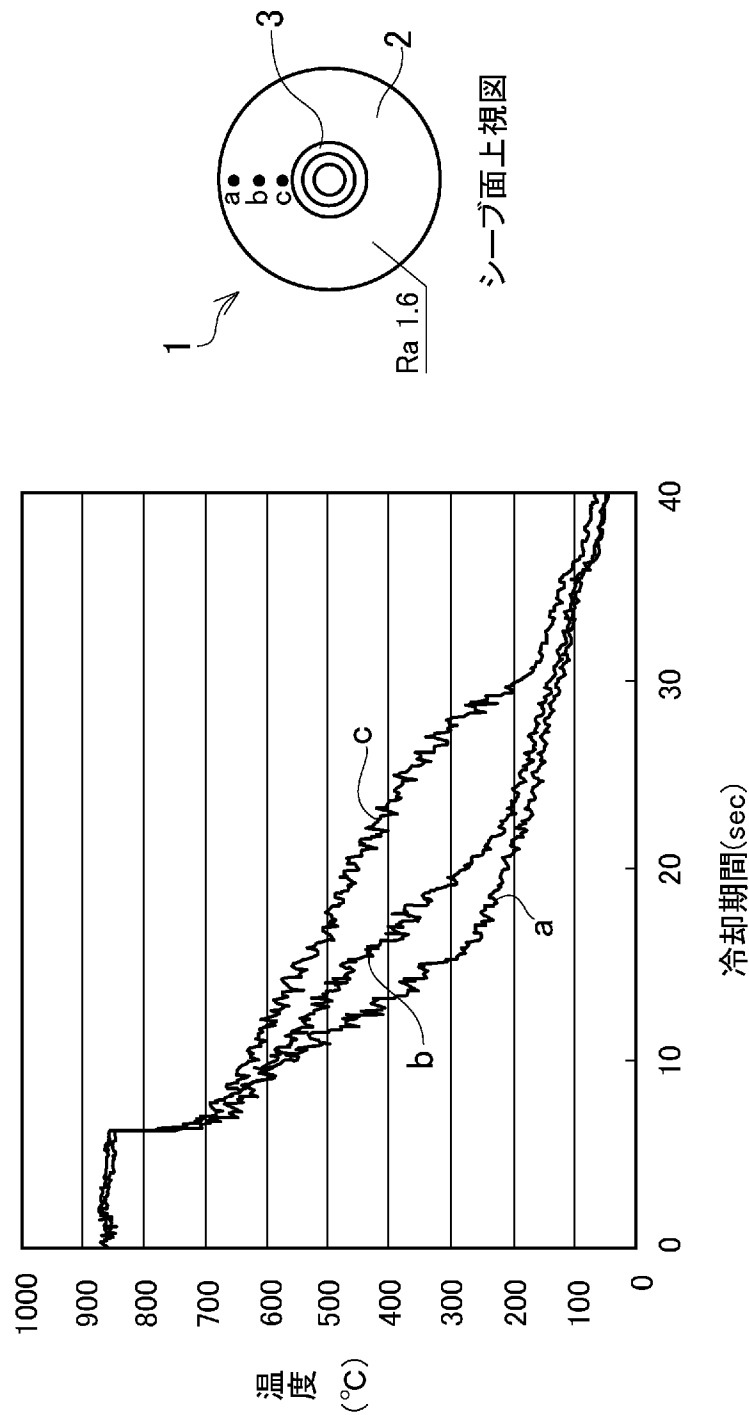
[図3]



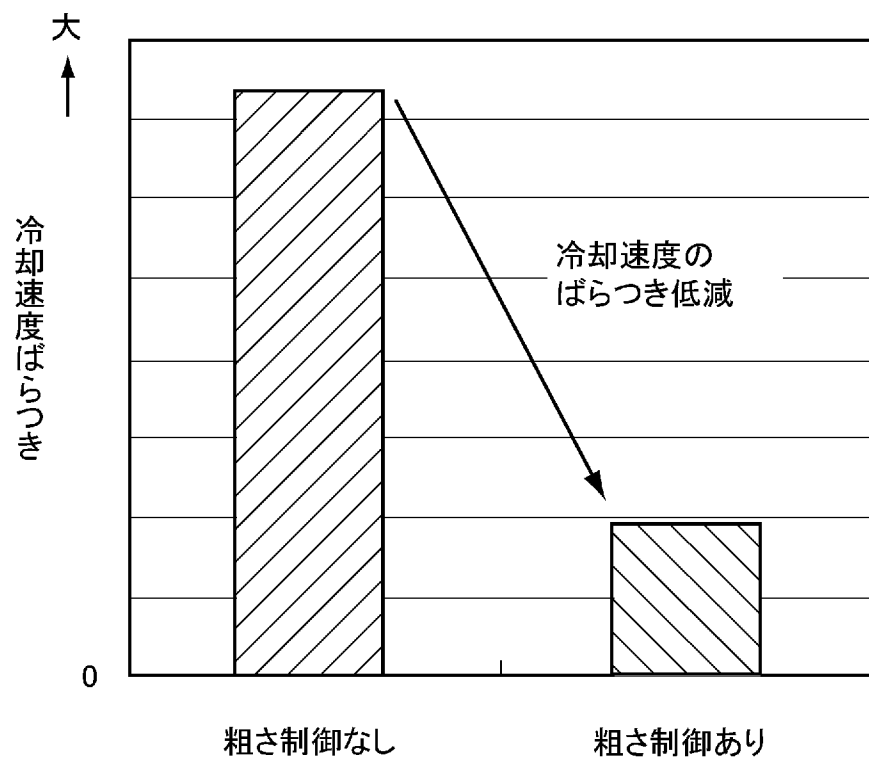
[図4]



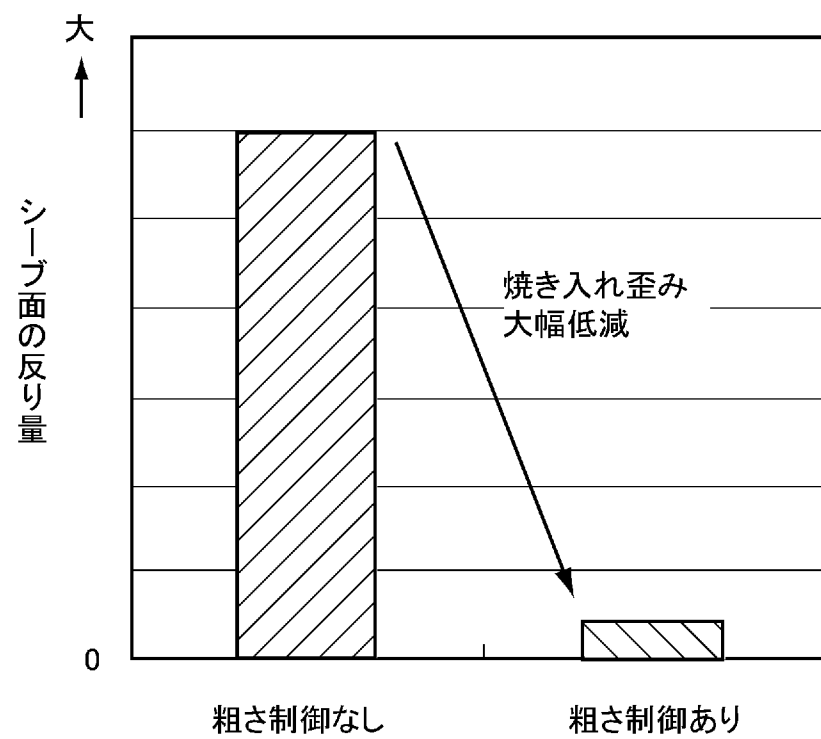
[図5]



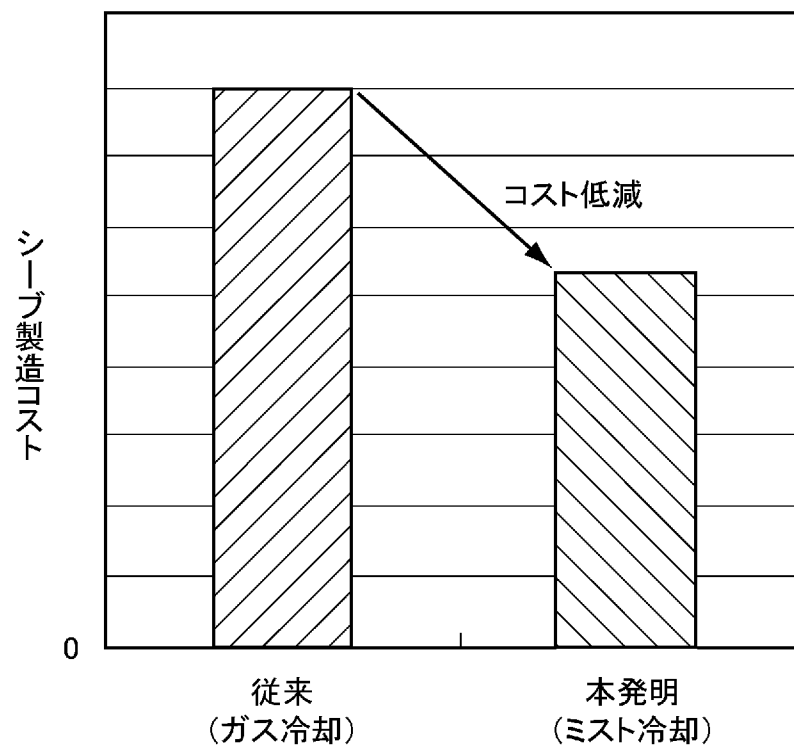
[図6]



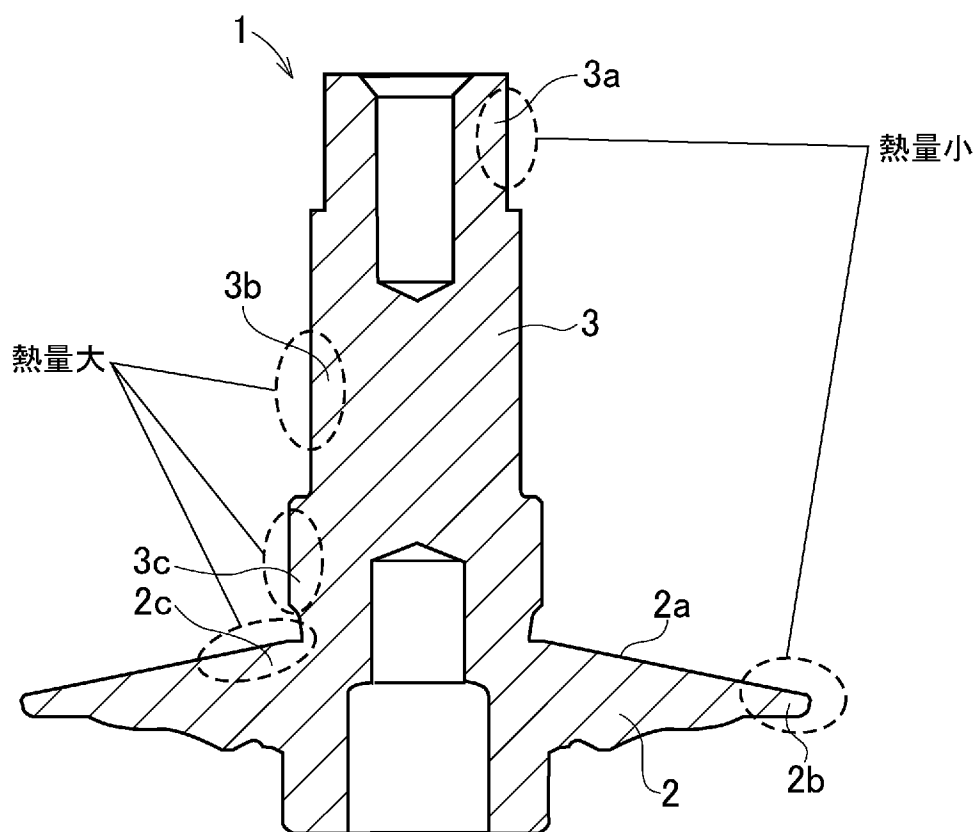
[図7]



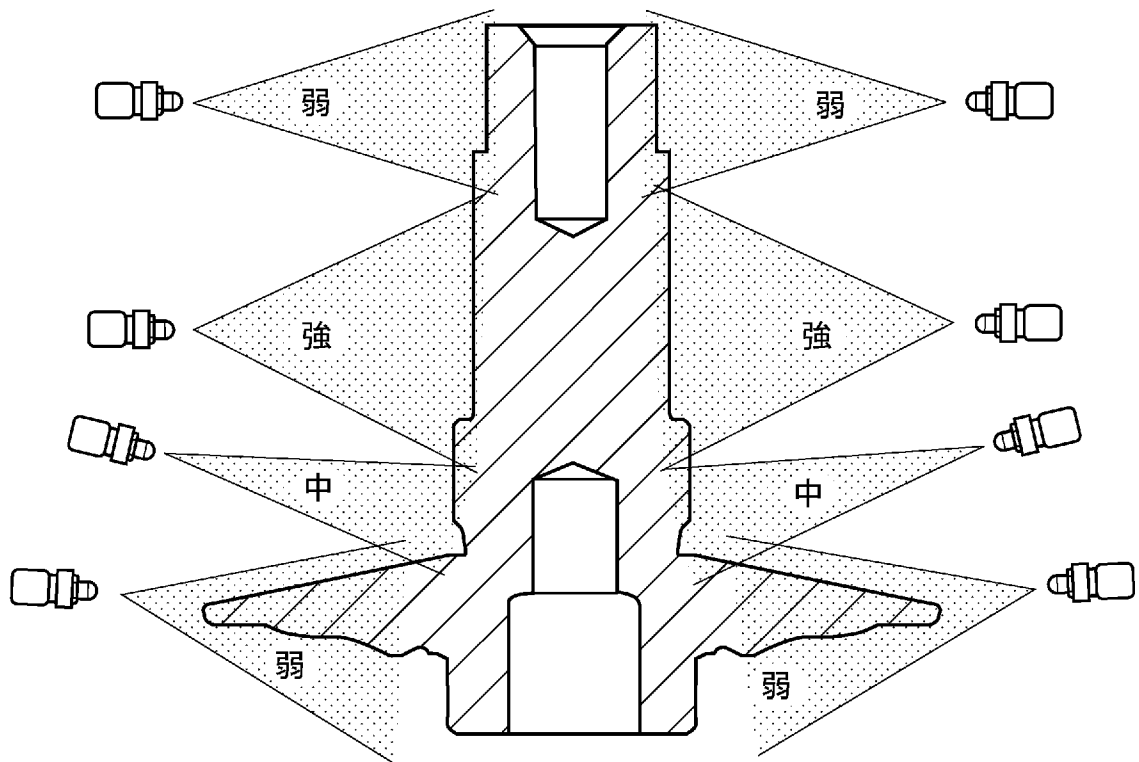
[図8]



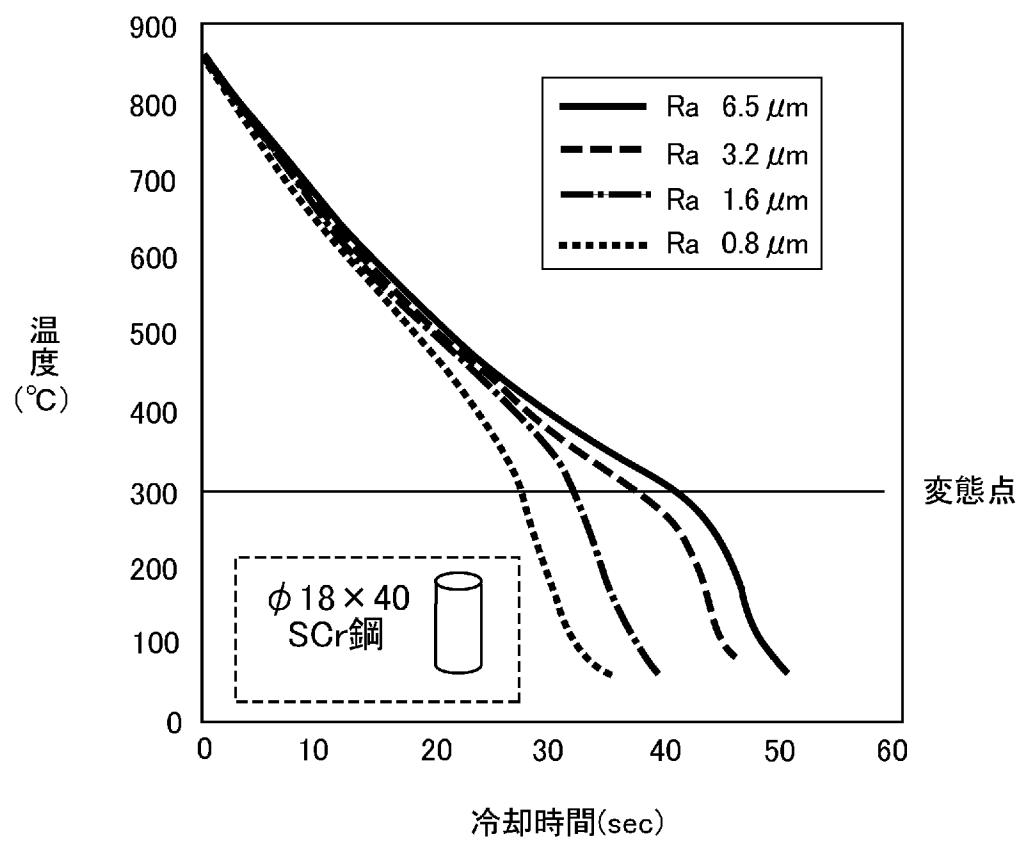
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/051570

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D7/06(2006.01)i, C21D1/00(2006.01)i, F16H9/12(2006.01)i, F16H55/56(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)

C21D7/06, C21D1/00, F16H9/12, F16H55/56

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
A	JP 63-149315 A (Kawasaki Steel Corp.), 22 June 1988 (22.06.1988), page 2, upper left column, line 9 to upper right column, line 4 (Family: none)	1-11
A	JP 2004-293635 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), paragraphs [0011] to [0016]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-11

☐ 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
06 March, 2013 (06.03.13)Date of mailing of the international search report
19 March, 2013 (19.03.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C21D7/06(2006.01)i, C21D1/00(2006.01)i, F16H9/12(2006.01)i, F16H55/56(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（I P C））

Int.Cl. C21D7/06, C21D1/00, F16H9/12, F16H55/56

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 63-149315 A（川崎製鉄株式会社）1988.06.22, 第2頁左上欄第9行-右上欄第4行（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2004-293635 A（日産自動車株式会社）2004.10.21, 【0011】 - 【0016】 , 図 1-3（ファミリーなし）	1-11

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

0 6 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

田中 永一

4 K

9 5 3 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5