(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6509944号
(P6509944)
(45)発行日　令和1年5月8日(2019.5.8)　(24)登録日　平成31年4月12日(2019.4.12)

(51)Int.Cl.　F I
C21D 6/00 (2006.01)　C21D 6/00 101Z
G04B 37/22 (2006.01)　C21D 6/00 102A
G04B 37/22 A

請求項の数 6　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2017-101408(P2017-101408)
(22)出願日　平成29年5月23日(2017.5.23)
(65)公開番号　特開2017-210684(P2017-210684A)
(43)公開日　平成29年11月30日(2017.11.30)
審査請求日　平成29年5月23日(2017.5.23)
(31)優先権主張番号　16171672.5
(32)優先日　平成28年5月27日(2016.5.27)
(33)優先権主張国　欧州特許庁(EP)

(73)特許権者　506425538
ザ・スウォッチ・グループ・リサーチ・アンド・ディベロップメント・リミテッド
スイス国・２０７４・マリン・リュ・ドゥ・ソオ・３
(74)代理人　100098394
弁理士　山川　茂樹
(74)代理人　100064621
弁理士　山川　政樹
(72)発明者　ジョエル・ポレ
スイス国・２０００・ヌーシャテル・リュ　デュ　バサン・２
(72)発明者　クリスチャン・シャルボン
スイス国・２０５４・シェザール－サン－マルタン・リュ　デ　ゼセール・３６アー
最終頁に続く

(54)【発明の名称】オーステナイト鋼の熱処理方法およびそれにより得られるオーステナイト鋼

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
オーステナイト系高窒素鋼（オーステナイト系ＨＮＳ）、またはオーステナイト系高侵入型鋼（オーステナイト系ＨＩＳ）の熱処理方法であって、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳは、クロムおよび／またはモリブデンの窒化物、炭化物、または炭窒化物の析出物を含み、前記方法は、前記析出物を含む前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを機械加工した後に、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをそのオーステナイト化温度に到達させることによって前記析出物を再び溶体化するステップと、次いで、前記析出物が再形成されないよう十分に急速に、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを冷却するステップを含む方法。
【請求項２】
機械加工前に前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中にクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物を発生させるために、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金をそのオーステナイト化温度に到達させ、または前記オーステナイト化温度で焼結させ、次いで、前記オーステナイト化温度からすぐに、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金の温度を、得られたオーステナイト系ＨＮＳまたはＨＩＳ構造中に前記析出物が発生するよう十分にゆっくり低下させ、次いで最後に、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを周囲温度に戻すことを特徴とする、請求項１に記載の方法。

【請求項３】
機械加工前に前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中にクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物を発生させるために、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金をそのオーステナイト化温度に到達させ、またはオーステナイト化温度で焼結させ、次いで、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金に、前記オーステナイト化温度からすぐに冷却熱処理を施し、前記析出物が発生する温度に達したら、得られたオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの冷却を中断して、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを前記析出物が発生する前記温度で、前記析出物が発生するまでの時間にわたって保持し、次いで最後に、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを周囲温度に戻すことを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
機械加工前に前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中にクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物を発生させるために、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金に、オーステナイト化熱処理、または前記オーステナイト化温度での焼結熱処理を施し、次いで、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金を焼入れして再加熱し、クロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物が発生する温度と時間を保持することを特徴とする、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
焼入れした後で、かつクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物が発生する温度と時間を前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳに与える前に、前記オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを冷間変形させることを特徴とする、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
請求項１から請求項５のいずれかに記載の熱処理方法を実施する、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳから時計の要素または宝飾品のパーツを作製する方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、オーステナイト鋼の熱処理方法、およびこの熱処理方法を実施することにより得られるオーステナイト鋼に関する。より具体的には、本発明は、オーステナイト系高窒素鋼またはオーステナイト系ＨＮＳとして知られる、窒素を添加したオーステナイト鋼に関する。本発明は、オーステナイト系高侵入型鋼またはオーステナイト系ＨＩＳとして知られる、格子間原子の濃度が高いオーステナイト鋼にも関する。
【背景技術】
【０００２】
窒素を添加したオーステナイト鋼（便宜上、以下「オーステナイト系ＨＮＳ」という）および格子間原子の濃度が高いオーステナイト鋼（以下「オーステナイト系ＨＩＳ」という）は、硬く、耐食性があり、アレルギー性が低い。そのため、とりわけ時計製作や宝飾品の分野における適用では、ニッケル濃度が非常に低いことから、肌と接触することが予定される外部要素を製造するのに、また特に冷間加工後でも非常に硬いことから、時計のムーブメント部品を製造するのにも非常に魅力的である。
【０００３】
オーステナイト系ＨＮＳは、高濃度で窒素格子間原子を含有する。この濃度は、合金の組成および実現に応じて最大１．５重量％まで高めることができる。オーステナイト系ＨＮＳから直接得られるオーステナイト系ＨＩＳは、窒素の格子間原子に加え、炭素の格子間原子を大量に含有する。
【０００４】

上述したように、一部のオーステナイト系ＨＮＳやオーステナイト系ＨＩＳは、ニッケル含有量が非常に少なく、耐食性があることから、アレルギー性が低いのが魅力的である。しかしながら、オーステナイト系ＨＮＳやオーステナイト系ＨＩＳは、特に弾性限度、冷間加工率および延性が非常に高いため、機械加工が非常に難しい。試験では、例えば、機械加工作業に１．４４３５鋼より２～３倍長くかかり、加工工具が極度に摩耗することが示されている。こうしたオーステナイト系ＨＮＳやオーステナイト系ＨＩＳの機械加工は、多くの点でチタンの機械加工に似ており、つまり、時間と費用がかかる困難なもので、そうした鋼を、特に時計製作や宝飾品の分野で用いる際の大きな障害となっている。

【０００５】

したがって、技術水準において、生体適合性、硬度、耐食性の特性を維持しながらも、より容易に機械加工可能なオーステナイト鋼が必要とされていた。

【発明の概要】

【０００６】

本発明は、ＨＮＳおよびＨＩＳ系のオーステナイト鋼の熱処理方法に関し、その目的は、このようなオーステナイト鋼をより機械加工しやすいものにすることである。

【０００７】

このために、本発明は、クロムおよび／またはモリブデンの窒化物、炭化物、または炭窒化物の析出物を含むオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理方法に関する。この方法は、析出物を含むオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを機械加工した後に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをそのオーステナイト化温度に到達させることにより析出物を再溶解または溶体化するステップと、次いで、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを、析出物が再形成されないくらいに十分に急速に冷却するステップを含む。

【０００８】

所望であれば、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ部品を機械加工してから析出物を除去することが可能であるため、この特徴は非常に有利である。時計の特定のケースにおいて、材料をできるだけ均質化し、残留応力を除去するために、この可能性を利用して、外部要素（ミドルケース、時計ケースバック、ベゼル、クラウン、プッシュピース、留め具、ブレスレットリンクなど）から析出物を除去することができよう。したがって、得られた鋼は、耐食性が改善し、延性が高くなる。宝飾品を製造したい場合にも同じことが言える。

【０００９】

本発明の補完的な特徴に従って、機械加工に先立ってオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中に析出物を形成させるには、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金をそのオーステナイト化温度に到達させ、またはそのオーステナイト化温度で焼結させ、次いで、オーステナイト化温度からすぐに、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金の温度を、得られたオーステナイト系ＨＮＳまたはＨＩＳ構造中にクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物が発生するくらいに十分にゆっくり低下させ、次いで最後に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを周囲温度に戻す。

【００１０】

オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中に析出物を形成させるステップは、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを機械加工した後に、析出物を溶体化させるステップに先行することが理解されよう。

【００１１】

熱処理方法は、金属射出成形（ＭＩＭ）のような粉末冶金によって得られる部品と同様に、鋳造およびそれに続く加工熱処理により得られる部品にもうまく適用されることにも注目される。実際に、合金をそのオーステナイト化温度で焼結してＨＮＳまたはＨＩＳ系のオーステナイト鋼を得た直後に、本発明の教示に従って、合金をゆっくり冷却して析出物の発生を促進することができる。

【００１２】
「ゆっくり冷却」とは、オーステナイト化または焼結後に、オーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳの微細構造中に析出物の発生を促す冷却を意味し、ゆえに、オーステナイト化または焼結後にＨＮＳおよびＨＩＳを急冷して析出物の形成を防ぐことから成る従来の加熱と焼入れとは対照的な処理となる。
【００１３】
析出物の発生を促すために、オーステナイト化、またはオーステナイト化温度での焼結直後に、オーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳにゆっくりした冷却熱処理を施すことを提言することにより、本発明は、合金をできるだけ急速に冷却して、得られるオーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳにおける析出物の形成をできるだけ防ぐという通常の実践に反する。
【００１４】
実際に出願者は、オーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳに前述のような熱処理を施すことによって、窒素原子と炭素原子が、例えば、粒界に移動して、クロム原子またはモリブデン原子と極めて容易に結合し、クロム／モリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物の析出物を形成する傾向があることを観察している。こうした析出物は、マトリックスとの接着性が非常に弱いため、切りくずがもろくなり、機械加工作業が容易になる。
【００１５】
本発明の方法の別の実施形態に従って、機械加工前にオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中にクロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物を発生させるために、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金をそのオーステナイト化温度に到達させ、またはオーステナイト化温度で焼結させ、次いで、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ合金に、オーステナイト化温度からすぐに冷却熱処理を施し、析出物が発生する温度に達したら、得られたオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの冷却を中断して、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをこの温度で、析出物が発生するまでの時間にわたって保持し、次いで最後に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを周囲温度に戻す。
【００１６】
本発明の方法のさらに別の実施形態に従って、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳにオーステナイト化熱処理、またはオーステナイト化温度での焼結熱処理を施し、次いで焼入れ熱処理した後に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを再加熱し、クロムおよび／またはモリブデン窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物が発生する温度と時間を与える。
【００１７】
この第３の形態は、さまざまな熱処理パラメータの完璧な制御が可能となるため、もっとも実際的である。
【００１８】
したがって、本発明によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理方法の第１、第２、および第３の実施形態は、そうした鋼の耐食性を向上させるため、より具体的には、時計の外部要素や宝飾品のパーツを得ることを目的とする。このような最初の３つの形態は、共通して、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳにオーステナイト化熱処理と、それに続く機械加工を適用した後に、得られた部品を、実際に、焼なまし温度に戻し、次いで焼入れして析出物を溶体化させることができる。
【００１９】
本発明の方法の第４の実施形態に従って、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをその焼なまし温度に、つまりそのオーステナイト化温度に到達させ、次いで、析出物が形成されないように急冷（焼入れ）し、それを冷間加工し、次いで、このオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳに、クロムおよび／またはモリブデン

窒化物、炭化物、または炭窒化物系の析出物が発生する温度と時間を与える。

【００２０】

本発明は、本発明による熱処理方法を実施することにより得られるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳから得られる時計の要素または宝飾品のパーツにも関する。

【００２１】

これらの特徴の結果として、オーステナイト化と冷間加工の後に得られるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの硬度は、それに続いて行われる本発明による析出処理の影響をほとんど受けない。しかしながら、そのような鋼の機械加工性は実質的に改善されている。

【００２２】

本発明の他の特徴および利点は、以下に示す、本発明によるオーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳの熱処理方法の実施例の詳細な説明から、より明らかになるであろう。この実施例は、添付の図面を参照した非限定的な例示を目的としてのみ提示するものである。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】本発明の方法の第１の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す概略的な恒温変態曲線である。

【図２】本発明の方法の第２の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す概略的な恒温変態曲線である。

【図３】本発明の方法の第３の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す概略的な恒温変態曲線である。

【図４】オーステナイト化温度で焼なましを行った後に焼入れした、析出物のないＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３　ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。

【図５】本発明の方法の第３の実施形態に従った熱処理を行ったＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。

【図６】本発明の方法の第４の実施形態に従った熱処理を行ったＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。

【図７】鋼が析出物を形成する温度に従った、図６のＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの硬度の変化を示すグラフである。

【図８】図６のオーステナイト鋼サンプルよりも高い冷間加工の後に、本発明の方法の第４の実施形態に従った熱処理を行ったＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。

【図９】鋼が析出物を形成する温度に従った、図８のＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの硬度の変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

本発明は、例えば前析出処理中にオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ中に発生した析出物を溶体化させる目的で、そのようなオーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳに熱処理を施すという全体的な発明概念に由来する。「析出熱処理」とは、こうしたオーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳを、一定時間にわたって、特にモリブデンおよび／またはクロムの窒化物、炭化物、または炭窒化物などの析出物が発生する温度条件に置くことを目的とする処理を指す。実際、こうした析出物は、一般に材料のマトリックスと弱く結合しているにすぎないので、部品の機械加工時に切りくずの形成や除去を改善する。したがって、本発明によれば、析出物を含むオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳで作られている部品を機械加工した後に、これらの部品を焼なまし温度に戻し、次いで焼入れを行って析出物を固溶体に戻すステップから成る第２のオーステナイト化処理を施すことができる。機械加工の後にオーステナイト系ＨＮＳおよびオーステナイト系ＨＩＳを２度目に焼なまし温度にすることにより

、材料中の内部応力が軽減し、それにより硬度が低下するので、この焼なまし処理は、好ましくは、硬度よりも耐食性や研磨性がより重要な特性となる時計の外部要素や宝飾品のパーツ向けであるが、これに限定されない。

【００２５】

図１～３に示す図は、簡略化した概略図であると理解される。実際、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの組成は、それぞれ独自の恒温変態曲線を有し、これは関係する析出物の性質にも依存する。

【００２６】

図１は、本発明の方法の第１の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す恒温変態（時間［ｔ］－温度［Ｔ］－変態）曲線である。Ｔｒ１は、ＨＮＳまたはＨＩＳ系のオーステナイト鋼のオーステナイト化温度または焼なまし温度で、ａは、図１の恒温変態曲線において、析出物が形成される時間および温度条件に相当する領域を区切る曲線である。１は、析出物が形成されないようオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをその焼なまし温度から周囲温度に戻す急冷曲線を示し、２は、この曲線２に従ってオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの温度を低下させることで、前記鋼に析出物を発生させることができるような、時間と温度のパラメータを組み合わせた、本発明による冷却曲線を示す。

【００２７】

図２は、本発明の方法の第２の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す恒温変態（時間［ｔ］－温度［Ｔ］－変態）曲線である。Ｔｒ２は、ＨＮＳまたはＨＩＳ系のオーステナイト鋼のオーステナイト化温度または焼なまし温度で、ｂは、図２の恒温変態曲線において、析出物が形成される時間および温度条件に相当する領域を区切る曲線である。処理は、最初に曲線４に従ってオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳをその焼なまし温度Ｔｒ２から急冷し、次いで、温度が、析出物の発生可能な値Ｔｐ２に達したときに、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの冷却を中断し、析出物が発生するまでの時間にわたって鋼を温度Ｔｐ２で保持する（曲線６）。最後に、鋼を周囲温度に戻す（曲線８）。

【００２８】

図３は、本発明の方法の第３の実施形態によるオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳの熱処理を示す恒温変態（時間［ｔ］－温度［Ｔ］－変態）曲線である。Ｔｒ３は、ＨＮＳまたはＨＩＳ系のオーステナイト鋼のオーステナイト化温度または焼なまし温度で、ｃは、図３の恒温変態曲線において、析出物が形成される時間および温度条件に相当する領域を区切る曲線である。ここで対象となる鋼は、析出物が形成されないくらいに十分に急速に焼なまし温度Ｔｒ３から周囲温度に冷却したオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳである。本発明の方法の第３の実施形態に従って、そのようなオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳは、曲線１０に従って加熱し、析出物が発生する温度と時間を保持し（曲線１２）、次いで冷却する（曲線１４）。

【００２９】

本発明の第４の実施形態は、焼なまし処理と焼入れ処理の後で、かつ析出処理の前に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを冷間加工する、すなわち冷間変形する点のみが、同じ方法の第３形態と異なる。したがって、析出物が形成される温度と時間をオーステナイト鋼に与えるステップから成る本発明による熱処理は、この第４の形態では、冷間加工によって前硬化される材料に適用される。

【００３０】

最後に、本発明の方法の第５かつ最後の実施形態は、第１から第３のうちいずれか１つの実施形態に従った熱処理の後に、オーステナイト鋼に冷間変形処理を施すステップから成る。

【００３１】

Ｘ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳにそれぞれ異なる試験を実施した。

【００３２】
図４は、オーステナイト化温度で焼なましを行った後に焼入れしたＨＩＳ　Ｘ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３鋼のサンプルの金属組織断面である。この図を調べると、粒界がほとんど見えず、これは析出物がないことを示す。
【００３３】
図５は、本発明の方法の第３の実施形態に従った熱処理を行ったＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。図５を調べると、粒界が目に見えることから、これらの粒界に沿って多量の析出物が存在することがわかる。粒界の粒子内でいくつか大きい析出物が成長しているのがわかる（図５の円で囲った領域）。Ｘ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳを、焼なまし温度から急冷した後に８００℃にして２時間保持することにより、そのような濃度の析出物を得ることができた。
【００３４】
時計のムーブメント用の部品などのいくつかの適用では、冷間加工後に得られる硬度を保持したい場合に、（析出処理後に）部品に焼なましを行うことは想定できない。そのため、Ｘ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルは、焼なまし処理、焼入れ処理、および冷間加工処理の後に、析出物が形成される温度と時間をＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳに与えるステップから成る本発明の第４の実施形態に従った熱処理を行った。析出物の形成は、冷間変形後ではるかに速いことが観察された。実際に、冷間変形に起因する転位と欠陥が、析出物の発生と成長を促進する拡散経路を形成する。
【００３５】
図６は、引抜きによる冷間変形で外径を３ｍｍから２．５ｍｍに縮小した、すなわち直径が１６．６％縮小した棒状のＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。本発明による方法の第４の実施形態に従って、このサンプルは、次いで、図３に示す温度曲線に従って、８００℃にして２時間保持した。鋼は、粒界にも粒子内にも多くの析出物を有するのがわかる。
【００３６】
図７は、鋼が析出物を形成する温度に従った、図６のＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳの硬度の変化を示すグラフである。本発明による析出処理を行っていないオーステナイト鋼の冷間加工後の硬度が４５０　ＨＶ１０（グラフ中の四角形の印）であることがわかる。同じオーステナイト鋼に、冷間加工後に、本発明の方法の第４の実施形態による熱処理を施す。この鋼のサンプルは、それぞれ７５０℃、８００℃、８５０℃、９００℃、および９５０℃の温度に到達させて２時間保持し、次いで冷却している（グラフ中のひし形の印）。７００℃から９００℃の間で加熱したサンプルの硬度は、約４２５　ＨＶ１０から３７５　ＨＶ１０の間に含まれていることがわかる。すなわち、本発明の第４の実施形態による熱処理を施したこれらのオーステナイト鋼サンプルの硬度は、析出処理を施していない冷間加工オーステナイト鋼の硬度に対してほどんど違いがない。しかしながら、本発明のこの第４の形態による析出熱処理を施したオーステナイト鋼サンプルの機械加工性は、著しく改善している。９５０℃に加熱して２時間保持したオーステナイト鋼サンプルのみ、析出処理なしのオーステナイト鋼より硬度が実質的に低い（３５０　ＨＶ１０未満）。最後に、焼なまし処理の後に焼入れのみを施したＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプル（グラフ中の三角形の印）の硬度は２５０　ＨＶ１０未満である。
【００３７】
図８は、引抜きによる冷間変形で外径を３ｍｍから２ｍｍに縮小した、すなわち直径をさらに大幅に３３．３％縮小した棒状のＸ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３オーステナイト系ＨＩＳのサンプルの金属組織断面である。この鋼サンプルは、本発明の第４の実施形態に従って８００℃にして２時間保持することによって、図６と同じ熱処理を施している。粒界に沿って、および粒界から粒子の内部に向けて形成される析出物に加え、実際に

粒子内部で析出物の濃度が高いので、図６と比べて、析出現象がさらにいっそう顕著であることがわかる。

【００３８】

図９は、冷間加工後に、鋼が析出物を形成する硬度と温度に従った、図８の鋼の硬度の変化を示すグラフである。本発明による析出処理を行っていないオーステナイト鋼の冷間加工後の硬度が５５０　ＨＶ１０から５６０　ＨＶ１０に含まれていることがわかる（グラフ中の四角形の印）。この硬度は、冷間加工率がより高いため、図７の硬度より高い。図９のひし形の印は、それぞれ７００℃、７５０℃、８００℃、および８５０℃の温度に到達させて４５分間保持したオーステナイト鋼サンプルに該当する。丸い印は、それぞれ７００℃、７５０℃、８００℃、および８５０℃の温度に到達させて２時間保持したオーステナイト鋼サンプルに該当する。図７と図９のグラフを比較すると、冷間加工率が高いほど、析出物が形成されやすいことが明らかになる。実際、鋼内の機械的張力により、析出物が凝集、成長することができる。

【００３９】

析出処理温度が同じ場合、析出処理時間が長くなると、オーステナイト鋼サンプルの硬度が高くなることがわかる。処理時間が同じ２時間である場合、析出温度が高いほど、鋼の硬度が低下する。しかしながら、これらのグラフは、析出物が多く、それにもかかわらず初期の硬度に近い鋼を得ることが可能であることを示している。

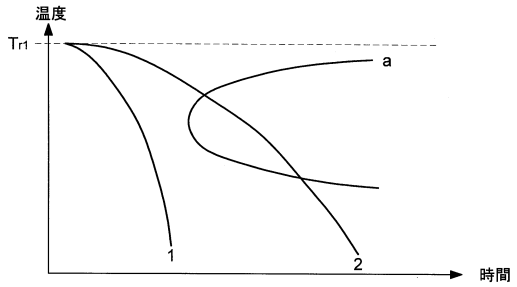
【００４０】

言うまでもなく、本発明は上述した実施態様に限定されず、また当業者は、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の範囲から逸脱することなく、さまざまな簡単な変更および形態を想定できる。本発明による析出方法を適用できるＨＮＳおよびＨＩＳの非限定的ないくつかの例として、Ｘ５ＣｒＭｎＮ１８－１８、Ｘ８ＣｒＭｎＮ１９－１９、Ｘ８ＣｒＭｎＭｏＮ１８－１８－２、Ｘ１３ＣｒＭｎＭｏＮ１８－１４－３、Ｘ２０ＣｒＭｎＭｏＮ１７－１１－３、またはＸ５ＭｎＣｒＭｏＮ２３－２１がある。最後に、析出方法の際に形成される可能性のある析出物のいくつかの例として、Ｍ２３Ｃ、ＭＣ、Ｍ６Ｃ、またはＭ２Ｎがあり、このときＭは、炭素または窒素と結合して炭化物または窒化物または炭窒化物を形成できる合金の１つまたは複数の金属元素である。本発明は、特に宝飾品のパーツおよび時計の外部要素に適用される。

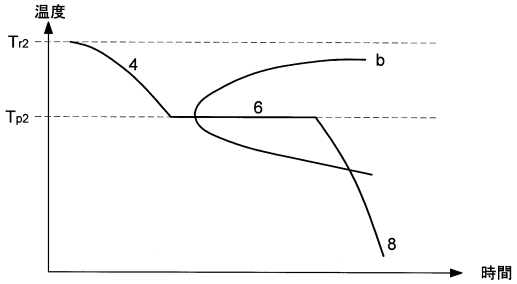
【００４１】

前述の説明から、析出物を含むＨＮＳまたはＨＩＳ系のオーステナイト鋼を用いて、例えば宝飾品や腕時計のパーツなどの要素を機械加工することは有利であると理解される。しかしながら、機械加工後に、こうした析出物をなくすことも有利であり得る。実際に、析出物があると、部品の機械加工中に切りくずの形成や除去が促進されることにより機械加工作業が容易になるものの、機械加工後に、こうした切りくずを除去して、こうした部品の延性と耐食性を改善することは有利であり得る。よって、本発明は、析出物を含むオーステナイト系ＨＮＳまたはＨＩＳの熱処理方法を教示する。この方法は、特に宝飾品または時計製作向けに、析出物を含むオーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳを用いて作った部品を機械加工した後に、オーステナイト系ＨＮＳまたはオーステナイト系ＨＩＳ部品をそのオーステナイト化温度に到達させることによって析出物を再溶解または再び溶体化するステップと、次いで、典型的には焼入れによって、析出物が再び形成されないくらいに十分に急速に部品を冷却するステップを含む。「機械加工作業」は、特にボーリング、フライス削り、きりもみ、ねじ切り、タッピング、および切断の作業を意味するがこれに限定されない。

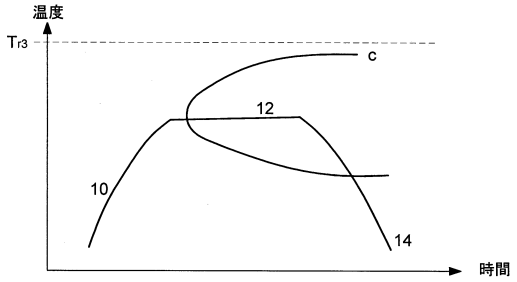
【図１】



【図２】



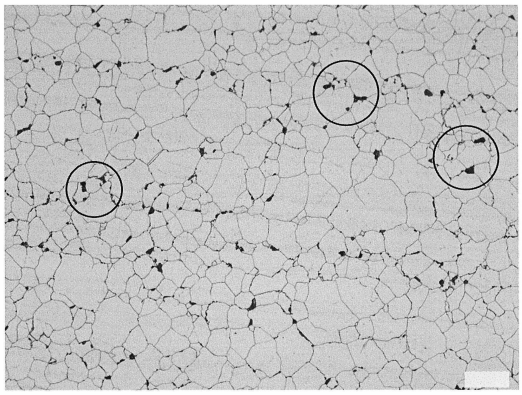
【図３】



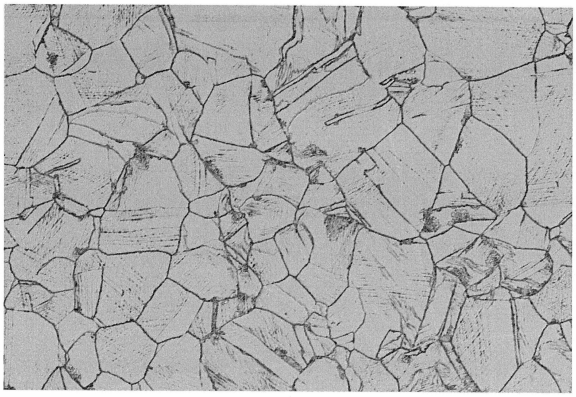
【図４】



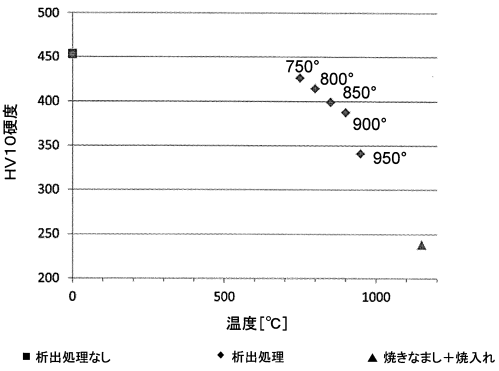
【図５】



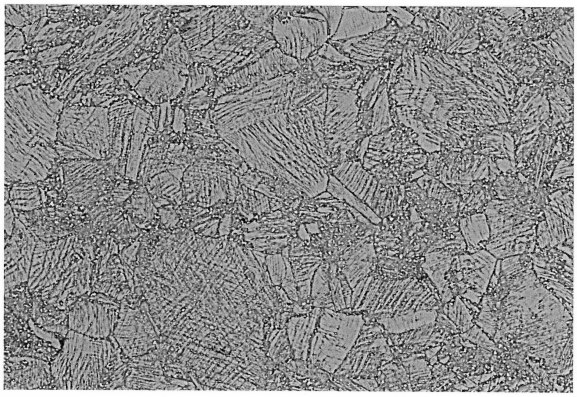
【図６】



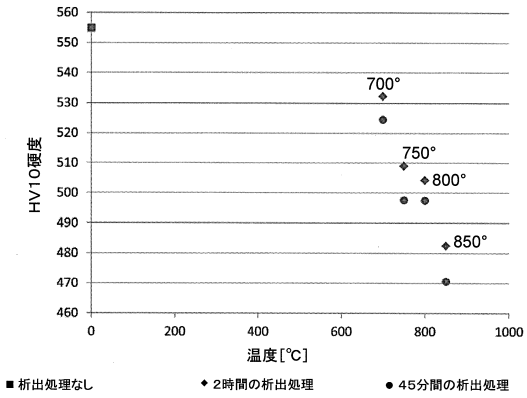
【図７】



【図８】



【図９】


560
550
540
530
520
510
500
490
480
470
460
HV10硬度
0
200
400
600
800
1000
温度[℃]
700°
750°
800°
850°
■ 析出処理なし
◆ 2時間の析出処理
● 45分間の析出処理

フロントページの続き

(72)発明者　ヴァンサン・フェイ
スイス国・２０３４・ペソー・リュ　デュ　シャスラ・３４

審査官　相澤　啓祐

(56)参考文献　特開平０３－２２９８１５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２８０９５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１４６２８７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２１Ｄ　　６／００－　６／０４
Ｃ２１Ｄ　　９／００－　９／４４
Ｂ２２Ｆ　　１／００－　８／００
Ｃ２２Ｃ　　１／０４－　１／０５
Ｃ２２Ｃ　３３／０２