

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4987263号
(P4987263)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl.		F I	
C 2 1 D	9/08	(2006.01)	C 2 1 D 9/08 E
C 2 1 D	1/28	(2006.01)	C 2 1 D 1/28
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 O 1 Z
C 2 2 C	38/12	(2006.01)	C 2 2 C 38/12
F O 2 M	55/02	(2006.01)	F O 2 M 55/02 3 5 O Z

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2005-215868 (P2005-215868)
 (22) 出願日 平成17年7月26日(2005.7.26)
 (65) 公開番号 特開2007-31765 (P2007-31765A)
 (43) 公開日 平成19年2月8日(2007.2.8)
 審査請求日 平成19年8月3日(2007.8.3)

(73) 特許権者 390039929
 三桜工業株式会社
 東京都渋谷区渋谷二丁目3番6号
 (74) 代理人 100075812
 弁理士 吉武 賢次
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74) 代理人 100096895
 弁理士 岡田 淳平
 (74) 代理人 100117787
 弁理士 勝沼 宏仁
 (72) 発明者 豊 島 秀 樹
 茨城県古河市鴻巣758 三桜工業株式会社
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高強度鋼管およびその熱処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被処理鋼管の機械的特性を改善するために、冷間での伸管加工を終えた前記被処理管に施す熱処理方法であって、

Cの含有量を0.22質量%以下、Siの含有量を0.55質量%以下、Mnの含有量を1.60質量%以下、残部はFeおよび不可避的不純物である高圧配管用合金鋼にバナジウムを0.10~0.30質量%の範囲で添加した合金鋼を材料とする鋼管を被処理鋼管として用意し、

前記被処理鋼管を980~1100の範囲内で所定時間高温を保持した後、20~200 /分の冷却速度で該鋼管を徐冷する焼きならしを行い、

次いで被処理鋼管を600~700の範囲内まで加熱した後、常温まで冷却する焼き戻しを行うことを特徴とする高強度鋼管の熱処理方法。

【請求項2】

前記被処理管は、ディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射システムに用いられる燃料噴射管であることを特徴とする請求項1に記載の高強度鋼管の熱処理方法。

【請求項3】

高強度鋼管の組成が、

Cの含有量を0.22質量%以下、Siの含有量を0.55質量%以下、Mnの含有量を1.60質量%以下で、かつ、Vの含有量が0.10~0.30質量%、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、その金属組織はバナジウム炭窒化物が析出したベイナイト

主体の組織であり、

前記高強度鋼管はディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射システムを構成する燃料噴射管として用いられる高強度鋼管であることを特徴とする高強度鋼管。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高強度鋼管の熱処理方法に係り、高圧配管、自動車では例えば、コモンレール式ディーゼルエンジンの高圧燃料配管に用いられる高強度鋼管およびその熱処理方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

高圧配管に用いられる高強度鋼管には、例えば炭素鋼や、SiやMn、あるいは必要に応じてCrやMo、Alを微量添加した合金鋼を材料とする鋼管がある。例えば、自動車用コモンレール式ディーゼルエンジンに用いられる高圧燃料配管の場合、目的のサイズに伸管加工した後、耐圧性を確保するために、電解研磨や化学研磨、流体研磨などにより管の内面に研磨を施す工程や、焼ならしや焼鈍などの熱処理や、外面の防錆のための表面処理を経て、両端締結部の端末成形、所定の形状への曲げ加工を施して最終的な製品形状になる。

【0003】

従来の自動車用ディーゼルエンジンの高圧燃料配管の機械的性質は、降伏点が350～500 [MPa]程度、引張応力が500～650 [MPa]程度、伸びが22～35%程度であり、例えば、外径6.35mm、内径3.0mmの鋼管の場合、降伏（塑性変形）させずに使える実車相当条件での動的な耐圧は、120～190 [MPa]程度であった。実使用上は、安全率を見込んで、100～150 [MPa]の耐圧性能が得られる。

20

【0004】

ところで、自動車の燃料配管に上述した高強度鋼管を用いる場合、一般には強度的に不足することはないが、近年、コモンレール式のディーゼルエンジンが開発され、より高強度の燃料配管用鋼管の開発が要求されている。

【0005】

30

従来のディーゼルエンジンでは、燃料噴射弁につながっている燃料配管はポンプから気筒毎に独立していたのに対して、コモンレール式ディーゼルエンジンでは、ポンプと噴射弁との間にコモンレールという配管を設け、このコモンレール内にポンプから圧送されてきた高圧の燃料を蓄圧し、そこから燃料を各気筒の噴射弁に分配するようにしたものである。このコモンレール式の燃料噴射システムでは、燃料噴射量や噴射のタイミングを低速域から高速域までコンピュータにより高精度の制御を行い、従来のディーゼルエンジンに較べて大幅な排ガス清浄度、燃費、出力の向上や、騒音、振動の低減といった性能向上を実現できる。

【0006】

年々、厳しさを増す排出ガス規制への対応や、静粛性改善、燃費、出力向上のために、コモンレール式ディーゼルエンジンの高圧噴射化が進むに伴い、コモンレールに使う燃料噴射管には、これまで以上の耐圧性が要求されるようになってきている。

40

【0007】

コモンレール式ディーゼルエンジンに用いる燃料噴射管の強度を高める技術として、例えば、特許文献1に開示されているものがある。この特許文献1では、高強度鋼管を950の熱処理でオーステナイト単相とした後に、350から500の間に急冷してオーステンパー処理を施すことにより、内圧および疲労強度を高めるようにしている。

【特許文献1】特開2002-295336号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0008】

制御技術と製造技術のめざましい進歩により、コモンレール式の燃料噴射システムでは、燃料噴射圧がますます上昇している。最近では、最高噴射圧が160 [MPa]を超えるものまでが登場するに至っている。160 [MPa]以上の最高噴射圧には、従来の燃料噴射管に用いていた高強度配管の耐圧性能では対応できない。

【0009】

コモンレール式ディーゼルエンジンの高圧燃料配管の場合、噴射弁から各気筒内への燃料噴射に伴う圧力変動が絶えず繰り返されるだけでなく、振動や熱応力が不断に付加されるため、160 [MPa]以上の動的耐圧性能を保証するのは、従来の高強度配管では不可能になってきている。

10

【0010】

燃料噴射管の場合、最終的には、両端締結部の端末成形や、適用するエンジンの形に合わせて曲げ加工などを施すことが必須となる。耐圧性の向上については、鋼の特性を大きく変えずに、強度を引き上げる目的で、Cr、Mn、Siを添加することが行われている。

【0011】

ところが、強度と加工性は互いに相反する傾向があり、強度を引き上げると、加工性が著しく低下するため、必要な耐圧性を持たせた燃料噴射管を製造する上で、大きな問題となっている。特に、自動車に用いられる燃料噴射管では、両端締結部の端末成形や曲げ加工といった二次加工性は、耐圧性と並んで必要となる特性である。

20

【0012】

そこで、本発明の目的は、前記従来技術の有する問題点を解消し、二次加工性を確保するとともに、近年のコモンレール式燃料噴射システムの高圧化に対応し得る十分な耐圧性能を実現できるようにした高強度鋼管の熱処理方法を提供することにある。

【0013】

また、本発明の他の目的は、近年のコモンレール式燃料噴射システムでの著しい燃料噴射制御の進歩に伴う耐圧性強化の要求に対して、最終的に燃料噴射管にするための二次加工性を犠牲にせずに応えられるようにした高強度鋼管を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

前記の目的を達成するために、本発明は、被処理鋼管の機械的特性を改善するために、冷間での伸管加工を終えた前記被処理管に施す熱処理方法であって、Cの含有量を0.22質量%以下、Siの含有量を0.55質量%以下、Mnの含有量を1.60質量%以下、残部はFeおよび不可避免的不純物である高圧配管用合金鋼にバナジウムを0.10~0.30質量%の範囲で添加した合金鋼を材料とする鋼管を被処理鋼管として用意し、前記被処理鋼管を980~1100の範囲内で所定時間高温を保持した後、20~200/分の冷却速度で該鋼管を徐冷する焼きならしを行い、次いで被処理鋼管を600~700の範囲内まで加熱した後、常温まで冷却する焼き戻しを行うことを特徴とするものである。

30

【0015】

本発明では、高圧配管として必要な強度や延性などの機械的特性を調整するために施す熱処理を、焼きならしと焼き戻しとの二段階に分けて行い、前工程の焼きならし処理では、添加したVを十分に溶け込ませて析出強化し、引張強さや降伏点を高くするなど機械的強度を向上させる。

40

【0016】

焼きならしの温度が1100を超えると、金属組織中のオーステナイト結晶粒の粗大化が顕著となり、二次加工性の確保に必要な延性の低下が懸念される。一方、焼きならし温度が950以下の場合、金属組織はフェライト・パーライトが主体になり、目的の強度は得にくくなる。

【0017】

50

次に、後工程の焼き戻し処理は、前工程の焼きならしにより強度が向上する反面、延性が低下するので、低下した延性を必要最低限まで取り戻し、二次加工性を確保するため行う。焼き戻しにより、Vの析出強化がより強められたベイナイト主体の金属組織になり、強度と延性をバランス良く調和できるようになる。

【0018】

なお、焼入れと焼き戻しの組み合わせにより、マルテンサイト組織による強度向上が可能であるが、韌性や延性が大幅に低下し、二次加工性は確保できない。

【0019】

また、本発明では、前記被処理鋼管の材料である合金鋼は、C含有量を0.22重量%以下、Siの含有量を0.55重量%以下、Mnの含有量を1.60重量%以下であることが好ましい。

10

【0020】

鋼の機械的特性を向上させるためには、C、Mn、Si等の元素の添加量を増量する方法があるが、強度が向上する反面、二次加工性が低下する。

【0021】

そのため、自動車用の高圧燃料配管では、その材料の鋼材についてDIN規格でC、Mn、Si等の主要元素の添加量上限を規定している。本発明では、C、Mn、Si等の元素の添加量上限は、自動車用ディーゼルエンジンの高圧燃料配管としてこれまでに十分に実績のあるDIN規格のSt52に準じる一方で、Vの析出強化により、さらに強度を向上させる手法を採用した。

20

【0022】

Vの含有量が0.3重量%を超えると、回転曲げ疲労試験による疲れ限度比（疲れ限度/引張強さ）が頭打ちになり、0.1重量%以下になると、必要な機械的強度が得られない。

【0023】

このため、本発明では、Vの含有量が0.10~0.30重量%の範囲にあることが好ましい。

また、本発明では、前記焼きならし工程における冷却速度は、20~200 /分の範囲にあることを特徴とするものである。これは、既存の焼鈍炉やブレージング炉といった油槽などを持たない連続炉でも十分に実現可能な熱処理条件を構築することを念頭においているためである。なお、20 /分以下の冷却速度では、金属組織はフェライト・パーライト主体となり、目的の強度は得られない。

30

【0024】

さらに、本発明による高強度鋼管は、高強度鋼管の組成が、Cの含有量を0.22質量%以下、Siの含有量を0.55質量%以下、Mnの含有量を1.60質量%以下で、かつ、Vの含有量が0.10~0.30質量%、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、その金属組織はバナジウム炭窒化物が析出したベイナイト主体の組織であり、前記高強度鋼管はディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射システムを構成する燃料噴射管として用いられる高強度鋼管であることを特徴とする。

【0025】

本発明の高強度鋼管では、上述のように、Vを添加した鋼が焼きならし、焼き戻しを経ることにより、Vの析出強化がなされたベイナイト主体の金属組織にすることができ、強度の向上と二次加工性の確保をバランス良く調和した特性を実現できる。

40

【発明の効果】

【0026】

本発明による熱処理方法によれば、自動車用配管に必要な特性である二次加工性を確保するとともに、近年のコモンレール式燃料噴射システムにみられるような高圧化に対応し得る十分な耐圧性能を実現できる。また、コモンレールに用いる燃料噴射管の場合では、熱処理の終了の段階で必要な強度と二次加工性を得られるので、二次加工後に改めて強度を高める処理を施すことが必要なくなり、熱処理に引き続いて防錆のための表面処理工程

50

や、インジェクタの詰まりを防止する管内清浄などを十分に行い低コストで品質の高い噴射管とすることができる。

【0027】

本発明による高強度鋼管によれば、近年のコモンレール式燃料噴射システムでの著しい燃料噴射制御の進歩に伴う耐圧性強化の要求に対して、最終的に燃料噴射管にするための二次加工性を犠牲にせずに応えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明による高強度鋼管の熱処理方法の一実施形態について、添付の図面を参照しながら説明する。

図4は、本発明が適用されるディーゼルエンジンのコモンレールおよび燃料噴射管を示す。参照符号10がコモンレールを示す。参照番号11aは、サプライポンプ(図示せず)から高圧で圧送される燃料をコモンレール10に導入するための配管である。参照番号11b乃至11eは、コモンレール10からディーゼルエンジンの各気筒のインジェクタに分配する配管である。

これらの配管11a乃至11eに用いられる高強度鋼管は、図5に示すような伸管加工工程、内面研磨工程、焼きならし工程、焼き戻し工程、表面処理工程、端末成形工程、曲げ加工工程を経て製造される。

【0029】

まず、素材としては、例えばDIN規格のSt52に準じた組成成分(C:0.22重量%以下、S:0.55重量%以下、Mn:1.60重量%以下)で、かつVを0.1~0.3重量%添加した合金鋼を材料としている鋼管を用いている。そして、この鋼管は、目的のサイズまで数回に分けて伸管加工される。

内面研磨工程では、鋼管の内面を電解研磨や化学研磨により、内面を平滑にして応力集中を防ぎ、耐圧性を高める。

【0030】

焼きならし工程では、加熱炉内で鋼管を950~1100の範囲内で所定時間高温を保持した後、20~200/分の冷却速度で該鋼管を徐冷する。

続く焼き戻し工程では、加熱炉内で鋼管を500~700の範囲まで加熱した後、常温まで任意の冷却速度で冷却する焼き戻しを行う。

【0031】

その後、表面処理工程では、外面の防錆処理が施され、両端締結部を成形するなどの端末成形工程、所定の形状への曲げ加工工程を経て図4に示すような噴射管11a乃至11eになる。

【実施例】

【0032】

次に、本発明を実施例に基づいて説明する。

鋼材の組成がC:0.21重量%、Si:0.47重量%、Mn:1.52重量%、V:0.175重量%である鋼材から試験片を作成した。そして、この試験片について、実施例1~7として、表1に示すように焼きならし温度をそれぞれ変えて所定時間焼きならし温度を保持し、その所定の冷却速度で徐冷する焼きならしを行い、その後、650まで加熱した後、常温まで任意の冷却速度で冷却する焼き戻しを行った。実施例8~14では、表2に示すように、一定の1080の焼きならし温度で各実施例8~14で共通の条件で焼きならしを行った後、各実施例8~14で異なる温度で焼き戻しを行った。

10

20

30

40

【表 1】

	焼きならし温度 ねらい値[°C]	焼き戻し温度 ねらい値[°C]	Max材温 実測値[°C]	平均保持温 実測値[°C]	保持時間 実測値	冷却速度 [°C/min.]	Ts [MPa]	Yp [MPa]	EI (%)	硬さ (Hv)
実施例1	940	650	940.5	935.6	3m55s	42.66	641.7	461.9	26.1	214.0
実施例2	980	↑	976.5	972.2	4m15s	46.8	723.6	553.3	24.2	244.7
実施例3	1030	↑	1029.0	1023.7	4m10s	51.03	769.1	611.4	21.5	268.4
実施例4	1060	↑	1060.5	1054.8	3m55s	53.43	785.0	633.9	20.8	270.4
実施例5	1080	↑	1080.2	1073.7	3m50s	50.18	787.0	639.2	20.3	268.6
実施例6	1100	↑	1103.1	1096.8	4m15s	46.44	792.2	631.7	21.3	272.4
実施例7	1120	↑	1124.9	1119.6	4m10s	38.03	791.6	638.8	20.7	276.5
実施例8	1080	720	719.8	714.8	1m40s	37.79	746.5	605.5	22.3	268.8
実施例9	↑	690	690.2	685.8	2m00s	35.23	786.3	648.0	21.3	271.9
実施例10	↑	660	670.8	666.1	2m10s	33.63	794.1	649.6	21.5	277.9
実施例11	↑	650	656.7	651.3	2m25s	35.5	787.0	639.2	20.3	268.6
実施例12	↑	640	640.6	636.0	4m50s	36.32	783.7	629.2	21.8	265.6
実施例13	↑	600	607.4	603.5	4m45s	32.45	772.2	610.1	21.1	261.4
実施例14	↑	500	514.1	510.7	4m35s	22.95	778.7	583.5	19.9	266.1

【0033】

そして、熱処理を経た各実施例1～14試験片について、引張試験と硬さ測定を行った。表1には、各実施例1～14の引張試験結果である引張強さ(Ts)、降伏点(Yp)、伸び(EI)を挙げている。硬さ測定値は、ピッカース硬さ(Hv)である。

【0034】

次に、図1は、実施例1～7について、横軸に焼きならし加熱保持中の平均保持温度をとり、縦軸に引張試験、硬さ測定値の結果を表したグラフである。これに対して、図2は、実施例8～14について、横軸に焼き戻しの加熱保持中の平均保持温度をとり、縦軸に引張試験、硬さ測定値の結果を表したグラフである。

【0035】

図1からわかるように、焼きならし処理では、全般的な傾向として、焼きならし温度が高くなるにしたがって引張強さと降伏点が上がる一方で、伸びが低下していき、強度と伸びは相反する関係にあることがわかる。

【0036】

他方、焼き戻し処理では、図2からわかるように、焼き戻し温度が高くなっても、引張強さや降伏点は頭打ちであまり変わらない反面、温度が高くなると伸びが大きくなること

【0037】

このように、焼きならしと焼き戻しでは、一方の処理で不足する性質を他方の処理で補える相互補完関係にあることがわかる。このため、焼きならしにより、強度を向上させ、それだけでは二次加工に必要な伸びが足りないのを、焼き戻しを行うことにより、必要な伸びを確保することができる。

【0038】

図1において、焼きならし温度が950以下では、金属組織はフェライト・パーライトが主体となるため強度が不足するが(実施例1)、焼きならし温度の上昇とともに強度があがり、980前後で必要な強度が得られ、さらに焼きならし温度の上昇とともに強度があがるが、焼きならし温度が1050を超える温度域では強度の向上が頭打ちになり、1100を超えると、オーステナイト結晶粒の粗大化が顕著になり、二次加工に必要な伸びを確保できない。従って、適正な焼きならし温度は、980から1050である。

【0039】

他方、図2からわかるように、焼き戻し温度については、500以下になると(実施例14)、伸びが二次加工に最低限必要な20%を下回ることや、降伏点が低下しすぎることが予測される。一方、700を超えると(実施例8)、材料のA1変態点に近づき、V炭化窒化物が凝集肥大化して析出強化が弱まるため、機械的特性が急激に低下し、必

10

20

30

40

50

要な強度が得られない。したがって、ベイナイト主体の金属組織にして、強度と延性のバランスをとるために適正な焼き戻し温度としては、600 ~ 700、製品特性安定のために、より望ましくは、600 ~ 680 である。

【0040】

ここで、図6は、加熱保持中の平均保持温度が950 で焼きならしを行い、その後、加熱保持中の平均保持温度が680 で焼き戻した比較例の金属組織を示す。この比較例では、焼きならし温度が950 と低いため、組織がフェライト・パーライトが主体で、一部がベイナイトになっているにすぎないことがわかる。これに対して、図7は、実施例9の金属組織を示す。この実施例9では、1080 で焼きならしを行っているので、組織はベイナイトが主体になっているのが明らかにみとれる

10

以上のように、適正な温度での焼きならしと焼き戻しを組み合わせることで補完しあうことにより、実施例3-7、実施例9-13のように降伏点630 [MPa]程度、引張強さ770 [MPa]程度、伸び21.5%程度の機械的特性を得ることができる。この特性は、強度については従来比でおよそ1.3倍程度に相当する。伸びについては、従来品とくらべて遜色のない数値であるといえる。

【0041】

次に、図3は、鋼材の組成がC：0.21重量%、Si：0.47重量%、Mn：1.52重量%で、Vの添加量を0、0.2、0.4重量%と変えた鋼材で試験片を製作し、回転曲げ疲労試験により疲れ強度比（疲れ限度/引張強さ）を測定した結果を表すグラフである。

20

【0042】

この図3に示されるように、Vの添加により機械的強度の向上は、0.3%を超えると頭打ちになる減少が見られた。他方、0.1%以下の添加量では、必要な機械的強度が得られないおそれがあるため、Vの好適な添加量の範囲は、0.1~0.3重量%である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施例において、焼きならし温度と機械的特性の相関を示すグラフ。

【図2】本発明の実施例において、焼き戻し温度と機械的特性の相関を示すグラフ。

【図3】本発明の実施例において、V添加量と疲れ限度比の相関を示すグラフ。

【図4】本発明が適用されるディーゼルエンジンのコモンレールおよび燃料噴射管を示す斜視図。

30

【図5】本発明が適用される図4の燃料噴射管の製造工程を示す工程図。

【図6】焼きならし温度が低いため、フェライト・パーライト主体の組織になる比較例の組織を示す写真。

【図7】本発明の実施例におけるベイナイト主体の金属組織を示す写真。

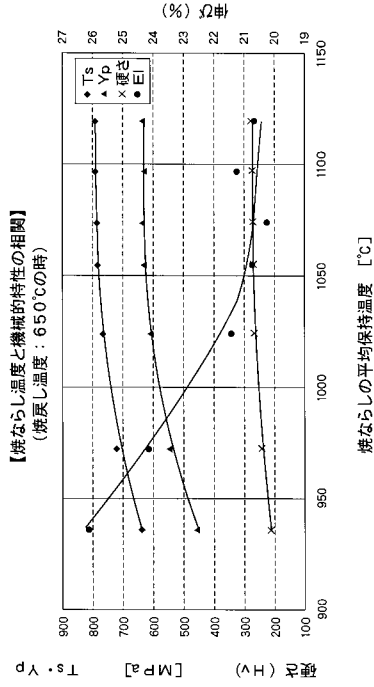
【符号の説明】

【0044】

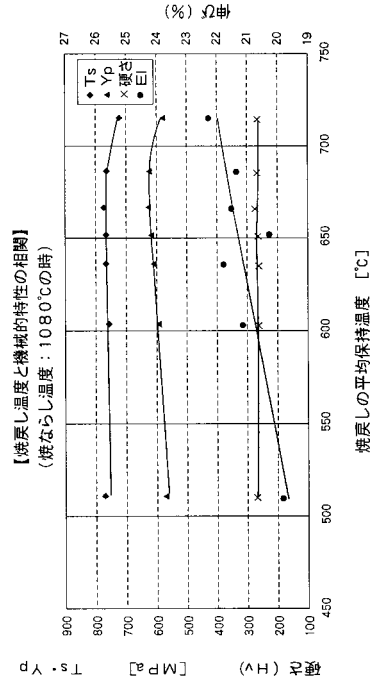
10 コモンレール

11a ~ 11e 燃料噴射管

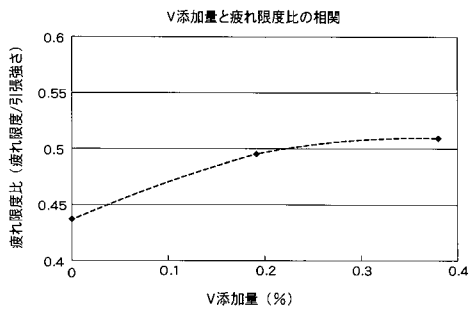
【図1】



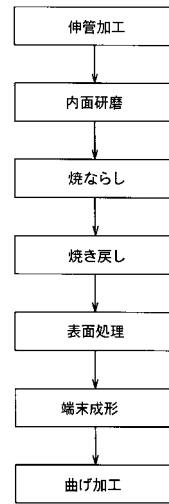
【図2】



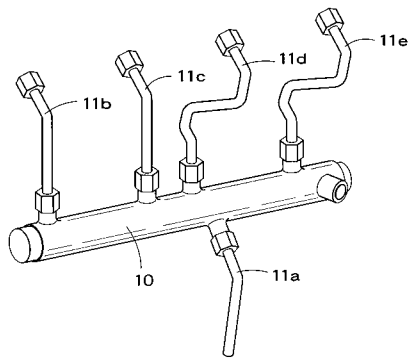
【図3】



【図5】

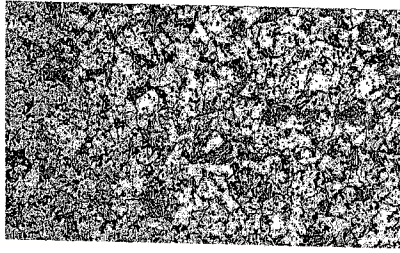


【図4】



【図6】

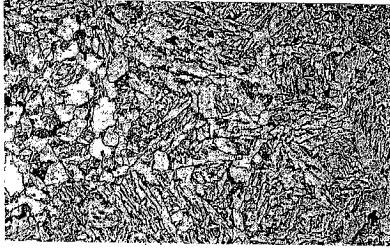
比較例



950°C焼ならし + 680°C焼戻し時の金属組織
(フェライト・パーライト主体 + 一部 ベイナイト)

【図7】

実施例9



1080°C焼ならし + 680°C焼戻し時の金属組織
(ベイナイト主体 + 一部 フェライト・パーライト)

フロントページの続き

(72)発明者 中 沢 由加里
茨城県古河市鴻巣758 三桜工業株式会社内

審査官 相澤 啓祐

(56)参考文献 特開平08-246096(JP,A)
特開2002-363644(JP,A)
特開2006-291348(JP,A)
特開昭59-179717(JP,A)
特開2002-295336(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C21D 9/00 - 9/44, 9/50
C22C 38/00 - 38/60