



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 C22C 38/48, 38/50, 38/54 C22C 38/58		A1	(11) 国際公開番号 WO 91/14796
		(43) 国際公開日 1991年10月3日 (03. 10. 1991)	
(21) 国際出願番号 PCT/JP91/00344		添付公開書類 国際調査報告書	
(22) 国際出願日 1991年3月13日 (13. 03. 91)			
(30) 優先権データ 特願平2/74785 1990年3月24日 (24. 03. 90) JP			
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日新製鋼株式会社 (NISSHIN STEEL CO., LTD.) [JP/JP] 〒100 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 Tokyo, (JP)			
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 植松美博 (UEMATSU, Yoshihiro) [JP/JP] 〒744 山口県下松市東陽3丁目7番5号 Yamaguchi, (JP) 平松直人 (HIRAMATSU, Naoto) [JP/JP] 〒745 山口県徳山市河東町3番20-606 Yamaguchi, (JP) 中村定幸 (NAKAMURA, Sadayuki) [JP/JP] 〒746 山口県新南陽市大神4丁目4-2-105 Yamaguchi, (JP)			
(74) 代理人 弁理士 和田憲治 (WADA, Kenji) 〒162 東京都新宿区市谷薬王寺町83番地 Tokyo, (JP)			
(81) 指定国 AT (欧州特許), BE (欧州特許), CA, CH (欧州特許), DE (欧州特許), DK (欧州特許), ES (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), GR (欧州特許), IT (欧州特許), KR, LU (欧州特許), NL (欧州特許), SE (欧州特許), US.			

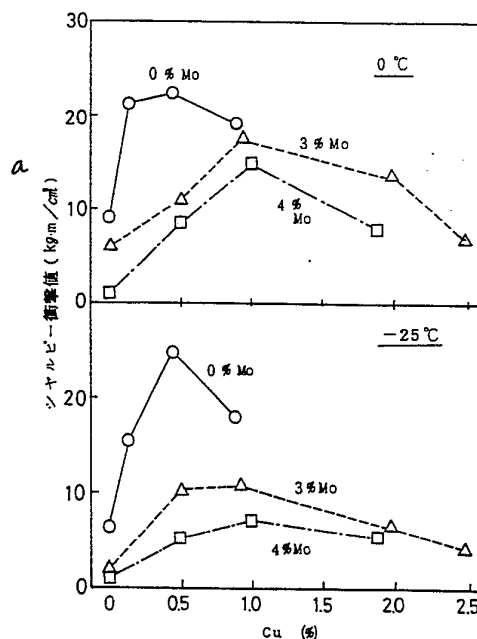
(54) Title : HEAT-RESISTANT FERRITIC STAINLESS STEEL EXCELLENT IN LOW-TEMPERATURE TOUGHNESS, WELDABILITY AND HEAT RESISTANCE

(54) 発明の名称 低温靱性、溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼

a ... Charpy impact value

(57) Abstract

A heat-resistant ferritic stainless steel improved in low-temperature toughness, prevented from undergoing high-temperature weld crack, and useful as a material of a passage of automobile exhaust gas, particularly a passage exposed to high temperature between an engine and a converter, which comprises up to 0.03 % of carbon, 0.1 to 0.8 % of silicon, 0.6 to 2.0 % of manganese, up to 0.006 % of sulfur, up to 4 % of nickel, 17.0 to 25.0 % of chromium, 0.2 to 0.8 % of niobium, 1.0 to 4.5 % of molybdenum, 0.1 to 2.5 % of copper, up to 0.03 % of nitrogen, and optionally a necessary amount of at least one of aluminum, titanium, vanadium, zirconium, tungsten, boron and REM, wherein the manganese to sulfur ratio is 200 or above, $[Nb] = Nb \% - 8(C \% + N \%) \geq 0.2$, and $Ni \% + Cu \% \leq 4$, the balance being iron and inevitable impurities in the production process.



(57) 要約

フェライト系ステンレス鋼の低温靱性を改善し、溶接高温割れを防止して自動車排ガス経路特にエンジンとコンバータとの間の高温に曝される経路の材料とするために、C : 0.03% 以下, Si : 0.1~0.8%, Mn : 0.6~2.0%, S : 0.006% 以下, Ni : 4% 以下, Cr : 17.0~25.0%, Nb : 0.2~0.8%, Mo : 1.0~4.5%, Cu : 0.1~2.5%, N : 0.03% 以下, を含有し, 場合によって必要量の Al, Ti, V, Zr, W, B, REM の一種または二種以上を含有したうえ, $Mn\% / S\%$ の比が 200 以上, $[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$ の式に従う $[Nb]$ が 0.2 以上, および $Ni\% + Cu\%$ が 4 以下, の関係を満足するようにこれらの元素を含有し, 残部が Fe および製造上の不可避的不純物からなる低温靱性, 溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼を提供する。

情報としての用途のみ

PCT に基づいて公開される国際出願のパンフレット第 1 頁に PCT 加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	ES	スペイン	ML	マリ
AU	オーストラリア	FI	フィンランド	MN	モンゴル
BB	バルバドス	FR	フランス	MR	モーリタニア
BE	ベルギー	GA	ガボン	MW	マラウイ
BF	ブルキナ・ファソ	GI	ギニア	NL	オランダ
BG	ブルガリア	GB	イギリス	NO	ノルウェー
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	PL	ポーランド
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	RO	ルーマニア
CA	カナダ	IT	イタリア	SD	スーダン
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	SE	スウェーデン
CG	コンゴ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	SN	セネガル
CH	スイス	KR	大韓民国	SU	ソビエト連邦
CI	コート・ジボアール	LI	リヒテンシュタイン	TD	チャード
CM	カメルーン	LK	スリランカ	TG	トーゴ
CS	チェコスロバキア	LU	ルクセンブルグ	US	米国
DE	ドイツ	MC	モナコ		
DK	デンマーク	MG	マダガスカル		

明 細 書

低温靱性，溶接性および耐熱性に優れたフェライト系
耐熱用ステンレス鋼

技術分野

〔産業上の利用分野〕

本発明は，低温靱性，溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼に係り，詳しくは，自動車エンジンの排ガス経路の一部，特にエンジンからコンバータに至るまでの高温部の経路を構成するのに適した耐熱用ステンレス鋼に関する。

〔発明の背景および従来技術〕

近年，自動車の排気ガスによる大気汚染が大きな問題となっており，排気ガス中の NO_x ， HC ， CO などの量が公害防止の観点から規制されてきたが，最近では酸性雨などの点から規制がより厳しくなる傾向にある。従って排気ガスの浄化効率の一層の向上が必要となってきた。

他方，この浄化効率の向上に加え，エンジンの高出力化あるいは性能アップの要求の高まりからも自動車の排ガス温度は上昇する傾向にある。このような背景から，排気ガスシステムの部材は運転中に一層高温に曝されることになる。特にエンジンと排ガス浄化機器の二

ンバータとの間の部材，例えばエキゾーストマニホールドやデュアルチューブ等はより高温になることは避けられない。そして，かような部材は，エンジンの駆動並びに走行による振動によって機械的な応力変動を受け，また運転パターンに依存した加熱－冷却サイクルや，場合によっては寒冷地での低温への冷却といった大きな温度変動を受けるなど，機械的にも温度的にもきわめて過酷な状況下にさらされることになる。

ステンレス鋼などの耐熱鋼をこれらの用途に適用する場合，耐熱性に優れることは無論であるが，これらの部材は溶接接合部を有する（パイプでは溶接造管されるのが通常であり，また他の部材との接続も溶接で施工されることが多い）ので，溶接性に優れることが必要であり，それらを加工する際の加工性に優れることも必要となる。したがって，ステンレス鋼であるという本来の耐食機能のほかに，これらの用途では耐熱性，低温靱性，溶接性および加工性を同時に兼備することが重要な課題となる。

SUS304に代表されるオーステナイト系ステンレス鋼は加工性に優れ且つ溶接性も良好であるために上記のような用途に対して有望な材料であると考えられている。しかしオーステナイト系ステンレス鋼は熱膨脹係数が大きいことから，加熱－冷却を受けるような用途では使用中に発生する熱応力による熱疲労破壊が懸念

される。また、オーステナイト系ステンレス鋼は表面酸化物との熱膨脹差が大きいいため、加熱－冷却によって表面酸化物が剥離しやすい。このようなことから、Inconel 600に代表されるNi基の合金が自動車排ガス経路の一部に適用されている。この合金材料は熱膨脹係数が低く、また表面酸化物の密着性など耐高温酸化特性に優れ、かつ優れた高温強度を有しているので有望な材料である。しかし、きわめて高価な材料であるため広く一般に使用されるには至っていない。

一方、フェライト系ステンレス鋼はオーステナイト系ステンレス鋼に比べて安価である。また熱膨脹係数が小さいため熱疲労特性に優れているので加熱－冷却の温度サイクルを受けるような用途に適すると考えられる。そのため、自動車排ガス経路の一部に対して、Type409やSUS430で代表されるフェライト系ステンレス鋼が使用され始めている。しかし、これらの材料は900℃以上になると強度が著しく低下するという性質があり、このために強度不足による高温疲労破壊を起こすという問題と、耐酸化限界を越えると異常酸化を起こすという問題がある。これらの問題に対し、高温強度を改善する各種合金元素を添加し、また耐酸化性の改善をCr量の増量によって行うことも可能であるが、かような合金元素の添加およびCr量の増量は一般に鋼の衝撃靱性を著しく劣化させ、また溶接性およ

び加工性も著しく劣るようになる。

このように、排気ガス浄化効率の向上、エンジンの高出力化および高性能化などの進展に伴って厳しくなる耐用条件に適合するステンレス鋼材料、すなわち、高温強度、耐酸化性、耐熱性、靱性、溶接性および加工性といった多性質を同時に満足でき且つ経済的な材料はオーステナイト系およびフェライト系とも現状では出現していない。もし、フェライト系ステンレス鋼が有する前記の特質を生かしながら、一層の耐熱性と高温強度を有し、且つ製造性、加工性、溶接性および低温靱性に優れたフェライト系ステンレス鋼が得られれば、上記のような特殊用途に対してきわめて有望な材料を得ることができる。

特開昭 64-8254号公報は、かような用途へのフェライト系ステンレス鋼を開示するが、低温靱性については不明である。他方、特公昭 59-52226号公報および特公昭 61-44121号公報は Cu と Ni を添加したうえで S を極端に低下することによって塩素イオンに対する発錆抵抗性と耐酸性を改善したフェライト系ステンレス鋼を開示するが、高温強度、耐熱性、溶接性、低温靱性等については全く教えるところはない。

〔発明の目的〕

したがって本発明の目的は、自動車排ガス経路の部材、とりわけエンジンとコンバータとの間の高温に曝

される部材に要求される過酷な前記の諸性質を同時に満足するフェライト系ステンレス鋼を得ること，とりわけ，フェライト系ステンレス鋼の本来の欠点である低温靱性を改善し，また製造上および施工上問題となる溶接部の溶接高温割れをも防止できるフェライト系耐熱用ステンレス鋼を得ることにある。

〔発明の開示〕

本発明は，重量％において，

C : 0.03% 以下，

Si : 0.1～0.8%，

Mn : 0.6～2.0%，

S : 0.006% 以下，

Ni : 4% 以下，

Cr : 17.0～25.0%，

Nb : 0.2～0.8%，

Mo : 1.0～4.5%，

Cu : 0.1～2.5%，

N : 0.03% 以下，

ただし，前記の範囲において，

$Mn\% / S\%$ の比が 200 以上，

$[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$

の式に従う $[Nb]$ が 0.2 以上，および

$Ni\% + Cu\%$ が 4 以下

の関係を満足するようにこれらの元素を含有し， 残

部がFeおよび製造上の不可避免の不純物からなる低温靱性、溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼を提供する。

また、本発明は、前記の鋼に、さらに

Al: 0.5% 以下,

Ti: 0.6% 以下,

V: 0.5% 以下,

Zr: 1.0% 以下,

W: 1.5% 以下,

B: 0.01% 以下,

REM: 0.1% 以下

の一種または二種以上を含有した低温靱性、溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼を提供する。

〔図面の簡単な説明〕

第1図は本発明をなすに至った高温引張試験結果の例を示すMo量と高温引張強度との関係図である。

第2図は高温酸化試験結果の例を示すMn量とスケール剥離量との関係図である。

第3図は溶接高温割れ試験結果の例を示すMn/Sと臨界歪量との関係図である。

第4図はシャルピー衝撃試験結果の例を示すCu量とシャルピー衝撃試験値との関係図である。

〔発明の詳述〕

本発明者らは前記の目的を達成すべく試験研究を重ね、以下の如き知見を得ることができた。

第1図は、材料に要求される重要特性である高温強度の観点からFe-18%Cr-0.45%Nbを基本組成とし、表示温度での高温引張強さに及ぼすMoおよびCuの影響を調べた結果を示したものである。同図に見られるように、Moを1%以上添加することによって高温強度が改善されている。また、Mo-Cuの複合添加によってMo単独添加よりも高温強度が上昇している。したがって、高温強度が要求される材料ではMoとCuの複合添加が有効であるとの知見を得た。

第2図は、もう一方の重要特性である高温酸化特性のうち、耐スケール剥離性についてMnの影響を調べたものである。試験はFe-18%Cr-0.45%Nbを基本組成としてMn量を変化させ、大気中で900℃および1000℃において100時間の連続酸化を実施し、スケール剥離量を調査した。その結果、いずれの試験温度でもMnを0.6%以上添加することによってスケール剥離が抑制された。したがって、Mnはフェライト系ステンレス鋼の耐酸化限界を上昇させるとの知見を得た。

第3図は、Fe-18%Cr-0.45%Nbを基本組成とし、第1図で効果の認められた適量のMoとCuを複合添加したうえ、MnとSを変動させ、溶接高温割れに及ぼすMn/S比の影響を調べたものである。溶接高温割れ

試験は、1.2mm厚の冷延焼鈍板を作成し、40mm×200mmの試験片に加工後、試験片の両端を保持して長手方向に引張り応力を付加した状態にてTIG溶接を行ない、割れが発生し始める最小のひずみ量を臨界歪量とし、これを溶接高温割れ感受性の指標とした。第3図に見られるように、Mo-Cu複合添加の場合、Mn/Sが200以上になると臨界歪量が増大し、溶接性が改善される効果が認められた。この結果、溶接高温割れを改善するためにはMn/Sが200以上となる適正量のMnを添加することが有効であるとの知見を得た。

第4図は、製品としての靱性を把握するためにFe-18%Cr-0.45%Nbを基本組成とし、MoおよびCuの影響を調べるためにシャルピー衝撃試験を実施した結果である。Moを添加すると衝撃値が低下することは従来より知られている結果と同じであるが、さらに、Cuを複合添加することにより靱性が改善されるという新しい知見を得ることができた。中でも4%Mo添加鋼のように衝撃靱性が著しく低いものでも、Cuを複合添加することによって十分に衝撃値が改善されることがわかった。また、NiおよびMoとの複合添加によって低温での衝撃靱性を改善できることが後記実施例に示したように判明した。このことは重大な知見であり、冬期の低温環境下にさらされる部材（低温環境でのエンジン始動のように、低温で機械的振動が付与

されるエンジン直結部材・具体的にはマニホールドやデュアルチューブ)には特に有効と考えられ、今後予想されるますます厳しい条件においても使用可能となる。

このような知見事実に基づき、本発明は高温強度、熱疲労特性および耐酸化性に優れ、かつ、溶接性および低温靱性に優れたトータルバランスの良好なフェライト系ステンレス鋼を提供するものである。

以下に本発明鋼における各化学成分値の含有量を限定した理由を概説する。

CおよびN：CとNは一般的には高温強度を高めるために重要な元素であるが、反面含有量が多くなると耐酸化性、加工性ならびに靱性の低下を来す。またCとNはNbとの化合物をつくり、フェライト相中の有効Nb量を減少せしめる。したがって、CとNは低いことが望ましく、それぞれ0.03%以下とする。

Si：Siは耐酸化性の向上には有効な元素である。しかし、過剰に添加すると硬さが上昇し加工性、靱性の低下するようになるので0.1~0.8%の範囲とする。

Mn：Mnは前述の試験結果に示したように溶接高温割れに有害なSをMnSの形で固定し、溶接金属中のSを除去、減少せしめる。S自身の低減も有効であるが $Mn/S \geq 200$ の関係を満足すれば良好であることが判明した。一方、Mnは前述のように耐スケール剥離

性の面で0.6%以上添加することによって耐スケール剥離性が改善される。したがって、Mnは0.6~2.0%の範囲とし、且つ $Mn/S \geq 200$ の関係を満足することが必要である。

S : Sは上述のごとく溶接高温割れに対して有害であるので可能な限り低いほうが望ましいが、低く押さえるほど製造コストの上昇を招く。本発明鋼においてはSは0.006%まで許容しても前述のようにMnの作用によって十分な耐溶接高温割れを有するのでSの上限を0.006%とする。

Ni : Niは実施例からわかるように、Cuと同様な韌性改善効果をもたらす。しかし、過剰に添加すると高温においてオーステナイト相の析出などが起こり、熱膨脹係数の増大などによる熱疲労特性の低下などが懸念される。このためオーステナイト生成元素であるCuとの複合添加において、 $Ni + Cu$ が4%以内の関係を満足する必要があることがわかった。この結果から上限を4%とした。

Cr : Crは耐食性、耐酸化性の改善に不可欠の元素である。下限を17%としたのは900℃以上の耐酸化性を維持するためには17%以上の添加を必要とするからである。耐酸化性の面からCrは高いほど好ましいが、過剰に添加すると鋼の脆化を招き、また硬さの上昇によって加工性も劣化するので上限は25%とする。

Nb: Nbは高温強度を維持せしめるのに必要な元素である。また加工性および耐酸化性の改善や高周波溶接による造管性にも好影響を及ぼす。後述の第2表の高温引張試験結果からも判るように高温強度を改善するためには少なくとも0.2%添加する必要がある。しかしNbはCとNによる化合物をつくるのでただ単に下限を0.2%としてもCとNの量によって固溶Nbは減少し、高温強度に及ぼすNbの効果は減少する。したがって、

$$[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$$

の式に従う[Nb]が0.2%以上となる関係を満足することが必要である。一方、Nbを過剰に添加すると溶接高温割れ感受性が高くなる。十分な高温強度を維持し、なおかつ溶接高温割れ感受性にあまり影響を及ぼさないようにNbの上限を0.8%とする。

Mo: Moは前述の試験結果でも述べたように添加するほど高温強度を上昇させる。また耐高温酸化および耐食性の改善にも有効である。一方、過剰に添加すると低温での靱性を著しく低下させ、また製造性、加工性の低下をきたす。このため、1.0~4.5%、好ましくは2.0~4.5%、さらに好ましくは2.5超え~4.5%とする。

Cu: Cuも前述の試験結果で述べたように靱性面で非常に有効な元素で本発明鋼の重要な元素である。靱

性改善効果を得るには第4図に見られるように0.1%以上必要であるため、下限値を0.1%とした。一方、過剰に添加すると硬質となり加工性を害する。また、熱間加工性にも著しく悪影響を及ぼすので上限を2.5%とする。

Al: Alは耐高温酸化特性を改善する。しかし過剰に添加すると製造性、溶接性で問題になるため上限を0.5%とする。

Ti: Tiは高温強度を上昇させ、加工性も改善する。しかしAl同様過剰に添加すると製造性、溶接性で問題になるため、上限を0.5%とする。

V: VもTiと同様に高温強度を上昇させ、加工性を改善する。しかし、過剰に添加すると逆に強度の低下を招く。よって上限を0.5%とする。

Zr: Zrは高温強度を上昇させ、高温酸化特性を改善する。しかし、過剰に添加すると強度の低下を招くので上限を1.0%とする。

W: WもTiやV同様、高温強度を上昇させ、加工性を改善する。しかし過剰に添加すると強度の低下を招くので上限を1.5%とする。

B: Bは熱間加工性を改善し高温強度も上昇させ、加工性をも改善する。しかし、過剰に添加するとかえって熱間加工性の低下を招くため、上限を0.01%とする。

REM：希土類元素は微量添加によって熱間加工性を改善し，耐酸化性特にスケールの密着性を改善する。しかし，過剰に添加すると逆に熱間加工性の低下を招くため，上限を0.1%とする。

〔実施例〕

第1表に供試材の化学成分値を示した。M1～M21は本発明鋼で，M22～M30は比較鋼である。これらの鋼は，実験室にて30kg鋼塊を作成し，25mmφの丸棒と25mm厚の板に鍛造した。丸棒は950℃～1100℃で焼鈍後，JIS標準の高温引張試験片に加工した。鍛造板は切削後1200℃で炉から抽出して熱間圧延を施し，厚さ5mmの熱延板とし，950℃～1100℃で焼鈍後，一部はそのままでシャルピー衝撃試験片に加工した。残部は冷延，焼鈍を繰り返して，2mmの板厚にて高温酸化試験を実施し，1.2mmの板厚において溶接高温割れ試験を実施した。

第2表に，JIS標準で実施した高温引張試験による高温引張強さ，900℃および1000℃での100時間の連続酸化試験によるスケール剥離量，本文に記載した溶接高温割れ試験による溶接時の臨界歪量，および4.5mmの板厚でVノッチシャルピー衝撃試験片で実施したシャルピー衝撃試験の結果を示した。

第2表の結果から，Nb, MoおよびNiを添加することによって高温強度が上昇していることがわかる。ま

た Mo および Cu の複合添加鋼はさらに高温強度の上昇が見られる。連続高温酸化試験結果では 900℃ および 1000℃ とともに Mn 量が 0.6% を越えると耐スケール剥離性が著しく改善されることがわかる。また、溶接高温割れ試験における臨界歪量は Mn/S が 200 を越えると著しく改善されることがわかる。一方、シャルピー衝撃試験結果では、Mo を添加するにしたがって衝撃靱性は低下するものの、Cu を添加することによって靱性が改善され、また Ni 添加によっても同様な効果があることがわかる。

第1表 供試合金の化学成分 (wt.%)

		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	Mo	Cu	N	その他	Mn/S	Ni+Cu	[Nb]
発 明	M1	0.0112	0.45	0.81	0.025	0.0031	0.30	18.19	0.42	1.20	0.47	0.0128	—	274	1.13	0.23
	M2	0.0118	0.40	0.70	0.022	0.0029	0.22	18.28	0.45	1.94	0.24	0.0113	—	241	0.46	0.27
	M3	0.0140	0.25	0.63	0.020	0.0030	0.22	18.45	0.41	2.05	0.48	0.0107	—	210	0.70	0.21
	M4	0.0121	0.25	1.42	0.020	0.0035	0.20	18.37	0.43	2.01	0.46	0.0113	—	406	0.66	0.24
	M5	0.0106	0.40	0.79	0.023	0.0033	0.20	18.55	0.45	2.93	0.49	0.0111	—	239	0.69	0.28
	M6	0.0106	0.37	0.78	0.023	0.0028	0.24	18.34	0.47	3.01	0.93	0.0113	—	279	1.17	0.29
	M7	0.0097	0.43	0.79	0.021	0.0027	0.27	18.49	0.45	2.97	1.98	0.0103	—	293	2.25	0.29
	M8	0.0102	0.42	0.85	0.020	0.0027	0.22	18.42	0.46	2.95	2.44	0.0109	—	315	2.66	0.29
	M9	0.0136	0.48	0.69	0.019	0.0026	1.49	18.44	0.43	3.04	0.18	0.0136	—	265	1.49	0.21
	M10	0.0126	0.49	0.68	0.017	0.0024	2.98	18.57	0.43	3.02	0.14	0.0116	—	283	2.98	0.24
	M11	0.0110	0.41	0.76	0.023	0.0028	0.27	18.31	0.46	3.92	0.52	0.0109	—	271	0.79	0.28
編 纂	M12	0.0108	0.42	0.76	0.024	0.0029	0.27	18.40	0.46	3.99	0.93	0.0104	—	262	1.20	0.29
	M13	0.0114	0.38	0.73	0.023	0.0027	0.23	18.22	0.46	4.02	1.88	0.0112	—	270	2.11	0.28
	M14	0.0105	0.42	0.79	0.022	0.0028	0.21	18.37	0.45	4.42	0.95	0.0104	—	282	1.16	0.28
	M15	0.0107	0.39	0.92	0.023	0.0039	0.24	18.47	0.46	2.98	0.49	0.0110	Al:0.45	236	0.73	0.29
	M16	0.0116	0.42	0.79	0.020	0.0028	0.26	18.29	0.47	3.12	0.51	0.0109	Ti:0.17	282	0.77	0.29
	M17	0.0112	0.41	0.82	0.022	0.0031	0.22	18.36	0.44	3.06	0.50	0.0121	V:0.26	265	0.72	0.25
	M18	0.0110	0.41	0.82	0.022	0.0028	0.26	18.37	0.46	3.06	0.46	0.0101	Zr:0.73	293	0.72	0.29
	M19	0.0102	0.38	0.85	0.021	0.0033	0.25	18.51	0.45	3.01	0.51	0.0106	W:0.89	258	0.76	0.28
	M20	0.0098	0.40	0.71	0.021	0.0032	0.20	18.40	0.48	2.99	0.49	0.0103	B:0.004	222	0.69	0.32
	M21	0.0125	0.41	0.76	0.020	0.0028	0.23	18.38	0.43	3.02	0.51	0.0105	REM:0.05	271	0.74	0.25
比 較 編 纂	M22	0.0126	0.44	0.83	0.026	0.0034	0.20	17.95	0.46	0.18	0.13	0.0099	—	244	0.33	0.28
	M23	0.0054	0.42	0.83	0.021	0.0025	0.19	18.37	0.40	0.22	0.44	0.0103	—	332	0.63	0.27
	M24	0.0103	0.49	0.74	0.022	0.0027	0.24	17.23	0.41	0.25	0.89	0.0141	—	274	1.13	0.29
	M25	0.0091	0.39	0.80	0.019	0.0018	0.23	18.37	0.49	—	—	0.0105	—	444	0.23	0.33
	M26	0.0120	0.25	0.39	0.021	0.0023	0.21	18.25	0.41	2.04	—	0.0110	—	170	0.21	0.23
	M27	0.0114	0.37	0.26	0.023	0.0032	0.22	18.35	0.43	2.09	0.42	0.0109	—	81	0.64	0.24
	M28	0.0128	0.47	0.49	0.024	0.0036	0.20	18.49	0.05	2.06	0.35	0.0117	—	136	0.55	-0.15
	M29	0.0132	0.48	0.40	0.021	0.0028	0.23	18.43	0.19	3.02	—	0.0107	—	143	0.66	0
	M30	0.0126	0.50	0.98	0.022	0.0035	0.25	18.76	0.47	4.01	—	0.0108	—	280	0.25	0.28

注: [Nb] = Nb% - 8(C% + N%)

第2表 供試鋼の材料特性

		高温での引張強さ (kg/mm ²)		酸化試験後のスケール 剥離量 (mg/cm ²)		溶接時の 臨界歪量	シャルピー衝撃試験結果 (kg-m/cm ²)		
		700℃	900℃	900℃	1000℃	(%)	-25℃	0℃	25℃
発 明 鋼	M 1	21.7	4.2	0.07	0.12	4.7	18.9	20.2	24.2
	M 2	22.0	4.3	0.05	0.09	4.5	13.9	17.2	23.3
	M 3	22.2	4.4	0.04	0.08	4.0	19.0	21.7	27.6
	M 4	22.2	4.5	0.02	0.04	5.1	19.0	21.7	27.6
	M 5	22.4	4.6	0.01	0.03	3.9	10.3	11.0	18.9
	M 6	22.8	4.7	0.02	0.03	4.1	10.7	17.5	18.3
	M 7	23.1	4.8	0.01	0.04	4.4	6.4	13.6	16.9
	M 8	23.2	4.7	0.01	0.03	4.5	4.0	6.8	9.7
	M 9	22.5	4.8	0.01	0.04	4.1	5.9	13.9	17.8
	M10	22.7	4.8	0.02	0.03	4.1	6.8	14.7	17.4
	M11	23.0	4.9	0.01	0.02	3.5	5.2	8.6	16.7
	M12	23.3	5.0	0.01	0.02	3.7	7.1	14.9	16.3
	M13	23.6	5.2	0.02	0.04	3.6	5.2	8.0	9.8
	M14	23.4	5.1	0.01	0.03	3.7	6.2	9.7	12.3
	M15	22.9	4.9	0.01	0.02	3.5	8.5	9.0	16.1
	M16	21.9	4.7	0.02	0.03	4.3	9.2	10.7	17.2
	M17	21.7	4.7	0.02	0.03	3.9	10.4	11.8	19.2
	M18	21.9	4.8	0.01	0.03	4.3	10.2	13.1	19.7
	M19	21.9	4.8	0.01	0.02	4.5	9.7	11.7	20.3
	M20	21.8	4.7	0.01	0.02	3.7	10.1	10.9	19.1
	M21	21.7	4.7	0.01	0.01	3.9	8.9	10.2	17.1
比 較 鋼	M22	19.4	3.1	0.10	0.22	3.9	15.6	21.1	25.5
	M23	19.6	3.1	0.11	0.25	4.2	25.0	21.4	29.9
	M24	20.0	3.2	0.11	0.28	4.4	18.1	19.3	23.2
	M25	19.4	3.0	0.10	0.24	5.0	6.4	9.2	12.9
	M26	20.9	3.5	0.20	0.96	2.8	2.0	8.1	22.3
	M27	19.1	2.9	0.32	1.32	2.0	17.9	20.5	22.3
	M28	19.3	2.9	0.14	0.76	2.5	2.0	8.1	22.3
	M29	22.3	4.6	0.16	0.66	1.9	1.9	6.0	6.7
	M30	22.9	4.7	0.07	0.09	3.4	1.0	1.1	1.3

以上のように本発明によれば、高温強度および耐高温酸化特性に優れたうえ、耐溶接高温割れに優れ、しかもフェライト系ステンレス鋼の欠点である低温靱性も改善された、前記の目的にかなったフェライト系耐熱用ステンレス鋼が得られた。したがって特に今後のエンジンの高出力化および高性能化に応えうる排ガス系統用材料、特にエンジンとコンバータとの間の溶接造管されまた溶接接合部をもつ加工管路部材として、有用な新規品を提供することができる。

請求の範囲

(1) 重量%において、

C : 0.03% 以下、

Si : 0.1~0.8%、

Mn : 0.6~2.0%、

S : 0.006% 以下、

Ni : 4% 以下、

Cr : 17.0~25.0%、

Nb : 0.2~0.8%、

Mo : 1.0~4.5%、

Cu : 0.1~2.5%、

N : 0.03% 以下、

ただし、前記の範囲において、

$Mn\% / S\%$ の比が200以上、

$[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$

の式に従う $[Nb]$ が0.2以上、および

$Ni\% + Cu\%$ が4以下

の関係を満足するようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上の不可避免的不純物からなる低温靱性、溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

(2) Moは2.5超え~4.5%である請求の範囲第1項記載のフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

(3) 重量%において、

C : 0.03% 以下,
S i : 0.1 ~ 0.8% ,
M n : 0.6 ~ 2.0% ,
S : 0.006% 以下,
N i : 4 % 以下,
C r : 17.0 ~ 25.0% ,
N b : 0.2 ~ 0.8% ,
M o : 1.0 ~ 4.5% ,
C u : 0.1 ~ 2.5% ,
N : 0.03% 以下,

を含有し, 且つ

A l : 0.5% 以下,
T i : 0.6% 以下,
V : 0.5% 以下,
Z r : 1.0% 以下,
W : 1.5% 以下,
B : 0.01% 以下,
REM : 0.1% 以下

の一種または二種以上を含有したうえ,
前記の範囲において,

$Mn\% / S\%$ の比が 200 以上,

$[Nb] = Nb\% - 8(C\% + N\%)$

の式に従う $[Nb]$ が 0.2 以上, および

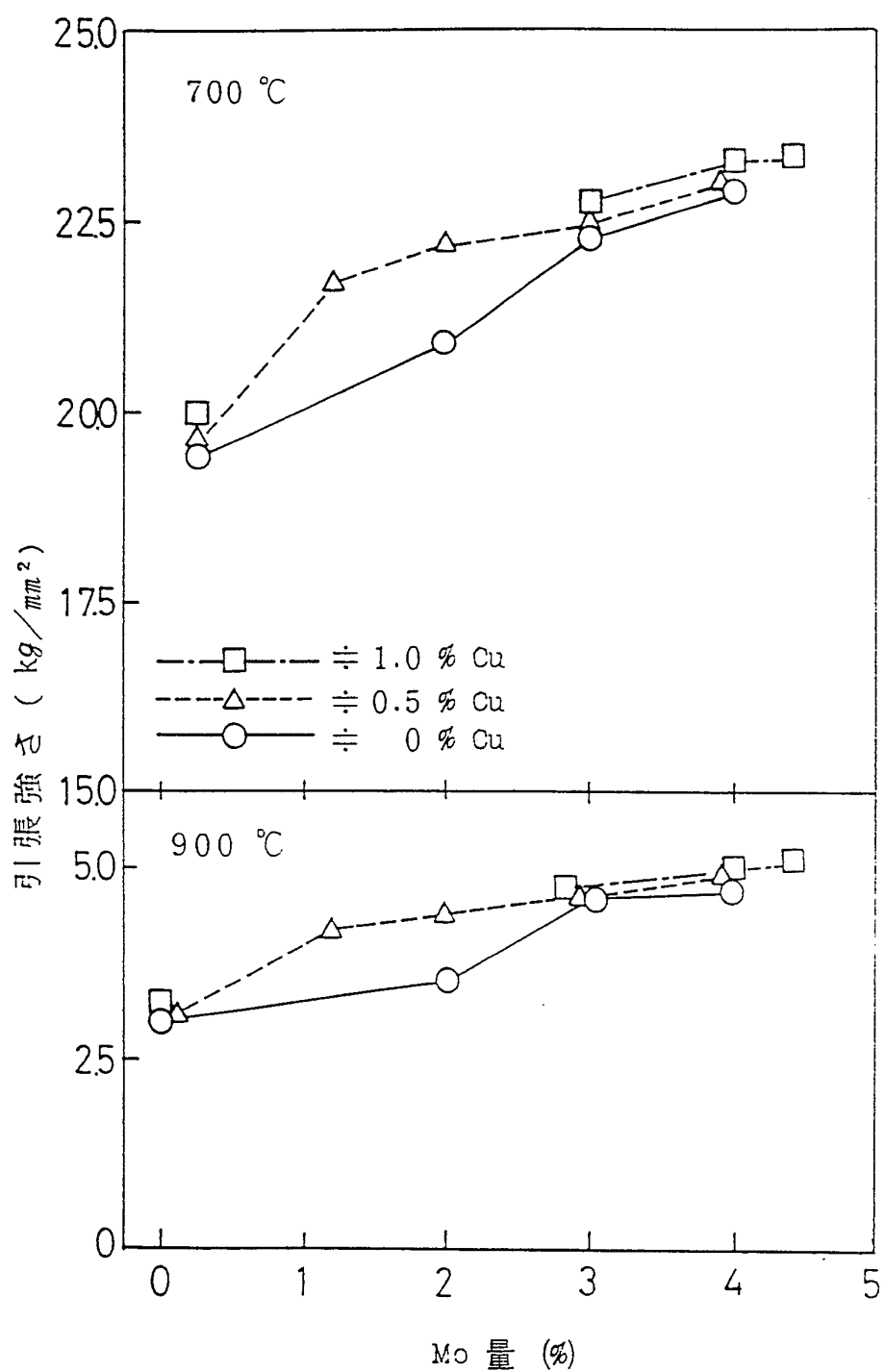
$Ni\% + Cu\%$ が 4 以下

の関係を満たすようにこれらの元素を含有し、残部がFeおよび製造上の不可避免の不純物からなる低温靱性、溶接性および耐熱性に優れたフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

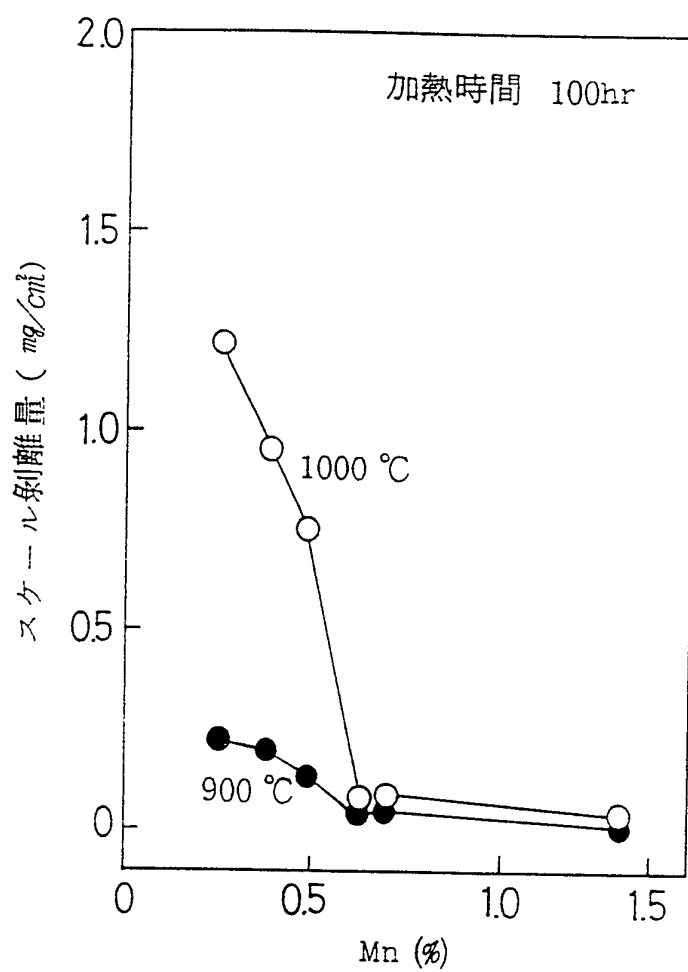
(4) Moは2.5超え～4.5%である請求の範囲第3項記載のフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

(5) 当該ステンレス鋼材料は、エンジンと排ガス浄化機器との間の排ガス管路部材を構成するのに使用される請求の範囲第1、2、3または4に記載のフェライト系耐熱用ステンレス鋼。

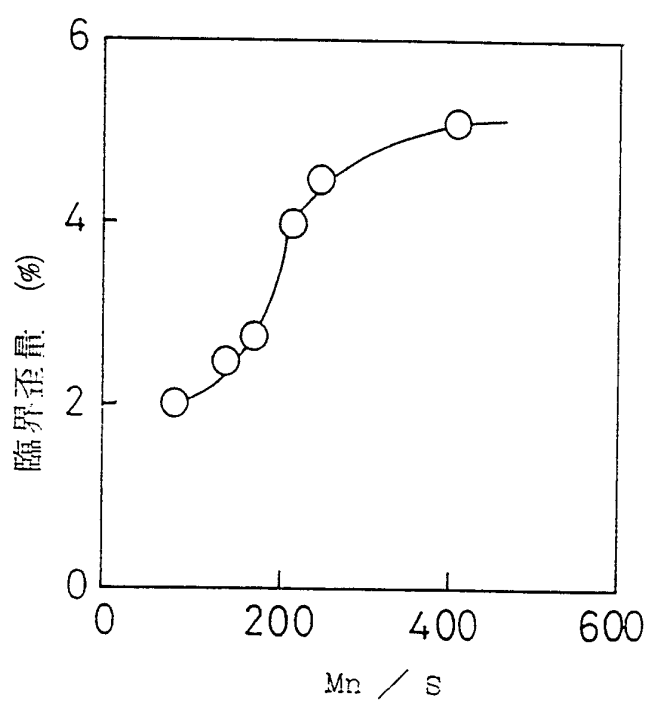
第 1 図



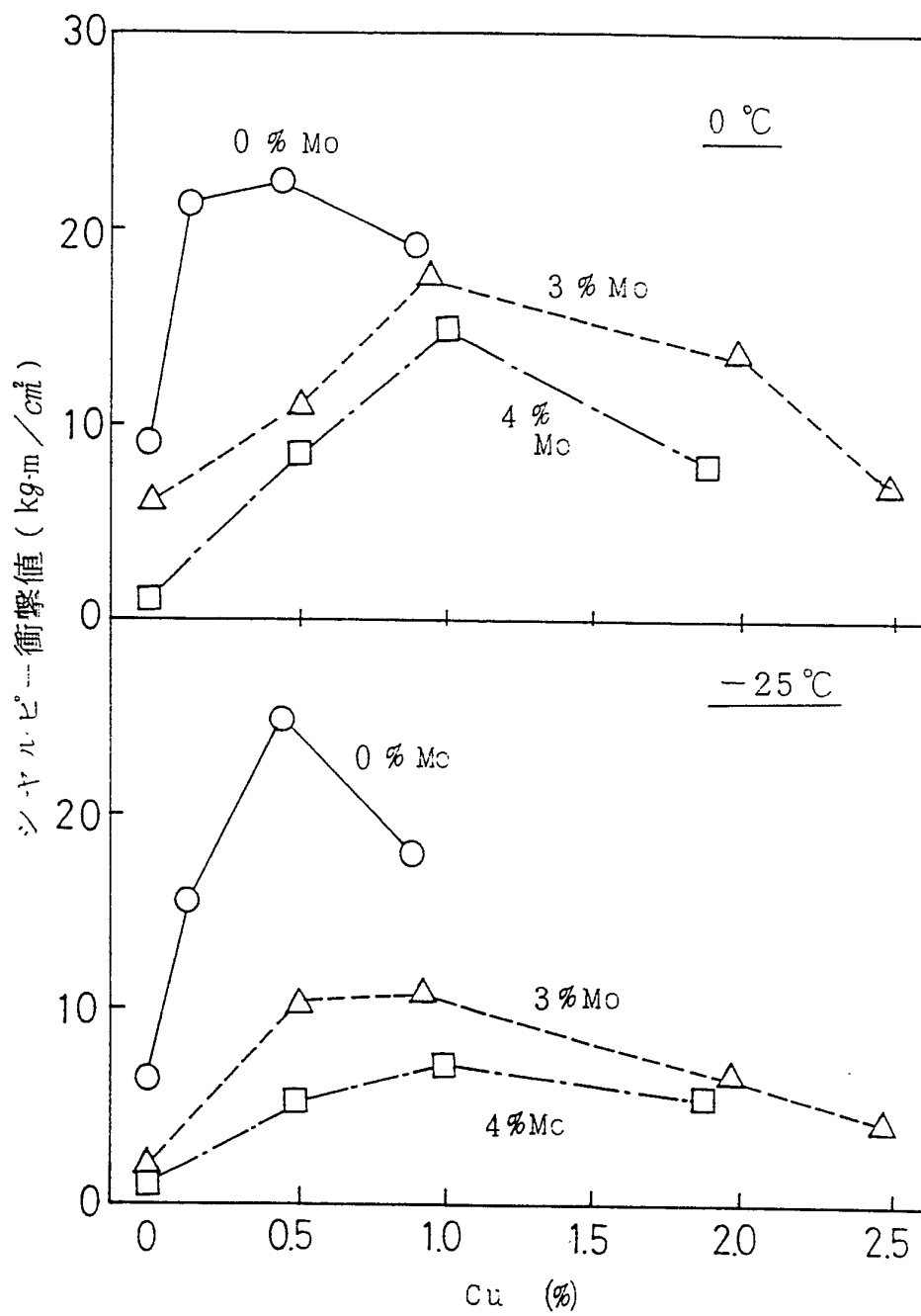
第 2 図



第 3 図



第 4 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP91/00344

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl ⁵ C22C38/48, 38/50, 38/54, 38/58		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC	C22C38/48, 38/50, 38/54, 38/58	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	JP, A, 2-145752 (Toshiba Corp.), June 5, 1990 (05. 06. 90), (Family: none)	1-5
X	JP, A, 62-112757 (Ugine Gueugnon SA), May 23, 1987 (23. 05. 87) & EP, A1, 225263 & US, A, 4726853	1-5
X	JP, A, 57-85960 (Armco Inc.), May 28, 1982 (28. 05. 82) & US, A, 4331474 & DE, A1, 3137694 & GB, B2, 2084187	1-5
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document 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 "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 "G" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
June 6, 1991 (06. 06. 91)	June 17, 1991 (17. 06. 91)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
Japanese Patent Office		

国 際 調 査 報 告

国際出願番号PCT/JP 9 1 / 0 0 3 4 4

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ⁵ C 2 2 C 3 8 / 4 8, 3 8 / 5 0, 3 8 / 5 4, 3 8 / 5 8		
II. 国際調査を行った分野		
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料		
分 類 体 系	分 類 記 号	
IPC	C 2 2 C 3 8 / 4 8, 3 8 / 5 0, 3 8 / 5 4, 3 8 / 5 8	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
III. 関連する技術に関する文献		
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	請求の範囲の番号
X	JP, A, 2-145752 (株式会社 東 芝), 5. 6月. 1990 (05. 06. 90), (ファミリーなし)	1-5
X	JP, A, 62-112757 (ユジヌ・グーニョン・エス ・アー), 23. 5月. 1987 (23. 05. 87) & EP, A1, 225263 & US, A, 4726853	1-5
X	JP, A, 57-85960 (アームコ・インコーポレーテ ッド), 28. 5月. 1982 (28. 05. 82) & US, A, 4331474 & DE, A1, 3137694 & GB, B2, 2084187	1-5
※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」 先行文献ではあるが、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の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の文献		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 0 6 . 0 6 . 9 1	国際調査報告の発送日 1 7.06.91	
国際調査機関 日 本 国 特 許 庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 三 浦 悟 ㊞	4 K 7 0 4 7