

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-133509

(P2013-133509A)

(43) 公開日 平成25年7月8日(2013.7.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00 (2006.01)	C 2 2 C 38/00 3 0 1 W	4 K 0 3 7
C 2 2 C 38/06 (2006.01)	C 2 2 C 38/06	
C 2 1 D 9/46 (2006.01)	C 2 1 D 9/46 T	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2011-285171 (P2011-285171)
 (22) 出願日 平成23年12月27日 (2011.12.27)

(71) 出願人 000001258
 J F E スチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100126701
 弁理士 井上 茂
 (74) 代理人 100130834
 弁理士 森 和弘
 (72) 発明者 木津 太郎
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
 F E スチール株式会社内
 (72) 発明者 藤田 耕一郎
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
 F E スチール株式会社内

最終頁に続く

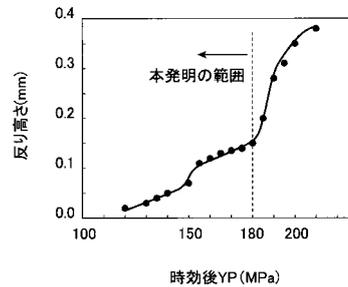
(54) 【発明の名称】 形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】レアメタルを使用することなく、形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板およびその製造方法を提供する。

【解決手段】質量%で、C:0.0030%以下、Si:0.05%以下、Mn:0.30%以下、P:0.05%以下、S:0.03%以下、Al:0.01~0.10%、N:0.0030%以下を含み、かつ[Mn]×[C] 4.0×10^{-4} を満たし、残部がFeおよび不可避的不純物である化学組成を有するとともに、時効指数AIが20MPa以下、25で6ヶ月時効後の降伏強度YPが180MPa以下であることを特徴とする形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板；ただし、[M]は元素Mの含有量(質量%)を表す。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、C:0.0030%以下、Si:0.05%以下、Mn:0.30%以下、P:0.05%以下、S:0.03%以下、Al:0.01~0.10%、N:0.0030%以下を含み、かつ $[Mn] \times [C] \leq 4.0 \times 10^{-4}$ を満たし、残部がFeおよび不可避的不純物である化学組成を有するとともに、時効指数AIが20MPa以下、25で6ヶ月時効後の降伏強度YPが180MPa以下であることを特徴とする形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板；ただし、[M]は元素Mの含有量(質量%)を表す。

【請求項2】

請求項1に記載の化学組成を有する鋼のスラブを、熱間圧延するに際し、950以下での累積歪みを0.6~2.0とするとともに、オーステナイト域で仕上げ圧延を終了し、50/s以下の平均冷却速度で冷却後、 $(450+[Mn]/[C])$ 以上の巻取り温度で巻取ることと特徴とする形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板の製造方法；ただし、[M]は元素Mの含有量(質量%)を表す。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車、家電、OA機器の分野で、部品にプレス成形して使用される熱延鋼板、特に、形状精度が必要とされる部品に適用可能な熱延鋼板およびその製造方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来、鉄鋼材料は、レアメタルを有効に活用することで、用途に応じた様々な特性を実現してきている。しかしながら、近年、レアメタルの価格が急騰し、鋼材価格に大きな影響を与えたり、また、レアメタル資源の枯渇に対する懸念も増大しており、レアメタルを使用しない鉄鋼材料に対する期待は益々大きくなっている。

【0003】

レアメタルを使用しない鉄鋼材料の例として、耐時効性に優れた鋼板を挙げることができる。例えば、特許文献1には、C:0.006wt%以下、Mn:0.05~0.3wt%、Al:0.02~0.1wt%を含む極低炭素Alキルド鋼を、 Ar_3 変態点以上の温度で熱延仕上げ圧延を行い、630以下の温度で巻取ったのち、76%以上の圧下率で冷間圧延し焼鈍することで、結晶粒径を小さく

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭63-266025号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載された遅時効性冷延鋼板では、結晶粒径が小さい上に、時効指数AIも高く耐時効性に劣るため、プレス成形時には、降伏強度YPが高くなり、スプリングバックにより形状精度が低下し、形状凍結性に劣るといった問題があった。

40

【0006】

本発明は、レアメタルを使用することなく、形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者等は、上記の目的とする熱延鋼板について次のような検討を行った。

【0008】

レアメタルを含有しない種々の極低炭素Alキルド鋼板(板厚2.0mm)を25で6ヶ月時効させた後、140×100mmの試験片を採取し、図1に示す形状のポンチとダイを用いて、しわ押

50

さえ力200kNで、図2に示すような高さ5mmの張出し成形を行い、図2に示す点線に沿って高さプロファイルを測定し、最大高さとし、最小高さの差を反り高さとして求め、形状凍結性を評価した。また、時効処理前の鋼板から、同様に140×100mmの試験片を採取し、図1に示す形状のポンチとダイを用いて、しわ押さえ力200kNで、図2に示すような高さ5mmの張出し成形を行い、時効処理前の鋼板の反り高さを求めた。そして、25、6ヶ月の時効前後での反り高さの差を求めて、これを反り高さのばらつきとし、形状凍結性のばらつきを評価した。

【0009】

また、時効前の鋼板のAIを、JIS 5号試験片を用いて、予歪み7.5%を付加し、100 で30分熱処理した後に引張試験を行って求めたYPから予歪み付加後の応力を引いて求めた。さらに、時効後YPを、JIS 5号試験片を用いて、引張試験を行って求めた。引張試験は、いずれの場合も、JIS Z2241に準じて行った。

10

【0010】

図3に時効後YPと反り高さとの関係を示したが、時効後YPが180MPaを超えると、反り高さが急激に大きくなり、一方、時効後YPを180MPa以下にすれば、反り高さを0.15mm以下にでき、優れた形状凍結性が得られることがわかる。

【0011】

また、図4にAIと反り高さのばらつきとの関係を示したが、AIが20MPaを超えると、反り高さのばらつきが急激に大きくなり、一方、AIを20MPa以下にすれば、反り高さのばらつきを0.02mm以下に小さくできることがわかる。

20

【0012】

このように、反り高さを小さくすることで、形状凍結性を改善でき、例えばプレス成形後の反り高さを0mm、すなわち反りをなくすために追加プレスをする場合でも、反りの矯正が容易となる。また、反り高さのばらつきを小さくすることで、追加プレスを行うような場合であっても、反り高さに応じた所定の条件でばらつきなく反りを小さくすることができる。

【0013】

本発明は、以上のような知見に基づきなされたもので、質量%で、C:0.0030%以下、Si:0.05%以下、Mn:0.30%以下、P:0.05%以下、S:0.03%以下、Al:0.01~0.10%、N:0.0030%以下を含み、かつ[Mn]×[C] 4.0×10^{-4} を満たし、残部がFeおよび不可避的不純物である化学組成を有するとともに、時効指数AIが20MPa以下、25 で6ヶ月時効後の降伏強度YPが180MPa以下であることを特徴とする形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板を提供する。

30

【0014】

本発明の熱延鋼板は、上記の化学組成を有する鋼のスラブを、熱間圧延するに際し、950以下での累積歪みを0.6~2.0とするとともに、オーステナイト域で仕上げ圧延を終了し、50 /s以下の平均冷却速度で冷却後、 $(450+[Mn])/[C]$ 以上の巻取り温度で巻取る方法により製造できる。

【0015】

ただし、[M]は元素Mの含有量(質量%)を表す。

【発明の効果】

40

【0016】

本発明により、レアメタルを使用せずに、形状凍結性と耐時効性に優れた熱延鋼板を製造できるようになった。本発明の熱延鋼板は、自動車、家電、OA機器の分野におけるプレス成形部品に好適である。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】反り高さを求めるために用いたポンチとダイの形状を示す図である。

【図2】張出し成形後の高さプロファイルの測定位置を示す図である。

【図3】時効後YPと反り高さとの関係を示す図である。

【図4】AIと反り高さのばらつきとの関係を示す図である。

50

【図5】平均冷却速度30 /sにおける累積歪みとAIとの関係を示す図である。

【図6】平均冷却速度30 /sにおける累積歪みと時効後YPとの関係を示す図である。

【図7】[Mn] × [C]とAIとの関係を示す図である。

【図8】[Mn] × [C]と時効後YPとの関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下に、本発明の詳細を説明する。なお、以下の「%」は、特に断らない限り「質量%」を表す。

【0019】

1)化学組成

C:0.0030%以下

Cは、固溶Cとして粒内に存在するとAIを上昇させる。一方、固溶Cは粒界に偏析すると、粒内に存在する場合に比べてAIを低下させることができる。ただし、粒界の固溶C量が多くなりすぎるとセメントイトとして存在するようになり、YPを上昇させる。それゆえ、25 で6ヶ月時効後YPを180MPa以下にするには、C量は0.0030%以下、好ましくは0.0020%以下、より好ましくは0.0015%以下とする必要がある。

【0020】

Si:0.05%以下

多量のSiは、硬質化により成形性を劣化させる。また、熱間圧延時に、オーステナイトからフェライトに変態する温度を上昇させ、オーステナイト域で仕上げ圧延を終了させるのを困難にする。したがって、Si量は0.05%以下、好ましくは0.03%以下とする。

【0021】

Mn:0.30%以下、かつ[Mn] × [C] 4.0×10^{-4}

Mnは、硬質化により成形性を劣化させる。したがって、Mn量は0.30%以下、好ましくは0.15%以下、より好ましくは0.10%以下とする。

【0022】

さらに、MnはCとの相互作用を有し、固溶Cの拡散を阻害してCの粒界偏析を抑制するため、AIを上昇させる。この影響は、C量が多いほど顕著となる。発明者らが検討した結果、AIを20MPa以下にするには、Mn量は0.30%以下とし、さらに[Mn] × [C] 4.0×10^{-4} 、好ましくは[Mn] × [C] 3.0×10^{-4} 、より好ましくは[Mn] × [C] 2.0×10^{-4} を満足する必要がある。なお、本願では上記のようにMn量を調整して固溶Cの粒界偏析を図るため、細粒化により固溶Cの粒界偏析を行った場合と比べてYPの上昇を抑えることができ、低AI化に加え、低YP化も達成でき、結果、時効後YPを低下することができる。

【0023】

P:0.05%以下

Pは、粒界に偏析して延性や靱性を劣化させる。また、熱間圧延時には、オーステナイトからフェライトに変態する温度を上昇させ、オーステナイト域で仕上げ圧延を終了させるのを困難にする。したがって、P量は0.05%以下、好ましくは0.03%以下とする。

【0024】

S: 0.03%以下

Sは、熱間での延性を著しく低下させ、熱間割れを誘発し、表面性状を著しく劣化させる。したがって、S量は0.03%以下、好ましくは0.02%以下、より好ましくは0.01%以下とする。

【0025】

Al:0.01~0.10%

Alは、Nを窒化物として固定することで、固溶Nによる時効硬化を抑制することができる。それゆえ、AIを20MPa以下にするには、Al量は0.01%以上、好ましくは0.03%以上、より好ましくは0.05%以上とする必要がある。一方、0.10%を超える多量のAlは、熱間圧延時に、オーステナイトからフェライトに変態する温度を上昇させ、オーステナイト域で仕上げ圧延を終了させるのを困難にする。したがって、Al量は0.01~0.10%、好ましくは0.03~0

10

20

30

40

50

.10%、より好ましくは0.05～0.10%とする。

【0026】

N:0.0030%以下

Nは、多量に含有されると、熱間圧延中にスラブ割れを伴い、表面疵が発生する恐れがある。また、固溶Nとして存在する場合には、時効硬化を引き起こす。したがって、N量は0.0030%以下、好ましくは0.0020%以下とする。

【0027】

残部は、Feおよび不可避免的不純物である。

【0028】

2)Al:20MPa以下、時効後YP:180MPa以下

上述したように、優れた形状凍結性を得るには、Alが20MPa以下、25 で6ヶ月時効後のYPが180MPa以下である必要がある。

【0029】

3)製造方法

本発明の熱延鋼板は、上記の化学組成を有する鋼のスラブを、以下の条件で熱間圧延することによって製造できる。

【0030】

950 以下での熱間圧延の累積歪み：0.6～2.0

熱間圧延において、950 以下の低温域での累積歪みが0.6未満だと、熱間圧延後の結晶粒が粗大化して、粒内に固溶Cが残り、Alを20MPa以下にできない。一方、この低温域での累積歪みが2.0を超えると、熱間圧延後の結晶粒が微細化して、YPが極端に上昇し、時効後のYPを180MPa以下にできない。したがって、950 以下での熱間圧延の累積歪みは0.6～2.0とする。なお、950 以下での累積歪とは、圧延工程での復熱、加熱で温度上昇がある場合も含めて、熱間圧延中の圧延温度が最後に950 以下になってからの累積歪である。また、圧延温度とは各圧延機入り側の温度である。ここで、累積歪は、圧延温度が950 以下になったスタンドでの入り側板厚をt1、最終スタンドでの出側板厚をt2として、 $-\ln(t2/t1)$ により求めることができる。

【0031】

仕上げ圧延：オーステナイト域で終了

仕上げ圧延中にフェライト域で圧延が行われると、熱間圧延後の結晶粒が粗大化するだけでなく、圧延荷重が大きく低下し、通板上のトラブルが発生する。したがって、仕上げ圧延はオーステナイト域で終了させる必要がある。

【0032】

仕上げ圧延後の平均冷却速度：50 /s以下

仕上げ圧延後の平均冷却速度が50 /sを超えると、フェライトの変態温度が低下するため、フェライト域での固溶Cの拡散が抑制され、固溶Cを粒界に偏析させることが困難になり、Alを20MPa以下にできない。したがって、仕上げ圧延から巻取りまでの平均冷却速度は50 /s以下、好ましくは30 /s以下とする。平均冷却速度の下限はとくに規定しないが、冷却速度が小さいと結晶粒が粗大化するため10 /s以上が好ましい。

【0033】

巻取り温度：(450+[Mn]/[C]) 以上

巻取り温度が低いと、固溶Cの拡散が抑制されることから、固溶Cを粒界に偏析させることができなくなり、Alを20MPa以下にできない。これは、[C]に対する[Mn]の比が大きいほど顕著になることから、巻取り温度は(450+[Mn]/[C]) 以上とする必要がある。

【0034】

なお、鋼の溶製方法には、通常の転炉法、電炉法などを適宜適用することができる。また、溶製された鋼は、スラブに鑄造後、そのまま、あるいは冷却して加熱後、熱間圧延が施される。熱間圧延後の鋼板には、酸洗処理、圧下率0.5～3%程度の調質圧延、溶融亜鉛めっき処理や化成処理などの表面処理を施すことができる。

【実施例1】

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

表1に示す化学組成の鋼を溶製し、スラブとした後、1200 で1時間加熱し、粗圧延および7スタンドの圧延機により7回圧延(圧下)する、7パスからなる仕上げ圧延を行った。表2に、各スタンドすなわち各パス入り側での板厚、各パス入り側での温度、および最終パス(第7パス目)出側での板厚および温度を示した。また、950 以下での累積歪みを示す。なお、表2のパス出側温度は全てオーステナイト域となっていた。ここで、温度は、放射温度計を用いて測定した鋼の表面温度であり、950 以下での累積歪みは、圧延途中で温度が950 を下回りさらに復熱などにより昇温して950 を上回った場合は、最後に950 以下になってからの累積歪みとした。仕上げ圧延後は、表2に示すように、平均冷却速度10~60 /sで冷却し、650 の巻取り温度で巻取って熱延鋼板とした。巻取り後の熱延鋼板には、酸洗、次いで1.0%の圧下率で調質圧延を行った。そして、圧延方向からJIS5号引張試験片を切り出し、引張試験を行ってYP、引張強度TS、伸びEIを測定した。また、上記の方法により、Alおよび時効後YPの測定を行った。

10

【 0 0 3 6 】

結果を表3に示す。

【 0 0 3 7 】

また、図5に、平均冷却速度が30 /sのときの950 以下の累積歪みとAlの関係を、図6に、平均冷却速度が30 /sのときの累積歪みと時効後YPの関係を示す。累積歪みを0.6~2.0とすることでAlを20MPa以下、時効後YPを180MPa以下とでき、形状凍結性に優れることがわかる。また、表3の供試鋼No.4に示すように、平均冷却速度が50 /sを超えると、Al

20

【 0 0 3 8 】

【表1】

質量%

C	Si	Mn	P	S	Al	N	[Mn]×[C]	450+ [Mn]/[C]
0.0010	0.01	0.15	0.01	0.01	0.04	0.0020	1.5×10^{-4}	600

【 0 0 3 9 】

30

【 表 2 】

供試鋼 No.	各パス入り側の板厚と温度														最終パス出側の 板厚と温度	累積 歪み	平均 冷却 速度 (°C/s)	巻取り 温度 (°C)	備考
	板厚 (mm)							温度 (°C)											
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7					
1								960	950	945	940	930	920	915	2.2	30	650	比較例	
2								930	960	950	945	940	930	920					2.2
3								920	940	960	950	945	940	920	1.3	30	650	発明例	
4								920	940	960	950	945	940	920					1.3
5	34	19.1	11.4	7.6	5.1	3.6	2.6	920	940	960	950	945	940	920	1.3	50	650	発明例	
6								920	940	960	950	945	940	920					1.3
7								930	950	970	955	950	945	925	0.9	30	650	発明例	
8								940	960	980	960	955	950	930					0.9
9								965	950	945	940	935	925	915	2.3	30	650	比較例	
10								935	965	950	945	940	935	925					2.3
11								920	940	965	950	945	940	925	1.8	30	650	発明例	
12	35	21	12.6	8.8	6.2	4.3	3.0	930	950	970	955	950	930	1.8					30
13								945	960	975	960	955	950	935	1.4	30	650	発明例	
14								960	980	990	970	965	960	950					1.4
															0.7	30	650	発明例	
															0.4	30	650	比較例	

10

20

30

40

【 0 0 4 0 】

50

【表 3】

供試鋼 No.	YP (MPa)	TS (MPa)	El (%)	AI (MPa)	時効後 YP (MPa)	備考
1	185	315	48	5	<u>190</u>	比較例
2	160	305	49	10	170	発明例
3	150	300	50	15	160	発明例
4	165	315	49	<u>30</u>	<u>185</u>	比較例
5	160	310	49	20	170	発明例
6	140	290	51	10	145	発明例
7	145	295	51	20	155	発明例
8	140	290	52	<u>30</u>	155	比較例
9	180	315	48	5	<u>185</u>	比較例
10	170	310	50	5	175	発明例
11	155	305	51	10	160	発明例
12	150	300	51	15	160	発明例
13	145	295	52	20	155	発明例
14	130	290	53	<u>30</u>	150	比較例

10

20

【実施例 2】

【0041】

表4に示す化学組成の鋼を溶製し、スラブとした後、表2の供試鋼No.3と同様な950 以下の累積歪みで仕上げ圧延し、平均冷却速度30 /sで冷却後、巻取り温度を変えて熱延鋼板とした。そして、実施例1と同様に、YP、TS、El、AIおよび時効後YPの測定を行った。

30

【0042】

結果を表4に示す。

【0043】

また、図7に、[Mn] × [C]とAIとの関係を、図8に、[Mn] × [C]と時効後YPとの関係を示す。[Mn] × [C] 4.0×10^{-4} とすることでAIを20MPa以下、時効後YPを180MPa以下とでき、形状凍結性に優れることがわかる。また、表4の供試鋼No.17、19に示すように、巻取り温度が $(450 + [Mn]/[C])$ 未満になると、[Mn] × [C] 4.0×10^{-4} であっても、AIが20MPaを超え、時効後YPが180MPaを超えて、形状凍結性に劣ることがわかる。さらに、表4の供試鋼No.23、29に示すように、C量やMn量が本発明の範囲外だと、[Mn] × [C] 4.0×10^{-4} であっても、AIが20MPaを超え、時効後YPが180MPaを超えて、形状凍結性に劣ることがわかる。

40

【0044】

【表 4】

質量%

供試鋼 No.	C	Si	Mn	P	S	Al	N	[Mn]×[C]	450+ [Mn]/[C]	巻取り 温度 (°C)	YP (MPa)	TS (MPa)	EI (%)	AI (MPa)	時効後 YP (MPa)	備考
3	0.0010	0.01	0.15	0.01	0.01	0.04	0.0020	1.5×10^{-4}	600	650	150	300	50	15	160	発明例
15	0.0010	0.01	0.15	0.01	0.01	0.04	0.0020	1.5×10^{-4}	600	680	145	295	51	10	150	発明例
16	0.0010	0.01	0.15	0.01	0.01	0.04	0.0020	1.5×10^{-4}	600	600	155	305	49	18	165	発明例
17	0.0010	0.01	0.15	0.01	0.01	0.04	0.0020	1.5×10^{-4}	600	580	165	310	48	30	185	比較例
18	0.0010	0.02	0.20	0.02	0.02	0.05	0.0018	2.0×10^{-4}	650	660	150	305	49	15	160	発明例
19	0.0010	0.02	0.20	0.02	0.02	0.05	0.0018	2.0×10^{-4}	650	630	165	305	48	30	185	比較例
20	0.0013	0.01	0.30	0.04	0.01	0.03	0.0022	3.9×10^{-4}	681	685	160	310	48	20	170	発明例
21	0.0010	0.01	0.10	0.01	0.01	0.06	0.0015	1.0×10^{-4}	550	600	130	295	51	10	135	発明例
22	0.0010	0.02	0.05	0.02	0.01	0.08	0.0015	5.0×10^{-5}	500	580	120	280	53	0	120	発明例
23	0.0012	0.01	0.32	0.01	0.01	0.04	0.0016	3.8×10^{-4}	717	720	175	315	47	25	190	比較例
24	0.0015	0.01	0.25	0.01	0.01	0.05	0.0022	3.8×10^{-4}	617	640	170	305	50	20	180	発明例
25	0.0020	0.03	0.22	0.01	0.01	0.04	0.0015	4.4×10^{-4}	560	620	170	310	48	30	195	比較例
26	0.0020	0.01	0.14	0.01	0.01	0.02	0.0008	2.8×10^{-4}	520	600	160	305	49	15	165	発明例
27	0.0025	0.02	0.08	0.01	0.01	0.04	0.0023	2.0×10^{-4}	482	570	160	310	48	18	165	発明例
28	0.0030	0.04	0.13	0.01	0.01	0.03	0.0018	3.9×10^{-4}	493	600	160	310	47	20	170	発明例
29	0.0033	0.01	0.10	0.01	0.01	0.05	0.0022	3.3×10^{-4}	480	640	175	330	46	25	185	比較例

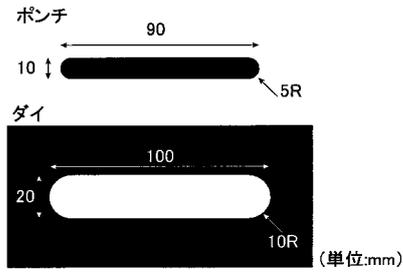
10

20

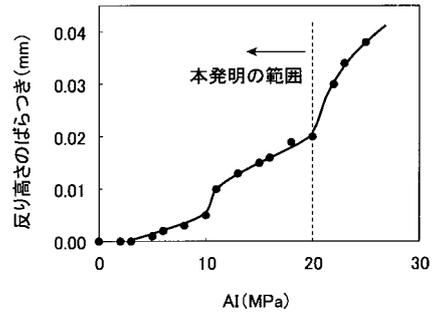
30

40

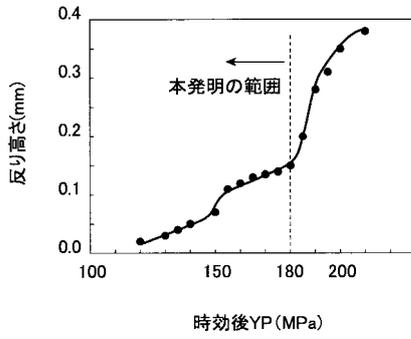
【 図 1 】



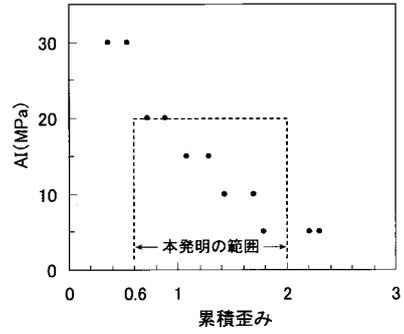
【 図 4 】



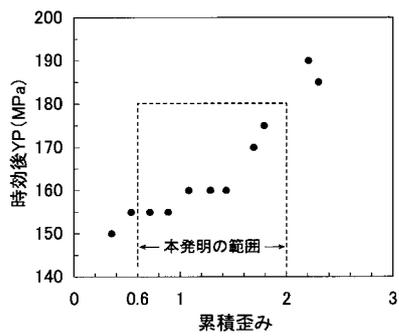
【 図 3 】



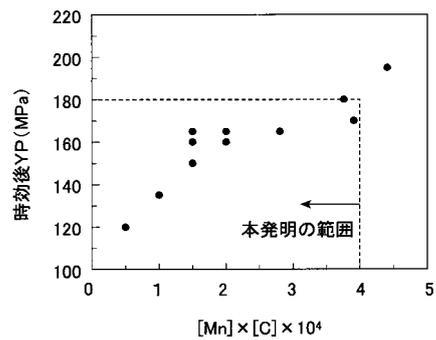
【 図 5 】



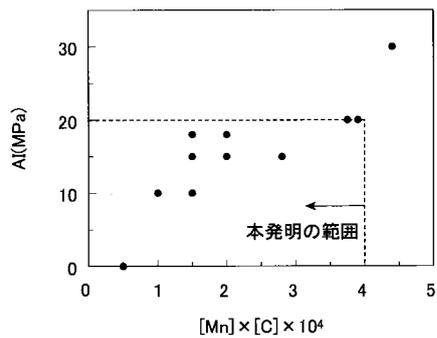
【 図 6 】



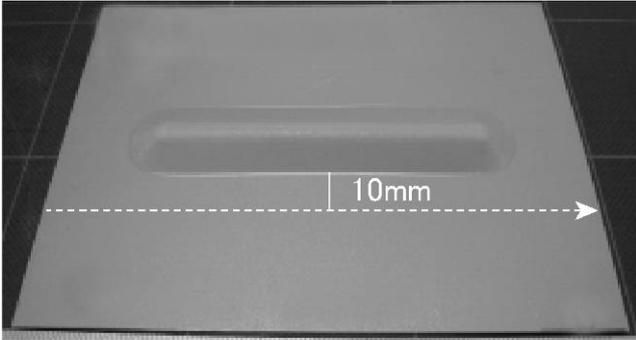
【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K037 EA01 EA04 EA15 EA18 EA23 EA25 EA27 EB01 EB08 FA02
FA03 FB07 FB10 FD03 FD04 FE01 FE02 FE03 FM02