

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7269696号  
(P7269696)

(45)発行日 令和5年5月9日(2023.5.9)

(24)登録日 令和5年4月26日(2023.4.26)

(51)国際特許分類		F I			
C 2 1 D	9/46 (2006.01)	C 2 1 D	9/46	G	
C 2 1 D	1/26 (2006.01)	C 2 1 D	1/26	D	

請求項の数 6 外国語出願 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-88242(P2020-88242)	(73)特許権者	503404132
(22)出願日	令和2年5月20日(2020.5.20)		クリーブランド - クリフス スティール
(62)分割の表示	特願2018-501871(P2018-501871) )の分割		プロパティーズ、インク、
原出願日	平成28年7月15日(2016.7.15)		アメリカ合衆国、4 5 0 6 9 オハイオ
(65)公開番号	特開2020-158884(P2020-158884 A)	(74)代理人	100104411
(43)公開日	令和2年10月1日(2020.10.1)		弁理士 矢口 太郎
審査請求日	令和2年6月19日(2020.6.19)	(72)発明者	コムストック、ロバート、ジェイ、
審査番号	不服2022-6569(P2022-6569/J1)		アメリカ合衆国、4 5 0 6 7 オハイオ
審査請求日	令和4年4月28日(2022.4.28)		州、トレントン、サウスウィック プレ
(31)優先権主張番号	62/192,897	(72)発明者	イス 5 0 9
(32)優先日	平成27年7月15日(2015.7.15)		パラスコス、ジョージ、エー、
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国、4 5 0 4 0 オハイオ
			州、メーソン、6 3 6 9 ティンバース
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高成形性の二重相鋼

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フェライトおよびマルテンサイトを有する二重相鋼ストリップの成形性を改善する方法であって、前記マルテンサイトの少なくとも一部をフェライトおよびセメンタイトに変形させるのに十分な温度と時間で前記二重相鋼ストリップを調質加熱処理する工程を有し、前記調質加熱処理する工程は、バッチ焼鈍プロセスを含むものであり、

前記十分な時間と温度は、前記バッチ焼鈍プロセスの後の前記二重相鋼ストリップ内の炭素の累積拡散距離によって定義されるものであり、前記炭素の累積拡散距離は、前記二重相鋼ストリップの公称伸張力が780MPaの場合は0.1以上1.1マイクロメートル未満であり、または前記二重相鋼ストリップの公称伸張力が980MPaの場合は0.001以上1マイクロメートル未満であり、および、

前記バッチ焼鈍プロセスのサイクル時間は9時間以上である、方法。

【請求項 2】

請求項1記載の方法であって、さらに、前記調質加熱処理する工程後に前記二重相鋼を調質圧延する工程を有する、方法。

【請求項 3】

請求項1記載の方法において、前記ストリップが冷間圧延された後、前記調質加熱処理する工程が生じる、方法。

【請求項 4】

請求項1記載の方法において、前記ストリップがコーティングで覆われた後、前記調質

加熱処理する工程が生じる、方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の方法において、前記調質加熱処理する工程は、箱型焼鈍工程である、方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載の方法において、前記バッチ焼鈍プロセスのサイクル時間は、9 時間以上で完了するものである、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権

本出願では、「高成形性の二重相鋼」と題し、2015年7月15日に提出された米国仮特許出願第62/192,897号の優先権を主張し、この参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

二重相鋼は周知であり、自動車用途のような高い強度の鋼を要する用途で広く使用されている。それらは典型的にフェライトおよびマルテンサイト相を有する。それらの鋼は典型的に穴拡張の既知の方法を使って測定され、曲げ加工や端の伸張に関して制限された成形性を有すると考えられている。

【0003】

通常の二重相鋼の曲げ加工や端の伸張の間、歪みの大部分に適合させるようにフェライトを残すと、マルテンサイト相は少しの変形が生じる。歪みが増すと、フェライトは延性の限界に達し、フェライト - マルテンサイト相互作用で空隙が形成し始める。その空隙はその後歪みがさらに増すと、割れ目を形成し得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

二重相鋼の成形性を改善するために、マルテンサイト相を調質する。それはフェライト - マルテンサイト構造を形成しても良い。調質されたマルテンサイト構造は、元のマルテンサイトより強度が低い。この低い強度が曲げ加工や伸張鋼における歪みをより均一に材料を通して分配され、それにより材料における空隙成形を最小限にする。

【0005】

一つの実施形態において、調質する工程は、箱型焼鈍工程で行われる。箱型焼鈍工程はマルテンサイトが二重相鋼で形成された後生じる。例えば、それは連続焼鈍ラインにおいて加熱処理後に生じ得るか、鋼が加熱処理され、例えばアルミニウム、亜鉛、鉛、またはこれらの金属の1またはそれ以上の合金のような金属コーティングを使った溶融ラインでコーティングされた後に生じ得る。

【0006】

他の実施形態では、調質する工程は、連続的な焼鈍、連続的な調質加熱処理、またはマルテンサイト形成後の連続的なコーティングラインのように連続的な方法で行われる。調質する工程の加熱は誘導加熱器または他のストリップ加熱方法によって提供され得る。

【0007】

いくつかの実勢形態では、調質工程はさらに加熱する工程後に調質ミル上の調質圧延機を有する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、温度の機能として780 Mpaの伸張強度を有する二重相鋼の改善された穴拡張割合を示す。

【図2】図2は、一つの実施形態に伴い、調質加熱処理することなく、箱型焼鈍加熱炉の

10

20

30

40

50

調質加熱処理後の 980 Mpa に伸張強度を有する二重相鋼ストリップの圧力 - 歪みの湾曲を示す。

【図 3】図 3 は、調質する間の炭素の平均拡散距離と、980 Mpa の伸張強度を有する二重相鋼ストリップの降伏強度の計算関係を示す。

【図 4】図 4 は、調質の間の炭素の平均拡散距離と、780 Mpa の伸張強度を有する二重相鋼ストリップの降伏強度の計算関係を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

二重相鋼のマルテンサイト相は、温度における時間を使って、いくらかまたは全てのマルテンサイトをフェライトおよびセメンタイトに変形しながら調質される。セメンタイトは炭化物である。調質加熱処理する時間および温度は、穴拡張および曲げ試験値が理想の数値に改善するような変形を促すよう十分に長く、かつ十分に熱くなければならない。加熱処理の時間および温度は、材料伸張力が理想の最小値以下まで減少させ、または材料の降伏力が理想の最大値以上に増すほど長くも高くもなるべきではない。規定の調質工程的確な時間および温度は、本願の教示に従って、当業者によって決定されても良い。調質工程は鋼ストリップを加熱する工程を含む。調質する工程は加熱する工程の後、さらに調質圧延を含んでも良い。

10

【0010】

調質は炭素の拡散によって制御され、それは温度における時間によって決まる。炭素の累積拡散距離は  $x$  m で、 $x$  は調質の大きさを定義するために使われる。

20

$$x = (2Dt)^{1/2}$$

式中、 $t$  は時間であり、温度における数秒で、かつ、 $D$  は  $\text{cm}^2/\text{s}$  における拡散率である。

時間 ( $t$ ) および温度 ( $T$ ) の関数である  $x$  は、様々な時間および温度状態の下で  $x_n$  値の合計であり得る。

$$x = x_1(t_1, T_1) + x_2(t_2, T_2) + x_3(t_3, T_3) + \dots + x_n(t_n, T_n)$$

拡散率は次のアレニウスの式によって定義される。

$$D = D_0 e^{-Q/RT}$$

式中、 $Q$  は活性化エネルギー = 32,000 cal/mol、

30

$$D_0 = 0.15 \text{ cm}^2/\text{s}、$$

$$R = 1.987 \text{ cal}/(\text{mol K})、$$

および  $T$  はケルヴィンにおいて温度である。

【0011】

拡大した調質は成型性を改善する間、それはまた鋼の降伏力を増加させ、降伏点伸び (YPE) を導入する。鋼使用者は二重相鋼のさまざまなクラスのための降伏力要件を有する。結果として、調質の量は降伏力要件に固着するために制限される必要があるかもしれない。拡散距離である  $x$  は、二重相鋼クラスである DP780 および DP980 の降伏力に相互に関連する。それゆえに、加熱処理は最大の調質を提供する上記の式を使って促進され、要した降伏力の範囲内に維持される間、それは最高の成型性を提供する。

40

【0012】

一つの実施形態では、二重相鋼ストリップのコイルは、適切なマルテンサイト - フェライト微細構造が確立した後、鋼コイルのための標準的な鋼作成箱型調質焼鈍装置またはベーキング型装置を使った加熱処理の対象となる。代わりに、箱型焼鈍装置を使った箱型調質は、鋼ストリップが例えば、亜鉛、アルミニウム、鉛、またはこれらの 1 またはそれ以上のコーティングで覆われた後に生じてても良い。そのようなコーティングは電解または溶融コーティング方法を含む従来型のプロセスによって適用され得る。この箱型焼鈍は、ガルバニ焼鈍コーティングを生成するためにベース二重相鋼でコーティングする亜鉛の合金のようなものと組み合わせの後に生じるか、またはそれに続く加熱処理と組み合わせで生じ得る。箱型焼鈍の後、鋼ストリップはまたストリップの形状を改善するため、降伏点伸

50

びを除去するため、またはストリップに油をさすために調質圧延される。ある実施形態、特に二重相鋼では、そのような箱型焼鈍は調質に適している。

【 0 0 1 3 】

他の実施形態は、調質加熱処理は連続焼鈍ライン、またはコーティングラインまたは連続加熱処理ラインのような連続したプロセスを使って適用され得る。一つの実施形態では、連続した加熱プロセスは誘導加熱を含む。箱型焼鈍プロセスを使って、連続した調質加熱処理工程は鋼ストリップが冷間圧延された後またはコーティングされた後に生じ得る。連続した調質加熱処理の後にはまた調質圧延工程が続く。

【 0 0 1 4 】

実施例 1

780 MPa の公称伸張力を有する二重相鋼は二重相鋼ストリップの典型的なプロセスを使用して製造された。冷間圧延および亜鉛めっき後、鋼ストリップは乾燥窒素の環境における様々な温度で、1 時間実験焼鈍サイクルにおかれる。改善された穴拡張の結果は図 1 に示される。

【 0 0 1 5 】

実施例 2

780 MPa の公称伸張力を有する二つの二重相鋼のコイルは二重相鋼ストリップの典型的な製造プロセスを使用して製造された。冷間圧延および亜鉛めっき後、二つのコイルは乾燥窒素の環境において、夫々 24 ~ 30 時間の間 550 ° F で箱型焼鈍サイクルにおかれる。結果は表 1 に示される。

【表 1】

表 1

温度 (°F)	調質時間 (hrs)	YPE (%)	降伏力 (MPa)	伸張力 (MPa)	穴拡張割合 (%)
標準製品	0	0	512	855	16
550	24	0.5	608	811	32
550	30	1.8	740	834	47

【 0 0 1 6 】

24 時間サイクルは標準生成物に近い降伏点伸び ( Y P E ) および降伏力であるが、穴拡張割合 ( H E R ) は二倍である。30 時間のより長い調質時間はさらに H E R を増加させ、著しく Y P E および降伏力の量を増加させた。

【 0 0 1 7 】

実施例 3

980 MPa の公称伸張力を有する二つの二重相鋼のコイルは二重相鋼ストリップの典型的な製造プロセスを使用して製造された。冷間圧延および亜鉛めっき後、二つのコイルは乾燥窒素の環境において、30 時間 550 ° F で箱型焼鈍サイクルにおかれた。箱型焼鈍の後、コイルは調質ミル上で最大 0 . 27 %、および平均 0 . 12 % で調質圧延された。

【 0 0 1 8 】

穴拡張試験。3 / 4 インチ直径のせん断された穴を有する半球状の穴孔試験を使うと、穴拡張の平均は、二重相鋼において調質処理前の 14 % から調質処理後の 31 % まで増加した。10 mm 直径の穴を有する円錐穴孔試験を使うと、穴拡張の平均は、二重相鋼において調質処理前の 16 % から調質処理後の 29 % まで増加した。拡張された穴の平均的な直径は、縦、横、斜め 1 および斜め 2 の直径の平均から決定された。現在の破損点での穴拡張パーセンテージは 3 つのサンプルの平均を使って決定された。ピアス穴ダイス間隔は 3 / 4 インチサンプルにおいて 17 % であり、10 mm サンプルで 12 . 8 % であった。これらの結果は表 2 に示される。

10

20

30

40

50

【表 2】

表 2

箱型焼鈍装置を使った調質前		厚さ(インチ)	穴拡張 (%) (せん断された穴の 3/4インチ直径)	穴拡張 (%) (せん断された穴の 10mm 直径)
AAA	正面	0.0559	10	16
AAA	尾部	0.0564	17	17
ABA	正面	0.0556	18	16
ABA	尾部	0.0557	9	14
		平均 :	14	16

10

箱型焼鈍装置を使った調質後		厚さ(インチ)	穴拡張 (%) (せん断された穴の 3/4インチ直径)	穴拡張 (%) (せん断された穴の 10mm 直径)
AAA	正面	0.0560	33	33
			32	26
AAA	尾部	0.0560	30	34
			33	29
AAA	冷点	0.0558	33	29
ABA	正面	0.0558	32	25
			26	26
ABA	尾部	0.0555	34	28
		0.0561	28	27
ABA	冷点	0.0557	31	30
		平均 :	31	29

20

30

40

## 【0019】

伸張の質。標準のプロセス後の二重相鋼における縦の平均的な伸張力は、151 ksi (1040 Mpa)であった。この力は調質処理後、平均144 ksi (995 Mpa)まで下がった。平均143 ksi (986 Mpa)以下の伸張力を有するサンプルはなかった。詳細は下記の表3で示される。二重相鋼ストリップにおける横の伸張力は平均145 ksi (1062 Mpa)であった。この力は平均148 ksi (1018 Mpa)まで

50

下がった。詳細は下記の表 4 で示される。

【 0 0 2 0 】

調質処理後、1 ~ 2 % の降伏点伸び ( Y P E ) は促進し、降伏力は 9 5 ~ 1 3 5 k s i ( 6 5 5 ~ 9 3 1 M p a ) まで増加した。二重相鋼において、調質処理なしだと総伸張は 1 6 % から調質処理後の 1 3 % まで減少した。これらの結果はまた表 3 および 4 で示される。標準および調質生成物両方の応力・歪み曲線の例は図 2 に示される。

【表 3】

表 3 縦の伸張性質

箱型焼鈍装置を使った調質前		YPE (%)	YS (ksi)			TS (ksi)	TS (MPa)	伸び (%)
			上	下	0.2%			
AAA	正面	0	N/A	N/A	93.1	150.6	1039	16
AAA	尾部	0	N/A	N/A	98.6	151.8	1047	16
ABA	正面	0	N/A	N/A	95.0	152.2	1050	16
ABA	尾部	0	N/A	N/A	95.6	149.4	1030	16
平均 :		0			95.6	151.0	1041	16

10

20

箱型焼鈍装置を使った調質後		YPE (%)	YS (ksi)			TS (ksi)	TS (MPa)	伸び (%)
			上	下	0.2%			
AAA	正面	1.8	135.6	134.3	135.5	143.0	986	14
		2.0	137.6	136.3	137.1	144.3	995	13
AAA	尾部	1.1	132.7	131.7	132.6	144.8	998	14
		1.1	132.9	132.0	132.8	144.5	997	14
AAA	冷点	0.9	134.4	133.0	134	144.9	999	13
ABA	正面	1.7	134.7	133.7	134.5	144.3	995	14
		1.6	134.4	132.9	134.2	143.0	986	13
ABA	尾部	1.1	134.3	133.5	134.4	145.0	1000	13
		1.6	136.4	134.7	136.4	145.9	1006	13
ABA	冷点	1.0	132.7	131.5	132.4	142.9	986	14
平均 :		1.4	134.6	133.4	134.4	144.3	995	13

30

40

50

【表 4】

表 4 斜めの伸張性質

箱型焼鈍装置を使った調質前		YPE (%)	YS (ksi)			TS (ksi)	TS (MPa)	伸び (%)
			上	下	0.2%			
AAA	正面	0	N/A	N/A	94.4	153.3	1057	15
AAA	尾部	0	N/A	N/A	94.1	153.0	1055	15
ABA	正面	0	N/A	N/A	97.8	156.1	1077	14
ABA	尾部	0	N/A	N/A	94.2	153.6	1059	15
	平均 :	0			95.1	154.0	1062	15

10

箱型焼鈍装置を使った調質後		YPE (%)	YS (ksi)			TS (ksi)	TS (MPa)	伸び (%)
			上	下	0.2%			
AAA	正面	1.6	138.6	137.6	138.4	146.1	1008	13
		1.6	138.7	138.0	138.6	146.4	1010	13
AAA	尾部	1.1	134.1	133.5	134.0	146.7	1012	14
		1.0	132.9	131.8	132.7	146.4	1010	13
AAA	冷点	0.6	134.3	134.1	134.1	149.5	1031	14
ABA	正面	1.5	136.7	135.5	136.8	146.2	1008	13
		1.4	137.0	136.3	137.1	146.9	1013	14
ABA	尾部	1.6	140.2	139.3	140.2	150.1	1035	12
		1.6	140.5	139.9	140.5	149.3	1030	14
ABA	冷点	0.5	133.2	132.8	133.0	148.9	1027	13
	平均 :	1.3	136.6	135.9	136.5	147.7	1018	13

20

30

40

## 【 0 0 2 1 】

90° 屈曲試験。調質処理前に、二重相鋼は顕微鏡の補助なしで見られる亀裂があらわれ、以前の最小 2.5 の  $r/t$  に耐え得る。「 $r/t$ 」は鋼ストリップの厚さによって区分される屈曲の範囲である。調質処理後、二重相鋼は 1.2 の  $r/t$  で目に見える亀裂を示さず、利用可能な最小の範囲のダイスであった。これらの試験は「硬い」方向で行われ、屈曲軸は圧延方向に並行して行う。結果は表 5 に示される。

50

【表 5】

表 5 90°曲げ試験

箱型焼鈍装置を使った調質前		2.8 r/t (4.0 mm ダイス)	2.5 r/t (3.5 mm ダイス)	2.1 r/t (3.0 mm ダイス)	1.8 r/t (2.5 mm ダイス)	1.4 r/t (2.0 mm ダイス)	1.2 r/t (1.75 mm ダイス)	ゼロ-T
I4A4	正面	可	可	不可	不可	不可		
A4A4	尾部	可	可	可	不可	不可		
A4A4	正面	可	可	不可	不可	不可		
A4A4	尾部	可	可	端割れ	不可	不可		

10

箱型焼鈍装置を使った調質後		2.8 r/t (4.0 mm ダイス)	2.5 r/t (3.5 mm ダイス)	2.1 r/t (3.0 mm ダイス)	1.8 r/t (2.5 mm ダイス)	1.4 r/t (2.0 mm ダイス)	1.2 r/t (1.75 mm ダイス)	ゼロ-T
A4A4	正面	可		可	可	可	可	
		可		可	可	可	可	
A4A4	尾部	可		可	可	可	可	
		可		可	可	可	可	
A4A4	冷点						可	
A4A4	正面	可		可	可	可	可	
		可		可	可	可	可	
A4A4	尾部	可		可	可	可	可	不可
		可		可	可	可	可	
A4A4	冷点						可	

20

30

## 【0022】

走査電子顕微鏡法。この実施例の特異的な二重相鋼におけるフェライト - マルテンサイト構造は典型的にかなり微細であり、光学顕微鏡を使っても容易に解像されない。調質処理後、マルテンサイトからフェライトおよび炭化物への変異は走査電子顕微鏡を使って解像された。

40

## 【0023】

要約。二重相鋼コイルの箱型焼鈍調質処理は、穴拡張能力を15%~30%へと倍にし、142ksi(980MPa)の最小の伸張力を維持しながら屈曲の特性を著しく改善した。調質は製品中にYPEを回復させ、平均的な降伏力を96~133ksi(662~931MPa)へと増加させる結果となった。

## 【0024】

## 実施例4

試験で使用された特異的な箱型焼鈍装置におけるより高い温度は、いくつかの範囲を生じさせ、980MPaの公称伸張力を有する二重相鋼の最後の結果において、以下の表6に示される結果で示されるように、降伏力を増加させた。

50

## 【表 6】

表 6

温度 (°F)	調質時間 (hrs)	YPE (%)	降伏力 (MPa)	伸張力 (MPa)	穴拡張割合 (%)
標準 製品	0	0	659	1041	16
450	9	1.2	1038	1128	
550	10	1.8	881	966	
550	30	1.4	920	995	29

10

## 【0025】

## 実施例 5

980 Mpa の公称伸張力を有する二重相鋼の調質作用はより低い調質の温度でより良く制御され、以下の表 7 で示されるように、実験ではその後より長い調質時間を要するかもしれない。

## 【表 7】

表 7

温度 (°F)	調質時間 (hrs)	YPE (%)	降伏力 (MPa)	伸張力 (MPa)
標準 製品	0	0	681	1029
220	24	0	684	1008
265	24	0	695	1035
285	24	0	741	1041

20

## 【0026】

## 実施例 6

調質加熱処理は、980 Mpa の公称伸張力を有する二重相鋼上で誘導加熱器を使って引かれた線で行われた。ストリップの温度は誘導加熱器の出口およびコイリングの前で測定される 3 つの状態は調査され、表 8 に示される。

## 【表 8】

表 8

誘導子 からの調質 (°F)	コイル調質 (°F)	YPE (%)	降伏力 (MPa)	伸張力 (MPa)
標準製品	0	0	689	1058
590	115	1.8	973	1051
600	250	2.1	989	1058
700	275	2.6	991	1033

40

## 【0027】

誘導からのストリップ温度およびコイリングの温度が下がれば、同様に降伏力および YPE の量が減少する。そのような連続したプロセスのストリップ温度制御は、必要ならば降伏力および YPE を元の降伏力およびゼロ YPE に減少させることが可能である。

## 【0028】

50

## 実施例 7

実施例 3、4、および 5 における二重相 980 降伏力データは図 3 でマイクロメーターで計算された拡散距離  $x$  の機能として表示される。図 3 および上記の拡散方程式を使って、加熱処理は促進され、DP 980 の理想的な降伏力を有する調質物を生成するだろう。例えば、もし 800 Mpa 降伏力を有する調質された DP 980 生成物が望ましいなら、時間および温度の組み合わせは降伏  $x$  が約 0.01 マイクロメーターであるように選択され得る。他の実施例では、もし 950 Mpa 降伏力を有する調質された DP 980 生成物が望ましいなら、時間および温度の組み合わせは降伏  $x$  が 1 マイクロメーター未満、または  $x$  が 0.1 マイクロメーター未満であるように選択され得る。

【 0 0 2 9 】

10

## 実施例 8

実施例 2 における二重相 780 降伏力データは、図 4 においてマイクロメーターで計算された拡散距離  $x$  の機能として表示される。図 4 および上記の拡散方程式を使って、加熱処理は促進され、DP 780 の理想的な降伏力を有する調質物を生成するだろう。例えば、もし 600 Mpa またはそれより低い降伏力を有する調質された DP 780 生成物が望ましいなら、時間および温度の組み合わせは降伏  $x$  が 0.9 マイクロメーター未満であるように選択され得る。他の実施例では、もし 720 Mpa 降伏力を有する調質された DP 780 生成物が望ましいなら、時間および温度の組み合わせは 1.1 マイクロメーター未満であるように選択され得る。

20

30

40

50

【図面】  
【図 1】

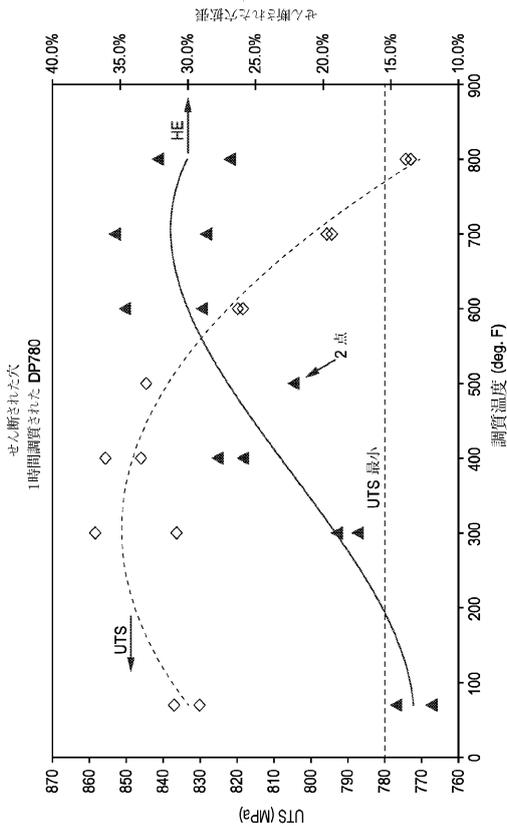


図 1

【図 2】

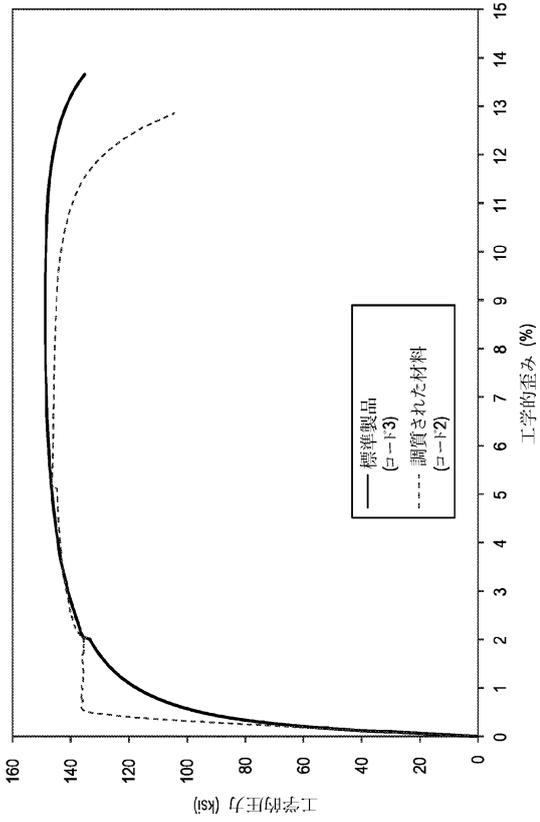
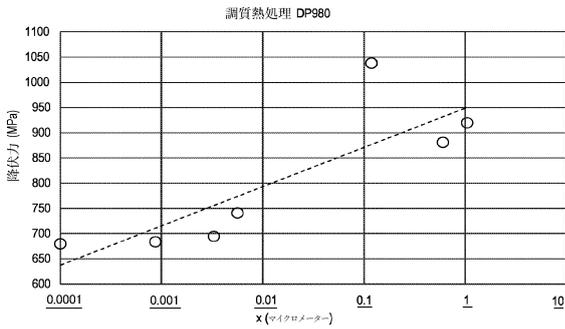
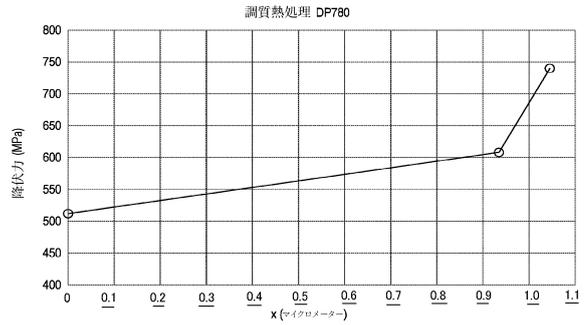


図 2

【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

コート

合議体

審判長 池淵 立

審判官 井上 猛

審判官 山本 佳

(56)参考文献 特表 2 0 1 8 - 5 2 4 4 7 4 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C22C 38/00-38/60

C21D 8/00-8/04

C21D 9/46-9/48