

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6692200号  
(P6692200)

(45) 発行日 令和2年5月13日(2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月16日(2020.4.16)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B21D 39/03</b>	<b>(2006.01)</b>	B 21 D 39/03	B
<b>C22C 38/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 22 C 38/00	3 O 1 S
<b>C22C 38/60</b>	<b>(2006.01)</b>	C 22 C 38/60	3 O 1 W
<b>B21D 22/20</b>	<b>(2006.01)</b>	C 22 C 22/20	G

請求項の数 4 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-72486 (P2016-72486)
(22) 出願日	平成28年3月31日 (2016.3.31)
(65) 公開番号	特開2017-177206 (P2017-177206A)
(43) 公開日	平成29年10月5日 (2017.10.5)
審査請求日	平成31年3月12日 (2019.3.12)

(73) 特許権者	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番 4号
(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(74) 代理人	100145403 弁理士 山尾 肇人
(74) 代理人	100206140 弁理士 大釜 典子
(74) 代理人	100206162 弁理士 佐々木 正博
(72) 発明者	神保 規之 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番 4号 株式会社神戸製鋼所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】メカニカルクリンチ接合部品の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

2枚以上の鋼板からなり、剥離強度が0.200kN/mm以上の接合部を少なくとも1箇所有し、かつ硬さがHv360以上であるメカニカルクリンチ接合部品の製造方法であって、

2枚以上の鋼板をAc<sub>3</sub>点以上に加熱する工程；および、

該鋼板の炭素当量Ce<sub>q</sub>、ならびにメカニカルクリンチ接合時の下死点保持時間tと接合開始温度Tが下記式(1)および下記式(2)の関係を満たすようにメカニカルクリンチ接合を行う工程；

をこの順に含むことを特徴とするメカニカルクリンチ接合部品の製造方法。

$$Ce_{q} \times (0.00209 \times t + 0.000731 \times T - 0.0365) = 0.200 \\ \dots \quad (1)$$

$$Ce_{q} = 0.00071 \times T + 0.993 \dots \quad (2)$$

上記式(1)および式(2)において、Ce<sub>q</sub>は、下記式(3)により求められる鋼板の炭素当量(質量%)、tは下死点保持時間(秒)、Tは接合開始温度(℃)を示す。前記2枚以上の鋼板のCe<sub>q</sub>が異なる場合は、最も低いCe<sub>q</sub>を用いる。

$$Ce_{q} = C + (1/6) \times Mn + (1/24) \times Si + (1/40) \times Ni + (1/5) \times Cr + (1/4) \times Mo + (1/14) \times V \dots \quad (3)$$

上記式(3)において、各元素は、質量%での、鋼板中の含有量を示し、含まれない元素はゼロとする。

10

20

**【請求項 2】**

前記 2 枚以上の鋼板は、いずれも成分組成が、質量 % で、

C : 0 . 1 5 ~ 0 . 4 % 、

S i : 0 % 超 2 % 以下、ならびに、

Mn と Cr のうちの少なくとも 1 種：合計で 1 . 0 ~ 5 . 0 % を満たすと共に、

Ti : 0 % 以上 0 . 1 0 % 以下、B : 0 % 以上 0 . 0 0 5 % 以下、Al : 0 % 以上 0 .

5 % 以下、Mo : 0 % 以上 1 % 以下、Cu : 0 % 以上 0 . 5 % 以下、Ni : 0 % 以上 0 .

5 % 以下、Nb : 0 % 以上 0 . 1 0 % 以下、V : 0 % 以上 0 . 1 0 % 以下、および Zr : 0 % 以上 0 . 1 0 % 以下を満たす請求項1 に記載のメカニカルクリンチ接合部品の製造方法。

10

**【請求項 3】**

前記メカニカルクリンチ接合を行う工程で、熱間プレス成形を併せて行う請求項1 または2 に記載のメカニカルクリンチ接合部品の製造方法。

**【請求項 4】**

前記メカニカルクリンチ接合を行う工程が複数回である請求項1 ~ 3 のいずれかに記載のメカニカルクリンチ接合部品の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、メカニカルクリンチ接合部品およびその製造方法に関する。特には、高強度のメカニカルクリンチ接合部品と、該部品を割れ等の不具合なく良好に製造する方法に関する。

20

**【背景技術】****【0002】**

自動車の衝突安全性と軽量化の両立のため、超高強度鋼板の車体骨格への適用が増加している。自動車用鋼部品は、衝突時の衝撃を受けた際に変形を一定以下に抑えるため、現状、上記鋼部品を構成する主部材に補強部材をスポット溶接で接合し、部分的に厚肉化して補強を行っている。しかしこうした工法では、主部材と補強部材をそれぞれ成形した後、スポット溶接で互いに組み立てるため、コストの増大が問題となる。

**【0003】**

30

一方、上記スポット溶接に代わり、冷間で点接合する接合方法としてメカニカルクリンチ接合と呼ばれる接合方法が知られている。この接合方法は、金属同士を機械的に接合するかしめ接合の一種である。表 1 にかしめ接合の種類と各種類の特徴を示す。この表 1 に示す通りかしめ接合には数種ある。その中でもメカニカルクリンチ接合は、凸形パンチと凹形ダイにて金属板 2 枚以上を同時にプレスする方法である。このメカニカルクリンチ接合は、表 1 に示す通り事前処理や接合補助材を必要とせず、プレス成形と同時に接合が出来ること、また、熱間成形に適用すれば金型による冷却によって、接合部の焼入れも可能であることが特徴である。

**【0004】**

このメカニカルクリンチ接合は、スポット溶接に比べて低コストかつ高い生産性を実現できる。例えば特許文献 1 には、冷間と推察されるプレスと同時に T O X (登録商標) と称されるかしめ接合を行うことが示されている。しかし、この接合方法の対象は、サイドアウタパネルであり、部品の母材強度は低く、超高強度のかしめ部品までは実現されていないと考える。

40

**【0005】**

【表1】

		かしめ接合			
接合方法	メカニカルクリンチ	セルフピアッシングリベット	穴+バーリング	ロックシーミング	
部品成形と同時に接合	可能	可能	可能	可能	不可
事前処理	不要	不要	穴加工必要	不要	不要
接合補助材	不要	リベットが必要	不要	接着剤が必要	
熱間成形時の 金型冷却による焼入れ	可能	不可	可能	可能	
部品端部の接合	不可	不可	不可	可能	
部品面内の接合	可能	可能	可能	不可	

## 【0006】

上記冷間でメカニカルクリンチ接合を行う場合、用いる鋼板の強度が高くなると、接合時に割れが生じ、高強度の鋼部品が得られないといった問題がある。一方、特許文献2には、850以上の中温状態にあるビーム本体部用部材の係合孔に、非加熱の前記プラケット部用部材のバーリング部を嵌入させた状態で相対的に低温のプレス型を用いてプレス加工を施すことにより、ビーム本体部の付形及び焼入れ、並びに、前記バーリング部の折り曲げ又は圧潰によるビーム本体部とプラケット部とのかしめ結合を同時に行うことが示

10

20

30

40

50

されている。

【0007】

しかしながら、この方法では予め、前記ビーム本体部用部材の係合孔に嵌入可能な円筒フランジ状のバーリング部を有するブラケット部用部材を形成するための、ブラケット部準備工程が必要である。つまり、複雑な形状に加工するにあたっては、プレス工程とは別の工程が必要でありコストの増大につながる。また超高強度の鋼板を用いることを前提とするものでなく、加熱してかしめ接合した場合であっても、割れが生じたり十分高い剥離強度を示さない場合が考えられる。

【0008】

よって、特には引張強度が 1180 MPa 以上の超高強度鋼板を用いて得られる、超高強度かつ十分高い剥離強度を示す部品を、メカニカルクリンチ接合工程とは別の余分な工程を設けずとも、メカニカルクリンチ接合で割れ等の不具合なく良好に製造することが求められる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献 1】国際公開第 2013 / 008515 号パンフレット

【特許文献 2】特開 2006 - 321405 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は、超高強度かつ十分高い剥離強度を示すメカニカルクリンチ接合部品を、メカニカルクリンチ接合工程とは別の余分な工程を設けずとも、メカニカルクリンチ接合で割れ等の不具合なく良好に製造する方法を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決できた本発明のメカニカルクリンチ接合部品は、2枚以上の鋼板からなるメカニカルクリンチ接合部品であって、剥離強度が 0.200 kN / mm 以上の接合部を少なくとも 1箇所有し、かつ硬さが Hv 360 以上であることを特徴とする。

【0012】

また上記課題を解決できた本発明のメカニカルクリンチ接合部品の製造方法は、2枚以上の鋼板を  $A_{c3}$  点以上に加熱する工程；および、該鋼板の炭素当量  $C_{eq}$ 、ならびにメカニカルクリンチ接合時の下死点保持時間  $t$  と接合開始温度  $T$  が下記式(1)および下記式(2)の関係を満たすようにメカニカルクリンチ接合を行う工程；

をこの順に含むところに特徴を有する。

$$C_{eq} \times (0.00209 \times t + 0.000731 \times T - 0.0365) = 0.200 \quad \dots (1)$$

$$C_{eq} = 0.00071 \times T + 0.993 \dots (2)$$

上記式(1)および式(2)において、 $C_{eq}$  は、下記式(3)により求められる鋼板の炭素当量(質量%)、 $t$  は下死点保持時間(秒)、 $T$  は接合開始温度(℃)を示す。前記2枚以上の鋼板の  $C_{eq}$  が異なる場合は、最も低い  $C_{eq}$  を用いる。

$$C_{eq} = C + (1/6) \times Mn + (1/24) \times Si + (1/40) \times Ni + (1/5) \times Cr + (1/4) \times Mo + (1/14) \times V \dots (3)$$

上記式(3)において、各元素は、質量%での、鋼板中の含有量を示し、含まれない元素はゼロとする。

【0013】

前記製造方法で用いる2枚以上の鋼板として、いずれも成分組成が、質量%で、

$$C : 0.15 \sim 0.4\%$$

10

20

30

40

50

S i : 0 %超 2 %以下、ならびに、

M nとC rのうちの少なくとも1種：合計で1 . 0 ~ 5 . 0 %を満たすと共に、

T i : 0 %以上0 . 1 0 %以下、B : 0 %以上0 . 0 0 5 %以下、A l : 0 %以上0 . 5 %以下、M o : 0 %以上1 %以下、C u : 0 %以上0 . 5 %以下、N i : 0 %以上0 . 5 %以下、N b : 0 %以上0 . 1 0 %以下、V : 0 %以上0 . 1 0 %以下、およびZ r : 0 %以上0 . 1 0 %以下を満たすものを用いてもよい。

#### 【0014】

前記メカニカルクリンチ接合部品の製造方法では、前記メカニカルクリンチ接合を行う工程で、熱間プレス成形を併せて行ってもよい。

#### 【0015】

また前記メカニカルクリンチ接合部品の製造方法では、前記メカニカルクリンチ接合を行う工程が複数回であってもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明によれば、超高強度かつ十分高い剥離強度を示すメカニカルクリンチ接合部品を提供できると共に、該部品を、メカニカルクリンチ接合工程とは別の余分な工程を設けずとも、メカニカルクリンチ接合で割れ等の不具合なく良好に製造する方法を提供できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0017】

【図1】図1は、本発明の実施の態様を示す模式図である。

20

【図2】図2は、本発明の別の実施の態様を示す模式図である。

【図3】図3は、実施例における供試材の製造に用いた、メカニカルクリンチ工具を取り付けた金型である。

【図4】図4は、d / Dの求め方を説明する図である。

【図5】図5は、実施例におけるNo . 5の部品断面の観察写真であり、図5(a)は部品断面の全体写真、図5(b)は部品断面の一部の写真、図5(c)は、図5(b)の橋円部分の拡大写真である。

【図6】図6は、式(1)の左辺の値とCTS/Lの値の関係について示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0018】

30

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。まず冷間での接合で割れが生じる引張強度の限界をあらためて確認すべく、引張強度が270~1470 MPaで板厚が1 . 4 mmの鋼板に対し、後記する実施例で使用のメカニカルクリンチ工具を取り付けた金型を用い、十字に接合する冷間成形を行った。その結果、下記表2に示す通り、鋼板の引張強度が780 MPa以上では接合時に割れが発生し、メカニカルクリンチ接合ができないことを確認した。尚、以下では「メカニカルクリンチ接合」を「接合」、「メカニカルクリンチ接合部品」を「接合部品」ということがある。

#### 【0019】

#### 【表2】

鋼板の引張強度 (MPa)	接合
270	OK
440	OK
590	OK
780	割れ
980	割れ
1180	割れ
1470	割れ

40

50

## 【0020】

本発明者らは、前述の通り、近年適用の求められている超高強度鋼板として、引張強度が1180 MPa以上の鋼板、つまり上記表2の結果では冷間での接合で明らかに割れが生じる超高強度鋼板を用いることを前提に、良好にメカニカルクリンチ接合すべく鋭意研究を重ねた。詳細には、下記(A)～(D)を全て達成すべく鋭意研究を重ねた。

(A) 部品が超高強度を示すこと、具体的には、部品の硬さが、ビックカース硬さHv360以上、即ち、引張強度1180 MPa以上を示し、好ましくはHv450以上、即ち、引張強度1470 MPa以上を示すこと；

(B) 部品の剥離強度が高いこと、具体的には、後記の方法で求められる接合部の単位周長当たりの十字引張強度、即ち剥離強度が0.200 kN/mm以上であること；

(C) 部品の製造時に、割れなく接合できること；

(D) プレス加工前の予備工程とプレス加工後の事後工程を省略でき、安価に製造できること。

## 【0021】

そして本発明では、鋼板を一定以上に加熱する加熱工程の後、接合工程において、鋼板の炭素当量Ceq、ならびにメカニカルクリンチ接合時の下死点保持時間tと接合開始温度Tの関係が、後記する式(1)および式(2)を満たせばよいことを見出した。以下、各工程について詳述する。

## 【0022】

## [ 加熱工程 ]

20

本発明では、上記接合を行うにあたり、まず2枚以上の鋼板をAc<sub>3</sub>点以上に加熱する。この加熱によって、後記の接合を容易にでき、所望の特性の接合部品を得ることができる。前記加熱温度は、好ましくは(Ac<sub>3</sub>点+10)以上である。尚、この加熱温度が高すぎると、ミクロ組織が粗大となり、延性や曲げ性の低下の原因となるおそれがあるため、上記加熱温度の上限は、好ましくは(Ac<sub>3</sub>点+180)、より好ましくは(Ac<sub>3</sub>点+150)程度である。

## 【0023】

前記Ac<sub>3</sub>点は、「レスリー鉄鋼材料学」(丸善株式会社、1985年5月31日発行、273頁)に記載されている下式を用いて求めることができる。下式において、[元素]は、各元素の質量%での鋼中含有量を示す。下式において、含まれない元素はゼロとして計算すればよい。

30

$$Ac_3\text{変態点}(\ ) = 910 - 203 \times [C]^{0.5} - 15.2 \times [Ni] + 44.7 \times [Si] + 104 \times [V] + 31.5 \times [Mo] + 13.1 \times [W] - 30 \times [Mn] - 11 \times [Cr] - 20 \times [Cu] + 700 \times [P] + 400 \times [Al] + 400 [Ti]$$

## 【0024】

上記加熱温度での加熱保持時間は、1分以上とすることが好ましい。また、オーステナイトの粒成長を抑制する等の観点から、上記加熱保持時間は15分以下とすることが好ましい。上記Ac<sub>3</sub>変態点までの昇温速度は、特に問わない。該加熱の方法として、炉加熱、通電加熱、誘導加熱等を採用することができる。

## 【0025】

40

## [ 接合工程 ]

特に、接合部品の接合部の剥離強度を高めるべく、この接合工程での条件について検討した。まず本発明では、十字引張強度CTSは接合部の線長Lによるため、CTSをLで除したCTS/Lを剥離強度とした。これにより接合部の大きさによらず、剥離強度を評価できる。後記する実施例では、接合部が円形であるため、Lはこの円形の円周に相当する。

## 【0026】

そして本発明では特に、部品の硬さと上記剥離強度が一定以上、特には上記剥離強度CTS/Lが0.200 kN/mm以上の部品を達成すべく、接合条件について検討を行った。具体的には、後記する実施例に示す通り、鋼板の成分、下死点保持時間および接合開

50

始温度を変えて、メカニカルクリンチ接合部品を製造したところ、上記部品の硬さと剥離強度が一定以上の部品を、割れなく成形できる接合条件があることを見出した。

#### 【0027】

そこで上記接合条件を探るべく、更に検討を行った。まず剥離強度は、ホットスタンプ後、つまり部品の母材硬さに影響されると考えられること、また母材硬さは、鋼板の焼入れ性、および、焼入れ開始温度と下死点保持時間  $t$  に影響されること、更に前記焼入れ開始温度は、本発明の接合開始温度  $T$  に相当することから、まず剥離強度  $C_{TS/L}$  を、鋼板の焼入れ性の指標である炭素当量  $C_{eq}$ 、前記下死点保持時間  $t$ 、および前記接合開始温度  $T$  を用いて下記式(4)の通り表現した。尚、下記式(4)において、 $C_{eq}$ (質量%)は、JIS G 0203で規定される下記式(3)から求められる値であり、 $a$ 、 $b$  10 および $c$ は係数である。

$$C_{TS/L} = C_{eq} \times (a \times t + b \times T + c) \dots (4)$$

$$C_{eq} = C + (1/6) \times Mn + (1/24) \times Si + (1/40) \times Ni + (1/5) \\ \times Cr + (1/4) \times Mo + (1/14) \times V \dots (3)$$

上記式(3)において、各元素は、質量%での、鋼板中の含有量を示し、含まれない元素はゼロとする。

#### 【0028】

本発明者らは、後記する実施例に示す通り、鋼板の成分、下死点保持時間および接合開始温度を変えて、メカニカルクリンチ接合部品を製造し、得られた部品の剥離強度を測定する実験を行った。そして、剥離強度  $0.200\text{ kN/mm}$  以上を達成するための式を得るべく、上記実験結果を重回帰分析することで上記式(4)における係数  $a$ 、 $b$  および $c$  20 を決定し、下記の式(1)を得た。

$$C_{eq} \times (0.00209 \times t + 0.000731 \times T - 0.0365) = 0.200 \\ \dots (1)$$

上記式(1)において、 $C_{eq}$ は、下記式(3)により求められる鋼板の炭素当量(質量%)、 $t$ は下死点保持時間(秒)、 $T$ は接合開始温度(°)を示す。前記2枚以上の鋼板の $C_{eq}$ が異なる場合は、最も低い $C_{eq}$ を用いる。

$$C_{eq} = C + (1/6) \times Mn + (1/24) \times Si + (1/40) \times Ni + (1/5) \\ \times Cr + (1/4) \times Mo + (1/14) \times V \dots (3)$$

#### 【0029】

上記式(1)を満たすことによって、製品の接合部径  $d$  とダイス径  $D$ との比  $d/D$ を小さくすることができ、剥離強度を高め得たと考えられる。

#### 【0030】

更に、本発明では下記式(2)を満たす必要がある。下記式(2)は、接合開始温度が、鋼板の成分組成の中でも特に $C_{eq}$ に影響を受けることに鑑みて設定したものである。この下記式(2)も、鋼板の成分および接合開始温度を変えて、メカニカルクリンチ接合部品を製造し、得られた部品の剥離強度を測定する実験を行って導出されたものである。

$$C_{eq} = -0.00071 \times T + 0.993 \dots (2)$$

上記式(2)において、 $C_{eq}$ は、上記式(3)により求められる鋼板の炭素当量(質量%)、 $T$ は接合開始温度(°)を示す。

#### 【0031】

本発明のメカニカルクリンチ接合に用いる2枚以上の鋼板は、成分組成が異なる場合、つまり $C_{eq}$ が異なる場合もある。この様な場合は、最も低い $C_{eq}$ を上記式(1)や上記式(2)に代入する。

#### 【0032】

上記式(1)および式(2)を満たす条件で接合を行うことによって、上記(A)～(D)の全てを達成できる。つまり、予備工程や事後工程を追加することなく安価に、(A)部品強度が  $Hv 360$ かつ(B)剥離強度  $C_{TS/L} 0.200\text{ kN/mm}$  を有するメカニカルクリンチ接合部品を得ることができる。また、メカニカルクリンチ接合により部品に形状を付与することは、プレスで部品に形状を付与することと同じであり、部品 50

の剛性向上にも寄与すると考えられる。

#### 【0033】

本発明では、接合部品の製造方法が上記条件を満たしていればよく、その他の条件は特に限定されない。上記接合開始温度は、成形荷重の増加や成形性の低下を抑制する観点から、400以上であることが好ましい。また下死点保持時間は長い方が、剥離強度向上の観点からは好ましいが、生産性を重視したり後記する多工程を実施する場合、1回の接合における下死点保持時間は3秒以下とすることが好ましい。

#### 【0034】

本発明では、メカニカルクリンチ接合を行う工程で、熱間プレス成形を併せて行ってもよい。この熱間プレス成形の条件も特に問わず、通常用いられる方法を採用することができる。良好に熱間プレス成形を行う観点からは、プレス成形開始、即ち、金型が鋼板と接触した位置に到達した時点を、約400以上とすることが好ましい。

10

#### 【0035】

本発明の接合部品の製造方法は、上述した加熱工程と接合工程をこの順に含んでいればよく、上記接合工程は1回のみ、または2回以上あってもよい。更に、鋼板の加熱から成形終了までの間に、上記接合工程以外の工程として、例えば下記実施態様2の1工程目に示す通り、鋼板に加工を施す工程を含んでいてもよい。本発明では、加熱・成形工程以外に別途工程を設けなくてもよいため、生産性よく安価に接合部品を製造することができる。

#### 【0036】

20

本発明の製造方法の具体的な態様として、接合を熱間プレス成形と同時に使う場合、例えば下記の実施態様1や実施態様2が挙げられる。しかし本発明はこれに限定されない。後記の実施例では、クリンチ部位の形状は丸形の点結合であるが、その他の形状として、四角などの点結合や、部品長手に沿って線結合する等、その他の態様を含み得る。

#### 【0037】

##### [実施態様1：単工程]

例えば図1に示す装置を用いて成形することができる。詳細には、加熱した鋼板1と補強部材に相当する別の鋼板2とを重ね合わせ、支持台3に配置した後、接合開始温度まで空冷させてから、接合用パンチ6の内設されたプレス用パンチ11を下降させ、プレス成形と共に接合を行う。図1は下死点に到達した状態を示している。この実施態様1では、図1に示す通り、プレス用ダイ8、パッド9およびプレス用パンチ11によりプレス成形されると共に、パッド9に内設の接合用ダイ4および接合用パンチ6により接合される。

30

#### 【0038】

##### [実施態様2：多工程]

例えば図2に示す通り、成形することができる。図2では、鋼板を加熱した後、図2(a)に示す1工程目、図2(b)に示す2工程目、および図2(c)に示す3工程目を連続して行う。各工程について説明する。まず1工程目では、加熱した鋼板1を支持台3に配置した後、余剰線長付与用パンチ10を下降させ、図2(a)に示す通り部品の外壁を構成する鋼板1に余剰線長を付与する。次に2工程目で、前記余剰線長付与後の鋼板1上に、別の鋼板2を配置し、接合用パンチ6を下降させ、図2(b)に示す通り、この接合用パンチ6とプレス用ダイ8に内設の接合用ダイ4により2箇所の接合を行い、接合部12Aおよび12Bを得る。

40

#### 【0039】

そして最終工程である3工程目で、熱間プレス成形と同時に接合を行う。詳細には、接合用パンチ6の内設されたプレス用パンチ11を下降させ、プレス成形と共に接合を行う。図2(c)は下死点に到達した状態を示している。この3工程目では、図2(c)に示す通り、プレス用ダイ8、パッド9およびプレス用パンチ11によりプレス成形されると共に、パッド9に内設の接合用ダイ4および接合用パンチ6により接合されて接合部12Cが形成される。この工程によれば、部品の縦壁部13に接合部12Aおよび12Bを設けることができる。

50

## 【0040】

自動車用鋼部品の場合、例えばアウターとして前記鋼板1、インナーとして前記別の鋼板2を適用できる。また上記実施態様にはないが、後記の実施例2に示す通り、同一部位を複数回接合してもよい。

## 【0041】

上記接合に供する鋼板の成分は特に限定されない。例えば上記2枚以上の鋼板は、下記の成分組成を満たすことが挙げられる。鋼板の種類として、熱延鋼板、冷延鋼板、更にこれらにめっき処理を施した亜鉛めっき鋼板等のめっき鋼板や、更に合金化処理を行って得られる合金化溶融亜鉛めっき鋼板等を用いることができる。また鋼板と鋼板の接合だけでなく、鋼板とアルミなど異材接合（マルチマテリアル化）にも適用できる。

10

## 【0042】

本発明の部品を構成する鋼板の成分組成、つまり接合に供する鋼板の成分組成として、下記組成が挙げられる。

## 【0043】

## [C : 0.15 ~ 0.4%]

部品の硬さHv360以上を容易に達成するには、C量を0.15%以上とすることが好ましい。C量はより好ましくは0.17%以上、更に好ましくは0.20%以上である。一方、得られる部材の溶接性を考慮すると、C量の上限は0.4%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.30%以下、更に好ましくは0.26%以下である。

## 【0044】

## [Si : 0%超2%以下]

Siは、熱間プレス用鋼板の焼入れ性を高め、かつ熱間プレス成形部品の強度を安定して確保するのに有効な元素である。この観点からは、0.05%以上であることが好ましく、より好ましくは0.15%以上である。ただし、Si含有量が高くなりすぎると、熱間プレス用鋼板の軟質化が困難となるとともに、Ac<sub>3</sub>点が著しく上昇し、熱間プレス時の加熱段階でフェライトが残存して高強度が得られ難くなる。よってSi量は2%以下であることが好ましく、より好ましくは1.65%以下、更に好ましくは1.45%以下である。

20

## 【0045】

## [MnとCrのうちの少なくとも1種：合計で1.0~5.0%]

30

MnとCrは鋼板の焼入れ性を向上させ、高強度の部材を得るために有用な元素である。これらの元素は、単独で用いてもよいし2種を併用してもよい。上記観点から、MnとCrのうちの少なくとも1種を合計で1.0%以上含むことが好ましく、より好ましくは合計で1.5%以上、更に好ましくは合計で1.8%以上、より更に好ましくは合計で2.0%以上である。しかしながら、これらの元素を過剰に含んでいても、その効果は飽和し、コスト上昇の要因となる。よって本発明では、MnとCrのうちの少なくとも1種の含有量を、合計で5.0%以下とすることが好ましく。より好ましくは合計で3.5%以下、更に好ましくは合計で2.8%以下である。

## 【0046】

成分組成として、前記成分を含み、残部は鉄および不可避的不純物からなるものが挙げられる。前記不可避的不純物としては、例えば次に示す様なP、S、Nなどが挙げられる。

40

## 【0047】

Pは、延性を劣化させるため、P量は、0.05%以下に抑えることが好ましく、より好ましくは0.045%以下、更に好ましくは0.040%以下である。尚、P量を0%とすることは製造上困難であるので、P量の下限は0%超である。

## 【0048】

SもPと同様に延性を劣化させるため、S量は、0.05%以下に抑えることが好ましく、より好ましくは0.045%以下、更に好ましくは0.040%以下である。尚、S量を0%とすることは製造上困難であるので、S量の下限は0%超である。

50

## 【0049】

Nは、BをBNとして固定することで、焼入れ性改善効果を低下させる。また、Nは粗大なTiN等のTi含有析出物を形成し、この析出物が破壊の起点として働き、鋼板の延性を低下させる。よってN量は、0.01%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.008%以下、更に好ましくは0.006%以下である。尚、N量を0%とすることは製造上困難であるので、N量の下限は0%超である。

## 【0050】

また、上記元素に加えて更に、下記に示すTi等の選択元素を適量含有させることにより、高強度を容易に確保できる等の効果を得ることができる。下記のTi、B、Al、Mo、Cu、Ni、Nb、V、およびZrのうちの少なくとも1種を含む場合、これらの元素は単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。以下、これらの元素について詳述する。10

## 【0051】

## [Ti : 0%以上0.10%以下]

Tiは、NをTiNとして固定し、Bを固溶状態で存在させて焼入れ性を確保するのに有効な元素である。Tiの該効果を発揮させる場合、Ti量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.015%以上、更に好ましくは0.020%以上である。一方、Ti量が過剰になると、加工に供する鋼板の強度が必要以上に高まり、切断・打ち抜き工具寿命の低下、結果としてコストアップを招く。よってTi量は、0.10%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.06%以下、更に好ましくは0.04%以下である。20

## 【0052】

## [B : 0%以上0.005%以下]

Bは、鋼材の焼入れ性を向上させ、徐冷でも高強度を達成するために有用な元素である。Bの該効果を発揮させる場合、B量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.0003%以上、更に好ましくは0.0015%以上、より更に好ましくは0.0020%以上である。一方、Bが過剰に含まれると、BNが過剰に生成して韌性の劣化を招く。よって、B量は0.005%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.0040%以下、更に好ましくは0.0035%以下である。

## 【0053】

## [Al : 0%以上0.5%以下]

Alは脱酸のために用いる元素である。この効果を発揮させる場合、Al量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.01%以上である。一方、Al量が増加すると、 $A_{C_3}$ 点上昇効果が大きくなり、その結果、熱間プレス時の加熱温度を高くする必要があり、生産効率が悪くなる。よってAl量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.20%以下、更に好ましくは0.10%以下、より更に好ましくは0.050%以下である。30

## 【0054】

## [Mo : 0%以上1%以下]

Moは、鋼板の焼入れ性を向上させるために有効な元素であり、この元素を含有させることによって成形品における硬さばらつきの低減が期待できる。Moによる該効果を発揮させる場合、Mo量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.01%以上、更に好ましくは0.1%以上である。しかしながら、Mo量が過剰になると、その効果が飽和してコスト上昇の要因となるため、Mo量は1%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.8%以下、更に好ましくは0.5%以下である。40

## 【0055】

## [Cu : 0%以上0.5%以下]

Cuは、焼入れ性向上に有効な元素である。また成形品の耐遅れ破壊性や耐酸化性の向上に有用な元素もある。こうしたCuによる効果を発揮させる場合、Cu量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.01%以上、更に好ましくは0.1%以上で50

ある。しかしながら、Cu量が過剰になると、鋼板製造時における表面疵の発生原因となる。その結果、酸洗性の低下が生じ、生産性の悪化を招く。よって、Cu量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.3%以下である。

#### 【0056】

[Ni: 0%以上0.5%以下]

Niは、焼入れ性向上に有効な元素である。また成形品の耐遅れ破壊性や耐酸化性の向上に有用な元素でもある。こうしたNiによる効果を発揮させる場合、Ni量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.01%以上、更に好ましくは0.1%以上である。しかしながら、Ni量が過剰になると、鋼板製造時における表面疵の発生原因となる。その結果、酸洗性の低下が生じ、生産性の悪化を招く。よって、Ni量は0.5%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.3%以下である。10

#### 【0057】

[Nb: 0%以上0.10%以下]

Nbは、組織を微細化する効果を有しており、韧性の向上に寄与する元素である。よってNbを含有させる場合、Nb量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.005%以上、更に好ましくは0.010%以上である。一方、Nb量が過剰になると、鋼板の強度が高くなり、その結果、熱間プレス成形前に鋼板を所定の形状に切断等するプランキング工程での工具寿命が短くなり、コスト上昇を招く。よってNb量は0.10%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.05%以下である。20

#### 【0058】

[V: 0%以上0.10%以下]

Vは、組織を微細化する効果を有しており、韧性の向上に寄与する元素である。よってVを含有させる場合、V量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.005%以上、更に好ましくは0.010%以上である。一方、V量が過剰になると、上記Nbの場合と同様に鋼板の強度が高くなり、その結果、プランキング工程での工具寿命が短くなりコスト上昇を招く。よってV量は0.10%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.05%以下である。20

#### 【0059】

[Zr: 0%以上0.10%以下]

Zrは、組織を微細化する効果を有しており、韧性の向上に寄与する元素である。よってZrを含有させる場合、Zr量は、0%超とすることが好ましく、より好ましくは0.005%以上、更に好ましくは0.010%以上である。一方、Zr量が過剰になると、上記NbやVと同様に鋼板の強度が高くなり、その結果、プランキング工程での工具寿命が短くなりコスト上昇を招く。よってZr量は0.10%以下とすることが好ましく、より好ましくは0.05%以下である。30

#### 【0060】

また上記鋼板の製造方法も限定されない。通常の方法によって、鋳造、加熱、熱間圧延、更に必要に応じて、酸洗後に冷間圧延、更に必要に応じて焼鈍を行えばよい。また、得られた熱延鋼板や冷延鋼板に、必要に応じて、通常の方法により亜鉛含有めっき等のめっき処理、更に必要に応じて合金化処理を行うことができる。40

#### 【実施例】

##### 【0061】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記実施例によって制限されず、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で変更を加えて実施することも可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

##### 【0062】

[実施例1]

表3に示す成分組成を満たす鋼板A、鋼板Bについて、サイズが150mm×50mm×板厚1.4mmの試験片をそれぞれ2枚用意し、図3に示す装置を用いてメカニカルクリンチ接合を行った。詳細には、図3において、930で4分間加熱した鋼板1および50

別の鋼板 2 を十字に重ね合わせ、接合用パンチホルダー 7 に設置された接合用パンチ 6 と、接合用ダイホルダー 5 に設置された接合用ダイ 4 との間の、支持台 3 に配置した後、下記接合開始温度まで空冷させてから、上記接合用ダイ 4 を下降させ下記の条件でメカニカルクリンチ接合を行って、部品に相当する供試材を得た。

(接合条件)

ホルダー圧 : 3 t o n f

パンチ径 : D p = 10 . 0 mm

ダイス径 : D = 14 . 0 mm

成形速度 : 20 s p m

接合開始温度 : 鋼板 A は表 4 、鋼板 B は表 5 に示す通り

10

下死点保持時間 : 鋼板 A は表 4 、鋼板 B は表 5 に示す通り

【0063】

得られた供試材の硬さと剥離強度を下記の通り測定した。

【0064】

(供試材の硬さの測定)

供試材の硬さとしてビックカース硬さ H V を、接合部を除いた部位、即ち、部品のホルダ一部分にて、部品を構成する各鋼板の板厚の 1 / 4 位置を、鋼板 1 枚あたり複数点、荷重 1 kgf の条件で測定した。そして、例えば、各鋼板の 3 点の平均値を求め、複数の鋼板のうち最も低い平均値を、その部品の硬さとするなどにより供試材の硬さを求め、下記の基準で評価した。

20

(硬さの評価基準)

: H V 450

: 450 > H V 360

× : 360 > H V

【0065】

(供試材の剥離強度の測定)

供試材の十字引張強度 C T S ( kN ) を J I S Z 3137 に従って測定し、この C T S を接合部の周長 L ( mm ) で除して、接合部の単位周長当たりの十字引張強度 C T S / L ( kN / mm ) を、剥離強度として求めた。そしてこの C T S / L が 0 . 200 kN / mm 以上の場合を剥離強度が高いと評価した。

30

【0066】

図 4 は、用いたダイスと得られた接合部品の断面を示す図である。この図 4 ( b ) に示す通り、接合部品の接合径 d を測定し、この接合径 d を図 4 ( a ) に示すダイス径 D で除して得られる d / D の値も参考までに求めた。d / D が小さいほど強く接合していることを意味しており、好ましくは 1 . 029 以下である。

【0067】

鋼板 A を用いた場合の結果を表 4 に、鋼板 B を用いた場合の結果を表 5 に併記する。

【0068】

【表3】

鋼板	成分組成 (質量%) 残部は鉄およびP、SおよびN以外の不可避的不純物						Ceq (質量%)	$Ac_3$ (°C)				
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	B	Al	N		
A	0.231	0.18	1.29	0.012	0.0030	0.21	0.024	0.0029	0.039	0.0049	0.496	910
B	0.219	1.13	2.21	0.011	0.0010	0.02	0.023	0.0019	0.045	0.0036	0.638	928

【0069】

10

20

30

40

【表4】

No.	鋼板	Ceq (質量%)	開始溫度T (°C)	接合 下死点 (秒)	Ceq × f(T,t)※	-0.00071 × T+0.993	Hv	硬さ CTS/L (kN/mm)	d/D
1	A	0.496	800	2.5	0.2742	0.4250	○	0.280	1.023
2			800	5	0.2768	0.4250	○	0.302	1.017
3			800	7.5	0.2794	0.4250	○	0.307	1.015
4			800	10	0.2820	0.4250	◎	0.307	1.024
5			700	2.5	0.2380	0.4960	○	0.254	1.029
6			700	5	0.2406	0.4960	○	0.263	1.028
7			700	7.5	0.2432	0.4960	○	0.248	1.027
8			700	10	0.2458	0.4960	◎	0.269	1.024
9			600	10	0.2096	0.5670	×	0.104	1.030

※  $C_{eq} \times f(T,t) = C_{eq} \times (0.000209 \times t + 0.000731 \times T - 0.0365)$ 

[ 0 0 7 0 ]

10

20

30

40

【表5】

No.	鋼板	C <sub>eq</sub> (質量%)	接合 開始温度T (°C)	下死点 保持時間t (秒)	C <sub>eq</sub> × f(T,t)※	-0.00071 × T+0.993	H <sub>v</sub>	硬さ	剥離強度 (kN/mm)	CTS/L	d/D
1	B	0.638	800	0	0.3500	0.4250	◎	0.316	1.0270		
2			800	2.5	0.3533	0.4250	◎	0.337	1.0130		
3			800	5	0.3567	0.4250	◎	0.349	1.0111		
4			800	7.5	0.3600	0.4250	◎	0.369	1.0093		
5			800	10	0.3633	0.4250	◎	0.381	0.9963		
6			700	0	0.3033	0.4960	◎	0.319	1.0125		
7			700	2.5	0.3067	0.4960	◎	0.343	1.0195		
8			700	10	0.3167	0.4960	◎	0.342	1.0111		
9		0.0209	600	0	0.2567	0.5670	◎	0.248	1.0158		
10			600	10	0.2700	0.5670	◎	0.313	1.0181		
11			500	0	0.2100	0.6380	◎	0.212	1.0176		
12			500	10	0.2233	0.6380	◎	0.282	1.0204		
13			400	0	0.1633	0.7090	接合不可				
14			400	2.5	0.1667	0.7090	◎	0.137	1.0310		
15			400	5	0.1700	0.7090	◎	0.150	1.0300		
16			300	0	0.1167	0.7800	接合時に割れ発生				

※ C<sub>eq</sub> × f(T,t) = C<sub>eq</sub> × (0.00209 × t + 0.000731 × T - 0.0365)

## 【0071】

まず鋼板Aを用いた場合について、表4から次のことがわかる。No. 1~8は、用いた鋼板の炭素当量C<sub>eq</sub>、ならびにメカニカルクリンチ接合時の下死点保持時間tと接合開始温度Tが規定の式(1)および式(2)の関係を満たすようにメカニカルクリンチ接合を行った例である。これらの例では、割れが生じることなく良好に接合でき、得られた部品は、硬さH<sub>v</sub>が高く、1180 MPa相当またはそれ以上であり、かつ剥離強度CTS

10

20

30

40

50

$S/L$  が  $0.200 \text{ kN/mm}$  以上であった。特に No. 4 および 8 の通り、下死点保持時間が 10 秒の場合は、十分な硬さが得られた。特に No. 4 の通り接合開始温度が 800 かつ下死点保持時間が 10 秒の場合は、十分に高い剥離強度も確保できた。

#### 【0072】

一方、No. 9 は、接合開始温度が式(2)を満たさず、軟質相が析出したため、割れは発生しなかったが、硬さが低く、かつ剥離強度も低くなつた。

#### 【0073】

次に鋼板 B を用いた場合について、表 5 から次のことがわかる。No. 1 ~ 12 は、用いた鋼板の炭素当量  $Ceq$ 、ならびにメカニカルクリンチ接合時の下死点保持時間  $t$  と接合開始温度  $T$  が規定の式(1)および式(2)の関係を満たすようにメカニカルクリンチ接合を行つた例である。これらの例では、割れが生じることなく良好に接合でき、得られた部品は、硬さ  $Hv$  が高く、 $1180 \text{ MPa}$  相当またはそれ以上であり、かつ剥離強度  $CTS/L$  が  $0.200 \text{ kN/mm}$  以上であった。特に 500 以上では、下死点保持を省略しても、 $Hv = 450$  かつ  $CTS/L = 0.200 \text{ kN/mm}$  を達成できた。  
10

#### 【0074】

特に、No. 5 に示す通り、接合開始温度 800 かつ下死点保持時間 10 秒とした場合には、十分に高い剥離強度が得られた。この No. 5 について図 5(a) に示す通り部品の断面を確認したところ、図 5(b)、更には図 5(c) の楕円部分を拡大した図 5(c) に示す通り、熱せられた鋼板同士が接触する界面で、メカニカルクリンチ時に面圧が加わることで相互拡散が進み、拡散接合されていることがわかる。No. 5 ではこの拡散接合によって、より高い剥離強度が得られたと考えられる。  
20

#### 【0075】

表 5 に示す通り、鋼板 B を用いた場合は、 $500 \sim 600$  で接合可能であり、かつ下死点保持も短縮または省略できる。よって、多工程での接合が可能となり、前述の図 2 に示した様な縦壁部への接合も可能である。

#### 【0076】

これに対して、接合開始温度 400 では、特に No. 13 の通り下死点保持を省略すると、割れは発生しないものの、かしめられておらず接合不可となった。また、No. 14、15 に示す通り保持時間が 2.5 秒、5 秒の場合も、 $Hv = 360$  を満足するものの、剥離強度は不足した。  
30

#### 【0077】

また No. 16 に示す通り、接合開始温度が 300 の場合は、接合時に割れが発生した。

#### 【0078】

上記表 4 および表 5 の結果をもとに作成した図 6 から、上記式(1)の左辺の値と、 $CTS/L$  の値とは、ほぼ一致していることがわかる。

#### 【0079】

##### [実施例 2]

本実施例では、鋼板 B を用いて同一部位を複数回接合した場合の特性を評価した。詳細には、表 6 の各例について下記の通り実施した。  
40

- ・ No. 1 : 930 に加熱 接合開始温度 800 まで空冷 メカニカルクリンチ接合特性の評価
- ・ No. 2 : 930 に加熱 接合開始温度 800 まで空冷 1 回目のメカニカルクリンチ接合 2 回目のメカニカルクリンチ接合 特性の評価
- ・ No. 3 : 930 に加熱 接合開始温度 800 まで空冷 1 回目のメカニカルクリンチ接合 2 回目のメカニカルクリンチ接合 3 回目のメカニカルクリンチ接合 特性の評価

#### 【0080】

上記メカニカルクリンチ接合は、図 3 に示す装置を用い、表 6 に示す条件で行った。また得られた供試材の特性、即ち、硬さ、剥離強度および  $d/D$  は、実施例 1 と同様にして  
50

測定した。その結果を表 6 に示す。

【0081】

【表 6】

No.	鋼板	C <sub>eq</sub> (質量 %)	接合 開始温度 T (°C)	下死点 保持時間 t (秒)	接合 回数	C <sub>eq</sub> × f(T,t)※	-0.00071 × T + 0.993	H <sub>v</sub>	CTS/L (kN/mm)	剥離強度 d/D
1			800	0	1	0.3500	0.4250	◎	0.316	1.027
2	B	0.638	800	0	2	0.3533	0.4250	◎	0.324	1.025
3			800	0	3	0.3567	0.4250	◎	0.334	1.021

※ C<sub>eq</sub> × f(T,t) = C<sub>eq</sub> × (0.00209 × t + 0.000731 × T - 0.0365)

【0082】

表 6 から、接合回数を増やすことで剥離強度 CTS / L は高まることがわかる。これは 50

、同一部位を連続してプレスすることで、下死点保持時間はゼロであるが、鋼板と工具の接触回数が増加してトータルの接触時間が増加し、 $d / D$  が小さくなつたためと考えられる。

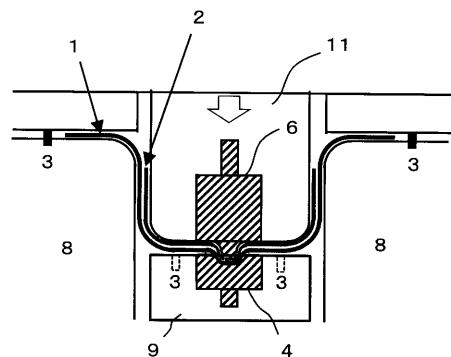
【符号の説明】

【0083】

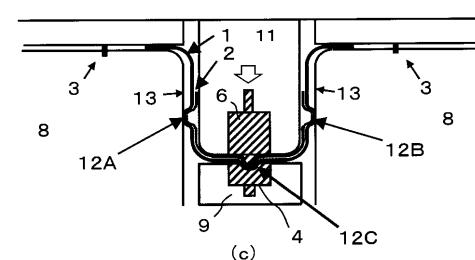
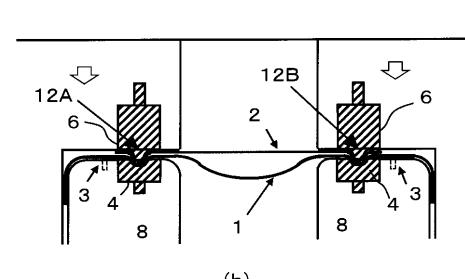
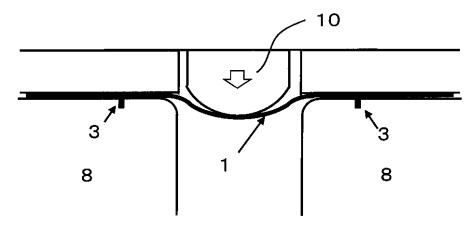
- 1 鋼板
- 2 別の鋼板、補強部材用鋼板
- 3 支持台
- 4 接合用ダイ
- 5 接合用ダイホルダー
- 6 接合用パンチ
- 7 接合用パンチホルダー
- 8 プレス用ダイ
- 9 パッド
- 10 余剰線長付与用パンチ
- 11 プレス用パンチ
- 12 A、12 B、12 C 接合部
- 13 部品の縦壁部

10

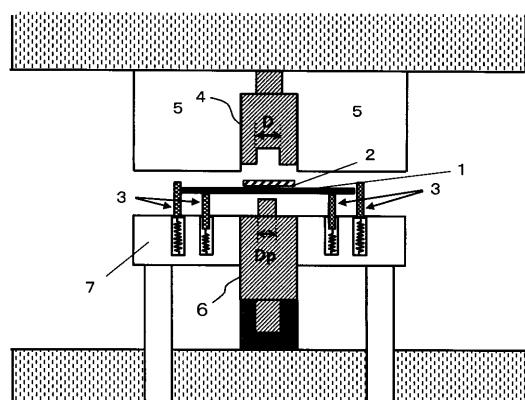
【図1】



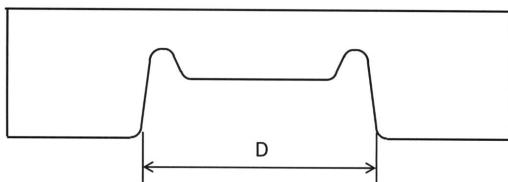
【図2】



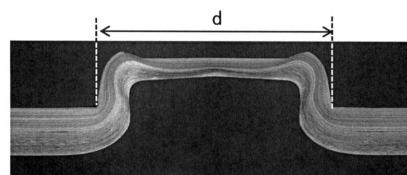
【図3】



【図4】

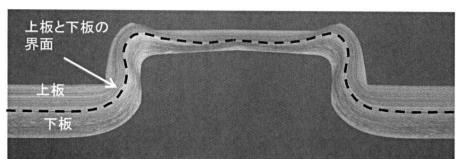


(a)

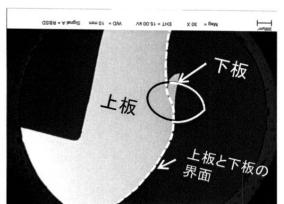


(b)

【図5】



(a)

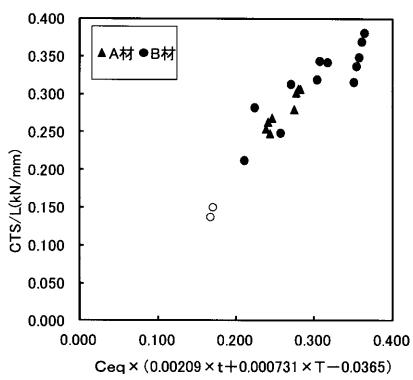


(b)



(c)

【図6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 2 1 D 22/20

H

(72)発明者 山野 隆行

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内

(72)発明者 山本 伸一

兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内

審査官 藤田 和英

(56)参考文献 特開2013-022628 (JP, A)

特開2014-018857 (JP, A)

特開2005-131699 (JP, A)

特開2001-329332 (JP, A)

特表2015-516511 (JP, A)

特開2013-043184 (JP, A)

米国特許出願公開第2012/0279271 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 1 D 3 9 / 0 3

B 2 1 D 2 2 / 2 0

C 2 2 C 3 8 / 0 0

C 2 2 C 3 8 / 6 0