

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4617956号
(P4617956)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl.		F I		
B 2 1 B 37/72	(2006.01)	B 2 1 B 37/12	1 1 3	
B 2 1 B 37/24	(2006.01)	B 2 1 B 37/14	B B M	
B 2 1 B 37/18	(2006.01)	B 2 1 B 37/02	D	

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-92372 (P2005-92372)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成17年3月28日(2005.3.28)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2006-272370 (P2006-272370A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成18年10月12日(2006.10.12)	(74) 代理人	100066980
審査請求日	平成20年1月25日(2008.1.25)		弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100075579
			弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	飯塚 理
			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	岡田 貢昌
			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】 熱間圧延時の目標板厚設定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷間圧延用素材を製造するための熱間圧延時の目標板厚設定方法であって、
熱間圧延時の先端部の目標板厚を、熱間圧延時の定常部の目標板厚よりも小さく設定することを特徴とする熱間圧延時の目標板厚設定方法。

【請求項2】

前記定常部の目標板厚は、冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなり、前記先端部の目標板厚は、該先端部を熱間圧延する際の目標板厚からの偏差実績に基づいて、前記先端部が目標板厚から前記偏差分だけ厚くなっても前記冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなることを特徴とする請求項1記載の熱間圧延時の目標板厚設定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷間圧延用素材を製造するための熱間圧延時の目標板厚設定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、冷延鋼板は、熱間圧延によって製造された熱延鋼板を素材として、これを冷間圧延し、さらに焼鈍が施されて製造される。ここで、冷延鋼板に所定材質を付与するためには冷間圧延時の圧下率が重要となる場合がある。

例えば、冷延鋼板の r 値（ランクフォード値）の面内異方性 r が大きいと、深絞り加工などの成形加工をする際にイアリング不良が発生する。ここで、 r 値の面内異方性 r とは、引張方向による r 値の不均一性を示す指標であり、 $r = (r_0 - 2 \times r_{45} + r_{90}) / 2$ で定義されるものである（但し、 r_0 は圧延方向、 r_{45} は圧延方向に対して 45° の方向、 r_{90} は圧延方向に対して 90° の方向に引張試験をして測定した r 値を意味する）。このイアリング不良を防止するために、 r 値の面内異方性 r を小さくする技術として、冷間圧延時の圧下率を適正化する技術が提案されている（例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3）。

【0003】

特許文献 1 には、低炭素アルミキルド鋼成分に、さらに、Ti を、 $Ti - 48 \times (N / 14 + S / 32) - 0.02$ 、かつ、 $Ti - 0.1\%$ なる条件を満たす範囲で含有した鋼を、 800 以上の温度域で熱間圧延した後、 750 以下で巻取り、酸洗して、圧下率 70% 以上、 95% 以下の冷間圧延を施すようにして、 r 値の面内異方性 r を 0.1 以下とした冷延鋼板の製造方法が開示されている。

また、特許文献 2 には、Ti 添加極低炭素鋼を熱間圧延し、 560 以下で巻取り、 40% 以上、かつ、下式の範囲の圧下率で冷間圧延し、 650 以上、 A_{c3} 変態点未満で再結晶焼鈍する冷延鋼板の製造方法が開示されている。

【0004】

【数 1】

$$\frac{CT}{3} - \frac{B \times 10^4}{4} - 84 < CR < \frac{CT}{3} - \frac{B \times 10^4}{4}$$

【0005】

ここで、CT は巻取温度（）、CR は圧下率（%）、B は B 含有量（質量%）である。

更に、特許文献 3 には、B 添加低炭素鋼を（1）仕上圧延温度を A_{r3} 以上、 930 以下で熱間圧延し、（2）熱間圧延後、 $t = 5.77 - 0.006 \times FT + 250 \times B$ を満足する t 秒以内に $200 / s$ 以上で冷却を開始して $800 \sim 700$ まで冷却し（但し、FT は仕上圧延温度（））、（3）冷却後、 $1s$ 以上放冷した後、 $40 / s$ 以下で緩冷却した後に巻取り、（4）酸洗後、圧下率 $(90 - |N - 14 / 11B| \times 1000) \%$ 以下の冷間圧延を施し、（5） 800 以下で焼鈍する冷延鋼板の製造方法が開示されている。

【0006】

【特許文献 1】特開平 10 - 130780 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 61273 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 3951 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、冷間圧延において所定の圧下率を確保できるように、素材となる熱延鋼板の仕上板厚、及び冷間圧延による仕上板厚を設定して、熱間圧延及び冷間圧延を行った場合でも、冷延鋼板の長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られないという問題があった。特に、冷延鋼板において熱間圧延時の先端部に相当する部位について所期した材質特性が得られないという問題があった。

従って、本発明は上述のような問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、冷延鋼板において、熱間圧延時の先端部に相当する部位においても、定常部と同様の材質特性が得られ、コイル長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られるような、冷間圧延用の素材を製造可能な熱間圧延時の目標板厚設定方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

本発明者らは、冷延鋼板の r 値の面内異方性 r についてコイル長手方向について詳細に調査したところ、熱間圧延時の先端部に相当する部位の r が他の定常部の r に比べて大きくなっていることがわかった。そして、その原因について調査した。熱間圧延時の先端部に相当する部位においては、熱延仕上厚が目標板厚よりも厚めに外れており、定常部と比較して板厚が厚くなっている。このため、冷間圧延時に所定の板厚まで圧延を行うと、先端部に相当する部位は定常部よりも圧下率が必要以上に高くなり、これが面内異方性を悪化させる原因であることがわかった。

【 0 0 0 9 】

そして、本発明者らは、この知見に基づいて、熱間圧延時の先端部の仕上板厚を定常部の仕上板厚と同一レベルとすることにより、冷延鋼板においてコイル長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られるという発想に基づき、本発明を完成させた。

10

すなわち、本発明のうち請求項 1 に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法は、冷間圧延用素材を製造するための熱間圧延時の目標板厚設定方法であって、熱間圧延時の先端部の目標板厚を、熱間圧延時の定常部の目標板厚よりも小さく設定することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

また、本発明のうち請求項 2 に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法は、請求項 1 記載の熱間圧延時の目標板厚設定方法において、前記定常部の目標板厚は、冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなり、前記先端部の目標板厚は、該先端部を熱間圧延する際の目標板厚からの偏差実績に基づいて、前記先端部が目標板厚から前記偏差分だけ厚くなっても前記冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなることを特徴としている。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明のうち請求項 1 に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法によれば、熱間圧延時の先端部の目標板厚を、熱間圧延時の定常部の目標板厚よりも小さく設定するので、熱間圧延時の先端部の板厚が厚めに外れたとしても定常部の板厚との板厚差が小さくなり、これにより、得られた熱延鋼板を冷間圧延用素材として用いた場合には先端部と定常部とで冷間圧延時の圧下率差が小さくなり、冷延鋼板において、熱間圧延時の先端部に相当する部位においても、定常部と同様の材質特性が得られ、コイル長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られる。

30

【 0 0 1 2 】

また、本発明のうち請求項 2 に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法によれば、請求項 1 記載の熱間圧延時の目標板厚設定方法において、前記定常部の目標板厚は、冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなり、前記先端部の目標板厚は、該先端部を熱間圧延する際の目標板厚からの偏差実績に基づいて、前記先端部が目標板厚から前記偏差分だけ厚くなっても前記冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定されてなるので、得られた熱延鋼板を冷間圧延用素材として用いる場合に、コイル長手方向全長にわたって目標とする圧下率を確保でき、冷延鋼板において、コイル長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られる。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

先ず、本発明をするに至った知見について、図 1 及び図 2 を参照して説明する。図 1 は、 $C : 0.01 \sim 0.04$ 質量%、 $Si : 0.05$ 質量%以下、 $Mn : 0.05 \sim 0.30$ 質量%、 $P : 0.03$ 質量%以下、 $S : 0.03$ 質量%以下、残部 Fe および不可避的不純物からなる組成の冷延鋼板について、冷間圧延時の圧下率と r 値の面内異方性 r との関係を示すグラフである。図 2 は、冷間圧延を行う際の素材となる熱延鋼板の板厚の長手方向変化を示す図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 から理解できるように、冷延鋼板の r 値の面内異方性 r は、冷間圧延時の圧下率

50

によって大きく変動する。そして、面内異方性 r を 0 近傍とするために、冷間圧延時の圧下率を 50% 程度とするのが最適であることが図 1 から理解される。そして、面内異方性 r を所定範囲にするには、冷間圧延時の圧下率を特定範囲内に設定することにより調整することができる。例えば、面内異方性 r を 0.2 程度に制御したい場合には、55% の圧下率を採用すればよい。

【0015】

一方、図 2 から理解されるように、冷間圧延を行う際の素材となる熱延鋼板の先端部（熱間圧延時の先端部）については、目標板厚（板厚偏差が 0 となる板厚）に対して板厚が厚くなり、前記目標板厚からの板厚偏差が大きくなっている。このような熱延鋼板を素材として、所定の仕上板厚にまで冷間圧延を行った場合には、熱間圧延時の先端部は定常部と比較して冷間圧延による圧下率は大きくなってしまふ。従って、例えば 0.2 程度で面内異方性 r を得ようとして冷間圧延にて 55% の圧下率が得られるように素材である熱延鋼板の仕上板厚を設定しても、先端部については、冷間圧延による圧下率が 55% を超えた大きな値となってしまい、面内異方性 r の値が大きく外れてしまふ。これにより、冷延鋼板においてコイル長手方向全長にわたって均一な材質特性が得られないことになる。

10

【0016】

そこで、本実施形態では、熱間圧延時の先端部の目標板厚を、仕上目標板厚よりも薄く設定する。以下、その具体例について図 3 及び図 4 を参照して説明する。図 3 は、本発明に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法が適用される熱間圧延の仕上圧延設備を示す模式図である。図 4 は、板厚制御装置における処理フローのフローチャートである。

20

【0017】

図 3 において、熱間圧延の仕上圧延設備 1 は、被圧延材（図示せず）を仕上圧延する複数のスタンド 3 a ~ 3 f を有する仕上圧延機 3 を備えている。そして、各スタンド 3 a ~ 3 f には、圧下装置 4 a ~ 4 f の各々が設けられている。また、圧下装置 4 a ~ 4 f には、圧下装置 4 a ~ 4 f のそれぞれの操作を制御する板厚制御装置 2 が接続されている。そして、この板厚制御装置 2 には、熱間圧延の際の目標板厚値を被圧延材毎に板厚制御装置 2 に入力する上位コンピュータと、仕上圧延器 3 の出側に設置された板厚計 5 とが接続されている。

【0018】

この仕上圧延設備において、上位コンピュータから板厚制御装置 2 に熱間圧延の際の目標板厚値が被圧延材毎に入力されると、板厚制御装置 2 では、目標板厚値に応じて仕上圧延機 3 の圧下スケジュールを決定し、各スタンド 4 a ~ 4 f のそれぞれを操作し、初期セットアップを行い、被圧延材の仕上圧延を開始する。そして、板厚計 5 により、被圧延材の仕上板厚が測定され、この仕上板厚の測定結果が板厚制御装置 2 に入力され、板厚制御装置 2 によりフィードバック制御がなされる。このとき、被圧延材の先端部が通過し、ある程度圧延が進行した後は、フィードバック制御が働くので、定常部の仕上板厚の板厚精度を良好にできる。しかし、被圧延材の先端部については、フィードバック制御が働かず、また、初期セットアップの最適化についても限界があるので、実際の板厚は、目標板厚との偏差が大きくなる。ここで、先端部の板厚は、目標板厚に対して厚い側に外れる場合と、薄い側に外れる場合とがあるが、特に r への影響は、厚い側に外れた場合が大きくなる。そして、例えば面内異方性 r 等の材質要求から冷間圧延時の圧下率が適正範囲から外れると不良品となる鋼種の場合には、先端部の板厚偏差があまりに大きいときには先端部が不良品となる。

30

40

【0019】

そこで、図 3 に示す板厚制御装置 2 には、上位コンピュータから、被圧延材毎の情報として、冷間圧延時の圧下率を規制する必要があるもの（以下、冷間圧下率規制材と呼ぶ）であるか否かの情報が入力される。そして、板厚制御装置 2 では、この入力された情報に基づいて、被圧延材が冷間圧下率規制材である場合には、先端部についても後の冷間圧延時に規制範囲内の冷間圧下率が確保できるように、熱間圧延時の板厚制御を行う。

50

【0020】

図4を参照して、板厚制御装置2における処理フローを説明する。上位コンピュータから冷間圧下率規制材であるか否かの情報が板厚制御装置2に入力されると、板厚制御装置2は、先ず、ステップS100において被圧延材が冷間圧下率規制材であるか否かを判定する。そして、冷間圧下率規制材である場合には、ステップS110で、先端部長さLと、先端部の目標板厚 t_0 と、定常部の目標板厚 t_1 とをそれぞれ設定する。

【0021】

ここで、先端部長さLは、熱間圧延後の仕上板厚が目標板厚から大きく外れる被圧延材の長さであり(図2における「先端部」に相当)、この値は、圧延実績に基づいて、仕上板厚や鋼種毎に予め設定しておく。また、定常部の目標板厚 t_1 は、熱間圧延時の仕上板厚に等しい値であり、冷間圧延後の仕上板厚から冷間圧下率を所定量確保できるように設定される値である。

10

【0022】

また、先端部の目標板厚 t_0 は、先端部を熱間圧延する際の目標板厚からの偏差実績に基づいて、この先端部が目標板厚から偏差分だけ厚くなっても冷間圧延時の必要圧下率が確保できる値を設定する。

具体的には、熱間圧延時の目標板厚 t からの偏差実績が t であり、冷間圧延時の圧下率確保の観点からの板厚上限値が t_{max} である場合には、先端部の目標板厚 t_0 は、

$$t_0 = t_1 - (t_{max} - t)$$

とする。冷間圧延時の圧下率をより確実に確保するために、先端部の目標板厚 t_0 を、

20

$$t_0 = t_1 - t$$

としてもよい。

【0023】

そして、先端部の目標板厚を t_0 として仕上圧延を開始し、先端部長さLだけ被圧延材が進行した時点で、走間板厚変更が行われて定常部の目標板厚を t_1 として仕上圧延が継続されるのである。

なお、ステップS100において、冷間圧下率規制材でない場合には、ステップS120で仕上板厚に等しい値を被圧延材の長手方向全長にわたって目標板厚を t_1 に設定し、被圧延材の長手方向全長にわたって目標板厚 t_1 で圧延が行われる。

【0024】

30

以上説明したように、熱間圧延時の先端部の目標板厚 t_0 を、熱間圧延時の定常部の目標板厚 t_1 よりも小さく設定するので、熱間圧延時の先端部の板厚が厚めに外れたとしても定常部の板厚との板厚差が小さくなり、これにより、得られた熱延鋼板を冷間圧延用素材として用いた場合には先端部と定常部とで冷間圧延時の圧下率差が小さくなり、冷延鋼板において、熱間圧延時の先端部に相当する部位においても、定常部と同様の材質特性が得られ、コイル長手方向全長にわたって均一な材質特性を得ることができる。

【0025】

また、定常部の目標板厚 t_1 を、冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定し、先端部の目標板厚 t_0 を、該先端部を熱間圧延する際の目標板厚からの偏差実績 t に基づいて、先端部が目標板厚から偏差 t 分だけ厚くなっても冷間圧延時の必要圧下率が確保できるように設定しているので、得られた熱延鋼板を冷間圧延用素材として用いる場合に、コイル長手方向全長にわたって目標とする圧下率を確保でき、冷延鋼板において、コイル長手方向全長にわたって均一な材質特性を得ることができる。

40

【実施例】

【0026】

C: 0.03質量%、Si: 0.03質量%、Mn: 0.15質量%、P: 0.002質量%、S: 0.005質量%、残部Feおよび不可避免的不純物からなる組成の鋼片を、1150に加熱後、熱間圧延により仕上板厚3.5mmの熱延鋼板とした。ここで、仕上圧延の際に本発明を適用して、先端部については目標板厚を3.45mmに設定し、定常部については仕上板厚と同一の目標板厚に設定した。また、比較例として、長手方向全

50

長にわたり目標板厚を仕上板厚と同一に設定した熱間圧延も行った。なお、熱延条件としては、仕上圧延温度 770、巻取温度 580 とした。

【0027】

得られた熱延鋼板を、酸洗後、冷間圧延により仕上板厚 1.6 mm の冷延鋼板とし、さらに 780 で焼鈍を行った。

焼鈍後の冷延鋼板について、長手方向の各位置（図 5（a）、（b）において X、Y、Z；X'、Y'、Z' に対応する位置）から、引張方向を圧延方向、圧延方向に対して 45° 方向、圧延方向に対して 90° 方向の 3 種類の引張試験片（JIS 号）を採取し、それぞれの試験片について引張試験を行って r 値を調査した。そして、r 値の面内異方性 r （ $r = (r_0 - 2 \times r_{45} + r_{90}) / 2$ で定義される。但し、 r_0 は圧延方向、 r_{45} は圧延方向に対して 45° の方向、 r_{90} は圧延方向に対して 90° の方向に引張試験をして測定した r 値）を調査した。

【0028】

図 5 は、熱延鋼板の板厚実績値を、比較例（a）と本発明例（b）とについて示した図である。比較例では、先端部（X 位置）の板厚が定常部（Y 位置、Z 位置）の板厚よりも大幅に厚くなっている。これに対して、本発明例では、熱間圧延時に先端部の目標板厚を定常部の目標板厚よりも薄く設定しているため、先端部（X' 位置）の板厚は定常部（Y' 位置、Z' 位置）の板厚よりも若干厚くなっているものの、その板厚差は比較例と比べて小さくなっている。

【0029】

表 1 に、冷間圧延、焼鈍後の鋼板について、面内異方性 r を調査した結果を示す。 r を調査するための引張試験片は、図 5（a）、（b）において X、Y、Z；X'、Y'、Z' に対応する位置から採取している。さらに、表 1 には、素材板厚値（熱間圧延後の実板厚）、製品板厚（冷間圧延後の実板厚）及び冷間圧延時の圧下率を併記した。

【0030】

【表 1】

	サンプル 採取位置	素材板厚 (熱間圧延後) mm	製品板厚 (冷間圧延後) mm	冷延圧下率 %	Δr
比較例	X	3.71	1.60	56.9	0.33
	Y	3.49	1.60	54.2	0.11
	Z	3.51	1.60	54.4	0.13
発明例	X'	3.57	1.60	55.2	0.15
	Y'	3.50	1.60	54.3	0.10
	Z'	3.52	1.60	54.5	0.09

【0031】

本発明例では、先端部に相当する X' 位置においても面内異方性 r が 0.15 であり、コイル全長にわたり均一かつ良好な r 値の面内異方性を有する冷延鋼板が得られている。これに対して、比較例では、先端部に相当する X 位置において、面内異方性 r が 0.33 であり、定常部に相当する Y 位置、Z 位置に対して大幅に大きくなっている。これは、先端部に相当する X 位置における冷間圧延時の圧下率が、定常部に相当する Y 位置、Z 位置における冷間圧延時の圧下率に比較して大きくなっているためである。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】所定組成の冷延鋼板について、冷間圧延時の圧下率と r 値の面内異方性 r との関係を示すグラフである。

【図 2】冷間圧延を行う際の素材となる熱延鋼板の板厚の長手方向変化を示す図である。

【図3】本発明に係る熱間圧延時の目標板厚設定方法が適用される熱間圧延の仕上圧延設備を示す模式図である。

【図4】板厚制御装置における処理フローのフローチャートである。

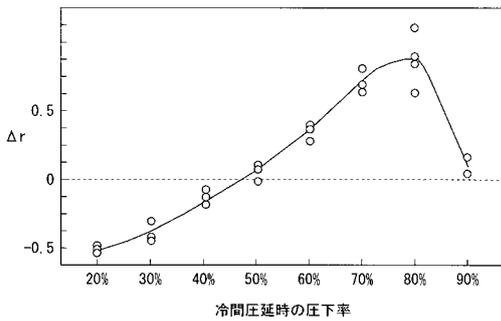
【図5】熱延鋼板の板厚実績値を、比較例(a)と本発明例(b)とについて示した図である。

【符号の説明】

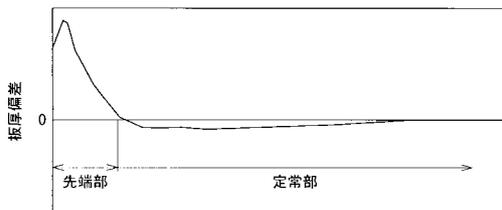
【0033】

- 1 熱間圧延の仕上圧延設備
- 2 板厚制御装置
- 3 仕上圧延機
- 3 a , 3 b , 3 c , 3 d , 3 e , 3 f スタンド
- 4 a , 4 b , 4 c , 4 d , 4 e , 4 f 压下装置
- 5 板厚計

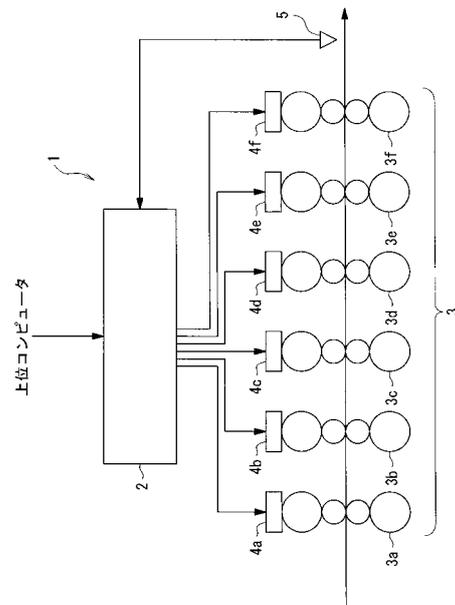
【図1】



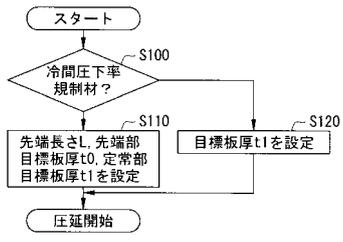
【図2】



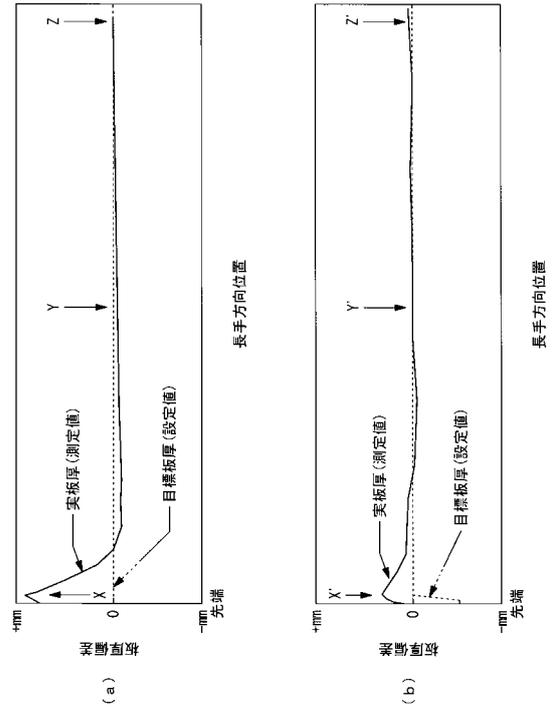
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

審査官 福島 和幸

- (56)参考文献 特開平10-180330(JP,A)
特開昭60-223607(JP,A)
特開昭54-125159(JP,A)
特開平11-267726(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B21B 37/00