

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/045449 A1

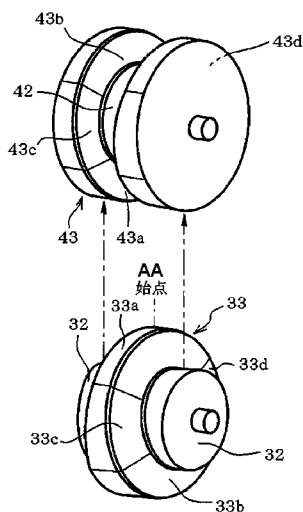
- (51) 国際特許分類:
B21D 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/074443
- (22) 国際出願日: 2012年9月24日(24.09.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 新日鐵住金株式会社(NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大丸 成一(DAIMARU, Seiichi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 久保 雅寛(KUBO, Masahiro); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 水村 正昭(MIZUMURA, Masaaki); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 佐藤 浩一(SATO, Koichi); 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内 Tokyo (JP). 白神 聡(SHIRAKAMI, Satoshi); 〒1008071 東京都千代田
- (74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING SHAPED STEEL THE CROSS-SECTIONAL SHAPE OF WHICH CHANGES IN THE LONGITUDINAL DIRECTION, AND ROLL FORMING DEVICE

(54) 発明の名称: 長手方向に断面形状が変化する形鋼の製造方法およびロール成形装置

[図4]



AA STARTING POINT

(57) Abstract: A roll forming device, for roll forming for the purpose of manufacturing shaped steel the cross-sectional shape of which changes in the longitudinal direction, is equipped with: first die rolls having an annular ridge part the cross-sectional shape of which changes in the circumferential direction; second die rolls having an annular groove part the cross-sectional shape of which changes in the circumferential direction; and a drive device for the first die rolls and the second die rolls. A clearance is provided at the side surfaces of the annular ridge part of the first die rolls, across the entire circumference in the circumferential direction, such that the gap with respect to the side surfaces of the annual groove parts of the second die rolls widens inward in the radial direction.

(57) 要約: シート材料から長手方向に断面形状が変化する形鋼を製造するためのロール成形用のロール成形装置が、周方向に断面形状が変化する環状畝部とを有する第1金型ロールと、周方向に断面形状が変化する環状溝部とを有する第2金型ロールと、第1金型ロールと第2金型ロールのための駆動装置とを具備する。第1金型ロールの環状畝部の側面に、周方向の全周に亘って、第2金型ロールの環状溝部の側面に対する隙間が半径方向内方に広がるように逃げが設けられている。

WO 2014/045449 A1

ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

長手方向に断面形状が変化する形鋼の製造方法およびロール成形装置

技術分野

[0001] 本発明は、面形状が長手方向に変化する形鋼をロール成形によって製造する方法および装置に関する。

背景技術

[0002] 形鋼の一つであるハット型形鋼を製造する方法として、ポンチとダイを用いたプレス成形が広く知られている。プレス成形によるハット型の曲げ成形では、プレス圧力を除くと反力によって材料板が元に戻ろうとするスプリング・バックの問題が発生し易いため、従来よりスプリング・バックを抑えるための対策が検討されてきた。

[0003] ところで近年においては、高張力鋼材 (High-Tensile Steel) の利用が拡大している。一例として、自動車産業では車体の軽量化がCO₂排出量の軽減につながるとして、高張力鋼材を車体材料に積極的に採用している。そのため、形鋼の製造現場では、鋼材の高強度特性に因るスプリング・バックの問題が顕在化している。更に、近時、980MPaを超える引張強度を有した高張力鋼材も製造されている。一般的なプレス成形では、こうした高張力鋼材から設計通りのハット型形鋼を製造することが困難である。

[0004] 形鋼を製造する他の方法として、ロール成形法が知られている。ロール成形は、例えば、コイルから引出された帯板を順次配置された複数のステーションに設けられたロールユニットを通過させる連続曲げ加工方法である。ロール成形は、特に、H型鋼やL型鋼などの鋼材や、パイプなどの長手方向の断面形状が一定の長尺製品を成形するのに適している。反面、ロール成形は、プレス成形（絞り）とは異なり、長手方向に断面形状が変化する形鋼を成形するのには適していない。

[0005] 特許文献1～3は、分割ロールのロール幅を可変制御することによって、

長手方向に断面形状が変化する形鋼をロール成形によって製造する技術を開示している。然しながら、特許文献1～3に開示されているロール成形方法および装置は、装置の構造や制御方法が複雑であるという問題がある。そのため、特許文献1～3の発明を実施するためには、既存の設備を転用することが困難であり、新規に設備導入が必要であるため、コスト高になる。

[0006] また、特許文献1、3の発明のように、ロール成形中に分割ロールのロール幅を拡げると、ロールの前方側の隅部だけが材料鋼板に線接触したり、高張力鋼材などの材料ではミル剛性が不足して、大量生産には不向きである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平10-314848号公報

特許文献2：特開平7-88560号公報

特許文献3：特開2009-500180号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、従来技術のような複雑な制御および装置が必要でなく、単純なロール成形によって断面形状が長手方向に変化する形鋼を製造することのできる技術を提供することにある。

[0009] また、本発明の他の目的は、断面形状が長手方向に変化する形鋼をロール成形によって製造するにおいて、例えば材料に高張力鋼材を用いたときにミル剛性が不足することを抑制できる技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上述の課題を解決するため、本発明によれば、長手方向に断面形状が変化する形鋼をシート材料からロール成形によって製造する方法であって、回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状畝部とを有する第1金型ロール準備する段階と、前記第1金型ロールの回転軸がシート材

料の送り方向に対して垂直となるように該第1金型ロールを配置する段階と、回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状溝部とを有する第2金型ロールを準備する段階と、前記第1金型ロールと第2金型ロールとの間に前記シート材料の板厚に等しい間隙ができ、かつ、前記第1金型ロールの環状畝部と前記第2金型ロールの環状溝部とが嵌合するように、前記第2金型ロールを配置する段階と、前記第1金型ロールと前記第2金型ロールとを同期回転させる段階と、前記第1金型ロールと第2金型ロールとの間にシート材料を給送する段階とを含み、

前記第1金型ロールの環状畝部の側面に、周方向の全周に亘って、第2金型ロールの環状溝部の側面に対する隙間が半径方向内方に広くなるように逃げが設けられている形鋼の製造方法が提供される。

[0011] 更に、本発明は、シート材料から長手方向に断面形状が変化する形鋼を製造するためのロール成形用のロール成形装置において、回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状畝部とを有する第1金型ロールであって、該第1金型ロールの前記回転軸がシート材料の送り方向に対して垂直となるように配置された第1金型ロールと、回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状溝部とを有する第2金型ロールであって、該第2金型ロールの前記回転軸が前記第1金型ロールの前記回転軸と平行になるように配置された第2金型ロールと、前記第1金型ロールと前記第2金型ロールとを同期させて回転駆動する駆動装置とを具備し、

前記第1金型ロールと第2金型ロールは、両者間に前記シート材料の板厚に等しい間隙ができ、かつ、前記第1金型ロールの環状畝部と前記第2金型ロールの環状溝部とが嵌合するように相対的に配置されており、前記第1金型ロールの環状畝部の側面に、周方向の全周に亘って、第2金型ロールの環状溝部の側面に対する隙間が半径方向内方に広くなるように逃げが設けられているロール成形装置を要旨とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、周方向に断面形状が変化する環状畝部を有する第1金型

ロールと、前記第1金型ロールの環状畝部に対して形鋼の厚み分の隙間を置いて該環状畝部を受容する環状溝部を有する第2金型ロールを用いたことにより、少なくとも第1および第2金型ロールを同期回転させる単純な制御によって、長手方向に断面形状が変化する形鋼を製造することができる。よって、断面の幅を拓げるために分割ロールのロール幅を可変制御するなどの複雑な制御は不要である。また、既存のロール成形設備のロールを第1および第2金型ロールに交換することによって、本発明のロール成形装置を具現化することも可能である。

[0013] 更に本発明によれば、前述のロール胴部を有する第1および第2金型ロールを用いることによって、断面形状が長手方向で変化するよう成形しても、ロール胴部と材料とが十分に面接触した状態で成形できるので、例えば材料が高張力鋼材であっても、ミルの剛性不足を防止可能である。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]長手方向に断面形状が変化するハット型形鋼の上方から見た斜視図である。

[図1B]長手方向に断面形状が変化するハット型形鋼の下方から見た斜視図である。

[図2]本発明の第1実施形態による多段式ロール成形装置の略示斜視図である。

[図3]図2の多段式ロール成形装置のロールユニットの立面図である。

[図4]図3のロールユニットの上下一对の金型ロールの分解斜視図である。

[図5A]図2の多段式ロール成形装置の各段階における曲げ加工プロセスを示す図であり、ハット型形鋼のフランジ部を形成する工程を示す図である。

[図5B]図2の多段式ロール成形装置の各段階における曲げ加工プロセスを示す図であり、ハット型形鋼の上壁を形成する工程を示す図である。

[図6]1つのロールユニットにおける作用を説明するための略示斜視図である。

[図7A]ビードを有したハット型形鋼の斜視図である。

[図7B]図7Bのハット型形鋼を形成する金型ロールの斜視図である。

[図8]第2実施形態による金型ロールを示す。

[図9]図8の金型ロールの部分断面図である。

[図10]上記金型ロールに逃げを設けたときの間隙を示すチャートである。

[図11]逃げ量と x と、形鋼の側壁の角度 θ および下ロールの環状畝部の高さ H との相関関係を説明するチャートである。

[図12A]逃げを設けない場合の上ロールと下ロールとの干渉を示す、ハット型形鋼と共に示す斜視図である。

[図12B]逃げを設けない場合の上ロールと下ロールとの干渉を示す、ハット型形鋼と共に示す斜視図である。

[図13A]逃げ量と x と、形鋼の側壁の角度 θ および下ロールの環状畝部の高さ H との相関関係を説明するチャートである。

[図13B]逃げ量 x 、形鋼の側壁角度 θ 、環状畝部の高さ H を示す下ロールの部分拡大図である。

[図13C]上下ロールの最小間隙を示す表である。

[図14]多段式ロール成形装置の他の例を示す斜視図である。

[図15]図14の多段式ロール成形装置の各段階における曲げ加工プロセスを示す図である。

[図16A]逃げ量と x と、形鋼の側壁の角度 θ および下ロールの環状畝部の高さ H との相関関係を説明するチャートである。

[図16B]逃げ量 x 、形鋼の側壁角度 θ 、環状畝部の高さ H を示す下ロールの部分拡大図である。

[図16C]上下ロールの最小間隙を示す表である。

[図17]下ロールの環状畝部に設けた逃げの開始点を示す図である。

[図18A]第3実施形態による形鋼の斜視図である。

[図18B]図18Aの形鋼と共に示す第3実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図19A]第4実施形態による形鋼の斜視図である。

[図19B]図19Aの形鋼と共に示す第4実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図20A]第5実施形態による形鋼の斜視図である。

[図20B]図20Aの形鋼と共に示す第5実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図21A]第6実施形態による形鋼の斜視図である。

[図21B]図21Aの形鋼と共に示す第6実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図22A]第7実施形態による形鋼の斜視図である。

[図22B]図22Aの形鋼と共に示す第7実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図23A]第8実施形態による形鋼の斜視図である。

[図23B]図23Aの形鋼と共に示す第8実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図24A]第9実施形態による形鋼の斜視図である。

[図24B]図24Aの形鋼と共に示す第9実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図25A]第10実施形態による形鋼の斜視図である。

[図25B]図25Aの形鋼と共に示す第9実施形態による金型ロールの斜視図である。

[図26A]第11実施形態による形鋼の斜視図である。

[図26B]図26Aの形鋼と共に示す第9実施形態による金型ロールの斜視図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の好ましい実施形態に従う長手方向に断面形状が変化する形鋼の製造方法およびロール成形装置について、添付図面を参照しながら詳しく説明する。但し、以下に説明する実施形態によって本発明の技術的範囲は何ら限定解釈されることはない。

[0016] (第1実施形態)

まず、本実施形態で製造する形鋼について説明する。図1に示す形鋼は、長手方向（例えば、材軸方向）に断面形状が変化する鞍型のハット型形鋼の一例である。図1Aはハット型形鋼を上方側から見た斜視図であり、図1Bは下方側から見た斜視図である。ハット型形鋼1は、上壁と、該上壁の両側縁部に沿って延設された側壁と、各側壁の反対側の縁部に沿って延設されたフランジ部とを具備して、ハット型形鋼1の長手方向に垂直な断面（横断面）が概ねハット型となっている。

[0017] ハット型形鋼1は、更に、上壁の幅が L_1 の部位10a、10b、上壁の幅が L_2 ($>L_1$)の部位11、および、上壁の幅が L_1 から L_2 に拡幅（または減幅）するテーパ状の遷移部位12a、12bを有している。ハット型形鋼1は、各部位10a～12bにおいて、側壁が外方側に向かって傾斜したハット形状の横断面を有しているが、側壁の傾斜角は、各部位10a～12bで異なるようにしても、或いは、各部位10a～12bで同じにしてもよい。また、形鋼の厚みは、例えば規格や用途などに応じて種々の厚みに設定することができる。但し、本実施形態においては、各部位10a～12bを個別に成形して溶接等をつなぎ合わせるのではなく、一枚のシート材料または帯板をロール成形することによって一体成形する。従って、図1の部位間の境界線は、説明の便宜上の線であり、接合線や折曲線ではない。

[0018] 更に、底面側の開口部に長手方向に沿って形成されるフランジ13も、シート材料または帯板をロール成形によって曲げ加工される。また、曲げ加工されたところの角部は、例えば図1の示すような面取りされた形状、或いはR（アール）形状とすることができる。

[0019] 材料の種類および強度は特に制限されることはなく、曲げ加工可能な全ての金属材料を対象とすることができる。金属材料の一例として、炭素鋼、合金鋼、ニッケルクロム鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、クロム鋼、クロムモリブデン鋼、マンガン鋼などの鋼材がある。強度に基づくと、引張強度が340MPa以下のものを一般鋼材、それ以上のものを高張力鋼材と大別す

ることができるが、本実施形態ではどちらも適用可能である。更に、高張力鋼材は例えば590MPa級、780MPa級のものがあり、現在では980MPa級の超高張力鋼材と呼ばれるものも製造されている。超高張力鋼材ともなると従来のプレス成形（絞り）ではハット曲げが困難な場合があるが、本実施形態のロール成形では980MPa以上の超高張力鋼材をも適用可能である。更に、鋼材以外の材料の一例として、チタン、アルミニウムまたはマグネシウム、或いはそれらの合金を含む難成形性材料がある。

[0020] 続いて、長手方向に断面形状が変化する形鋼を製造するためのロール成形装置について説明する。図2は、ロール成形装置の一実施形態として、前述のハット型形鋼を製造するための多段式ロール成形装置2を示している。多段式ロール成形装置2は、例えば、シート材料または帯板の送り方向に順次配置された複数のロールユニット20a~20kを具備しており、上流側のロールユニット20kから下流側のロールユニット20aに向けて長尺のシート材料または帯板Mを移送しながら段階的に曲げ加工して、最終的に目的の製品形状となるようにする。最終的に成形されたシート材料または帯板Mは、製品単位に順次切断される。

[0021] 最も下流のステーション（最終ステーション）のロールユニット20aの金型ロール（以下、「仕上ロール」と称することがある）が目的とする製品形状に対応した形状となっており、該仕上ロールよりも上流側の各ステーションの金型ロールは、下流側へ向かうにつれ段階的に製品形状に近づいていく中間体が各段で成形されるように設計されている。図2は、シート材料または帯板Mから10段階成形で製品にする金型ロールの一例を示している。前半の曲げ工程を実施する、導入ステーションから第5ステーションの各々において、ロールユニット20j~20fは、凸状のロール胴部を有するロールを上側に、凹状のロール胴部を有するロールを下側に配置している。

[0022] 一方、後半の曲げ加工を実施する、第4ステーションから第10ステーションの各々において、ロールユニット20e~20aは、環状畝部を有するロールを下側に、環状溝部を有するロールを上側に配置している。そして、

導入ステーション（ロールユニット20k：第0ステーション）から第5ステーション（ロールユニット20f）までをフランジ13を形成する前半工程（フランジ部曲げ加工）とし、第6ステーション（ロールユニット20e）から最終ステーションまたはだい10ステーション（ロールユニット20a）までをハット型形鋼1の上壁を形成する後半工程（上壁の曲げ加工）としている。

[0023] 導入ステーションのロールユニット20kは、上下共にプレーンな円筒形状の金型ロールが配置されている。また、第1ステーションから第5ステーションまでのロールユニット20j～20fは、上ロールの両端部分は、先端へ向かう方向に直径が次第に小さくなっており、下ロールのロール胴部の両端部分は、先端へ向かう方向に直径が次第に大きくなっている。そして、第1ステーションから第5ステーションの順にロールの両端部分の傾斜角が急になっていき、第5ステーションのロールユニット20fでシート材料または帯板Mの両端が約90°に曲げられ、フランジ部13を形成するようになっている。各ロールは、形鋼の各部位10a～12のフランジ部13が形成されるように、周方向においてロール胴部の中央の幅が狭い部分と広い部分並びに拡幅／減幅するテーパの部分を持っている。

[0024] 一方、第6ステーションから最終ステーションまでのロールユニット20e～20aは、下ロールのロール胴部の中央が凸状に隆起した環状畝部を有し、上ロールのロール胴部の中央部分が凹状に凹んだ環状溝部を有している。そして、より詳細には、下ロールの環状畝部および上ロールの環状溝部は、ハット型形鋼1の各部位10a～12の上壁が形成されるように、幅が狭い部分と、幅が広い部分、並びに、拡幅／減幅するテーパ状の部分が周方向に配置されている。

[0025] 各ロールの環状畝部および環状溝部の側面の傾斜角は、第6ステーションから最終ステーションの順に急になっていき、最終ステーションのロールユニット20aでシート材料または帯板Mの側壁が約90°に曲げられてハットの上壁が形成されるようになっている。但し、図2に示す金型ロールの構

成は一例であり、ユニットの配列数は適宜変更することができる。また、仕上ロールよりも上流側に配置される金型ロールの形状もまた適宜変更することができる。

[0026] なお、本実施形態にあつては、断面形状を拡幅するだけに止まらず、幅が最大となる部位 1 1 の後に更に減幅された部位 1 2 b、1 0 b をロールで成形するので、各ロールユニット 2 0 a ~ 2 0 k の間隔を、少なくとも製品の長さ以上に設定する。

[0027] 次に、ロールユニット 2 0 a ~ 2 0 k の構成について説明する。図 3 は、仕上ロールが組み込まれたロールユニット 2 0 a の全体構造を示している。ロールユニット 2 0 a は、シート材料または帯板の送り方向、例えば水平方向に延設された回転軸 3 1 を有する第 1 金型ロール（以下、「下ロール 3」と称する）と、該第 1 金型ロール 3 の回転軸 3 1 に平行な回転軸 4 1 を有し、下ロール 3 と僅かな隙間を介して対向する第 2 金型ロール（以下、「上ロール 4」と称する）を備えている。

[0028] 各ロール 3、4 の回転軸 3 1、4 1 は、例えばボール軸受などの軸受機構 5 によってスタンドなどの支持部材 5 1 に回転自在に支持されている。ロール 3、4 を昇降自在なように支持して、ロール同士の離間距離を調節できるようにできる。更に油圧シリンダーなどの押圧装置を配置して上下ロール 4、3 の押圧力を調節できるようにしてもよい。

[0029] 上下ロール 4、3 は、歯車組 5 2 によって同期させて回転駆動される。歯車組 5 2 は、回転軸 3 1、4 1 の各々に結合され、互いに係合するギア 5 2 a、5 2 b を具備する。図 3 には、歯車組 5 2 の一例として、平歯車で構成された上下のギア 5 2 a、5 2 b が示されている。そして下ロール 3 の回転軸 3 1 の一端側に、例えば駆動モーターなどの駆動装置 5 3 が連結されており、この駆動装置 5 3 によって下ロール 3 を回転させると、歯車組 5 2 を通じて上ロール 4 が従動回転する。このとき、例えば上下のギア比を同じに設定することによって、上下ロール 4、3 が同じ周速度で同期して回転する。すなわち、歯車組 5 2 は、上下ロール 4、3 の同期回転装置でもある。

- [0030] 歯車組 5 2 は、上下ロール 4、3 が同じ周速度で同期回転できればよく、図 3 に示すような平歯車でなくとも勿論よい。更に、歯車組 5 2 を通じて上ロール 4 を従動させる構成でなく、上下ロール 4、3 のそれぞれに個別の駆動機構を連結してもよい。インバーター制御可能な駆動モーターを用いて回転速度を調節することもできる。
- [0031] 最終ステーションに配置される上下ロール 4、3 は、目的とする製品形状に対応した形状となっている。詳しくは図 3、4 に示すように、下ロール 3 は、フランジ 1 3 の上面を圧下するフランク部 3 2 と、該フランク部 3 2 の軸方向中央部分で外表面から凸状に隆起し、ハット形状の内面部分を圧下する環状畝部 3 3 とを有している。環状畝部 3 3 の断面形状は、製品のハット形状に対応して周方向に変化する台形を呈している。
- [0032] すなわち、環状畝部 3 3 は、外周面の幅が第 1 のロール幅に設定された領域 3 3 a と、外周面の幅が第 2 のロール幅に設定された領域 3 3 b と、領域 3 3 a、3 3 b の間に配置され外周面の幅が第 1 のロール幅から第 2 のロール幅に変化するテーパ状の領域（以下の説明では「遷移部」と称することがある）3 3 c、3 3 d とを有している。環状畝部 3 3 の左右側面は、回転軸 3 1 側に向かうにつれて外方側に拡がる傾斜面を形成している。そして、環状畝部 3 3 のロール幅および高さ並びに側面の傾斜角は、目的とするハット形状の幅および高さ並びに傾斜角にそれぞれ対応させた寸法としている。更に、環状畝部 3 3 の外側の隅部、および、フランク部 4 3 の内側の隅部には R（アール）が形成され或いは面取りがなされている。なお、図 4 も、図 1 と同様に、領域間 3 3 a、3 3 b、3 3 c、3 3 d の境界線は、説明の便宜上、図示したものである。
- [0033] 環状畝部 3 3 の領域 3 3 b は、ハット型形鋼 1 の幅 L 2 の部位 1 1 を成形し、領域 3 3 c、3 3 d は、ハット型形鋼 1 のテーパ状の部位 1 2 a、1 2 b をそれぞれ成形する。従って、領域 3 3 b の円弧長は、部位 1 1 の長さに設定されており、領域 3 3 c、3 3 d の円弧長は、部位 1 2 a、1 2 b の長さにそれぞれ設定されている。一方、環状畝部 3 3 の領域 3 3 a は、ハット

型形鋼 1 の部位 10 a、10 b の双方を成形する。従って、領域 33 a の円弧長は、部位 10 a、10 b の長さを足した寸法に設定されている。この場合、領域 33 a を等分する中間点が、当該ロールの始点となる。但し、連続シート材料または帯板 M を用いて連続的に成形し、最終成形されたものを装置の下流で順次切り取っていくような場合には、切り代となる領域を領域 33 a に追加するようにしてもよい。この場合、切断位置を判別するためのマーク（例えば、小径の孔、突起など）をシート材料または帯板 M の表面に形成するようにしてもよい。

[0034] 一方、上ロール 4 は、ハット型形鋼 1 の厚み分の隙間を介して下ロール 3 のロール胴部と対向するように形成されている。従って、上ロール 4 は、ハット形状の外側底面を圧下する環状溝部 42 と、該環状溝部 42 の両側に形成されハット形状の外側面及びフランジ 13 の下面を圧下するフランク部 43 とを有している。環状溝部 42 の内側面も、ハット型形鋼 1 の厚み分の隙間を介して下ロール 3 の環状胴部 33 の側面と対向するように形成されており、これにより、上ロール 4 の環状溝部 42 は周方向に断面形状が変化する。

[0035] 上ロール 4 の環状溝部 42 の側面は、下ロール 3 の環状胴部 33 と同様に、ハット型形鋼 1 の部位 11 を成形する領域 43 b と、テーパ形状の部位 12 a、12 b をそれぞれ成形する領域 43 c、43 d と、部位 10 a、10 b を成形する領域 43 a とが周方向に形成されている。更に、環状胴部 33 と同様に、領域 43 a を等分する中間点が当該ロールの始点となるので、上下ロール 4、3 を装置に組み込む際には、上下ロール 4、3 の始点同士が対向する位置（同位相）で周回するように回転方向に位置決めされる。

[0036] 回転軸方向に見ると、下ロール 3 の環状胴部 33 および上ロール 4 のフランク部 43 は、各々の外周面が同じ直径の円筒面となっている。これにより、上下ロール 4、3 を同じ周速度で回転させると、上下ロール 4、3 の相対的な位相は変化しない。上下一対のロールの場合、いわゆる「滑り」によって周回する上下ロール 4、3 の相対的な位相が変わることが懸念される。口

ールの断面形状が周方向で一定であれば「滑り」はそれほど問題とならないが、本実施形態の上下ロール4、3は周方向に断面形状が変化する領域を有するので、「滑り」によって上下ロール4、3の位相がズレると製品の厚みが設計値から外れたり、上下ロールが衝突したりすることが懸念される。従って、本実施形態では上下ロール4、3の相対的な位相を変えずに周回させることが重要である。前述した同期回転機構であるギア52には、周回する上下ロール4、3同士の相対的な位相が変化することを防止する役割もある。

[0037] なお、上下ロール4、3は、シート材料または帯板Mよりも剛性の高い材質でロール胴部が製作されていればよく、その材質が制限されることはない。また、環状畝部を有する金型ロールを上側に配置し、環状溝部を有する金型ロールを下側に配置してもよい。

[0038] 図3は、仕上ロールを組み込んだロールユニット20aを図示しているが、仕上げロールの上流に配置される他のロールユニット20b~20kについても、ロールの形状が異なることを除けば、ロールユニット20aと同様の構成とすることができる。そのため、他のロールユニット20b~20kについては詳しい説明を省略する。

[0039] 本発明は以下の寸法に限定されることはないが、より理解を深めるために下ロール3の各領域の寸法の一例を示しておく。まず、下ロール3の外周面までの半径は、環状畝部33が500mm、フランク部32が450mmである。両者の差がハット形状の高さに相当する。領域33aの外周面の幅は50mmであり、円弧長は400mmである。また、領域33bの外周面の幅は80mmであり、円弧長は400mmである。また、部位33cおよび33dは、円弧長が300mmであり、15°の傾斜角で拡幅または減幅している。上ロール4は、下ロール3と隙間2mmを介して対向している。

[0040] 続いて、多段式ロール成形装置2でハット型形鋼1を製造する方法について説明する。まず、各ロールユニット20a~20kの上下ロール4、3を所定の速度で回転させた状態とし、シート材料または帯板Mが導入ステーシ

ョンのロールユニット20kに供給される。シート材料または帯板Mは、例えば上流の圧延工程から送られてくる鋼板を用いたり、コイル状に巻かれた帯板を用いることができる。このとき、シート材料または帯板Mは、その長さ方向が上下ロール4、3の回転軸方向と直交するように供給され、シート材料または帯板Mの長さ方向にロール成形していく。ロールユニット20kから送り出されたシート材料または帯板M（中間体）は、上下ロール4、3の回転動作によって次のステーションのロールユニット20jへと搬送される。そして、この2段目のロールユニット20jで長さ方向に沿ってロール成形がなされ、更に次のステーションのロールユニット20iへと搬送される。

[0041] なお、シート材料または帯板Mを連続的にロール成形する場合、各ステーションのロールユニット20a～20kでバック・テンションおよび／またはフォワード・テンションを印加して成形するようにしてもよい。また、冷間、温間または熱間でロール成形するようにしてもよい。

[0042] 図5は、シート材料または帯板Mが10段のロールユニット20a～20kで段階的にハット曲げされていく様子を示している。図5Aは、第0～第5ステーションにおいてロールユニット20k～20fによってフランジ部13が形成される様子を示している。図5Bは、第6～最終ステーションにおいてロールユニット20e～20aによってハット型形鋼1の上壁を形成する様子を示している。なお、図5A、5Bは、ハット型形鋼1の部位10aの断面図であるが、他の部位10b、11、12a、12bについても10段のロールユニット20a～20kで段階的にハット曲げされていく。従って、第9ステーションにおいてロール成形がなされた材料（中間体）は、最終製品に近い形状となっており、10段目の仕上ロールによって最終成形がなされる。

[0043] 仕上げロールが最終成形する様子を図6に示す。上流から搬送されてくるシート材料または帯板M（中間体）は、まず上下ロールの領域33a、43aの始点から後半部分によって幅L1の部位10aが成形され、次に領域3

3 c、4 3 cによって幅が漸増する部位1 2 aが形成され、更に領域3 3 b、4 3 bによって幅L 2の部位1 1が成形される。次に領域3 3 d、4 3 dによって幅が漸減する部位1 2 bが形成され、最後に領域3 3 a、4 3 aの始点から前半部分によって幅L 1の部位1 0 bが成形される。このときの領域3 3 a、4 3 aの後半部分は、次の製品の幅L 1の部位1 0 aを成形することとなる。

[0044] 最終成形が完了して仕上ロールから送り出された製品は、終端となる位置（すなわち、部位1 0 bの端部）で切断され、例えば製品検査などの次工程に搬送される。切断する位置は、例えばシート材料または帯板Mの長さ方向に間隔をあけて形成したマーク（例えば、小径の孔、突起など）をセンサーで検出することによって自動判別することができる。マークは、製品の長さに対応する間隔でシート材料または帯板Mに予め付しておいてもよく、或いは、ロール成形中に付すようにしてもよい。ロール成形中にマークを付する方法としては、前述したロールの始点となる位置にマークとなる突起を形成した上下ロール4、3を用い、ハット曲げ加工と共にマークを転写することが一例として挙げられる。マーク以外にも、ロール胴部の表面に所定の凹凸形状を形成することによって、ビードやエンボスなどの形状を成形することもできる。図7にビード1 4と、ビード1 4を形成するためにロール胴部に形成される突起部3 5の一例を示す。図示は省略するが、上ロール4には材料の厚み分の間隙を介して突起部3 5に対応する凹部が形成されている。ビードおよびエンボスの形状、位置および個数は適宜変更可能である。

[0045] 本実施形態によれば、環状畝部3 3を有する下ロール3と、前記環状畝部3 3と対向する環状溝部を有する上ロール4を用いてハット型形鋼1を製造するにおいて、環状畝部3 3と環状溝部4 2の形状を、周方向に断面形状が変化する形状としたことにより、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向に断面形状（すなわち、ハット形状）が変化するハット型形鋼1を製造することが可能となる。

[0046] このように、本実施形態に従うロール成形は、従来のような分割ロールの

ロール幅を変化させる複雑な制御方法は必要でなく、そのための新規な制御装置も導入する必要がない。よって、例えば既存のロール成形装置のロールを本実施形態の上下ロール4、3に交換することによって、本実施形態のロール成形装置を具現化することも可能である。

[0047] なお、図2の多段式ロール成形装置2は、ロールユニット20a~20kを一直線上に配列しているが、ロールユニット20a~20kを上下方向に湾曲したタンデム配列とすれば、長手方向に湾曲するハット型形鋼をも製造可能となる。

[0048] 更に本実施形態によれば、周方向に断面形状が変化するロール胴部としたことにより、ロール胴部と材料とが十分に面接触した状態で成形できるので、例えば材料が高張力鋼材であっても、ミル剛性が不足することを抑制可能である。従って、本実施形態のロール成形方法および装置は、引張強度の980MPa以上の超高張力鋼材をも適用可能となる。

[0049] (第2実施形態)

続いて、上述の第1実施形態で示した金型ロールの変形例について説明する。

本実施形態の金型ロールでは、図8に示すように、下ロール3の環状畝部33(斜線の部分)の外径と、上ロール4のフランク部43(斜線の部分)の外径とは同一であり、かつ、下ロール3の環状畝部33の側壁に後述する逃げが設けられていることを特徴とする。この特徴的を除けば、本実施形態の上下ロール4、3は、第1実施形態の上下ロール4、3と概ね同一であり、同様の構成要素は同じ参照符号を付し、詳しい説明は省略する。

[0050] 下ロール3の畝部33の側面に設けた逃げについて、図9を参照しながら詳しく説明する。図9は、上下ロール4、3の中心軸線を含む平面で切断した部分縦断図である。第1実施形態では、周方向の全周において、上下ロール4、3の対向する底面および側面の隙間は一定であるが、本実施形態では、下ロール3の環状畝部33の側面は、逃げ量xを以ってロールの軸方向内側に設計上のハット型形鋼1の内面からオフセットされている。このように

、環状畝部 3 3 の側面に逃げを設けることによって、環状畝部 3 3 の側面と環状溝部 4 2 の側面との間の間隙は、環状畝部 3 3 根本、つまり、半径方向内側に向かうほど広くなる。図中の破線は、逃げを設けなかったときの側面を示している。最終ステーションの下ロール 3 の場合には、一例として、板材の板厚 1. 0 mm の材料を加工する場合、逃げ量 x は 1. 4 mm 以上とすることが好ましい。当該逃げ量の決定方法は、後に記述する。

[0051] 図 1 0 は、逃げの有無における上下ロール 4、3 間の間隙の比較結果を示している。より詳細には、図 1 0 は、上下ロール 4、3 の始点（図 4 参照）を 0° とし、上下ロール 4、3 を 5° 毎に回転させたときの、各位相における側面間の最小距離（最小間隙）を示している。図 1 0 から明らかなように、逃げを設けない場合には、約 $45^\circ \sim 65^\circ$ の領域と $100^\circ \sim 120^\circ$ のあたりで間隙が大きく変化（減少および増加）していることが分かる。図 1 1 A、1 1 B は、逃げを設けない場合のロールの干渉を示す数値解析結果であり、ハッチングで示す部分が干渉する領域を示している。この間隙が変化する領域は、上下ロール 4、3 の遷移部 3 3 c、3 3 d、4 3 c、4 3 d のところにあたる。

[0052] 一方、逃げを設けた場合には、遷移部 3 3 c、3 3 d、4 3 c、4 3 d で間隙が変化してはいるが、その変化量は極めて小さく、 $0^\circ \sim 180^\circ$ の全体を通して間隙が略一定に保たれていることが分かる。形鋼の板厚や形状にもよるが、製品規格等を考慮した場合の好ましい最小間隙は板材の厚さ以上である。本実施形態によれば、下ロール 3 の環状畝部 3 3 の側面に逃げを設けることによって、最小間隙を板厚以上を確保することが可能となる。更に比較として、図 1 0 には、遷移部 3 3 c、3 3 d のみに逃げを設け、他の領域には逃げを設けなかった場合の間隙を示している。図 1 0 のから分かるように、遷移部 3 3 c、3 3 d のみに逃げを設けただけでは間隙を一定に保つことができない。更に、遷移部 3 3 c、3 3 d のみに逃げを設ける加工は、全体に逃げを設ける加工よりも作業が難しいという短所がある。

[0053] 周方向における上下ロール 4、3 間の間隙のバラツキは、結果として製品

の板厚のバラツキになる場合がある。従って、下ロール3の環状畝部33の側面にロールの軸方向内側にオフセットした逃げを設けることによって、周方向における上下ロール4、3間の間隙を略一定にできたことは、極めて有効な効果である。更に、環状畝部33に逃げを設けた場合、間隙を略一定に保つことができる以外にも、下ロール3の側面で材料の滑りが発生するのを抑制してシワ発生を防止できるとの効果を奏し、また、環状畝部33の根本領域で板厚が減少（板減）すること防止して、板厚が破断基準を下回ることを防止可能となる。以上のことから、第2実施形態においても第1実施形態と同様の効果を得ることができ、更に板厚のバラツキが抑えられた形鋼を形成することが可能である。

[0054] なお、最終ステーションのロールユニット20aのみならず、上流に配置される他のロールユニット20b～20kの一部または全部に対しても、下ロール3の環状畝部33の側面に逃げを設けることが好ましい。図2に示した多段式ロール成形装置2は、第6ステーションから最終ステーション（第10ステーション）まで5つの工程でハット型形鋼1の上壁の曲げ加工を行うので、これらの各ステーションの下ロール3に逃げを設けることが好ましい。

[0055] 但し、各ステーションの上下ロール4、3は、それぞれロール形状（特に、環状畝部33の勾配）が異なっており、従って各々に好ましい逃げ量がある。本発明者らは、実際に設計を行って鋭意検討した結果、好ましい逃げ量 x は、形鋼の側壁の角度 θ および下ロール3の環状畝部33の高さ H に対して $x = \alpha \times H \times \tan \theta$ なる相関関係があることを見出した。ここで、逃げ量 x 、形鋼の側壁角度 θ 、環状畝部33の高さ H は、それぞれ図13Bに示す通りである。図11を参照すると、実際の逃げ量 x は、 $H \times \tan \theta$ に定数 α （ $\alpha < 1$ ）を乗じた値であることが理解されよう。

[0056] 図13Cは、各ステーションにおいて曲げ加工された形鋼の側壁角度 θ に対して、種々の逃げ量（0.1mm間隔）を設定した場合の上下ロール4、3の間の最小間隙を示している。そして、図13Cの結果に基づき、最小間隙

が板材の厚さ未満となる逃げ量の場合は成形不能と判定し、最小間隙が板材の厚さ以上となる逃げ量 x の最小値を確認した。

[0057] そして、逃げ量 x 、側壁角度 θ 、環状畝部 3 3 の高さ H の相関関係を検討した結果、図 1 3 A に示す相関式： $x = 0.0046 \times H \times \tan \theta$ （但し、 $\theta < 85^\circ$ ）で算出される値以上に逃げを設けることによって、最小間隙 1 mm 以上を確保できることを確認した。なお、式中の 0.0046 は、ロール形状により定まる定数 α である。すなわち、上壁の曲げ加工を行う各ステーションの下ロール 3 に対して $x = 0.0046 \times H \times \tan \theta$ （但し、 $\theta < 85^\circ$ ）に従う逃げ量 x を設けることによって、各ステーションにおいて曲げ加工された形鋼の板厚のバラツキが抑えることが可能となる。更に、好ましい逃げ量 x を上記の数式から算出できるので、例えばロールの形状を変更したいときにも、好ましい逃げ量 x を容易に導き出すことができる。以下、その一例について説明する。

[0058] 図 2 の多段式ロール成形装置 2 は、前半の工程でフランジを加工し、後半の工程で上壁の曲げ加工する（図 5 参照）。この場合、例えば目的とする形鋼の形状を変える際に、一部のロールだけを交換するだけで済むという利点がある反面、後段の 5 つの工程で上壁の曲げ加工を行うので、一工程あたりの曲げ量が大きく、場合によっては材料に割れなどが発生する懸念がある。

[0059] そこで、他の例として、図 1 4、1 5 に示す多段式ロール成形装置 2 は、第 1 ステーションから第 1 0 ステーション（最終ステーション）の全てのステーションにおいて、上壁を段階的に曲げ加工する構成となっている。この場合、例えば目的とする形鋼の形状を変えるときに全部のロールを交換しなければならないという短所がある反面、一工程あたりの曲げ量を小さくできるので、材料の割れを防止できる利点がある。

[0060] このように、各ステーションにおけるロール形状が変わった場合にも、図 1 6 A ~ 図 1 6 C に示すように、数式： $x = 0.0046 \times H \times \tan \theta$ （但し、 $\theta < 85^\circ$ ）に従う逃げ量 x を設けることによって、1 mm 以上の最小間隙を確保できることを確認している。

[0061] なお、上記数式における定数 α は、図13A～図13Cおよび図16A～図16Cに示す種々のデータを取得し、相関式を求めることによって定めることができる。更に、例えば最終ステーションの上下ロール4、3を同時に回転させて、当該上下ロール4、3間の最小間隙を検証し、当該最小間隙が、通板する板材の厚さ（例えば、1.0mm）になるように最終ステーションの上下ロール4、3の最適逃げ量 x を決定し、 α （定数） $= x / (H \times t \tan \theta)$ から算出することもできる。これら一連の作業は、例えば設計CADを用いて行うことができる。

[0062] そして最終ステーションのロール形状に従う定数 α が定まると、数式： $x = \alpha \times H \times t \tan \theta$ を用いて、最終ステーションよりも前工程のロールの最適逃げ量が算出される。図2の例では、第6ステーション～第9ステーションまでのロールを対象とし、図17Cでは第1ステーション～第9ステーションのロールを対象とする。すなわち、最終ステーションの上下ロール4、3を用いて決定した定数 α を、他のステーションの上下ロールの最適逃げ量 x を求めるのに活用する。これにより、他のステーションにおいても最小間隙を確保することが可能であり、また複数ある多段ロールの一連の設計を効率適に行うことが可能となる。このロールの設計方法は、種々の形状のロールに対しても適用することが可能であり、勿論、後述する第3～第9実施形態に示されるロールの形状にも適用することができる。

[0063] 更に、好ましくは、図17に示すように、下ロール3の環状畝部33の外周面37と側面39の間の隅部にはR（アール）が設けて円弧状に湾曲させ、該隅部から側面39に沿って長さLの直線部分を設けた位置に逃げの開始点を配置する。なお、図17において直線100は設計上のハット型形鋼1の内面を表している。このように、設計上のハット型形鋼1の内面沿って逃げを設けていない直線部分を環状畝部33の側面39に設けることによって、ワークは、下ロール3の環状畝部33の外周面37と上ロール4の環状溝部42の底面との間、下ロール3の環状畝部33のR（アール）を設けた隅部と、該環状畝部33の隅部に対応した上ロール4の環状溝部42の内面の

R（アール）形の隅部との間、および、環状畝部 3 3 の側面において R（アール）を設けた隅部に隣接した上記直線部分と、上ロール 4 の環状溝部 4 2 の内面において該直線部分に対応した直線部分との間でしっかりと挟持された状態で曲げ加工される。これによって、ハット型形鋼 1 の上壁に生じうる皺の発生が防止される。

[0064] なお、上述の実施形態に従う上下ロール 4、3 の形状は、図 1 に示したハット型形鋼 1 を製造するための一例である。目的とする製品の形状は、図 1 に示したハット型形鋼 1 に限定されることは言うまでもない。例えば、各部位 1 0 a ~ 1 2 b で側壁の傾斜角が異なるようにしてもよく、L 1、L 2 とは異なる幅の部位を更に備えるようにしてもよい。また、図 1 のハット型形鋼 1 は、左右方向および前後方向で対称形状を呈しているが、左右方向および前後方向で非対称の形状とすることもできる。

[0065] 更に、製造する形鋼についても、ハット型形鋼に限定されることはない。例えば、環状畝部 3 3 の断面形状を四角形にして、断面形状がコの字型の形鋼を製造することもでき、環状畝部 3 3 の頂部を湾曲させて断面形状を U の字としてもよい。また、環状畝部 3 3 の断面形状を三角形にして、断面形状が V 字型の形鋼を製造することもできる。いずれの場合も、環状畝部 3 3 の断面形状を周方向で変化させたロールを用いることによって、長手方向に断面形状が変化するコの字型形鋼、U の字型形鋼、または V 字型形鋼を成形する。更に、例えばハット型から U の字型に変化するといったように、長手方向で異なる型に変化させるようにしてもよい。限定されることはないが、製造する形鋼の変形例と、その形鋼を成形する仕上げロールの一例について、図 1 8 A ~ 図 2 6 B を参照しながら説明する。

[0066] （第 3 実施形態）

図 1 8 A は、幅および高さが一定で断面が横方向に移動するハット型形鋼 1 を示し、図 1 8 B は、図 1 8 A のハット型形鋼 1 を最終成形する上下ロール 4、3 を示す。すなわち、上述の第 1 実施形態では、材軸が直線状となっているハット型形鋼を製造しているが、本実施形態では材軸が幅方向に湾曲

したハット型形鋼 1 を製造する。このハット型形鋼 1 は、材軸が直線状の部位 15 a と、材軸が湾曲している部位 15 b とを有している。そのための金型ロールとして、図 18 B に一例を示すように、環状畝部と環状溝部を回転軸方向に偏倚させた上下ロール 4、3 を用いる。上下ロール 4、3 を回転駆動するロールユニットの全体構成は、第 1 実施形態と同様の構成とすることができる。

[0067] 本実施形態によれば、上下ロールを同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状が幅方向に湾曲するハット型形鋼を製造することができる。更に、ロールユニット 20 a ~ 20 k を上下方向に湾曲したタンデム配列とすれば、長手方向に湾曲するハット型形鋼をも製造可能となる。

[0068] (第 4 実施形態)

図 19 A は、高さが一定で断面形状の幅が左右非対象に変化するハット型形鋼 1 を示し、図 19 B は、図 19 A に示す左右非対象のハット型形鋼 1 を最終成形する上下ロール 4、3 を示す。すなわち、本実施形態では、図 18 B に示す上下ロール 4、3 を用いて、ハット形状の一方の側壁 10 c は一定であるが、他方の側壁 10 d のみが幅方向に変形するハット型形鋼 1 が製造される。上下ロール 4、3 を回転駆動するロールユニットの全体構成は、第 1 実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール 4、3 を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の幅が左右非対称に変化するハット型形鋼を製造可能となる。

[0069] (第 5 実施形態)

図 20 A は、高さが一定で断面形状の幅が複雑に変化するハット型形鋼 1 を示し、図 20 B は、図 20 A に示すハット型形鋼 1 のための最終ステーションの上下ロールを示している。すなわち、本実施形態では、図 20 B に示す上下ロール 4、3 を用いて、L 1、L 2 とは異なる幅の部位を更に備えるハット型形鋼 1 が製造される。より詳細には、本実施形態のハット型形鋼 1 は、直線状の部位 16 a、16 b と、幅がそれぞれ異なる部位 16 c ~ 16 f とを有する。上下ロール 4、3 を回転駆動するロールユニットの全体構成

は、第1実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の幅が複雑に変化するハット型形鋼を製造することができる。

[0070] (第6実施形態)

本実施形態では、断面がU字形状をなす形鋼が製造される。図21Aは、高さが一定で断面形状の幅が変化するU字型形鋼6を示しており、図21Bは、図21Aに示すU字型形鋼1のための最終ステーションの上下ロール4、3を示している。本実施形態のU字型形鋼6は、高さが一定で拡幅する部位61aと、高さが一定で減幅する部位61bとを有する。そのための金型ロールとして、下ロール3の環状畝部は、断面が逆U字形状となっており、周方向において $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲まで幅が拡大していき、 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲で幅が縮小していく形状となっている。下ロール3と対向する上ロール4の環状溝部も、周方向において幅が拡大および縮小していくU字形状となっている。上下ロール4、3を回転駆動するロールユニットの全体構造は、第1実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の幅が変化するU字型形鋼6を製造することができる。

[0071] (第7実施形態)

図22A、22BのU字型形鋼6はフランジ部63を備えている点を除いて、図21A、21BのU字型形鋼6と略同一である。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の幅が変化するU字型形鋼6を製造することができる。

[0072] (第8実施形態)

本実施形態も、断面がU字形状をなす形鋼を製造する。但し、上述の第5実施形態が高さ一定であるのに対し、本実施形態では、図23Aに示すように、幅が一定で高さ変化するU字型形鋼6が製造される。より詳細には、本実施形態のU字型形鋼6は、幅が一定で高くなっていく部位61cと、幅が一定で低くなっていく部位61dを有する。図23Bは、図23Aに示す

U字型形鋼6のための最終ステーションの上下ロール4、3を示す。下ロール3の環状畝部は、断面の外形が逆U字形状となっており、周方向において $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲まで外径が拡大していき、 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲で外径が縮小していく形状となっている。下ロール3と対向する上ロール4の凹状の部分も、周方向において高さが増えるU字形状となっている。上下ロール4、3を回転駆動するロールユニットの全体構造は、第1実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の高さが増えるU字型形鋼6を製造することができる。

[0073] (第9実施形態)

図24A、24BのU字型形鋼6はフランジ部63を備えている点を除いて、図22A、22BのU字型形鋼6と略同一である。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の幅が増えるU字型形鋼6を製造することができる。

[0074] (第10実施形態)

本実施形態は、断面がV字形状をなす形鋼を製造する。図25Aは、断面形状の幅が一定で高さが増えるV字型形鋼7を示し、図25Bは、図25Aに示すV字型形鋼7のための最終ステーションの上下ロール4、3を示す。より詳細には、本実施形態のV字型形鋼7は、幅が一定で高くなっていく部位71aと、幅が一定で低くなっていく部位71bとを有する。下ロール3の環状畝部は、断面の外形が三角形状（V字形状）となっており、周方向において $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の範囲まで外径が拡大していき、 $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の範囲で外径が縮小していく形状となっている。下ロール3と対向する上ロール4の凹状の部分も、周方向において高さが増える三角形状（V字形状）となっている。上下ロール4、3を回転駆動するロールユニットの全体構造は、第1実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、長手方向の断面形状の高さが増えるV字型形鋼7を製造することができる。

[0075] (第1実施形態)

図26Aは、断面形状の幅と高さの両方が変化するハット型形鋼1を示し、図26Bは、図26Aに示す形状のハット型形鋼1のための最終ステーションの上下ロール4、3を示す。より詳細には、本実施形態のハット型形鋼1は、断面形状の幅がL1であって高さがh1の部位17aと、断面形状の幅がL2であって高さがh2の部位17bと、幅がL1からL2および高さがh1からh2にそれぞれ変化する部位17cを有する。そのため、上下ロール4、3の環状畝部および環状溝部を、周方向に断面形状の高さと幅の両方が変化する形状(L1→L2→L1、h1→h2→h1)としている。上下ロール4、3を回転駆動するロールユニットの全体構造は、第1実施形態と同様の構成とすることができる。この場合も、上下ロール4、3を同期回転させる簡単な制御によって、断面形状の幅と高さの両方が変化するハット型形鋼1を製造することができる。

[0076] 以上、本発明を具体的な実施形態に則して詳細に説明したが、形式や細部についての種々の置換、変形、変更等が、特許請求の範囲の記載により規定されるような本発明の精神および範囲から逸脱することなく行われることが可能であることは、当該技術分野における通常の知識を有する者には明らかである。従って、本発明の範囲は、前述の実施形態および添付図面に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載およびこれと均等なものに基づいて定められるべきである。

符号の説明

- [0077]
- 1 ハット型形鋼
 - 2 多段式ロール成形装置
 - 3 下ロール
 - 32 フランク部
 - 33 環状畝部
 - 4 上ロール
 - 42 環状溝部

4 3 フランク部

請求の範囲

- [請求項1] 長手方向に断面形状が変化する形鋼をシート材料からロール成形によって製造する方法であって、
- 回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状畝部とを有する第1金型ロール準備する段階と、
- 前記第1金型ロールの回転軸がシート材料の送り方向に対して垂直となるように該第1金型ロールを配置する段階と、
- 回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状溝部とを有する第2金型ロールを準備する段階と、
- 前記第1金型ロールと第2金型ロールとの間に前記シート材料の板厚に等しい間隙ができ、かつ、前記第1金型ロールの環状畝部と前記第2金型ロールの環状溝部とが嵌合するように、前記第2金型ロールを配置する段階と、
- 前記第1金型ロールと前記第2金型ロールとを同期回転させる段階と、
- 前記第1金型ロールと第2金型ロールとの間にシート材料を給送する段階とを含み、
- 前記第1金型ロールの環状畝部の側面に、周方向の全周に亘って、第2金型ロールの環状溝部の側面に対する隙間が半径方向内方に広がるように逃げが設けられていることを特徴とする形鋼の製造方法。
- [請求項2] 前記第1金型ロールの前記環状畝部および前記第2金型ロールの環状溝部の各々の前記回転軸方向に測定した幅寸法が周方向に変化する請求項1に記載の形鋼の製造方法。
- [請求項3] 前記第1金型ロールの前記環状畝部および前記第2金型ロールの環状溝部の各々の前記回転軸に対して垂直方向に測定した高さ寸法が周方向に変化する請求項1または2に記載の形鋼の製造方法。
- [請求項4] 前記形鋼は、第1金型ロールの環状畝部によって内周面が圧下され、第2金型ロールの環状溝部によって外周面が圧下されるハット型形

鋼である請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の形鋼の製造方法。

[請求項5] 前記第 1 金型ロールの凸状の部分は、その周方向において、第 1 のロール幅の領域、第 2 のロール幅の領域、前記第 1 のロール幅から第 2 のロール幅に拡幅または減幅するテーパ状の領域を含んでいる請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の形鋼の製造方法。

[請求項6] 前記第 1 金型ロールは、その周方向において、環状畝部が回転軸方向に偏倚しており、材軸が幅方向に湾曲する形鋼を製造するようにした請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載の形鋼の製造方法。

[請求項7] 前記第 1 金型ロールの側面の逃げ量 x は、環状畝部の高さを H 、形鋼の側壁角度を θ ($\theta < 85^\circ$) としたときに、数式： $x = \alpha \times H \times \tan \theta$ (α : ロール形状によって定まる定数) で算出される値以上に設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の形鋼の製造方法。

[請求項8] 各々が第 1 金型ロールと第 2 金型ロールとを具備した複数のロールユニットをシート材料の送り方向に直列に配列し、これら複数のロールユニットによって側壁角度 θ (但し、 $\theta < 85^\circ$) が段階的に大きくなるように材料を曲げ加工するにおいて、

一部または全部のロールユニットの第 1 金型ロールの側面の逃げ量 x が、前記数式： $x = \alpha \times H \times \tan \theta$ で算出される値以上となっている請求項 7 に記載の形鋼の製造方法。

[請求項9] 前記第 1 金型ロールの環状畝部の外径と、前記第 2 金型ロールの凹状の底面の部分の外径が同一である請求項 6 ～ 8 の何れか 1 項に記載の形鋼の製造方法。

[請求項10] 前記材料は、超高張力鋼材であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れか 1 項に記載の形鋼の製造方法。

[請求項11] シート材料から長手方向に断面形状が変化する形鋼を製造するためのロール成形用のロール成形装置において、

回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状畝部とを有する第 1 金型ロールであって、該第 1 金型ロールの前記回

転軸がシート材料の送り方向に対して垂直となるように配置された第1金型ロールと、

回転軸と、該回転軸を中心とする周方向に断面形状が変化する環状溝部とを有する第2金型ロールであって、該第2金型ロールの前記回転軸が前記第1金型ロールの前記回転軸と平行になるように配置された第2金型ロールと、

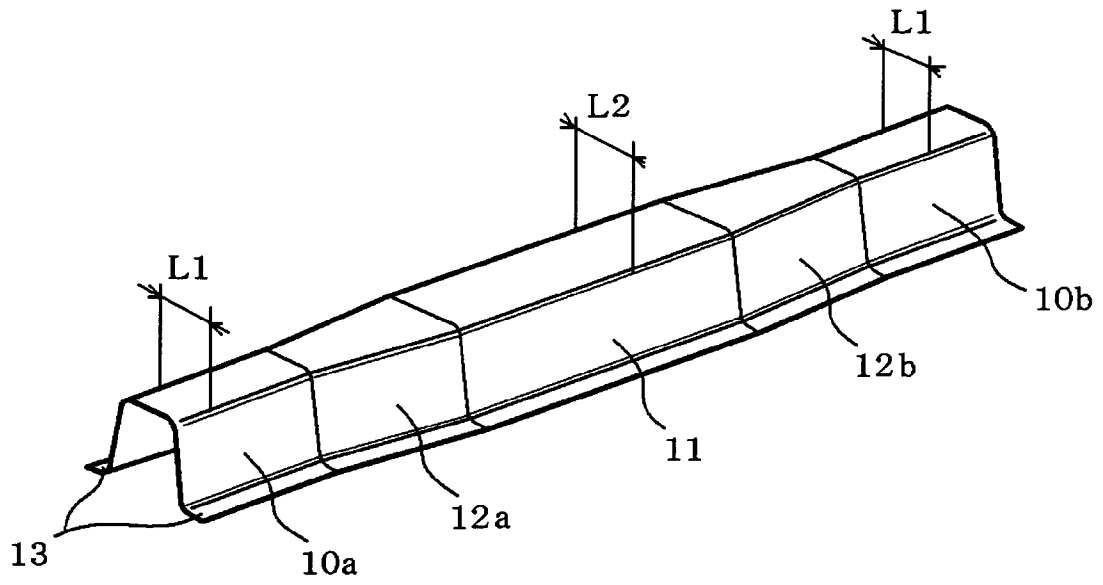
前記第1金型ロールと前記第2金型ロールとを同期させて回転駆動する駆動装置とを具備し、

前記第1金型ロールと第2金型ロールは、両者間に前記シート材料の板厚に等しい間隙ができ、かつ、前記第1金型ロールの環状畝部と前記第2金型ロールの環状溝部とが嵌合するように相対的に配置されており、

前記第1金型ロールの環状畝部の側面に、周方向の全周に亘って、第2金型ロールの環状溝部の側面に対する隙間が半径方向内方に広がるように逃げが設けられていることを特徴とするロール成形装置。

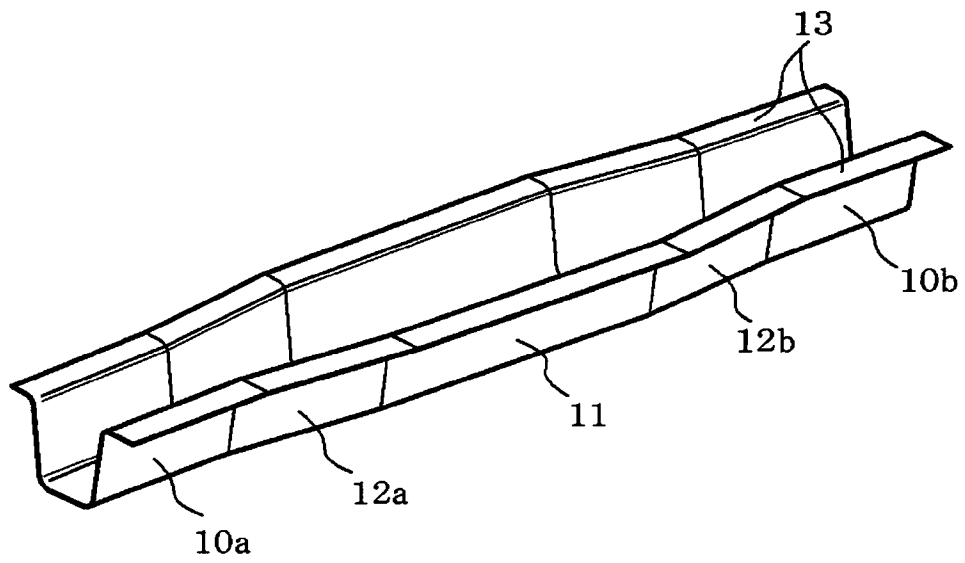
[図1A]

図1A

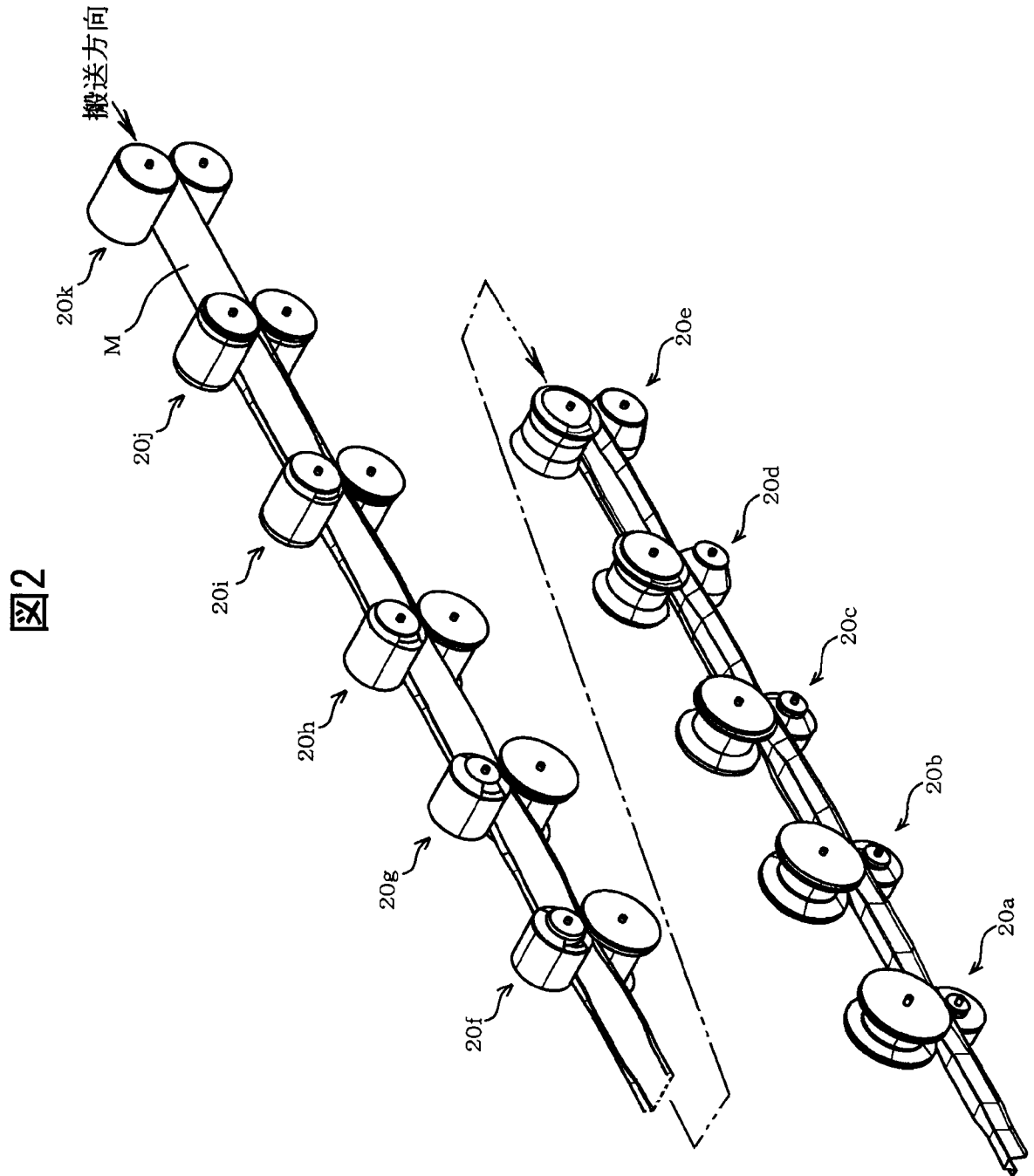


[図1B]

図1B

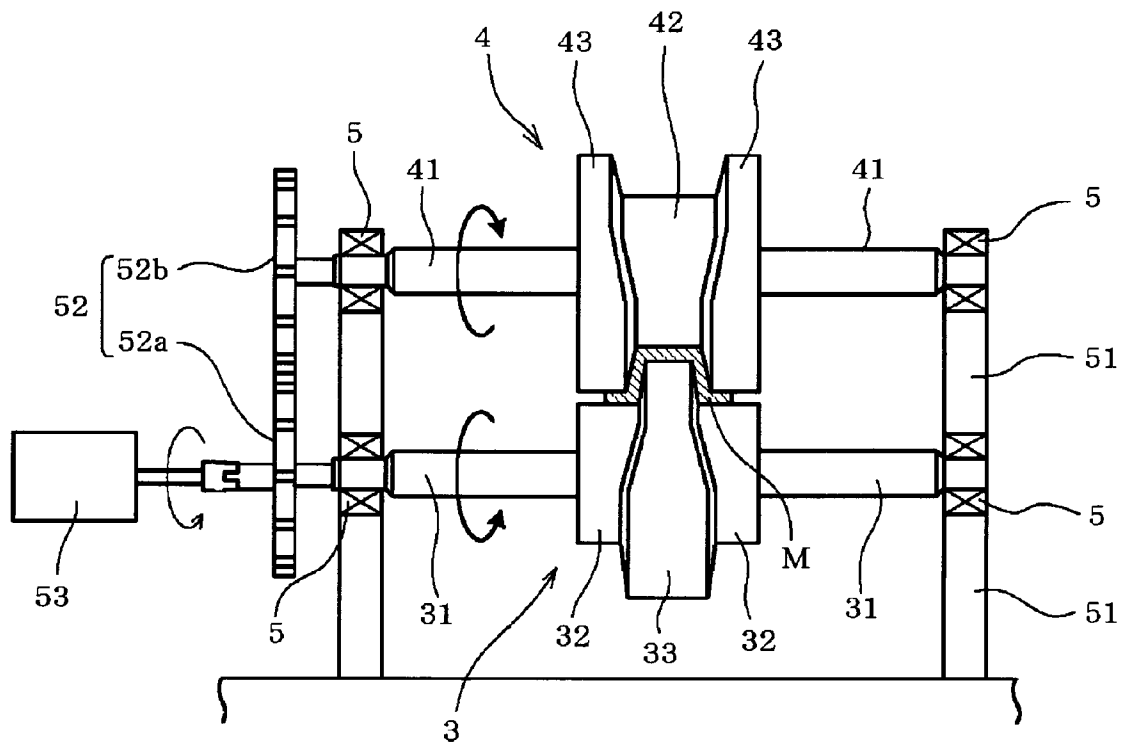


[图2]



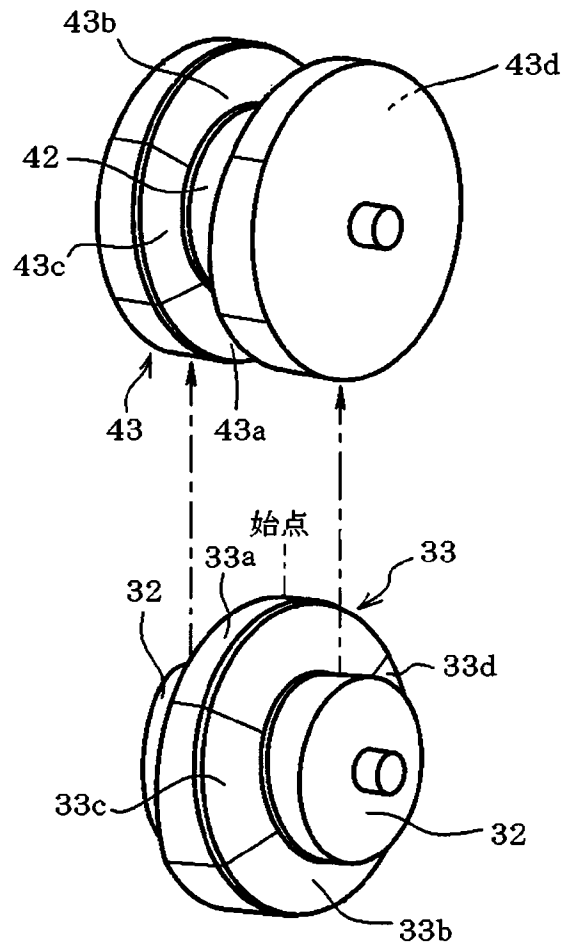
[図3]

図3



[図4]

図4



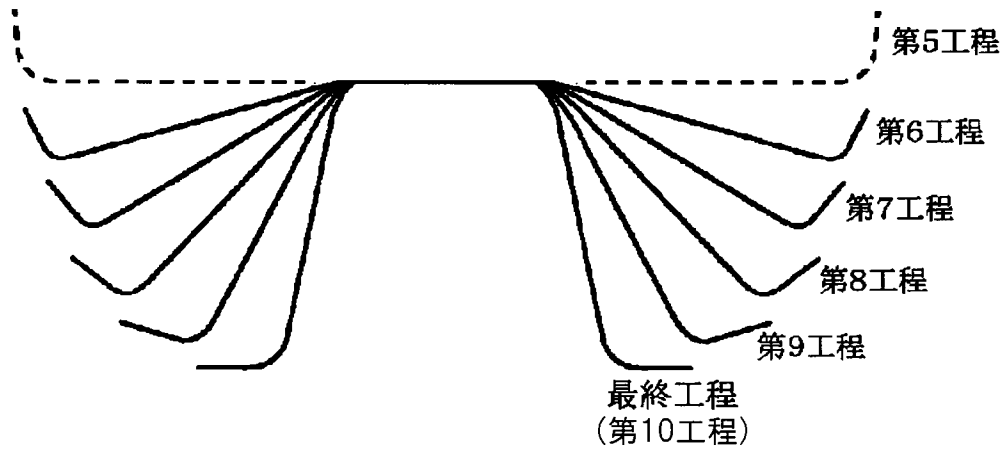
[図5A]

図5A

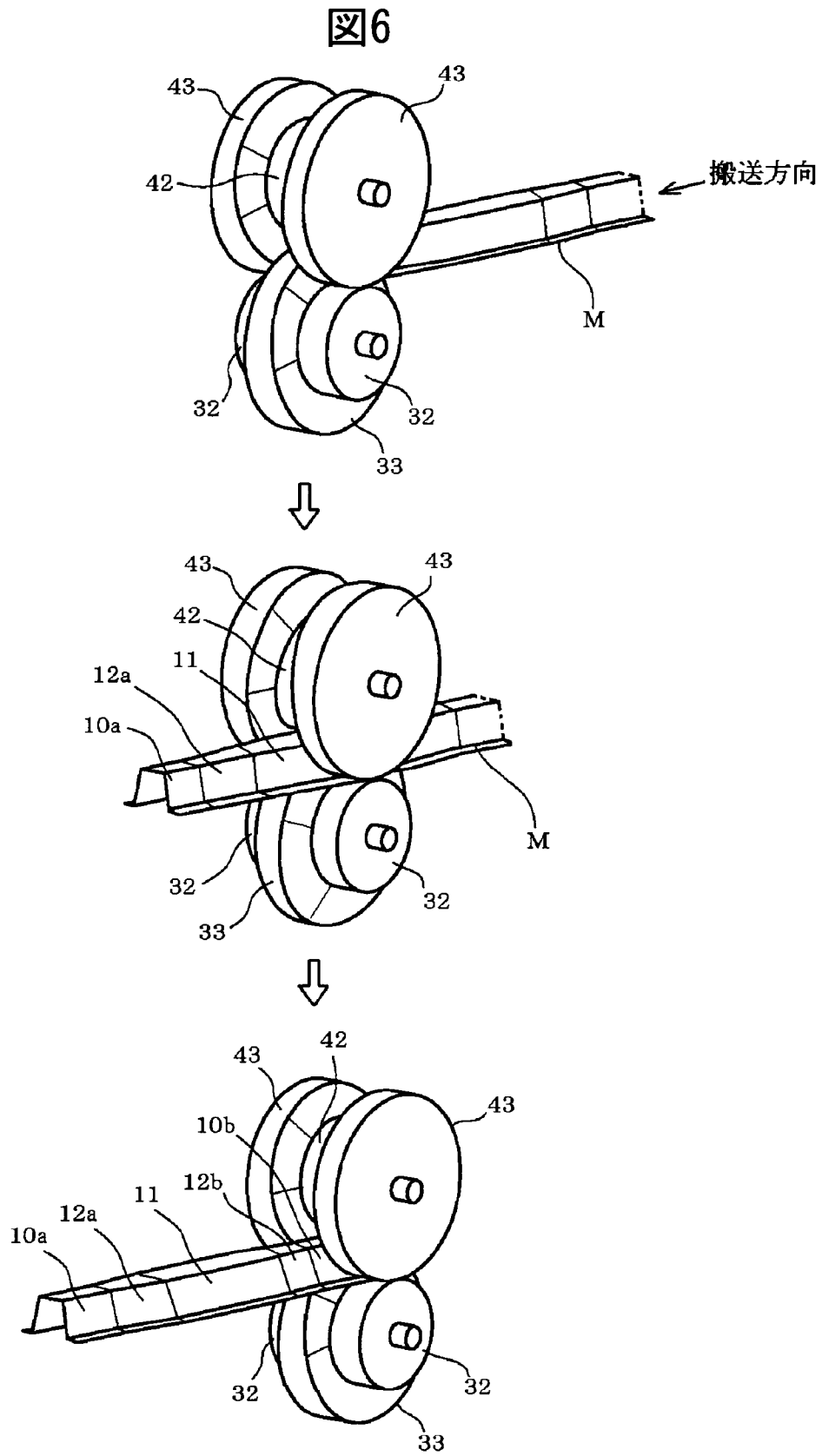


[図5B]

図5B

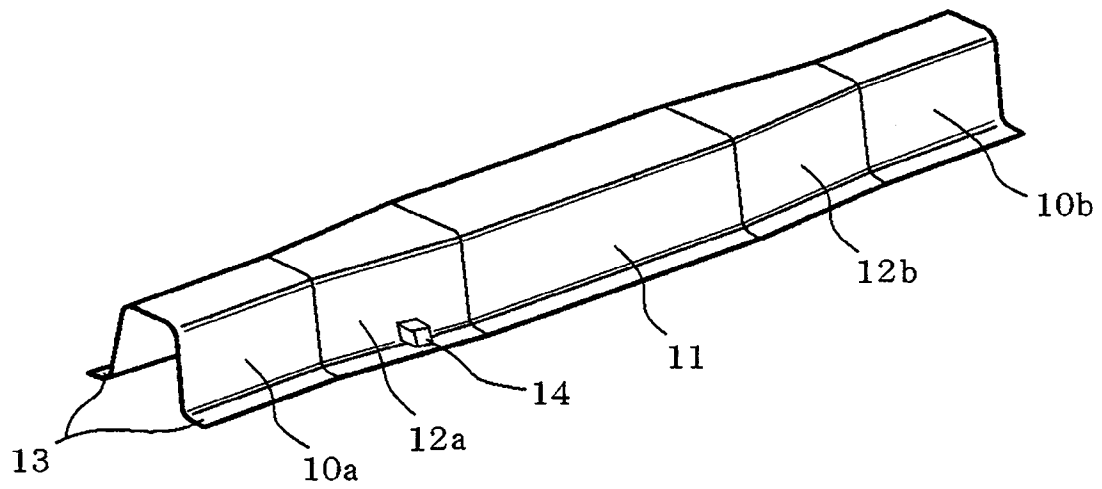


[図6]



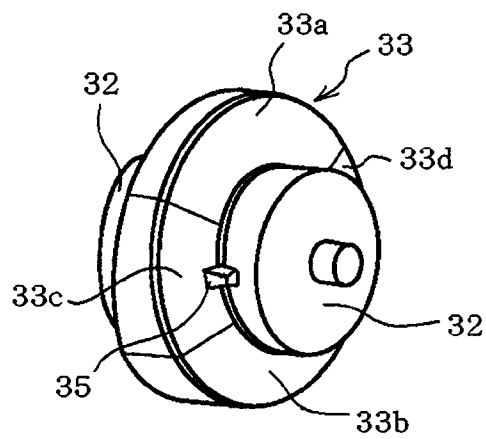
[図7A]

図7A



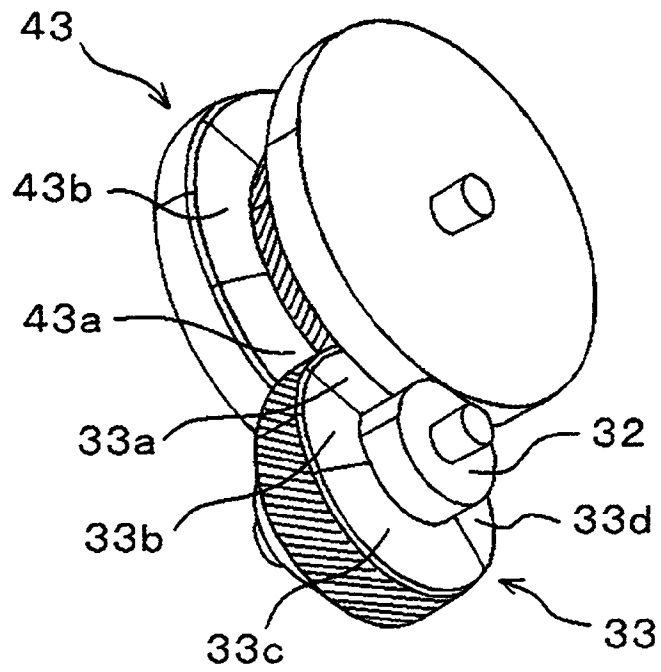
[図7B]

図7B



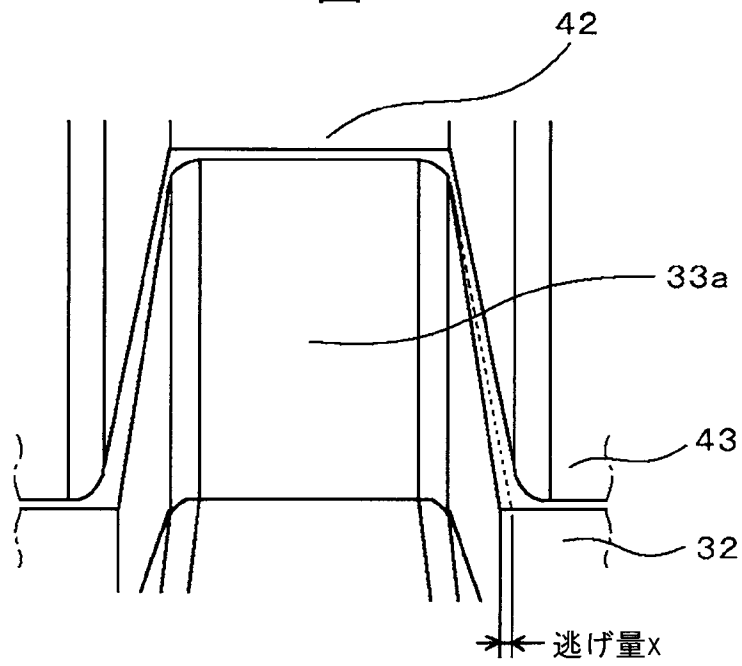
[図8]

[図8]

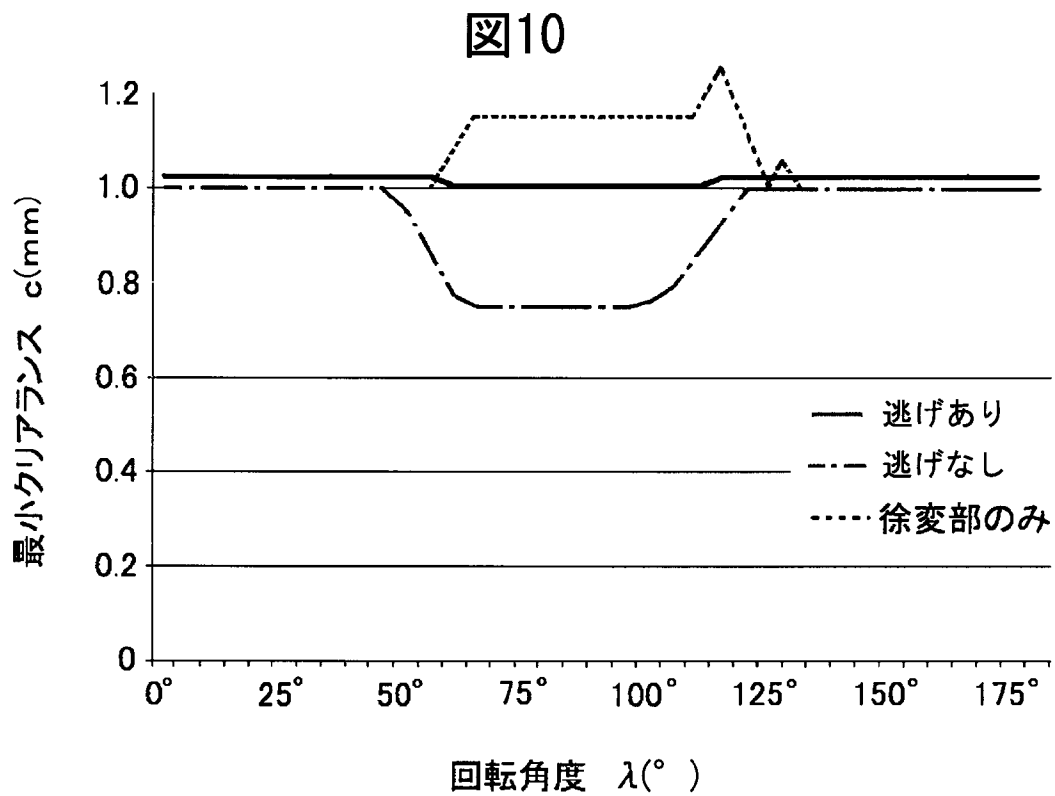


[図9]

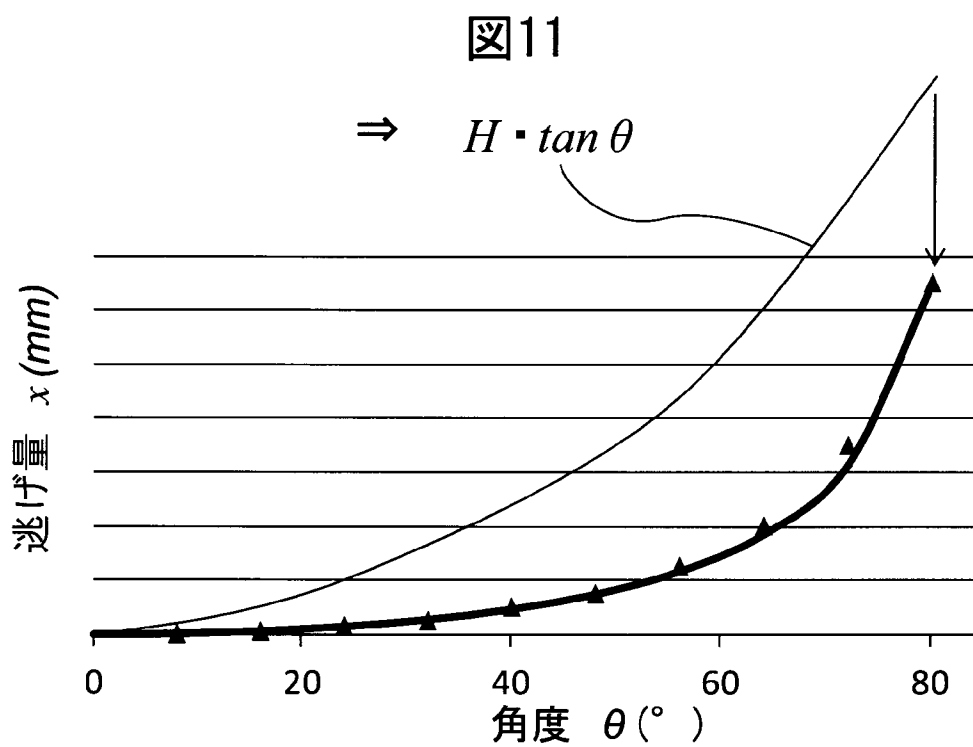
[図9]



[図10]

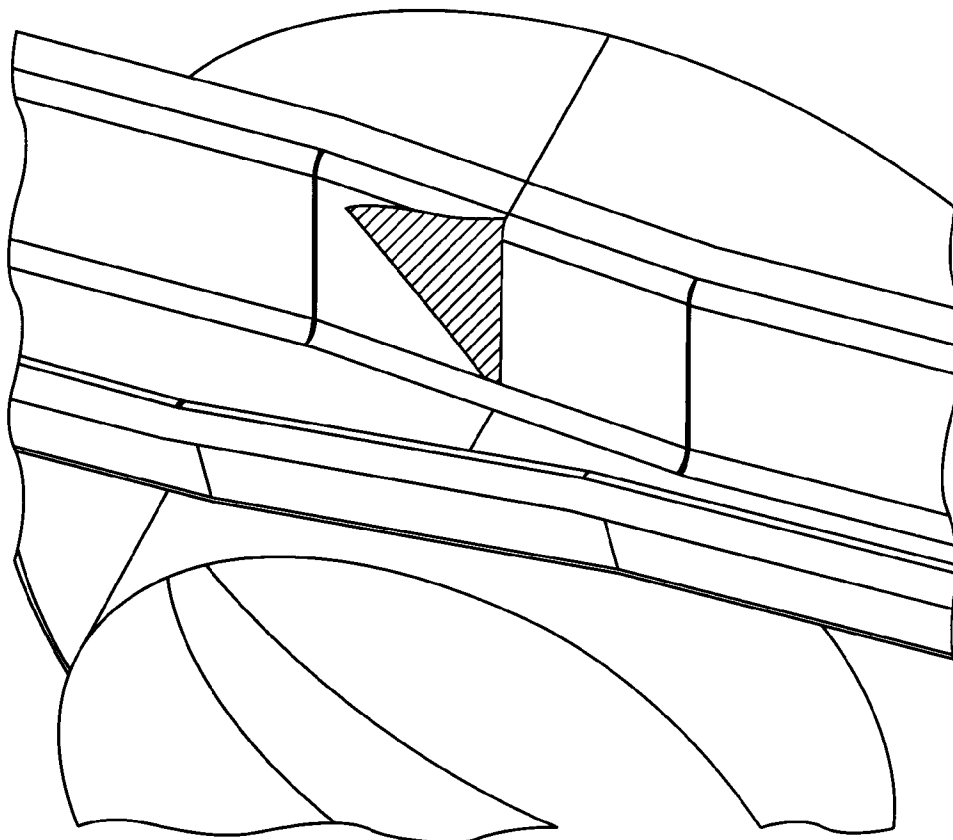


[図11]



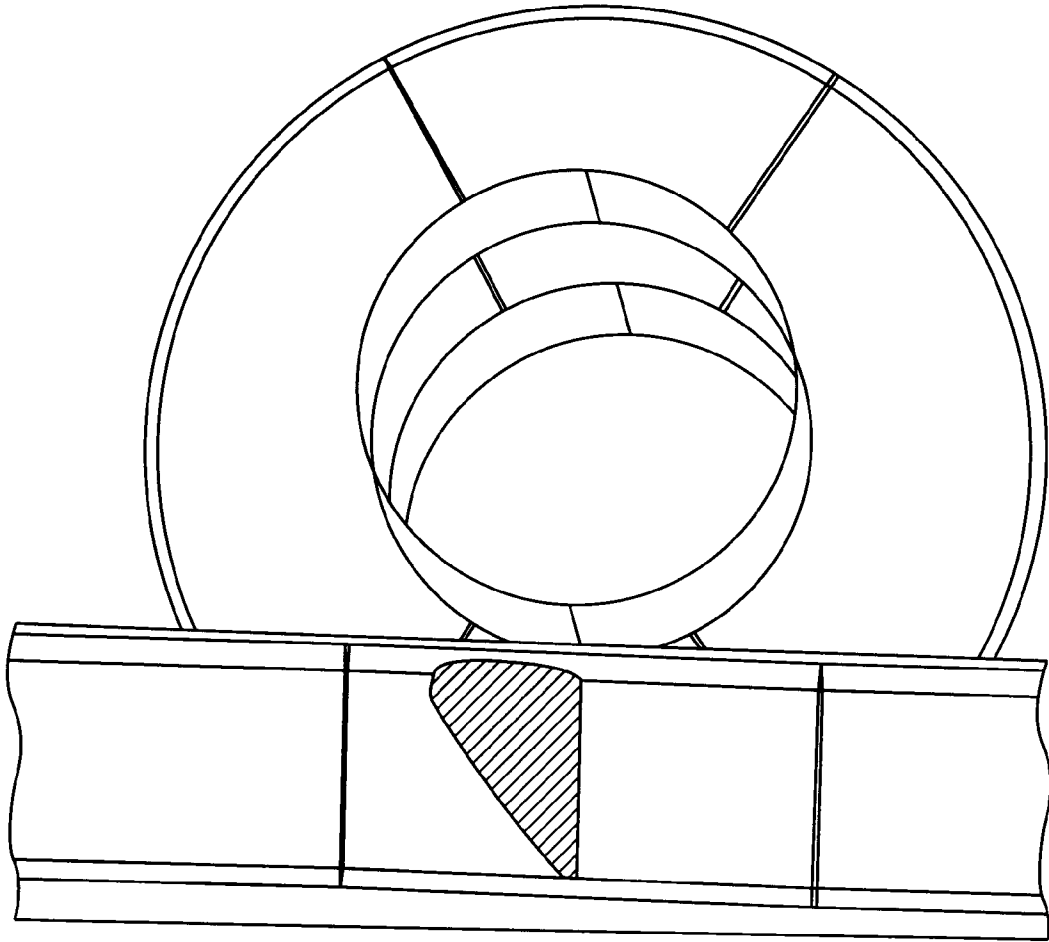
[図12A]

図12A

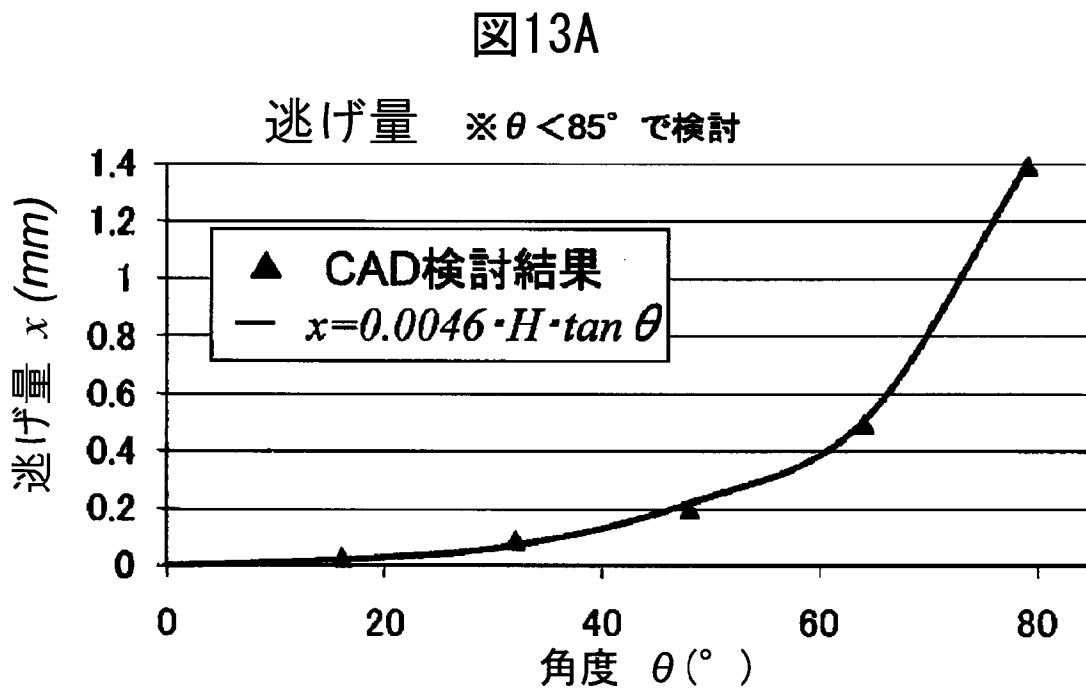


[図12B]

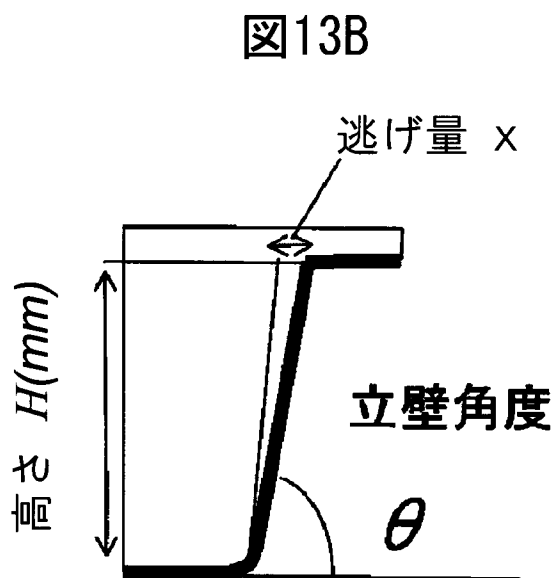
図12B



[図13A]



[図13B]



逃げ量 $x = a \cdot H \cdot \tan \theta$

a は形状係数

(ロール回転半径等が影響)

[図13C]

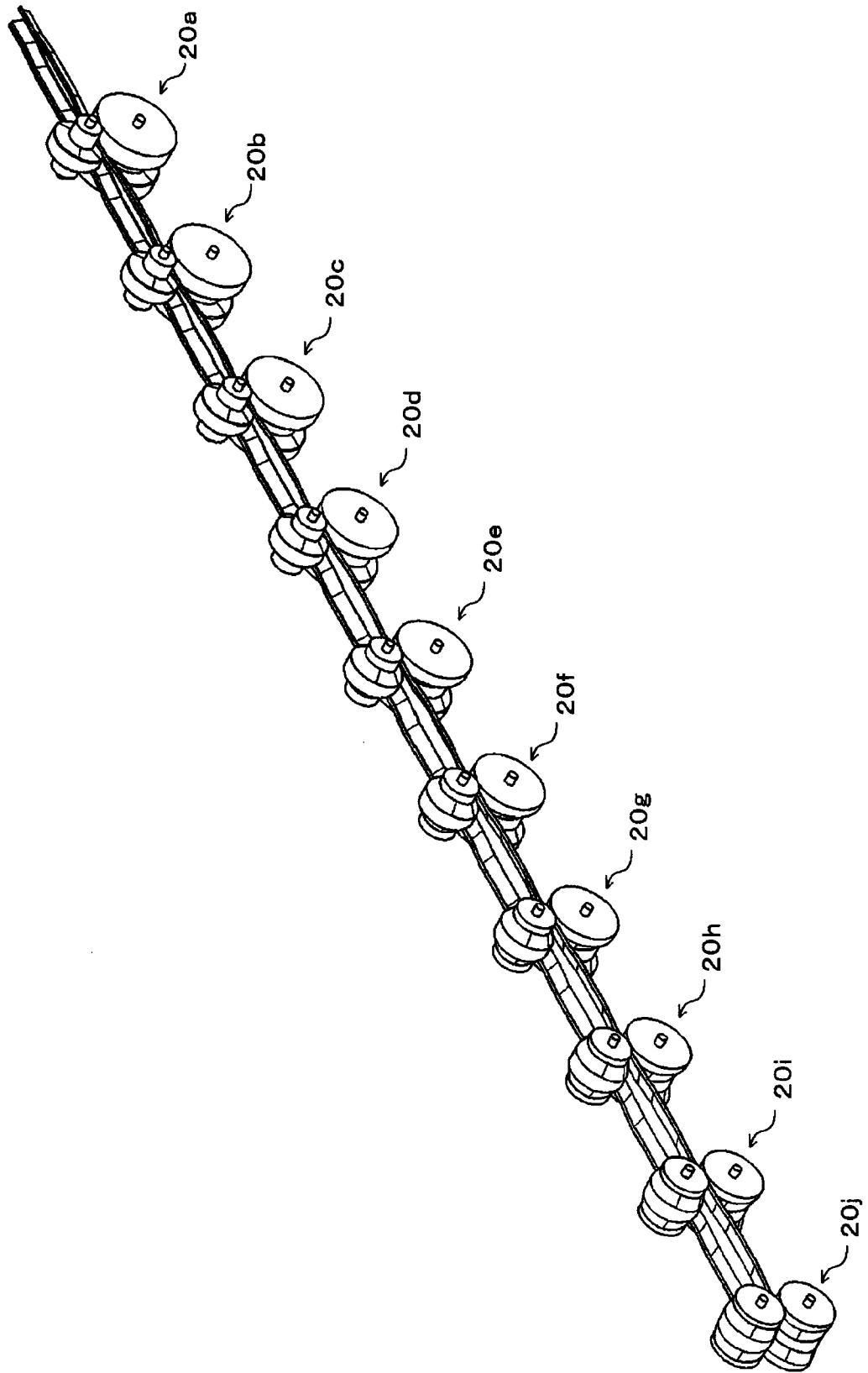
図13C

上下ロールの最小クリアランス

逃げ量	第10行程	第9行程	第8行程	第7行程	第6行程
0mm	0	0.639	0.894	0.98	0.999
0.1mm	0	0.728	0.985	1	1
0.2mm	0.052	0.817	1	1	1
0.3mm	0.134	0.906	1	1	1
0.4mm	0.216	0.995	1	1	1
0.5mm	0.298	1	1	1	1
0.6mm	0.379	1	1	1	1
0.7mm	0.461	1	1	1	1
0.8mm	0.542	1	1	1	1
0.9mm	0.624	1	1	1	1
1.0mm	0.705	1	1	1	1
1.1mm	0.786	1	1	1	1
1.2mm	0.867	1	1	1	1
1.3mm	0.948	1	1	1	1
1.4mm	1	1	1	1	1

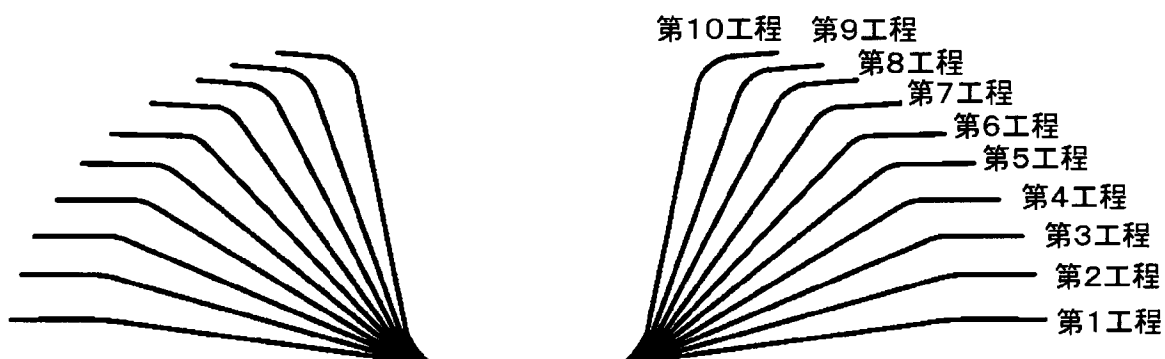
[図14]

図14



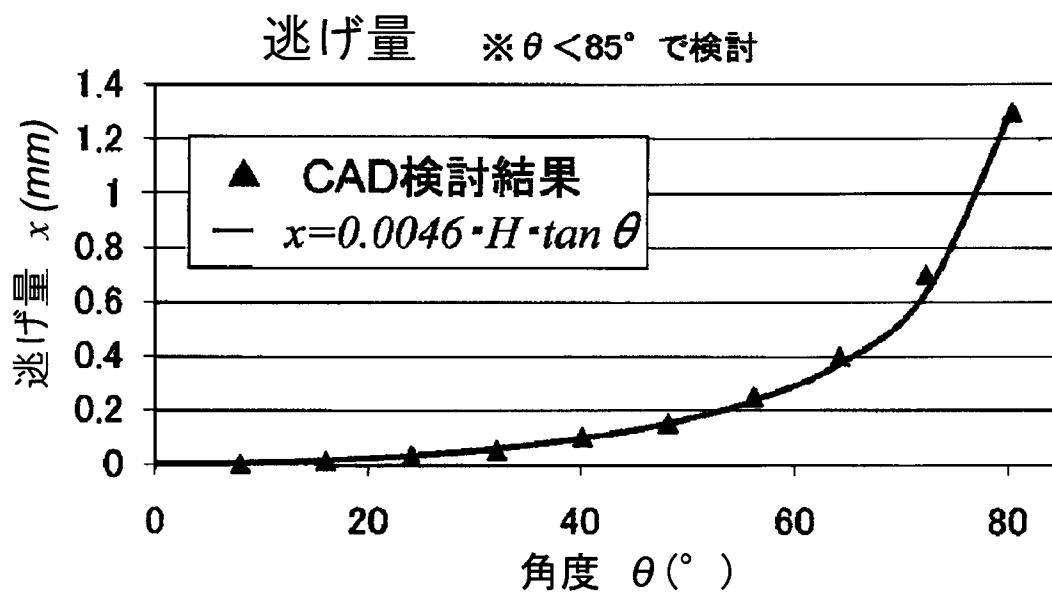
[図15]

図15



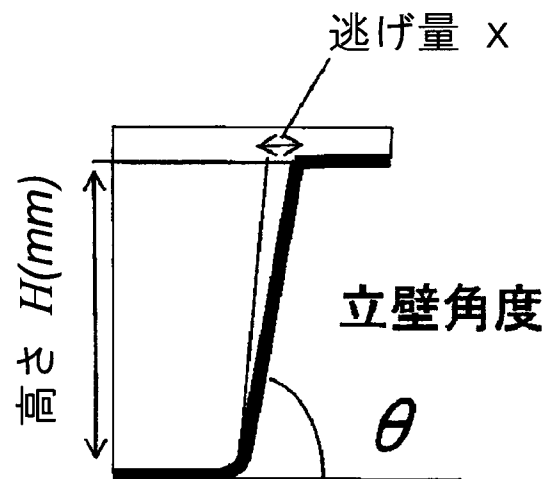
[図16A]

図16A



[図16B]

図16B



$$\text{逃げ量 } x = a \cdot H \cdot \tan \theta$$

a は形状係数

(ロール回転半径等が影響)

[図16C]

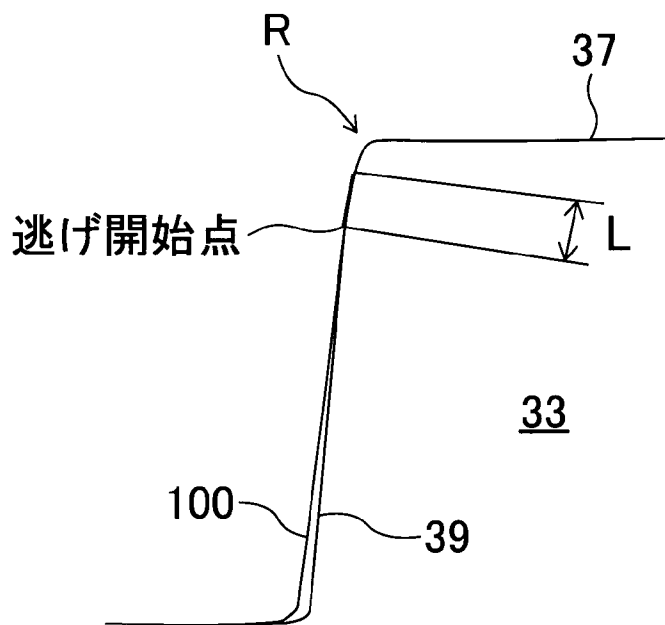
図16C

上下ロールの最小クリアランス

逃げ量	第10行程	第9行程	第8行程	第7行程	第6行程	第5行程	第4行程	第3行程	第2行程	第1行程
0mm	0	0.396	0.642	0.795	0.89	0.947	0.978	0.993	0.999	1
0.1mm	0.038	0.484	0.733	0.888	0.985	1.004	1.003	1.002	1.001	1.001
0.2mm	0.119	0.572	0.824	0.981	1.009	1.007	1.006	1.004	1.003	1.001
0.3mm	0.2	0.66	0.915	1.015	1.013	1.011	1.008	1.006	1.004	1.002
0.4mm	0.28	0.748	1.006	1.021	1.017	1.014	1.011	1.008	1.006	1.003
0.5mm	0.361	0.836	1.03	1.026	1.022	1.018	1.014	1.01	1.007	1.003
0.6mm	0.442	0.924	1.036	1.031	1.026	1.021	1.017	1.013	1.008	1.004
0.7mm	0.523	1.011	1.042	1.036	1.031	1.025	1.02	1.015	1.01	1.005
0.8mm	0.603	1.055	1.048	1.041	1.035	1.029	1.023	1.017	1.011	1.005
0.9mm	0.684	1.062	1.054	1.047	1.039	1.032	1.025	1.019	1.012	1.006
1.0mm	0.764	1.069	1.06	1.052	1.044	1.036	1.028	1.021	1.014	1.007
1.1mm	0.845	1.076	1.067	1.057	1.048	1.039	1.031	1.023	1.015	1.008
1.2mm	0.925	1.083	1.073	1.063	1.053	1.043	1.034	1.025	1.017	1.008
1.3mm	1.005	1.091	1.079	1.068	1.057	1.047	1.037	1.027	1.018	1.009

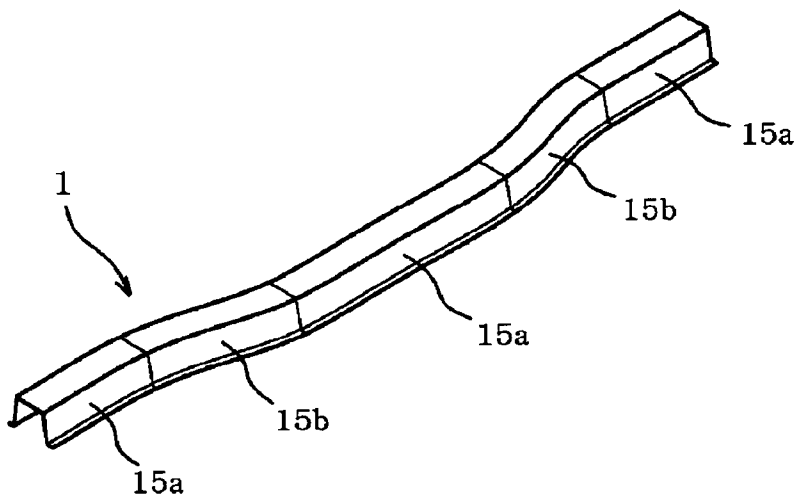
[図17]

図17



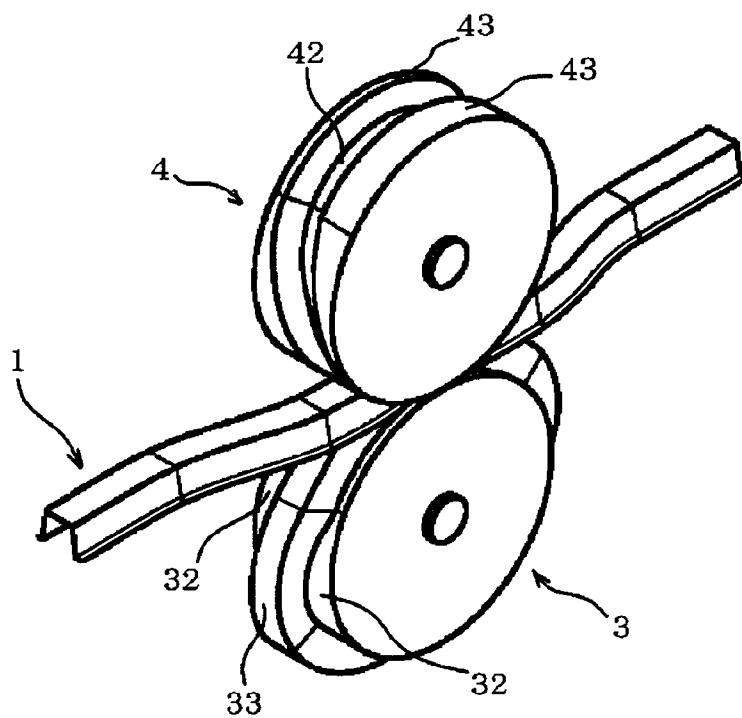
[図18A]

図18A



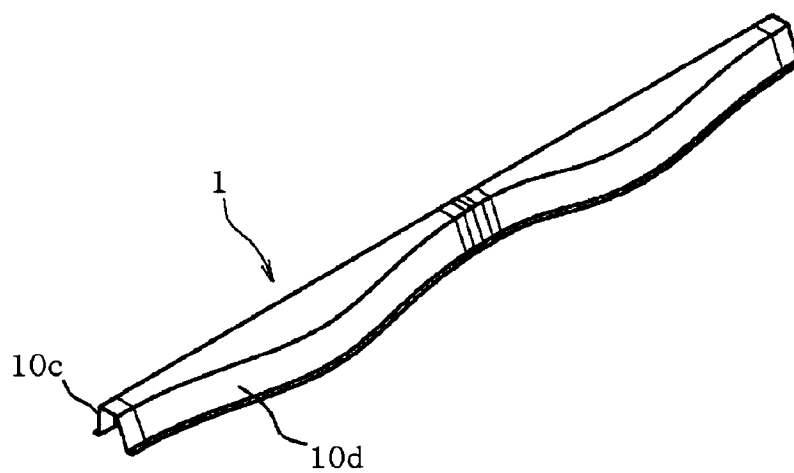
[図18B]

図18B



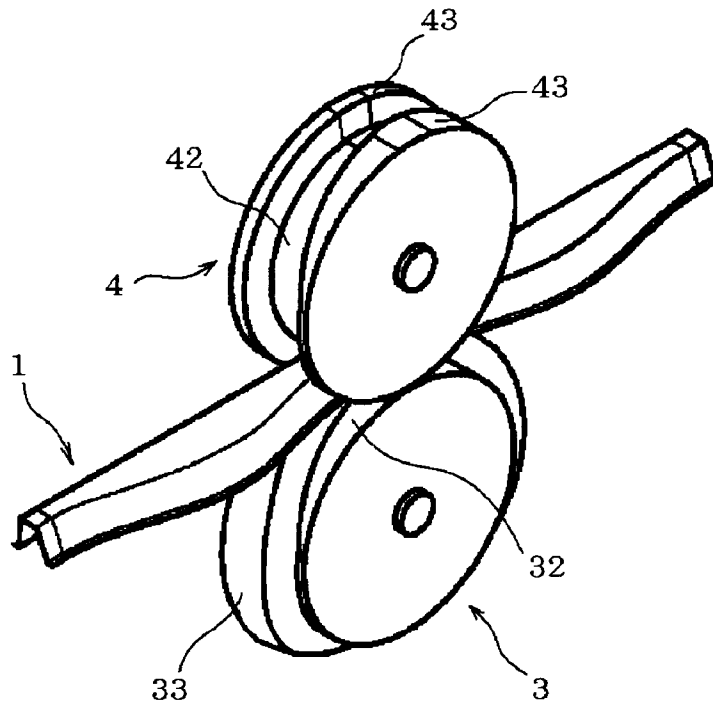
[図19A]

図19A



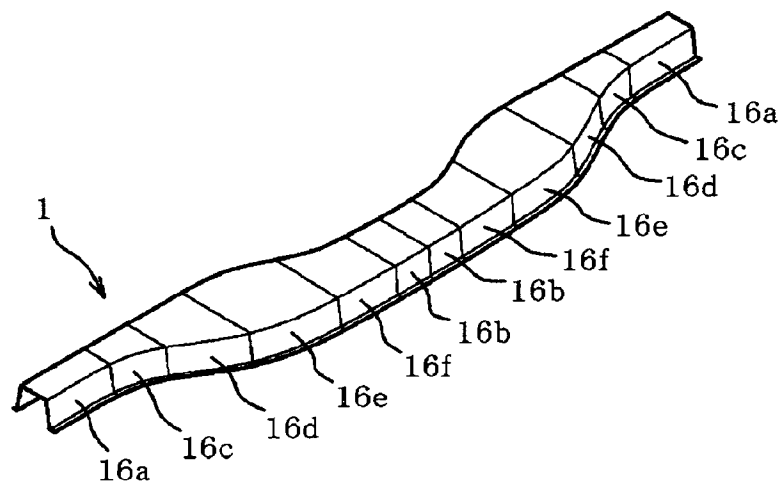
[図19B]

図19B



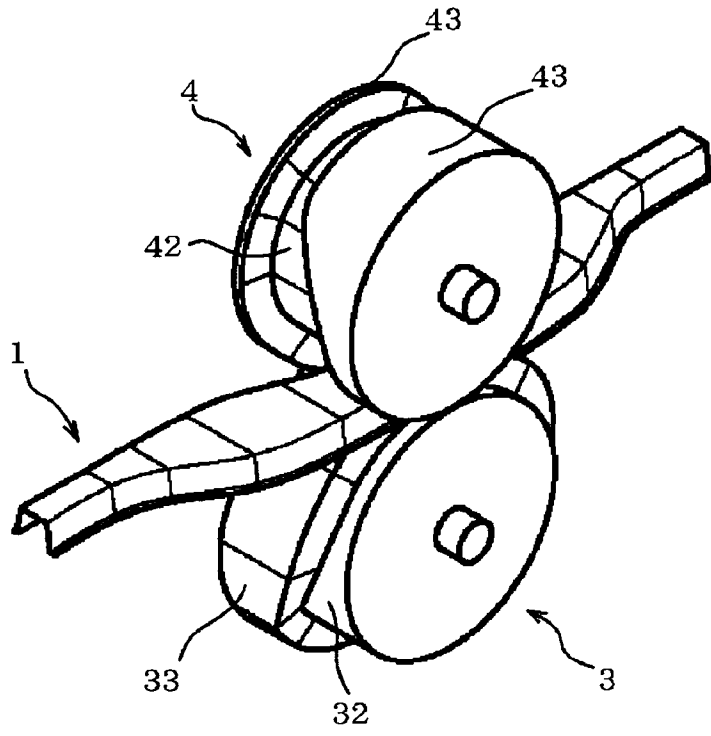
[図20A]

図20A



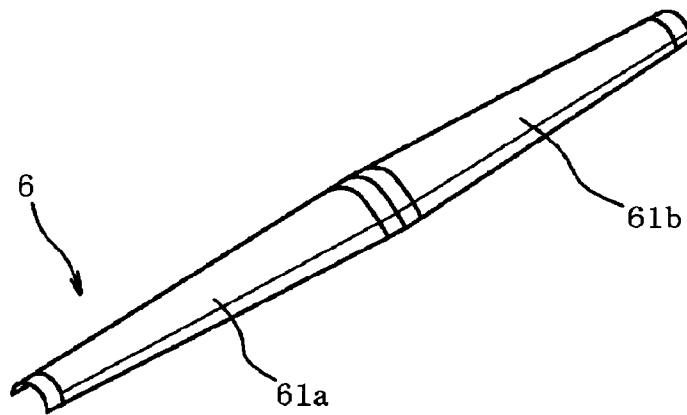
[図20B]

図20B



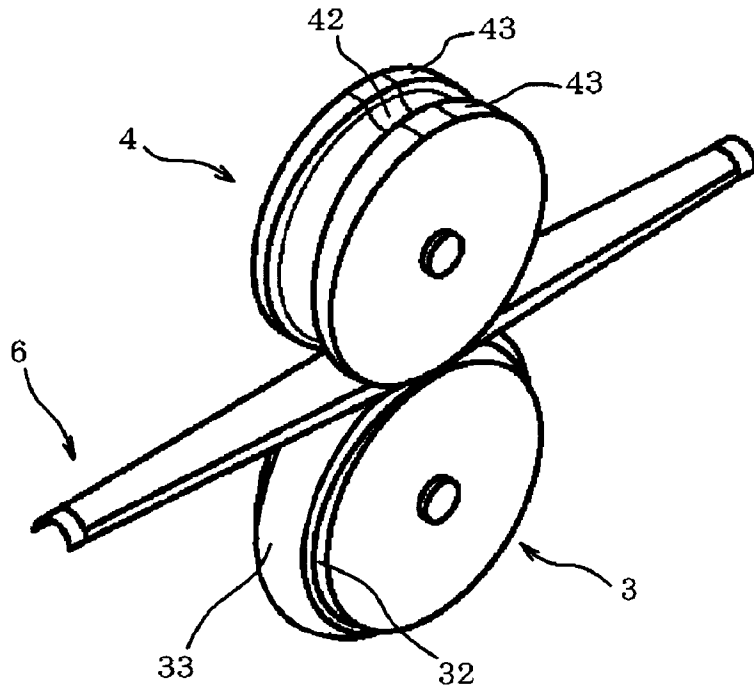
[図21A]

図21A



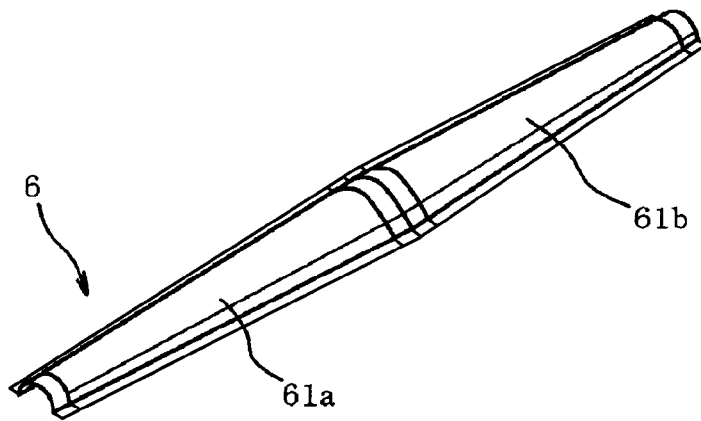
[図21B]

図21B



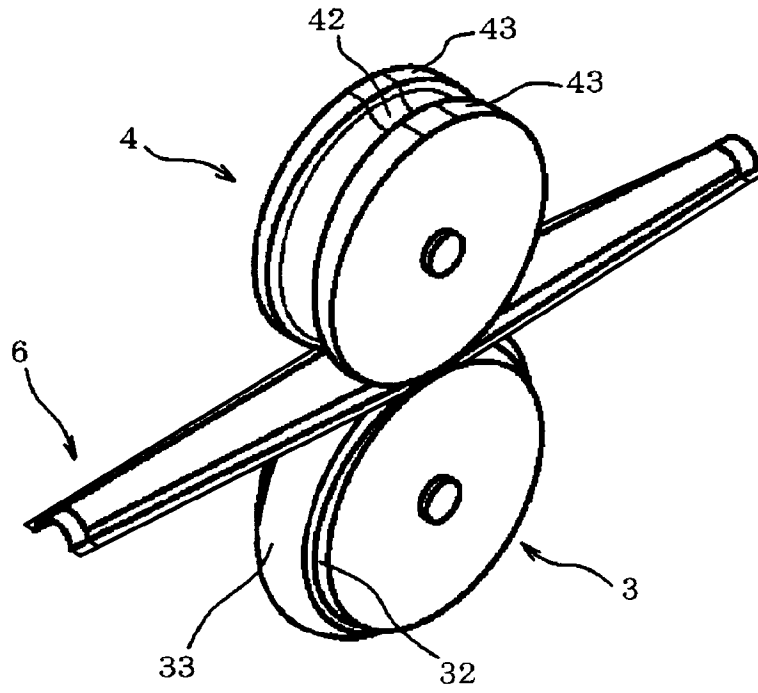
[図22A]

図22A



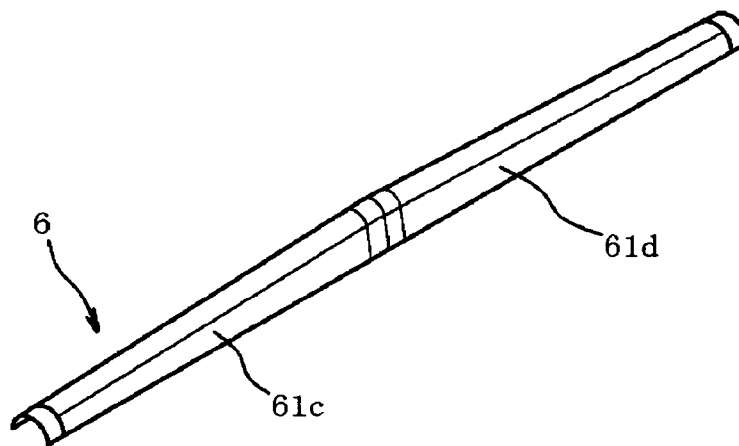
[図22B]

[図22B]



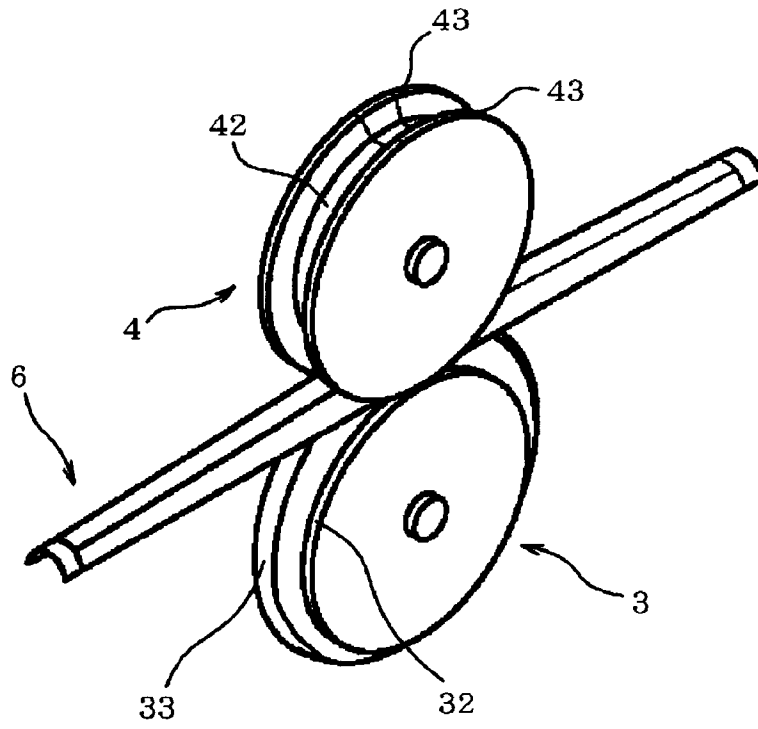
[図23A]

[図23A]



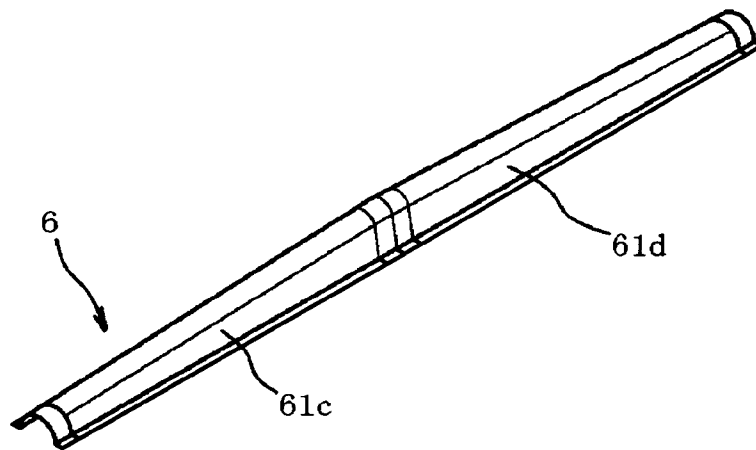
[図23B]

図23B



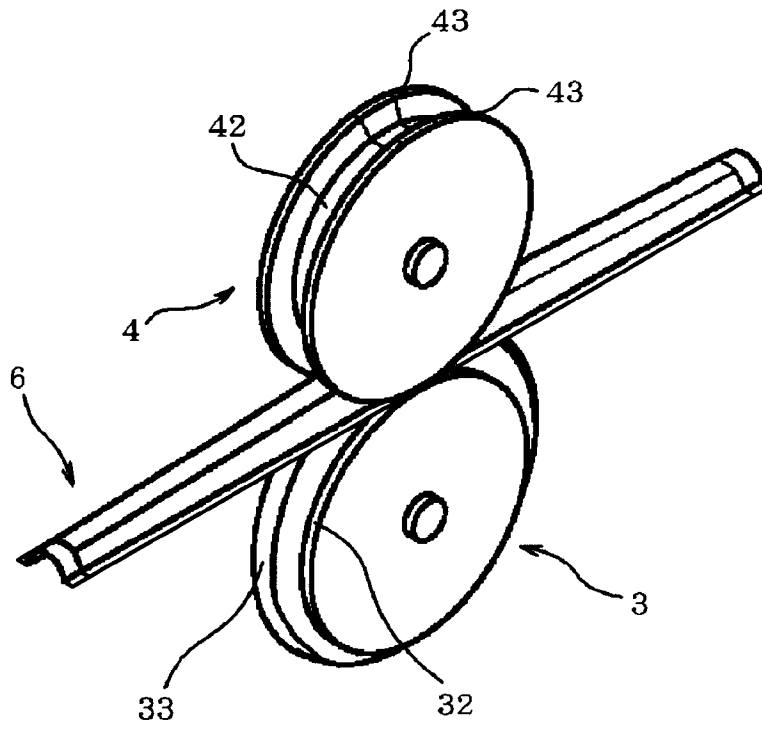
[図24A]

図24A



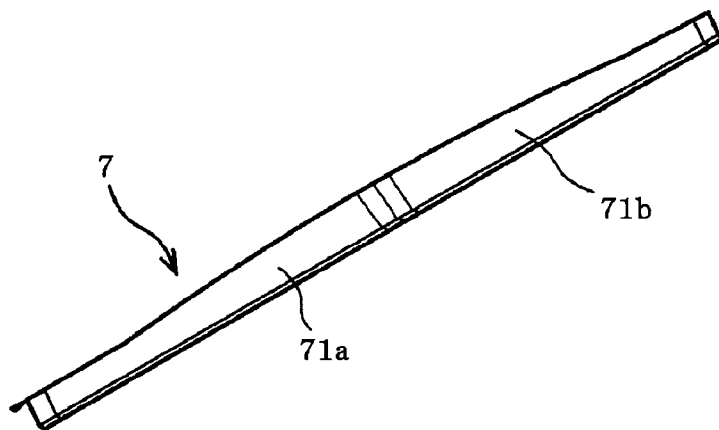
[図24B]

図24B



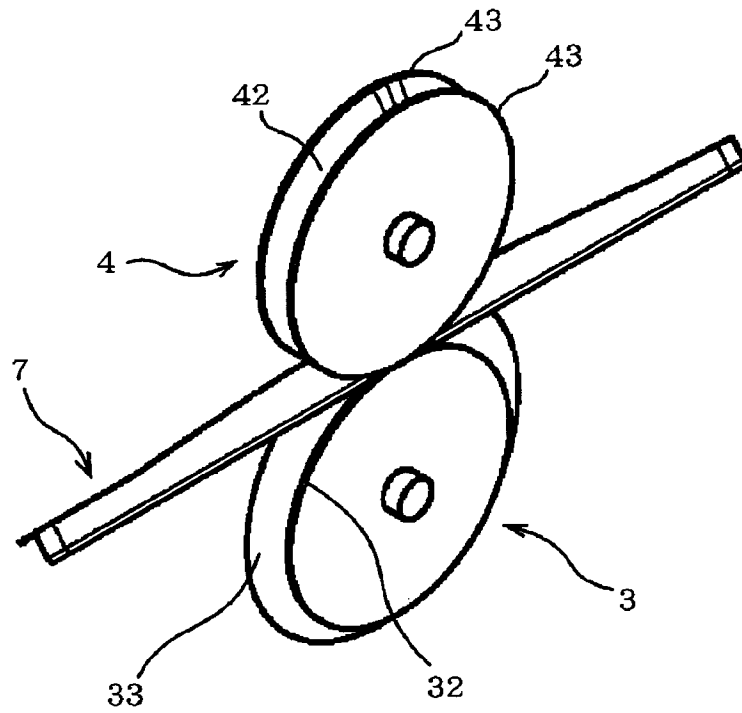
[図25A]

図25A



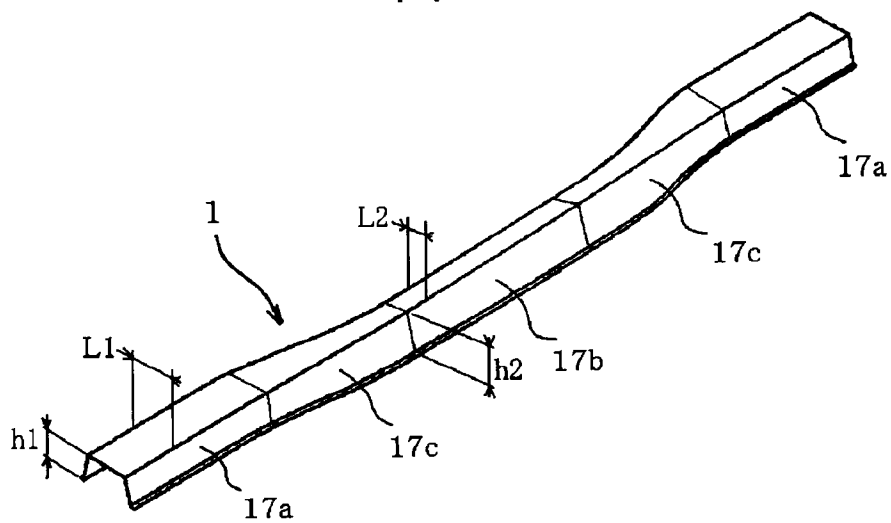
[図25B]

図25B



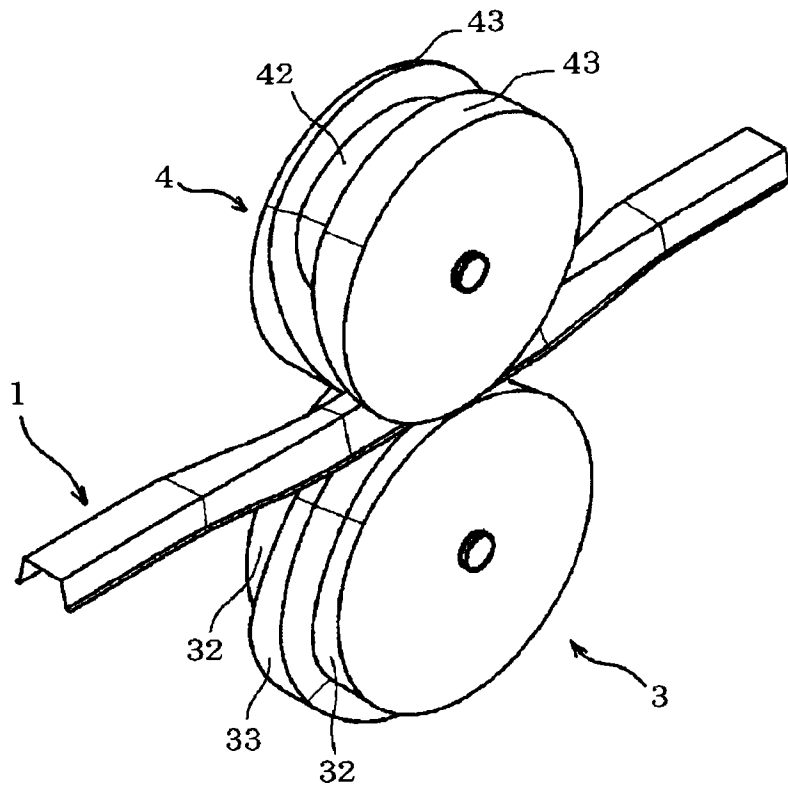
[図26A]

図26A



[図26B]

図26B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/074443

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21D5/08(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21D5/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-179228 A (Shiroki Kinzoku Kogyo Co., Ltd.), 11 October 1984 (11.10.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP 7-89353 A (Hashimoto Forming Industry Co., Ltd.), 04 April 1995 (04.04.1995), fig. 25, 26 (Family: none)	1-11
Y	JP 6-226356 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 16 August 1994 (16.08.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent 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 when the document is taken alone

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 November, 2012 (28.11.12)Date of mailing of the international search report
11 December, 2012 (11.12.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/074443

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 59-27722 A (Shiroki Kinzoku Kogyo Co., Ltd.), 14 February 1984 (14.02.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
Y	JP 63-295019 A (Hitachi Metals, Ltd.), 01 December 1988 (01.12.1988), fig. 2 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B21D5/08(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B21D5/08		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
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	関連する 請求項の番号
Y	JP 59-179228 A (白木金属工業株式会社) 1984. 10. 11, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 7-89353 A (橋本フォーミング工業株式会社) 1995. 04. 04, 【図 25】, 【図26】 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 6-226356 A (アイシン精機株式会社) 1994. 08. 16, 全文、全図 (フ ファミリーなし)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 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」国際出願日前の出願または特許であるが、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日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日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文献		
国際調査を完了した日 28. 11. 2012	国際調査報告の発送日 11. 12. 2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 村山 睦 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3P 9325

C (続き) . 関連すると認められる文献		
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	関連する 請求項の番号
Y	JP 59-27722 A (白木金属工業株式会社) 1984. 02. 14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 1
Y	JP 63-295019 A (日立金属株式会社) 1988. 12. 01, 第2図 (ファミリーなし)	1 - 1 1