

(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
2017年3月2日(02.03.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/033656 A1

- (51) 国際特許分類:
B21D 5/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072092
- (22) 国際出願日: 2016年7月27日(27.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-164709 2015年8月24日(24.08.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山下 史登 (YAMASHITA, Fumito); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 大須賀 聡 (OSUKA, Satoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 河野 亮 (KONO, Akira); 〒1088215 東京都港区港

南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 橘 孝洋 (TACHIBANA, Takahiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

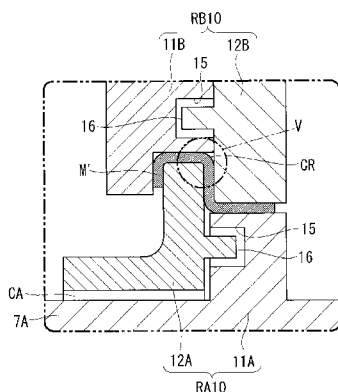
- (74) 代理人: 藤田 考晴 (FUJITA, Takaharu); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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,

[続葉有]

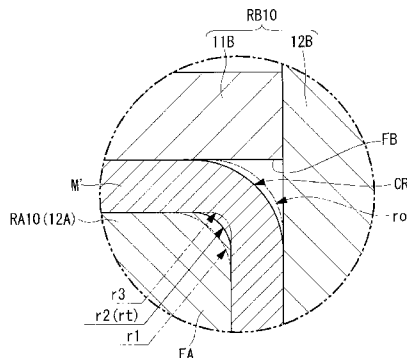
(54) Title: ROLL FORMING METHOD FOR METAL MATERIAL AND ROLL FORMING DEVICE FOR METAL MATERIAL

(54) 発明の名称: 金属材料のロール成形方法およびロール成形装置

[図4]



[図5]



(57) Abstract: This roll forming method for a plate-shaped metal material (M'), of which the plate thickness changes in the longitudinal direction, is characterized by comprising multiple stages of roll forming steps for: conveying the metal material (M') to between multiple pairs of forming rolls (RA1-RA13, RB1-RB13); and forming the metal material (M') in stages such that the shape of a cross section orthogonal to the longitudinal direction of the metal material (M') becomes a predetermined shape including a curved corner section (CR). Among the multiple stages of roll forming steps, in the successive roll forming steps in one or multiple stages including the last stage, the corner section (CR) is formed by the pairs of forming rolls (RA11-RA13, RB11-RB13) which have corner section curvature radii (r3-r5) smaller than a target curvature radius (rt) of the corner section (CR) of the metal material (M').

(57) 要約: 長手方向に沿って板厚が変化する板状の金属材料 (M') のロール成形方法であって、金属材料 (M') を、複数の成形ロール組 (RA1~RA13, RB1~RB13) の間に送り、その長手方向に直交する断面形状が湾曲した隅角部 (CR) を有する所定形状となるように段階的に成形する複数段のロール成形工程を有し、このうち、最終段を含む1または複数段の連続する前記ロール成形工程においては、金属材料 (M') の隅角部 (CR) における目標曲率半径 (rt) よりも小さな隅角部曲率半径 (r3~r5) を有する成形ロール組 (RA11~RA13, RB11~RB13) によって隅角部 (CR) を成形することを特徴とする。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (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, KM, 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：金属材料のロール成形方法およびロール成形装置 技術分野

[0001] 本発明は、複数段の成形ロールの間に板状の金属材料を送り、この金属材料の断面形状を段階的に所定の形状に成形する金属材料のロール成形方法およびロール成形装置に関するものである。

背景技術

[0002] 例えば、図 1 A に示す平坦な帯板状の金属材料 M を、図 1 M に示す屈曲した断面形状を持つ航空機のストリンガー部材 S 等に成形する場合には、図 1 B ～図 1 L に示す複数のロール成形工程を経て段階的に成形が行われる。

これら複数のロール成形工程は、特許文献 1 に開示されているような、ロールフォーミングラインと呼ばれるロール成形装置によって行われる。ロールフォーミングラインは、図 1 A ～図 1 M に示すように、断面形状の異なる複数段の成形ロール R A 1 ～R A 1 3 と、R B 1 ～R B 1 3 とをライン上に配列させた成形ラインである。金属材料 M は、成形ロール R A 1 ～R A 1 3 と、R B 1 ～R B 1 3 との間を順次通過するにつれて段階的に成形されてゆく。

[0003] 特許文献 1 に開示されているロール成形方法は、上下ロールによる被成形素材のピンチポイントを素材幅方向の目標成形領域と既成形領域あるいは未成形領域との境目に設定して、当該目標成形領域を曲げ内側にある上ロールの所定カリバーに沿わせて、特に目標成形領域の曲げ外側には下ロールをほとんど当接させないようにして成形するようにしている。

[0004] このロール成形方法によれば、曲げ成形性を著しく向上させると共に、ロール疵、ロールマークや座屈の発生を防止し、ブレークダウン成形部での成形機能を高め、素板の全体の成形性を大きく向上させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-6083号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年の航空機用ストリンガー部材は、図2Bに示すように、長手方向に沿って板厚がテーパ状に大小繰り返し変化するテーパ素材M'を用いて、図2Bに示すようなテーパストリンガーと呼ばれる形状に成形されるようになってきた。このようなテーパストリンガーTSは、機体の他の部材と結合される部分の板厚 T_{max} を大きく保ち、それ以外の部分の板厚 T_{min} を最小限として軽量化を図ったものである。

[0007] 上記のテーパ素材M'のように、長手方向に沿って板厚がテーパ状に変化する素材をロール成形する場合、例えば板厚 T_{max} の部分と板厚 T_{min} の部分とを同じように 90° に曲げようとする、板厚 T_{max} の部分の曲げ角度は 90° になっても、板厚 T_{min} の部分の曲げ角度は 90° よりも大きな角度になってしまう。その理由は、板厚 T_{min} の方が板厚 T_{max} よりも永久歪みが蓄積される体積が少ないことからスプリングバックが起り易いためである。

[0008] したがって、このようなテーパ素材を精度良くロール成形することができなかった。特許文献1に記載されているロール成形方法によっても、この問題は解決し難い。

[0009] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、簡素で安価な構成により、長手方向に沿って板厚が大小に変化するテーパ素材を精度良くロール成形することのできる金属材料のロール成形方法およびロール成形装置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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は、以下の手段を採用する。

[0011] 即ち、本発明に係る金属材料のロール成形方法は、長手方向に沿って板厚が変化する板状の金属材料のロール成形方法であって、前記金属材料を、複数の成形ロール組の間に送り、その長手方向に直交する断面形状が湾曲した

隅角部を有する所定形状となるように段階的に成形する複数段のロール成形工程を有し、複数段の前記ロール成形工程のうち、最終段を含む1または複数段の連続する前記ロール成形工程においては、前記金属材料の前記隅角部における目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって前記隅角部を成形する。

[0012] 上記構成の金属材料のロール成形方法によれば、最終段を含む1または複数段の連続する前記ロール成形工程においては、前記金属材料の隅角部における目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって隅角部が成形される。

[0013] ここで、最終段を含む仕上げ工程における前記金属材料の曲げ角度は、目標とする曲げ角度とほぼ等しくなっている。例えば、金属材料の隅角部における目標曲率半径と同等の隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって隅角部を成形した場合には、金属材料の板厚が厚い部分はスプリングバックが小さいため、ほぼ目標角度に等しい角度に成形される。しかし、板厚の薄い部分はスプリングバックが大きいため、成形後の曲げ角度が目標角度よりも大きくなる。

[0014] 本発明では、目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって隅角部が成形されるため、板厚の薄い部分に想定範囲内のスプリングバックを発生させ、成形後の曲げ角度を目標に近づけることができる。

[0015] したがって、長手方向に沿って板厚がテーパ状に変化するテーパ素材であっても、その板厚変化方向に依存したスプリングバックの発生に応じて成形性を変化させ、その板厚の薄い部分の隅角部における曲率半径を目標曲率半径に近似させて精度良くロール成形することができる。

[0016] しかも、金属材料の隅角部を複数段階に分けて曲げるので、スプリングバックの影響をより小さくし、隅角部の曲率半径精度を高めることができる。これらのため、簡素で安価な構成により、長手方向に板厚が変化するテーパ素材を精度良く安定的にロール成形することができる。

- [0017] 上記の金属材料のロール成形方法においては、前記目標曲率半径よりも小さな前記隅角部曲率半径を有する前記成形ロール組によって成形する前記ロール成形工程を複数回行い、この時に、前段側から後段側に向かって前記成形ロール組の前記隅角部曲率半径を小さくしていくのが好ましい。
- [0018] 上記構成の金属材料のロール成形方法によれば、金属材料の隅角部が、複数の成形ロール組によって目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径に段階的に弾性変形させられる。このため、隅角部にスプリングバックが起きることを一層効果的に抑制することができる。
- [0019] 本発明に係るロール成形装置は、複数段の成形ロール組の間に板状の金属材料を送り、該金属材料の断面形状を段階的に所定の形状に成形していくロール成形装置であって、複数段の前記成形ロール組のうち、最終段の前記成形ロール組を含む1または複数段の連続する前記成形ロール組は、前記金属材料の長手方向に直交する断面に湾曲した隅角部を成形する凸形成形部と、この凸形成形部に対向する凹形成形部と、を有し、前記凸形成形部の隅角部曲率半径は、成形後のスプリングバック分を見込んで、前記金属材料の前記隅角部における目標曲率半径よりも小さく設定されている。
- [0020] 上記構成のロール成形装置によれば、最終段を含む1または複数段の連続する前記ロール成形工程においては、前記金属材料の隅角部における目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって隅角部が成形される。
- [0021] このため、前述したロール成形方法の作用・効果と同様に、スプリングバックが発生し易い板厚の薄い金属材料においても、その隅角部に多大なスプリングバックが発生することによって隅角部における屈曲角度が目標角度よりも広がってしまうことを抑制することができる。これにより、例えば長手方向に沿って板厚が変化するテーパ素材であっても、その板厚の薄い部分を精度良く屈曲断面形状にロール成形することができる。
- [0022] 上記のロール成形装置においては、前記目標曲率半径よりも小さい前記隅角部曲率半径の前記凸形成形部を有する前記成形ロール組を複数段設け、そ

の前記隅角部曲率半径を前段側から後段側に向かって小さくするのが好ましい。

[0023] 上記構成の金属材料のロール成形装置によれば、金属材料の隅角部が、複数の成形ロール組によって目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径に段階的に弾性変形させられる。このため、隅角部にスプリングバックが起きることを一層効果的に抑制することができる。

[0024] 上記構成において、前記金属材料の一方の面に当接する一方の前記成形ロールは、一方のロール軸に対し同心状に設けられ、前記金属材料の他方の面に当接して前記一方の前記成形ロールに対向する他方の前記成形ロールは、他方のロール軸に対しクリアランスを介して偏心可能に設けられ、偏心可能に設けられている他方の前記成形ロールは、その外周部に当接する押圧ロールにより、同心状に設けられている一方の前記成形ロール側に押し付けられるようにしてもよい。

[0025] 上記構成によれば、例えば金属材料が、その長手方向に沿って板厚が大小に繰り返し変化するテーパ素材であっても、該金属材料の板厚を損なうことなく一定の力で押圧しながら成形することができる。これにより、航空機のテーパストリンガー等を精度よく成形して製造することができる。

[0026] 上記構成において、前記金属材料は、長手方向に沿って板厚が大小に繰り返し変化するテーパ素材であってもよい。これにより、航空機のテーパストリンガー等のように断面が変化する部品を製造することができる。

発明の効果

[0027] 以上のように、本発明に係るロール成形装置によれば、簡素で安価な構成により、長手方向に沿って板厚が大小に変化するテーパ素材を精度良くロール成形することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1A]平坦な帯状の金属材料が航空機のストリンガー部材に成形されるまでのロール成形工程を示す断面図である。

[図1B]同上

[図1C]同上

[図1D]同上

[図1E]同上

[図1F]同上

[図1G]同上

[図1H]同上

[図1I]同上

[図1J]同上

[図1K]同上

[図1L]同上

[図1M]同上

[図2A]長手方向に沿って板厚がテーパ状に大小繰り返し変化するテーパ素材を示す斜視図である。

[図2B]図1Aのテーパ素材を用いてロール成形されたテーパストリンガーを示す斜視図である。

[図3]本発明の実施形態に係るロール成形装置の縦断面図である。

[図4]図3中のI V部拡大図である。

[図5]図4中のV部を拡大して本発明の第1実施形態を示す縦断面図である。

[図6]本発明の第2実施形態を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下に、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[0030] [第1実施形態]

図3は、本発明の実施形態に係るロール成形装置の縦断面図である。このロール成形装置1は、例えば、図2Aに示す長手方向に沿って板厚がテーパ状に大小繰り返し変化するテーパ素材M'（金属材料）を、図2Bに示すテーパストリンガーTSに無理なく成形することができる。本実施形態におけるロール成形装置1は、図1A～図1Mに示す、断面形状の異なる複数段の成形ロールをライン上に配列させたロールフォーミングラインのうち

、最終段（図 1 M）を含む仕上げ工程（図 1 J～図 1 M）の初段の成形（図 1 J）を行うものである。

[0031] 図 3 に示すように、このロール成形装置 1 は、上下 2 本の水平なロール軸 7 A、7 B を備えている。これら 2 本のロール軸 7 A、7 B は、その端部に固定されたギア 8 A、8 B が互いに噛み合っている。そして、例えば一方のロール軸 7 A に設けられた図示しない電動モータ等の駆動源から回転駆動力 R が付与されることにより、2 本のロール軸 7 A、7 B は互いに逆の回転方向に等速連動回転する。つまり、ロール軸 7 A が駆動軸、ロール軸 7 B が従動軸となっている。

[0032] ロール軸 7 A とロール軸 7 B には、それぞれ固定ロール 1 1 A、1 1 B（一方の成形ロール）が同心状に設けられている。これらの固定ロール 1 1 A、1 1 B は、各々ロール軸 7 A、7 B と一体に回転する。例えば上側の固定ロール 1 1 B は段付きロールである。

[0033] また、ロール軸 7 A とロール軸 7 B には、それぞれ浮動ロール 1 2 A、1 2 B（他方の成形ロール）が偏心可能に設けられている。これらの浮動ロール 1 2 A、1 2 B は、各々ロール軸 7 A、7 B に対して相対回転可能である。

例えば浮動ロール 1 2 A は、ロール軸 7 A の軸方向に少し移動することができる。その移動量は、テーパー素材 M' の最大厚さ T_{max} と同程度とされているが、より大きくてもよい。

[0034] ロール軸 7 A には固定ロール 1 1 A と浮動ロール 1 2 A とが軸方向に隣接して設けられ、ロール軸 7 B には固定ロール 1 1 B と浮動ロール 1 2 B とが軸方向に隣接して設けられている。

そして、ロール軸 7 A に設けられた固定ロール 1 1 A がロール軸 7 B に設けられた浮動ロール 1 2 B に対向し、ロール軸 7 B に設けられた固定ロール 1 1 B がロール軸 7 A に設けられた浮動ロール 1 2 A に対向している。

[0035] 即ち、本実施形態では、ロール軸 7 A に設けられた固定ロール 1 1 A と浮動ロール 1 2 A とが、テーパー素材 M' の一方の面に当接するコンビネーシ

ョンロール R A 1 0 を構成し、ロール軸 7 B に設けられた固定ロール 1 1 B と浮動ロール 1 2 B とが、テーパ素材 M' の他方の面に当接するコンビネーションロール R B 1 0 を構成している。そして、これらのコンビネーションロール R A 1 0 と R B 1 0 とが一对の成形ロール組を形成し、この成形ロール組 R A 1 0, R B 1 0 の間にテーパ素材 M' が送られてロール成形される。

[0036] 図 4 にも拡大して示すように、固定ロール 1 1 A と浮動ロール 1 2 B との間、および浮動ロール 1 2 A と固定ロール 1 1 B との間にテーパ素材 M' (テーパストリンガー T S) が送られて成形される。テーパ素材 M' の断面形状はクランク状 (チャンネル状) に屈曲した形状であり、浮動ロール 1 2 A の側面と浮動ロール 1 2 B の側面との間、および浮動ロール 1 2 A の側面と固定ロール 1 1 B の側面との間にもテーパ素材 M' が挟まれる。

[0037] 図 3、図 4 に示すように、ロール軸 7 A と浮動ロール 1 2 A との間、およびロール軸 7 B と浮動ロール 1 2 B との間には、それぞれクリアランス C A, C B が設けられている。このクリアランス C A, C B の分だけ浮動ロール 1 2 A, 1 2 B は固定ロール 1 1 A, 1 1 B に対して偏心することができる。このクリアランス C A, C B の大きさは、テーパ素材 M' の最大板厚と最小板厚との差よりも大きくする必要がある。例えば、テーパ素材 M' の最大板厚が 3 mm、最小板厚が 1 mm である場合には、その板厚差の 2 mm よりもクリアランス C A, C B を大きく設定する。

[0038] 図 3、図 4 に示すように、固定ロール 1 1 A, 1 1 B と、これに隣接する浮動ロール 1 2 A, 1 2 B との隣接部における一方の面、例えば固定ロール 1 1 A, 1 1 B の側面には、円周方向に並ぶ複数 (例えば 8 つ) の駆動用凹部 1 5 が形成されている。

また、固定ロール 1 1 A, 1 1 B と浮動ロール 1 2 A, 1 2 B との隣接部における他方の面、例えば浮動ロール 1 2 A, 1 2 B の側面には、固定ロール 1 1 A, 1 1 B の駆動用凹部 1 5 に遊嵌される同数の駆動用凸部 1 6 が形成されている。

[0039] これら駆動用凹部 1 5 と駆動用凸部 1 6 との間には、浮動ロール 1 2 A, 1 2 B を偏心可能にする偏心代 E A, E B が設けられている。この偏心代 E A, E B の大きさは、ロール軸 7 A, 7 B と浮動ロール 1 2 A, 1 2 B との間のクリアランス C A, C B の大きさと同程度に設定される。

なお、本実施形態では固定ロール 1 1 A, 1 1 B 側に駆動用凹部 1 5 が形成され、浮動ロール 1 2 A, 1 2 B 側に駆動用凸部 1 6 が形成されているが、逆に固定ロール 1 1 A, 1 1 B 側に駆動用凸部 1 6 を形成し、浮動ロール 1 2 A, 1 2 B 側に駆動用凹部 1 5 を形成してもよい。

[0040] 浮動ロール 1 2 A, 1 2 B の各々には、それぞれ押圧ロール 1 9 が当接している。これらの押圧ロール 1 9 は、それぞれロールキャリア 2 1 A, 2 1 B に軸支されている。そして、ロールキャリア 2 1 A, 2 1 B と押圧ロール 1 9 とを介して浮動ロール 1 2 A, 1 2 B を固定ロール 1 1 A, 1 1 B 側に押圧するアクチュエータ 2 3 A, 2 3 B が設けられている。これらのアクチュエータ 2 3 A, 2 3 B としては、例えば油圧シリンダやエアシリンダ等が用いられる。

[0041] アクチュエータ 2 3 A, 2 3 B は、それぞれロールキャリア 2 1 A, 2 1 B および押圧ロール 1 9 を介して、浮動ロール 1 2 A, 1 2 B を、対向する固定ロール 1 1 A, 1 1 B 側に押圧力 F で押圧する。その押圧力 F は、テーパ素材 M' の板厚を損なうことなく、その断面形状のみを変化させる一定の力に設定されている。

[0042] 図 3、図 4、図 5 に示すように、コンビネーションロール R A 1 0 と R B 1 0 は、それぞれ、テーパ素材 M' を、その長手方向に直交する断面視で、例えば直角に屈曲する隅角部 C R を有する屈曲形状に成形する。この隅角部 C R は、例えばテーパ素材 M' の断面に 3 箇所形成されているが、ここでは中央の隅角部 C R についてのみ説明する。

[0043] 図 5 に拡大して示すように、例えばコンビネーションロール R A 1 0 を構成する浮動ロール 1 2 A の外周部には、隅角部 C R の内側に当接する凸形成形部 F A が設けられている。この凸形成形部 F A の隅角部は R 面取りがなさ

れている。その隅角部曲率半径を r_2 と仮定する。

[0044] 一方、コンビネーションロール RB10 を構成する固定ロール 11B と浮動ロール 12B との合面の段差部には、上記の凸形成形部 FA に対向する凹形成形部 FB が形成されている。この凹形成形部 FB の挟み角は直角であるが、隅角部曲率半径 r_2 や、隅角部 CR の外周の湾曲半径よりも小さい半径であれば R 状であってもよい。

[0045] 図 5 に示すように、この成形ロール組 RA10, RB10 におけるコンビネーションロール RA10（浮動ロール 12A）の凸形成形部 FA の隅角部曲率半径 r_2 は、図 1I に示す前段のロール成形工程における成形ロール組 RA9, RB9 の隅角部曲率半径 r_1 （図 5 中に二点鎖線で記入）よりも小さい半径に設定されている。さらに、この隅角部曲率半径 r_2 は、テーパ素材 M' の隅角部 CR における目標曲率半径 r_t に等しく設定されている。

[0046] さらに、図 5 に示すように、この成形ロール組 RA10, RB10 の後段となる成形ロール組（ロール成形工程（図 1K～図 1M）に示す RA11～13, RB11～13 のいずれか）の隅角部曲率半径 r_3 は、隅角部曲率半径 r_2 よりも小さい値に設定されている。成形ロール組 RA10, RB10 の後段を成形ロール組 RA11, RB11 の 1 段のみとする場合には、この成形ロール組 RA11, RB11 が最終段となり、その隅角部曲率半径が r_3 となる。具体的な数値としては、例えば r_1 が 5.00 mm、 r_2 (r_t) が 4.82 mm、 r_3 が 4.32 mm に設定されている。

[0047] 本構成によれば、図 5 中に二点鎖線で示すように、隅角部曲率半径 r_3 を有する成形ロール組による成形時には隅角部 CR における曲率半径が r_3 の 4.32 mm まで小さくなる。この時の隅角部 CR における外周側のラインは符号 r_o で示すように外側に膨らむ。

[0048] ロール成形装置 1 は以上のように構成されている。テーパ素材 M' の成形を行う場合には、ロール軸 7A に同心状に設けられた固定ロール 11A および偏心可能に設けられた浮動ロール 12A からなるコンビネーションロール RA10 と、ロール軸 7B に同心状に設けられた固定ロール 11B および

偏心可能に設けられた浮動ロール 12 B からなるコンビネーションロール R B 10 との間にテーパ素材 M' が送り込まれる。

[0049] そして、アクチュエータ 23 A, 23 B が、それぞれ押圧ロール 19 を介して浮動ロール 12 A, 12 B を対向する固定ロール 11 A, 11 B 側に押圧する。これにより、テーパ素材 M' の断面形状が固定ロール 11 A, 11 B と浮動ロール 12 A, 12 B の形状に合わせて最終成形される。即ち、テーパ素材 M' の断面にある隅角部 C R が、浮動ロール 12 A の凸形成形部 F A によって隅角部曲率半径 r_2 、即ち目標曲率半径 r_t に湾曲成形される。

[0050] このロール成形装置 1 およびロール成形方法によれば、ロール成形工程（図 1 A～図 1 M）のうち、最終段（図 1 M）を含む 1 または複数段の連続するロール成形工程（図 1 K、図 1 L、図 1 M）においては、テーパ素材 M' の隅角部 C R における目標曲率半径 r_t (r_2) よりも小さな隅角部曲率半径 r_3 を有する成形ロール組 (R A 11～13, R B 11～13 のいずれか) によって隅角部 C R が成形される。

[0051] ここで、最終段（図 1 M）を含む仕上げ工程におけるテーパ素材 M' の曲げ角度は、目標とする曲げ角度とほぼ等しくなっている。例えば、テーパ素材 M' の隅角部 C R における目標曲率半径 r_t と同等の隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって隅角部 C R を成形した場合には、テーパ素材 M' の板厚が厚い部分はスプリングバックが小さいため、ほぼ目標角度に等しい角度に成形される。しかし、板厚の薄い部分はスプリングバックが大きいため、成形後の曲げ角度が目標角度よりも大きくなる。

[0052] 本発明では、目標曲率半径 r_t よりも小さな隅角部曲率半径 r_3 を有する成形ロール組 R A 11～13, R B 11～13 によって隅角部 C R が成形されるため、板厚の薄い部分に想定範囲内のスプリングバックを発生させ、成形後の曲げ角度を目標に近づけることができる。

[0053] 換言すると、通常、金属材料を屈曲・湾曲成形する場合のスプリングバックの対応としては、曲げ型の角度を目標角度よりも小さくしておき、スプリ

ングバックが生じた時に目標形状に近似させるのが一般的である。

[0054] しかし、スプリングバックの角度は板厚に応じて変動するため、本実施形態におけるテーパ素材M'のように、長手方向に沿って板厚が大小に変化する金属材料では、スプリングバックの度合いは長手方向の場所毎に異なる。よって、上記のように曲げ角度を目標角度よりも小さくする手法では、板厚の厚い部分もしくは板厚の薄い部分のどちらかしか精度よく成形することはできない。

[0055] 本実施形態のように、曲げRを小さくしてスプリングバックを見込む場合、スプリングバックの発生量が少なくほぼ形状が出ている板厚の厚い部分（図2Bに示す板厚Tmaxの部分）は90°のまま成形される。また、スプリングバックの発生し易い板厚の薄い部分（図2Bに示す板厚Tminの部分）は、曲げRを小さくする効果が板厚の厚い部分よりも多く付与されるため、曲げ角度を90°により近づけることができる。具体的には、目標の成形角度90°に対して±3°程度の範囲内に収めることができる。

[0056] このため、スプリングバックが発生し易い、板厚の薄い部分を備えたテーパ素材M'においても、その隅角部CRに多大なスプリングバックが発生することによって隅角部CRにおける曲げ角度が目標角度（90度）よりも広がってしまうことを抑制することができる。

[0057] しかも、テーパ素材M'の隅角部CRを複数段階に分けて曲げるので、スプリングバックの影響をより小さくし、隅角部CRの曲率半径精度を高めることができる。したがって、簡素で安価な構成により、長手方向に板厚が変化するテーパ素材M'を精度良く安定的にロール成形することができる。

[0058] なお、テーパ素材M'の板厚は、長手方向に沿ってテーパ状に変化しているが、この板厚の変化に応じて浮動ロール12A、12Bがロール軸7A、7Bに対して偏心することにより、その板厚差が吸収される。

[0059] その際、アクチュエータ23A、23Bの押圧力Fは、押圧ロール19を介して浮動ロール12A、12B自身に付与され、浮動ロール12A、12

Bが設けられているロール軸7 A, 7 Bには付与されない。このため、ロール軸7 A, 7 Bに対する浮動ロール1 2 A, 1 2 Bの偏心位置に拘わらず、即ちテーパ素材M'の板厚の大小に拘わらず、一定の押圧力Fを付与しながらテーパ素材M'を所定の形状に成形することができる。

[0060] したがって、非常に簡素で安価な構成により、長手方向に板厚が大小繰り返し変化するテーパ素材M'を安定的にロール成形することができる。

[0061] アクチュエータ2 3 A, 2 3 Bの押圧力Fは、テーパ素材M'の板厚を損なうことなく、その断面形状のみを変化させる一定の力に設定されているので、テーパ素材M'の板厚が薄くなることなく、当初予定された板厚のままでテーパ素材M'が所定の断面形状にロール成形される。

[0062] 以上のように、本実施形態に係るロール成形装置1によれば、簡素で安価な構成により、長手方向に板厚が大小繰り返し変化するテーパ素材M'を精度良くロール成形することができる。

[0063] さらに、このロール成形装置1は、浮動ロール1 2 A, 1 2 Bがロール軸7 A, 7 Bに対して偏心可能に設けられており、これらの浮動ロール1 2 A, 1 2 Bが、押圧ロール1 9を介してアクチュエータ2 3 A, 2 3 Bにより固定ロール1 1 A, 1 1 B側に押圧される構成である。

[0064] このため、長手方向に沿って板厚が大小に繰り返し変化するテーパ素材M'を、その板厚を損なうことなく一定の力で押圧しながら成形することができる。これにより、航空機のテーパーストリンガーTS等を精度よく成形して製造することができる。

[0065] [第2実施形態]

図6は、本発明の第2実施形態を示す縦断面図である。この図においては、成形ロール組RA 1 0, RB 1 0の後段となる成形ロール組の隅角部曲率半径 r_3 , r_4 , r_5 が記入されている点以外は図5の構成と同一であるため、各部に図5と同じ符号を付して説明を省略する。

[0066] コンビネーションロールRA 1 0（浮動ロール1 2 A）の隅角部曲率半径 r_2 は、テーパ素材M'の隅角部CRにおける目標曲率半径 r_t に等しく

設定されている。そして、この成形ロール組（R A 1 0 / R B 1 0）の後段となる成形ロール組（図 1 K、図 1 I、図 1 J）に示す成形ロール組（R A 1 1, R B 1 1 ~ R A 1 3, R B 1 3）の隅角部曲率半径 r_3 , r_4 , r_5 は、目標曲率半径 r_t よりも小さく設定されている。具体的な数値としては、例えば r_1 が 5.00 mm、 r_2 (r_t) が 4.82 mm、 r_3 が 4.62 mm、 r_4 が 4.52 mm、 r_5 が 4.32 mm に設定されている。

[0067] 即ち、テーパ素材 M' は、目標曲率半径 r_t (r_2) の成形ロール組（R A 1 0 / R B 1 0）によってロール成形された後で、目標曲率半径 r_t よりも小さな目標曲率半径 r_3 , r_4 , r_5 を有する成形ロール組（R A 1 1, R B 1 1 ~ R A 1 3, R B 1 3）によって複数回ロール成形され、この時に、前段側から後段側に向かって隅角部曲率半径 r_3 , r_4 , r_5 が小さくなってゆく。隅角部曲率半径 r_5 を有する最終段の成形ロール組 R A 1 3, R B 1 3 による成形時には、隅角部 C R における外周側のラインが符号 r_o で示すように外側に膨らむ。

[0068] このロール成形装置 1 およびロール成形方法によれば、テーパ素材 M' の隅角部 C R が、複数の成形ロール組（R A 1 1 / R B 1 1 ~ R A 1 3 / R B 1 3）によって目標曲率半径 r_t よりも小さな隅角部曲率半径 r_3 , r_4 , r_5 に段階的に弾性変形させられるため、隅角部 C R にスプリングバックが起きることを一層効果的に抑制することができる。

[0069] なお、本発明は上記各実施形態の構成のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において適宜変更や改良を加えることができ、このように変更や改良を加えた実施形態も本発明の権利範囲に含まれるものとする。

[0070] 例えば、上記実施形態では、2本のロール軸 7 A, 7 B が、その軸間距離を固定された状態で設けられているが、軸間距離を可変にすることもできる。

また、上記実施形態では、テーパ素材 M' の隅角部 C R の角度が 90° となっているが、特に 90° には限定されず、他の角度であってもよい。

[0071] さらに、テーパ素材M'の形状や、このテーパ素材M'によって成形されるテーパストリンガーTSの形状は、上記実施形態のものに限定されない。

さらにまた、本発明は仕上げ工程の成形ロール組は、図1Jから図1Mのみに限定されず、例えば図1Gから図1Iの位置にて成形を行う中間段の成形ロール組に適用してもよく、各成形ロール組における隅角部曲率半径を徐々に小さくしてもよい。

符号の説明

[0072] 1 ロール成形装置
7A, 7B ロール軸
11A, 11B 一方の成形ロール
12A, 12B 他方の成形ロール
19 押圧ロール
23A, 23B アクチュエータ
CA, CB クリアランス
CR 隅角部
FA 凸形成形部
FB 凹形成形部
M' テーパー素材（金属材料）
RA1～RA13/RB1～RB13 成形ロール組
r1 中間段の成形ロール組における凸形成形部の隅角部曲率半径
r2, r3 後段の成形ロール組における凸形成形部の隅角部曲率半径
rt テーパー素材（金属材料）の隅角部における目標曲率半径

請求の範囲

- [請求項1] 長手方向に沿って板厚が変化する板状の金属材料のロール成形方法であって、
- 前記金属材料を、複数の成形ロール組の間に送り、その長手方向に直交する断面形状が湾曲した隅角部を有する所定形状となるように段階的に成形する複数段のロール成形工程を有し、
- 複数段の前記ロール成形工程のうち、最終段を含む1または複数段の連続する前記ロール成形工程においては、前記金属材料の前記隅角部における目標曲率半径よりも小さな隅角部曲率半径を有する成形ロール組によって前記隅角部を成形する金属材料のロール成形方法。
- [請求項2] 前記目標曲率半径よりも小さな前記隅角部曲率半径を有する前記成形ロール組によって成形する前記ロール成形工程を複数回行い、この時に、前段側から後段側に向かって前記成形ロール組の前記隅角部曲率半径を小さくしていく請求項1に記載の金属材料のロール成形方法。
- [請求項3] 複数段の成形ロール組の間に板状の金属材料を送り、該金属材料の断面形状を段階的に所定の形状に成形していくロール成形装置であって、
- 複数段の前記成形ロール組のうち、最終段の前記成形ロール組を含む1または複数段の連続する前記成形ロール組は、前記金属材料の長手方向に直交する断面に湾曲した隅角部を成形する凸形成形部と、この凸形成形部に対向する凹形成形部と、を有し、
- 前記凸形成形部の隅角部曲率半径は、前記金属材料の前記隅角部における目標曲率半径よりも小さく設定されているロール成形装置。
- [請求項4] 前記目標曲率半径よりも小さい前記隅角部曲率半径の前記凸形成形部を有する前記成形ロール組は複数段あり、その前記隅角部曲率半径は前段側から後段側に向かって小さくなる請求項3に記載のロール成形装置。

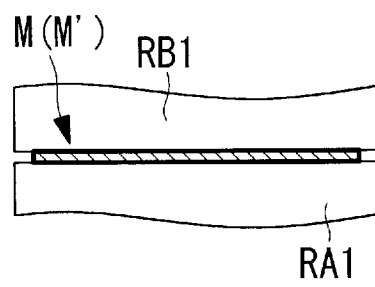
[請求項5] 前記金属材料の一方の面に当接する一方の前記成形ロールは、一方のロール軸に対し同心状に設けられ、

前記金属材料の他方の面に当接して前記一方の前記成形ロールに対向する他方の前記成形ロールは、他方のロール軸に対しクリアランスを介して偏心可能に設けられ、

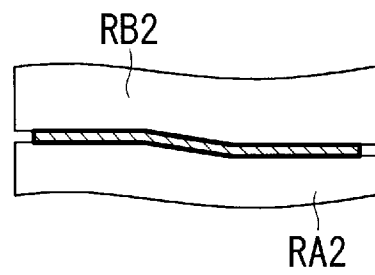
偏心可能に設けられている他方の前記成形ロールは、その外周部に当接する押圧ロールにより、同心状に設けられている一方の前記成形ロール側に押し付けられる請求項3または4に記載のロール成形装置。

[請求項6] 前記金属材料は、長手方向に沿って板厚が大小に繰り返し変化するテーパー素材である請求項3から5のいずれかに記載のロール成形装置。

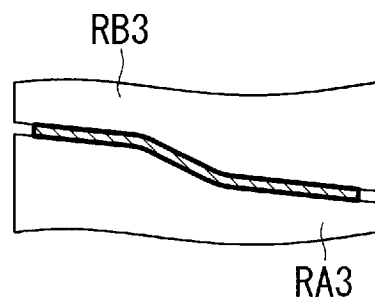
[図1A]



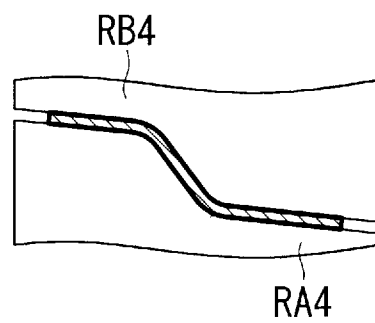
[図1B]



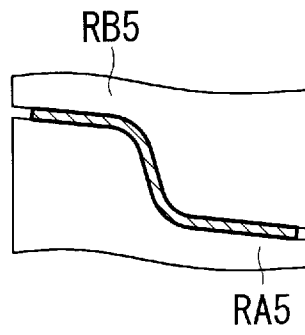
[図1C]



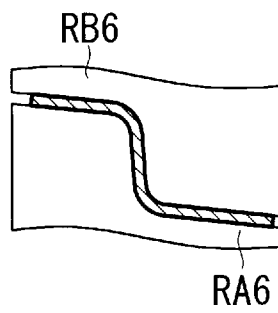
[図1D]



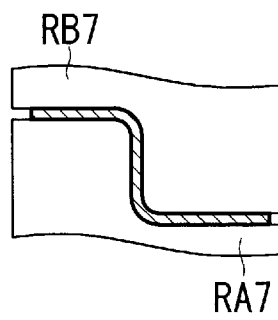
[図1E]



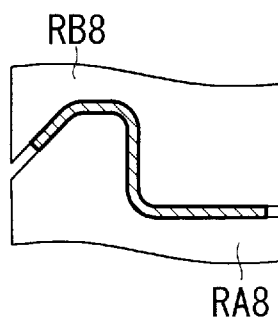
[図1F]



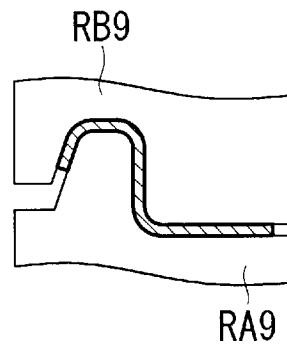
[図1G]



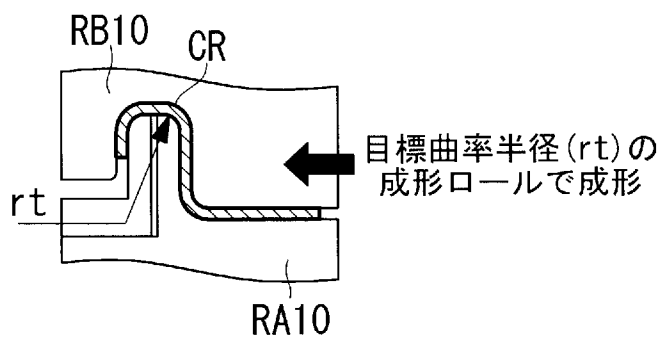
[図1H]



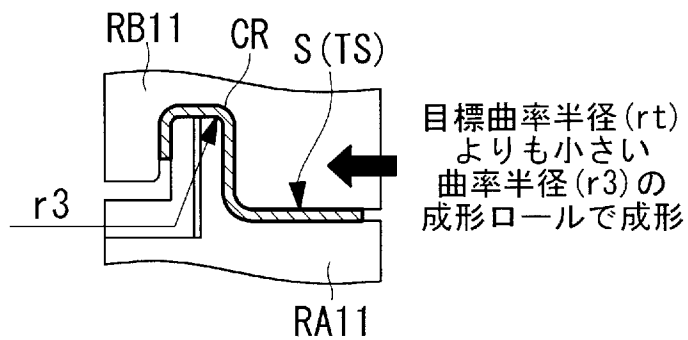
[図1I]



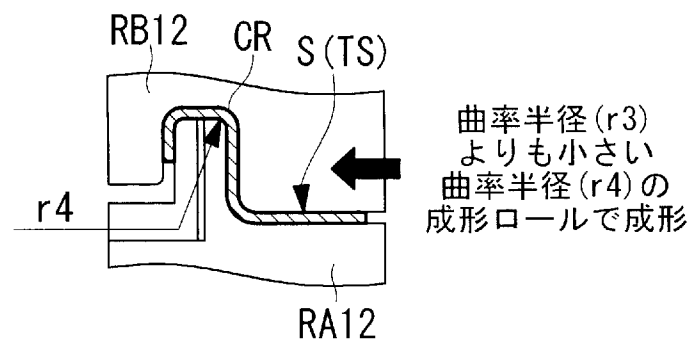
[図1J]



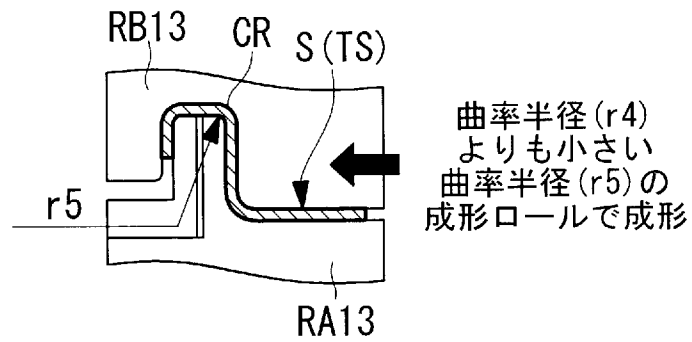
[図1K]



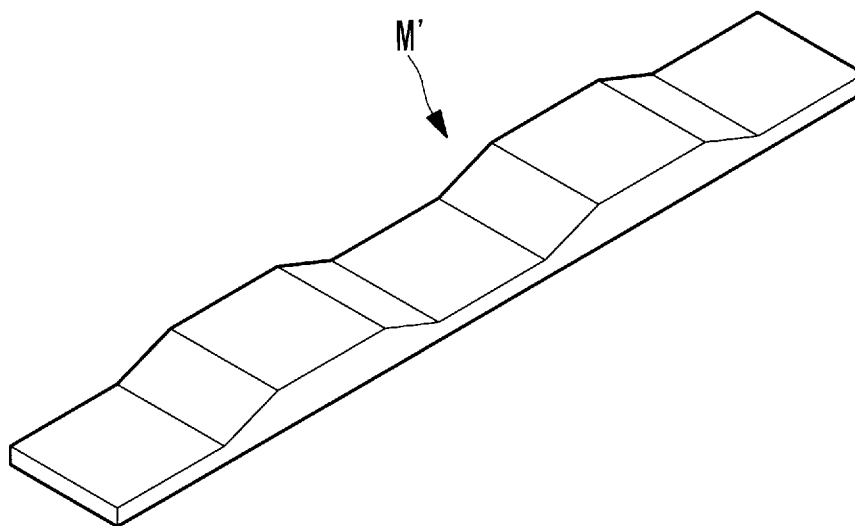
[図1L]



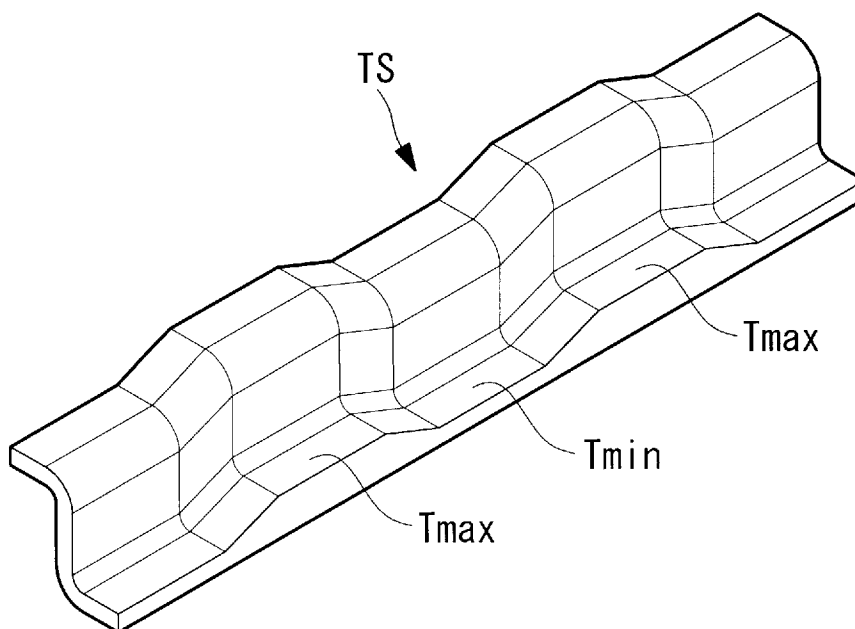
[図1M]



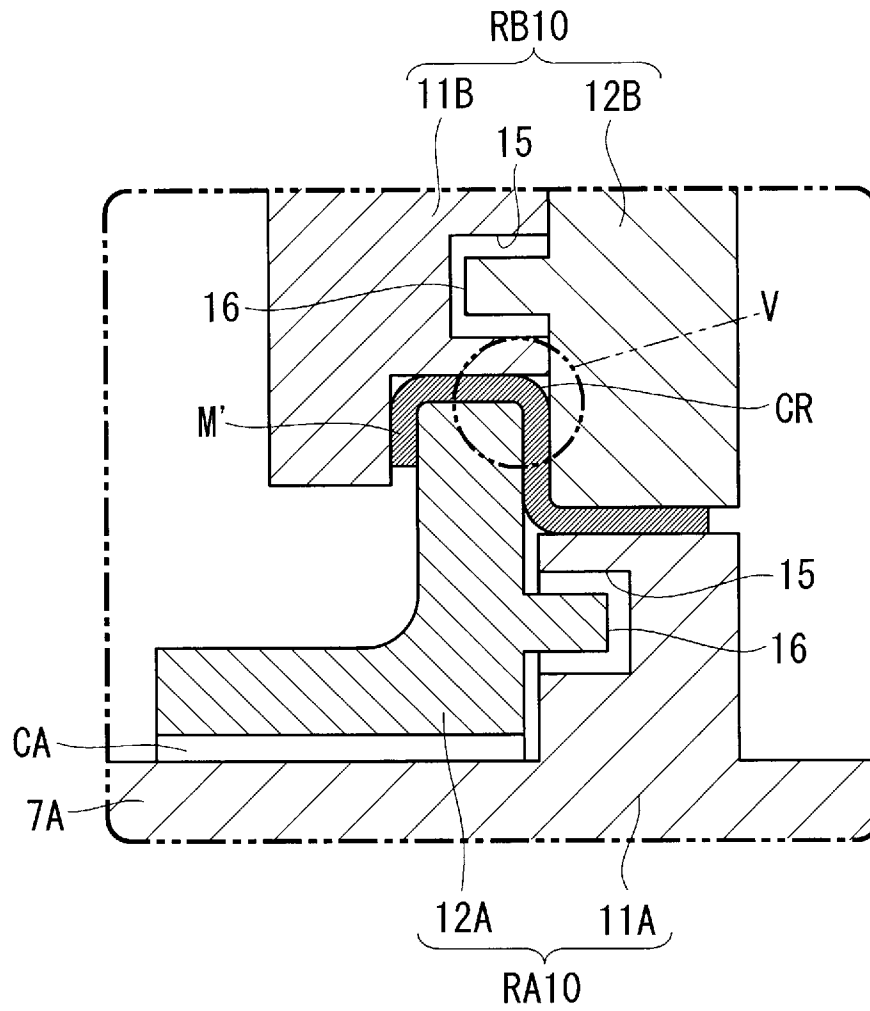
[図2A]



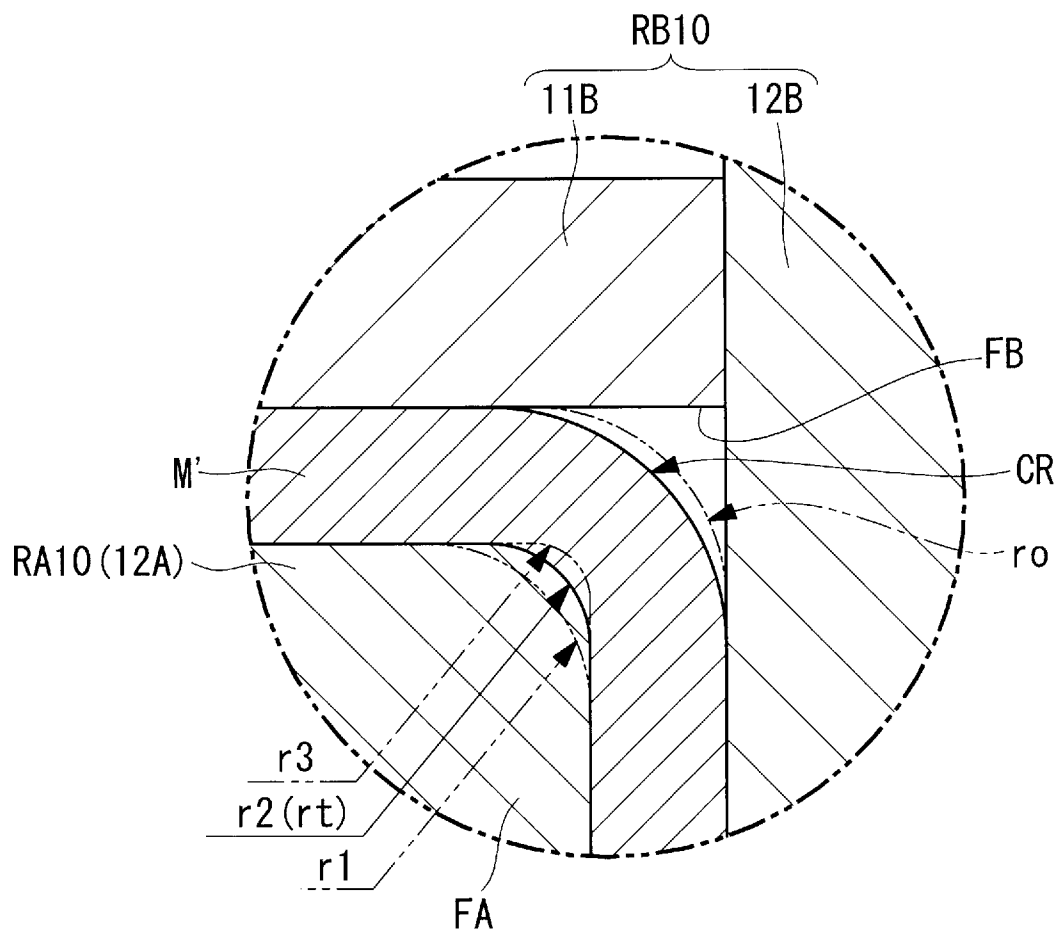
[図2B]



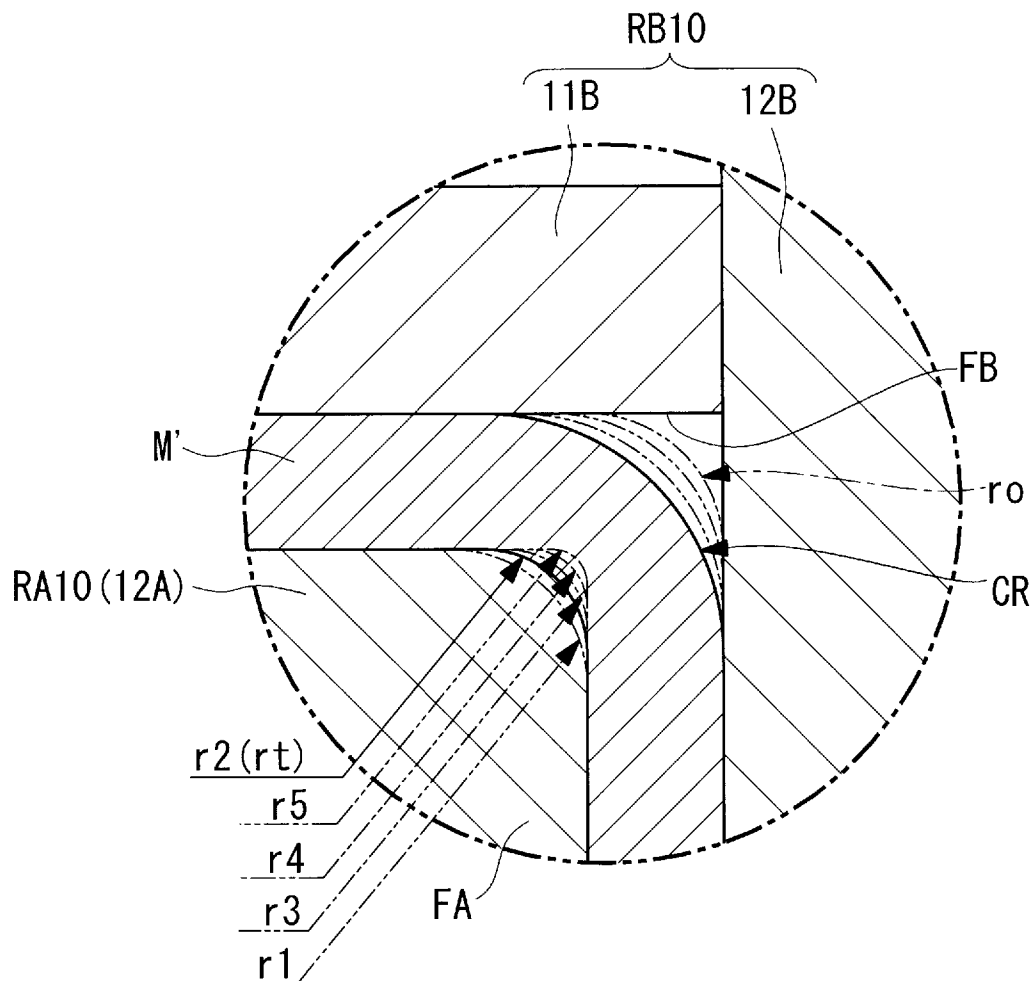
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072092

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 56-500682 A (The Yoder Co.), 21 May 1981 (21.05.1981), column 3, line 12 to column 21, line 22; fig. 1 to 11 & US 4286451 A column 1, line 57 to column 9, line 21; fig. 1 to 11 & WO 1980/002810 A1 & EP 21791 A1 & AU 6059880 A & CA 1147635 A	1-2, 5-6
X Y	JP 2000-263141 A (Sanko Metal Industrial Co., Ltd.), 26 September 2000 (26.09.2000), paragraphs [0014] to [0031]; fig. 1, 3, 7 (Family: none)	3-4 1-2, 5-6

☒ 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
11 October 2016 (11.10.16)

Date of mailing of the international search report
25 October 2016 (25.10.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072092

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 2-160134 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 June 1990 (20.06.1990), page 1, left column, line 17 to right column, line 8; fig. 3 (Family: none)	6
A	JP 9-99323 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 April 1997 (15.04.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2012-6083 A (Nakata Mfg. Co., Ltd.), 12 January 2012 (12.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 56-500682 A（ザ・ヨーダー・コンパニー）1981.05.21, 第3欄第12行—第21欄第22行, 第1—11図 & US 4286451 A, 第1欄第57行—第9欄第21行, 第1—11図 & WO 1980/002810 A1 & EP 21791 A1 & AU 6059880 A & CA 1147635 A	1-2, 5-6
X	JP 2000-263141 A（三晃金属工業株式会社）2000.09.26, 段落[0014]—[0031], 図1, 3, 7（ファミリーなし）	3-4
Y		1-2, 5-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

の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

11.10.2016

国際調査報告の発送日

25.10.2016

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）

石川 健一

3 P

3507

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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 2-160134 A (三菱重工業株式会社) 1990.06.20, 第1ページ左欄第17行ー右欄第8行, 第3図 (ファミリーなし)	6
A	JP 9-99323 A (三菱重工業株式会社) 1997.04.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2012-6083 A (株式会社中田製作所) 2012.01.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6