

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5717020号
(P5717020)

(45) 発行日 平成27年5月13日(2015.5.13)

(24) 登録日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(51) Int.Cl.		F 1			
B 2 3 C	3/00	(2006.01)	B 2 3 C	3/00	
B 2 3 C	5/10	(2006.01)	B 2 3 C	5/10	B

請求項の数 8 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2014-546230 (P2014-546230)
 (86) (22) 出願日 平成25年12月27日(2013.12.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/085271
 審査請求日 平成26年9月24日(2014.9.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-159912 (P2013-159912)
 (32) 優先日 平成25年7月31日(2013.7.31)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 309016913
 野田金型有限会社
 大阪府高石市高砂3丁目38番地
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 堀口 展男
 大阪府高石市高砂3丁目38番地 野田金
 型有限会社内

審査官 大川 登志男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エルボの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

仕上げ目標のエルボの中心線に沿って、粗形成されたエルボの第1の端面から第2の端面に向かう方向に、切削工具に含まれる略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記粗形成されたエルボを切削して前記仕上げ目標のエルボの内側側面を形成する切削ステップと、

前記仕上げ目標のエルボの中心線に沿って、前記粗形成されたエルボの第2の端面から第1の端面に向かう方向に、前記切削部を相対的に移動させる移動ステップと、を含み、
 前記切削部の直径は、前記仕上げ目標のエルボの内径と略同一である、

ことを特徴とするエルボの製造方法。

10

【請求項 2】

前記仕上げ目標のエルボの曲がり角は、略90度であることを特徴とする請求項1記載のエルボの製造方法。

【請求項 3】

前記切削ステップにおいて、前記切削部は、前記切削部から延伸する軸部に沿った方向に対して略20°の角度で、前記第1の端面への進入を開始することを特徴とする請求項2記載のエルボの製造方法。

【請求項 4】

前記エルボの製造方法は、更に、前記粗形成されたエルボをテーブルに固定するステップを含み、

20

前記切削ステップ及び前記移動ステップは、前記テーブルを回転させることにより行われることを特徴とする請求項 1 記載のエルボの製造方法。

【請求項 5】

前記切削工具は、前記切削部から延伸する軸部を含み、前記軸部の直径は、前記略球形の直径の 5 分の 1 乃至 5 分の 2 であることを特徴とする請求項 2 記載のエルボの製造方法。

【請求項 6】

前記切削工具は、前記切削部から延伸する軸部を含み、前記切削部は、前記軸部に沿った方向に互いにずれて配置する複数の切れ刃を有することを特徴とする請求項 1 記載のエルボの製造方法。

10

【請求項 7】

前記エルボの製造方法は、更に、

前記粗形成されたエルボの外側側面の外周に沿って、相対的に加工用チップを回転させて切削するとともに、前記第 1 の端面から前記第 2 の端面に向かう方向に前記粗形成されたエルボを移動させることにより、前記仕上げ目標のエルボの外側側面を形成する外側側面形成ステップを含む、

ことを特徴とする請求項 1 記載のエルボの製造方法。

【請求項 8】

前記エルボの製造方法は、更に、

前記粗形成されたエルボを回転テーブルに固定するステップを含み、

20

前記外側側面形成ステップにおける前記粗形成されたエルボの移動は、前記回転テーブルを回転させることにより、行われることを特徴とする請求項 7 記載のエルボの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エルボの製造方法、切削工具、及び、エルボに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、素材を削り出して形成するいわゆる削り出しエルボが知られている。しかしながら、当該削り出しエルボの製造過程において、より高度な加工を行うことができるいわゆる 5 軸の加工機等を用いたとしても、目標のエルボの内側側面に削り残しができる場合がある。そこで、例えば、下記特許文献 1 には、素材を粗加工して下穴をあけた後、円弧上の切れ刃を外周に有するサイドカッタを、目標のエルボの内側側面に沿って公転させ、螺旋状に移動させて切削することにより、削り残しのない削り出しエルボの製造方法が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 4 9 1 5 3 8 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、例えば、上記特許文献 1 においては、サイドカッタを螺旋状に移動させて切削することにより、目標のエルボの内側側面を形成することから、加工に時間を要する。

【0005】

上記課題に鑑みて、本発明は、削り残しがなく、かつ、より高速でより高精度のエルボの製造方法、エルボ、当該エルボの製造に用いる切削工具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】

50

【 0 0 0 6 】

(1) 本発明のエルボの製造方法は、仕上げ目標のエルボの中心線に沿って、粗形成されたエルボの第 1 の端面から第 2 の端面に向かう方向に、切削工具に含まれる略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記粗形成されたエルボを切削して前記仕上げ目標のエルボの内側側面を形成する切削ステップと、前記仕上げ目標のエルボの中心線に沿って、前記粗形成されたエルボの第 2 の端面から第 1 の端面に向かう方向に、前記切削部を相対的に移動させる移動ステップと、を含み、前記切削部の直径は、前記仕上げ目標のエルボの内径と略同一である、ことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

(2) 上記 (1) に記載のエルボの製造方法において、前記仕上げ目標のエルボの曲がり角は、略 9 0 度であることを特徴とする。

10

【 0 0 0 8 】

(3) 上記 (2) に記載のエルボの製造方法において、前記第 1 の切削ステップにおいて、前記切削部は、前記切削部から延伸する軸部に沿った方向に対して略 2 0 ° の角度で、前記第 1 の端面への進入を開始することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

(4) 上記 (1) に記載のエルボの製造方法は、更に、前記粗形成されたエルボをテーブルに固定するステップを含み、前記切削ステップ及び前記移動ステップは、前記テーブルを回転させることにより行われることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

20

(5) 上記 (2) に記載のエルボの製造方法において、前記切削工具は、前記切削部から延伸する軸部を含み、前記軸部の直径は、前記略球形状の直径の 5 分の 1 乃至 5 分の 2 であることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

(6) 上記 (1) に記載のエルボの製造方法において、前記切削工具は、前記切削部から延伸する軸部を含み、前記切削部は、前記軸部に沿った方向に互いにずれて配置する複数の切れ刃を有することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

(7) 上記 (1) に記載のエルボの製造方法は、更に、前記粗形成されたエルボの外側側面の外周に沿って、相対的に加工用チップを回転させて切削するとともに、前記第 1 の端面から前記第 2 の端面に向かう方向に前記粗形成されたエルボを移動させることにより、前記仕上げ目標のエルボの外側側面を形成する外側側面形成ステップを含む、ことを特徴とする。

30

【 0 0 1 3 】

(8) 上記 (7) に記載のエルボの製造方法は、更に、前記粗形成されたエルボを回転テーブルに固定するステップを含み、前記外側側面形成ステップにおける前記粗形成されたエルボの移動は、前記回転テーブルを回転させることにより、行われることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

(9) 本発明の切削工具は、略球形状の少なくとも一部で形成されるとともに、複数の切れ刃を含む切削部と、前記切削部から延伸する軸部と、を有することを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

(1 0) 上記 (9) に記載の切削工具において、前記切削部は、それぞれ、前記切削部の一端から延伸するように前記切削部の表面に沿ってリッジ状に形成されるとともに、側面に前記複数の切れ刃を含む、複数のリッジ部を有する、ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

(1 1) 上記 (9) に記載の切削工具において、前記軸部の直径は、前記略球形状の直径の 5 分の 1 乃至 5 分の 2 であることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

(1 2) 上記 (9) に記載の切削工具において、前記切削部は、前記略球形状から、前

50

記軸部と軸部と反対側に位置する部分を切り取られた形状を有することを特徴とする。

【0018】

(13) 上記(12)に記載の切削工具において、前記切削部は、更に、前記軸部と略垂直な方向に切り取られた形状を有することを特徴とする。

【0019】

(14) 上記(9)に記載の切削工具は、更に、前記軸部と接続される第1のベベルギアと、一端に前記第1のベベルギアと噛み合う第2のベベルギアを含む第1のシャフト部と、を含み、前記軸部と、前記第1のシャフトは所定の角度を有することを特徴とする。

【0020】

(15) 上記(14)に記載の切削工具は、前記第1のシャフト部は、他端に第3のベベルギアを含み、前記切削工具は、更に、前記第3のベベルギアと噛み合う第4のベベルギアを含む第2のシャフト部と、を含み、前記第1のシャフト部と、前記第2のシャフト部は、所定の角度を有することを特徴とする。

10

【0021】

(16) 上記(14)に記載の切削工具において、前記所定の角度は、略45°であることを特徴とする。

【0022】

(17) 上記(10)に記載の切削工具において、前記複数のリッジ部のうち隣接する複数のリッジ部の切れ刃は、回転方向に対して互いにずれて配置されることを特徴とする。

20

【0023】

(18) 上記(10)に記載の切削工具において、前記各リッジ部は、前記複数の切れ刃をそれぞれ着脱自在に格納する複数の格納部を有することを特徴とする。

【0024】

(19) 本発明の他のエルボの製造方法は、仕上げ目標のエルボの内側側面に沿って、素材の第1の端面から第2の端面に向かう方向に、切削工具の略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削する第1の切削ステップと、前記仕上げ目標のエルボの内側側面に沿って、前記素材の第2の端面から第1の端面に向かう方向に、前記切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削する第2の切削ステップと、を含むことを特徴とする。

30

【0025】

(20) 上記(19)に記載のエルボの製造方法において、前記第1の切削ステップ及び第2の切削ステップは、前記第1の端面の前記エルボの内側側面の円周に沿って前記素材を切削するように、前記素材に対し前記切削工具を相対的に移動させつつ行う、ことを特徴とする。

【0026】

(21) 上記(20)に記載のエルボの製造方法において、前記第1の切削ステップ及び前記第2の切削ステップは、前記切削工具の軸を移動させることにより、前記素材に対し前記切削工具を相対的に移動させつつ行う、ことを特徴とする。

【0027】

40

(22) 上記(20)に記載のエルボの製造方法において、前記第1の切削ステップ及び前記第2の切削ステップは、更に、前記素材を固定したテーブルを移動させることにより、前記素材に対し前記切削工具を移動させつつ行う、ことを特徴とする。

【0028】

(23) 上記(19)乃至(22)のいずれかに記載のエルボの製造方法において、前記第1の切削ステップ及び第2の切削ステップは、前記素材の第1の端面側から行った後、前記素材の第2の端面側から行うことを特徴とする。

【0029】

(24) 上記(19)乃至(23)のいずれかに記載のエルボの製造方法において、前記略球形状の直径は、前記仕上げ目標のエルボの内径よりも小さいことを特徴とする。

50

【 0 0 3 0 】

(2 5) 上記上記 (1 9) 乃至 (2 4) のいずれかに記載のエルボの製造方法において、前記切削部の直径は、前記仕上げ目標のエルボの内径の半分以上 4 分の 3 以下であることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

(2 6) 上記 (1 9) 乃至 (2 5) のいずれかに記載のエルボの製造方法において、前記エルボは曲がり角が略 9 0 ° であることを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

(2 7) 上記 (1 9) 乃至 (2 6) のいずれかに記載のエルボの製造方法において、前記エルボは曲がり角が略 1 8 0 ° であることを特徴とする。

10

【 0 0 3 3 】

(2 8) 上記 (1 9) に記載のエルボの製造方法において、前記略球形状の直径は、前記仕上げ目標のエルボの内径と同径であることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

(2 9) 本発明のエルボは、内側に軸心が所定の曲率で屈曲するとともに、断面が円形状の内側側面と、前記内側側面に沿って形成され、前記内側側面よりも直径が大きい外側側面と、を含み、前記内側側面は、前記曲率の内側の表面と前記曲率の外側の表面の平坦度が同一である、ことを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

(3 0) 上記 (2 9) 記載のエルボにおいて、前記内側側面は、表面全体の平坦度が同一であることを特徴とする。

20

【 0 0 3 6 】

(3 1) 上記 (2 9) 記載のエルボにおいて、前記内側側面は、前記エルボの中心線に沿って、粗形成されたエルボの第 1 の端面から第 2 の端面に向かう方向に、切削工具に含まれる前記エルボの内径と直径が略同一である略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記粗形成されたエルボの内側側面を切削することにより形成されていることを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

(3 2) 上記 (2 9) 記載のエルボにおいて、前記内側側面は、前記エルボの内側側面に沿って、素材の第 1 の端面から第 2 の端面に向かう方向に、切削工具の略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削することにより、形成されていることを特徴とする。

30

【 0 0 3 8 】

(3 3) 上記 (3 2) 記載のエルボにおいて、前記内側側面は、更に、前記素材の第 2 の端面から第 1 の端面に向かう方向に、前記切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削することにより、形成されていることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

(3 4) 本発明の他のエルボの製造方法は、仕上げ目標のエルボの内側側面の略中央部に下穴を形成するステップと、前記仕上げ目標のエルボの内側側面に沿った方向であり、かつ、素材の第 1 の端面から第 2 の端面に向かう方向に、サイドカッタを相対的に移動させて、前記素材を切削する第 1 の切削ステップと、前記仕上げ目標のエルボの内側側面に沿った方向であり、かつ、前記素材の第 2 の端面から第 1 の端面に向かう方向に、前記サイドカッタを相対的に移動させて、前記素材を切削する第 2 の切削ステップと、を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 4 0 】

(3 5) 上記 (3 4) に記載のエルボの製造方法において、前記第 1 の切削ステップ及び第 2 の切削ステップは、前記仕上げ目標のエルボの第 1 または第 2 の端面に形成される内側側面の円周に沿って前記素材を切削するように、前記素材に対し前記サイドカッタを相対的に移動させつつ行う、ことを特徴とする。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 4 1 】

【図 1】第 1 の実施形態における回転切削工具の一例を示す図である。

【図 2 A】第 1 の実施形態におけるエルボの素材について説明するための図である。

【図 2 B】第 1 の実施形態におけるエルボの素材について説明するための図である。

【図 3 A】第 1 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 3 B】第 1 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 4】第 1 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 5 A】第 1 の実施の形態におけるエルボの一例を示す図である。

【図 5 B】第 1 の実施の形態におけるエルボの一例を示す図である。

【図 5 C】第 1 の実施の形態におけるエルボの一例を示す図である。

10

【図 6 A】第 2 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 6 B】第 2 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 6 C】第 2 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 6 D】第 2 の実施形態におけるエルボの製造方法について説明するための図である。

【図 7 A】第 2 の実施形態におけるサイドカッタの一例を示す図である。

【図 7 B】第 2 の実施形態におけるサイドカッタの一例を示す図である。

【図 8 A】第 1 または第 2 の実施形態におけるエルボの他の一例を示す図である。

【図 8 B】第 1 または第 2 の実施形態におけるエルボの他の一例を示す図である。

【図 9】第 1 または第 2 の実施形態におけるエルボの他の一例を示す図である。

【図 1 0】第 1 または第 2 の実施形態におけるエルボの他の一例を示す図である。

20

【図 1 1】内側の断面が真円形状を確保できていないエルボや曲げパイプの内側側面の断面を真円形状にするために用いる場合について説明するための図である。

【図 1 2】内側の断面が真円形状を確保できていないエルボや曲げパイプの内側側面の断面を真円形状にするために用いる場合について説明するための図である。

【図 1 3 A】第 3 の実施形態における切削工具の一例を示す図である。

【図 1 3 B】第 3 の実施形態における切削工具の他の一例を示す図である。

【図 1 4】エルボの固定についての治具の一例を示す図である。

【図 1 5 A】エルボのテーブルへの固定について説明するための図である。

【図 1 5 B】エルボのテーブルへの固定について説明するための図である。

【図 1 6 A】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

30

【図 1 6 B】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

【図 1 6 C】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

【図 1 7】第 3 の実施形態との比較例を示す図である。

【図 1 8】外形加工用工具について説明するための図である。

【図 1 9 A】エルボの外側側面の形成について説明するための図である。

【図 1 9 B】エルボの外側側面の形成について説明するための図である。

【図 1 9 C】エルボの外側側面の形成について説明するための図である。

【図 1 9 D】エルボの外側側面の形成について説明するための図である。

【図 2 0】第 4 の実施形態における切削工具の概要を示す図である。

【図 2 1 A】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

40

【図 2 1 B】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

【図 2 1 C】第 3 の実施形態におけるエルボの製造方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 2 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、図面については、同一又は同等の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【 0 0 4 3 】

〔 第 1 の実施形態 〕

まず、本実施の形態におけるエルボの製造方法で使用する回転切削工具の一例について説明する。図 1 に示すように、本実施の形態におけるボールエンドミル 1 0 0 は、略球形

50

状の切削部 101、及び、当該切削部 101 にかから延伸するように形成された軸部 102 と、を含む。

【0044】

略球形状の切削部 101 は、切削部 101 の一端から延伸するように、略球形状の切削部 101 の表面に沿って形成されたリッジ状のリッジ部 103 を複数含む。具体的には、例えば、複数のリッジ部 103 は、図 1 の上面からみて、切削部 101 の表面に沿って放射状に角度を有して広がるように、配置される。

【0045】

また、各リッジ部 103 の側面には、複数の切れ刃 104 が配置される。具体的には、例えば、各リッジ部 103 の側面には、複数の切れ刃 104 が略等間隔で並んで配置される。また、各リッジ部 103 は、例えば、側面に複数の切れ刃 104 をそれぞれ着脱自在に取り付け可能な格納部 105 を含み、切れ刃 104 は格納部 105 に取り付けられる。なお、例えば、各切れ刃 104 は、例えばボルトやネジ等を用いて、格納部 105 に取り付けられる。また、切れ刃 104 の材料としては、例えば、タングステンカーバイドを用いる。

10

【0046】

また、隣接するリッジ部 103 の切れ刃 104 は、回転方向 106 に対して、互いにずれるように配置する。つまり、例えば、隣接する 2 のリッジ部 103 において、一方のリッジ部 103 (第 1 のリッジ部) の格納部 105 の位置は、他方のリッジ部 103 (第 2 のリッジ部) の格納部 105 の位置と軸と平行な方向からみてずれて配置する。これにより、第 1 のリッジ部 103 には略等間隔に切れ刃 104 が配置されていることから、第 1 のリッジ部 103 に取り付けられた切れ刃 104 では、素材を切削されない部分が生じるが、当該切削できない部分は、第 2 のリッジ部 103 の取り付けられた切れ刃 104 によって、切削される。なお、複数のリッジ部 103 や切れ刃 104 を含む切削部 101 のサイズは、目標のエルボの内径の半分以上 4 分の 3 以下であることが望ましい。

20

【0047】

軸部 102 は、切削部 101 から延伸するように配置される。ここで、軸部 102 の直径は、切削部 101 の直径よりも小さい。これにより、後述するように、目標のエルボの内側側面に沿って、ボールエンドミル 100 を移動させる場合において、軸部 102 とエルボの内側側面との干渉を抑制することができる。

30

【0048】

なお、図 1 に示したボールエンドミル 100 は、一例であって、切削部 101 の径や軸部 102 の直径や長さ等は、目標のエルボの曲がり角やサイズ、当該ボールエンドミル 100 を用いる加工機等に応じて、調整される。また、リッジ部 103 の数、球形状の切削部 101 に対するリッジ部 103 の弧の角度等も必要に応じて変更することはいうまでもない。

【0049】

次に、本実施の形態におけるエルボの素材について説明する。ここで、素材 201 は、例えば、図 2 A 及び図 2 B に示すような、ブロック状の形状を有する。なお、図 2 A 及び図 2 B においては、理解の容易化のため、素材 201 を半分に切断した断面の図を示すとともに、目標のエルボ 200 を実線で示すとともに、そのエルボ 200 の中央線を一点鎖線で示す。また、図 2 A 及び図 2 B においては、一例として曲がり角が 90° のエルボ 200 の素材 201 を示すが、その他の曲がり角のエルボ 200 を製造する場合には、当該曲がり角に応じた形状の素材 201 を用いる。

40

【0050】

図 2 A 及び図 2 B からわかるように目標のエルボ 200 は、素材 201 から目標のエルボ 200 となる部分を切削することにより製造される。また、素材 201 の材料としては、例えば、ステンレス鋼、地帯系材料、ニッケル基耐熱合金、などのいわゆる難削材を用いる。

【0051】

50

次に、当該エルボ 200 の製造方法について説明する。まず、図 3 A 及び図 3 B に示すように、素材 201 を加工機のテーブル（図示なし）に対して設置する。そして、ボールエンドミル 100 の軸部 102 が、素材 201 の第 1 の端面 203 と略垂直になるようにボールエンドミル 100 を設置する。なお、図 3 A 及び図 3 B においては、図 1 に示したリッジ部 103 については、図示を省略する。

【0052】

次に、目標のエルボ 200 の内側側面 204 に沿って、素材 201 の第 1 の端面 203 から第 2 の端面 205 に向かう方向に、ボールエンドミル 100 の切削部 101 を相対的に移動させて、素材 201 を切削する（第 1 の切削）。具体的には、例えば、図 3 A に示した場合、矢印 301 の方向に切削部を移動させて、素材 201 を切削する。ここで、軸部 102 が素材 201 に干渉しないように、素材 201 に対するボールエンドミル 100 の軸部 102 の方向を調整する。

10

【0053】

ここで、当該調整は、例えば、ボールエンドミル 100 を、3 軸を用いて移動させるようにして行ってもよいし、当該 3 軸に加えてテーブルを、2 軸を用いて移動させるように構成してもよい。なお、3 軸とは、例えば、x、y、z 軸の 3 次元に相当し、2 軸とは、例えば、x 軸、y 軸の 2 次元に相当する。

【0054】

次に、目標のエルボ 200 の内側側面 204 にそって、第 2 の端面 205 から第 1 の端面 203 に向かう方向に、ボールエンドミル 100 の切削部を相対的に移動させて、素材 201 を切削する（第 2 の切削）。具体的には、例えば、図 3 B に示した場合、矢印 302 の方向に切削部 101 を移動させて、素材 201 を切削する。ここで、第 1 の切削と同様に、軸部 102 が素材 201 に干渉しないように、素材 201 に対するボールエンドミル 100 の軸部 102 の方向を調整する。つまり、第 1 の切削及び第 2 の切削は、切削部 101 を目標のエルボ 200 の内側側面 204 に沿って往復させることにより行う。

20

【0055】

ここで、上記第 1 の切削及び第 2 の切削は、目標のエルボ 200 の第 1 の端面 203 または第 2 の端面 205 である円周に沿って素材 201 を切削するように、素材 201 に対してボールエンドミル 100 を相対的に移動させつつ行う。

【0056】

具体的には、例えば、図 4 に示すように、目標のエルボ 200 の内側側面 204 で表される第 1 の端面 203 の円周 401 に沿った方向 402 に、ボールエンドミル 100 を相対的に移動させつつ、第 1 及び第 2 の切削を行う。つまり、第 1 の切削において、ボールエンドミル 100 が上記円周 401 の方向 402 に移動することから、第 1 の端面 203 付近においては、第 1 の端面 203 に垂直な方向に対して斜めに穴が形成される。また、第 2 の切削においては、ボールエンドミル 100 が上記円周 401 方向に移動することから、第 1 の端面 203 付近においては、第 1 の端面 203 に垂直な方向に対して斜めに穴が形成される。言い換えれば、ボールエンドミル 100 を上記円周方向 402 に公転させつつ、第 1 及び第 2 の切削を行う。ここで、図 4 に示すように、切削部 101 の自転方向 404 と、ボールエンドミル 100 の回転方向 402 は、互いに逆向きであることが好ましい。

30

40

【0057】

なお、図 4 においては、理解の容易化のため、第 1 の切削におけるボールエンドミル 100 の素材 201 への進入位置の一例を実線 403 で示すとともに、当該第 1 の切削後の第 2 の切削におけるボールエンドミル 100 の素材 201 から出てくる位置の一例を破線 405 で示す。

【0058】

上記第 1 の切削及び第 2 の切削を第 1 の端面 203 側から上記円周 401 の方向 402 に沿って、第 1 の端面 203 側からの目標のエルボ 200 の内側側面 204 が形成されるまで繰り返し行う。

50

【 0 0 5 9 】

次に、ボールエンドミル 1 0 0 に軸部 1 0 2 が第 2 の端面 2 0 5 と略垂直になるように設置する。具体的には、例えば、テーブルを回転させて、ボールエンドミル 1 0 0 の軸部 1 0 2 が第 2 の端面 2 0 5 と略垂直になるように設置する。次に上記と同様第 1 の切削及び第 2 の切削を、ボールエンドミル 1 0 0 を上記円周方向に公転させつつ繰り返し行う。これにより、例えば、第 1 の端面 2 0 3 側からの切削において軸部 1 0 2 と素材 2 0 1 とが干渉等することにより切削できなかった第 2 の端面 2 0 5 側に生じる削り残しを切削し、エルボ 2 0 0 の内側側面 2 0 4 の全体を形成することができる。

【 0 0 6 0 】

次に、目標のエルボ 2 0 0 の外側側面 2 0 6 を形成する。これにより、目標のエルボ 2 0 0 が形成される。なお、当該外側側面 2 0 6 の形成は、上記と同様に第 1 の切削及び第 2 の切削を用いて行うように構成してもよいし、後述するミーリングカッタやサイドカッタを用いて形成してもよい。

10

【 0 0 6 1 】

更に、上記においては、第 1 または第 2 の切削の両者において、上記円周方向 4 0 2 にボールエンドミル 1 0 0 を公転させる場合について説明したが、第 1 または第 2 の切削においては、上記円周 4 0 2 方向の移動は行わず、第 1 の切削を行った後、ボールエンドミル 1 0 0 を円周方向 4 0 2 に沿って移動し、その後第 2 の切削を行うように構成してもよい。また、第 1 または第 2 の切削の一方においてのみ、上記円周方向 4 0 2 の移動を行うように構成してもよい。

20

【 0 0 6 2 】

次に、本実施の形態におけるエルボ 2 0 0 の一例について説明する。図 5 A、図 5 B、図 5 C は、本実施の形態における製造方法により製造されたエルボ 2 0 0 の一例を示す図である。具体的には、一例として、図 5 A は、エルボの斜視図を示し、図 5 B は、図 5 A に示したエルボの断面を示し、図 5 C は、図 5 A に示したエルボの平面図を示す。なお、図 5 C は、説明の簡略化のため、エルボ 2 0 0 を半分に切断した場合の平面図を示す。

【 0 0 6 3 】

図 5 A、図 5 B、図 5 C に示すように、エルボ 2 0 0 は、軸心が所定の曲率で屈曲するとともに、断面が円形状の内側側面 2 0 4、及び、前記内側側面 2 0 4 に沿って内側側面 2 0 4 から外側に所定の距離を有する外側側面 2 0 6 を有する。また、内側側面 2 0 4 は、エルボ 2 0 0 の曲率の内側の表面 5 0 1 と曲率の外側の表面 5 0 2 の平坦度が異なることはなく、内側側面 2 0 4 の全表面において、略同一の平坦度を有する。

30

【 0 0 6 4 】

なお、図 5 A、図 5 B、図 5 C においては、一例として、曲がり角が 9 0 ° でかつ、断面において円形状で、所定の管厚を有するエルボ 2 0 0 を示しているが本実施の形態におけるエルボ 2 0 0 は、これに限られず、例えば、1 8 0 ° の曲がり角を有するように構成してもよいし、異なる管厚を有するように構成してもよい。なお、本実施の形態によれば、約 2 0 0 ° の曲がり角を有するエルボ 2 0 0 まで製造することができる。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態によれば、削り残しがなく、また、より高速でより高精度のエルボの製造方法、エルボ、当該エルボの製造に用いるボールエンドミルを提供することができる。

40

【 0 0 6 6 】

例えば、上記従来技術においては、サイドカッタはカッタの側面方向を切削することから、目標のエルボの内側側面に沿って螺旋状にサイドカッタを移動させているが、本実施の形態によれば、目標の内側側面 2 0 4 に沿って直接エルボ 2 0 0 の内側端面 2 0 4 に沿ってボールエンドミル 1 0 0 を用いて切削することにより、より高速にエルボ 2 0 0 を製造することができる。また、素材に 2 0 1 に下穴の形成を行わずに、エルボ 2 0 0 の内側側面 2 0 4 を形成できることから、下穴の形成を行わない場合には、下穴の形成時間を省略することもできる。

【 0 0 6 7 】

50

また、例えば、上記従来技術においては、サイドカッタを螺旋状に移動させて目標のエルボの内側側面 204 を形成する際の螺旋移動のピッチが異なることから、エルボ 200 の曲がり角に対する内側側面 204 の内側と外側とで平坦度が異なるが、本実施の形態によれば、目標の内側側面 204 に沿って第 1 及び第 2 の切削を行うことにより、エルボ 200 の曲率の内側の表面と曲率の外側の表面とでその平坦度が異なることがなく、平坦度を内側側面 204 の全表面で略同一とすることができる。

【0068】

本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態で示した構成と実質的に同一の構成、同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。

10

【0069】

例えば、上記においては第 2 の端面 205 側からの第 1 及び第 2 の切削を行う場合について説明したが、第 1 の端面 203 側からの切削により削り残しが生じない場合、つまり、エルボ 200 の内側側面 204 全体を形成できる場合には、第 2 の端面 205 側からの第 1 及び第 2 の切削を省略することができる。具体的には、例えば、目標のエルボ 200 の曲がり角が 15° の場合等、曲がり角が小さい場合には、第 2 の端面 205 側からの切削を省略することができる。

【0070】

また、上記においては下穴を形成しない場合について説明したが、目標のエルボ 200 の内側側面 204 の略中央に下穴をあけた後、上記第 1 の第 1 の切削及び第 2 の切削を行うようにしてもよい。この場合の下穴は、例えば、ボールエンドミル 100 を用いて形成してもよいし、後述する通常のミーリングカッタを用いてもよい。

20

【0071】

更に、上記においては、内側側面 204 を形成した後、外側側面 206 を形成する場合について説明したが、逆に、外側側面 206 を形成した後、内側側面 204 を形成してもよい。また、第 1 の切削及び第 2 の切削後に仕上げ用の異なる切削部 101 を用いて、内側側面 204 の仕上げ加工を行うように構成してもよい。

【0072】

[第 2 の実施形態]

本実施の形態においては、上記ボールエンドミル 100 に代えて、主に、サイドカッタを用いて上記第 1 の切削及び第 2 の切削を行う点が上記第 1 の実施の形態と異なる。なお、下記においては上記第 1 の実施形態と同様である点については説明を省略する。

30

【0073】

図 6 A 乃至図 6 D は本実施の形態におけるエルボ 200 の製造方法について説明するための図である。本実施の形態においては、図 6 A に示すように、まず、素材 201 を加工機のテーブル（図示なし）に対して設置する。また、ミーリングカッタ 601 に軸部 602 が第 1 の端面 203 と略垂直になるように設置する。ここで、例えば、ミーリングカッタ 601 は、正面フライスであって、円弧上に切れ刃を複数有し、当該円弧に垂直な方向に切削することができるが、当該ミーリングカッタ 601 の詳細な構成については周知であることから説明を省略する。

40

【0074】

次に、図 6 B に示すように、ミーリングカッタ 601 を用いて、第 1 の端面 203 から下穴 603 を形成する。具体的には、ミーリングカッタ 601 の位置をかえつつ、ミーリングカッタ 601 の軸方向に移動させて下穴 603 を形成する。当該下穴 603 の外形は、後述するサイドカッタの円弧上のカッタ切削部が挿入できるように、当該サイドカッタのカッタ切削部よりも外形より大きい。なお、図 6 B に示した下穴 603 の形状・位置は一例であって、サイドカッタの円弧上のカッタ切削部が挿入できれば異なる形状・位置であってもよい。

【0075】

次に、同様に、例えば、図 6 C に示すように、ミーリングカッタ 601 に軸部 602 が

50

第2の端面205と略垂直になるように設置して、図6Dに示すように、第2の端面205側からも下穴603を形成する。

【0076】

次に、上記第1の実施の形態と同様に、目標のエルボ200の内側側面204に沿って、第1の端面203から第2の端面205に向かう方向に、サイドカッタ700の切削部101を相対的に移動させて、素材201を切削する（第1の切削）する。

【0077】

ここで、当該サイドカッタ700は、例えば、図7Aに示すように、円形状のカッタ切削部701の外周に切れ刃702を複数有する。また、当該カッタ切削部701には、カッタ切削部701が取り付けられるアーバ703が切削時に素材201と干渉しないように、所定の長さ及び直径のアーバ703が用いられる。なお、切れ刃702が交換可能に取り付けられるように構成してもよい。

10

【0078】

次に、目標のエルボ200の内側側面204にそって、第2の端面205から第1の端面203に向かう方向に、サイドカッタ700の切削部101を相対的に移動させて、素材201を切削する（第2の切削）。ここで、本実施の形態においては、ボールエンドミル100に代えて、サイドカッタ700を用いる点が上記実施の形態と異なる。その他の点は上記実施の形態と同様であるので、説明を省略する。

【0079】

本実施の形態によれば、上記実施の形態と同様に、削り残しがなく、また、より高速でより高精度のエルボの製造方法及びエルボを提供することができる。例えば、上記従来技術においては、サイドカッタはカッタの側面方向を切削することから、目標のエルボの内側側面に沿って螺旋状にサイドカッタを移動させているが、本実施の形態によれば、目標の内側側面204に沿ってエルボ200の内側端面204に沿って切削することにより、より高速にエルボ200を製造することができる。

20

【0080】

また、例えば、上記従来技術においては、サイドカッタを螺旋状に移動させて目標のエルボの内側側面204を形成する際の当該螺旋移動のピッチが異なることから、エルボ200の曲がり角に対する内側側面204の内側と外側とで平坦度が異なるが、本実施の形態によれば、目標の内側側面204に沿って第1及び第2の切削を行うことにより、エルボ200の曲率の内側の表面と曲率の外側の表面とでその平坦度が異なることがなく、平坦度を内側側面204の全表面で略同一とすることができる。

30

【0081】

[第3の実施形態]

本実施の形態においては、主に、複数のリッジ部103や切れ刃104を含む切削部101のサイズが目標のエルボ200の内径と同じである点が、上記第1の実施の形態と異なる。なお、下記においては、上記第1の実施形態と同様である点については説明を省略する。

【0082】

まず、本実施の形態におけるエルボ200の製造方法で使用する回転切削工具の一例について説明する。上記第1の実施形態と同様に、図1に示すように、本実施の形態におけるボールエンドミル100は、略球形状の切削部101、及び、当該切削部101から延伸するように形成された軸部102と、を含む。しかしながら、本実施の形態においては、複数のリッジ部103や切れ刃104を含む切削部101のサイズが、目標のエルボ200の内径と同径である。なお、例えば、当該サイズの相違に基づき、リッジ部103の数や切れ刃104の数が異なるように構成してもよい。

40

【0083】

次に、本実施の形態における当該エルボ200の製造方法について説明する。本実施の形態においては、上記第1の実施形態と同様に、素材201を加工機のテーブル（図示なし）に対して設置する。そして、ボールエンドミル100の軸部102が、素材201の

50

第 1 の端面 2 0 3 と略垂直になるようにボールエンドミル 1 0 0 を設置する。

【 0 0 8 4 】

次に、目標のエルボ 2 0 0 の内側側面 2 0 4 に沿って、素材 2 0 1 の第 1 の端面 2 0 3 から第 2 の端面 2 0 5 に向かう方向に、ボールエンドミル 1 0 0 の切削部 1 0 1 を相対的に移動させて、素材 2 0 1 を切削する（第 1 の切削）。次に、目標のエルボ 2 0 0 の内側側面 2 0 4 に沿って、第 2 の端面 2 0 5 から第 1 の端面 2 0 3 に向かう方向に、ボールエンドミル 1 0 0 の切削部を相対的に移動させて、素材 2 0 1 を切削する（第 2 の切削）。

【 0 0 8 5 】

ここで、上記第 1 の実施の形態においては、上記のように切削部 1 0 1 のサイズは、目標のエルボ 2 0 0 の内径よりも小さいことから、内側側面 2 0 4 の一部を切削できるのみであったが、本実施の形態においては、上記のように切削部 1 0 1 のサイズは、目標のエルボの内径と同径であることから、1 回の第 1 の切削及び第 2 の切削で第 1 の端面 2 0 3 側からの内側側面 2 0 4 の断面の全表面を切削することができる。つまり、第 1 及び第 2 の切削において、第 1 の端面 2 0 3 側からの内側側面 2 0 4 を仕上げるることができる。

10

【 0 0 8 6 】

次に、上記第 1 の実施形態と同様に、ボールエンドミル 1 0 0 に軸部 1 0 2 が第 2 の端面 2 0 5 と略垂直になるように設置し、例えば、テーブルを回転させて、ボールエンドミル 1 0 0 の軸部 1 0 2 が第 2 の端面 2 0 5 と略垂直になるように設置する。次に上記と同様第 1 の切削及び第 2 の切削を行う。

【 0 0 8 7 】

20

ここで、上記と同様に、本実施の形態においては、切削部 1 0 1 のサイズが目標のエルボの内径と同径であることから、1 回の第 1 の切削及び第 2 の切削で第 2 の端面 2 0 5 側からの内側側面 2 0 4 の断面の全表面を切削することができる。つまり、第 1 及び第 2 の切削において、第 2 の端面 2 0 5 側からの内側側面 2 0 4 を仕上げるることができる。

【 0 0 8 8 】

次に、目標のエルボ 2 0 0 の外側側面 2 0 6 を形成する。これにより、目標のエルボ 2 0 0 が形成される。

【 0 0 8 9 】

本実施の形態によれば、1 回の第 1 の切削及び第 2 の切削により、第 1 の端面 2 0 3 側からの内側側面 2 0 4 の全表面を切削できるとともに、同様に、1 回の第 1 の切削及び第 2 の切削により、第 2 の端面 2 0 5 側からの内側側面 2 0 4 の全表面を切削することができる。これにより、目標エルボ 2 0 0 の製造時間を更に大幅に短縮することができる。なお、上記においては、第 2 の端面 2 0 5 側からの第 1 及び第 2 の切削を行う場合について説明したが、例えば、エルボ 2 0 0 の曲がり角が小さい場合等、第 1 の端面 2 0 3 側からの切削によりエルボ 2 0 0 の内側側面 2 0 4 全体を形成できる場合には、第 2 の端面 2 0 5 側からの第 1 及び第 2 の切削を省略することができる。この場合は、更に、製造時間を短縮できる。

30

【 0 0 9 0 】

また、上記第 1 の実施形態と異なり、第 1 の切削及び第 2 の切削において、ボールエンドミル 1 0 0 をエルボ 2 0 0 の円形状の内側側面の方向に沿って移動させる必要もないことから、ボールエンドミル 1 0 0 の移動制御の複雑化及び加工機の複雑化を避けることもできる。

40

【 0 0 9 1 】

更に、上記第 1 及び第 2 の実施形態と同様に、本実施の形態によれば、削り残しがなく、また、より高速でより高精度のエルボの製造方法及びエルボを提供することができる。また、エルボ 2 0 0 の曲率の内側の表面と曲率の外側の表面とでその平坦度が異なることなく、平坦度を内側側面 2 0 4 の全表面で略同一とすることができる。

【 0 0 9 2 】

本発明は、上記第 1 乃至第 3 の実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記第 1 乃至第 3 の実施の形態で示した構成と実質的に同一の構成、

50

同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。

【 0 0 9 3 】

例えば、上記第 1 乃至第 3 の実施の形態においては、主に曲がり角 90° のエルボについて説明したが、異なる曲がり角、例えば、180° であってもよい。また、例えば、上記第 1 乃至第 3 の実施形態においては、一例として、管厚が一定のエルボ 200 の製造方法について説明したが、例えば、図 8 A 及び図 8 B に示すように、エルボ 200 の内側側面 204 の中心 801 を外側側面 206 の中心 802 に対して偏心させてもよい。この場合、例えば、エルボ 200 の曲がり角の外側のエルボ 200 の管厚を内側の管厚よりも大きくした場合、エルボ 200 の曲がり角の外側の強度を内側の強度に比べて強くすることができる。

10

【 0 0 9 4 】

また、エルボ 200 の形状については、例えば、図 9 A 及び図 9 B に示すようにエルボ 200 の第 1 及び第 2 の端面 203、205 に、直線形状となる直線部 901 を有するように構成してもよいし、第 1 または第 2 の端面 203、205 の一方に当該直線部 901 を有するように構成してもよい。更に、図 10 に示すようにエルボ 200 の第 1 及び第 2 の端面 203、205 に、フランジ 902 を一体的に有するように構成してもよい。

【 0 0 9 5 】

更に、上記第 1 及び第 3 の実施の形態は、内側の断面が真円形状を確保できていないエルボや曲げパイプの内側側面を真円形状にするために用いることもできる。

20

【 0 0 9 6 】

例えば、図 11 に示すように、上記のようなエルボ 200 の内側の断面が真円形状を確保できていないエルボや曲げパイプにおいては、理想的な内側側面の寸法（仕上がり寸法 111）に比べて削り残し部分や曲げ工程による変形による取り代部分（以下「削りのこし部分 112」という）が存在する。

【 0 0 9 7 】

ここで、当該削り残し部分 112 が理想的な側面（仕上がり寸法 111）に対し所定の厚さ以上である場合には、例えば上記のような円盤状の切削部 701 を用いた場合には、一般にその切れ刃 702 が小さいことから、切削できる範囲が限定され、当該エルボや曲げパイプの断面を真円形状にすることができない。具体的には、例えば、図 11 に示したように、削り残し部分 112 が厚い場合において、削り残し部分 112 の内側からエルボの内側径よりも小さい径の当該円盤状の切削部 701 を用いて切削した場合、削り残し部分 112 の内側の一点鎖線で示した部分までは切削できるが仕上がり寸法 111 まで切削することができない。また、例えば、図 12 に示すように、エルボの内側と同径の円盤状の切削部 701 を用いた場合、切れ刃 702 のサイズにより切削可能な範囲は、図 12 の一点鎖線の範囲に限られる。したがって、削り残し部分 112 が当該一点鎖線よりも厚い部分を有する場合には、削り残し部分 112 を除去することができない。

30

【 0 0 9 8 】

しかしながら、上記第 1 または第 3 の実施形態のような球形状の切削部 101 を有するボールエンドミル 101 を用いれば、仕上がり寸法 111 まで切削することができる。

40

【 0 0 9 9 】

上記のように、第 1 及び第 3 の実施の形態は、上記のようにエルボの内側の断面が真円形状を確保できていないエルボや曲げパイプの内側側面を真円形状にするために用いることもできる。なお、特許請求の範囲におけるエルボは、例えば、上記エルボや曲げパイプも含む。

【 0 1 0 0 】

[第 4 の実施形態]

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。本実施の形態においては、切削部 101 の形状が第 1 の実施形態と異なる。本実施の形態においては、切削部 101 の略球形状の部分の直径が仕上げ目標のエルボの内径と同径であり、主に、粗形成されたエルボ 1

50

50の第1の端面から第2の端面に向かう方向への切削部の相対的移動により、仕上げ目標のエルボの内側側面を形成する点が異なる。なお、下記においては、上記第1乃至第3の実施形態と同様である部分については説明を省略する。なお、本実施の形態においては、例えば、素材201として、粗形成されたエルボ150を用いる。ここで、粗形成されたエルボ150とは、例えば、上記エルボの内側の断面が真円形状を確保できていないエルボ等に相当する。

【0101】

まず、本実施の形態におけるエルボの製造方法で使用する切削工具131の一例について説明する。

【0102】

図13A及び図13Bは、本実施の形態における切削工具の一例について説明するための図である。具体的には、図13A及び図13Bは、曲げ角が90°のいわゆる90°エルボの製造方法で使用する切削工具131の概要の一例を示す図である。

【0103】

図13Aに示すように、本実施の形態における切削工具131は、軸部132と、切削部133を含む。そして、切削部133は、略球形状の少なくとも一部で形成されるとともに複数の切れ刃134を含む。

【0104】

具体的には、例えば、図13Aに示すように、切削部133は、軸部132と接続される部分と、軸部132と反対側に位置する部分とに略球形状の一部が切り取られた部分を有する。より具体的には、例えば、略球形状の直径と、切り取った部分の比は約5:1とする。つまり、例えば、略球形状の直径を50とした場合、略球形状の少なくとも一部で形成される切削部133の軸部132に沿った方向の長さは40とする。なお、図13A及び図13Bにおいては、理解の容易化のため、上記略球形状を点線で示す。

【0105】

また、図13Aに示すように、切削部133の表面の一部には、切れ刃134を配置する。具体的には、例えば、図13Aの右側と左側に、例えば、6枚の切れ刃134を配置する。なお、当該切れ刃134の枚数や位置は一例であって、本実施の形態はこれに限定されるものではない。例えば、第1の実施形態と同様に、リッジ部103を設け、当該リッジ部103の側面に複数の切れ刃134を設けるように構成してもよい。

【0106】

軸部132は、図13Aに示すように切削部133の上記略球形状の切り取られた部分である平面部135に接続される。当該軸部132の直径は、例えば、略球形状の直径の約5分の1乃至5分の2である。具体的には、例えば、当該軸部132の断面は、例えば、略円形状であって、略球形状の直径を50とした場合、当該略円形状の直径は、20とする。

【0107】

図13Bは、本実施の形態における切削工具131の他の一例を示す図である。図13Bに示すように、例えば、当該切削部工具131の切削部133は、図13Bの右側と左側にそれぞれ2の切れ刃134を有する。ここで、例えば、右側に配置される2の切れ刃134と、左側に配置される切れ刃134は、軸部132に沿った方向に対して、互いにずれて配置する。これにより、例えば、右側に配置する2の切れ刃134で切削されない部分を、左側に配置する2の切れ刃134で切削する。また、図13Bに示すように、左側に配置する切れ刃134の軸部132側の端から、右側に配置する切れ刃134の軸部132と反対側の端までの距離は、例えば、切削部133の略球形状の直径を50とした場合、43.3とする。なお、図13Aと異なり、図13Bに示すように軸部132と反対側には切り取られた部分を有しないように構成してもよい。

【0108】

なお、図13Bにおいては、図13Bの右側と左側にそれぞれ2の切れ刃134を配置する場合を示すが、当該切れ刃134の枚数や位置は一例にすぎない。その他の点は、図

10

20

30

40

50

1 3 Aに示した切削工具 1 3 1と同様であるので、説明を省略する。

【0 1 0 9】

次に、本実施の形態における曲がり角が略90°のいわゆる90°エルボの製造方法について説明する。まず、素材201として、粗形成されたエルボ150を、テーブル(図示なし)に固定する。ここで、例えば、図14及び図15A及び図15Bに示すように、治具140に粗形成されたエルボ150を固定する。そして、当該粗形成されたエルボ150が固定された治具140をテーブルに配置された当たり治具140に接するように配置する。これにより、粗形成されたエルボ150をテーブルに固定する。

【0 1 1 0】

具体的には、例えば、図14に示すように、治具140は、本体部141と、押え部142を含む。本体部141は、例えば、図14に示すように、矩形形状であって、当該粗形成されたエルボ150の上半分の外形に沿った凹部143を含む。同様に、押え部142は、例えば、当該粗形成されたエルボ150の下半分の外形に沿った凹部143を含む。なお、例えば、当該凹部143は、図15A及び図15Bに示すように、当該凹部143に当該粗形成されたエルボ150が配置された場合に、当該粗形成されたエルボ150の両端部が一部はみ出すようなサイズとする。また、当該凹部143は、粗形成されたエルボ150と同様に略90°の曲がり角を有し、当該曲がり角の内側が、テーブルの回転の中心に向くように、治具140をテーブルに配置する。

【0 1 1 1】

また、本体部141は、例えば、図14に示すように上表面に複数の突起部144を含み、押え部142は当該複数の突起部144がそれぞれ挿入される複数の挿入部(図示なし)を含む。ここで、突起部144は、図14に示すように、押え部142の方向に向かって順に幅が狭くなるテーパ部を含む。

【0 1 1 2】

また、治具140は、図14に示すように、矩形形状の一部が、切り取られた形状を有する。なお、図14においては、理解の容易化のため、当該切り取られた部分を、斜線で示す。

【0 1 1 3】

粗形成されたエルボ150は、上記本体部141と押え部142に形成された凹部143に配置され、本体部141と押え部142の間で押圧されることにより、治具140に固定される。当該粗形成されたエルボ150が固定された治具140は、例えば、図15A及び図15Bに示すように、治具140の隣接する2の側面の角度に沿って形成された当たり治具151に、当該治具140の隣接する2の側面を配置することにより、テーブルに固定される。なお、図15A及び図15Bは、テーブルの上側からみた平面図の一例を示す。

【0 1 1 4】

次に、図16Aに示すように、切削部133から延伸する軸部132に沿った方向に対して、略20°の角度で、当該粗形成されたエルボ150の第1の端面161に切削部133が進入を開始できるように、切削部133及び/またはテーブルの位置を調整する。

【0 1 1 5】

そして、例えば、テーブルを回転させることにより、当該切削部133の略球形状の中心が、仕上げ目標のエルボの中心線に沿って相対的に移動するように、当該粗形成されたエルボ150の内側側面を切削して仕上げ目標のエルボの内側側面を形成する。

【0 1 1 6】

より具体的には、例えば、図16Aに示すように、切削部133から延伸する軸部132に沿った方向に対して、略20°の角度で、当該粗形成されたエルボ150の第1の端面161に切削部133が進入を開始する。そして、テーブルを回転させることにより、当該切削部133の略球形状の中心を、仕上げ目標のエルボの中心線に沿って相対的に移動させる。

【0 1 1 7】

ここで、図 1 6 B は、当該切削部 1 3 3 の略球形状の中心が、粗形成されたエルボ 1 5 0 の中心線の半分にまで移動した状態の一例を示す。そして、更にテーブルを回転させることにより、仕上げ目標のエルボの内側側面を形成する。ここで、図 1 6 C は、仕上げ目標のエルボの内側側面が形成された際、つまり、切削部 1 3 3 の略球形状の中心が、第 2 の端面 1 6 2 に到達した際における切削部 1 3 3 と粗形成されたエルボ 1 5 0 の位置関係の一例を表す。

【 0 1 1 8 】

その後、例えば、テーブルを上記と逆に回転させることにより、切削部 1 3 3 を、上記と逆、つまり、第 2 の端面 1 6 2 から第 1 の端面 1 6 1 に相対的に移動させて、内側側面が仕上げられた仕上げ目標のエルボへの切削部 1 3 3 の進入を終了させる。

10

【 0 1 1 9 】

なお、当該第 2 の端面 1 6 2 から第 1 の端面 1 6 1 への移動速度を、上記第 1 の端面 1 6 1 から第 2 の側面への切削部 1 3 3 の移動速度よりも大きくするように構成してもよい。この場合、第 2 の端面 1 6 2 から第 1 の端面 1 6 1 へ移動する際の軸部 1 3 2 の回転速度を、第 1 の端面 1 6 1 から第 2 の端面 1 6 2 へ移動する際の軸部 1 3 2 の回転速度よりも大きくするように構成してもよい。

【 0 1 2 0 】

また、上記においては、主に、テーブルが移動（回転）する場合について説明したが、切削部 1 3 3 が移動するように構成してもよいし、テーブル及び切削部 1 3 3 の両者を移動させてもよい。言い換えれば、テーブルと切削部 1 3 3 が相対的に移動すればよい。

20

【 0 1 2 1 】

ここで、図 1 6 A 乃至図 1 6 C から分かるように、仕上げ目標のエルボの内側側面の形成において、切削部 1 3 3 の一部のみが粗形成されたエルボ 1 5 0 の内側側面を切削する。より具体的には、仕上げ目標のエルボの曲がり角の中心から切削部 1 3 3 の略球形状の中心線を結んだ直線に位置する切削部 1 3 3 及びその周辺領域に配置された切れ刃 1 3 4 が、粗形成されたエルボ 1 5 0 の側面を切削することとなる。

【 0 1 2 2 】

したがって、上記図 1 3 A 及び図 1 3 B に示すように、当該切削部 1 3 3 の略球形状の一部のみに切れ刃 1 3 4 を設けた切削部 1 3 3 を用いることができる。なお、図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明したように、粗形成されたエルボ 1 5 0 は、内側側面が粗形成されたエルボ 1 5 0 の製造過程における曲げ工程等に基づき取り代部分が存在するため、仕上げ目標のエルボの曲がり角の中心から切削部 1 3 3 の略球形状の中心線を結んだ直線に位置する切削部 1 3 3 の周辺領域にも切れ刃 1 3 4 を設けることが望ましい。なお、図 1 6 A 乃至図 1 6 C においては、一例として図 1 3 A に示した切削工具 1 3 1 を用いる場合について説明したが、図 1 3 B に示した切削工具 1 3 1 を用いてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

また、図 1 6 A 乃至図 1 6 C から分かるように、本実施の形態によれば、仕上げ目標のエルボの製造工程において、上記のように略球形状の一部で形成された切削部 1 3 3 を含む切削工具 1 3 1 等を用いることにより、軸部 1 3 2 が粗形成されたエルボ 1 5 0 の内側側面と干渉することなく、仕上げ目標のエルボの内側側面を形成することができる。したがって、第 1 の端面 1 3 1 側からの一回の切削部 1 3 3 の進入により、仕上げ目標のエルボの内側側面を形成することができる。

40

【 0 1 2 4 】

ここで、図 1 7 は本実施の形態との比較例を示す図である。具体的には、図 1 7 は、仕上げ目標のエルボの内側側面と同じ径のサイドカッタを用いた場合において、図 1 6 A 乃至図 1 6 C と同様に第 1 の端面 1 6 1 から第 2 の端面 1 6 2 に当該サイドカッタを移動させる場合の様子を示す。

【 0 1 2 5 】

図 1 7 からわかるように、サイドカッタの軸部 1 3 2 をエルボの内径の 1 0 分の 1 としたとしても、サイドカッタの切削部 1 3 3 が、第 1 の端面 1 6 1 から 4 5 °、粗形成され

50

たエルボ 150 に進入した時点でサイドカッタ 700 の軸部 171 が粗形成されたエルボ 150 の内側側面に干渉する。つまり、当該比較例によれば、本実施の形態のように、粗形成されたエルボ 150 の内側側面と干渉せずに、一方の端面（例えば、第 1 の端面 161）からの切削部 133 の進入のみによって仕上げ目標のエルボの内側側面を形成することができない。これに対し、本実施の形態によれば、上記のように、一方の端面（例えば、第 1 の端面 161）からの切削部 133 の進入のみによって仕上げ目標のエルボの内側側面を形成することができる。

【0126】

本実施の形態によれば、内側断面が真円形状を有する 90°エルボを、より短時間で製造することができる。また、本実施の形態において図 13B に示した切削部 133 を用いた場合、切れ刃 134 の数をより省略することもできる。

10

【0127】

なお、上記は一例であって、本実施の形態は上記に限られるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記においては、主に 90°エルボの製造方法に説明したが、本実施の形態は、その他の曲がり角、例えば、45°や 180°などの内側側面が真円形状を有するエルボの製造に用いてもよい。なお、例えば、90°以上の曲がり角を有する上記エルボを製造する場合には、第 1 の端面 161 側及び第 2 の端面 162 側からの切削を行うように構成してもよい。

【0128】

また、90°エルボの第 1 の端面 161 または第 2 の端面 162 またはその両者に、例えば、図 9 に示すような直線部 901 を設けてもよい。この場合、直線部 901 の形成については、例えば、第 2 の端面 162 側から切削することにより行う。また、この場合、例えば、図 13A または図 13B に示した切削部 133 を有する切削工具 131 を用いれば、軸部 132 と直線部 901 が略平行となる方向に、切削部 133 を進入させることにより、直線部 901 を形成することができる。

20

【0129】

更に、上記においては粗形成されたエルボ 150 の内側側面のみを真円形状にするエルボの製造方法について説明したが、更に外側側面（外形）についても真円形状にするように構成してもよい。この場合の外形加工用工具について次に説明する。

【0130】

図 18 は、外形加工用工具について説明するための図である。図 18 に示すように、外形加工用工具 180 は、モータ 181、第 1 のギア 182、第 2 のギア 183、及び加工用チップ 184 を含む。

30

【0131】

具体的には、例えば、モータ 181 の回転は、シャフト 185 を介して、第 1 のギア 182 に伝達され、更に当該第 1 のギア 182 の回転は第 2 のギア 183 に伝達される。ここで、第 2 のギア 183 は、断面から見て、外周に歯を有し、内側に空隙部が形成された略円形状である。また、第 2 のギア 183 内周の一部に 1 または複数の加工用チップ 184 を有する。

【0132】

そして、上記空隙部を粗形成されたエルボ 150 を通過させることにより、仕上げ目標のエルボの外側側面を形成する。具体的には、例えば、粗形成されたエルボ 150 は、後述するエルボ固定具 190 を用いてテーブルに固定され、当該テーブルを回転させて、仕上げ目標のエルボの外側側面を形成しつつ、上記空隙部を通過させる。このときの様子を図 19A 乃至図 19D に示す。

40

【0133】

次に、エルボ固定具 190 の一例について説明する。エルボ固定部 190 は、例えば、粗形成されたエルボ 150 の内側側面に沿った形状に形成され、粗形成されたエルボ 150 が挿入されるエルボ挿入部 191 と、エルボ挿入部 191 から延伸し、エルボ挿入部 191 の径よりも径が広く、かつ、粗形成されたエルボ 150 の外側側面の径よりも狭く形

50

成された幅広部 192 を含む。なお、当該粗形成されたエルボ 150 は、例えば、先に内側側面を形成する場合には、既に仕上げ目標のエルボの内側側面が形成されたエルボに相当する。

【0134】

幅広部 192 は、図 19A に示すように、略円柱形状であって、当該幅広部 192 は、テーブル固定部 193 を介してテーブルに固定される。また、エルボ挿入部 191 は、幅広部 192 と反対側に着脱可能な固定部 194 を有する。

【0135】

固定部 194 は、例えば、内周がエルボ挿入部 191 の外周に沿って形成されるとともに、粗形成されたエルボ 150 の外側側面の径よりも径が小さく形成される。また、エルボ挿入部 191 の外周及び固定部 194 の外周には互いにかみ合うネジ部（図示なし）が形成される。そして、エルボ挿入部 191 にエルボを挿入した後、固定部 194 をエルボ挿入部 191 にネジ部を介して固定することによりエルボがエルボ挿入部 191 に固定される。言い換えれば、例えば、固定部 194 とエルボ挿入部 191 は、いわば、ナットとボルトの関係に相当する。

【0136】

なお、上記エルボ固定部 190 は一例であって、エルボ固定部 190 の形状等は、上記に限定されるものではなく、当該粗形成されたエルボ 150 の外側側面を形成する際に、加工用チップ 184 と干渉しない限り、その他の形状等であってもよい。なお、図 19A 乃至図 19D においては、図 18 における第 1 のギア 182、第 2 のギア 183 等がハウジングに格納されている様子を示す。

【0137】

[第 5 の実施形態]

次に、本発明の第 5 の実施形態について説明する。本実施の形態においては、主に、切削工具 220 の軸部 221 の形状が第 4 の実施形態と異なる。また、仕上げ目標のエルボの曲がり角が略 180°である点が、主に、第 4 の実施形態と異なる。なお、下記においては、第 4 の実施形態等と同様である点については、説明を省略する。

【0138】

まず、本実施の形態におけるエルボの製造方法で使用する切削工具 220 の一例について説明する。図 20 は、本実施の形態における切削工具を説明するための図である。図 20 に示すように、例えば、切削工具 220 は、主に、切削部 133 と、切削部 133 から延伸する軸部 221、第 1 のシャフト部 222、第 2 のシャフト部 223 と、当該軸部 221 及び第 1 のシャフト部 222、及び第 2 のシャフト部 223 を覆う管状部 230 とを含む。また、切削工具 220 は、軸部 221 を固定するチャック部 224 を有する。

【0139】

切削部 133 は、略球形状の部分の直径が、仕上げ目標の 180°エルボの内径と同一である。なお、切削部 133 の詳細については上記第 4 の実施形態と同様であるので、説明を省略する。

【0140】

軸部 221 は、一端に当該切削部 133 を有し、他方の一端に第 1 のベベルギアを有する。また、第 1 のシャフト部 222 は、一端に当該第 1 のベベルギア 225 と噛み合う第 2 のベベルギア 226 を有し、他方の一端に当該第 2 のベベルギア 226 と噛み合う第 3 のベベルギア 227 を有する。また、第 2 のシャフト部 223 は、一端に当該第 3 のベベルギア 227 と噛み合う第 4 のベベルギア 228 を有する。

【0141】

なお、当該第 2 のシャフト部 223 は、例えば、複数のギア（図示なし）等を介してモータ 181 により回転させられる。なお、当該回転が上記第 2 のシャフト部 223 等を介して、切削部 133 に伝達されることにより、切削部 133 が回転することはいうまでもない。

【0142】

また、図 20 に示すように、軸部 221、第 1 のシャフト部 222、第 2 のシャフト部 223 の外周にはそれぞれ 1 または複数のベアリング 229 を設ける。これにより、管状部 230 内部の所定の位置で軸部 221、第 1 のシャフト部 222、第 2 のシャフト部 223 が回転可能に固定される。

【0143】

軸部 221 及び第 1 のシャフト部 222 は、例えば、略 45° の角度を有し、第 2 のシャフト部 223 と第 3 のシャフト部は、略 45° の角度を有するように配置される。また、管状部 230 の径は、例えば、切削部 133 の略球形状の径に対して、5 分の 2 以下とする。なお、図 20 においては、一例として、切削部 133 の略球形状の径を 50 とした場合に、管状部 230 の径が 20 の場合について示す。

10

【0144】

次に、本実施の形態における曲がり角が 180° のいわゆる 180° エルボの製造方法について説明する。なお、下記においては、上記第 4 の実施形態等と同様の点については説明を省略する。

【0145】

まず、図 21A に示すように、軸部 221 が、粗形成された 180° エルボの第 1 の端面 161 に垂直な方向を向くようにして、切削部 133 の進入を開始する。ここで、仕上げ目標の 180° エルボの中心線を切削部 133 の略球形状の中心が通過するように切削部 133 の進入を開始する。

【0146】

20

次に、仕上げ目標の 180° エルボの中心線を切削部 133 の略球形状の中心が通過するように、切削部 133 を相対的に移動させる。図 21B は、当該移動途中の様子を示し、図 21C は、切削部 133 の移動が第 2 の端面 162 に達し、仕上げ目標の 180° エルボの内側側面が形成された際の様子を示す。その後、上記と逆の移動を行うことにより、切削部 133 の 180° エルボへの進入を終了する。

【0147】

図 21A 乃至図 21C から分かるように、切削部 133 の粗形成されたエルボ 150 に対する相対的移動の際に、管状部 230 と粗形成されたエルボ 150 の内側側面が干渉することはない。したがって、粗形成されたエルボ 150 の 1 の端面側（第 1 の端面 211）から切削部 133 を進入させることで、仕上げ目標の 180° エルボを形成することができる。これにより、両端面（第 1 の端面 211 及び第 2 の端面 212）から切削部 133 を進入させて、粗形成されたエルボ 150 の内側側面を両側から形成する場合と比べて、180° エルボの製造時間を大幅に短縮することができる。

30

【0148】

なお、上記においては、粗形成された 180° エルボから内側側面が真円形状を有する 180° エルボを形成する場合について説明したが、本実施の形態は、その他の曲がり角を有する粗形成されたエルボ 150 の内側側面を真円形状にする場合に用いてもよい。その場合、例えば、粗形成されたエルボ 150 の曲がり角に応じて、上記切削工具 200 のシャフト部の数や、シャフト部間の角度、管状部 230 の形状やサイズ等を適切に調整する必要があることはいうまでもない。

40

【0149】

また、上記第 4 の実施形態と同様に、本実施の形態は上記に限られず、種々の変形が可能である。例えば、上記第 4 の実施形態と同様に、外側側面（外形）についても真円形状にするように構成してもよい。

【0150】

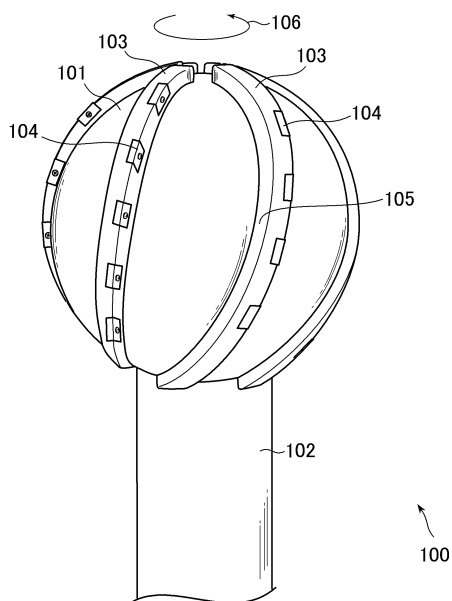
なお、本発明は、上記第 1 乃至第 5 の実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記第 1 乃至第 5 の実施の形態で示した構成と実質的に同一の構成、同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成で置き換えることができる。例えば、図 13A 及び B 図 16A 乃至 C 等図中に示した各部の寸法は一例であって、これらに限定されるものではない。

50

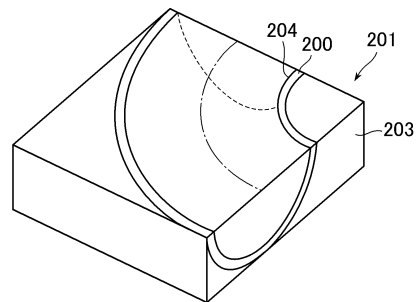
【要約】

エルボの製造方法であって、仕上げ目標のエルボの内側側面に沿って、素材の第１の端面から第２の端面に向かう方向に、切削工具の略球形状の少なくとも一部で形成された切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削する第１の切削ステップと、前記仕上げ目標のエルボの内側側面に沿って、前記素材の第２の端面から第１の端面に向かう方向に、前記切削部を相対的に移動させて、前記素材を切削する第２の切削ステップと、を含むことを特徴とする。

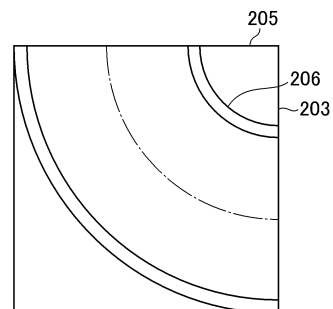
【図１】



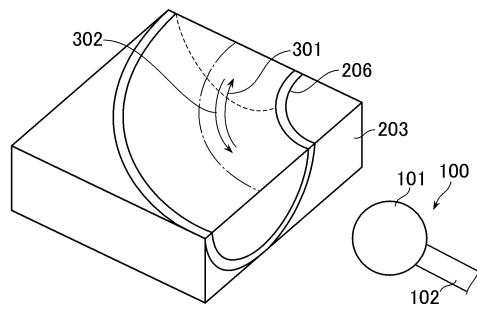
【図２Ａ】



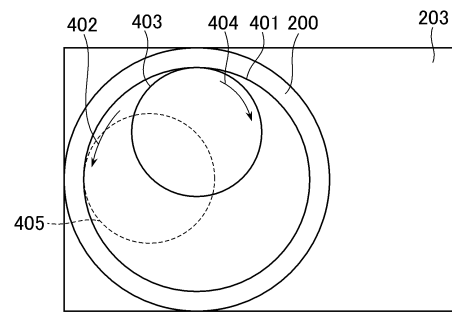
【図２Ｂ】



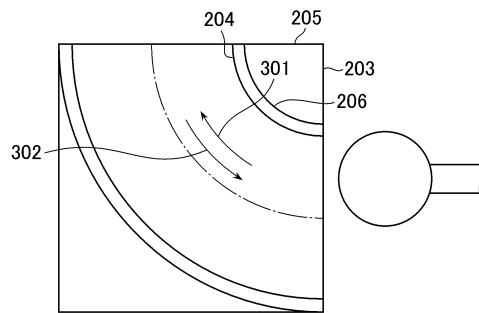
【図 3 A】



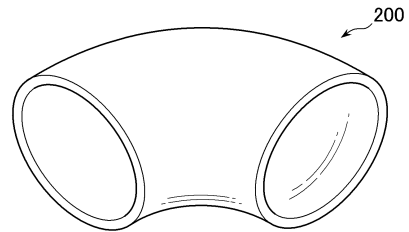
【図 4】



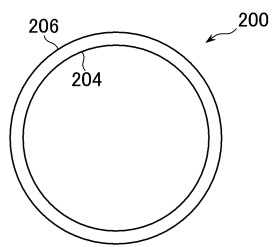
【図 3 B】



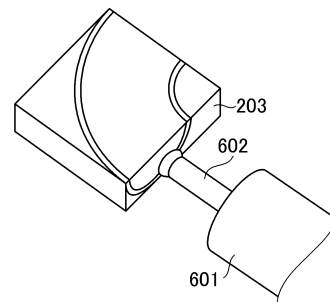
【図 5 A】



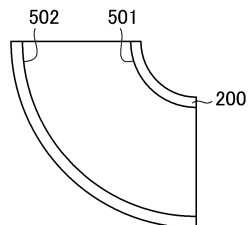
【図 5 B】



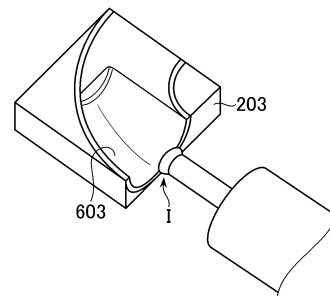
【図 6 A】



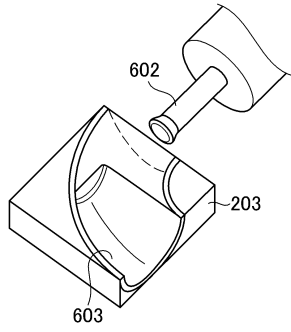
【図 5 C】



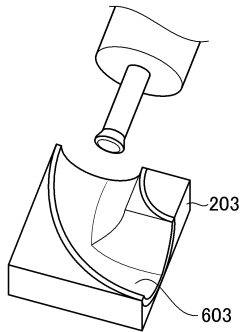
【図 6 B】



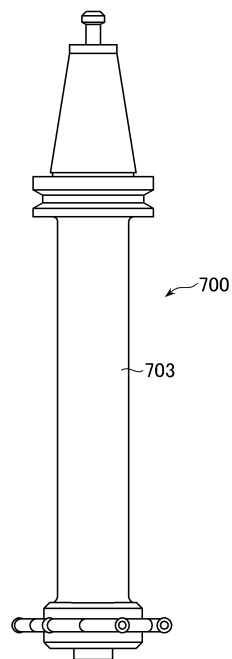
【図 6 C】



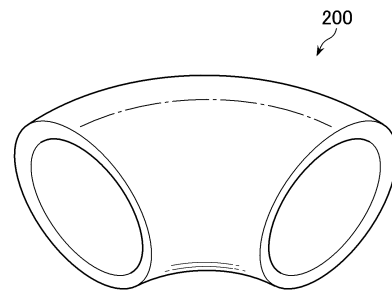
【図 6 D】



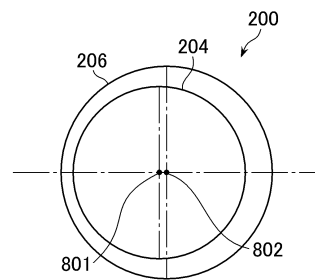
【図 7 B】



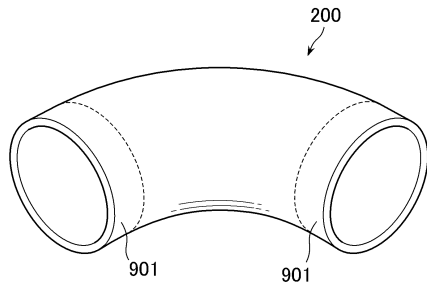
【図 8 A】



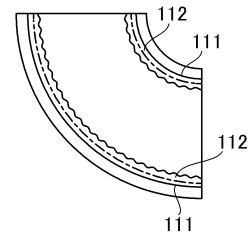
【図 8 B】



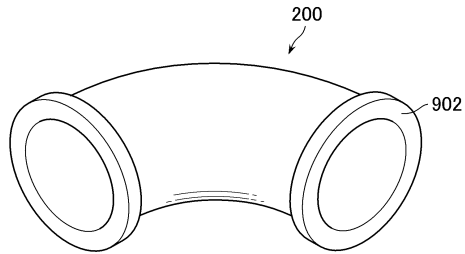
【図 9】



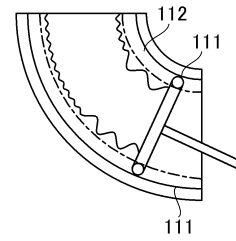
【図 11】



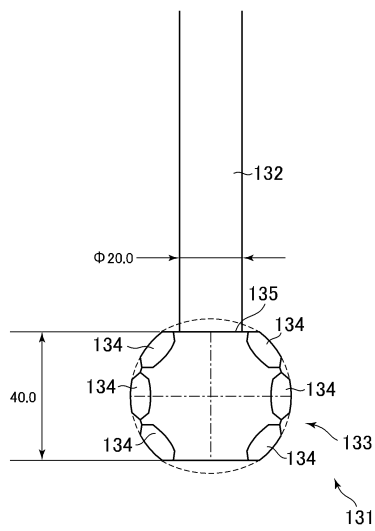
【図 10】



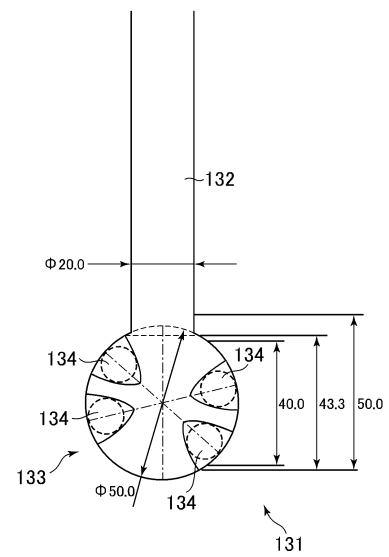
【図 12】



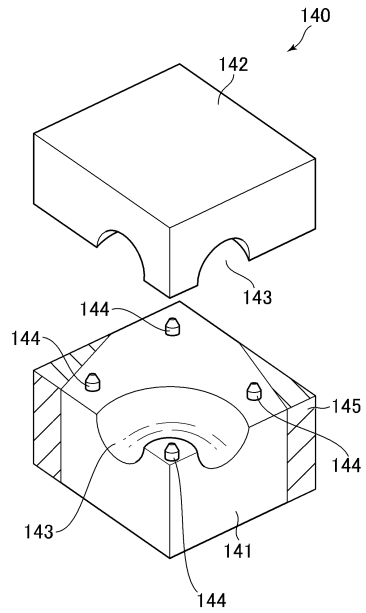
【図 13 A】



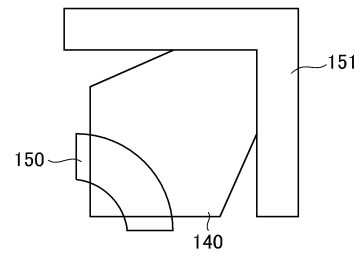
【図 13 B】



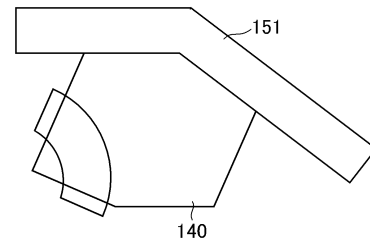
【図 14】



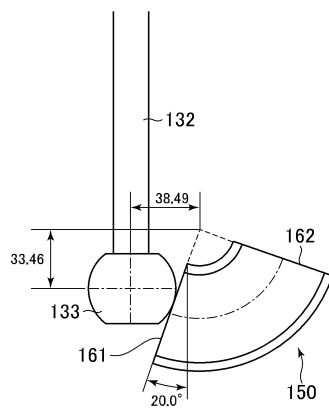
【図 15 A】



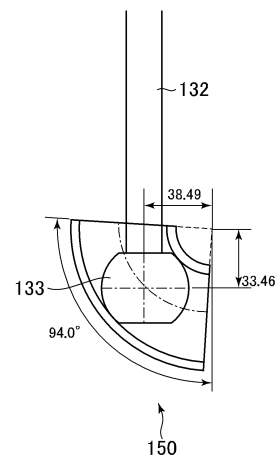
【図 15 B】



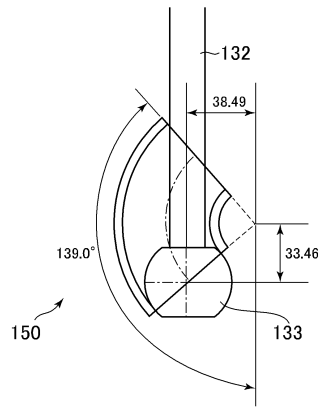
【図 16 A】



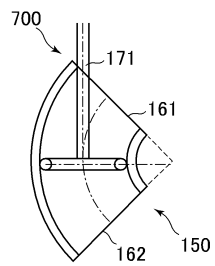
【図 16 B】



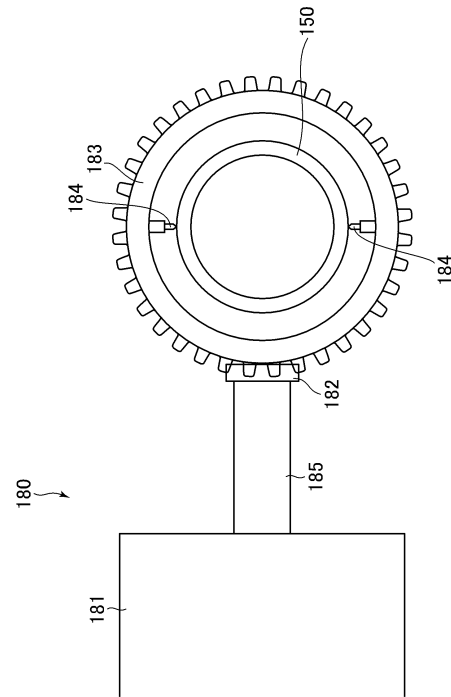
【図 16 C】



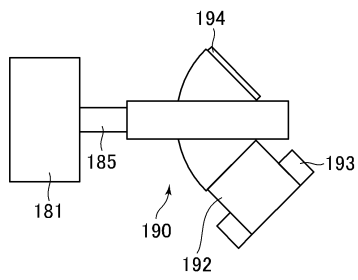
【図 17】



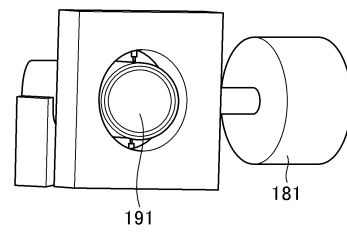
【図 18】



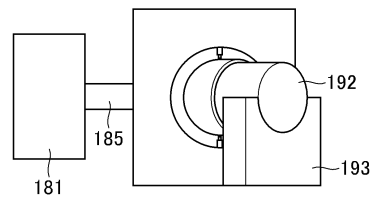
【図 19 A】



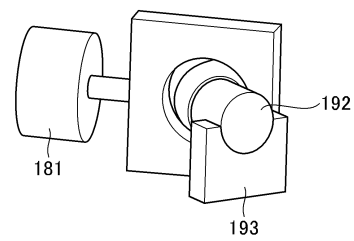
【図 19 C】



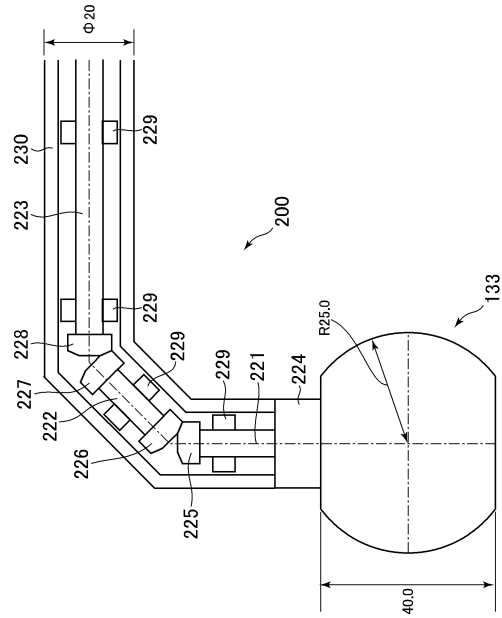
【図 19 B】



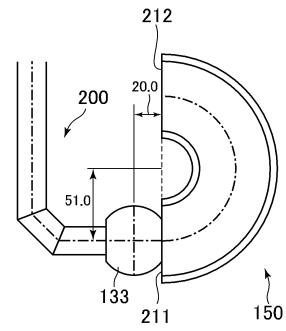
【図 19 D】



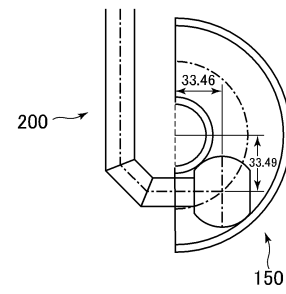
【図 20】



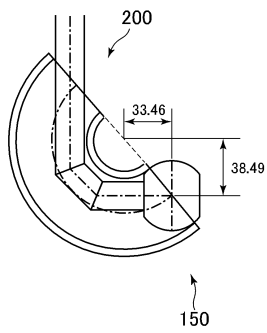
【図 21 A】



【図 21 B】



【図 21 C】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭57-054018(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0070238(US,A1)
国際公開第2012/001761(WO,A1)
特開2000-326134(JP,A)
特開2004-009158(JP,A)
特開2008-049450(JP,A)
特開2010-137351(JP,A)
中国特許第102166665(CN,B)
実開昭64-032113(JP,U)
特開平07-124812(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23C 3/00
B23C 5/10