

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4500994号  
(P4500994)

(45) 発行日 平成22年7月14日(2010.7.14)

(24) 登録日 平成22年4月30日(2010.4.30)

|                |              |                  |                |
|----------------|--------------|------------------|----------------|
| (51) Int. Cl.  |              | F 1              |                |
| <b>B 2 3 P</b> | <b>13/00</b> | <b>(2006.01)</b> | B 2 3 P 13/00  |
| <b>B 2 3 C</b> | <b>5/10</b>  | <b>(2006.01)</b> | B 2 3 C 5/10 Z |

請求項の数 11 (全 18 頁)

|              |                              |           |   |
|--------------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号    | 特願2004-53655 (P2004-53655)   | (73) 特許権者 | 504132881<br>国立大学法人東京農工大学<br>東京都府中市晴見町3-8-1 |
| (22) 出願日     | 平成16年2月27日(2004.2.27)        | (74) 代理人  | 100098349<br>弁理士 一徳 和彦                      |
| (65) 公開番号    | 特開2005-66813 (P2005-66813A)  | (72) 発明者  | 笹原 弘之<br>東京都小金井市中町2-24-16 東京<br>農工大学内       |
| (43) 公開日     | 平成17年3月17日(2005.3.17)        | (72) 発明者  | 瀬川 俊明<br>神奈川県横浜市金沢区昭和町3175番地<br>日本飛行機株式会社内  |
| 審査請求日        | 平成19年2月26日(2007.2.26)        | 審査官       | 西村 泰英                                       |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2003-285705 (P2003-285705) |           |   |
| (32) 優先日     | 平成15年8月4日(2003.8.4)          |           |   |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                      |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 切削工具及び切削装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

その外周方向に回転する柱状部材であって、

該柱状部材の先端部分のうち回転中心部に形成された凸状の押圧部と、

前記先端部分に形成されると共に前記押圧部よりも突出していない、被切削材を切削する切削刃とを備えたことを特徴とする切削工具。

【請求項2】

前記押圧部と前記切削刃は一つの材料から製造されて一体にされたものであることを特徴とする請求項1に記載の切削工具。

【請求項3】

前記押圧部と前記切削刃は別体で形成されたものであることを特徴とする請求項1又は2に記載の切削工具。

【請求項4】

その外周方向に回転する柱状部材であって、

該柱状部材の先端部のうちその回転中心から所定距離だけ離れた外周部分に位置する凸状の押圧部と、

前記柱状部材の前記先端部に配置されると共に前記押圧部よりも突出していない、被切削材を切削する切削刃とを備え、

前記柱状部材は、その先端面から後端面まで貫通した貫通孔が形成されたものであり、

前記押圧部が形成された、前記貫通孔に差し込まれる押圧部材を備えたことを特徴とす

10

20

る切削工具。

【請求項 5】

その外周方向に回転する柱状部材であって、

該柱状部材の先端部のうちその回転中心から所定距離だけ離れた外周部分に位置する凸状の押圧部と、

前記柱状部材の前記先端部に配置されると共に前記押圧部よりも突出していない、被切削材を切削する切削刃とを備え、

前記押圧部材を前記柱状部材の先端に向けて付勢する、前記貫通孔に配置された弾性部材を備えたことを特徴とする切削工具。

【請求項 6】

前記切削刃は、前記柱状部材の前記先端部に着脱自在に取り付けられるものであることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の切削工具。

【請求項 7】

前記押圧部が突出する突出量を調整する、前記貫通孔に配置された調整部材を備えたことを特徴とする請求項 4、5、又は 6 に記載の切削工具。

【請求項 8】

前記押圧部は、

前記柱状部材の太さよりも小さい外径をもつ、前記柱状部材の前記先端面から突出した柱状の突起であることを特徴とする請求項 2 から 7 までのうちのいずれか一項に記載の切削工具。

【請求項 9】

前記柱状の突起は、

その先端面が滑らかに湾曲しているものであることを特徴とする請求項 8 に記載の切削工具。

【請求項 10】

前記押圧部は、

前記切削刃よりも 0.3 mm 以下の範囲内の量だけ突出しているか、又は前記切削刃と同じ高さのものであることを特徴とする請求項 1 から 9 までのうちのいずれか一項に記載の切削工具。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 までのうちのいずれか一項に記載の切削工具を固定する固定部材と、

該固定部材と共に前記切削工具を回転させる回転用駆動源と、

該固定部材と共に前記切削工具を所定方向に移動させる移動用駆動源とを備えたことを特徴とする切削装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼やアルミニウムなどを切削加工するための切削工具及び切削装置に関する。

【背景技術】

【0002】

航空機などの主要構造に使用される部品には、通常、高い疲労強度と耐応力腐食割れ性が要求されている。このような要求を満たすためには、一般に、切削加工で部品を作製し、その後、この部品にショットピーニングを施す。このショットピーニングによって部品の表面層に圧縮残留応力が生成されるので、部品は高い疲労強度と耐応力腐食割れ性を有することとなる。

【0003】

しかし、ショットピーニングは切削加工とは別の作業工程になる。また、ショットピーニングは、部品の表面に鋼球等を衝突させる加工法であるので、部品の表面に凹凸が形成される。このため、部品の精度に悪影響を与えるおそれがある。

10

20

30

40

50

## 【0004】

そこで、工具の切削速度を限定すると共に、工具軸方向と工具径方向の切り込み量を限定して、切削加工の際に表面層に圧縮残留応力を生成される技術が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開2000-61735号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、上記の技術では、工具の切削速度等を限定しているので、切削効率が低下するおそれがある。

10

## 【0006】

本発明は、上記事情に鑑み、切削効率を低下させずに被加工表面層に圧縮残留応力を生成させる切削工具及び切削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】

## 【0007】

上記目的を達成するための本発明の第1の切削工具は、

- (1) 回転しながら被切削材を切削する切削刃と、
- (2) 被切削材のうち前記切削刃によって切削された被切削部分を押圧して塑性流動させる押圧部とを備えたことを特徴とするものである。

## 【0008】

20

また、上記目的を達成するための本発明の第2の切削工具は、

- (3) その外周方向に回転する柱状部材であって、
- (4) 該柱状部材の先端部分のうち回転中心部に形成された凸状の押圧部と、
- (5) 前記先端部分に形成されると共に前記押圧部よりも突出していない、被切削材を切削する切削刃とを備えたことを特徴とするものである。

## 【0009】

また、上記目的を達成するための本発明の第3の切削工具は、

- (6) その先端面から後端側に向かって形成された所定深さの穴、及び前記先端面に形成されて被切削材を切削する切削刃を有する柱状部材と、
- (7) 被切削材のうち前記切削刃によって切削された被切削部分を押圧して塑性流動させる押圧部が形成された、前記穴に着脱自在に差し込まれる押圧部材とを備えたことを特徴とするものである。

30

## 【0010】

さらにまた、

- (8) 前記押圧部と前記切削刃は一体的に形成されたものであってもよい。

## 【0011】

さらにまた、

- (9) 前記押圧部と前記切削刃は別体で形成されたものであってもよい。

## 【0012】

また、上記目的を達成するための本発明の第4の切削工具は、

40

- (10) その外周方向に回転する柱状部材であって、
- (11) 該柱状部材の先端部のうちその回転中心から所定距離だけ離れた外周部分に位置する凸状の押圧部と、
- (12) 前記柱状部材の前記先端部に配置されると共に前記押圧部よりも突出していない、被切削材を切削する切削刃とを備えたことを特徴とするものである。

## 【0013】

ここで、

- (13) 前記柱状部材は、その先端面から後端面まで貫通した貫通孔が形成されたものであり、
- (14) 前記押圧部が形成された、前記貫通孔に差し込まれる押圧部材を備えてもよい。

50

## 【0014】

さらに、

(15) 前記押圧部材を前記柱状部材の先端に向けて付勢する、前記貫通孔に配置された弾性部材を備えてもよい。

## 【0015】

さらにまた、

(16) 前記切削刃は、前記柱状部材の前記先端部に着脱自在に取り付けられるものであってもよい。

## 【0016】

さらにまた、

(17) 前記押圧部が突出する突出量を調整する、前記貫通孔に配置された調整部材を備えてもよい。

## 【0017】

ここで、

(18) 前記押圧部は、前記柱状部材の太さよりも小さい外径をもつ、前記柱状部材の前記先端面から突出した柱状の突起であってもよい。

## 【0018】

さらに、

(19) 前記柱状の突起は、その先端面が滑らかに湾曲しているものであってもよい。

## 【0019】

さらにまた、

(20) 前記押圧部は、前記切削刃よりも0.3mm以下の範囲内の量だけ突出しているか、又は前記切削刃と同じ高さのものであってもよい。

## 【0020】

上記目的を達成するための本発明の切削装置は、

(21) 上記した切削工具を固定する固定部材と、

(22) 該固定部材と共に前記切削工具を回転させる回転用駆動源と、

(23) 該固定部材と共に前記切削工具を所定方向に移動させる移動用駆動源とを備えたことを特徴とするものである。

## 【発明の効果】

## 【0021】

本発明の第1の切削工具で被切削材を切削する場合、切削刃で切削された被切削部分が押圧部によって塑性流動させられる。この結果、被切削部分には圧縮残留応力が生成し、この被切削部分の疲労強度が向上すると共に耐応力腐食割れ性も向上する。本発明の切削工具には、被切削材を切削する切削刃と、被切削部分を押圧して塑性流動させる押圧部とが備えられているので、被切削部分に圧縮残留応力を生成させるためのショットピーニングなどを実施する必要が無い。従って、作業工程を短縮できる。また、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。

## 【0022】

本発明の第2の切削工具では、切削刃が押圧部よりも突出していない(即ち、押圧部は切削刃よりも飛び出ている。また、切削刃や押圧部が上に位置するように切削工具を立てた場合、切削刃が押圧部よりも低いと表現できる。)このため、本発明の第2の切削工具で被切削材を切削する場合、切削刃で切削された被切削部分が押圧部によって塑性流動させられる。この結果、被切削部分には圧縮残留応力が生成し、この被切削部分の疲労強度が向上すると共に耐応力腐食割れ性も向上する。本発明の第2の切削工具には、被切削材を切削する切削刃と、この被切削部分を塑性流動させる押圧部とが備えられているので、被切削部分に圧縮残留応力を生成させるためのショットピーニングなどを実施する必要が無い。従って、作業工程を短縮できる。また、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。

## 【0023】

本発明の第3の切削工具で被切削材を切削する場合、切削刃で切削された被切削部分が押圧部材の押圧部によって塑性流動させられる。この結果、被切削部分には圧縮残留応力が生成し、この被切削部分の疲労強度が向上すると共に耐応力腐食割れ性も向上する。本発明の切削工具には、被切削材を切削する切削刃と、被切削部分を押圧して塑性流動させる押圧部とが備えられているので、被切削部分に圧縮残留応力を生成させるためのショットピーニングなどを実施する必要が無い。従って、作業工程を短縮できる。また、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。また、押圧部材は穴に着脱自在なので押圧部が摩耗したときには押圧部材を取り替えられる。

【0024】

本発明の第4の切削工具で被切削材を切削する場合、柱状部材の先端部のうちその回転中心から所定距離だけ離れた外周部分に押圧部が位置しているため、一度の加工で同時に広い範囲を塑性流動させることが可能である上、押圧部の振れ回りも少ない。このため、被切削部分をこれまで以上に一様に安定して塑性流動させられる。この結果、被切削部分にはばらつきの少ない安定した圧縮残留応力が生成され、疲労強度が向上すると共に耐応力腐食割れ性も向上する。また、本発明の第4の切削工具には、被切削材を切削する切削刃と、被切削部分を押圧して塑性流動させる押圧部とが備えられているので、本発明の他の切削工具と同様に、被切削部分に圧縮残留応力を生成させるためのショットピーニングなどを実施する必要が無い。従って、作業工程を短縮できる。また、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、生産効率を低下させない。

【0025】

ここで、前記押圧部は、前記柱状部材の太さよりも小さい外径をもつ、前記柱状部材の前記先端面から突出した柱状の突起である場合は、被切削部分を円滑に塑性流動させられる。

【0026】

また、前記柱状の突起は、その先端面が滑らかに湾曲しているものである場合は、柱状の突起の先端面が滑らかに湾曲しており、この湾曲している部分が被切削部分を押圧して塑性流動させるので、被切削部分に対する柱状突起の抵抗は小さい。

【0027】

さらに、前記押圧部は、前記切削刃よりも0.3mm以下の範囲内の量だけ突出しているか、又は前記切削刃と同じ高さのものである場合は、押圧部が移動する際に被切削部分に対する押圧部の抵抗は比較的小さな抵抗となるので、被切削部分を円滑に押圧できる。

【0028】

また、本発明の切削装置によれば、被切削材の広い面を切削しながらこの広い面に圧縮残留応力を容易に生成させられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

本発明は、例えばアルミニウム合金を切削加工する際に使用され切削工具及び切削装置に実現された。

【実施例1】

【0030】

図1から図4までを参照して、本発明の切削工具の一例を説明する。

【0031】

図1は、本発明の切削工具を示す斜視図である。図2は、図1の切削工具を分解して示す斜視図である。図3(a)は、図1の切削工具の工具本体を示す側面図であり、(b)は、図1の切削工具の工具本体を示す正面図であり、(c)は、図1の切削工具の超硬ピンを示す側面図である。図4は、図1の切削工具の先端部分を拡大して示す、(a)は側面図であり、(b)は正面図である。

【0032】

切削工具10は、工具本体20(本発明にいう柱状部材の一例である)と、この工具本体20に着脱自在に固定される超硬ピン30(本発明にいう押圧部材の一例である)とを

10

20

30

40

50

有する。工具本体 20 の穴 22 に超硬ピン 30 を差し込んでボルト 12 で固定することにより切削工具 10 となる。このように切削工具 10 は、工具本体 20 と超硬ピン 30 の 2 つの部品から主に構成されたもの（別体のもの）であるが、工具本体 20 と超硬ピン 30 を一つの材料から製造して一体のものとしてもよい。

【0033】

工具本体 20 は、長さ 70 mm、外径 6 mm の円柱状のものであり、SKH9（JIS）などの高速度鋼から製造されたものである。工具本体 20 は駆動モータ（図示せず）によってその外周方向（矢印 A 方向）に回転する。工具本体 20 の先端部分には、その先端面から後端側に向かって深さ約 9 mm、内径  $r2.5$  mm の穴 22 が形成されている。この穴 22 は、工具本体 20 の横断面の中央部に相当する位置に形成されている。穴 22 には、穴 22 の開口 22 a から超硬ピン 30 が挿入される。開口 22 a は、工具本体 20 の先端面 20 b の中央部分に形成されている。

10

【0034】

工具本体 20 の先端部分の外周には、回転しながら被切削材を切削する切削刃 24 が形成されている。切削刃 24 は、工具本体 20 の先端部分の外周面 20 a から先端面 20 b にかけて形成されている。切削刃 24 は、工具本体 20 の先端面 20 b において、穴 22 の開口 22 a から等間隔離れて放射状に延びている。切削刃 24 は、工具本体 20 の先端部分の外周面 20 a に形成された長い凸部 26 に連続している。この凸部 26 の長さは、穴 22 の深さよりもやや長い。なお、工具本体 20 の外周面 20 a うち穴 22（穴 22 自体は、工具本体 20 に形成されている。）の底の近傍部分には、超硬ピン 30 を固定するボルト 12 が嵌め込まれる孔 20 c が形成されている。また、工具本体 20 の外形は円柱に限らず、四角柱や六角柱などの角柱でもよい。また、ここでは、3 つの切削刃 24 を示したが、切削刃 24 は 1 つ以上であればいくつでもよい。

20

【0035】

超硬ピン 30 は長さ 10 mm で外径  $R2.5$  mm の円柱状のものであり、K10（JIS）などから製造されたものである。超硬ピン 30 の先端面 32 は滑らかに湾曲した凸部になっており、曲率半径 6.0 mm となっている。工具本体 20 の穴 22 に超硬ピン 30 を嵌め込んで固定した場合、超硬ピン 30 の先端は、図 4（a）に示すように、切削刃 24 の先端よりも  $L (= 0.1 \text{ mm})$  だけ突出している。従って、切削刃 24 の先端は、超硬ピン 30 の先端よりも突出していない（飛び出していない）。この突出した部分（上記の先端面 32 を含む部分）が、本発明にいう押圧部となる。ここでは、 $L$  を 0.1 mm としたが、 $L$  は 0.3 mm 以下の範囲内の量、または、 $L = 0$ （すなわち、切削刃 24 の先端と超硬ピン 30 の先端が同じ高さ）であればよい。超硬ピン 30 の先端部分は、被切削材 70（図 8 参照）のうち切削刃 24 が切削した被切削部分を切削直後に押圧して塑性流動させてこの被切削部分に圧縮残留応力を生成される。従って、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。また、ショットピーニング等が不要となるので作業効率が向上する。

30

【0036】

超硬ピン 30 の長手方向後端部には、ボルト 12 で押さえ付けられる平坦部 34 が形成されている。超硬ピン 30 を工具本体 20 の穴 22 に嵌め込んだときに、平坦部 34 のどの位置をボルト 12 で押さえ付けて固定するかによって上記  $L$  を適宜に調整できる。従って、超硬ピン 30 は工具本体 20 に着脱自在であって、突出量  $L$  も適宜に調整できることとなる。なお、超硬ピン 30 の外形は円柱に限らず、四角柱や六角柱などの角柱でもよい。

40

【0037】

図 5 から図 7 までを参照して、超硬ピンの他の例を説明する。

【0038】

図 5（a）は、曲率半径 3 mm の先端面が形成された超硬ピンを示す側面図であり、（b）は、曲率半径 0.5 mm の先端面が形成された超硬ピンを示す側面図である。図 6（a）は、曲率半径 3 mm の先端面が形成された超硬ピンが固定された工具本体の先端部を

50

拡大して示す側面図であり、(b)は、(a)の正面図である。図7(a)は、曲率半径0.5mmの先端面が形成された超硬ピンが固定された工具本体の先端部を拡大して示す側面図であり、(b)は、(a)の正面図である。これらの図では、図1から図4までに示す構成要素と同一の構成要素には同一の符号が付されている。

#### 【0039】

超硬ピン40は、図5(a)と図6に示すように、長さ10mmで外径2.5mmの円柱状のものであり、K10(JIS)などから製造されたものである。超硬ピン40の先端面42は滑らかに湾曲した凸部になっており、曲率半径3.0mmとなっている。工具本体20の穴22に超硬ピン40を嵌め込んで固定した場合、超硬ピン40の先端は、図6(a)に示すように、切削刃24の先端よりも $L (= 0.1\text{mm})$ だけ突出している。従って、切削刃24の先端は、超硬ピン40の先端よりも突出していない(飛び出ていない)。この突出した部分(上記の先端面32を含む部分)が、本発明にいう押圧部となる。ここでは、 $L$ を0.1mmとしたが、 $L$ は0.3mm以下の範囲内の量、または、 $L = 0$ (すなわち、切削刃24の先端と超硬ピン40の先端が同じ高さ)であればよい。超硬ピン40の先端部分は、被切削材70(図8参照)のうち切削刃24が切削した被切削部分を切削直後に押圧して塑性流動させてこの被切削部分に圧縮残留応力を生成される。従って、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。また、ショットピーニング等が不要となるので作業効率が向上する。

10

#### 【0040】

超硬ピン40の長手方向後端部には、ボルト12で押さえ付けられる平坦部44が形成されている。超硬ピン40を工具本体20の穴22に嵌め込んだときに、平坦部44のどの位置をボルト12で押さえ付けて固定するかによって上記 $L$ を適宜に調整できる。従って、超硬ピン40は工具本体20に着脱自在であって、突出量 $L$ も適宜に調整できることとなる。なお、超硬ピン40の外形は円柱に限らず、四角柱や六角柱などの角柱でもよい。

20

#### 【0041】

超硬ピン50は、図5(b)と図7に示すように、長さ10mmで外径2.5mmの円柱状のものであり、K10(JIS)などから製造されたものである。超硬ピン50の先端面の中央部52は滑らかに湾曲した凸部になっており、この中央部52は曲率半径0.5mmとなっている。工具本体20の穴22に超硬ピン50を嵌め込んで固定した場合、超硬ピン50の先端は、図7(a)に示すように、切削刃24の先端よりも $L (= 0.1\text{mm})$ だけ突出している。従って、切削刃24の先端は、超硬ピン50の先端よりも突出していない(飛び出てない)。この突出した部分(上記の先端面32を含む部分)が、本発明にいう押圧部となる。ここでは、 $L$ を0.1mmとしたが、 $L$ は0.3mm以下の範囲内の量、または、 $L = 0$ (すなわち、切削刃24の先端と超硬ピン50の先端が同じ高さ)であればよい。超硬ピン50の先端部分は、被切削材70(図8参照)のうち切削刃24が切削した被切削部分を切削直後に押圧して塑性流動させてこの被切削部分に圧縮残留応力を生成される。従って、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。また、ショットピーニング等が不要となるので作業効率が向上する。

30

40

#### 【0042】

超硬ピン50の長手方向後端部には、ボルト12で押さえ付けられる平坦部54が形成されている。超硬ピン50を工具本体20の穴22に嵌め込んだときに、平坦部54のどの位置をボルト12で押さえ付けて固定するかによって上記 $L$ を適宜に調整できる。従って、超硬ピン50は工具本体20に着脱自在であって、突出量 $L$ も適宜に調整できることとなる。なお、超硬ピン50の外形は円柱に限らず、四角柱や六角柱などの角柱でもよい。

#### 【0043】

図8を参照して、上記した切削工具を回転させながら被切削材を切削する切削装置を説明する。

50

## 【 0 0 4 4 】

図 8 は、切削工具 1 0 が組み込まれた切削装置を模式的に示す斜視図である。

## 【 0 0 4 5 】

切削装置 6 0 は、切削工具 1 0 を着脱自在に固定する主軸（スピンドル）6 2（本発明にいう固定部材の一例である）を備えている。切削工具 1 0 を矢印 B 方向から主軸 6 2 に差し込むことにより、切削工具 1 0 は主軸 6 2 に固定される。主軸 6 2 は矢印 A 方向に回転する駆動源（本発明にいう回転用駆動源の一例であり、図示せず）に接続されている。この駆動源を駆動させることにより、主軸 6 2 と共に切削工具 1 0 が矢印 A 方向に回転する。

## 【 0 0 4 6 】

主軸 6 2 は、移動用駆動源によって矢印 C 方向及び矢印 D 方向に選択的に移動する。また、切削装置 6 0 は矢印 E 方向に移動する。従って、切削装置 6 0 は、例えば板状の被切削材 7 0 の広い面を切削できる。

## 【 0 0 4 7 】

図 9 と図 1 0 を参照して、切削装置を使用した切削加工の一例を説明する。

## 【 0 0 4 8 】

図 9 は被切削材を示す、( a ) は平面図であり、( b ) は側面図である。図 1 0 ( a ) は、切削加工方向を示す平面図であり、( b ) は、切削中の被切削材を模式的に示す断面図である。

## 【 0 0 4 9 】

被切削材 7 0 は、直方体のアルミニウム合金（AL 7 0 7 5 - T 6 5 1）である。また、被切削材 7 0 の長さ L 1 は約 1 5 0 mm であり、幅 W は約 9 0 mm であり、厚さ t は約 6 mm である。

## 【 0 0 5 0 】

被切削材 7 0 を切削加工する切削工具として、上記した超硬ピン 3 0 , 4 0 , 5 0 を固定した切削工具 1 0 を使用した。

## 【 0 0 5 1 】

被加工表面層 7 2 を切削する際には、切削工具 1 0 を矢印 F 方向に所定距離（ここでは、被切削材 7 0 の長さ L）だけ移動させながら被加工表面層（被切削部分）7 2 を切削する。その後、矢印 F 方向に直交するピックフィード方向（矢印 G 方向）に切削工具 1 0 を所定間隔（後述するピックフィード量）だけ移動させる。次に、切削工具 1 0 を矢印 H 方向に移動させながら被加工表面層 7 2 を切削する。矢印 H 方向に移動させながらの切削が終了した後は、矢印 G 方向に切削工具 1 0 を所定間隔だけ移動させ、再び、切削工具 1 0 を矢印 F 方向に移動させながら被加工表面層 7 2 を切削する。上記のような切削を繰り返して幅 W 1 に相当する領域を切削加工した。

## 【 0 0 5 2 】

被加工表面層 7 2 が切削される際は、図 1 0 ( b ) に示すように、まず、切削刃 2 4 で被加工表面層 7 2 が所定深さ D 1 だけ切削されて、この切削の直後に、超硬ピン 3 0 の先端面 3 2 によって所定深さ D 2 だけ押圧されてこの押圧される部分 7 4 が塑性流動する。この結果、後述するように、被加工表面層 7 2 には圧縮残留応力が生成する。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 1 を参照して、残留応力を測定する方法を説明する。

## 【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、切前領域 W 1 の X 線残留応力測定方法を示す模式図である。

## 【 0 0 5 5 】

残留応力の測定では X 線を利用して、矢印 F 方向（送り方向）及び矢印 G 方向（ピックフィード方向）の 2 方向における残留応力を測定した。残留応力を測定した領域 X は、切削した領域のほぼ中央部である。

## 【 0 0 5 6 】

工具本体 2 0（図 2 参照）に超硬ピン 3 0 , 4 0 , 5 0 を取り替えて固定して被加工表

10

20

30

40

50



面層 72 を切削加工した。切削刃 24 の先端よりも超硬ピン 30, 40, 50 の先端が突出している距離 L (図 4, 図 6, 図 7 参照) は 0.1 mm とした。また、切削工具 10 が矢印 A 方向に回転するときの回転数は、5000 rpm とした。切削工具 10 が矢印 A 方向に回転しながら矢印 F 方向 (又は矢印 H 方向) に移動する際に一枚の切削刃 24 が一回で被加工表面層 72 を切削する長さ (一刀あたりの送り量) を 0.1 mm とした。切削工具 10 が被加工表面層 72 を切削する際の中心軸方向の切削深さ (軸方向切り込み量) D1 (図 10 参照) を 0.3 mm とした。矢印 G 方向に切削工具 10 を移動させる距離 (ピックフィード量) を 0.3 mm とした。切削の際に切削油を使用しないドライの場合と、水溶性切削油を使用したウエットの場合とに変更して比較した。

【0057】

測定した残留応力を図 12 から図 14 までに示す。

【0058】

図 12 は、超硬ピン 30 (図 4 等を参照) を工具本体 20 (図 2 参照) に固定した切削工具 10 を用いた場合に被加工表面層 72 に生成した圧縮残留応力を示すグラフである。図 13 は、超硬ピン 40 (図 6 参照) を工具本体 20 (図 2 参照) に固定した切削工具 10 を用いた場合に被加工表面層 72 に生成した圧縮残留応力を示すグラフであり、ドライ 1 とドライ 2 は、2 回の切削加工を行ったときの圧縮残留応力を示す。図 14 は、超硬ピン 50 (図 7 参照) を工具本体 20 (図 2 参照) に固定した切削工具 10 を用いた場合に被加工表面層 72 に生成した圧縮残留応力を示すグラフである。

【0059】

超硬ピン 30, 40, 50 のいずれを用いても被加工表面層 72 には圧縮残留応力が生成した。超硬ピン 30 を用いた場合は、ウエットでもドライでも、また送り方向でもピックフィード方向でも、-250 MPa を超える圧縮残留応力が生成した。ドライのときはピックフィード方向に -400 MPa に近い値の圧縮残留応力が生成した。

【0060】

超硬ピン 40 を用いた場合は、ウエットでもドライでも、また送り方向でもピックフィード方向でも、ほぼ -200 MPa を超える圧縮残留応力が生成した。ドライのときはピックフィード方向に -350 MPa に近い値の圧縮残留応力が生成した。

【0061】

超硬ピン 50 を用いた場合は、ウエットでもドライでも、また送り方向でもピックフィード方向でも、ほぼ -100 MPa を超える圧縮残留応力が生成した。ドライのときは送り方向に約 -200 MPa の圧縮残留応力が生成した。

【0062】

以上説明したように、超硬ピン 30, 40, 50 のいずれを用いても被加工表面層 72 に、送り方向及びピックフィード方向ともに圧縮残留応力が生成した理由は、被加工表面層 72 を塑性流動させながら切削加工したからである。また、上記した 3 種類の形状の超硬ピン 30, 40, 50 のなかでは、超硬ピン 30 を用いたときが平均して大きな圧縮残留応力が生成した。

【実施例 2】

【0063】

図 15 から図 18 までを参照して、本発明の切削工具の他の例を説明する。

【0064】

図 15 は、本発明の切削工具の他の例を示す斜視図である。図 16 は、図 15 の切削工具を分解して示す斜視図である。図 17 は、図 15 の切削工具を分解して示す側面図である。図 18 は、図 15 の切削工具の一部を切断して示す断面図である。

【0065】

切削工具 100 は、円柱状の工具本体 120 (本発明にいう柱状部材の一例である) と、この工具本体 120 に着脱自在に固定される 2 つの円柱状の超硬ピン 130 (本発明にいう押圧部材の一例であり、3 つ以上であってもよい) とを有する。工具本体 120 は、例えば、長さ 125 mm、外径 42 mm の円柱状のものであり、鋼などの金属から製造さ

10

20

30

40

50

れたものである。工具本体 120 には、その先端面 122 から後端面 124 まで貫通した貫通孔 126 が形成されている。超硬ピン 130 は後端面 124 から貫通孔 126 に差し込まれる（挿入される）。超硬ピン 130 の先端部 132（本発明にいう押圧部の一例であり、以下、押圧部という）は凸状であり、この押圧部 132 が工具本体 120 の先端面 122 から所定の突出量だけ突出するようになっている。また、超硬ピン 130 は太い外径の頭部 130a と細い外径の胴部 130b をもつ。胴部 130b の先端部が押圧部 132 に相当する。上記の貫通孔 126 やこの貫通孔 126 に 2 つの超硬ピン 130 を固定する技術については後述する。なお、超硬ピン 130 の外形は円柱に限らず、四角柱や六角柱などの角柱でもよい。

#### 【0066】

工具本体 120 は、駆動モータ（図示せず）によってその外周方向（図 15 に示す矢印 A 方向）に回転する。この回転中心は、工具本体 120 の先端面 122 を円としたときの中心 C を通り、この先端面 122 に直交する直線（軸）である。2 つの超硬ピン 130 の押圧部 132 は、図 15 に示されるように、工具本体 120 の先端面 122 のうち中心 C から所定距離だけ離れた外周部分に位置しており、中心 C を挟んで反対の側に配置されていることとなる。

#### 【0067】

また、工具本体 120 の先端部には、切削刃 140 を取り付けて固定する 2 つの凹部（固定部）128 が形成されている。2 つの凹部 128 は、中心 C を挟んで反対の側に配置されている。2 つの凹部 128 それぞれには皿ビスによって切削刃 140 が固定される。このため、切削刃 140 が磨耗したり損傷したりしたときは、切削刃 140 だけを新品の切削刃 140 に容易に取り替えられる。なお、押圧部 132、切削刃 140 が 3 つ以上であってもよい。また、2 つの押圧部 132 と 2 つの切削刃 140 は、中心 C における中心角が約 90° ずつずれて交互に配置されていることとなる。

#### 【0068】

超硬ピン 130 は、例えば、長さ 40 mm であり、長手方向中央部よりも先端側（押圧部 132 の側）が後端側よりもやや細くなった円柱状のものである。超硬ピン 130 は K10（JIS）などから製造されたものである。超硬ピン 130 の押圧部 132 の先端面 132a は滑らかに湾曲した凸部になっており、曲率半径は例えば 6.0 mm となっている。工具本体 120 の貫通孔 126 に超硬ピン 130 を挿入して固定した場合、超硬ピン 130 の先端面 132a は、図 18 に示すように、切削刃 140 の先端よりも L（= 0.1 mm）だけ突出している。従って、切削刃 140 の先端は、超硬ピン 130 の先端よりも突出していない（飛び出していない）。また、超硬ピン 130 は、切削工具 100 の回転中心（すなわち、工具本体 120 の回転中心）に対して約 10° 傾斜している。

ここでは、L を 0.1 mm としたが、L は 0.3 mm 以下の範囲内の量、または、L = 0（すなわち、切削刃 24 の先端と超硬ピン 130 の先端が同じ高さ）であればよい。超硬ピン 130 の先端部（押圧部 132）は、被切削材 70（図 8 参照）のうち切削刃 140 が切削した被切削部分を切削直後に押圧して塑性流動させてこの被切削部分に圧縮残留応力を生成させる。従って、切削と圧縮残留応力の生成をほぼ同時にできるので、切削効率を低下させない。また、ショットピーニング等が不要となるので作業効率が向上する。

#### 【0069】

工具本体 120 に形成された貫通孔 126 と、この貫通孔 126 に超硬ピン 130 を挿入して固定する技術を説明する。

#### 【0070】

貫通孔 126 の一部として、図 17 や図 18 に示すように、工具本体 120 の後端面 124 からは円柱状の大きな孔 126a が形成されている。この孔 126a の内径は、工具本体 120 の外径の約 2 分の 1 であり、その長さ（深さ）は工具本体 120 の長さの 5 分の 1 程度である。孔 126a から奥（孔 126a よりも先端面 122 の側）には、この孔 126a につながって（連通して）円柱状の孔 126b が形成されている。この孔 126b の内径は孔 126a の内径よりもやや小さく、その長さ（深さ）は、工具本体 120 の

10

20

30

40

50

長さの約2分の1程度である。孔126bから奥（孔126bよりも先端面122の側）には、この孔126bにつながって（連通して）円柱状の孔126cが形成されている。この孔126cの内径は、孔126bの内径の約半分程度であり、その長さ（深さ）は、孔126aの深さと同じ程度である。孔126cの先端は工具本体120の内壁になっている。なお、各孔126a, 126b, 126cの中心は、工具本体120の回転中心に一致する。

【0071】

孔126bと孔126cの境界の近傍部分からは、工具本体120の回転中心に対して約10°ほど外側に傾いた円柱状の孔126dが形成されている。この孔126dの内径は孔126cの内径よりもやや小さくて、孔126dの長さ（深さ）は孔126cの深さとほぼ同じである。孔126dから奥（孔126dよりも先端面122の側）には、この孔126dにつながって（連通して）円柱状の孔126eが形成されている。この孔126eの内径は孔126dの内径の半分程度であり、孔126eの長さ（深さ）は孔126dの深さとほぼ同じである。孔126eの先端開口は先端面122に露出している。孔126dと126eは直線状に延びてつながっており、工具本体120の回転中心に対して約10°ほど外側に傾いている。また、直線状に延びる孔126dと126eは一对形成されており、工具本体120の回転中心を挟んで反対側に形成されている。上記した各孔126a, 126b, 126c, 126d, 126eによって貫通孔126が構成されている。

10

【0072】

貫通孔126に挿入された超硬ピン130を固定する部材を説明する。

20

【0073】

孔各孔126a, 126b, 126cには、太くて短い頭部150aと細くて長い胴部150bを有する穴付きボルト150が差し込まれる。胴部150bには、頭部150aよりも外径が大きくて中央部に孔の開いた円盤状のカラー152が差し込まれる。このカラー152の外径は頭部152aの外径よりも大きくて、且つ、孔126aの内径よりも小さいが、孔126bの内径よりも大きい。このため、図18に示すように、カラー152は、孔126aの底面に接触して穴付きボルト150の挿入深さを規制する。なお、穴付きボルト150の中央部には、切削油を切削刃140及びその周辺に向けて供給するための供給路150aが形成されている。この供給路150aは、切削油が噴射（排出）される孔102につながっている。この孔102は、工具本体120に形成されたものである。

30

【0074】

穴付きボルト150の胴部150bには、複数の皿ばね154（本発明にいう弾性部材の一例である）が差し込まれる。これら複数の皿ばね154の個数は、胴部150bの長さの半分程度に相当する個数である。複数の皿ばね154のうち頭部150aに最も近い皿ばね154aはカラー152の片面に接触するので、複数の皿ばね154が孔126bから飛び出ない。複数の皿ばね154のうち頭部150aから最も離れた皿ばね154bは円盤状のカラー156に接触する。カラー156の外径は孔126bの内径とほぼ同じであり、このため、カラー156は孔126bの奥（深い位置）に配置される。カラー156の片面には超硬ピン130の端面が接触して超硬ピン130の位置が規制される。

40

【0075】

超硬ピン130の胴部130bのうち頭部130aに近い部分には、円盤状のスペーサー158が差し込まれる。上記したカラー152, 156, 158の厚さや、皿ばね154の個数を適宜に変更することにより、孔126d, 126eにおける超硬ピン130の固定位置が変更されるので、図18に示す押圧部132の突出量Lを適宜に調整できる。ここでは、カラー152, 156, 158と皿ばね154が、本発明にいう調整部材の一例である。このように押圧部132の突出量Lを適宜に調整することにより、切削刃140が切削した被切削部分を切削直後に押圧する押圧力を調整できることとなる。

【0076】

50

貫通孔 1 2 6 に超硬ピン 1 3 0 を固定する手順の一例を説明する。

【 0 0 7 7 】

胴部 1 3 0 b にスペーサー 1 5 8 が差し込まれた超硬ピン 1 3 0 を 2 つと、カラー 1 5 2 , 皿ばね 1 5 4 , カラー 1 5 6 が胴部 1 5 0 b に順に差し込まれた穴付きボルト 1 5 0 とを用意しておく。上記した 2 つの超硬ピン 1 3 0 を後端面 1 2 4 から孔 1 2 6 d , 1 2 6 e に挿入し、続いて、上記した穴付きボルト 1 5 0 を後端面 1 2 4 から孔 1 2 6 a , 1 2 6 b , 1 2 6 c に挿入して螺子止めする。これにより、貫通孔 1 2 6 に超硬ピン 1 3 0 が固定されて切削工具 1 0 0 が完成する。

【 0 0 7 8 】

超硬ピン 1 3 0 の押圧部 1 3 2 が何らかの原因で磨耗したり損傷したりしたときは、穴付きボルト 1 5 0 を後端面 1 2 4 から抜き取って保管しておき、続いて、磨耗等した超硬ピン 1 3 0 を後端面 1 2 4 から抜き取る。その後、新品の超硬ピン 1 3 0 を後端面 1 2 4 から挿入し、保管しておいた穴付きボルト 1 5 0 を後端面 1 2 4 から挿入して螺子止めする。このようにして超硬ピン 1 3 0 を容易に取り替えられる。

【 0 0 7 9 】

また、上記のようにして完成した切削工具 1 0 0 では、2 つの押圧部 1 3 2 が工具本体 1 2 0 の回転中心から離れているので、2 つの押圧部 1 3 2 が被切削部分を広範囲にわたって押圧することとなる。従って、一度の切削加工で被切削部分を広範囲にわたって塑性流動させて圧縮残留応力を生成させられる。さらに、工具本体 1 2 0 に比べて超硬ピン 1 3 0 の大きさを比較的小さくできるので、外径の大きい工具本体 1 2 0 を作製する場合にも超硬ピン 1 3 0 をあまり大きくしなくても済む。さらにまた、押圧部 1 3 2 の凸部の形状は、上記の図 5 から図 7 までに示すように適宜に変更してもよい。さらにまた、切削工具 1 0 0 を用いた切削加工では、上記の図 1 2 から図 1 4 までに示した効果と同様の効果が得られた。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 0 】

本発明の切削工具及び切削装置は、アルミニウム合金のみならず鋼などの金属材料を切削加工する際に広く適用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 1 】

【 図 1 】 本発明の切削工具を示す斜視図である。

【 図 2 】 図 1 の切削工具を分解して示す斜視図である。

【 図 3 】 ( a ) は、図 1 の切削工具の工具本体を示す側面図であり、( b ) は、図 1 の切削工具の工具本体を示す正面図であり、( c ) は、図 1 の切削工具の超硬ピンを示す側面図である。

【 図 4 】 図 1 の切削工具の先端部分を拡大して示す、( a ) は側面図であり、( b ) は正面図である。

【 図 5 】 ( a ) は、曲率半径 3 mm の先端面が形成された超硬ピンを示す側面図であり、( b ) は、曲率半径 0 . 5 mm の先端面が形成された超硬ピンを示す側面図である。

【 図 6 】 ( a ) は、曲率半径 3 mm の先端面が形成された超硬ピンが固定された工具本体の先端部を拡大して示す側面図であり、( b ) は、( a ) の正面図である。

【 図 7 】 ( a ) は、曲率半径 0 . 5 mm の先端面が形成された超硬ピンが固定された工具本体の先端部を拡大して示す側面図であり、( b ) は、( a ) の正面図である。

【 図 8 】 切削工具が組み込まれた切削装置を模式的に示す斜視図である。

【 図 9 】 被切削材を示す、( a ) は平面図であり、( b ) は側面図である。

【 図 1 0 】 ( a ) は、切削加工方向を示す平面図であり、( b ) は、切削中の被切削材を模式的に示す断面図である。

【 図 1 1 】 X 線残留応力測定方法を示す模式図である。

【 図 1 2 】 超硬ピンを工具本体に固定した切削工具を用いた場合に被加工表面層に生成した圧縮残留応力を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図13】超硬ピンを工具本体に固定した切削工具を用いた場合に被加工表面層に生成した圧縮残留応力を示すグラフであり、ドライ1とドライ2は、2回の切削加工を行ったときの圧縮残留応力を示す。

【図14】超硬ピンを工具本体に固定した切削工具を用いた場合に被加工表面層に生成した圧縮残留応力を示すグラフである。

【図15】本発明の切削工具の他の例を示す斜視図である。

【図16】図15の切削工具を分解して示す斜視図である。

【図17】図15の切削工具を分解して示す側面図である。

【図18】図15の切削工具の一部を切断して示す断面図である。

【符号の説明】

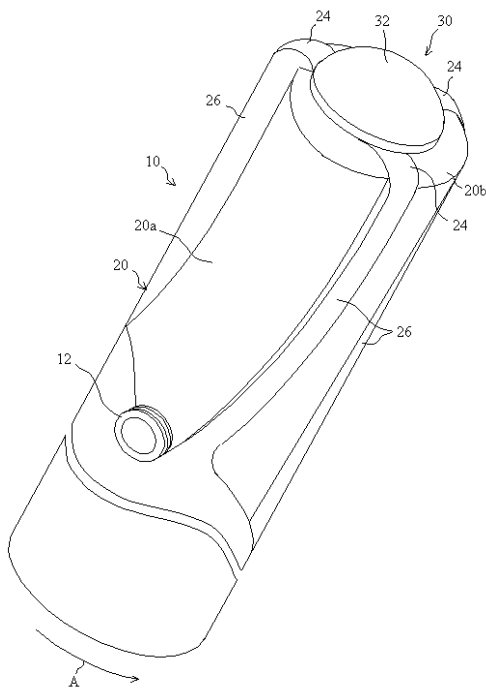
【0082】

- 10, 100 切削工具
- 20, 120 工具本体
- 24, 140 切削刃
- 30, 40, 50, 130 超硬ピン
- 60 切削装置
- 70 被切削材
- 72 被切削部分
- 152, 156, 158 ワッシャ
- 154 皿ばね

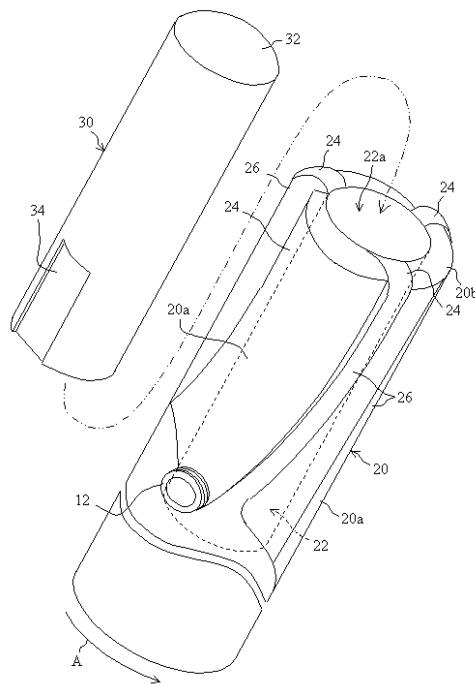
10

20

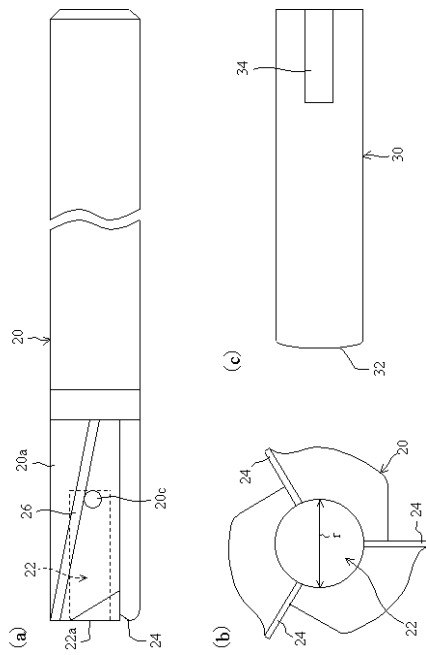
【図1】



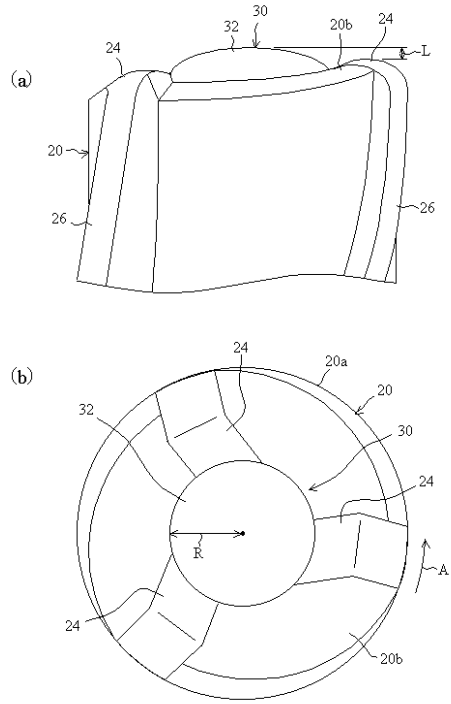
【図2】



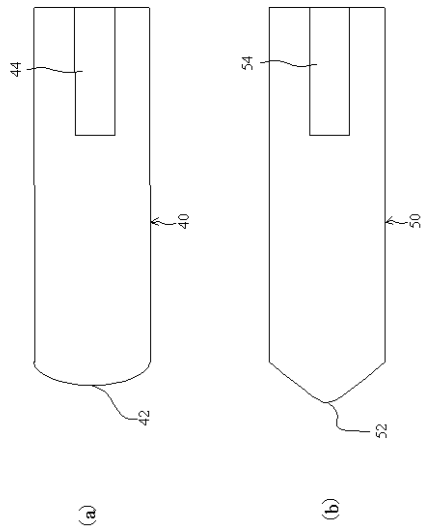
【 図 3 】



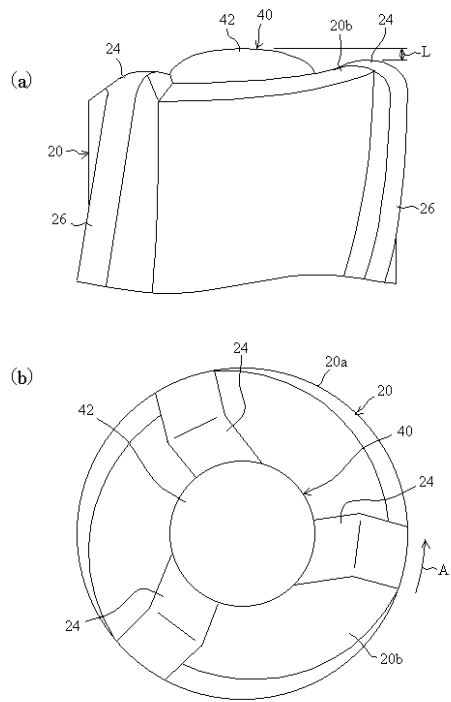
【 図 4 】



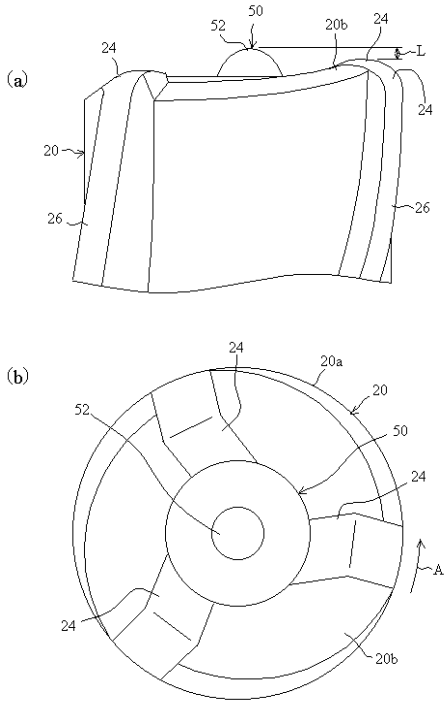
【 図 5 】



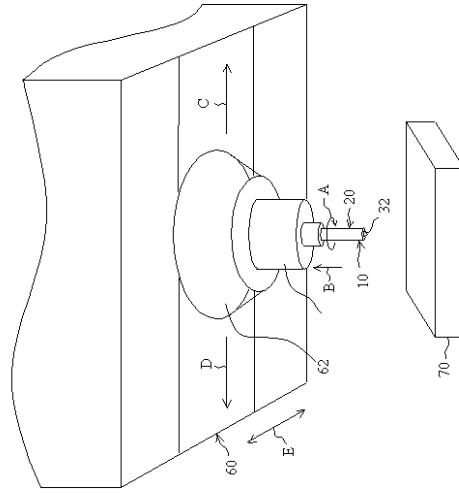
【 図 6 】



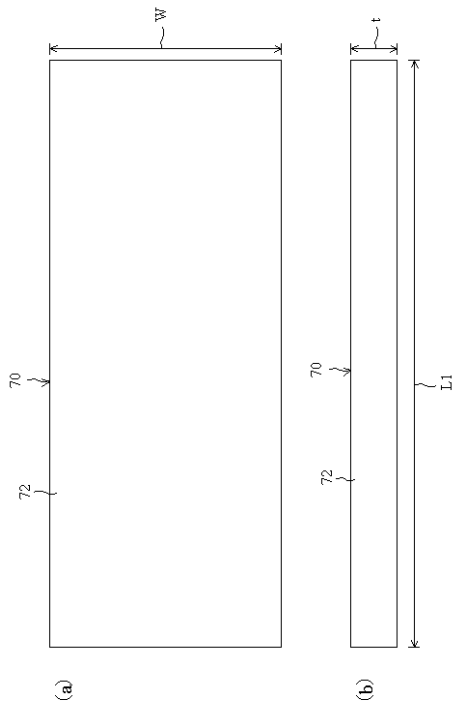
【 図 7 】



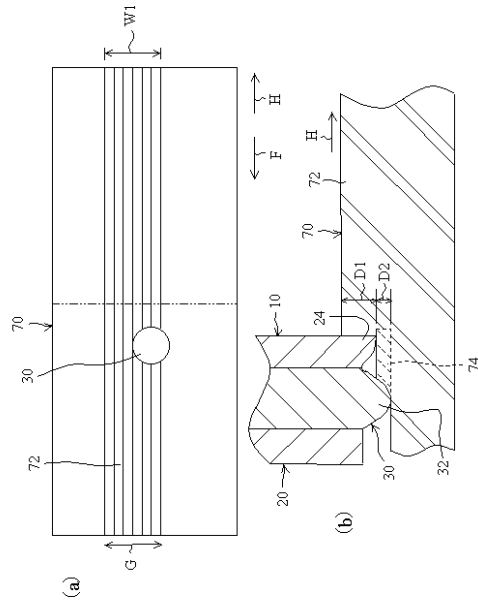
【 図 8 】



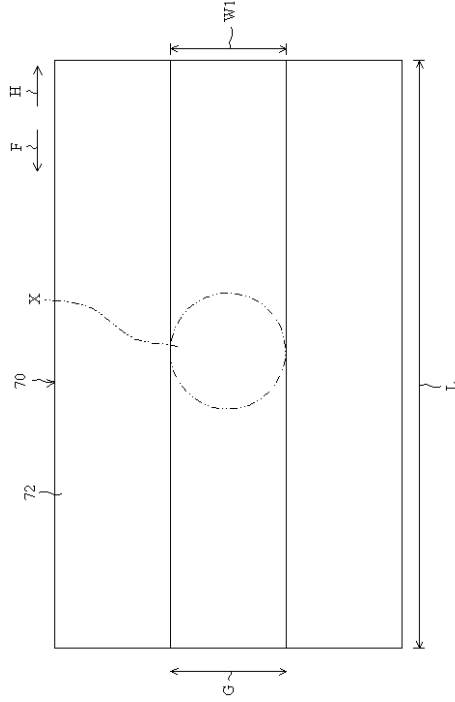
【 図 9 】



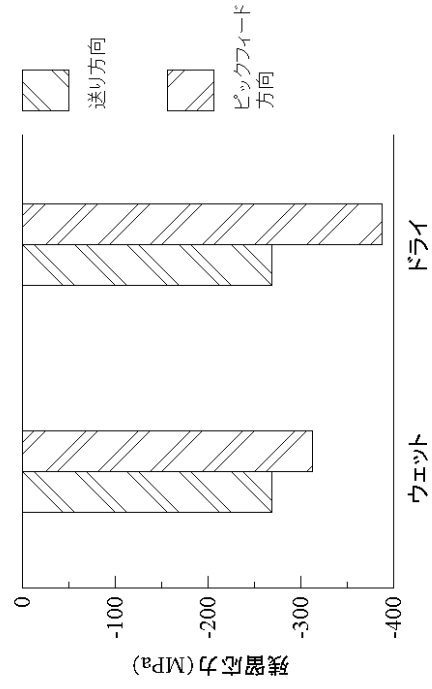
【 図 10 】



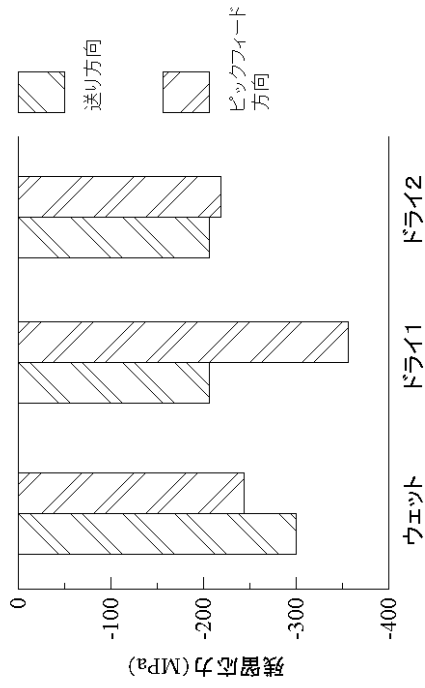
【図 1 1】



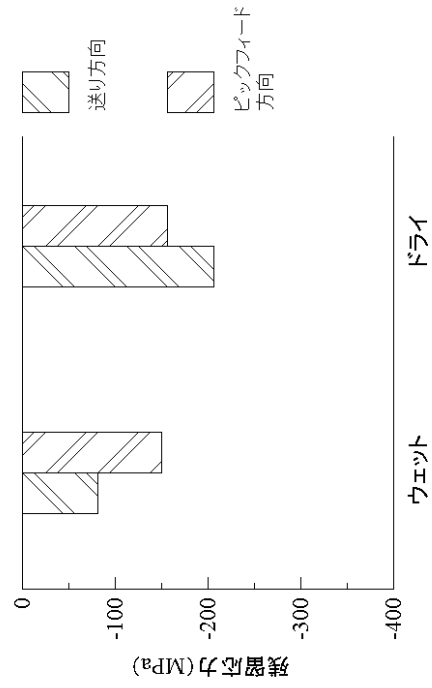
【図 1 2】



【図 1 3】

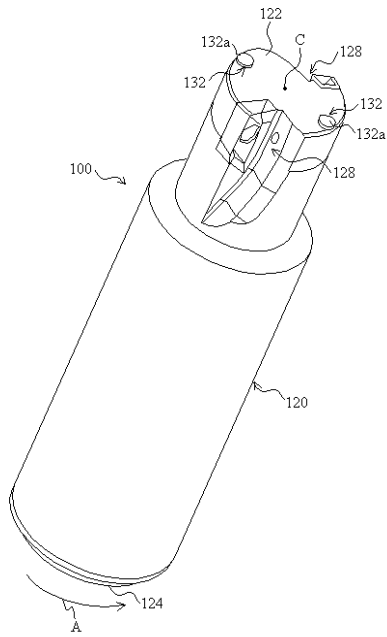


【図 1 4】

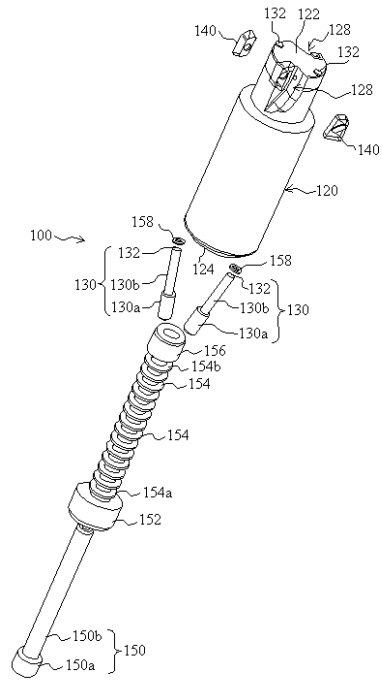




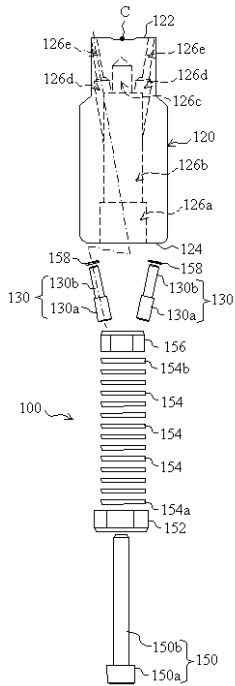
【 図 15 】



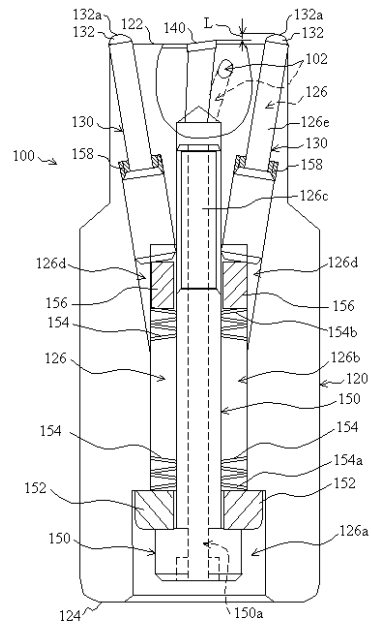
【 図 16 】



【 図 17 】



【 図 18 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-084722(JP,A)  
特開平11-010432(JP,A)  
特開2000-317828(JP,A)  
特開2000-061735(JP,A)  
特開2003-266228(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23P 13/00

B23C 5/10