

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-283452

(P2007-283452A)

(43) 公開日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(51) Int. Cl.

B23C 3/26 (2006.01)

F I

B23C 3/26

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2006-115211 (P2006-115211)

(22) 出願日 平成18年4月19日(2006.4.19)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100078499

弁理士 光石 俊郎

(74) 代理人 100074480

弁理士 光石 忠敬

(74) 代理人 100102945

弁理士 田中 康幸

(74) 代理人 100120673

弁理士 松元 洋

(72) 発明者 平野 国臣

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

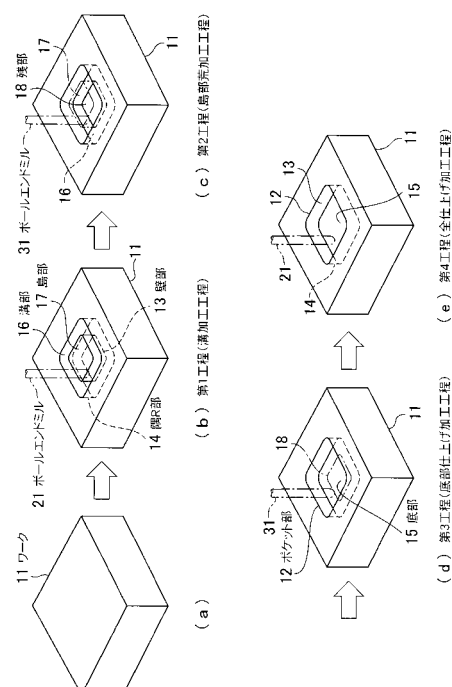
(54) 【発明の名称】 切削加工方法

(57) 【要約】

【課題】 振動を抑制する切削軌道を得ることにより安定した切削加工を行うことができる切削加工方法を提供すること。

【解決手段】 ワーク11に形成するポケット部12の隅R部14と同じ半径を有する小径ボールエンドミル21を用いてポケット部12の壁部13及び隅R部14が形成されるように溝部16を切削した後、小径ボールエンドミル21の径よりも大きい径を有する大径ボールエンドミル31を用いて溝部16により区画された島部17を切削してポケット部12の底部15を形成するようにした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物に凹部を形成する切削加工方法において、
前記凹部の隅 R 部の径と同じ径を有する第 1 切削工具を用いて前記凹部の壁部及び前記隅 R 部が形成されるように溝を切削し、
前記第 1 切削工具の径よりも大きい径を有する第 2 切削工具を用いて前記溝により区画された部分を切削して前記凹部の底部を形成するようにした
ことを特徴とする切削加工方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の切削加工方法において、
前記第 1 切削工具の径と同じ径、または、前記第 1 切削工具の径よりも小さい径を有する第 3 切削工具を用いて前記凹部の仕上げ加工を行うようにした
ことを特徴とする切削加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンドミル等の切削工具を用いて被加工物に凹部を形成する切削加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの機械部品は金型を使って成形されており、高品質の機械部品を大量に、且つ安価に製造するには金型が不可欠なものになっている。一方、従来から、金型自体の製作は長期間を要すると共に費用がかかるものとされていた。しかし、近年の金型製作においては、商品サイクルの短縮化や製造コストの削減等の理由により、製作期間の短縮と製作コストの低減が強く要望されるようになっている。

【0003】

従来の金型製作は、設計、型加工、組み付け・仕上げ、トライ・修正等の順で行われている。このうち、設計期間は C A D や成形シミュレーション等の発達により比較的短くできるが、型加工に最も多くの時間が費やされているのが実情である。

【0004】

型加工では、大小様々な凹状のポケット部を形成させることが多くあり、一般に、このポケット部はエンドミル等の切削工具を用いて切削加工を行うことにより形成される。また、型加工の大部分は、上記ポケット部の加工のように、エンドミル等の切削工具による切削加工であるが、複雑な形状が多い型加工では、荒加工を除いては工具径を大きくできず、小径または極細の切削工具による切削加工と、深く微細な形状を形成可能な放電加工とが中心となっている。このため、加工速度を上げられず、また加工機変更といった工程が増え、加工時間が長くなる傾向にあった。

【0005】

従って、金型製作期間の短縮や金型製作コストの低減を図ろうとするには、単に、切削加工の加工速度をあげる、または、加工機の統一を図ればよいが、N C テープの作成、切削工具及び被加工物の硬さ・形状、加工熱の発生（熱変形）、工具破損等の問題により、それには限界がある。即ち、加工速度を上げるだけでは、加工精度が悪化し、工具寿命が短くなるだけである。従って、安定した加工ができず、要求される精度が確保できないために、切削工具の交換頻度が増し、結果として加工時間の増大を招いてしまう。

【0006】

そこで、従来から、加工時間の短縮を図った切削加工方法が種々提案されており、このような、従来の切削加工方法は、例えば、特許文献 1，2 に開示されている。

【0007】

【特許文献 1】特開平 11-347823 号公報

【特許文献 2】特開 2002-254231 号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述したポケット部の特許文献1, 2の切削加工方法を用いて切削する場合には、先ず、ポケット部の隅R部の径よりも大きい工具径を有する切削工具を用い、所定幅の取代が残るようにポケット部の内側を荒加工する。次いで、工具径が小さくなるように段階的に切削工具を交換しながら取代を徐々に切削し、最終的に隅R部の径と同じ工具径を有する切削工具を用いて仕上げ加工を行うことになる。

【0009】

従って、このような切削加工方法では、ポケット部を所定の形状まで加工するには、多種類の切削工具を使用しなくてはならず、この結果、工程数が多くなり、加工時間の増大を招くおそれがある。特に、特許文献2に記載される切削加工方法では、切削工具を複数回往復動させて切削加工を行うことになるので、多大な加工時間を要してしまう。

【0010】

更に、特許文献1の切削加工方法では、切削工具の片側だけを用いて切削加工を行うことになるので、被加工物に接触していない反対側へ撓み易くなり、剛性が低い小径または極細の切削工具を用いる場合には、加工精度の低下を招いてしまう。特に、隅R部の切削時においては、切削工具の被加工物との切削（接触）面積が大きくなるので、急激な負荷がかかり、切削工具自身が回転方向に振られてしまい、所謂、びびり振動が発生する。この結果、切削工具が不安定になり、加工しようとする軌道からずれてしまい、加工面の面精度が低下するおそれがある。しかも、びびり振動により切削工具に負荷される繰り返し応力が増加されるので、工具寿命は著しく低下される。

【0011】

また、工具径に関わらず、切削工具の有効長Lと工具径Dとの比率 L/D が大きくなるに従い、上記のようなびびり振動が発生し易くなる。こうした現象を避けるために、隅R部の径よりも小さい工具径を有する切削工具を使用して、切削工具を被加工物に点接触させることでこの問題を回避できるが、使用する切削工具のよっては工具径が小さくなる分、切削量が減少し、多大な加工時間を要してしまう。

【0012】

従って、本発明は上記課題を解決するものであって、振動を抑制する切削軌道を得ることにより安定した切削加工を行うことができる切削加工方法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】

【0013】

上記課題を解決する第1の発明に係る切削加工方法は、
被加工物に凹部を形成する切削加工方法において、
前記凹部の隅R部の径と同じ径を有する第1切削工具を用いて前記凹部の壁部及び前記隅R部が形成されるように溝を切削し、
前記第1切削工具の径よりも大きい径を有する第2切削工具を用いて前記溝により区画された部分を切削して前記凹部の底部を形成するようにした
ことを特徴とする。

【0014】

上記課題を解決する第2の発明に係る切削加工方法は、
第1の発明に係る切削加工方法において、
前記第1切削工具の径と同じ径、または、前記第1切削工具の径よりも小さい径を有する第3切削工具を用いて前記凹部の仕上げ加工を行うようにした
ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

第1の発明に係る切削加工方法によれば、被加工物に凹部を形成する切削加工方法にお

10

20

30

40

50

いて、前記凹部の隅R部の径と同じ径を有する第1切削工具を用いて前記凹部の壁部及び前記隅R部が形成されるように溝を切削し、前記第1切削工具の径よりも大きい径を有する第2切削工具を用いて前記溝により区画された部分を切削して前記凹部の底部を形成するようにしたことにより、前記第1切削工具は前記溝内に配置されることになるので振動が抑制され安定した切削加工を行うことができる。

【0016】

第2の発明に係る切削加工方法によれば、第1の発明に係る切削加工方法において、前記第1切削工具の径と同じ径、または、前記第1切削工具の径よりも小さい径を有する第3切削工具を用いて前記凹部の仕上げ加工を行うようにしたことにより、更に加工面の面精度を向上させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明に係る切削加工方法について図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明の一実施例に係る切削加工方法を模式的に示した図、図2は各工程における加工条件を示した図、図3は溝加工時の切削工具にかかる負荷を示した図、図4は本発明の一実施例に係る切削加工方法で切削加工したワークの斜視図、図5(a)、(b)は本発明の一実施例に係る切削加工方法に用いられるボールエンドミルの側面図、図6は大小ボールエンドミルの装着状態を示した図である。

【0018】

本発明の一実施例に係る切削加工方法においては、例えば、図5(a)、(b)に示す小径ボールエンドミル(第1切削工具)21及び大径ボールエンドミル(第2切削工具)31を用いて、図4に示すワーク(被加工物)11に凹状のポケット部12を形成する場合について説明する。

20

【0019】

図4に示すワーク11は、プレス用金型や射出成形用金型等を使用されるものであって、A7075-T651のアルミニウム合金で形成されている。ワーク11にはポケット部12が形成されており、このポケット部12は縦横の長さが20mmで、深さが10mmのポケット形状をなしている。即ち、ポケット部12は前記ポケット形状をなすような壁部13及び底部15を有している。また、隣接する壁部13によって形成される角部には、R1.5の隅R部14が形成されている。

30

【0020】

一方、図5(a)に示すように、小径ボールエンドミル21は、その先端に2枚の刃からなる刃部22を有すると共に、直径 $D = 3\text{ mm}$ 、ボール半径 $R = 1.5\text{ mm}$ 、有効長 $L = 30\text{ mm}$ で形成されている。即ち、小径ボールエンドミル21における、有効長 L と工具径 D との比率 L/D は10となっている。また、図5(b)に示すように、大径ボールエンドミル31は、その先端に2枚の刃からなる刃部32を有すると共に、直径 $D = 6\text{ mm}$ 、ボール半径 $R = 3.0\text{ mm}$ 、有効長 $L = 30\text{ mm}$ で形成されている。即ち、大径ボールエンドミル31の L/D は5となっている。

【0021】

そして、ボールエンドミル21, 31は、図6に示すマシニングセンタ41のス핀ドル42に着脱可能に装着される。また、マシニングセンタ41には、回転可能に支持される主軸を介してス핀ドル42に接続される回転用モータ(図示省略)と、ス핀ドル42に装着されるボールエンドミル21, 31に向けてエアを噴射するエアノズル43と、ス핀ドル42に装着されるボールエンドミル21, 31を水平面内で直交するX軸及びY軸と鉛直なZ軸との3軸方向に移動させる3軸駆動装置(図示省略)と、この3軸駆動装置を数値制御するNC制御装置(図示省略)とが設けられている。

40

【0022】

従って、ボールエンドミル21, 31を用いてワーク11にポケット部12を形成する場合には、先ず、ワーク11をマシニングセンタ41の取付部にセットすると共に、ス핀ドル41にボールエンドミル21, 31のいずれか一方を装着させる。次いで、回転用

50

モータを駆動させてボールエンドミル 21, 31 を所定回転数で回転させながら、予め NC 制御装置に入力されるポケット形状に関する数値データに基づいて 3 軸駆動装置を移動させることにより、ワーク 11 に所定のポケット形状を形成することができる。

【0023】

次に、図 1, 2 を用いて本発明の一実施例に係る切削加工方法について説明する。

【0024】

まず、図 1 (a) に示すように、ワーク 11 をマシニングセンタ 41 にセットする。

【0025】

次いで、図 1 (b) に示すように、第 1 工程の溝加工工程（壁部及び隅 R 部仕上げ加工工程）では、隅 R 部 14 の R1.5 と同じボール半径（半径）R1.5 を有する小径ボールエンドミル 21 を用いて、壁部 13 及び隅 R 部 14 が形成されるように溝部 16 を切削する。この溝部 16 の深さ（切込量）は 10 mm で、溝幅は小径ボールエンドミル 21 の直径 D と同じ 3 mm となるので、ワーク 11 の略中央部には、縦横の長さが 14 mm で、高さが 10 mm の島部 17 が形成される。また、図 2 に示すように、このときの小径ボールエンドミル 21 は、回転数が 15000 rpm、送り速度が 500 mm/min に設定されており、加工時間は 10 分となる。

【0026】

即ち、小径ボールエンドミル 21 の直径 D と溝部 16 の溝幅とは略同一の長さになるので、切削時の小径ボールエンドミル 21 は溝部 16 を削りながらも、この溝部 16 内に配置されることになる。これにより、小径ボールエンドミル 21 は、壁部 13 の切削時には壁部 13 と島部 17 の壁部とにより両側から挟まれる一方、隅 R 部 14 の切削時には隅 R 部 14 と島部 17 の隅 R 部とにより両側から挟まれることになる。従って、ボールエンドミル 21 の送り方向に垂直な方向への変動が抑制されることになり、びびり振動が抑制され、安定した切削軌道で切削加工を行えるので、荒加工をすることなく、壁部 13 及び隅 R 部 14 を形成させることができる。

【0027】

次いで、図 1 (c) に示すように、第 2 工程の島部荒加工工程では、大径ボールエンドミル 31 を用いて島部 17 を削る。島部 17 を削るときには、最終形状となる部分以外は加工精度が必要ないため、底部 15 の仕上げ代となる高さ 0.5 mm 程の残部 18 を残して荒加工する。これにより、図 2 に示すように、大径ボールエンドミル 31 は、回転数が 15000 rpm で設定されるものの、荒加工の分、送り速度が 1200 mm/min に設定されており、加工時間は 3 分となる。

【0028】

次いで、図 1 (d) に示すように、第 3 工程の底部仕上げ加工工程（残部削除加工工程）では、同じく大径ボールエンドミル 31 を用いて底部 15 が形成されるように残部 18 を削る。このように、底部 15 が形成されることで、ポケット部 12 の形状が完成される。また、図 2 に示すように、大径ボールエンドミル 31 は、第 1 工程で使用されるボールエンドミル 21 よりも剛性が高いので、回転数が 15000 rpm、送り速度が 1200 mm/min に設定されており、加工時間は 3 分となる。即ち、この第 3 工程では、第 2 工程と同じ大径ボールエンドミル 31 を使用しているので、第 2 工程が終了すると、工具交換を行わずに直ちに実行される。しかも、第 2 工程において残部 18 の高さを極力抑えるように切削しているので、第 2 工程と同じ加工条件を用いて切削できる。

【0029】

そして、図 1 (e) に示すように、第 4 工程の全仕上げ加工工程では、再び小径ボールエンドミル 21 を用いて工具交換による段差を除去すると共に、面精度が高くなるように切削する。このとき、小径ボールエンドミル 21 は、隅 R 部 14 の R1.5 と同じボール半径（半径）R1.5 を有しているので、隅 R 部 14 の仕上げ加工も容易に行える。また、図 2 に示すように、小径ボールエンドミル 21 は第 1 工程と同じ加工条件に設定されている。

【0030】

従って、本発明に係る切削加工方法によれば、ポケット部 1 2 の壁部 1 3 及び隅 R 部 1 4 の切削において、小径ボールエンドミル 2 1 は溝部 1 6 内でガイドされることになり、溝部 1 6 の壁部、即ち、壁部 1 3、隅 R 部 1 4 及び島部 1 7 がびり振動を抑制する剛性メンバとなるので、小径ボールエンドミル 2 1 の剛性や L/D に関係なく安定した切削加工を行うことができる。なお、溝部 1 6 の切削加工を行う場合、切り粉が溜り易くなり加工面の悪化が懸念されるが、図 6 に示すように、エアノズル 4 3 により切削方向と同じ向きにエアを噴射することにより、切り粉を容易に排出することができる。

【0031】

また、図 3 に示すように、従来の切削加工方法（図中の 2 点鎖線）では、隅 R 部において切削工具に急激な負荷がかかることになるので、切削工具の破損及び撓みに繋がるおそれがあった。一方、本発明に係る切削加工方法（図中の実線）では、溝部 1 6 の切削時においては切込量が一定となることから、小径ボールエンドミル 2 1 の前面にワーク 1 1 が均一に接触することになるので、従来よりも大きくはなるが、急激な変化はなく、負荷バランスを小さくする（負荷変動を小さくする）ことができる。この結果、切削工具の破損及び撓みを防止できるだけでなく、切削加工中の発熱量が略一定となり、熱バランスが飽和してかえって安定した切削を行うことができる。

10

【0032】

また、従来のように多種類の切削工具を使用し、いくつもの工程を踏まえて少しずつ隅 R 部を小さくしていたのに対し、本発明に係る切削加工方法では、2 種類のボールエンドミル 2 1、3 1 を使用し、各ボールエンドミル 2 1、3 1 の加工条件を 1 つにしている。従って、使用する切削工具の削減、工程短縮、加工時間の短縮、NC プログラム作成の簡素化を図ることができる。しかも、2 種類のボールエンドミル 2 1、3 1 しか使用しないので、工具交換による取付誤差や工具寸法のばらつきといった問題が低減されることになり、精度のよい切削加工を行うことができる。

20

【0033】

更に、本発明に係る切削加工法を用いれば、5 軸駆動装置を備えた工作機械や放電加工機を使用せずにポケット部 1 2 を切削加工することができる。

【0034】

なお、第 4 工程の全仕上げ加工工程において、隅 R 部 1 4 の R 1.5 と同じボール半径（半径）R 1.5 を有する小径ボールエンドミル 2 1 を用いたが、隅 R 部 1 4 の R 1.5、即ち、小径ボールエンドミル 2 1 のボール半径（半径）R 1.5 よりも小さいボール半径（半径）を有するボールエンドミル（第 3 切削工具）を用いても構わない。これにより、更に仕上げ加工精度を向上させることができる。また、本実施形態では、ボールエンドミルを用いたが、フラットエンドミル等の他のエンドミルを用いても構わない。

30

【産業上の利用可能性】

【0035】

切り取った被加工物を再利用できるようにした切断加工（穴開け加工）に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

40

【図 1】本発明の一実施例に係る切削加工方法を模式的に示した図である。

【図 2】各工程における加工条件を示した図である。

【図 3】溝加工時の切削工具にかかる負荷を示した図である。

【図 4】本発明の一実施例に係る切削加工方法で切削加工したワークの斜視図である。

【図 5】（a）は本発明の一実施例に係る切削加工方法に用いられる小径ボールエンドミルの側面図、（b）は同じく大径ボールエンドミルの側面図である。

【図 6】大小ボールエンドミルの装着状態を示した図である。

【符号の説明】

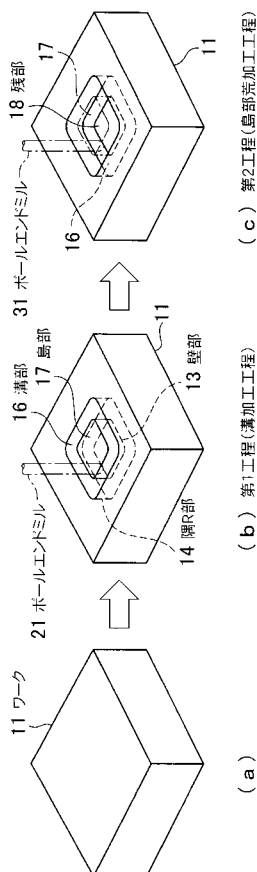
【0037】

1 1 ワーク

50

- | | |
|-----|------------|
| 1 2 | ポケット部 |
| 1 3 | 壁部 |
| 1 4 | 隅R部 |
| 1 5 | 底部 |
| 1 6 | 溝部 |
| 1 7 | 島部 |
| 1 8 | 残部 |
| 2 1 | 小径ボールエンドミル |
| 2 2 | 刃部 |
| 3 1 | 大径ボールエンドミル |
| 3 2 | 刃部 |
| 4 1 | マシニングセンタ |
| 4 2 | スピンドル |
| 4 3 | エアノズル |

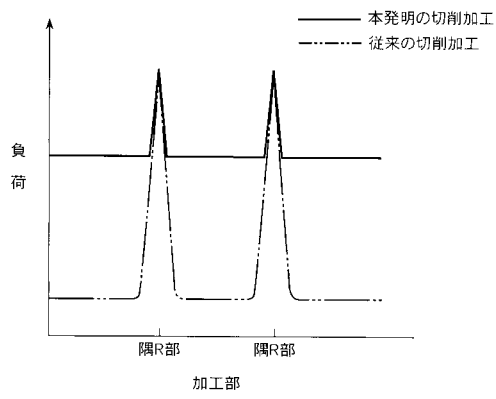
【 図 1 】



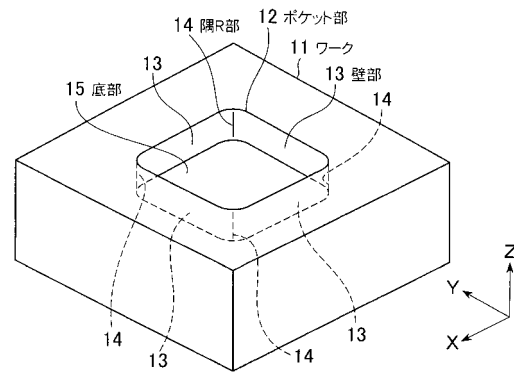
【図 2】

工程	工 具	直径D (mm)	ボール 半径R (mm)	有効 長L (mm)	L/D	回転数 (rpm)	送り 速度 (mm/ min)	加工 時間 (分)
1	小径ボールエンドミル	3	1.5	30	10	15000	500	10
2	大径ボールエンドミル	6	3.0	30	5	15000	1200	3
3	大径ボールエンドミル	6	3.0	30	5	15000	1200	3
4	小径ボールエンドミル	3	1.5	30	10	15000	500	10

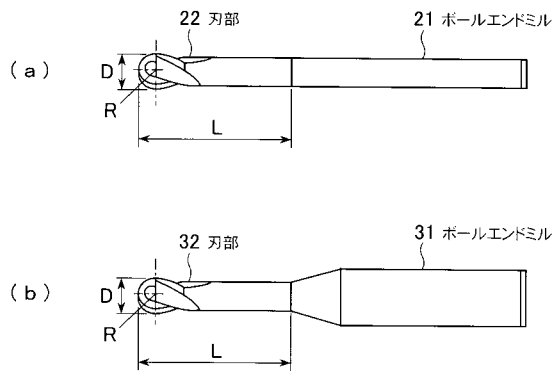
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

