

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4126081号
(P4126081)

(45) 発行日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(24) 登録日 平成20年5月16日(2008.5.16)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 3 B 35/00 (2006.01)	B 2 3 B 35/00
B 2 3 B 49/00 (2006.01)	B 2 3 B 49/00 A
B 2 3 B 41/14 (2006.01)	B 2 3 B 41/14
B 2 3 B 47/18 (2006.01)	B 2 3 B 47/18 A

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-212512 (P2007-212512)	(73) 特許権者 507278616 株式会社柳沢技研 群馬県伊勢崎市平井町1283番地1
(22) 出願日 平成19年8月17日(2007.8.17)	(74) 代理人 100122552 弁理士 松下 浩二郎
審査請求日 平成20年2月11日(2008.2.11)	(72) 発明者 柳澤 宏次 群馬県伊勢崎市平井町1283番地1株式会社柳沢技研内
早期審査対象出願	(72) 発明者 齊藤 康弘 群馬県前橋市荒子町251番地2
	(72) 発明者 柳澤 孝樹 群馬県伊勢崎市平井町1283番地1株式会社柳沢技研内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜微細孔加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワーク表面への垂直線に対し所定角度傾斜しているとともにワーク裏面への垂直線に対し所定角度傾斜した切削予定線に、ドリルの回転軸線を一致させるようにして所定の送りピッチで送りながら前記ワークに微細孔を貫通して設ける傾斜微細孔加工方法において、前記ドリルの径と略同サイズの内径を有し前記ドリルの先端部を保持して前記回転軸線の遠心方向への遊動を規制するガイド孔を、エンドミルを用いて中心軸線が前記切削予定線に一致するように前記ワーク表面から略円柱状に切削して設け、次いで前記ガイド孔に前記ドリルの先端部を挿入しドリル切削工程を開始して、穴開け加工のアプローチ工程で前記ガイド孔により前記ドリルの切削位置・切削方向をガイドして前記切削予定線に一致させるものとし、その後、前記ドリルの先端側一部分が前記ワーク裏面に露出する直前から前記ドリルの先端部が完全に貫通するまでの範囲を、前記ドリルの送り動作なしに所定数回転させてから所定距離を回転させながら送る動作を複数回繰り返すプロファイル加工を実施することを特徴とする、傾斜微細孔加工方法。

【請求項2】

前記プロファイル加工は、前記送り動作のない回転が各々1乃至2回転であり、前記回転させながら送る距離が各々0.5µm乃至1.5µmである、ことを特徴とする請求項1に記載した傾斜微細孔加工方法。

【請求項3】

前記ドリル切削工程の際に、前記ワーク内に前記ドリルを所定距離送り込む度に、前記

ドリルを引き抜いて新しいものに交換してから作業を続行する、ことを特徴とする請求項1または2に記載した傾斜微細孔加工方法。

【請求項4】

前記ドリル切削工程におけるドリル回転速度は、7500rpm乃至12500rpmとされ、前記送りピッチが前記ワークの素材硬度と前記ドリルの径に応じて1.0 μ m乃至6.0 μ mの範囲で選択されたことを特徴とする請求項1, 2または3に記載した傾斜微細孔加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、傾斜微細孔加工方法に関し、殊に、金属やセラミックスなど比較的硬度の高い素材からなるワークに、所定の傾きを有した微細孔を設けるための傾斜微細孔加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、被加工材料であるワークに、微細孔（直径0.3mm未満の孔）を設ける技術が普及しており、半導体基盤の細孔や医療器の孔を穿設する場合等に用いられている。例えば、特開平10 286708号公報にはワークに対するドリルの切り込み方向に平行する向きで低周波振動をドリルに印加することにより、直径数十 μ m程度の微細孔を比較的短時間で設ける方法及び装置が記載されている。

【0003】

このような技術を用いることにより、微細孔を高精度に効率よくワークに設けることが可能になる。また、細く折損しやすいドリルを用いてより深く微細孔を設けるために、ドリルを所定量送り込む度にこれを一端ワークから引き抜く手順を繰り返すことで、切り粉（切削屑）を外部に排出しドリルの刃詰まりによる抵抗の増大・切削不良の発生を回避しながら、切込み能力の維持をはかっている。

【0004】

しかし、斯かる技術を実施するには、加工用ヘッドを昇降させる送り手段に送り方向と平行な低周波振動を与える振動発生手段を設けた専用の穴開け装置が必要となる。このことにより、一般的な装置をそのまま流用することができないことから新たな設備投資が必要となって、コストの高騰を招く結果となる。

【0005】

また、この加工方法は、基本的にワーク表面に対し垂直に微細孔を設ける場合を想定したものであり、加工面の垂直線に対し所定角度以上傾斜した微細孔を比較的硬質のワークに設ける場合には、ワーク表面にドリル先端が傾斜して当接する切り込み初期段階で遠心方向に弱いドリルが撓み、先端がずれたり折損したりする。そのため、作業効率が著しく低下するとともに得られた微細孔の形状精度及び位置精度が極端に低下して、期待した作業結果を得られないケースが多い。

【0006】

この問題に対し、特開2003-260611号公報には、先端が半球状、または加工面に対する傾斜角の2倍の頂角に設定したドリルを用いて、ワークに予備加工穴を設けることによりその後のドリル切削時において、位置決め精度よく傾斜孔を設けることを可能とした傾斜孔の加工方法が提案されている。

【0007】

しかしながら、この加工方法による予備加工穴は、ドリル回転軸線が切削予定線から遠心方向に遊動しないようにドリル先端部を保持するものではなく、単にドリル回転軸に対する垂直面をワーク表面に形成しただけのものである。そのため、僅かな力で湾曲・折損する微細孔用の極細ドリルを用いて硬質のワークに傾斜微細孔を設ける場合には、僅かな誤差でもドリル折損のトラブルが多発してしまう。また、この場合にドリル先端の僅かなズレが加工精度の著しい低下に繋がることから、精密な傾斜微細孔を設ける手段としては

10

20

30

40

50

不十分である。

【 0 0 0 8 】

さらに、既存の加工方法を用いて傾斜微細孔を設ける技術に共通して、図9(A)の拡大した縦断面部分図に示すように、ワーク1の裏面までドリル30を貫通させる場合に、ドリル30先端側一部分が裏面に露出する時点でその露出位置の反対側にドリル30の先端で受面100が形成されるため、ドリル30先端部が抵抗の少ない方に向かって受面100上を滑ることとなり、ドリル30自体が湾曲して切削予定線Xに対してズレが生じてしまう。

【 0 0 0 9 】

そのため、図9(B)に示すようにドリル30の先端が矢印方向にぶれながら貫通動作に伴ない途中で折損するトラブルが多発する。また、ドリル30先端部が裏面まで貫通することにより、開口部の縁にめくれ101や亀裂を形成するとともに微細孔10自体も出口部分で湾曲するため、その仕上がり形状精度が極端に悪化することになる。

【特許文献1】特開平10 286708号公報

【特許文献2】特開2003-260611号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記のような問題点を解決しようとするものであり、比較的硬質の素材からなるワークに所定角度傾斜した微細孔を貫通して設けるための傾斜微細孔加工方法について、微細孔をより大きな傾斜角でより深く穿設可能としながら、その形状精度及び位置精度を高いレベルで達成できるようにすることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は、ワーク表面への垂直線に対し所定角度傾斜しているとともにワーク裏面への垂直線に対し所定角度傾斜した切削予定線に、ドリルの回転軸線を一致させるようにして所定の送りピッチで送りながらワークに微細孔を貫通して設ける傾斜微細孔加工方法において、ドリルの径と略同サイズの内径を有しドリルの先端部を保持してその回転軸線の遠心方向への遊動を規制するガイド孔を、エンドミルを用いて中心軸線が切削予定線に一致するようにワーク表面から略円柱状に切削して設け、次いでこのガイド孔にドリルの先端部を挿入しドリル切削工程を開始して、穴開け加工のアプローチ工程でガイド孔によりドリルの切削位置・切削方向をガイドして切削予定線に一致させるものとし、その後、前記ドリルの先端側一部分がワーク裏面に露出する直前からドリルの先端部が完全に貫通するまでの範囲を、ドリルの送り動作なしに所定数回転させてから所定距離を回転させながら送る動作を複数回繰り返す、プロファイル加工を実施することを特徴とするものとした。

【 0 0 1 2 】

即ち、比較的硬質のワークに微細孔用の極細ドリルを用いて傾斜微細孔を貫通して設ける際に、センタードリルで予備加工穴を設ける場合は、傾斜角が大きいとドリル先端がワークの傾斜面に食い込まずに滑って湾曲したりズレ動いたりして正確に予備加工穴を設けることが困難であり、且つ、ドリルを予備加工穴の底面に当接してもその先端が保持されずに回転軸線が正しい位置・方向にガイドされにくかったのに対し、上述のようにエンドミルでガイド孔を設ける場合は、エンドミルの回転軸線に対し切削面が垂直であるため、大きく傾斜したワーク面でも滑りにくく正確な位置・角度・深さで円柱状に穿設することが可能となり、挿入されたドリル先端部がガイド孔内で遊動を規制されて正確な位置・方向にガイドされるため、誤差やトラブルの発生しやすい穴開け作業初期段階において、精度の高い切削を行えるようになる。これに加えて、切削予定線に対し垂直線が傾斜したワーク裏面にドリル先端側が貫通する際に、プロファイル加工を実施することでドリル折損や開口部の変形を有効に回避できるものとなる。

【 0 0 1 3 】

10

20

30

40

50

この場合、そのプロファイル加工は、送り動作のない回転が各々1乃至2回転であり、回転させながら送る距離が各々0.5 μm乃至1.5 μmであるものとするれば、微細孔の傾斜レベルに応じて裏側開口部の形状精度を確保しやすいものとなる。

【0014】

さらに、上述した傾斜微細孔加工方法において、ドリル切削工程の際に、ワーク内にドリルを所定距離送り込む度に、ドリルを引き抜いて新しいものに交換してから作業を続けることを特徴とするものとするれば、切り粉がドリル刃に詰まることによる切削能力の低下を、ドリルの引き抜きで切り粉を排出するとともに刃の摩耗に応じて新しいドリルに替えることで、切削能力を高レベルで維持することができ、より深い切削を実施できるものとなる。

10

【0015】

さらにまた、上述した傾斜微細孔加工方法において、そのドリル切削工程におけるドリル回転速度を7500 rpm乃至12500 rpmとし、その送りピッチをワークの素材硬度とドリル径に応じて1.0 μm乃至6.0 μmの範囲で選択したものとすれば、所定の作業効率を確保しながらドリルの破損トラブルを回避しやすいものとなる。

【発明の効果】

【0016】

ドリル切削工程の前段階でドリル先端部を保持して切削位置・切削方向をガイドするためのガイド孔をエンドミルで設けるものとした本発明によると、微細孔をより大きな傾斜角でより深く穿設可能としながら、その形状精度及び位置精度を高いレベルで達成することができるものである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、図面を参照しながら本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【0018】

図1乃至図4は、本発明における実施の形態である傾斜微細孔加工方法の手順を説明するための縦断面図を示している。図1を参照して、本実施の形態の傾斜微細孔加工方法は、ステンレス鋼やセラミックスなどの比較的硬質の素材からなるワーク1に、直径0.3 mm未満、特に0.1 mm以下の微細孔を、ワーク1表面への垂直線に対し0°~45°、特に40°~45°の範囲の傾斜角で、径d×5以上の孔長gの深さで切削予定線Xに沿って穿設する場合に有用性が高いものであり、得られる微細孔10の形状精度が予定孔径±5%の公差範囲に収まる精度を達成することを目標としている。

30

【0019】

その工程における特徴は、ドリル30aによる穴開け工程初期導入段階（アプローチ工程）において、ドリル回転軸線を遠心方向に遊動しないように規制して切削位置・切削方向をガイドさせるための径dと略同サイズのガイド孔10aを、エンドミル2を用いて略円柱状に穿設してからドリル切削を行う点にある。この場合、ガイド孔10aが径dよりも大径であると内部でドリル30aが遊動してドリル30aの切削位置・切削方向に誤差が生じやすいとともに微細孔の開口部が当初から拡大されて孔径精度の低下を招き、径dよりも小径であると傾斜角度が大きい場合にドリル先端が滑りやすくなり正しい位置に保持されにくいものとなる。

40

【0020】

また、この特徴に加えて、ドリル切削工程で送り量c毎にドリルを30aから30b、30cと新しいものに交換する点、微細孔10をワーク1の裏面まで貫通して設ける場合に、ドリル30c先端側一部分が裏面に露出する直前から先端部が完全に貫通するまでの範囲で、所謂プロファイル加工を実施する点も特徴部分となっている。

【0021】

尚、以下の各工程において、切削時に適当な切削油（マシン油）を用いること、及び、微細孔の両開口部のバリ取り・研磨等の仕上げ加工を施す点は、従来技術とほぼ同様であるため詳細な説明は省略する。また、ワーク固定手段、モータ、加工ヘッド、送り手段等

50

を有する穴開け装置の構成・機能についても、一般的な装置をそのまま使用可能であることから、その詳細な説明を省略するものとする。

【 0 0 2 2 】

先ず、図 2 , 図 3 を参照しながらアプローチ工程について説明する。ワーク 1 が水平面に対し例えば $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の比較的大きな傾斜角 でワーク固定手段により支持・固定され、その垂直線に対し傾斜角 を有する切削予定線 X に沿って微細孔 1 0 を設ける加工方法において、アプローチ工程は切削作業における初期段階において行われる。この場合、穿設に使用するドリルの径 d と基本的に同サイズの径を有するエンドミル 2 を用いて、切削予定線 X に沿って略円柱状のガイド孔 1 0 a を所定の深さ b で穿設することが好ましい。即ち、ドリル径 d (= ガイド孔の径) よりも小径のエンドミルを用いてガイド孔のサイズまで孔径を拡大して設けることは可能だが、余分な手間と時間を要するからである。

10

【 0 0 2 3 】

このエンドミル 2 によるガイド孔 1 0 a の穿設においては、その径、ワーク 1 の硬度、傾斜角 の大きさに応じて回転速度及び送りピッチを適宜設定するが、例えば送りピッチはエンドミル 2 の破損を回避しながら所定の作業効率を確保する観点で、ワーク 1 がステンレス鋼で傾斜角が $40^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の場合に通常 $1.0 \mu\text{m}$ 程度が適当である。

【 0 0 2 4 】

図 3 (A) , (B) の拡大部分図を参照して、エンドミル 2 により穿設するガイド孔 1 0 a の深さ b は、ドリル 3 0 a 先端部を挿入した場合にその外周面の下端線 3 1 0 付近でガイド孔 1 0 a の内周面に接する部分 (弧) の長さが、図 3 (C) の平面図に示すようにドリル 3 0 a 外周の 5 0 % を超えて、斜線で示すドリル 3 0 a 横断面のうち範囲 Y を内周面で保持可能な略円柱状の孔を形成させる深さとする。

20

【 0 0 2 5 】

これにより、ドリル 3 0 a が駆動した場合に回転軸線が遠心方向に遊動しないように規制されて固定されるものとなる。即ち、従来例において傾斜微細孔を穿設するのにセンタードリルで予備加工穴を設ける際、ワークの素材硬度が高かったり傾斜角が大きかったりするとドリルが傾斜面で滑って撓んだり折損したりするため、ワーク表面に対し垂直方向に設けざるを得ず、しかも浅い穴となるためにその後の切削において正しい切削位置・方向にドリルをガイドすることが困難であったのに対し、本実施の形態において円柱状のガイド孔 1 0 a を深さ b で設けたことで、ドリル 3 0 a による穴開け作業工程初期段階において、ドリルの切削位置・切削方向が正しくガイドされて精度の高い切削作業の実施を可能としたものである。

30

【 0 0 2 6 】

次に、再度図 1 を参照しながらドリル 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c による切削工程についてさらに詳細に説明すると、この切削工程ではドリル径とワーク 1 の素材硬度に応じてドリル回転速度を 7500rpm 乃至 12500rpm の範囲に設定しながら、送りピッチを $1.0 \mu\text{m}$ 乃至 $6.0 \mu\text{m}$ の範囲で設定して送り動作を繰り返す。これにより、所定レベルの作業効率を確保しながらドリルの破損を回避して、精度高く微細孔を穿設できるようになる。また、これに加えて、切り粉による刃詰まりと刃先の摩耗状況に応じて設定された所定の送り量 c 毎に、ドリルを抜いて新しいものに取り替える手順を有している。

40

【 0 0 2 7 】

即ち、最初のドリル 3 0 a を送り量 c 送って切削した段階で、これを抜いて新しいドリル 3 0 b に取り替える。このドリル 3 0 b でさらに送り量 c 送って切削してから、同様に新しいドリル 3 0 c に取り替えて、さらに送り量 c 送って切削することにより微細孔 1 0 が貫通する。このような手順を採用したことで、ドリルを抜く度に刃の間に詰まった切り粉が外部に排出され、切削抵抗を軽減させた状態にして作業効率を高めることが可能となる。また、新しいドリルに替えることで刃が摩耗・高温化して切削機能が低下した状態も同時に解消することができ、より細いドリルでより深い微細孔を効率的に設けられるようになる。

【 0 0 2 8 】

50

図4を参照しながら穴開け工程の最終段階であるプロファイル工程について説明する。従来の傾斜微細孔加工方法においては、傾斜した微細孔をワーク1の裏面まで貫通して設ける場合に、図9に示したようにドリル30先端部が裏面に突出する直前に、当たり面100の上を先端の傾斜面(切削面)が滑って抵抗の少ない方にドリル30先端部が湾曲して折損しやすくなるとともに、開口部が変形・破断して孔の形状精度が極端に低下するトラブルを生じていた。

【0029】

そこで、本実施の形態においては、図4に示すようにドリル30c先端側一部分(角部分)がワーク1裏面に露出する直前からドリル30c先端部が完全に貫通するまでの幅fの範囲を、ドリル30cの送り動作なしに所定回数回転させた後、所定距離を回転させながら送る動作を複数回繰り返す、所謂プロファイル加工の工程を実施するものとした。

10

【0030】

例えば、ワーク1がステンレス鋼等の比較的硬度が高い素材で微細孔の傾斜角が40°以上と比較的大きな場合に、径0.10mm以下のドリル30cを10000rpm程度の回転速度でワーク1裏面まで貫通させる際に、プロファイル加工による幅fは、ドリル径dの1.0~1.5倍程度となる。

【0031】

そして、このプロファイル加工における送り動作なしの回転は、通常1~2回転が適当であり、回転させながら送るピッチは通常1.0μm程度が適当なものとなる。これは、送り動作なしの回転が2回を超えると刃の切れが悪くなりやすく、送りピッチがこれを超えるとドリル30cが湾曲・破折しやすくなるからである。

20

【0032】

上述した工程は、一般的な穴開け装置をそのまま用いて実施できることから、専用の装置を新たに導入する必要がないものである。また、その工程において過大な手間と時間を要しないことから、コストを過分に高騰させることなく実施することができる。そして、本実施の形態の傾斜微細孔加工方法を実施することにより、特別な熟練を要することなく比較的硬質のワークに対し、より大きな傾斜角でより細かい微細孔をより深く設けることができ、孔の形状精度及び位置精度を高いレベルで達成することが可能となるものである。

【実施例1】

【0033】

以下に、実施例により本発明をさらに詳細に説明する。図5は本実施例における傾斜微細孔加工方法の手順を説明するための縦断面図である。図から分かるように、本実施例は前述した実施の形態の内容を具体的に実施するものであり、作業手順の構成は同一である。そして、これにより得られた孔の精度について、外観写真から微細孔の配置状態を確認するとともに微細孔開口部の顕微鏡写真から各孔径を測定して検討した。

30

【0034】

(実施内容)

a.被加工材料(ワーク1) 素材: SUS SK5、硬度: HRA50以上、厚さ: 0.4mm b.作業目標(微細孔10) 孔形状: 径(d)0.100mm×孔長(g)0.566mm×8個(円形配置)、傾斜角度: 45°、精度: 予定孔径に対する公差5%以内 c.ドリル(30a, 30b, 30c) 直径: 0.10mm、刃長: 0.8mm、製品名: マイクロドリル NSMD、日進工具社製、エフエーシステム社販売 d.エンドミル(2) 直径: 0.10mm、刃長: 0.5mm、製品名: NSME 230、日進工具社製、エフエーシステム社販売 e.アプローチ工程(エンドミル切削部分) 回転速度: 10000rpm、送りピッチ: 1.0μm、深さ(b): 0.025mm、傾斜角度: 45°、使用装置: MAKINO V22 f.切削工程 回転速度: 10000rpm、送りピッチ: 1.0μm、送り量c: 0.200mm(c×3=0.600mm)、傾斜角度: 45°、プロファイル加工: (2回転+送り幅1.0μm)×120回(幅f、0.120mm)、切削油: 不揮発油、製品名: ユシロンカットアーバスBM405、使用装置: MAKINO V22

40

50

【 0 0 3 5 】

(結果)

総ての微細孔(8個)で貫通が確認され、図6の微細孔表側開口部の顕微鏡写真、及び図7の微細孔裏側開口部の顕微鏡写真に示すように、各々比較的良好な孔の形状精度が得られた。また、孔の精度も図8のグラフに示すように実測した孔径から総て公差 ± 0.005 mm(5%)以内を達成した。

【 0 0 3 6 】

尚、上述した実施例において微細孔の傾斜角は 45° で実施したが、本発明はこの範囲に限定されるものではなく、ドリル径とワークの硬度、孔長等の条件等に応じて、この傾斜角よりも小さい場合は当然のことながら、傾斜角が大きい状況においても実施可能な場合もあり、それぞれ上述した効果が期待できるものである。

10

【 0 0 3 7 】

以上、述べたように、比較的硬質のワークに微細孔を所定の傾斜角で貫通して設けるための傾斜微細孔加工方法について、本発明により、微細孔をより大きな傾斜でより深く穿設可能としながら、孔の形状精度及び位置精度を高いレベルで達成することができた。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図1】本発明における実施の形態の傾斜微細孔加工方法の手順を説明するための縦断面図。

【図2】図1の手順におけるアプローチ工程を説明するための縦断面図。

20

【図3】(A)及び(B)は図2のアプローチ工程の詳細を説明するための拡大した縦断面図、(C)は(A)のガイド孔の平面図。

【図4】図1の手順におけるプロファイル加工を説明するための拡大した縦断面図。

【図5】実施例1による手順を説明するための縦断面図。

【図6】実施例1により得られた微細孔の表側顕微鏡写真。

【図7】実施例1により得られた微細孔の裏側顕微鏡写真。

【図8】実施例1により得られた微細孔の表側開口部と裏側開口部の孔径測定結果を示すグラフ。

【図9】(A)及び(B)は、従来例を説明するための縦断面図。

【符号の説明】

30

【 0 0 3 9 】

1 ワーク、2 エンドミル、10 微細孔、10a ガイド孔、30a, 30b, 30c ドリル

【要約】

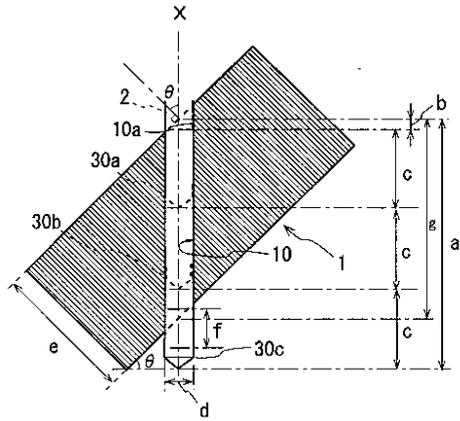
【課題】比較的硬質の素材からなるワークに所定角度傾斜した微細孔を設けるための傾斜微細孔加工方法について、微細孔をより大きな傾斜角でより深く穿設可能としながら、その形状精度及び位置精度を高いレベルで達成できるようにする。

【解決手段】ワーク1表面への垂直線に対し所定角度傾斜した切削予定線Xに、ドリル回転軸線を一致させて所定の送りピッチで送りながら微細孔を穿設する傾斜微細孔加工方法において、ドリル径dと略同サイズの内径を有しドリル先端部を保持して回転軸線の遠心方向への遊動を規制するガイド孔10aを、エンドミル2を用いて中心軸線が切削予定線Xに一致するようにワーク1表面から略円柱状に切削して設け、次いでガイド孔10aにドリル30a先端部を挿入しドリル切削工程を開始するものとして、穴開け加工のアプローチ工程でガイド10a孔によりドリルの切削位置・切削方向をガイドして切削予定線Xに一致させるものとした。

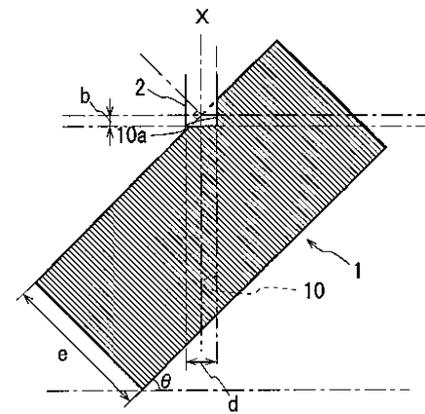
40

【選択図】図1

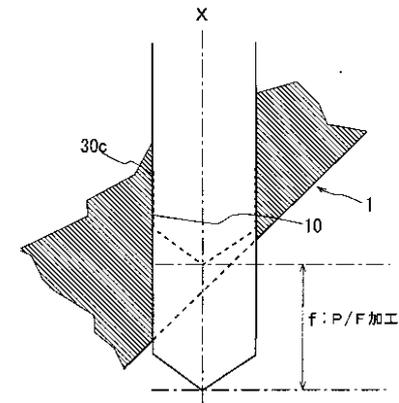
【図1】



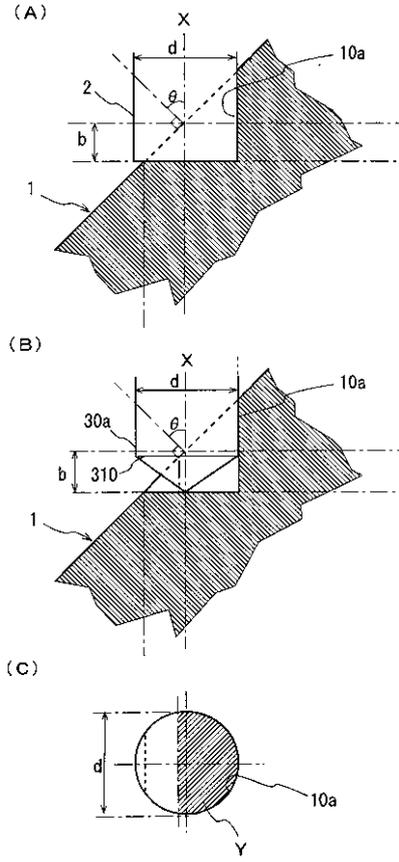
【図2】



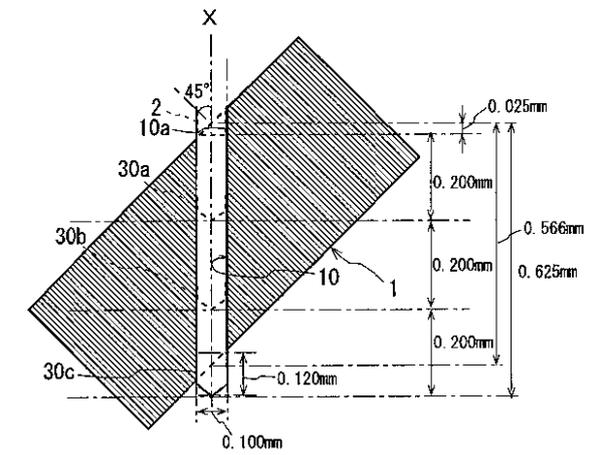
【図4】



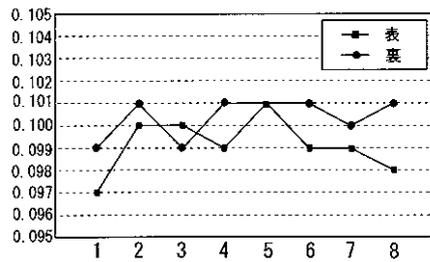
【図3】



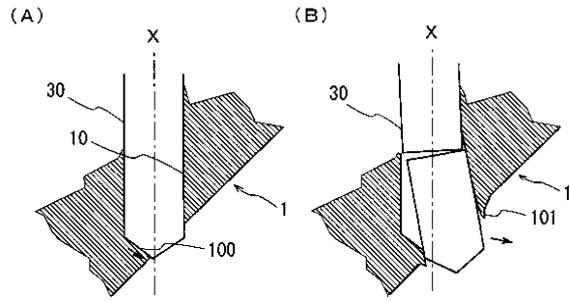
【図5】



【図8】



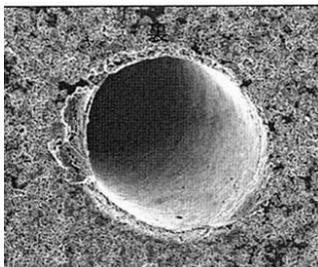
【図 9】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 鹿沼 正寿
群馬県伊勢崎市平井町1283番地1株式会社柳沢技研内
- (72)発明者 藤倉 清
群馬県伊勢崎市平井町1283番地1株式会社柳沢技研内

審査官 中村 泰二郎

- (56)参考文献 特開2007-216334(JP,A)
特開昭56-107862(JP,A)
特開昭60-201811(JP,A)
実開昭52-117691(JP,U)
特開平03-043109(JP,A)
実開平05-016023(JP,U)
特開平06-198505(JP,A)
特開昭61-152307(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23B 35/00 - 49/06