

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年1月19日 (19.01.2006)

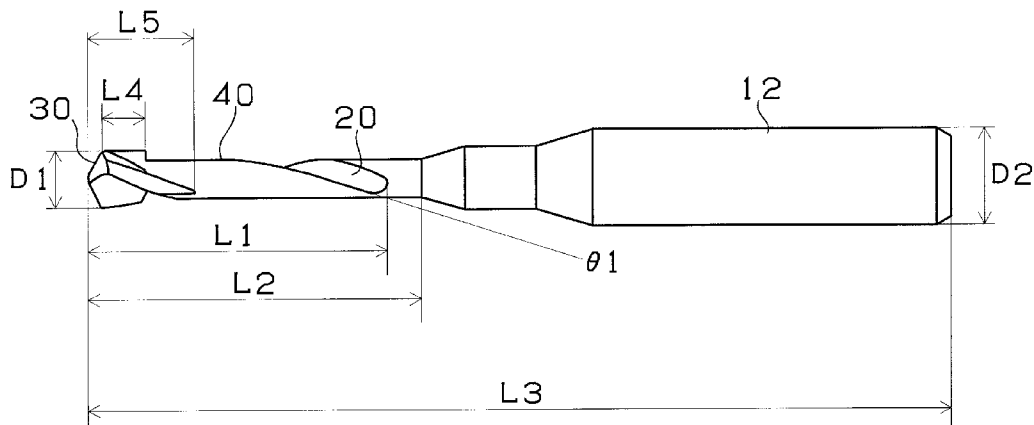
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/006451 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B23B 51/00 (74) 代理人: 田下 明人 (TASHITA, Akihito); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄1丁目2番6号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/012414 (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) 国際出願日: 2005年7月5日 (05.07.2005)
- (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2004-203718 2004年7月9日 (09.07.2004) JP
特願2005-160137 2005年5月31日 (31.05.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): イビデン株式会社 (IBIDEN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5030917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 Gifu (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 彰信 (ITO, Akinobu) [JP/JP]; 〒5030917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 イビデン株式会社内 Gifu (JP). 坂口 康晴 (SAKAGUCHI, Yasuharu) [JP/JP]; 〒5030917 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地 イビデン株式会社内 Gifu (JP).
- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DRILL AND METHOD OF PRODUCING PRINTED CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: ドリルおよびプリント配線板の製造方法



(57) Abstract: [PROBLEMS] A drill that makes a hole having no positional displacement and that forms no unevenness on the inner wall of the hole. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A torsional angle $\theta 1$ of a chip discharge groove (20) of a drill (10) is set in the range from 30 to 50°. This can minimize positional displacement of a through-hole to be opened. Further, since drill chips are appropriately discharged, hole making is not interfered by the chips, and this provides a printed circuit board with excellent electrical connectability and reliability.

(57) 要約: 【課題】 開口した穴に位置ズレや穴の内壁に凹凸を形成することがないドリルを提供する。
【解決手段】 ドリル10の切屑排出溝20のネジレ角度 $\theta 1$ を30~50°にする。これにより、開口するスルーホールに位置ズレを小さくできる。また、ドリルの切屑が適切に排出されるので、開口の際、切り屑に阻害されないから、電機接続性や信頼性に優れるプリント配線板を得ることができる。

WO 2006/006451 A1

明 細 書

ドリルおよびプリント配線板の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、プリント配線板用のドリルに関し、特に、プリント配線板を構成する樹脂板の両面の銅箔を積層した銅張り積層板用のドリル、及び、該ドリルを用いるプリント配線板の製造方法に関するものである。

背景技術

- [0002] プリント配線板の表裏の導通を取るために、スルーホールを形成させている。その一例として、両面銅張積層板に、ドリルにより貫通する開口を形成し、その開口にめっきなどにより導体層を形成し、必要に応じて、エッチングを施すことによって回路を形成させている。これにより、導体回路を有し、表裏の導通を可能にするプリント配線板を形成させる。これらの配線板を複数枚用意してプリプレグを介して、更に多層化したプリント配線板を得る。あるいは、スルーホールを有する配線板をコアとして、層間絶縁層と導体層を形成し、多層化したプリント配線板を得る。

- [0003] 近年、プリント配線板の高密度化の要望に伴い、スルーホールの開口径をより小径化することが検討されている。

これらを要望に沿うプリント配線板を製造するためには、小径のスルーホールを開口するための小径ドリルが必要となる。その小径ドリルとしては、例えば、実開平7-33514号や特開2004-82318号などに開示されている。

特開2004-82318号によれば、切屑排出溝を1条のみとし、刃先部の最大外径に対して5/100以下であるドリルを用いることにより、剛性を高め、良好な穴精度を得ている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] しかしながら、従来例のドリルでは、開口する基材の材質や開口する条件などの諸条件が変化することにより、開口する穴の位置精度が低下することがあった。つまり、所望の位置からの位置ズレがしてしまう。また、開口した内壁部分において、不用意な

凹凸を形成させてしまうことがあった。そのために、位置ズレした開口や凹凸が形成された開口内に導体層を施して、スルーホールを形成させると、電気接続性や信頼性を低下し、ヒートサイクルや高温放置などの信頼性試験を行うと、早期に劣化してしまうことがあった。

[0005] ドリルでの穴明けは、加工効率を高めるため、複数枚のプリント配線板を重ね合せて、同時に開口させている。同時加工の際にプリント配線板の枚数によらず、同一位置で同一形状となることが望まれる。上側に置かれたプリント配線板は、相対的に良好な開口を形成できるものの、下側のプリント配線板では、位置ズレ、凹凸の発生が発生していた。

[0006] また、ドリルの使用頻度が高くなる(開口するショット数が多くなる)と、例えば、孔を6000穿設した時点で交換するドリルで、寿命末期である4500孔穿設した頃から記述した不具合がさらに顕著に現れる。

さらに、開口径が小さくなるにつれて、特に開口径400 μ m以下の開口を行う際には、その不具合の発生頻度が高まってしまった。

[0007] 本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、開口した穴に位置ズレや穴の内壁に凹凸を形成することがないドリルを提供することにある。

[0008] また、本発明の目的は、ドリルの使用頻度を高めたとしても、形成したスルーホールが位置ズレ等の不具合を引き起こさないで、電気接続性や信頼性を低下させないドリルを提案することにある。

[0009] また、プリント配線板の導体回路は、ファイン化、高密度化の要望に伴い、貫通孔やバイアホールを小径にすることが不可欠である。それに伴い、従来よりもドリル径を小さくしたドリルを用いる(例えば、300 μ m以下のドリル径のドリル、150 μ m以下のドリル径の使用することも含まれる。)ことにより、基板に開口する貫通孔の径を小さくすることが検討されている。

[0010] 通常ドリルでは、使用頻度(ドリルで基板を1回開口することを1ショットといい、ショット数を使用頻度と意味する。)が高まるに伴い、ドリルが磨耗するために、ドリルの損傷(ドリルが折れ、ドリルの欠け、もしくはドリルの変形することを指す。)や孔の形成の阻

害(例えば、孔の内壁に凹凸ができたり、変形したりする。)するために、予め所定のショット数に到達したらドリルを交換している。

また、規定のショット数に達したドリルでも、損傷の程度が軽度であれば、先端部分などの再研磨を施すことにより、再度、ドリルとして使用し、基板の開口を行うこともできる。

[0011] しかしながら、ドリルを小径にすると、ドリル自体の強度が低下してしまう。そのために、ドリルの損傷を引き起こしやすくなり、基板に形成させる貫通孔の形状の異常を引き起こしたり、貫通孔の位置ズレを引き起こし易くなる。その結果として、電気性や信頼性を低下させやすくなる。

さらに、これらのドリルの使用頻度が高くなると、不具合(孔の形状の異常や位置ズレ)の傾向が高くなり、電気性や信頼性を低下させやすくなる。

[0012] 本発明の目的は、使用頻度を高めても損傷を引き起こし難く、形成したスルーホールが位置ズレ等の不具合を引き起こさず、電気接続性や信頼性を低下させない小径のドリルを提案することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 本願発明者が鋭意研究した結果、被加工物を回転して開口させるため、先端の刃部およびボディの切屑排出溝が形成されたドリルにおいて、ボディの切屑排出溝が連続する1条であり、その切屑排出溝のネジレ角度が $30\sim 50^\circ$ であるドリルを用いることがよいことが分かった。

[0014] ネジレ角度が、 $30\sim 50^\circ$ の範囲であるドリルを用いると、開口するスルーホールの位置ズレが小さい。言い換えると穴形成精度が向上する。また、ドリルの切屑が適切に排出されるので、開口の際、切り屑に阻害されないから、電気接続性や信頼性に優れるプリント配線板を得ることができる。また、使用に伴うドリルの磨耗を抑えることができるので、従来よりも使用可能回数を延ばすことができ、開口する穴も精度や形状を低下させ難い。

[0015] ドリル開口時に切屑で阻害されると、穴の位置ズレが生じることや穴の内壁に、でこぼこが形成される。そのために、電気接続性や信頼性の低下を引き起こすことがある。ドリルに対して、切屑が過剰な応力を掛けやすくなるので、ドリルの磨耗を早めてし

まう。

- [0016] ネジレ角度が 30° 未満の場合あるいは、ネジレ角度が 50° を越える場合には、切屑を排出し難くなる。そのために、切屑がドリルによる開口の穿設を阻害し、穴の位置ズレを引き起こしたり、穴の内壁にでこぼこ(凹凸)を形成したりするので、電気接続性や信頼性を低下させてしまう。また、排出されない切屑により、ドリルの磨耗が進行する。そのために、少ない使用回数で、ドリルが劣化してしまう。
- [0017] ネジレ角度が $35\sim 45^{\circ}$ の範囲であることがさらに望ましい。この範囲であれば、回転数やドリル進入速度等のドリル開口条件に関わりなく、切屑が効率良く排出できる。そのために、穴の位置ズレや穴の内壁へのでこぼこなどの不具合を引き起こし難くなる。また、ドリルの磨耗も少ないので、より長い期間使用することが可能であり、その開口した穴の精度低下を引き起こさない。
- [0018] ネジレ角度とは、ドリルを形成するボディと溝との交わる角度を指す。即ち、リーディングゲッジとこの上の一点を通るドリル軸に平行な直線とがなす角度を意味する。
- [0019] ボディ分における溝は、基材などの切屑を排出させるためのものであり、先端の刃部の先端角が $110\sim 150^{\circ}$ であることが望ましい。
- 先端角が上記範囲にあれば、位置ズレを引き起こし難くなるし、形成される穴の形状も所望のものとなる。銅張り積層板を複数枚重ね合せて開口を穿設しても、上側の銅張り積層板と下側の銅張り積層板とで、開口が同一位置、同一形状となる。
- また、ドリルの使用回数が多くなっても、スルーホールの電気接続性や信頼性を低下させ難くなる。
- [0020] 先端の刃部の先端角が 110° 未満であれば、開口した穴の内壁がでこぼこ(凹凸)が形成され易くなる。でこぼこ(凹凸)は、デスミヤ処理を行うと、その凹凸がさらに助長されるので、凹凸の幅が大きくなる。開口した穴に導体層を施し、スルーホールを形成したときに、凹凸が起因となって、導体層の厚みバラツキがついてしまうことがある。そのために、電気特性(インピーダンス、スルーホール内抵抗値など)が低下してしまう。
- [0021] また、先端の刃部の先端角が 150° を越えると、開口した穴が所望の位置からズレ易くなる。特に、銅張り積層板を複数枚重ね合わせたとき、下側の銅張り積層板にお

いて、位置ズレの傾向が更に顕著に現れる。そのために、穴をスルーホールとして形成した際、他の導体層との電気接続が低下してしまう。また、信頼性試験を行うと、早期に劣化が始まってしまう。

[0022] 先端の刃部の先端角が 120° ～ 140° 間であることがより望ましい。この間であれば、穴の変形や位置ズレを特に引き起こし難いからである。

[0023] 刃部の先端角とは、先端からドリルを見た際、一枚刃で形成される金属部分がない隙間の角度を指す。これは、ドリルの軸に平行な面に、切れ刃を平行に投影したときの角を意味する。

[0024] 先端部の刃部の2番逃げ角の角度が 30° ～ 50° であることが望ましい。

図2(A)中に示すように本発明のドリルの先端逃げ面は、複数の平坦な逃げ面から構成された多段面状をなしており、切刃からドリル回転方向に向かって平坦面である第1～第4逃げ面が周方向に沿って順次配置されている。この内の第2逃げ面の逃げ角度(外周コーナにおいて、軸直角断面と逃げ面とがなす角)を 30° ～ 50° に設定することが望ましい。

[0025] ドリルは、刃部の先端外径が $350\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

その径により、穴位置精度が向上しやすくなるというメリットを有することとなり、穴の形状も所望のものとなるために、電気接続性や信頼性の低下を引き起こし難くなる。

[0026] 逆に、先端外径が $350\mu\text{m}$ を越えると、排出される切屑が大きくなるために、穴位置精度が向上され難くなる。なお、 $50\mu\text{m}$ 以下では、ドリルが折れ易くなり、レーザ加工の方が優位性を有する。ここで、ドリルの径は、 $50\mu\text{m}$ ～ $350\mu\text{m}$ が望ましく、特に $75\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ が好適である。

また、 $100\mu\text{m}$ 以下のドリルは、加工条件によっては、少ない使用頻度によりドリル折れを引き起こし易くなる。この場合には、加工する基板の絶縁層の厚みを薄くする、基板の重ね枚数を少なくするなどの手法で加工時のトータル厚みを薄くすることで、上記のような穴位置精度を確保しつつ、使用頻度を高めることができる。

[0027] 所謂アンダーカットドリルにおいては、ボディにおいて円筒状にくびれた首が形成されている。この刃部の先端から首までの部分をマージン部と称する。このマージン部の端部に対して、ボディに形成された切屑排出溝が内側になることが望ましい。即ち

、切屑排出溝が首にかからないことが好適である。特に、その距離は、端部から100 μ m以上内側にあることがより望ましい。それにより、切屑の排出を適切に行うことができ、応力が掛からないために、穴位置精度や形成される穴の形状の低下を引き起こさない。

- [0028] マージン部の長さとは、先端から首までの距離、即ち、ボデーの長さから首の長さを除いた長さを示す。マージン部の長さは、0.1～0.3mmであることが望ましい。特に、ドリルの先端外径が200 μ m以下である場合には、マージン部の長さは、0.1～0.3mmであることがより望ましい。

マージン部の長さが0.1mm未満であると、切屑を排出するための溝が形成する領域が小さくなるために、ドリルに応力が掛かりやすくなる。そのために、応力を緩衝できないために、ドリルの曲がりや折れ等の発生頻度が高くなる。また、穴位置精度も低下してしまうことがある。

- [0029] マージン部の長さが0.3mmを越えると、穴位置精度が低下してしまう。

首を備えるアンダーカットタイプは、小径の穴を形成するために適している。つまり、400 μ m以下の穴の開口を行うことに向き、さらに特に、200 μ m以下の穴の開口に好適である。

- [0030] しかしながら、アンダーカットタイプに、切屑排出するための溝を1本にすると、切屑が排出し難い場合がある。

つまり、溝が形成する位置が、首に掛かってしまうと、切り屑の排出され難くなるので、ドリル自体に過剰な力が掛かってしまう。そのために、位置精度や形成される穴の形状の低下を引き起こし易くなる。

- [0031] 本願発明では、被加工物に回転して開口を形成させるため、先端に刃部およびボディに溝が1条形成されたドリルにおいて、

前記ボディの刃先の基端における金属の占有率が40～80%であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであることを技術的特徴とする。ドリルの先端径は、300 μ m以下であつてもよい。

- [0032] 本願発明では、導体層を有する基板に貫通する孔を形成し、孔内に導体層を形成して電気接続を行うプリント配線板の製造方法において、

A)～C)工程を経るプリント配線板の製造方法:

A)先端に刃部とボディに溝が1条形成され、該ボディの刃先の基端における金属の占有率が40～80%であるドリルにより基板を貫通する孔を形成する工程;

B)孔内に導体層を形成する工程;

C)基板の表層に導体回路を形成する工程。

[0033] 前記A)工程の後に、デスミア工程を入れることが望ましい。

また、前記A)工程でのドリルの先端径は、300 μ m以下であることが望ましい。

[0034] 発明者らが鋭意研究した結果、ドリル径を小径にする際に、2つの課題が生じることが分かった。一方は、ドリル自体の強度であり、他方は、切り屑の排出性である。これら2つを備えることにより、ドリル径を小径にしたとしても、基板の開口を確保し、その結果、得られたプリント配線板の電気接続性や信頼性を低下させにくくする。

[0035] 元々ドリルは先端部に刃部とボディに溝部が形成されている。先端部の刃部が回転することにより、基板を構成する銅箔などの金属層とガラエポなどの心材が含浸された樹脂である絶縁層を切り裂いて、切り屑を形成しながら、基板に開口を設けているのであり、ボディには、螺旋状となる溝部が形成され、先端の刃部により、被削材である基板の切り屑を排出させている。

[0036] ドリルが小径になると、ボディが細くなるために強度が低下してしまうことが懸念される。ドリルの損傷により孔の形成を阻害してしまうために、導体層を形成した貫通孔において、電気接続性や信頼性を低下させてしまうこともあった。ドリルの強度を確保するために、溝部の割合を低くし、芯部の割合を増加させると、切り屑の排出性が低下してしまうこともある。そのために、基板で所望の開口形状とならなくなり、孔の形成を阻害するために、導体層を形成した貫通孔において、切り屑が詰まるなどの要因により電気接続性や信頼性を低下させてしまうこともあった。

[0037] また、これらの不具合の傾向は、ドリルの使用頻度が高くなると、ドリルの磨耗などの要因も加わり、更に顕著に電気接続性や信頼性を低下させてしまう現象が現れ易くなった。その結果、孔の形成を阻害したり、孔内に導体層を形成したとしても電気接続の安定性に欠けたり、孔の位置ズレ量が大きくなることにより、後工程の導体回路のパターン形成での位置ズレを引き起こしたりする。

[0038] その結果として、電気接続や信頼性を低下させてしまうことがあった。特に、ヒートサイクル条件下で信頼性試験を行った際、ドリルの使用頻度によっては、オープン、ショートなどを早期サイクル数で引き起こすこともあった。

ドリルでの孔明けは、穴明け効率を高めるために、2枚以上の複数枚の基板を重ね合せて、同時に同一個所の基板を開口させている。開口する際、シートの枚数により開口する形状や位置精度に依存することなく、同一位置で同一形状となることを望まされるのであるが、小径ドリルになると、同一位置で同一形状とならないこともあった。特に、基板の最下部に位置する基板での位置ズレが大きくなる。さらに、使用頻度が高くなると、同一位置で同一形状とならないことが増加する傾向があった。そのために、基板によっては、電気接続性や信頼性が低下し易くなることがあった。

[0039] 被加工物に回転して開口を形成させるため、先端に刃部およびボディに溝が形成されたドリルにおいて、ボディの刃先の基端の断面における金属の占有率が40～80%であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルを用いることにより、ドリルの強度があり、切り屑の排出性を阻害しなくなる。そのドリルで形成された基板に貫通孔を設けたら、孔の形状の異常や位置ズレを引き起こし難くなり、電気接続性と信頼性が低下しにくくなる。

[0040] また、本願のドリルでは、従来のドリルと比べて、スミアの形成が少なくなっている。そのため、デスミア処理も短時間で行うことを可能としている。その理由としては、開口時に所望の開口形状と切り屑の排出性の向上にあるために、スミアの形成度合が少なくなっているからである。そのために、デスミアによる貫通孔の変形(過剰なスミア除去による凹凸やうねりの形成)も防止することができるし、導体層のめっき膜の形成を阻害し難くさせる。

[0041] ドリルのボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40～80%であるドリルであることにより、切り屑の排出性がよく、孔形成を阻害しにくくし、孔の形状が同一形状になりやすくなる。そのため、ドリルにより基板に形成された貫通孔に導体層を形成したとしても、導体層の断線などを引き起こし難くなるので、電気接続性や信頼性を低下させ難くなる。

[0042] また、ボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40～80%であるドリルは

、自体の強度を確保することができ、貫通孔の形成時に、ドリルの損傷(突発的なドリルの損傷も含む)を引き起こし難くなり、孔の形成を阻害しにくい。そのために、所望のショット数(予め決められたショット数により、ドリルのより貫通孔を形成し、それ以降ではドリルを交換して貫通孔の形成を行うのである、その予め決められたショット数を所望のショット数と意味する。)の間でドリルを使用する間では、通常のドリル装置により基板に貫通孔を形成した際には、ドリルの損傷を引き起こし難くする。その結果として、基板に形成された貫通孔の形成も阻害されず、ショット数に関わりなく、電気接続性と信頼性を低下させにくくする。

- [0043] 基板を2枚以上の複数枚重ね合わせて、本願のドリルにより、貫通孔を形成したとしても、孔形状の異常と孔の位置ズレを引き起こし難くなる。これは基板の重ね合わせた場所に関わらず、孔の形成異常と位置ズレを引き起こしにくい。その結果、基板上に導体回路を形成したとしても、導体回路(含むランド)と貫通孔との接続不良などを引き起こし難くする。その結果、電気接続性と信頼性を低下させにくくする。
- [0044] また、ドリルの使用頻度(例えば、ドリルのショット数が2000ショット以上、繰り返し同じドリルで基板に貫通孔を形成させることを意味する。)が高くなり、ドリルの磨耗などを引き起こしたとしてもドリルの損傷を引き起こしにくい。言い換えると、基板の開口形状と位置ズレを引き起こし難くするのであり、その結果、電気接続性と信頼性を低下させ難くなる。
- [0045] さらに、ドリル径を小径(特に300 μ m以下にしたドリル径)にしたとしても、同様に、孔の形成を阻害しにくくし、位置ズレを引き起こし難くする。特に、ヒートサイクル条件下での信頼性試験を行った際、ドリルの使用頻度、ドリルで開口する条件、ドリル径に関わらず、断線などによる機能の低下を進行し難くする。
- [0046] 特に、150 μ m以下のドリル径では、ドリルの損傷での度合いが顕著に現れる場合も見られることから、小径ドリルにおいては、ボディの刃先の基端の金属の占有率での優位さと、切り屑の排出性、また、ドリルの損傷も改善されることも分かった。
- [0047] ドリルのボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40%未満では、切り屑の排出性が低下してしまう。そのために、切り屑が溝に詰まりやすくなり、それにより基板に開口した際、貫通孔の内壁で凹凸や変形し易くなることもある。その結果、貫通

孔内に導体層を施すと、導体層の厚みが均一になりにくくなる。そのために、導体層が薄くなる部分では断線などを引き起こしやすくなり、電気接続性や信頼性を低下させてしまう。また、スミヤの形成度合いも高くなることもある。

[0048] ドリルのボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が80%を越えると、ドリル自体の強度を低下させてしまい、基板に貫通孔を形成する時に、ドリルの損傷を引き起こし易くなる。所望のショット数までにドリル損傷を引き起こしやすく、その状態で基板に開口させると貫通孔の変形を引き起こし易くなる。その結果、貫通孔内に導体層を施すと、導体層の厚みが均一になりにくくなる。そのために、導体層が薄くなる部分では断線などを引き起こしやすくなり、電気接続性や信頼性を低下させてしまうことがある。

[0049] 特に、ボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40～80%であることが望ましい。発明者らがさらに鋭意研究した結果、元々ドリルの損傷は先端部で引き起こしやすい。そのために、該金属の占有率にあることにより、先端部で形成された切り屑の排出とドリル強度が確保されるので、ドリルの損傷を引き起こしにくい。さらに、溝が1条(ドリルに対して、排出用の溝が一本)であると先端部が金属の占有率が40～80%とすることにより、小径化(ドリル径が300 μ m以下、特に、150 μ m以下のドリル径を意味する。)にしても、開口する貫通孔の形状が維持され、ドリル自体も損傷しにくくなる。

[0050] ドリルの金属の占有率について説明をする。

ドリルの刃先の基端の断面をカットした面で、図21(A)に示すように溝がない丸棒状態の金属が占有率100%となる。それから溝部が形成された領域での金属が切断された面積比率を引いたものにより、ドリルの金属占有率が定義される。通常は、溝の深さや幅は、ほぼ均一であるので、刃先の基端とボディ中心部分で、断面における金属の占有率は一定であると認識される。

[0051] 1条溝タイプのドリル(図21(B)参照)

中心部を形成する金属比率:100%

溝部が形成された比率 :X%

1条タイプの金属占有率=100%-X%=A' %

- [0052] また、刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルであることにより、切り屑の排出性がよく、孔形成を阻害しにくくし、孔の形状が同一形状になりやすくなる。つまり、先端の刃先により、切欠いた樹脂が、溝内を滑らかに排出することができ、ドリルの回転を阻害しないのであり、そのために、基板に形成される開口が所望の形状と成りやすい。そのため、ドリルにより基板に形成された貫通孔に導体層を形成したとしても導体層の断線などを引き起こし難くなるので、電気接続性や信頼性を低下させにくくする。最深部とは、図22(A)、図22(B)、図22(C)に示すように、溝20の最も軸心CCに近い点Pを意味する。
- [0053] 刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50未満であるドリルでは、先端刃で形成された切り屑が溝内をなめらかに排出されにくくなる。そのために、溝内に切り屑が詰まりやすくなり、ドリルの損傷を引き起こし易くなる。その結果として、開口した貫通孔の形状の異常や位置ズレを引き起こし易くなる。電気接続性や信頼性を低下させやすくなる。また、ドリルの使用頻度が高まる、あるいはドリル径の小径化させると、さらに、溝内に切り屑が詰まりやすくなり、その不具合が現れやすくなる。
- [0054] 刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が3.50mmを越えるドリルでは、切り屑の排出時に、回転数によっては排出口において切り屑が蛇行しやすくなり、そのために、ドリルの中心軸がずれてしまうことがあり、それが孔の位置ズレを誘発させることがある。そのために、電気接続性や信頼性を低下してしまうことがあった。
- [0055] また、曲率半径が3.50 μmを越えるドリルでは、溝の先端部分が、より溝の中心部分近くまで到達しやすくなり、その結果として、ドリル自体の強度を低下させやすくなり、ドリルの損傷を引き起こしやすくなり、開口する貫通孔形状の異常や位置ズレを引き起こし易くなる。電気接続性や信頼性を低下させやすくなる。特に、ドリルの使用頻度が高まる、あるいはドリルを小径化させると、その不具合が起こりやすくなる。
- [0056] 溝部の曲率半径について図22(A)を参照して説明をする。
- ドリルをカットした断面を見たときに、溝20の最深部Pにおける曲率において、その面の数値で表すのに、曲率の逆数を取り、それを曲率半径として表した。

$$\Delta S = R \Delta \theta \cdots \cdots (1)$$

$\triangle S$: PからP'までの長さを指す。

$\triangle \theta$: CPとCP'との間の角度

(1)より、 $R = \triangle S / \triangle \theta$

- [0057] また、ドリルの刃先の基端の断面の金属の占有率が40～80%で刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルでは、回転数を300Krpm以上に設定したとしても、ドリルの損傷が起こりにくくなるのであり、切り屑の排出を適切にも行える。つまり加工中での開口の信頼性も高めることができる。また、言い換えると高速回転でもドリルで開口を穿設でき、単一加工時間における開口数を増やすことができ、生産性を高めることも可能とする。
- [0058] ボディの溝は、刃先の基端である先端部分がもっとも深くなっている、先端部から離れるにつれて、溝が浅くなっているという、すべての溝の深さを同一にしてもよい。切り屑の排出性及び強度を考慮すると、溝を浅くした方がよい。
- [0059] ドリルを形成する金属には、タングステンカーバイト、Co:3～10wt%と残タングステンカーバイトと不可避免的含有金属、金属Cのいずれかで構成されていることが望ましい。これらの金属は、硬度が高いので、該溝を所望の比率に形成したとしても加工時の欠けなどを引き起こしにくく、本件の所望の金属占有率や溝の曲率半径をなすことができる。
- [0060] 基板を重ね合わせて、貫通孔の形成を行っても、回転における軸が一定となるために、ドリルの損傷も少なく、位置ズレも小さい。そのために、形成時の問題を引き起こしにくいので、電気接続性や信頼性を低下させにくくする。
- [0061] また、ドリルの使用頻度が高くなったとしても、ドリルの磨耗も小さいことから所望のドリルの使用回数までは、本件の所望の金属占有率や溝の曲率半径のドリルでは、開口が設定値から大きく外れることが少ない。そのために基板に形成される貫通孔は、形状の異常や位置ズレを引き起こしにくい。そのために、電気接続性や信頼性を低下させにくくする。
- [0062] また、再研磨したドリルにおいてもドリルの金属の占有率が40～80%で刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径を1.50～3.50mmの範囲にすることにより、新品ドリルと同様に基板の開口性を保ち、位置ズレを防止させることも分かった

。

[0063] 従来のドリルでは、ドリルの先端径が $300\mu\text{m}$ 以下であると、ドリルの強度が保てないか、切り屑の排出に問題を引き起こしやすかった。

本願での、ドリルの金属の占有率が40～80%でボディの溝の先端部分の曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルであれば、それらの問題を引き起こしにくい。そのために、小径の貫通孔を形成させることができ、電気接続性や信頼性を得やすい。また、従来よりも隣り合う貫通孔の間隔(ピッチ)を小さくしたとしても、ドリルによる要因での形成不具合(例えば、位置ズレやピッチ距離の不安定などの形成された貫通孔が設計値よりもズレることを意味する。)を引き起こし難くするので、より高密度化、ファインピッチとなる基板を得ることを可能としている。

[0064] 本願発明では、導体層を有する基板に貫通する孔を形成し、孔内に導体層を形成して電気接続を行うプリント配線板の製造方法において、

A) 先端に刃部とボディに溝が1条形成され、該ボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40～80%であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルにより基板を貫通する孔を形成する工程:

B) 孔内に導体層を形成する工程:

C) 基板の表層に導体回路を形成する工程とを備える。

[0065] 上記A)工程の後に、デスマア工程を入れることが望ましい。

デスマアとしては、湿式デスマア(酸や酸化剤などの薬液により浸漬することにより行うデスマア処理)や乾式デスマア(酸素や窒素プラズマ処理、コロナ処理)などいずれで行うことができる。これらの処理も従来のドリルと比べて、短時間で確実にスミア除去がされる。そのために、開口された貫通孔がドリル開口工程等以外の工程、即ち、デスマア工程が原因で変形することも防止することができる。

[0066] 上記A)工程のドリルの先端径は $300\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

本願での、刃先の基端の断面でのドリルの金属の占有率が40～80%で刃先基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであるドリルであれば、それらの問題を引き起こしにくい。そのために、小径の貫通孔を形成させることができ、電気接続性や信頼性を得やすいのであるし、従来よりも隣り合う貫通孔の間隔(

ピッチ)を小さくしたとしても、ドリルによる要因での形成不具合(例えば、位置ズレやピッチ距離の不安定などの形成された貫通孔が設計値よりもズレルことを意味する。)を引き起こし難くするので、より高密度化、ファインピッチとなる基板を得ることを可能としている。

- [0067] ドリルの溝のネジレ角度が、 30° ～ 50° の範囲であるドリルを用いると、開口するスルーホールは位置ズレが小さい。言い換えると穴形成精度が向上する。また、ドリルの切屑が適切に排出されるので、開口の際、切屑が阻害することがないから、電機接続性や信頼性に優れるプリント配線板を得ることができる。また、使用頻度に伴う、ドリルの磨耗を抑えることができるので、従来よりも使用頻度を長くすることができるし、開口する穴も精度や形状を低下させにくい。

ドリル開口時に切屑で阻害されると、穴の位置ズレが生じ、穴の内壁にでこぼこが形成される。そのために、電気接続性や信頼性の低下を引き起こすことがある。ドリルに対して、切屑が過剰な応力を掛けやすくなるので、ドリルの磨耗を進行させてしまう。

- [0068] ネジレ角度が 30° 未満の場合あるいは、ネジレ角度が 50° を越える場合には、切屑の排出しにくくなる。そのために、切屑がドリルの開口を阻害するために、穴の位置ズレを引き起こしたり、穴の内壁に、でこぼこ(凹凸)を形成したりするので、電気接続性や信頼性を低下させてしまう。排出されにくい切屑により、ドリルの磨耗が進行し易くなる。そのために、早い使用頻度で、ドリルが劣化してしまう。

- [0069] ネジレ角度が 35° ～ 45° の範囲であることがさらに望ましい。この範囲であれば、回転数やドリル進入速度等のドリル開口条件に関わりなく、切屑が効率よく排出される。そのために、穴の位置ズレや穴の内壁へのでこぼこなどの不具合を引き起こし難くなる。また、ドリルの磨耗も少ないので、より長い期間の使用することが可能であり、その開口した穴も精度などを引き落とすことがない。

- [0070] ネジレ角度とは、ドリルを形成するボディと溝との交わる角度を指す。即ち、リーディングエッジとこの上の一点を通るドリル軸に平行な直線とがなす角度を意味する。

- [0071] ドリルの先端の刃部の先端角が 110° ～ 150° であることが望ましい。

先端角が上記範囲にあれば、位置ズレを引き起こし難くなるし、形成される穴の形状も所望のものとなり。それは、複数枚重ね合せて、開口を行ったとしても、上下で同様

に同じ形状となる。また、ドリルの使用頻度により、電気接続性や信頼性を低下させ難くなる。

[0072] 先端の刃部の先端角が 110° 未満であれば、開口した穴の内壁がでこぼこ(凹凸)が形成されやすくなる。でこぼこ(凹凸)は、デスミア処理を行うと、その凹凸がさらに助長されるので、凹凸が大きくなる。開口した穴に導体層を施し、スルーホールを形成したときには、凹凸が起因となって、導体層の厚みバラツキがついてしまうことがある。そのために、電気特性(インピーダンス、スルーホール内抵抗値など)が低下してしまう。

[0073] また、先端の刃部の先端角が 150° を越えると、開口した穴が所望の位置からズレ易くなる。特に、複数枚重ね合わせたとき、その位置ズレの傾向が更に顕著に現れる。そのために、穴をスルーホールとして形成した際、他の導体層との電気接続が低下してしまう。また、信頼性試験を行うと、早期に劣化が始まってしまう。

[0074] 先端の刃部の先端角が $120^{\circ}\sim 140^{\circ}$ 間であることがより望ましい。この間であれば、角度のバラツキが生じたとしても、穴の変形や位置ズレを引き起こしにくいからである。

[0075] 刃部の先端角とは、先端からドリルを見た際、一枚刃で形成される金属部分がない隙間の角度を指す。これは、ドリルの軸に平行な面に、切れ刃を平行に投影したときの角を意味する。

[0076] 先端部の刃部の2番逃げ角の角度が $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ であることが望ましい。

図19(A)中に示すように本発明のドリルの先端逃げ面は、複数の平坦な逃げ面から構成された多段面状をなしており、切刃からドリル回転方向に向かって平坦面である第1～第4逃げ面が周方向に沿って順次配置されている。この内の第2逃げ面の逃げ角度(外周コーナにおいて、軸直角断面と逃げ面とがなす角)を $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ に設定することが望ましい。

[0077] 前記ボディの径が $300\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

その径により、穴位置精度が向上し易くなるというメリットを有することとなり、穴の形状も所望のものとなるために、電気接続性や信頼性の低下を引き起こし難くなる。

特に、剛性が低い $150\mu\text{m}$ 以下のドリルを用いるときには、本願の金属占有率、溝の

曲率に設定することで、使用頻度を高めることができる。電気接続性や信頼性の低下を引き起こし難くなる。

[0078] 所謂アンダーカットドリルにおいては、ボディにおいて円筒状にくびれた首が形成されていてもよい。この刃部の先端から首までの部分をマージン部と称する。このマージン部の端部に対して、ボディに形成された切屑排出溝が内側になることが望ましい。即ち、切屑排出溝が首にかからないことが好適である。特に、その距離は、端部から100 μ m以上内側にあることがより望ましい。それにより、切屑の排出を適切に行うことができ、応力が掛からないために、穴位置精度や形成される穴の形状の低下を引き起こさない。

[0079] マージン部の長さとは、先端から首までの距離、即ち、ボデーの長さから首の長さを除いた長さを示す。マージン部の長さは、0.1～0.3mmであることが望ましい。特に、ドリルの先端外径が200 μ m以下である場合には、マージン部の長さは、0.1～0.3mmであることがより望ましい。

マージン部の長さが0.1mm未満であると、切屑を排出するための溝が形成する領域が小さくなるために、ドリルに応力が掛かりやすくなる。そのために、応力を緩衝できないために、ドリルの曲がりや折れ等の発生頻度が高くなる。また、穴位置精度も低下してしまうことがある。

[0080] マージン部の長さが0.3mmを越えると、穴位置精度が低下してしまう。

首を備えるアンダーカットタイプは、小径の穴を形成するために適している。つまり、400 μ m以下の穴の開口を行うことに向き、さらに特に、200 μ m以下の穴の開口に好適である。

[0081] 上記のドリルの説明では、溝について1溝タイプのドリルで説明を行っているが、2溝タイプのドリルでも同様の効果を得ることができる。

[0082] 図36に示すように本願におけるプリント配線板の穴明け用加工装置100では、銅張積層板や多層プリント配線板60を載置するためのX-Yテーブル90を備える。X-Yテーブル90には、それぞれX軸、Y軸に移動することができるテーブル駆動機構114を備える。また、ドリル10を回転させるスピンドル機構106及びスピンドル機構106を駆動するためのスピンドル駆動機構112を備える。これらのスピンドル106に、ドリ

ルの排出用溝が1条であるものを固定させて、回転速度／ドリルの送り速度により、プリント配線板60に、貫通する開口66を設けているのである。これらの回転速度としては、少なくとも100Kprmであることが望ましい。より望ましいのは、200Kprm以上である。

[0083] これらのテーブル駆動機構114、スピンドル駆動機構112は、ドリルの穴明けのタイミングに合わせて、駆動させることや穴明けの正確な位置を合わせることも行う。これらを正確に制御するコンピューター110との連動がなされる。コンピューター110には、加工データ108が入力される。

[0084] X-Yテーブル90の材質は一般的に加工装置で用いられるものを用いることができる。ただ、加工時における熱の影響を受けにくい材質を用いることがより望ましい。X-Yテーブル90に載置する基板60は、1枚であってもよいし、2枚以上の複数枚を重ねて(例えば、その一例として、基板を4枚重ねる。)孔明け加工を行ってもよい。この基板の枚数については、ドリル、基板、開口する孔の形状によって適時調整させる。

[0085] また、これらのドリルの送り速度は、少なくとも30inch/minであることが望ましい。より望ましいのは、40inch/min以上である。前述の回転速度と送り速度により、生産性を確保と基板の開口形状が安定する。つまり、基板としての接続性や信頼性が低下しにくくなるのである。

[0086] このスピンドル機構106に用いるドリル10としては、ボディに1条の排出溝のネジレ角が30°～50°であるものを用いることが望ましい。効率よく切屑が排出されるのである。また、複数枚基板を重ねても、孔形成の不具合が発生しにくくなる。

このスピンドル機構106に用いるドリル10としては、先端の刃部とボディに溝が1条で形成され、該ボディの刃先の基端における金属占有率が40～80%であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50～3.50mmであるものを用いることが望ましい。これらのドリルにより、切屑の排出性と孔形成の阻害を防止されるからである。また、複数枚基板を重ねても、孔形成の不具合が発生しにくくなる。

[0087] スピンドル機構106がドリル回転速度を調整し、前述のスピンドル駆動機構112が、ドリルの送り速度、ドリルの上げ下げ、ドリルの移動などを適時、精度よく制御する。こ

のために、コンピューター110との連動が成されるのである。

ドリル径は、 $300\ \mu\text{m}$ 以下であるものを用いてもよい。これらにより、精度よく小径の穴明けを行うことができる。

- [0088] 加工装置を制御するコンピューター110は、加工する際、X-Yテーブルやスピンドルを制御させることや予め決められた位置への穴明けを行わせること、場合によっては、これらの加工装置の機構の駆動タイミングを制御させることなどを行わせる。
- [0089] 本願における加工装置100は、穴明けを行うプリント基板60を1枚もしくは2枚以上重ねて、載置するX-Yテーブル90と、溝が1条であるドリル10を備えるスピンドル機構106と、X-Yテーブル90もしくはスピンドル機構106を駆動させる機構112、114と、駆動および穴明け位置決めなどを制御するコンピューター110とを備える。
- [0090] これ以外の機構としては、基板の位置決めを行う機構が備えられる。これは、基板60における位置決めマーク61を撮像するカメラ102、カメラ102で撮像した画像を画像処理する画像処理装置104、位置を算出するなどのためにコンピューター100とがある。位置決めマーク61の位置により、正確な加工位置を算出し、X-Yテーブル90やスピンドル機構106などを駆動させる。
- [0091] また、ドリルの交換時期を把握するために、穴明けのショット数などをカウントする機構を設けてもよい。加工装置内を一定温度にするために温調装置を設けてもよい。加工装置は、ドリルの折れや切屑の飛散などの人体への被害を防止する安全面と、ゴミなどの異物の混入を防止や温度管理という製造面とから考慮して、囲いを設けることが望ましい。

発明の効果

- [0092] 本発明のドリルは、強度があり、切り屑の排出性がよく、切り屑の排出性を阻害しなくなる。穿設した貫通孔は、形状が同一形状になりやすく、形状の異常や位置ズレを引き起こし難くなる。このため、貫通孔に形成したスルーホール of 電気接続性と信頼性が低下し難い。切り屑の排出性の改善により、スミアの残る量が少なくなっているため、デスミアによる貫通孔の変形も防止することができる。

発明を実施するための最良の形態

- [0093] [第1実施例]

以下、図を参照して本発明の第1実施例について説明する。

(ドリル)

先ず、図3を参照して第1実施形態のドリルの製造工程について説明する。

1. ドリルの材料の準備

本願発明のドリルに用いられる金属としては、鉄、コバルト、ニッケルなどを含んだ合金である。これらの金属をドリルのシャンクの径と同等もしくはそれよりも径を大きくした円柱50を準備する(図3(A))。超硬合金を用いることがより望ましい。

[0094] 2. ドリルの加工

準備した円柱50において、ドリルのボディ40を形成するために研削を行う(図3(B))。つまり、所望の先端外径となるまで、研削を行う。これにより、ドリルのシャンク12とボディ40が構成される。このとき必要に応じてボディにおいて、ボディ分の一部に首(円筒状にくびれた部分)を形成させることにより、アンダーカット形状のドリルをしてもよい。

[0095] 次に、ドリルのボディ40において、切屑排出用の切屑排出溝20を螺旋状に形成する(図3(C))。その溝20は一本で形成されて、このとき、溝20とボディ40との交点のネジレ角度を所望のものとする。このときの角度としては、 30° ～ 50° することがより望ましい。このときの溝20と溝20との間隔は均一であってもよいし、次第に溝間隔を変更したものであってもよい。これは、開口する径、開口させるために材質などによって適時決められる。

[0096] 次に、ドリルの先端部である刃部30を加工する(図3(D))。加工順序については、特に限定されないが、刃部を成す1番角、2番逃げ角を加工して、その後、溝各部分を研削加工して、それぞれの逃げ角と呼ばれる部分を平面もしくは円錐等の形状に加工をする。これにより、刃部30とボディ40とシャンク12からなり、ボディ40に切屑排出用の1本の切屑排出溝20が形成された1枚刃のドリルを得ることができる。

[0097] 図1にドリル10の側面図を、図2(A)にドリルの先端側を見た正面図を、図2(B)及び図2(C)にドリルの先端部の拡大図を示す。

図1中に示すように、ドリル10の刃部30の先端径D1は0.115mmに、シャンク12の径D2は2mmに設定されている。切刃長さL1は1.8mmに、ボディ長さL2は2.0mm

に全長は31.75mmに、マージン長さL4は0.25mmに、リリーフ長さL5は1mmに設定されている。一方、切屑排出溝20のネジレ角 $\theta 1$ は 40° に設定されている。

[0098] 図2(C)中に示す溝幅L6は0.145mmに設定されている。図2(B)中に示す先端角 $\theta 2$ は 150° に設定されている。

[0099] 図2(A)に示すようにドリルの先端逃げ面は、複数の平坦な逃げ面から構成された多段面状をなしており、切刃31からドリル回転方向(図中反時計回り方向)に向かって平坦面である第1逃げ面32A、第2逃げ面32B、第3逃げ面32C、第4逃げ面32Dが周方向に沿って順次配置されている。また、軸線付近に、平坦面である逆側第1逃げ面32E、逆側第2逃げ面32Fが配置されている。第4逃げ面32D及び逆側第2逃げ面32Fに隣接して、断面略円弧状の二番取り面33が設けられている。第1逃げ面32Aの逃げ角は 10° に、第2逃げ面32Bの逃げ角は 40° に設定されている。

[0100] (プリント配線板のドリル加工方法)

1. 銅張積層板

本願発明のドリルで開口させる絶縁性基材としては、有機系の絶縁性基材であれば使用でき、具体的には、アラミド不織布－エポキシ樹脂基材、ガラス布エポキシ樹脂基材、アラミド不織布－ポリイミド基材、ガラス布ビスマレイミドトリアジン樹脂基材、ガラス布ポリフェニレンエーテル樹脂基材、FR－4、FR－5から選ばれるリジッド(硬質)の積層基材、あるいは、ポリフェニレンエーテル(PPE)フィルム、ポリイミド(PI)などのフィルムからなるフレキシブル基材から選ばれる1種であることが望ましい。

[0101] 上記絶縁性樹脂基材の厚さは、 $10\sim 800\mu\text{m}$ 、好ましくは $20\sim 400\mu\text{m}$ であり、 $50\sim 300\mu\text{m}$ が最適である。これらの範囲より薄くなると強度が低下して取扱が難しくなり、逆に厚すぎると小径のスルーホール形成および導体層の形成が難しくなるからである。

[0102] 絶縁基材の銅箔の厚さは、 $5\sim 50\mu\text{m}$ 、好ましくは $8\sim 30\mu\text{m}$ であり、 $12\sim 25\mu\text{m}$ がより好適である。その理由は、小径のスルーホール形成をドリル加工によって設ける際に、薄すぎるとパターン形成を阻害してしまうからであり、逆に厚すぎるとエッチングにより、ファインパターンを形成し難いからである。

これらの片面もしくは両面銅張積層板として準備したものをを用いる。

[0103] 2. 加工条件

ドリル10での加工を行うために、図6に示すようにX-Yテーブル90上に、加工するための積層板よりも大きい当て板(ベーク板)92をおいて、その上に、片面もしくは両面銅張積層板60を1枚もしくは複数枚重ねる。その上に、必要に応じて、銅張積層板上には、アクリルに膨潤剤が含浸されて表層にアルミニウムなどの金属層が設けられたエントリーシート94を載せて、加工を行ってもよい。エントリーシート94内の膨潤剤がドリル開口の際、潤滑剤の役目を果たす。

[0104] このときにドリル加工条件としては、

回転数 : 100~500krpm

送り速度: 30~200 inch/min.

ショット数2000Shot以上まで用いることが望まれる。

[0105] ここで、回転数が100krpm未満であると、効率的に加工を行うことができない。一方、回転数が500krpmを越えると、ドリルの発熱により寿命が短くなる。

送り速度が30inch/min.未満であると効率的に加工を行うことができない。一方、送り速度が200inch/min.を越えると、ドリルの負担が大きくなり、折れ易くなる。

特に回転数100~400krpm、送り速度40~120inch/min.が、加工効率とドリル寿命の観点からより望ましい。

[0106] ドリルを開口した銅張積層板に、サブトラ工法やテンティング方により、スルーホール、スルーホールのランド及び導体回路を形成した基板を形成する。

[0107] さらに、多層にするために、プレス法などにより、基板を積層してもよいし、該スルーホールが形成された基板をコア基板として、アディティブ法により多層化してもよい。

[0108] [第1実施例1]

1. ドリルの材料の準備

タングステン、鉄、コバルトなどの合金で形成された金属を用意する。これを円形に形成するドリル径よりも太くし、かつ、ドリルを回転する加工装置の径にあわせたものを準備した。

[0109] 2. ドリルの加工

まず、ドリルのボディを成す部分を加工する。それにより、ドリルのシャンクとボディ分

が形成される。このとき、ボディ分の刃部の先端外径は、予め設定された径にあわせる。

その後、切屑を排出するために切屑排出溝を1本形成する。このとき、ドリルのネジレ角度は予め設定された角度になるように設定されている。

それから、1枚刃の形成させるために、1番角、2番逃げ角を形成して、その後、それぞれの逃げ角を形成させる工程などを経て、下記に示した第1実施例1と第1参考例1のドリルを作成した。第1実施例1では、図4(A)に示すように、アンダーカットの無いストレートタイプのドリルを用いた。

[0110] [表1]

表1 第1実施例と第1参考例1の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ 角	先端外径	タイプ
第1実施例1-1	30	110	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例1-2		120	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例1-3		130	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例1-4		140	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例1-5		150	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例1-1		90	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例1-2		100	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例1-3		160	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例1-4		170	40°	100 μ m	ストレート

[0111] 3. ドリルの穴明け加工

(1)ドリル加工

図5(A)に示す両面銅張り積層板(材質:ガラスエポキシ樹脂あるいはポリイミド樹脂:絶縁層62の厚み200 μ m ;片面の銅箔64の厚み12 μ m)60を、図6に示すようにドリル加工装置(日立ビア社製 品番:ND-Nシリーズ)のドリル加工用のX-Yテーブル90上に4枚重ねた。両面銅張り積層板60の下側に捨て板(バックアップボード)92をおいた。両面銅張り積層板60の上側にはドリル加工用のエントリーシート94を置いた。

その状態で下記に示したドリル条件で、開口径100 μ mの開口を行った。このとき、4枚処理した毎に、ドリルのショット数を1Shotとして換算した。

[0112] <ドリル加工条件>

回転数 : 160krpm

送り速度 : 40inch/min.

使用ドリルの形状 : 表1に示したドリル

評価ショット数 3000Shot 6000Shot

これにより、基板60内に、開口径100 μ mの貫通孔66を設けた(図5(B)参照)。

ドリル加工後に、両面銅張積層板は、過マンガン酸などによりデスマヤ処理を施した。

[0113] 4. スルーホール内の導体形成

無電解めっき膜66、電解めっき膜68の順で設け、貫通孔66の内壁及び積層板60の表層に導体層を形成した(図5(C)参照)。このときのめっき条件はそれぞれ以下のような条件で行った。

無電解めっき

[電解銅めっき水溶液]

NiSO_4 : 0.003mol/l

酒石酸 : 0.200mol/l

硫酸銅 : 0.030mol/l

NaOH : 0.050mol/l

α 、 α' -ビビリジル : 100mg/l

ポリエチレングリコール : 0.10g/l

[0114] [無電解めっき条件]

液温50°Cで40分間浸漬させた。

電解めっき

[電解銅めっき水溶液]

硫酸 : 160 g/l

硫酸銅 : 77 g/l

添加剤(アテックジャパン製、商品名:カバラシドGL)

: 1 ml/l

[電解めっき条件]

電流密度 : 2 A/dm²

時間 : 30 分

温度 : 25 °C

[0115] 5. 回路形成

導体層を形成した上にエッチングレジストを形成し、配線が描画されたマスクを載置して、露光・現像を行う。それにより、レジストによりスルーホール(含むランド)と導体回路を形成される。その後、硫酸系などのエッチング液でレジスト非形成部にエッチングを施して、エッチングレジストを剥離した。それにより、スルーホール、スルーホール72のランド及び導体回路74が形成された(図5(D)参照)。

[0116] 6. スルーホールの穴埋め

穴埋め樹脂76として熱硬化性樹脂もしくは光硬化性樹脂を用いて、印刷により、スルーホール72の穴埋めを行った(図5(E)参照)。このとき、スルーホール部分が開口したマスクを用いて行ってもよい。スルーホールに対して過剰に穴埋め樹脂を形成させて、半硬化あるいは硬化させた後、研削を行い、基板表面を平滑化した。これにより、スルーホールが穴埋めされて、平滑化された基板を得られた。

[0117] 7. ソルダレジスト層の形成

基板60の両面に、導通試験を行う部分の端子に該当する開口させて、ソルダレジスト76を形成した(図5(F))

[0118] [第1実施例2]

第1実施例2及び第1参考例2は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表2に示されたもので行った。

[0119] [表2]

第1実施例2と第1参考例2の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例2-1	35	110	40°	100 µm	ストレート
第1実施例2-2		120	40°	100 µm	ストレート
第1実施例2-3		130	40°	100 µm	ストレート
第1実施例2-4		140	40°	100 µm	ストレート
第1実施例2-5		150	40°	100 µm	ストレート
第1参考例2-1		90	40°	100 µm	ストレート
第1参考例2-2		100	40°	100 µm	ストレート
第1参考例2-3		160	40°	100 µm	ストレート
第1参考例2-4		170	40°	100 µm	ストレート

[0120] [第1実施例3]

第1実施例3及び第1参考例3は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表3に示されたもので行った。

[0121] [表3]

第1実施例3と第1参考例3の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例3-1	40	110	40°	100μm	ストレート
第1実施例3-2		120	40°	100μm	ストレート
第1実施例3-3		130	40°	100μm	ストレート
第1実施例3-4		140	40°	100μm	ストレート
第1実施例3-5		150	40°	100μm	ストレート
第1参考例3-1		90	40°	100μm	ストレート
第1参考例3-2		100	40°	100μm	ストレート
第1参考例3-3		160	40°	100μm	ストレート
第1参考例3-4		170	40°	100μm	ストレート

[0122] [第1実施例4]

第1実施例4及び第1参考例4は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表4に示されたもので行った。

[0123] [表4]

第1実施例4と第1参考例4の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例4-1	45	110	40°	100μm	ストレート
第1実施例4-2		120	40°	100μm	ストレート
第1実施例4-3		130	40°	100μm	ストレート
第1実施例4-4		140	40°	100μm	ストレート
第1実施例4-5		150	40°	100μm	ストレート
第1参考例4-1		90	40°	100μm	ストレート
第1参考例4-2		100	40°	100μm	ストレート
第1参考例4-3		160	40°	100μm	ストレート
第1参考例4-4		170	40°	100μm	ストレート

[0124] [第1実施例5]

第1実施例5及び第1参考例5は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表5に示されたもので行った。

[0125] [表5]

第1実施例5と第1参考例5の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例5-1	50	110	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例5-2		120	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例5-3		130	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例5-4		140	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例5-5		150	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例5-1		90	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例5-2		100	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例5-3		160	40°	100 μ m	ストレート
第1参考例5-4		170	40°	100 μ m	ストレート

[0126] [第1実施例6]

第1実施例6及び第1参考例6は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは図4(B)に示すように首42が設けられたアンダーカットタイプのものであり、表6に示されたもので行った。

[0127] [表6]

第1実施例6と第1参考例6の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例6-1	40	110	40°	100 μ m	アンダーカット
第1実施例6-2		120	40°	100 μ m	アンダーカット
第1実施例6-3		130	40°	100 μ m	アンダーカット
第1実施例6-4		140	40°	100 μ m	アンダーカット
第1実施例6-5		150	40°	100 μ m	アンダーカット
第1参考例6-1		90	40°	100 μ m	アンダーカット
第1参考例6-2		100	40°	100 μ m	アンダーカット
第1参考例6-3		160	40°	100 μ m	アンダーカット
第1参考例6-4		170	40°	100 μ m	アンダーカット

[0128] [第1実施例7]

第1実施例7及び第1参考例7は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表7に示されたもので行った。

[0129] [表7]

第1実施例7と第1参考例7の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ角	先端外径	タイプ
第1実施例7-1	40	120	30°	100 μ m	ストレート
第1実施例7-2		120	35°	100 μ m	ストレート
第1実施例7-3		120	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例7-4		120	45°	100 μ m	ストレート
第1実施例7-5		120	50°	100 μ m	ストレート
第1参考例7-1		120	20°	100 μ m	ストレート
第1参考例7-2		120	25°	100 μ m	ストレート
第1参考例7-3		120	55°	100 μ m	ストレート
第1参考例7-4		120	60°	100 μ m	ストレート

[0130] [第1実施例8]

第1実施例8及び第1参考例8は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルはアンダーカットタイプのものであり、表8に示されたもので行った。

[0131] [表8]

第1実施例8と第1参考例8の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	マージン長	先端外径	タイプ
第1実施例8-1	40	120	0.1mm	100 μ m	アンダーカット
第1実施例8-2		120	0.15mm	100 μ m	アンダーカット
第1実施例8-3		120	0.2mm	100 μ m	アンダーカット
第1実施例8-4		120	0.3mm	100 μ m	アンダーカット
第1実施例8-5		120	0.4mm	100 μ m	アンダーカット
第1実施例8-6		120	0.5mm	100 μ m	アンダーカット
第1参考例8-1		120	0.025mm	100 μ m	アンダーカット
第1参考例8-2		120	0.05mm	100 μ m	アンダーカット
第1参考例8-3		120	0.075mm	100 μ m	アンダーカット

[0132] [第1実施例9]

第1実施例9及び第1参考例9は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは、先端外径を表9に示されたもので行った。

また、第1実施例9においては、先端外径100 μ m以下であるドリルについては、ドリル加工する際、両面銅張積層板の重ね枚数を2枚及び3枚で、同様の評価を行った。

[0133] [表9]

第1実施例9と第1参考例9の項目一覧表

項目	ネジレ 角度	刃部の先端 角	2番逃げ 角	先端外径	タイプ
第1実施例9-1	40	120	40°	100 μ m	ストレート
第1実施例9-2		120	40°	150 μ m	ストレート
第1実施例9-3		120	40°	200 μ m	ストレート
第1実施例9-4		120	40°	250 μ m	ストレート
第1実施例9-5		120	40°	300 μ m	ストレート
第1実施例9-6		120	40°	350 μ m	ストレート
第1実施例9-7		120	40°	75 μ m	ストレート
第1実施例9-8		120	40°	50 μ m	ストレート
第1参考例9-1		120	40°	400 μ m	ストレート
第1参考例9-2		120	40°	500 μ m	ストレート

[0134] [第1比較例]

第1比較例は、第1実施例1とほぼ同じであるが、ドリル加工に用いたドリルは表10に示されたもので行った。

[0135] [表10]

第1比較例の項目一覧表

項目	ネジレ角度	刃部の先端 角	先端外径	タイプ
第1比較例1	50	—	100 μ m	ストレート 二枚刃
第1比較例2	50	—	200 μ m	ストレート 二枚刃
第1比較例3	25	100	100 μ m	ストレート
第1比較例4		110	100 μ m	ストレート
第1比較例5		120	100 μ m	ストレート
第1比較例6	55	100	100 μ m	ストレート
第1比較例7		110	100 μ m	ストレート
第1比較例8		120	100 μ m	ストレート

[0136] <評価項目>

(1) 穴位置精度

ショット数 3000Shot 6000Shotにおけるスルーホール形成される位置について評価をした。つまり、ランドとの中心部分における形成されるスルーホールの中心点の位置ズレ距離を比較した。

○:位置ズレ範囲35 μ m以内

△:位置ズレ範囲50 μ m以内

×:位置ズレ範囲50 μ m超

[0137] (2) スルーホールの断面

ショット数 3000Shot 6000Shotにおけるスルーホールの断面のクロスカットを行い、導体層側面の凹凸の有無を調べた。

○:開口部の凹凸最大高さ $8\mu\text{m}$ 以内

△:開口部の凹凸最大高さ $10\mu\text{m}$ 以内

×:開口部の凹凸最大高さ $10\mu\text{m}$ 超

[0138] (3)スルーホールの導通測定

ショット数3000Shot 6000Shotにおけるスルーホールの両面での導通の有無を確認した。

○:導通有り

×:導通異常

[0139] (4) 信頼性試験

ヒートサイクル試験($125^{\circ}\text{C}/3\text{min.} \leftrightarrow -65^{\circ}\text{C}/3\text{min.}$)を1サイクルとして、導通異常が確認されるサイクル数まで繰り返し、断線などの導通試験で信頼性の評価を行った。最大サイクルは3000であった。なお、1500サイクル、2000サイクル、3000サイクルごとに導通試験を行った。

2500サイクルをクリアしたものについては、実質上の使用に際して問題を引き起こさなかった。

[0140] (5)ドリル破損評価

第1実施例9及び第1比較例9については、1000Shot 3000Shot 6000Shot におけるドリルの破損の有無(○:破損なし ×:破損有り)を評価した。また、第1実施例9におけるドリルの先端外径が $100\mu\text{m}$ 以下においては、重ね枚数が3枚、2枚における場合も同様の評価を行った。

[0141] ここで、第1実施例1と第1参考例1の評価結果を図7に、第1実施例2と第1参考例2の評価結果を図8に、第1実施例3と第1参考例3の評価結果を図9に、第1実施例4と第1参考例4の評価結果を図10に、第1実施例5と第1参考例5の評価結果を図11に、第1実施例6と第1参考例6の評価結果を図12に、第1実施例7と第1参考例7の評価結果を図13に、第1実施例8と第1参考例8の評価結果を図14に、第1実施例9と第1参考例9の評価結果を図15に、第1実施例9と第1参考例9の破損結果を図16

に、第1比較例の評価結果を図17に示す。

- [0142] 以上の評価結果から、ドリルの切屑排出溝のネジレ角度が 30° ～ 50° の範囲であれば、開口するスルーホール(position)の位置ズレが小さいことが分かる。また、使用可能回数を延ばすことができ、開口する穴も精度や形状を低下させ難いことが明らかになった。
- [0143] ネジレ角度が 30° 未満の場合あるいは、ネジレ角度が 50° を越える場合には、電気接続性や信頼性を低下させてしまうことがある。また、少ない使用回数でドリルが劣化してしまうことが判明した。
- [0144] ネジレ角度が 35° ～ 45° の範囲であることがさらに望ましい。この範囲であれば、より長い期間の使用することが可能であり、その開口した穴の精度低下を引き起こさない。
- [0145] 先端の刃部の先端角が 110° ～ 150° であることが望ましい。位置ズレを引き起こし難くなるし、形成される穴の形状も所望のものとなる。また、ドリルの使用回数が多くなっても、スルーホールの電気接続性や信頼性を低下させ難くなる。
- [0146] 先端の刃部の先端角が 110° 未満では、電気特性、信頼性が低下してしまう。一方、先端の刃部の先端角が 150° を越えると、開口した穴が所望の位置からズレ易くなる。そのために、穴をスルーホールとして形成した際、他の導体層との電気接続が低下してしまう。また、信頼性試験を行うと、早期に劣化が始まってしまう。
- [0147] 先端の刃部の先端角が 120° ～ 140° 間であれば、位置ズレを特に引き起こし難いことが判明した。また、先端部の刃部の2番逃げ角が 30° ～ 50° の範囲では、信頼性が低下しないことも分かった。
- [0148] ドリルの先端外径が $100\mu\text{m}$ ～ $350\mu\text{m}$ の間では使用する際、破損しないし、プリント配線板への影響もあまりないと言える。重ね枚数も特に制限することなく使用することができた。 $100\mu\text{m}$ 未満では破損の発生頻度も高まった。しかしながら、重ね枚数を制限するなどの加工条件を変更することにより、多Shot数においても使用できることが確認できた。但し、 $50\mu\text{m}$ 以下では、その限りでないことも確認できた。
- [0149] [第2実施例]
- 以下、図を参照して本発明の第2実施例について説明する。
- (ドリル)

先ず、図20を参照して第2実施例1のドリルの製造工程について説明する。

1. ドリルの材料の準備

本願発明のドリルに用いられる金属としては、タングステンカーバイドを主とし、それ以外に鉄、コバルト、ニッケルなどを含んだ合金である。これらの金属をドリルのシャンクの径と同等もしくはそれよりも径を大きくした円柱50にしたものを準備する(図20(A))。特に、超硬合金となるタングステンカーバイドを用いることがより望ましい。

[0150] 2. ドリルの加工

この準備した円柱50の金属において、ドリルのボディ40を形成するために研削を行う(図20(B))。つまり、所望のボディの径となるまで、研削を行う。通常は、ストレートタイプのドリルとしている。このとき必要に応じてボディにおいて、ボディ分の一部に凹部を形成させたアンダーカット形状のドリルをしてもよい。

これにより、ドリルのシャンク12とボディ40が構成される。

[0151] 次に、ドリルのボディ40において、切屑排出用の溝20を形成する(図20(C))。その溝は一本で形成されて、このとき、溝20とボディ40との交点のネジレ角度を所望のものとする。このときの角度としては、 $30\sim 50^\circ$ することがより望ましい。

[0152] このときの溝20と溝20との間隔は均一であってもよいし、次第に溝間隔を変更したものであってもよい。また、溝の深さもドリルのボディ方向に向かって順次浅くなるタイプでもよいし、同一深さのドリルであってもよい。本件では前者である溝の深さを順次浅くしたものを加工、作成した。これは、開口する径、開口させるために材質などによって適時決められるも。

[0153] 次に、ドリルの先端部である刃部30を加工する(図20(D))。加工順序については、特に限定されないが、刃部を成す1番角、2番逃げ角を加工して、その後、溝各部分を研削加工して、それぞれの逃げ角と呼ばれる部分を平面もしくは円錐等の形状に加工をする。これにより、刃部30とボディ40とシャンク12からなり、ボディに切屑排出用の1本の溝が形成されて、1枚刃のドリルを得ることができる。

[0154] 図18(A)にドリル10の側面図を示す。図19(A)にドリルの先端側を見た正面図を、図19(B)にドリルの先端部の拡大図、図19(C)に図19(B)のC-C断面、即ち、刃先基部の断面を示し、図19(B)にドリルの先端部の拡大図を示す。図35はドリルの

断面を示す写真である。なお、図18(C)は、アンダーカットタイプのドリルの側面図である。

図18中に示すように、ドリル10の刃部30の先端径D1は0.115mmに、シャンク12の径D2は2mmに設定されている。切刃長さL1は1.8mmに、ボディ長さL2は2.0mmに全長L3は31.75mmに設定されている。一方、切屑排出溝20のネジレ角 $\theta 1$ は 40° に設定されている。図19(D)中に示す溝幅L6は0.145mmに設定されている。図19(B)中に示す先端角 $\theta 2$ は 150° に設定されている。

[0155] 図19(A)に示すようにドリルの先端逃げ面は、複数の平坦な逃げ面から構成された多段面状をなしており、切刃31からドリル回転方向(図中反時計回り方向)に向かって平坦面である第1逃げ面32A、第2逃げ面32B、第3逃げ面32C、第4逃げ面32Dが周方向に沿って順次配置されている。また、軸線付近に、平坦面である逆側第1逃げ面32E、逆側第2逃げ面32Fが配置されている。第4逃げ面32D及び逆側第2逃げ面32Fに隣接して、断面略円弧状の二番取り面33が設けられている。第1逃げ面32Aの逃げ角は 10° に、第2逃げ面32Bの逃げ角は 40° に設定されている。

[0156] 図19(C)に示すように刃先基部の断面は、金属の占有率は、69.77%であった。また、形成された溝20の基端の最深部(軸心に最も近い部位)Pでの軸心垂直方向の曲率半径は2.95mmであった。

[0157] (プリント配線板のドリル加工方法)

1. 銅張積層板

本願発明のドリルで開口させる絶縁性基材としては、有機系の絶縁性基材であれば使用でき、具体的には、アラミド不織布－エポキシ樹脂基材、ガラス布エポキシ樹脂基材、アラミド不織布－ポリイミド基材、ガラス布ビスマレイミドトリアジン樹脂基材、ガラス布ポリフェニレンエーテル樹脂基材、FR-4、FR-5から選ばれるリジッド(硬質)の積層基材、あるいは、ポリフェニレンエーテル(PPE)フィルム、ポリイミド(PI)などのフィルムからなるフレキシブル基材から選ばれる1種であることが望ましい。

[0158] 上記絶縁性樹脂基材の厚さは、 $10\sim 800\mu\text{m}$ 、好ましくは $20\sim 400\mu\text{m}$ であり、 $50\sim 300\mu\text{m}$ が最適である。これらの範囲より薄くなると強度が低下して取扱が難しくなり、逆に厚すぎると小径のスルーホール形成および導体層の形成が難しくなるから

である。

[0159] 絶縁基材の銅箔の厚さは、5～50 μ m、好ましくは8～30 μ mであり、12～25 μ mがより好適である。その理由は、小径のスルーホール形成をドリル加工によって設ける際に、薄すぎるとパターン形成を阻害してしまうからであり、逆に厚すぎるとエッチングにより、ファインパターンを形成し難いからである。これらの片面もしくは両面銅張積層板として準備したものをを用いる。

[0160] 2. 加工条件

加工条件は第1実施例と同様である。

[0161] このときにドリル加工条件としては、

回転数 : 100～500 krpm

送り速度 : 30～200 inch/min.

ショット数 3, 000Shot以上まで用いることが望まれる。

[0162] ここで、回転数が100krpm未満であると、効率的に加工を行うことができない。一方、500krpmを越えると、ドリルの発熱により、開口の変形やドリル寿命が短くなるということが増加し易くなる。

送り速度が30inch/min.未満であると効率的に加工を行うことができない。一方、送り速度が200inch/min.を越えると、ドリルへの負担が大きくなり、ドリルの損傷度合いが高まりやすくなる。

特に回転数200～400krpm、送り速度40～120inch/min.であることが望ましい。

この条件が、貫通孔の加工効率とドリル寿命の観点からより望ましい。また、貫通孔の形成異常も最も発生しにくい加工条件でもある。

[0163] ドリルを開口した銅張積層板に、サブトラ工法やテンティング方により、スルーホール、スルーホールのランド及び導体回路を形成した基板を形成する。

さらに、多層にするために、プレス法などにより、基板を積層してもよいし、該スルーホールが形成された基板をコア基板として、アディティブ法により多層化してもよい。

[0164] [第2実施例1]

1. ドリルの材料の準備

タングステンカーバイトを主として、コバルトなどの金属が含有された合金で形成され

た金属を用意する。これを円形に形成するドリル径よりも太くし、かつ、ドリルを回転する加工装置の径にあわせたものを準備した。

[0165] 2. ドリルの加工

まず、ドリルのボディを成す部分を加工する。それにより、ドリルのシャンクとボディ分が形成される。このとき、ボディの直径は、予め設定された径にあわせる。この場合は $100 \pm 10 \mu\text{m}$ となるようにドリル径を設定した。

その後、切屑を排出するために溝を1本形成する。このとき、ドリルのネジレ角度は予め設定された角度になるように設定されている。本第2実施例ではネジレ角 40° に設定した。それから、1枚刃の形成させるために、1番角、2番逃げ角を形成して、その後、それぞれの逃げ角を形成させる工程などを経た。このときに、ボディの刃先の基端における金属占有率、その形成された溝の曲率半径は、表11に示されたような条件でドリルの加工を行った。

[0166] 第2実施例と第2参考例の項目一覧表

[表11]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2実施例1-1	69.8	2.95	$100 \mu\text{m}$	ストレート
第2実施例1-2	69.8	1.50	$100 \mu\text{m}$	ストレート
第2実施例1-3	69.8	3.50	$100 \mu\text{m}$	ストレート
第2参考例1-1	69.8	1.40	$100 \mu\text{m}$	ストレート
第2参考例1-2	69.8	3.60	$100 \mu\text{m}$	ストレート

[0167] 3. ドリルの穴明け加工

ドリル加工

図5(A)を参照して上述した第1実施例と同様に両面銅張り積層板(材質:ガラスエポキシ樹脂あるいはポリイミド樹脂)絶縁層62の厚み $200 \mu\text{m}$ 、片面の銅箔64の厚み $12 \mu\text{m}$ 60を図6に示すようにドリル加工装置(日立ビア社製 品番:ND-Nシリーズ)のドリル加工用のX-Yテーブル90上に4枚重ねた。両面銅張り積層板の下側に捨て板(バックアップボード)92をおいた。ドリル加工用のエントリーシート94を置いた。その状態で下記に示したドリル条件で、開口径 $100 \mu\text{m}$ の開口を行った。このとき、4

枚処理した毎に、ドリルのショット数を1Shotとして換算した。

[0168] <ドリル加工条件>

回転数 : 300krpm

送り速度: 40inch/min.

使用ドリルの形状: 表11に示したドリル

評価ショット数 1500Shot 3000Shot 4500Shot 6000Shot

これにより、基板60内に、開口径100 μ mの開口66を設けた(図5(B))。

ドリル加工後に、両面銅張積層板は、過マンガン酸よりデスミア処理を5分間施した。

[0169] 4. スルーホール内の導体形成

無電解めっき66、電解めっき68の順番で、スルーホール66の内壁及び積層板の表層に導体層を設けた(図5(C))。このときのめっき条件は第1実施例と同様な条件で行った。

[0170] 5. 回路形成

第1実施例と同様にスルーホール72、スルーホール72のランド及び導体回路74を形成した(図5(D))。

[0171] 6. スルーホールの穴埋め

第1実施例と同様に穴埋め樹脂76として熱硬化性樹脂もしくは光硬化性樹脂を用いて、印刷により、スルーホール72の穴埋めを行った(図5(E))。

[0172] 7. ソルダレジスト層の形成

基板60の両面に、導通試験を行う部分の端子に該当する開口させて、ソルダレジスト76を形成した(図5(F))。

[0173] [第2実施例2]

第2実施例2の項目の一覧を表12中に示す。第2実施例2では、金属占有率を下限の40%に設定した。

[表12]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2実施例2-1	40	2.95	100 μ m	ストレート
第2実施例2-2	40	1.50	100 μ m	ストレート
第2実施例2-3	40	3.50	100 μ m	ストレート
第2参考例2-1	40	1.40	100 μ m	ストレート
第2参考例2-2	40	3.60	100 μ m	ストレート

[0174] [第2実施例3]

第2実施例3の項目の一覧を表13中に示す。第2実施例3では、金属占有率を上限の80%に設定した。

[表13]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2実施例3-1	80	2.95	100 μ m	ストレート
第2実施例3-2	80	1.50	100 μ m	ストレート
第2実施例3-3	80	3.50	100 μ m	ストレート
第2参考例3-1	80	1.40	100 μ m	ストレート
第2参考例3-2	80	3.60	100 μ m	ストレート

[0175] [第2改変例1]

第2改変例1の項目の一覧を表14中に示す。第2改変例1は第2実施例1とドリル径が異なり、また、金属占有率を上限の80%に設定した。

[表14]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2改変例1-1	80	1.50	150 μ m	ストレート
第2改変例1-2	80	1.50	250 μ m	ストレート
第2改変例1-3	80	1.50	300 μ m	ストレート
第2改変例1-4	80	1.50	350 μ m	ストレート
第2改変例1-5	80	3.50	100 μ m	ストレート
第2改変例1-6	80	3.50	250 μ m	ストレート
第2改変例1-7	80	3.50	300 μ m	ストレート
第2改変例1-8	80	3.50	350 μ m	ストレート

[0176] [第2改変例2]

第2改変例2の項目の一覧を表15中に示す。第2改変例2は第2実施例1とドリル径

が異なり、また、金属占有率を下限の40%に設定した。

[表15]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2改変例2-1	40	1.50	150 μm	ストレート
第2改変例2-2	40	1.50	250 μm	ストレート
第2改変例2-3	40	1.50	300 μm	ストレート
第2改変例2-4	40	1.50	350 μm	ストレート
第2改変例2-5	40	3.50	100 μm	ストレート
第2改変例2-6	40	3.50	250 μm	ストレート
第2改変例2-7	40	3.50	300 μm	ストレート
第2改変例2-8	40	3.50	350 μm	ストレート

[0177] [第2改変例3]

第2改変例3の項目の一覧を表16中に示す。第2改変例2は第2実施例1とドリル径が異なり、また、金属占有率を上限の80%に設定した。

[表16]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2改変例3-1	80	1.50	150 μm	ストレート
第2改変例3-2	80	1.50	250 μm	ストレート
第2改変例3-3	80	1.50	300 μm	ストレート
第2改変例3-4	80	1.50	350 μm	ストレート
第2改変例3-5	80	3.50	100 μm	ストレート
第2改変例3-6	80	3.50	250 μm	ストレート
第2改変例3-7	80	3.50	300 μm	ストレート
第2改変例3-8	80	3.50	350 μm	ストレート

[0178] [第2改変例4]

第2改変例4の項目の一覧を表17中に示す。第2改変例4は、項目は第2改変例2と同様であるが、ドリルとしてアンダーカットタイプのドリルを用いた

[表17]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2改変例4-1	40	1.50	150 μm	アンダーカット
第2改変例4-2	40	1.50	250 μm	アンダーカット
第2改変例4-3	40	1.50	300 μm	アンダーカット
第2改変例4-4	40	1.50	350 μm	アンダーカット
第2改変例4-5	40	3.50	150 μm	アンダーカット
第2改変例4-6	40	3.50	250 μm	アンダーカット
第2改変例4-7	40	3.50	300 μm	アンダーカット
第2改変例4-8	40	3.50	350 μm	アンダーカット

[0179] [第2改変例5]

第2改変例5の項目の一覧を表18中に示す。第2改変例5は、項目は第2改変例3と同様であるが、ドリルとしてアンダーカットタイプのドリルを用いた

[表18]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2改変例5-1	80	1.50	150 μm	アンダーカット
第2改変例5-2	80	1.50	250 μm	アンダーカット
第2改変例5-3	80	1.50	300 μm	アンダーカット
第2改変例5-4	80	1.50	350 μm	アンダーカット
第2改変例5-5	80	3.50	100 μm	アンダーカット
第2改変例5-6	80	3.50	250 μm	アンダーカット
第2改変例5-7	80	3.50	300 μm	アンダーカット
第2改変例5-8	80	3.50	350 μm	アンダーカット

[0180] [第2比較例1]

第2比較例1の項目の一覧を表19中に示す。第2比較例1は、金属占有率38.9%、先端径100 μm のドリルを用いた。

[表19]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2比較例1-1	38.9	1.34	100 μm	ストレート
第2比較例1-2	38.9	1.49	100 μm	ストレート
第2比較例1-3	38.9	2.23	100 μm	ストレート
第2比較例1-4	38.9	3.51	100 μm	ストレート
第2比較例1-5	38.9	3.71	100 μm	ストレート

[0181] [第2比較例2]

第2比較例2の項目の一覧を表20中に示す。第2比較例2は、金属占有率を81.2%、先端径100 μ mのドリルを用いた。

[表20]

項目	金属占有率	溝の曲率半径	ドリル直径	タイプ
第2比較例2-1	81.2	1.34	100 μ m	ストレート
第2比較例2-2	81.2	1.49	100 μ m	ストレート
第2比較例2-3	81.2	2.23	100 μ m	ストレート
第2比較例2-4	81.2	3.51	100 μ m	ストレート
第2比較例2-5	81.2	3.71	100 μ m	ストレート

[0182] <評価項目>

(1) ドリルの損傷確認試験

第2実施例、第2参考例、第2改変例、第2比較例で作成したドリルにおいて、ドリルの損傷が確認されたショット数を調査した。その結果を図32～図34中に示した。

[0183] (2) 孔位置精度

ショット数 3000Shot 6000Shotにおけるスルーホール形成される位置について評価をした。つまり、ランドとの中心部分における形成されるスルーホールの中心点の位置ズレ距離を比較した。

測定に用いた基板は、重ねた基板の最下部に位置した基板により、任意に30箇所の孔位置の測長を行った。それぞれ位置ズレ範囲50 μ mを超えた比率により評価を行った。

○:3%以下

△:5%以下

×:5%超

[0184] (3) スルーホールの断面

ショット数 3000Shot 6000Shotにおけるデスミア後、基板のスルーホールの断面のクロスカットを行い、その断面を観察した。測定に用いた基板は、重ねた基板の最下部に位置した基板により行い、5箇所観察して、スミア残りの有無を観察した。

○:スミアなし

×:スミアの残存あり。

[0185] (4) スルーホールの導通測定

ショット数 3000Shot 6000Shotにおけるスルーホールの両面での導通の有無を確認した。

○:導通有り

×:導通異常

[0186] (5) 信頼性試験

ヒートサイクル試験(125℃/3min.⇄-65℃/3min.)を1サイクルとして、導通異常が確認されたサイクル数まで繰り返し行い、断線などの導通試験で信頼性の評価を行った。最大サイクル数は4000であった。なお、1000サイクル、2000サイクル、3000サイクル、4000サイクルと1000サイクルごとに導通試験を行った。

3000サイクルをクリアしたものについては、実質上の使用に際して問題を引き起こさなかった。

[0187] ここで、第2実施例、第2参考例、第2比較例の評価結果を図23～図31中に示す。

以上の評価結果から、ドリルの金属の占有率が40～80%でボディの溝の先端部分の曲率半径が1.50～3.50mmであれば、穴位置精度が低下せず、スミア残りの問題が生じず、導通信頼性を低下させないことが分かった。また、ドリルの使用可能回数を延ばすことができることが明らかになった。

[0188] 一方、ドリルのボディの刃先の基端における断面の金属の占有率が40%未満、80%超の場合は、ドリルが損傷し易くなり、形成されたスルーホールの電気接続性や信頼性が低下することが分かった。他方、溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50未満であるドリルは、開口した貫通孔の形状の異常や位置ズレを引き起こし易くなり、電気接続性や信頼性を低下させやすくなる。同様に、曲率半径が3.50mmを越えるドリルでは、孔の位置ズレを誘発させ易く、電気接続性や信頼性を低下させやすくなることが分かった。

産業上の利用可能性

[0189] 上述した第1実施例、第2実施例では、ドリルをプリント配線板用の銅張り積層板の

穴明けに用いた例を挙げたが、本願のドリルは、種々の樹脂と金属との積層体の穴明けに好適に用い得るものである。

図面の簡単な説明

[図1] 本発明の実施形態に係るドリルの側面図である。

[図2] 図2(A)は、図1中のドリルの先端側を見た正面図であり、図2(B)及び図2(C)は、ドリルの先端部の拡大図である。

[図3] ドリルの製造工程の説明図である。

[図4] 図4(A)はストレートタイプのドリルを示す側面図であり、図4(B)はアンダーカットタイプのドリルを示す側面図である。

[図5] プリント配線板の製造工程の説明図である。

[図6] 銅張り積層板への貫通孔のドリル穿設の説明図である。

[図7] 第1実施例1と第1参考例1の評価結果を示す図表である。

[図8] 第1実施例2と第1参考例2の評価結果を示す図表である。

[図9] 第1実施例3と第1参考例3の評価結果を示す図表である。

[図10] 第1実施例4と第1参考例4の評価結果を示す図表である。

[図11] 第1実施例5と第1参考例5の評価結果を示す図表である。

[図12] 第1実施例6と第1参考例6の評価結果を示す図表である。

[図13] 第1実施例7と第1参考例7の評価結果を示す図表である。

[図14] 第1実施例8と第1参考例8の評価結果を示す図表である。

[図15] 第1実施例9と第1参考例9の評価結果を示す図表である。

[図16] 第1実施例9と第1参考例9の破損結果を示す図表である。

[図17] 第1比較例の評価結果を示す図表である。

[図18] (A)は本発明の実施形態に係るドリルの側面図であり、(B)はアンダーカットタイプのドリルの側面図である。

[図19] 図19(A)にドリルの先端側を見た正面図であり、図19(B)にドリルの先端部の拡大図であり、図19(C)は図19(B)のC-C断面図であり、図19(D)はドリルの先端部の拡大図である。

[図20] ドリルの製造工程の説明図である。

[図21]本発明のドリルの占有率の説明図である。

[図22]本発明のドリル溝の最深部の説明図である。

[図23]第2実施例1と第2参考例1の評価結果を示す図表である。

[図24]第2実施例2と第2参考例2の評価結果を示す図表である。

[図25]第2実施例3と第2参考例3の評価結果を示す図表である。

[図26]第2改変例1の評価結果を示す図表である。

[図27]第2改変例2の評価結果を示す図表である。

[図28]第2改変例3の評価結果を示す図表である。

[図29]第2改変例4の評価結果を示す図表である。

[図30]第2改変例5の評価結果を示す図表である。

[図31]第2比較例1と第2比較例2の評価結果を示す図表である。

[図32]第2実施例1～第2実施例第3及び第2改変例1の損傷確認ショット数の評価結果を示す図表である。

[図33]第2改変例1～第2改変例4の損傷確認ショット数の評価結果を示す図表である。

[図34]第2改変例5、第2比較例1、第2比較例2の損傷確認ショット数の評価結果を示す図表である。

[図35]第2実施例1のドリルの断面を示す写真である。

[図36]本発明に掛かるプリント配線板の穴明け用加工装置の構成図である。

符号の説明

[0191] 10 ドリル

12 シャンク

30 刃部

31 切刃

32A 第1逃げ面

32B 第2逃げ面

32C 第3逃げ面

32D 第4逃げ面

32E 逆側第1逃げ面

32F 逆側第2逃げ面

33 二番取り面

$\theta 1$ ネジレ角

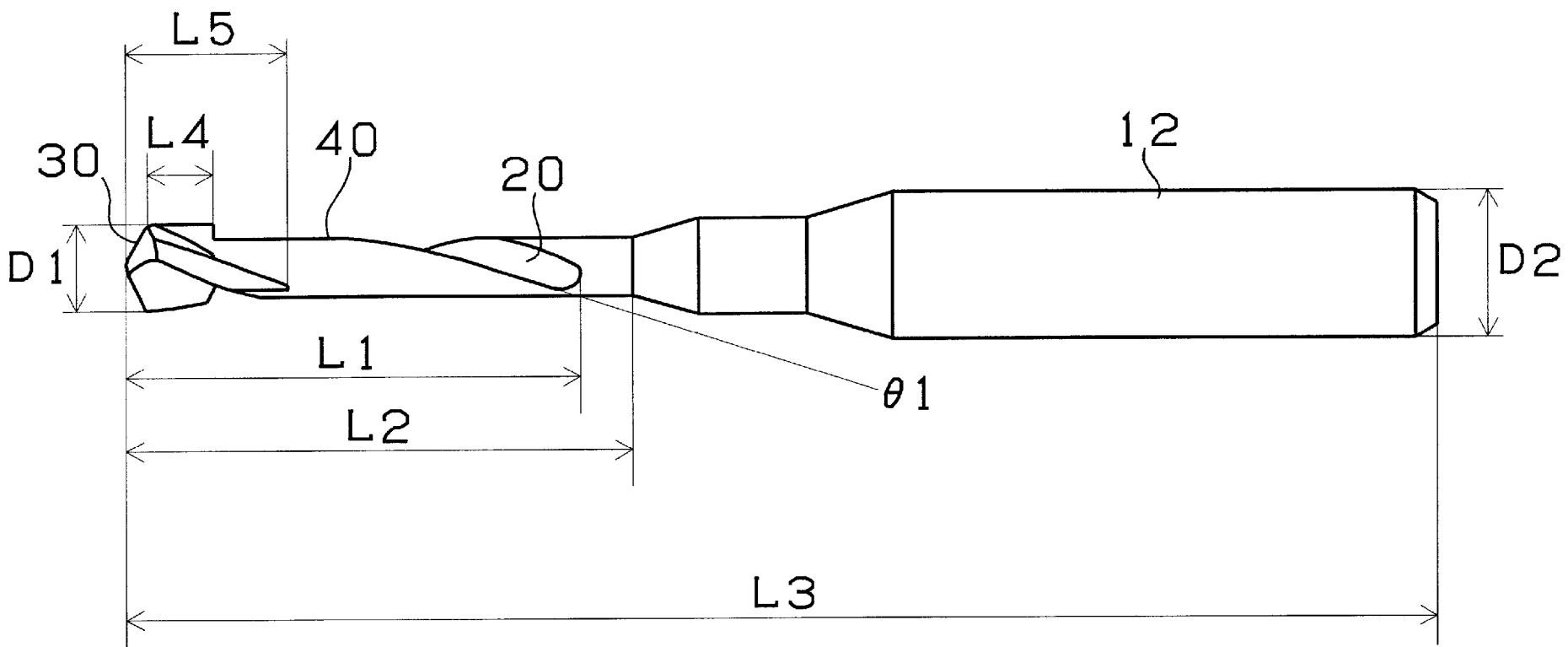
$\theta 2$ 先端角

請求の範囲

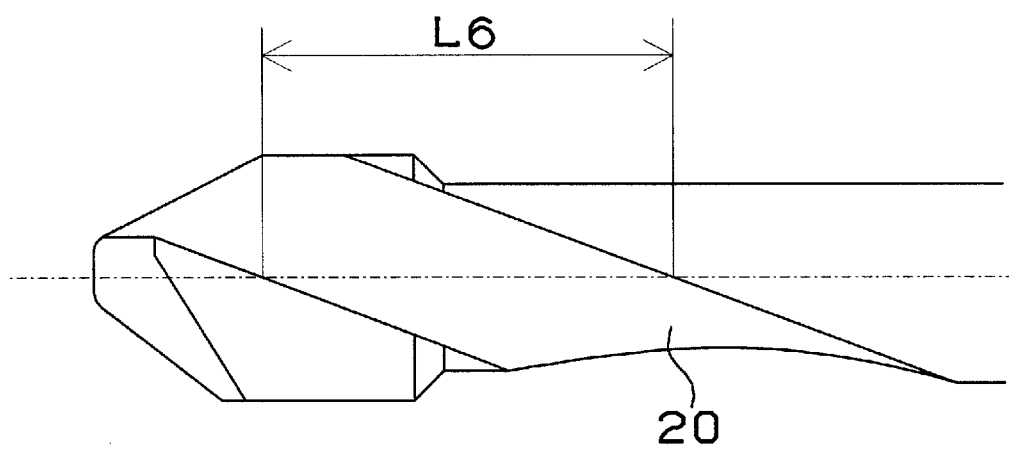
- [1] 複数枚重ねた銅張り積層板に開口を穿設させるため、先端の刃部およびボディに切屑排出溝が形成されたドリルにおいて、
ボディの切屑排出溝が1条であり、
その切屑排出溝のネジレ角度が 30° ～ 50° であることを特徴とするドリル。
- [2] 前記先端の刃部の先端角が 110° ～ 150° であることを特徴とする請求項1に記載のドリル。
- [3] 前記先端部の刃部の2番逃げ角が 30° ～ 50° であることを特徴とする請求項1または2に記載のドリル。
- [4] 前記刃部の先端外径が $350\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1に記載のドリル。
- [5] ドリルが首を備えるアンダーカットドリルであって、
前記切屑排出溝が首にかからないことを特徴とする請求項1に記載のドリル。
- [6] ボデーの長さから首の長さを除いた長さが $0.1\sim 0.3\text{mm}$ であることを特徴とする請求項5に記載のドリル。
- [7] 被加工物に回転して開口を形成させるため、先端に刃部およびボディに溝が1条形成されたドリルにおいて、
前記ボディの刃先の基端における金属の占有率が $40\sim 80\%$ であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が $1.50\sim 3.50\text{mm}$ であることを技術的特徴とするドリル。
- [8] 前記ドリルの先端径は、 $300\mu\text{m}$ 以下であることを技術的特徴とする請求項7に記載のドリル。
- [9] 導体層を有する基板に貫通する孔を形成し、孔内に導体層を形成して電気接続を行うプリント配線板の製造方法において、
A)～C)工程を経ることを技術的特徴とするプリント配線板の製造方法：
A)先端に刃部とボディに溝が1条形成され、該ボディの刃先の基端における金属の占有率が $40\sim 80\%$ であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が $1.50\sim 3.50\text{mm}$ であるドリルにより基板を貫通する孔を形成する工程；

- B) 孔内に導体層を形成する工程；
C) 基板の表層に導体回路を形成する工程。
- [10] 前記A) 工程に続いてデスミア処理を行う工程を経ることを技術的特徴とする請求項9のプリント配線板の製造方法。
- [11] 前記A) 工程のドリルの先端径は、 $300\ \mu\text{m}$ 以下であることを技術的特徴とする請求項9又は請求項10に記載のプリント配線板の製造方法。
- [12] 前記ドリルのネジレ角が $30\sim 50^\circ$ である請求項9のプリント配線板の製造方法。
- [13] 導体層を有する基板に貫通する孔を形成し、孔内に導体層を形成して電気接続を行うプリント配線板の製造方法において、
以下の工程を経るプリント配線板の製造方法。
A) ボディに切屑排出溝が1条であり、その切屑排出溝のネジレ角が $30\sim 50^\circ$ であるドリルにより基板を貫通する工を形成する工程；
B) 孔内に導体層を形成する工程；
C) 基板の表層に導体回路を形成する工程。
- [14] 前記ドリルは、該ボディの刃先の基端における金属占有率が $40\sim 80\%$ であり、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が $1.50\sim 3.50\text{mm}$ である請求項13に記載のプリント配線板の製造方法。

[図1]

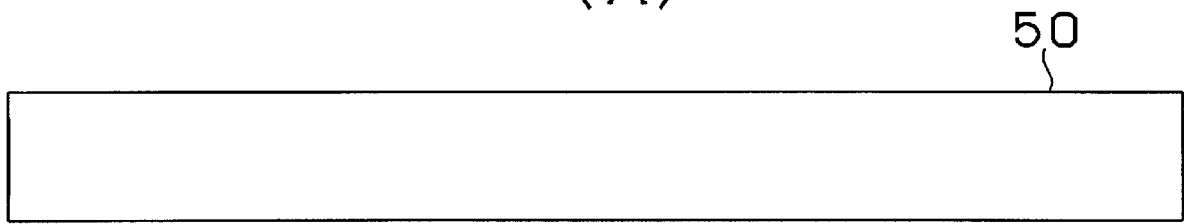


(A)

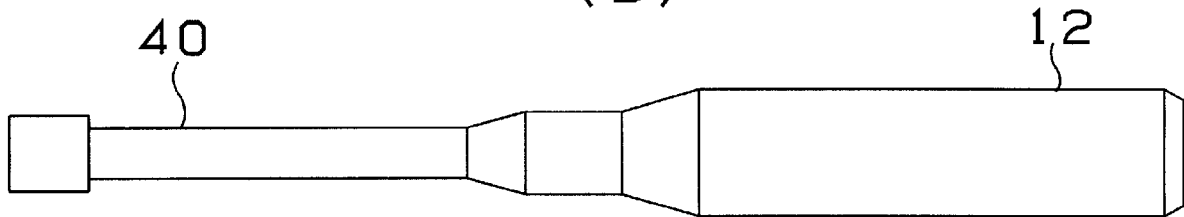


[図3]

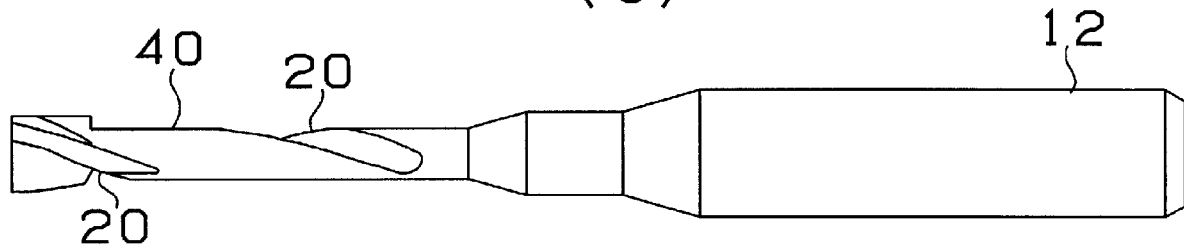
(A)



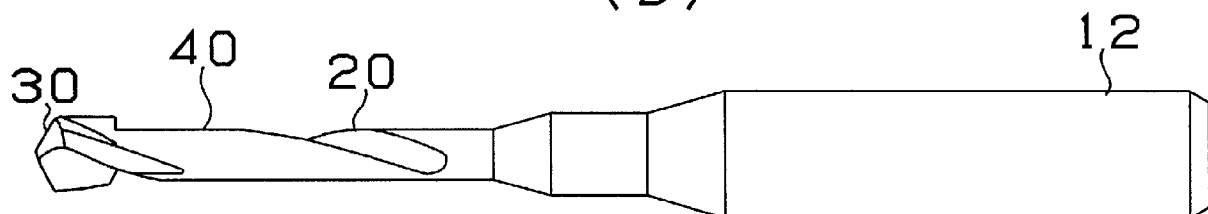
(B)



(C)

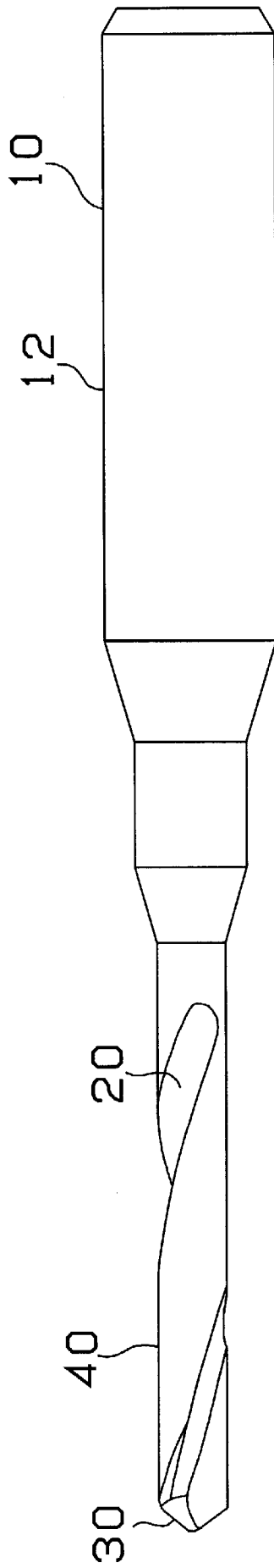


(D)

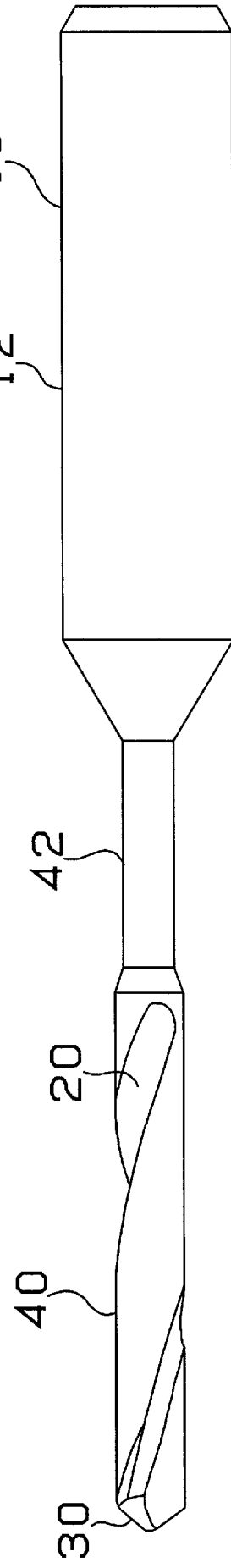


[図4]

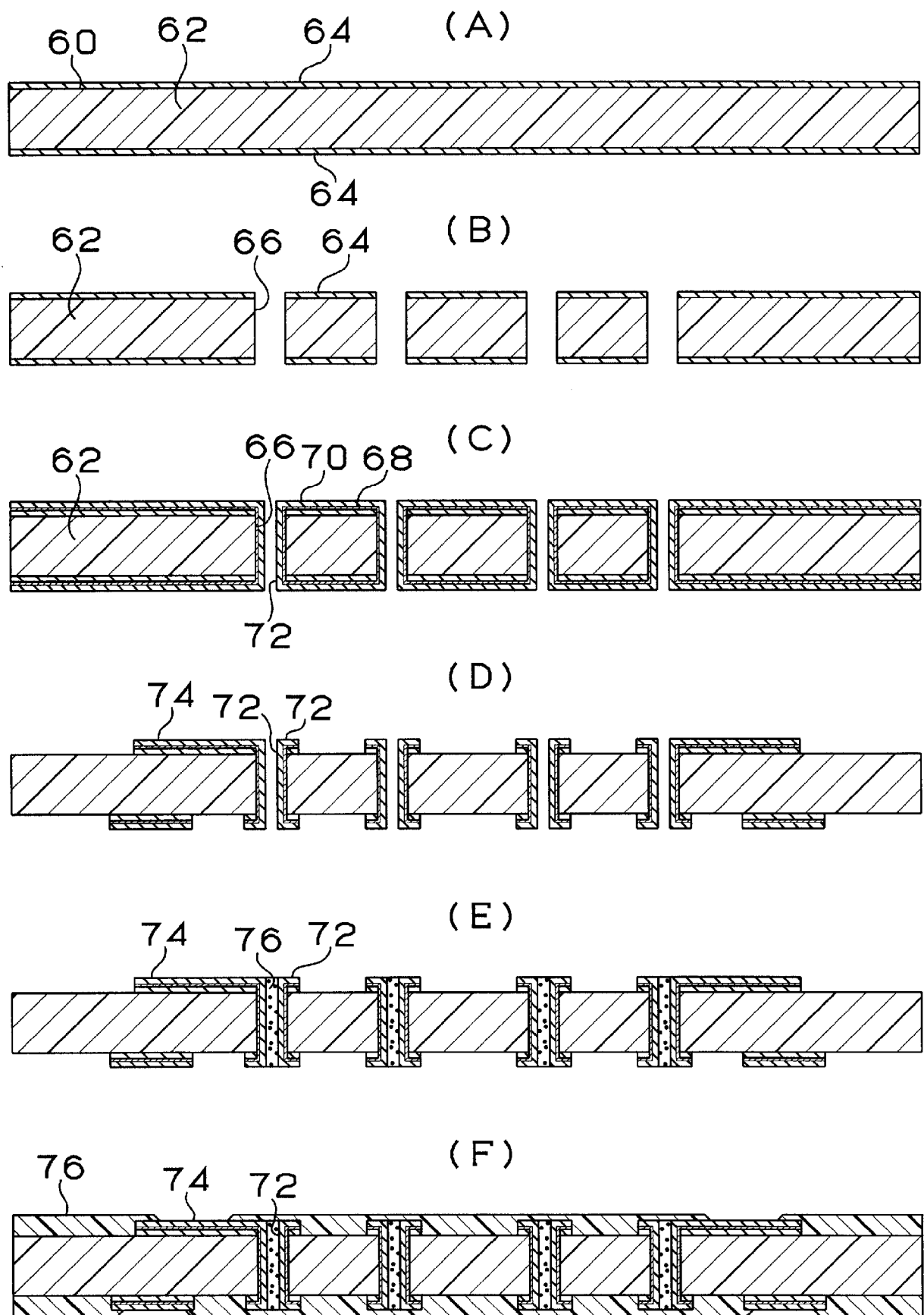
(A)



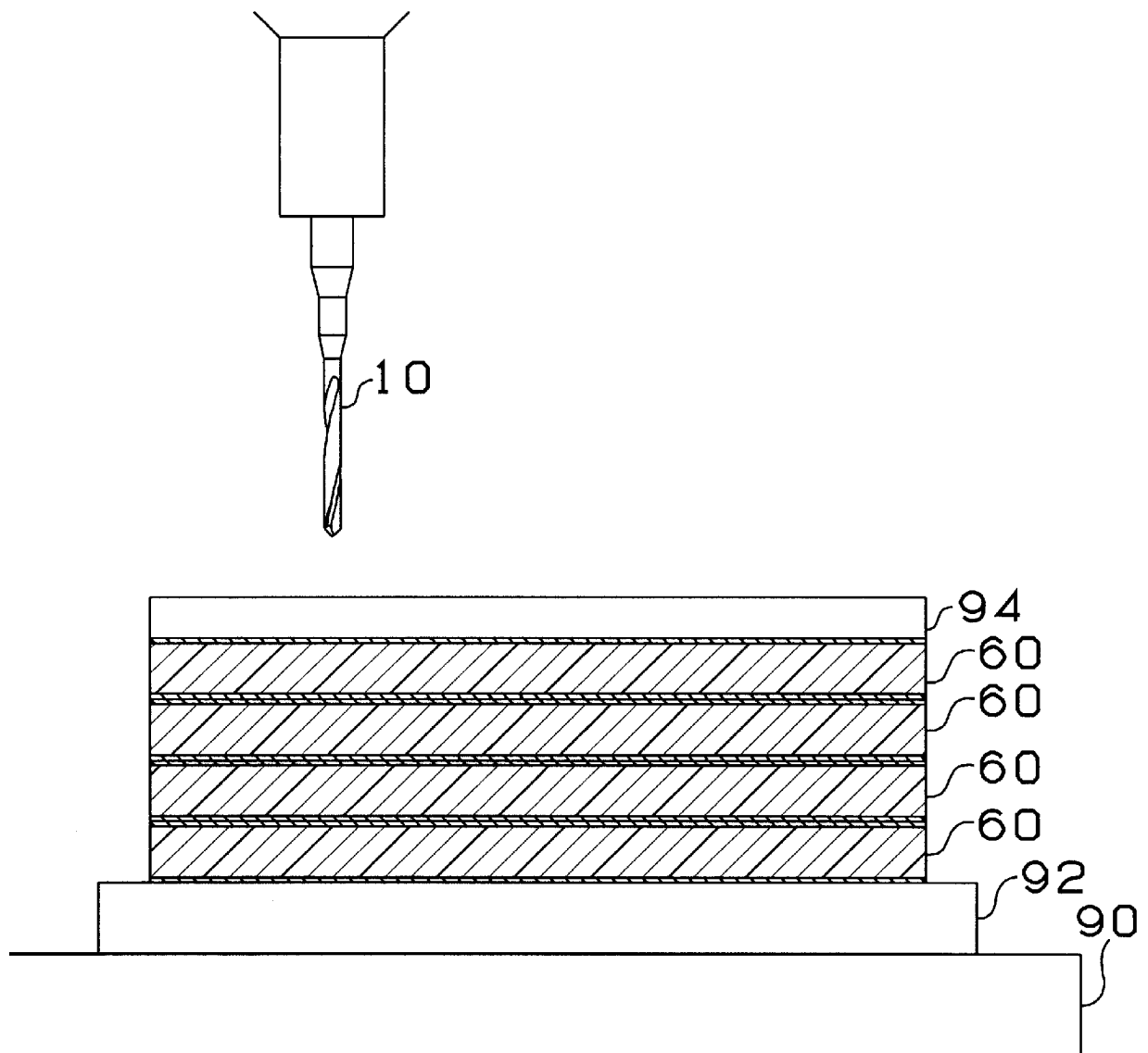
(B)



[図5]



[図6]



[図7]

表 1

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例1-1	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-2	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-3	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-4	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-5	△	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例1-1	△	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例1-2	△	△	○	3000 cycle NG
第1参考例1-3	△	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例1-4	△	△	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例1-1	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-2	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-3	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-4	○	△	○	3000 cycle Clear
第1実施例1-5	△	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例1-1	△	△	○	3000 cycle NG
第1参考例1-2	△	△	○	3000 cycle NG
第1参考例1-3	△	△	○	3000 cycle NG
第1参考例1-4	△	△	○	3000 cycle NG

[図8]

表 2

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例2-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例2-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例2-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例2-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例2-4	△	○	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例2-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例2-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例2-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例2-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例2-3	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例2-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図9]

表 3

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例3-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例3-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例3-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例3-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例3-4	△	○	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例3-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例3-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例3-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例3-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例3-3	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例3-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図10]

表 4

評価結果 ショット数: 3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例4-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例4-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-4	△	○	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数: 6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例4-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例4-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例4-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例4-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図11]

表 5

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例5-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例5-1	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例5-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例5-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例5-4	△	○	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例5-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例5-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例5-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例5-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例5-3	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例5-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図12]

表 6

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例6-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例6-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-4	△	○	○	3000 cycle NG

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例6-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例6-5	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例6-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-3	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例6-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図13]

表 7

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例7-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-5	○	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例7-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例7-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例7-3	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例7-4	△	○	○	3000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例7-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例7-5	○	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例7-1	△	△	○	3000 cycle NG
第1参考例7-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例7-3	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例7-4	△	○	○	3000 cycle NG

[図14]

表 8

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例8-1	△	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-5	○	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例8-1	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例8-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1参考例8-3	△	○	○	3000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例8-1	△	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-2	△	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例8-5	○	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例8-1	×	○	○	3000 cycle NG
第1参考例8-2	△	○	○	3000 cycle NG
第1参考例8-3	△	○	○	3000 cycle NG

[図15]

表 8

基板の重ね枚数 4枚 評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例9-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-5	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-6	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-7	—	—	—	—
第1実施例9-8	—	—	—	—
第1参考例9-1	○	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例9-2	○	△	○	3000 cycle Clear

基板の重ね枚数 4枚 評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例9-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-2	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-3	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-4	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-5	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-6	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-7	—	—	—	—
第1実施例9-8	—	—	—	—
第1参考例9-1	○	△	○	3000 cycle Clear
第1参考例9-2	△	△	○	3000 cycle NG

基板の重ね枚数 3枚 評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例9-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-7	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-8	—	—	—	—

基板の重ね枚数 2枚 評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1実施例9-1	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-7	○	○	○	3000 cycle Clear
第1実施例9-8	○	○	○	3000 cycle Clear

[図16]

表 1 0

破損評価

項目	重ね枚数	Shot数		
		1000	3000	6000
第1実施例9-1	4	○	○	○
	3	○	○	○
	2	○	○	○
第1実施例9-2	4	○	○	○
第1実施例9-3	4	○	○	○
第1実施例9-4	4	○	○	○
第1実施例9-5	4	○	○	○
第1実施例9-6	4	○	○	○
第1実施例9-7	4	○	×	×
	3	○	○	×
	2	○	○	○
第1実施例9-8	4	×	×	×
	3	○	×	×
	2	○	○	×
第1参考例9-1	4	○	○	○
第1参考例9-2	4	○	○	○

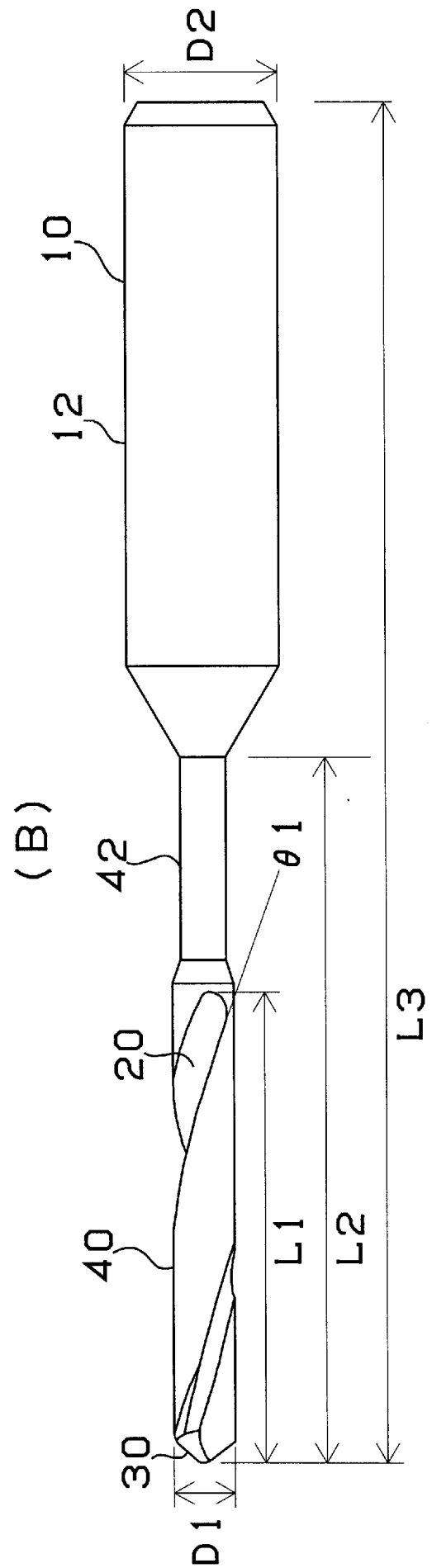
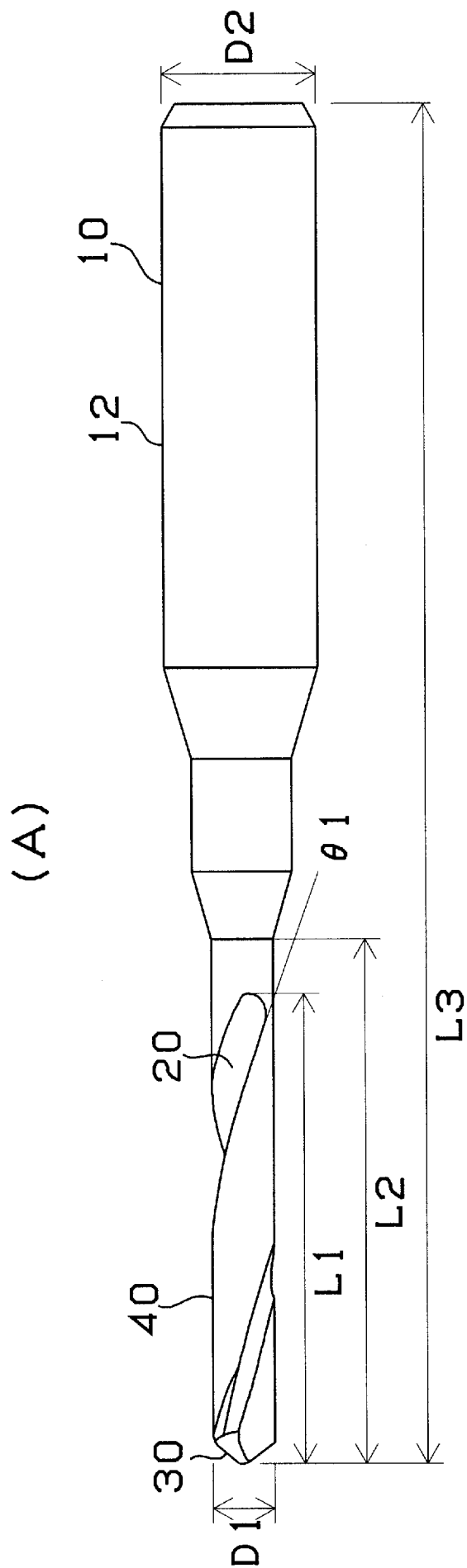
[図17]

表 1 0

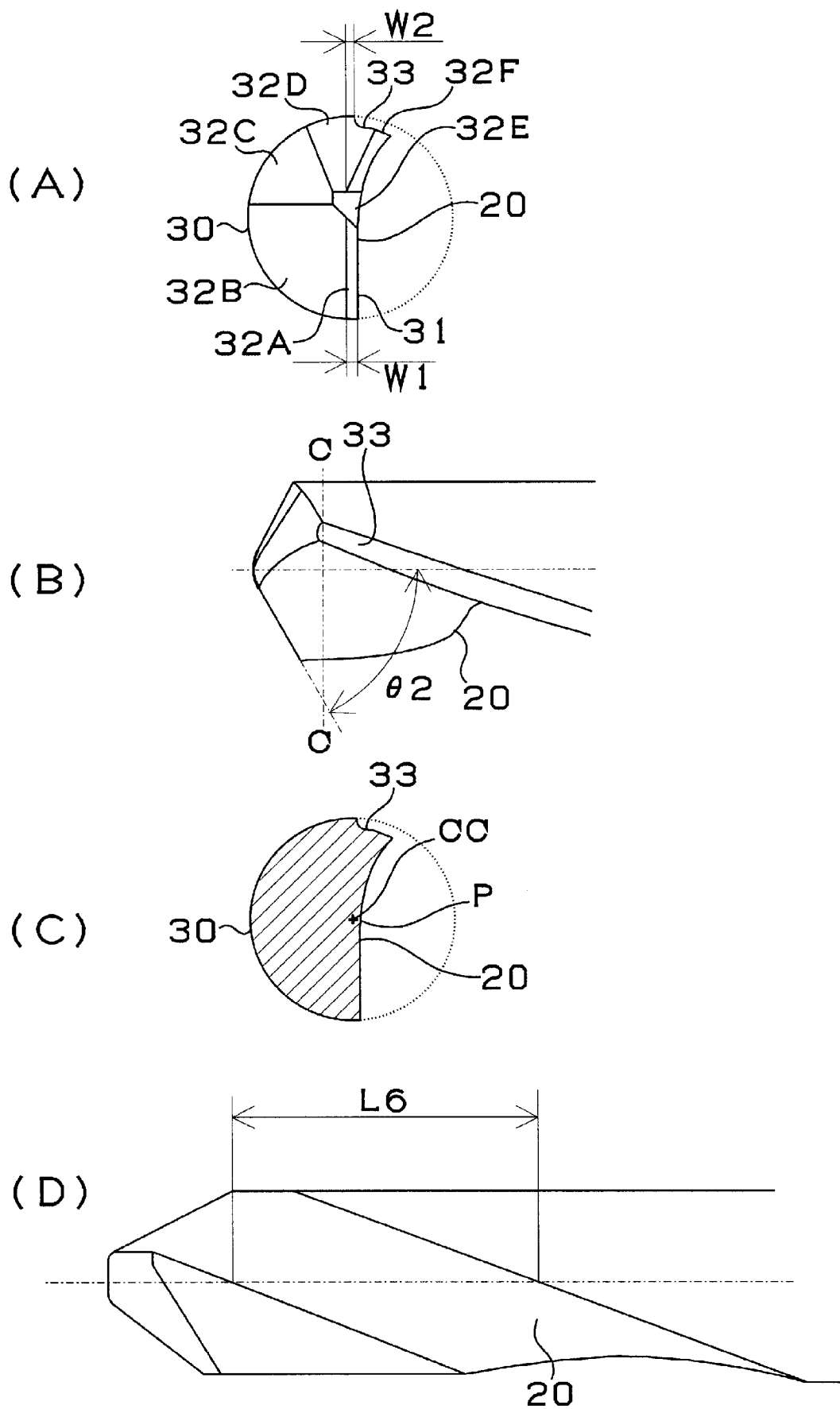
評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	開口形状	導通	信頼性
第1比較例1	△	○	○	2000 cycle NG
第1比較例2	△	○	○	2000 cycle NG
第1比較例3	×	×	○	1500 cycle NG
第1比較例4	×	×	○	2000 cycle NG
第1比較例5	×	×	○	2000 cycle NG
第1比較例6	×	×	○	1500 cycle NG
第1比較例7	×	×	○	2000 cycle NG
第1比較例8	×	×	○	2000 cycle NG

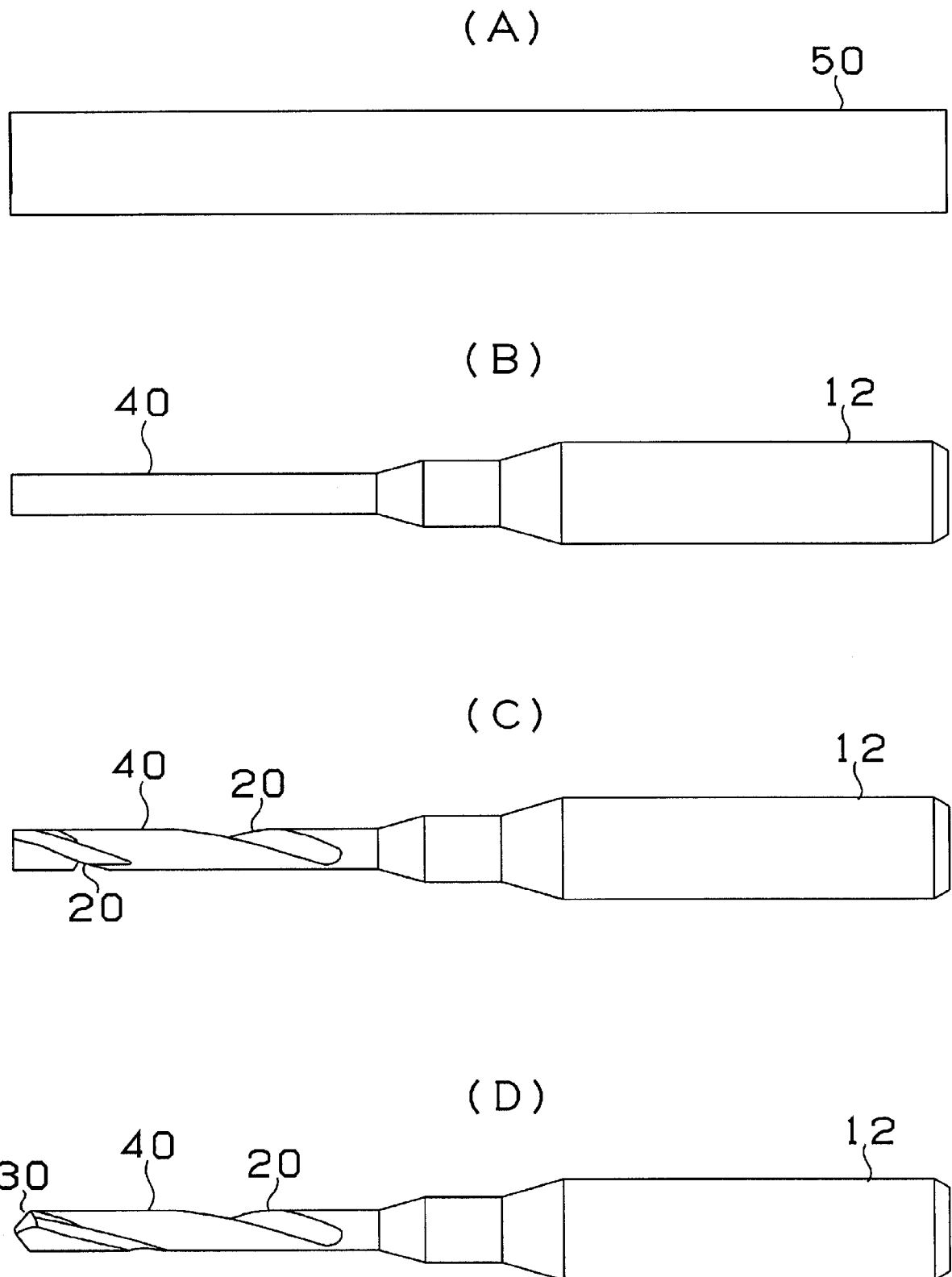
[図18]



[図19]

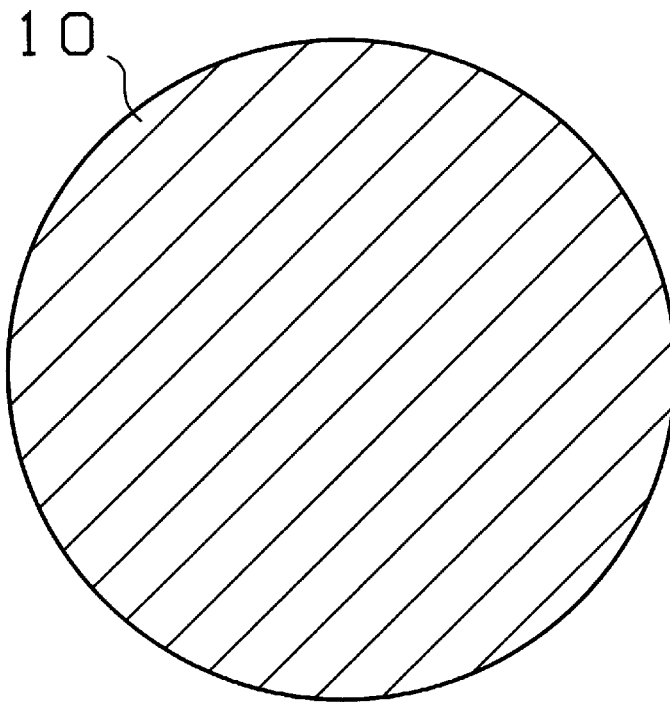


[図20]

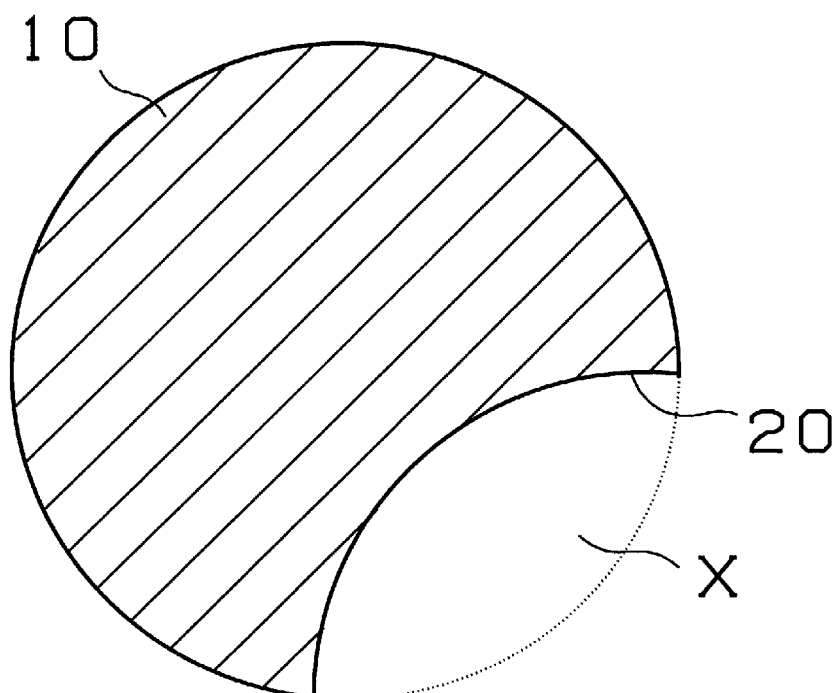


[図21]

(A)

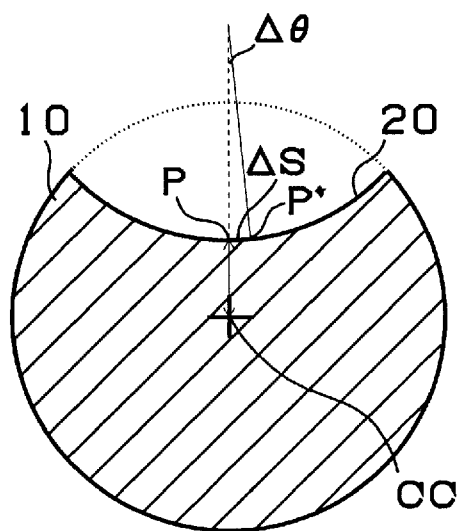


(B)

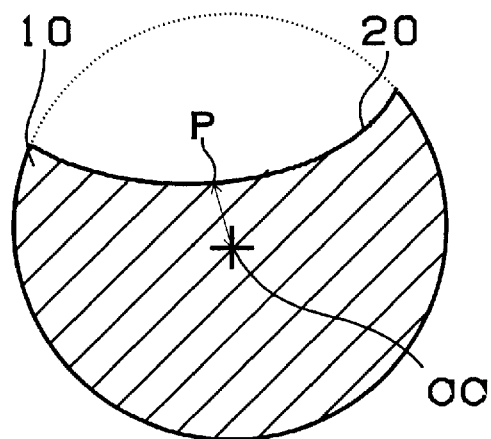


[図22]

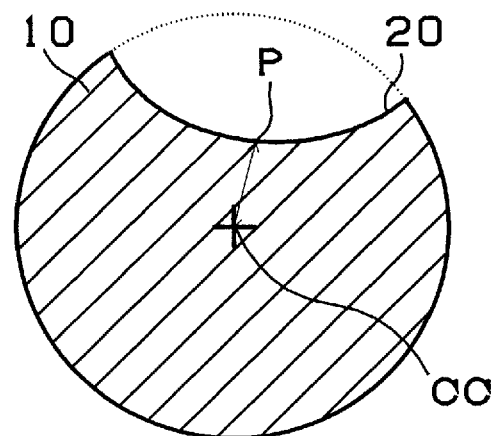
(A)



(B)



(C)



[図23]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例1-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例1-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例1-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例1-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例1-2	△	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例1-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例1-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例1-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例1-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例1-2	△	○	○	4000 cycle NG

[図24]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例2-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例2-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例2-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例2-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例2-2	△	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例2-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例2-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例2-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例2-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例2-2	△	○	○	4000 cycle NG

[図25]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例3-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例3-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例3-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例3-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例3-2	△	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2実施例3-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例3-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2実施例3-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2参考例3-1	△	○	○	4000 cycle NG
第2参考例3-2	△	○	○	4000 cycle NG

[図26]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例1-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-8	○	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例1-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例1-8	○	○	○	4000 cycle Clear

[図27]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例2-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-8	○	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例2-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例2-8	○	○	○	4000 cycle Clear

[図28]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例3-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-8	○	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例3-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例3-8	○	○	○	4000 cycle Clear

[図29]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例4-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-8	○	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例4-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例4-8	○	○	○	4000 cycle Clear

[図30]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例5-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-8	○	○	○	4000 cycle Clear

評価結果 ショット数:6000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2改変例5-1	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-2	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-3	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-4	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-5	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-6	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-7	○	○	○	4000 cycle Clear
第2改変例5-8	○	○	○	4000 cycle Clear

[図31]

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2比較例1-1	△	×	○	3000 cycle NG
第2比較例1-2	△	×	○	3000 cycle NG
第2比較例1-3	×	×	○	3000 cycle NG
第2比較例1-4	×	×	○	2000 cycle NG
第2比較例1-5	×	×	○	2000 cycle NG

評価結果 ショット数:3000 Shot

項目	穴位置精度	スミヤ残り	導通	信頼性
第2比較例2-1	△	×	○	2000 cycle NG
第2比較例2-2	△	×	○	2000 cycle NG
第2比較例2-3	×	×	○	2000 cycle NG
第2比較例2-4	×	×	○	2000 cycle NG
第2比較例2-5	×	×	○	2000 cycle NG

[図32]

項目	損傷確認ショット数
第2実施例1-1	7200
第2実施例1-2	7100
第2実施例1-3	7000
第2参考例1-1	6200
第2参考例1-2	6100

項目	損傷確認ショット数
第2実施例2-1	7200
第2実施例2-2	6800
第2実施例2-3	6700
第2参考例2-1	6100
第2参考例2-2	6100

項目	損傷確認ショット数
第2実施例3-1	7000
第2実施例3-2	6400
第2実施例3-3	6500
第2参考例3-1	6000
第2参考例3-2	6000

項目	損傷確認ショット数
改変例1-1	7200
改変例1-2	7200
改変例1-3	7500
改変例1-4	7400
改変例1-5	7000
改変例1-6	7000
改変例1-7	6900
改変例1-8	6900

[図33]

項目	損傷確認ショット数
第2改変例2-1	7000
第2改変例2-2	6900
第2改変例2-3	6800
第2改変例2-4	6900
第2改変例2-5	6800
第2改変例2-6	6800
第2改変例2-7	6700
第2改変例2-8	6800

項目	損傷確認ショット数
第2改変例3-1	7000
第2改変例3-2	7000
第2改変例3-3	6900
第2改変例3-4	6800
第2改変例3-5	6900
第2改変例3-6	6800
第2改変例3-7	6900
第2改変例3-8	6800

項目	損傷確認ショット数
第2改変例4-1	6800
第2改変例4-2	6700
第2改変例4-3	6800
第2改変例4-4	6600
第2改変例4-5	6700
第2改変例4-6	6800
第2改変例4-7	6800
第2改変例4-8	6600

[図34]

項目	損傷確認ショット数
第2 改変例 5－1	6800
第2 改変例 5－2	6700
第2 改変例 5－3	6800
第2 改変例 5－4	6600
第2 改変例 5－5	6800
第2 改変例 5－6	6700
第2 改変例 5－7	6800
第2 改変例 5－8	6800

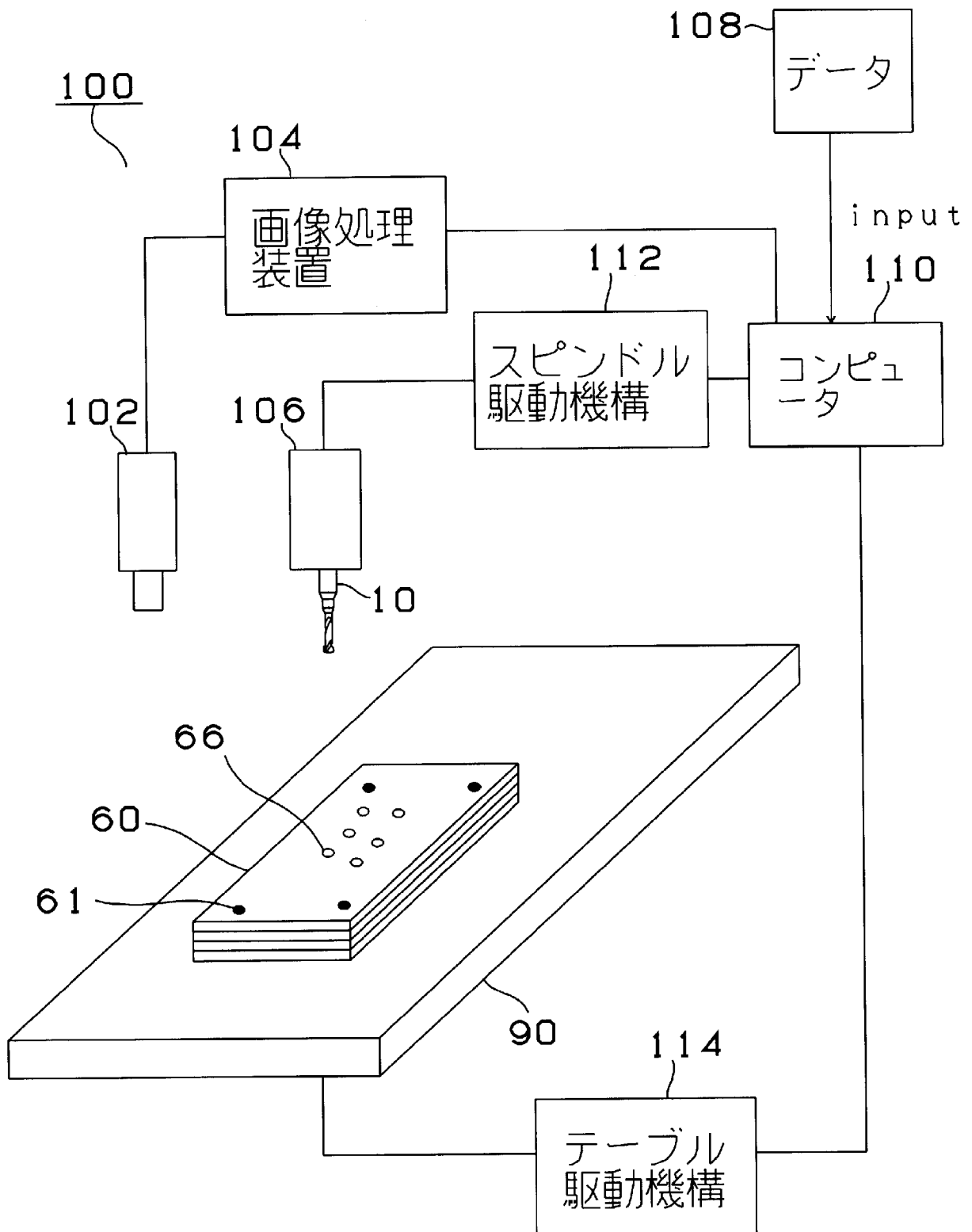
項目	損傷確認ショット数
第2 比較例 1－1	4100
第2 比較例 1－2	4400
第2 比較例 1－3	5000
第2 比較例 1－4	4800
第2 比較例 1－5	4600

項目	損傷確認ショット数
第2 比較例 2－1	5100
第2 比較例 2－2	5000
第2 比較例 2－3	5200
第2 比較例 2－4	4900
第2 比較例 2－5	4800

[図35]



[図36]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/012414

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B23B51/00

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)

Int.Cl.⁷ B23B51/00

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
X Y A	JP 2002-205212 A (Mitsubishi Materials Corp.), 23 July, 2002 (23.07.02), Column 1, lines 34 to 49; column 4, lines 16 to 19; column 7, lines 6 to 25; column 9, lines 3 to 8; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1, 4 2-3, 5, 13 6-12, 14
Y A	JP 8-90323 A (Mitsubishi Materials Corp.), 09 April, 1996 (09.04.96), Column 3, lines 23 to 42; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5, 13 6-12, 14
Y A	JP 6-210508 A (Emhart Inc.), 02 August, 1994 (02.08.94), Abstract; column 5, lines 9 to 15; Figs. 6 to 8 & US 5380133 A & DE 4301261 A	1-5, 13 6-12, 14

☒ 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
12 September, 2005 (12.09.05)Date of mailing of the international search report
27 September, 2005 (27.09.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/012414

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-82318 A (Mitsubishi Materials Corp.), 18 March, 2004 (18.03.04), Page 1, lines 32 to 41; page 4, line 50 to page 5, line 3; page 8, lines 15 to 16; Figs. 1 to 3 & US 2004-136798 A & EP 1439019 A	1-5, 13 6-12, 14
Y A	JP 7-24609 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 27 January, 1995 (27.01.95), Column 2, lines 10 to 13; Fig. 4 (Family: none)	5 6
Y A	JP 2000-315866 A (Ibiden Co., Ltd.), 14 November, 2000 (14.11.00), Column 5, line 21 to column 6, line 32 (Family: none)	13 9-10
A	JP 2001-341016 A (Hitachi Tool Engineering Ltd.), 11 December, 2001 (11.12.01), Claim 1 (Family: none)	7, 9, 13
A	JP 63-62604 A (Stellram S.A.), 18 March, 1988 (18.03.88), Page 3, lower left column, line 20 to lower right column, line 9; table; page 5, upper left column, lines 11 to 14; table; Figs. 4, 8 & US 4826364 A & EP 257372 A & DE 3629035 A	7, 9, 13
A	JP 2003-53608 A (Hitachi Tool Engineering Ltd.), 26 February, 2003 (26.02.03), Column 3, lines 8 to 17 (Family: none)	7, 9, 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/012414

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claims 1-6, and 13-14 relates to a drill where the torsional angle of a chip discharge groove is from 30 to 50°. The invention of claims 7-12 relates to a drill where the occupancy ratio of metal at the base end of a blade edge of a body is from 40 to 80%, and the curvature radius, in the direction vertical to the axis, at the deepest section of the groove at the base end is 1.50 to 3.50 mm.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ B23B51/00

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.⁷ B23B51/00

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2002-205212 A (三菱マテリアル株式会社) 2002.07.23, 第1欄第34行~第49行、第4欄第16行~第19行、第7欄第6行~第25行、第9欄第3~第8行、第1~8図 (ファミリーなし)	1, 4 2-3, 5, 13 6-12, 14
Y A	JP 8-90323 A (三菱マテリアル株式会社) 1996.04.09, 第3欄第23~42行、第1~3図 (ファミリーなし)	1-5, 13 6-12, 14

☒ 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

12.09.2005

国際調査報告の発送日

27.9.2005

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)

筑波 茂樹

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

3C

9525

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 請求の範囲の番号
Y A	JP 6-210508 A (エムハート インコーポレイテッド) 1994. 08. 02, 要約、第 5 欄第 9 ～ 15 行、第 6 ～ 8 図 & US 5380133 A & DE 4301261 A	1-5, 13 6-12, 14
Y A	JP 2004-82318 A (三菱マテリアル株式会社) 2004. 03. 18, 第 1 頁第 32 ～ 41 行、第 4 頁第 50 行～第 5 頁第 3 行、第 8 頁第 15 ～ 16 行、第 1 ～ 3 図 & US 2004-136798 A & EP 1439019 A	1-5, 13 6-12, 14
Y A	JP 7-24609 A (三菱重工業株式会社) 1995. 01. 27, 第 2 欄第 10 ～ 13 行、第 4 図 (ファミリーなし)	5 6
Y A	JP 2000-315866 A (イビデン株式会社) 2000. 11. 14, 第 5 欄第 21 行～第 6 欄第 32 行 (ファミリーなし)	13 9-10
A	JP 2001-341016 A (日立ツール株式会社) 2001. 12. 11, 請求項 1 (ファミリーなし)	7, 9, 13
A	JP 63-62604 A (ステルラン、ソシエテ、アノニム) 1988. 03. 18, 第 3 頁左下欄第 20 行～右下欄第 9 行及び表、第 5 頁左上欄第 11 行～14 行及び表、第 4、8 図 & US 4826364 A & EP 257372 A & DE 3629035 A	7, 9, 13
A	JP 2003-53608 A (日立ツール株式会社) 2003. 02. 26, 第 3 欄第 8 行～第 17 行 (ファミリーなし)	7, 9, 13

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲_____は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲_____は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲_____は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-6, 13-14に係る発明は、切屑排出溝のネジレ角が30~50°のドリルに関するものであり、請求の範囲7-12に係る発明は、ボディの刃先の基端における金属の占有率が40~80%で、前記基端での溝の最深部の軸垂直方向への曲率半径が1.50~3.50mmであるドリルに関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。