

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シート状のワークが載置される載置面を有する下型と、
前記ワークを打ち抜くための複数のピンを有する上型と、
を備えるパンチ金型であって、
前記下型は、
前記載置面に開口し、前記複数のピンを挿通可能な複数の抜き孔と、
前記複数の抜き孔にそれぞれ連続する複数のザグリ孔と、
前記複数のザグリ孔にそれぞれ充填される複数の弾性体と、
を有し、
前記複数の抜き孔のうちピッチが 0.2 mm 以下となる 1 対の微小ピッチ抜き孔において、前記 1 対の微小ピッチ抜き孔のピッチに対する、前記 1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対の前記ザグリ孔の径の比は、それぞれ 1.5 以上である、パンチ金型。

10

【請求項 2】

前記 1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対の前記ザグリ孔の径は、それぞれ 0.3 mm 以上である、請求項 1 に記載のパンチ金型。

【請求項 3】

前記 1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対の前記ザグリ孔は、互いに連結している、請求項 1 又は請求項 2 に記載のパンチ金型。

20

【請求項 4】

前記複数の抜き孔の長さは、それぞれ、連続する前記複数のザグリ孔の長さよりも大きい、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載のパンチ金型。

20

【請求項 5】

基材層と、前記基材層に配置された配線部とを備える回路基板の製造方法であって、パンチ金型によりシート状のワークに複数の孔を開ける工程を備え、

20

前記パンチ金型は、

前記ワークが載置される載置面を有する下型と、

前記ワークを打ち抜くための複数のピンを有する上型と、

を有し、

30

前記下型は、

前記載置面に開口し、前記複数のピンを挿通可能な複数の抜き孔と、

前記複数の抜き孔にそれぞれ連続する複数のザグリ孔と、

前記複数のザグリ孔にそれぞれ充填される複数の弾性体と、

を有し、

前記複数の抜き孔のうちピッチが 0.2 mm 以下となる 1 対の微小ピッチ抜き孔において、前記 1 対の微小ピッチ抜き孔のピッチに対する、前記 1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対の前記ザグリ孔の径の比は、それぞれ 1.5 以上である、回路基板の製造方法。

【請求項 6】

前記ワークに開けた複数の孔にビア導体を形成する工程をさらに備える、請求項 5 に記載の回路基板の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、パンチ金型に関する。

【背景技術】**【0002】**

回路基板の製造工程において、基板となるシートにビアホールを形成するための貫通孔を設ける加工が行われる。この加工では、パンチ金型のピンによって、シートの打ち抜き（つまりパンチング）が行われる。

【0003】

50

ピンによるシートの打ち抜きでは、打ち抜きカスがピンの先端に付着することがある。打ち抜きカスがピンの先端に付着したままピンと共に持ち上がると、続く打ち抜き加工において、ピンが折れるなどの不都合が生じる。

【0004】

そこで、パンチ金型の下型に設けられたピンの抜き孔に連続してザグリ孔を設け、このザグリ孔に弾性体を充填したパンチ金型が考案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平11-333791号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のように下型のザグリ孔に弾性体を充填すると、ピンの持ち上げ時に弾性体の収縮作用によって、打ち抜きカスがピンから分離される。その結果、打ち抜きカスの持ち上がりが抑制される。

【0007】

一方、近年の回路基板の高密度化に伴って、貫通孔の径及びピッチが微小化されつつある。従来の設計では、貫通孔のピッチの微小化、つまりピンのピッチの微小化によって、ザグリ孔の大きさも縮小される。その結果、ザグリ孔に充填される弾性体の量が小さくなるため、ピンに付着した打ち抜きカスが持ち上がりやすくなる。

20

【0008】

本開示の一面は、打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できるパンチ金型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】

【0009】

本開示の一態様は、シート状のワークが載置される載置面を有する下型と、ワークを打ち抜くための複数のピンを有する上型と、を備えるパンチ金型である。下型は、載置面に開口し、複数のピンを挿通可能な複数の抜き孔と、複数の抜き孔にそれぞれ連続する複数のザグリ孔と、複数のザグリ孔にそれぞれ充填される複数の弾性体と、を有する。複数の抜き孔のうちピッチが0.2mm以下となる1対の微小ピッチ抜き孔において、1対の微小ピッチ抜き孔のピッチに対する、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔の径の比は、それぞれ1.5以上である。

30

【0010】

このような構成によれば、ピッチが0.2mm以下に微小化された貫通孔の打ち抜きにおいて、ザグリ孔の径がピッチ抜き孔のピッチに対し十分な大きさとされる。そのため、弾性体のザグリ孔の径方向における締め付け力が高くなり、ワークの孔開け工程における打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できる。

【0011】

本開示の一態様では、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔の径は、それぞれ0.3mm以上であってもよい。このような構成によれば、より確実に打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できる。

40

【0012】

本開示の一態様では、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔は、互いに連結していてもよい。このような構成によれば、1対のザグリ孔の径を上述の大きさに調整することが容易になる。また、1対のザグリ孔に充填される弾性体も連結されるので、打ち抜きカスを分離する締め付け力が向上する。

【0013】

本開示の一態様では、複数の抜き孔の長さは、それぞれ、連続する複数のザグリ孔の長さよりも大きくてもよい。このような構成によれば、打ち抜きカスの持ち上がりを抑制し

50

つつ、下型の強度を確保することができる。

【0014】

本開示の別の態様は、基材層と、基材層に配置された配線部とを備える回路基板の製造方法である。回路基板の製造方法は、パンチ金型によりシート状のワークに複数の孔を開ける工程を備える。パンチ金型は、ワークが載置される載置面を有する下型と、ワークを打ち抜くための複数のピンを有する上型と、を有する。下型は、載置面に開口し、複数のピンを挿通可能な複数の抜き孔と、複数の抜き孔にそれぞれ連続する複数のザグリ孔と、複数のザグリ孔にそれぞれ充填される複数の弾性体と、を有する。複数の抜き孔のうちピッチが0.2mm以下となる1対の微小ピッチ抜き孔において、1対の微小ピッチ抜き孔のピッチに対する、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔の径の比は、それぞれ1.5以上である。

10

【0015】

このような構成によれば、ピッチが0.2mm以下に微小化された貫通孔の打ち抜きにおいて、ザグリ孔の径がピッチ抜き孔のピッチに対し十分な大きさとされる。そのため、ワークの孔開け工程において、打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できる。

【0016】

本開示の一態様は、ワークに開けた複数の孔にビア導体を形成する工程をさらに備えてもよい。このような構成によれば、両面に回路が構成された回路基板を容易かつ確実に得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施形態のパンチ金型の模式的な構成図である。

【図2】図2Aは、図1のパンチ金型における下型を下方から見た模式的な平面図であり、図2Bは、図2AのIIB-IIB線での模式的な断面図である。

【図3】ワークが図1のパンチ金型で打ち抜かれた状態を示す模式的な部分断面図である。

【図4】実施形態の回路基板の製造方法を示すフローチャートである。

【図5】図4とは異なる実施形態の回路基板の製造方法を示すフローチャートである。

【図6】図6Aは、図2Aとは異なる実施形態の下型を下方から見た模式的な平面図であり、図6Bは、図6AのVIB-VIB線での模式的な断面図である。

30

【図7】図7Aは、図2A及び図6Aとは異なる実施形態の下型を下方から見た模式的な平面図であり、図7Bは、図2A、図6A及び図7Aとは異なる実施形態の下型を下方から見た模式的な平面図である。

【図8】実施例におけるザグリ孔の径と弾性体の脱落発生率との関係を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本開示が適用された実施形態について、図面を用いて説明する。

[1. 第1実施形態]

[1-1. パンチ金型]

図1に示すパンチ金型1は、シート状のワークWに打ち抜きにより複数の貫通孔を形成するための金型である。パンチ金型1は、上型2と、下型3とを備える。

40

【0019】

シート状のワークWの材質は特に限定されないが、焼成前のセラミックや樹脂等が例示される。すなわち、ワークWとしては、セラミックグリーンシートや樹脂シートが使用でき、打ち抜きカスの持ち上がりによるピン折れが生じやすいセラミックグリーンシートが打ち抜き対象として好適である。ワークWの平均厚さは、例えば0.04mm以上0.50mm以下である。

【0020】

<上型>

50

上型 2 は、図 1 に示すように、支持プレート 2 1 と、複数のピン 2 2 と、ロックアウト板 2 3 とを有する。

【 0 0 2 1 】

支持プレート 2 1 は、複数のピン 2 2 を支持するプレートである。具体的には、支持プレート 2 1 には、複数のピン 2 2 が支持プレート 2 1 の下側に突出するように設けられている。

【 0 0 2 2 】

複数のピン 2 2 は、ワーク W を打ち抜くことで貫通孔を形成するための部材である。各ピン 2 2 の径は、ワーク W に形成される貫通孔の大きさに合わせて設計される。また、複数のピン 2 2 は、ワーク W に形成される複数の貫通孔の位置に合わせて配置される。

10

【 0 0 2 3 】

ロックアウト板 2 3 は、複数のピン 2 2 よりも下方に配置され、複数のピン 2 2 が出入り自在な複数の貫通孔 2 3 A を有する。ロックアウト板 2 3 は、ワーク W の打ち抜きの際に、複数のピン 2 2 よりも先にワーク W に当接し、ワーク W を押圧する機能を有する。

【 0 0 2 4 】

なお、ロックアウト板 2 3 と支持プレート 2 1 とは、例えばバネ等の弾性体により接続されている。そのため、上型 2 が下降していくと、まずロックアウト板 2 3 がワーク W に当接し、その後ロックアウト板 2 3 と支持プレート 2 1 との距離が縮まっていく。これにより、複数のピン 2 2 がロックアウト板 2 3 の複数の貫通孔 2 3 A を通過してワーク W を打ち抜く。

20

【 0 0 2 5 】

< 下型 >

下型 3 は、図 2 A , 2 B に示すように、本体 3 1 と、複数の抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C と、複数のザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C と、複数の弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C とを有する。

【 0 0 2 6 】

(本体)

本体 3 1 は、ワーク W が載置される載置面 3 1 A を有する。載置面 3 1 A は、本体 3 1 の上面、つまり上型 2 と対向する面である。

【 0 0 2 7 】

(抜き孔)

抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C は、載置面 3 1 A に開口している。また、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C は、対応するピン 2 2 をそれぞれ挿通可能である。

30

【 0 0 2 8 】

つまり、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C は、中心軸が鉛直方向と平行となるように形成されている。また、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の径は、対応するピン 2 2 の径よりも若干大きく形成されている。抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C とピン 2 2 とのクリアランスは、例えば片側で 5 μ m 以上 20 μ m 以下である。

【 0 0 2 9 】

図 2 B に示すように、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の中心軸方向の長さ L 1 は、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C の中心軸方向の長さ L 2 よりも大きい。抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の長さ L 1 は、例えば 0 . 5 mm 以上 1 mm 以下である。また、下型 3 の強度を高める観点から、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の長さ L 1 は、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C の長さ L 2 の 2 倍以上であるとよい。

40

【 0 0 3 0 】

抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の径は、それぞれ、例えば 0 . 0 1 mm 以上 0 . 1 mm 以下である。また、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C のピッチ (つまり中心軸間の距離) のうち、最小ピッチは、例えば 0 . 1 mm 以上 0 . 2 mm 以下である。

【 0 0 3 1 】

(ザグリ孔)

50

ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C は、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C にそれぞれ連続する。具体的には、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C は、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の下方に連続して設けられ、本体 3 1 の下面（つまり載置面 3 1 A とは反対側の面）に開口している。また、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C は、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C と中心軸同士が重なるように形成されている。

【 0 0 3 2 】

したがって、下型 3 には、抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C とザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C とにより、下型 3 を鉛直方向に貫通する貫通孔が構成されている。そのため、図 3 に示すように、ワーク W の打ち抜き時において、ピン 2 2 は、下型 3 の下方にまで突出する。

10

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、図 2 A , 2 B 中で最も左側の第 1 ザグリ孔 3 3 A と、第 1 ザグリ孔 3 3 A に隣接する第 2 ザグリ孔 3 3 B とは、互いに連結している。つまり、第 1 ザグリ孔 3 3 A と第 2 ザグリ孔 3 3 B とは平面方向に連続した一つの空間を形成している。

【 0 0 3 4 】

ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C の長さ L 2 は、例えば 0 . 2 mm 以上 0 . 7 mm 以下である。また、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C は、対応する抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C よりも径が大きい。

【 0 0 3 5 】

ここで、「ザグリ孔の径」とは、ザグリ孔の下端側の開口を平面視したとき（つまりザグリ孔を下側から視たとき）、開口の重心を通り、かつ開口の縁上の 2 点を結ぶ線分のうち、最も長さの大きい線分の長さをいう。なお、本実施形態のように隣接するザグリ孔が連結している場合は、一方のザグリ孔が連続する抜き孔の中心軸からの距離と、他方のザグリ孔が連続する抜き孔の中心軸からの距離とが等しい等距離線を各ザグリ孔の開口を画定する（つまり 2 つのザグリ孔を分割する）仮想縁（図 2 A , 2 B 中の破線）とする。そして、この仮想縁を開口の縁の一部として、各ザグリ孔の開口の重心及び上記線分を求める。

20

【 0 0 3 6 】

（弾性体）

弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C は、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C にそれぞれ充填される。本実施形態では、第 1 ザグリ孔 3 3 A と第 2 ザグリ孔 3 3 B とは連結しているため、第 1 ザグリ孔 3 3 A 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B に充填される弾性体 3 4 A , 3 4 B は一体となって 2 つのザグリ孔に跨るように充填されている。

30

【 0 0 3 7 】

弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C は、弾性を有する材質であれば特に限定されず、シリコンゴムやウレタンゴム等のゴムが使用できる。これらの中でも離形性の観点から、シリコンゴムが好ましい。

【 0 0 3 8 】

図 3 に示すように、ワーク W の打ち抜き時には、ピン 2 2 は弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C を貫通し、下型 3 の下側の空間まで突出する。打ち抜き後にピン 2 2 が持ち上げられると、弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C は弾性によって、ピン 2 2 によって開けられた孔を塞ぐ復元作用を奏する。この弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C の復元作用によって、打ち抜き時にピン 2 2 の先端に付着した打ち抜きカスが絞られてピン 2 2 から分離される。

40

【 0 0 3 9 】

なお、弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C は、ザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C に加えて、これらと連続している抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の一部（つまり下端部）にまで充填されてもよい。

【 0 0 4 0 】

また、ピン 2 2 による打ち抜きを繰り返すことにより弾性体 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C はザグリ孔 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C から脱落することがある。そのため、弾性体 3 4 A , 3

50

4 B , 3 4 C は、パンチ金型 1 の使用中に適宜補充される。

【 0 0 4 1 】

(抜き孔のピッチとザグリ孔の径との関係)

抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C のうちピッチが 0 . 2 mm 以下となる 1 対の微小ピッチ抜き孔において、1 対の微小ピッチ抜き孔のピッチ (以下、「微小ピッチ」ともいう。) に対する、1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対のザグリ孔 (以下、「1 対の微小ピッチザグリ孔」ともいう。) の径の比 (以下、「径 - ピッチ比」ともいう。) は、それぞれ 1 . 5 以上である。

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態では、1 対の微小ピッチ抜き孔は、第 1 抜き孔 3 2 A 及び第 2 抜き孔 3 2 B である。また、上記微小ピッチは、図 2 A , 2 B に示すピッチ P である。1 対の微小ピッチザグリ孔の径は、第 1 ザグリ孔 3 3 A の径 D 1 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B の径 D 2 である。また、1 対の微小ピッチザグリ孔である第 1 ザグリ孔 3 3 A 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B は、上述のように互いに連結している。

10

【 0 0 4 3 】

上記径 - ピッチ比の上限としては、4 . 5 が好ましい。上記径 - ピッチ比が 4 . 5 を超えると、1 対の微小ピッチザグリ孔の径が過度に大きくなり、下型 3 の強度が不十分となるおそれがある。

【 0 0 4 4 】

また、1 対の微小ピッチザグリ孔の径は、それぞれ 0 . 3 mm 以上 0 . 9 mm 以下が好ましい。1 対の微小ピッチザグリ孔の径が 0 . 3 mm 未満だと、上記径 - ピッチ比を 1 . 5 以上にすることができないおそれがある。逆に、1 対の微小ピッチザグリ孔の径が 0 . 9 mm を超えると、下型 3 の強度が不十分となるおそれがある。

20

【 0 0 4 5 】

なお、本実施形態では、ピッチが 0 . 2 mm 以下となる微小ピッチ抜き孔は 1 組のみであるが、微小ピッチ抜き孔が 2 組以上存在する場合は、各微小ピッチ抜き孔の組に対し、上記径 - ピッチ比が 1 . 5 以上となるように 1 対の微小ピッチザグリ孔が構成される。

【 0 0 4 6 】

また、微小ピッチ抜き孔以外の抜き孔に連続するザグリ孔 (本実施形態では第 3 抜き孔 3 2 C に連続する第 3 ザグリ孔 3 3 C) の径についても、0 . 3 mm 以上とすることが好ましい。

30

【 0 0 4 7 】

[1 - 2 . 回路基板の製造方法]

次に、パンチ金型 1 を用いた回路基板の製造方法について説明する。

本実施形態は、セラミック製の基材層と、基材層に配置された配線部とを備える回路基板の製造方法である。

【 0 0 4 8 】

回路基板の製造方法は、図 4 に示すように、成形工程 S 1 0 と、孔開け工程 S 2 0 と、未焼結導体形成工程 S 3 0 と、焼成工程 S 4 0 とを備える。なお、本実施形態では、未焼結導体形成工程 S 3 0 と焼成工程 S 4 0 とが、ワークに開けた複数の孔にビア導体を形成する工程を構成する。

40

【 0 0 4 9 】

(成形工程)

本工程では、未焼結セラミックをセラミック基板状に成形する。具体的には、まず、セラミック粉末、有機バインダ、溶剤、及び可塑剤等の添加剤を混合して、スラリーを得る。次に、このスラリーを周知の方法によりシート状に成形することで、基板状の未焼結セラミック (いわゆるセラミックグリーンシート) が得られる。

【 0 0 5 0 】

セラミックとしては、例えばアルミナ、ベリリア、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケイ素、ガラス等が挙げられる。これらのセラミックは単体で、又は 2 種以上組み合わせ

50

せて使用することができる。

【 0 0 5 1 】

(孔 開 け 工 程)

本工程では、パンチ金型 1 を用いた打ち抜きによりシート状のワークであるセラミックグリーンシートに複数の孔を開ける。これにより、セラミックグリーンシートの表面と裏面とを厚み方向に貫通する複数の孔が形成される。

【 0 0 5 2 】

(未 焼 結 導 体 形 成 工 程)

本工程では、まず、セラミックグリーンシートに設けた複数の孔にビア導体となる第 1 未焼結導体を充填する。

【 0 0 5 3 】

ビア導体は、回路基板を厚み方向に貫通する導電性を有する部材である。ビア導体は、主成分として金属を含む。この金属としては、例えばタングステン (W)、モリブデン (M o)、マンガン (M n)、銅 (C u)、銀 (A g)、これらの合金等が挙げられる。

【 0 0 5 4 】

上記第 1 未焼結導体は、ビア導体の構成材料に溶剤等を加えてペーストにしたものである。第 1 未焼結導体の複数の孔への充填方法としては、周知のペースト印刷方法が使用できる。

【 0 0 5 5 】

第 1 未焼結導体の充填後、セラミックグリーンシートの両面に対し、セラミックグリーンシートを挟みつつ複数の孔と重なるように、配線部となる第 2 未焼結導体をそれぞれ配置する。具体的な手順としては、例えば第 1 未焼結導体の充填で用いたペーストを、スクリーン印刷によってセラミックグリーンシートの両面に印刷することで第 2 未焼結導体層を形成する。

【 0 0 5 6 】

(焼 成 工 程)

未焼結導体の形成後、セラミックグリーンシート、第 1 未焼結導体及び第 2 未焼結導体層を焼成する。この焼成は、セラミックグリーンシートが焼結する温度に加熱することで行われる。これにより、セラミックグリーンシートが焼結され、セラミック製の基材層 (つまりセラミック基板) が形成される。また、未焼結導体が焼結し、電氣的に接続されたビア導体及び配線部が形成される。

【 0 0 5 7 】

[1 - 3 . 効 果]

以上詳述した実施形態によれば、以下の効果が得られる。

(1 a) 複数の抜き孔のうちピッチが 0 . 2 mm 以下となる 1 対の微小ピッチ抜き孔 (つまり第 1 抜き孔 3 2 A 及び第 2 抜き孔 3 2 B) において、微小ピッチに対する、1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する 1 対のザグリ孔 (つまり第 1 ザグリ孔 3 3 A 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B) の径の比は、それぞれ 1 . 5 以上である。そのため、ピッチが 0 . 2 mm 以下に微小化された貫通孔の打ち抜きにおいて、ザグリ孔の径がピッチ抜き孔のピッチに対し十分な大きさとされる。そのため、弾性体 3 4 A , 3 4 B のザグリ孔 3 3 A , 3 3 B の径方向における締め付け力が高くなり、ワーク W の孔開け工程における打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できる。

【 0 0 5 8 】

(1 b) 1 対の微小ピッチ抜き孔に連続する第 1 ザグリ孔 3 3 A 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B は、互いに連結しているため、第 1 ザグリ孔 3 3 A 及び第 2 ザグリ孔 3 3 B の径を上述の関係を満たす大きさに調整することが容易になる。また、1 対のザグリ孔に充填される弾性体 3 4 A , 3 4 B も連結されるため、打ち抜きカスを分離する締め付け力が向上する。そのため、より確実に打ち抜きカスの持ち上がりを抑制できる。

【 0 0 5 9 】

(1 c) 抜き孔 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C の長さは、それぞれ、連続するザグリ孔 3 3 A

10

20

30

40

50

、33B、33Cの長さよりも大きいので、打ち抜きカスの持ち上がりを抑制しつつ、下型3の強度を確保することができる。

【0060】

[2. 他の実施形態]

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定されることなく、種々の形態を採り得ることは言うまでもない。

【0061】

(2a) 上記実施形態のパンチ金型1において、図6A、6Bに示すように、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔と、その他のザグリ孔とを連結した連結ザグリ孔33Dを設けてもよい。この連結ザグリ孔33Dは、3つの抜き孔32A、32B、32Cと鉛直方向(つまり中心軸方向)に連続する。また、連結ザグリ孔33Dには、弾性体34Dが充填される。

10

【0062】

さらに、上記実施形態のパンチ金型1において、図7Aに示すように、複数のザグリ孔を2次元方向に連結した連結ザグリ孔33Eを設けてもよい。この連結ザグリ孔33Eは、縦横に複数のザグリ孔を連結したもので、複数の抜き孔32Eと鉛直方向に連続する。

【0063】

(2b) 上記実施形態のパンチ金型1において、ザグリ孔33A、33B、33Cの開口の形状は円形に限定されない。したがって、パンチ金型1の下型3は、例えば図7Bに示すように、開口が四角形状のザグリ孔33Fを有してもよい。また、ザグリ孔の開口の形状は、楕円形、四角形以外の多角形等とすることもできる。

20

【0064】

(2c) 上記実施形態のパンチ金型1において、抜き孔とザグリ孔との中心軸同士は必ずしも重ならなくてもよい。つまり、ピンがザグリ孔まで挿通可能であれば、抜き孔とザグリ孔との中心軸同士はずれていてもよい。

【0065】

(2d) 上記実施形態のパンチ金型1において、1対の微小ピッチ抜き孔に連続する1対のザグリ孔は、必ずしも互いに連結している必要はなく、それぞれ独立して設けられてもよい。

【0066】

(2e) 上記実施形態のパンチ金型1において、抜き孔32A、32B、32Cの長さL1は、必ずしも連続するザグリ孔33A、33B、33Cの長さL2よりも大きくなってもよい。

30

【0067】

(2f) 上記実施形態の回路基板の製造方法において、ビア導体及び配線部が形成された複数の回路基板を積層する工程を備えてもよい。この工程により、多層回路基板が得られる。

【0068】

(2g) 上記実施形態の回路基板の製造方法において、ワークWとして、セラミックグリーンシート以外のシートを用いてもよい。また、ワークWに設けた孔に必ずしもビア導体を形成する必要はない。

40

【0069】

(2h) 上記実施形態における1つの構成要素が有する機能を複数の構成要素として分散させたり、複数の構成要素が有する機能を1つの構成要素に統合したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。また、上記実施形態の構成の少なくとも一部を、他の上記実施形態の構成に対して付加、置換等してもよい。なお、特許請求の範囲に記載の文言から特定される技術思想に含まれるあらゆる態様が本開示の実施形態である。

【0070】

[3. 実施例]

50

以下に、本開示の効果を確認するために行った試験の内容とその評価とについて説明する。

【0071】

図1のパンチ金型1において、ピン22の本数を10本、ピン22の径を0.06mm、抜き孔32間のピッチを全て0.2mmとし、下型3の全てのザグリ孔の径を表1に示すように変えた実施例1, 2及び比較例1, 2の4つの金型を用意した。なお、弾性体としては、シリコンゴムを使用した。

【0072】

これらの金型それぞれを用いてセラミックグリーンシートのパンチングを行い、5000回、10000回、15000回、及び20000回のパンチング後におけるピン折れ及びカス上がりの有無を確認した。なお、ピン折れとは、ピンが折れた状態を意味し、カス上がりとは、打ち抜きカスが下型3の載置面の上側まで持ち上がったことを意味する。結果を表1に示す。

【0073】

【表 1】

	ザグリ径	径-ピッチ比	本数	項目	発生数(本)			
					5Kパンチング後	10Kパンチング後	15Kパンチング後	20Kパンチング後
比較例1	φ0.15mm	0.8	10本	ピン折れ	0/10	0/10	0/10	0/10
				カス上がり	0/10	1/10	1/10	1/10
比較例2	φ0.20mm	1.0	10本	ピン折れ	0/10	1/10	0/9	0/9
				カス上がり	0/10	1/10	1/10	1/10
実施例1	φ0.30mm	1.5	10本	ピン折れ	0/10	0/10	0/10	0/10
				カス上がり	0/10	0/10	0/10	0/10
実施例2	φ0.90mm	4.5	5本	ピン折れ	0/5	0/5	0/5	0/5
				カス上がり	0/5	0/5	0/5	0/5

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

表 1 に示されるように、径 - ピッチ比が 1 . 5 未満の比較例 1 及び比較例 2 では、それぞれパンチングの回数が増えると共にカス上がりが発生した。比較例 2 では、カス上がりに起因してピン折れに至った。

【 0 0 7 5 】

一方、径 - ピッチ比が 1 . 5 の実施例 1、及び径 - ピッチ比が 9 . 0 の実施例 2 では、それぞれ 2 0 0 0 0 回パンチングしてもカス上がりが発生せず、ピン折れに至らなかった。

【 0 0 7 6 】

また、上記試験において、パンチングの回数ごとに弾性体の状態を観察し、モード A、モード B 及びモード C の発生割合を集計した。モード A は、弾性体に空洞が無い状態、モード B は、弾性体に小さな空洞がある状態、モード C は、弾性体がザグリ孔の開口面積の半分以上無い状態を意味する。結果を図 8 に示す。

10

【 0 0 7 7 】

図 8 に示されるように、径 - ピッチ比が 1 . 5 未満の比較例 1 及び比較例 2 では、パンチングの回数が増えると共に弾性体の脱落率が高まっていき、最終的に 7 0 % 以上で空洞が発生している。

【 0 0 7 8 】

一方、実施例 1 及び実施例 2 は、2 0 0 0 0 回のパンチング後でも空洞の発生率が 6 0 % 以下である。さらに、実施例 2 では、空洞の発生率が 2 0 0 0 0 回のパンチング後で 2 0 % に抑えられている。

20

【 0 0 7 9 】

これらの結果から、金型における径 - ピッチ比を 1 . 5 以上とすることで、打ち抜きによる弾性体の脱落の発生率が低下し、打ち抜きカスの持ち上がりが抑制されることが示された。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 0 】

- 1 ... パンチ金型、2 ... 上型、3 ... 下型、2 1 ... 支持プレート、2 2 ... ピン、
- 2 3 ... ノックアウト板、2 3 A ... 貫通孔、3 1 ... 本体、3 1 A ... 載置面、
- 3 2 A , 3 2 B , 3 2 C , 3 2 E ... 抜き孔、
- 3 3 A , 3 3 B , 3 3 C , 3 3 F ... ザグリ孔、3 3 D , 3 3 E ... 連結ザグリ孔、
- 3 4 A , 3 4 B , 3 4 C , 3 4 D ... 弾性体。

30

【 図 1 】

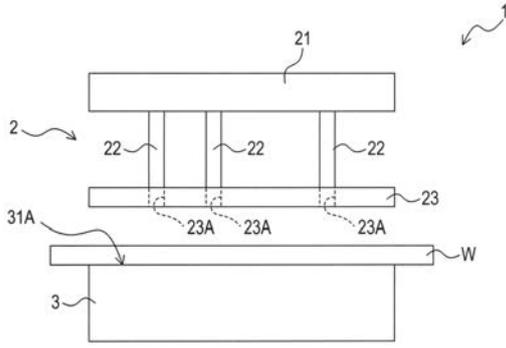


FIG. 1

【 図 2 】

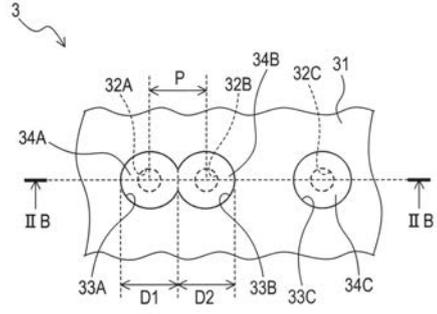


FIG. 2A

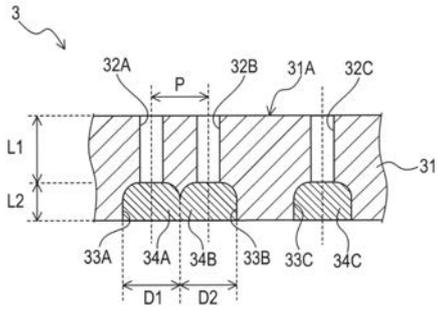


FIG. 2B

【 図 3 】

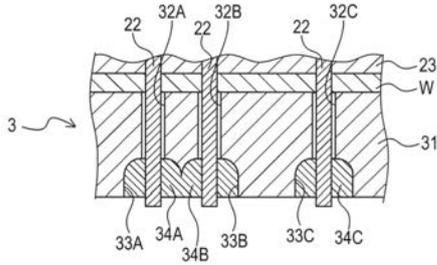


FIG. 3

【 図 5 】

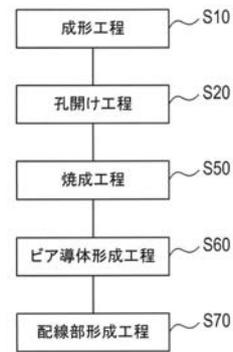


FIG. 5

【 図 4 】

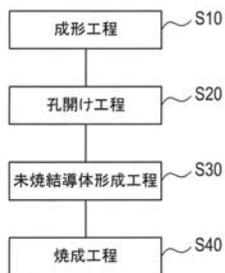


FIG. 4

【 図 6 】

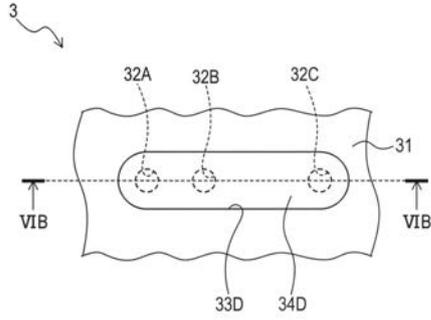


FIG. 6A

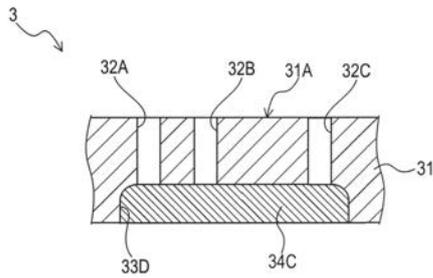


FIG. 6B

【 図 7 】

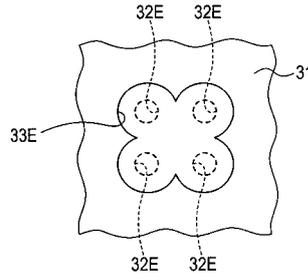


FIG. 7A

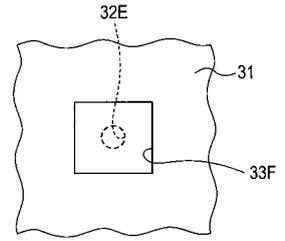


FIG. 7B

【 図 8 】

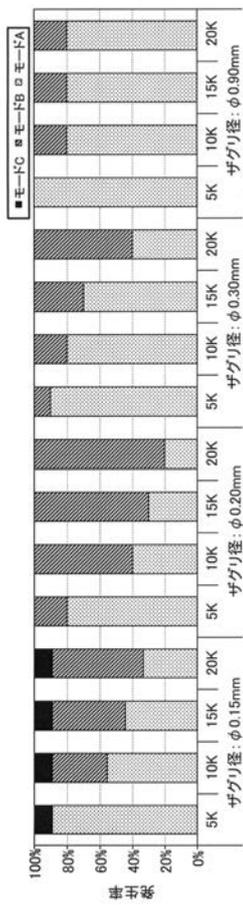


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 野津 一哉
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 村瀬 正司
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 長谷川 政美
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
- Fターム(参考) 3C021 FD01
3C060 AA11 BA01 BB12 BB19 BD01 BG03 BH01