

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6297553号
(P6297553)

(45) 発行日 平成30年3月20日 (2018. 3. 20)

(24) 登録日 平成30年3月2日 (2018. 3. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/60 (2006.01)

H O 1 L 21/60 3 O 1 D

請求項の数 21 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2015-523103 (P2015-523103)
 (86) (22) 出願日 平成25年7月1日 (2013. 7. 1)
 (65) 公表番号 特表2015-533258 (P2015-533258A)
 (43) 公表日 平成27年11月19日 (2015. 11. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/048860
 (87) 国際公開番号 W02014/014643
 (87) 国際公開日 平成26年1月23日 (2014. 1. 23)
 審査請求日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)
 (31) 優先権主張番号 61/672, 449
 (32) 優先日 平成24年7月17日 (2012. 7. 17)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 506395943
 クリック アンド ソファ インダスト
 リーズ、インク、
 アメリカ合衆国、19034 ペンシルバ
 ニア州、フォート ワシントン、バージニ
 ア ドライブ 1005
 (74) 代理人 100104411
 弁理士 矢口 太郎
 (72) 発明者 コロシモ、トーマス、ジェイ.、ジュニア
 アメリカ合衆国、19038 ペンシルバ
 ニア州、グレンサイド、437 パクソン
 アベニュー

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤ配線構造を形成する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワイヤ配線構造を形成する方法であって、

(a) ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して基板上のボンディング位置にワイヤボンドを形成する工程と、

(b) 前記ワイヤボンドから連続して伸びる所定の長さのワイヤを前記基板上において前記ボンディング位置とは別の位置まで延長させる工程と、

(c) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して前記連続して伸びる所定の長さのワイヤの一部分を前記基板上の前記別の位置に対して押圧する工程と、

(d) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールおよび前記連続して伸びる所定の長さのワイヤの前記押圧された一部分を前記ワイヤボンドの上方の位置へ移動する工程であって、前記押圧された一部分は、前記ワイヤボンドの延長上にあるものである、前記移動する工程と、

(e) 前記連続して伸びる所定の長さのワイヤを前記押圧された一部分においてワイヤ供給から分離し、前記ボンディング位置に対してボンディングされたワイヤ配線構造を提供する工程と

を有する方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法において、前記押圧する工程は、前記連続して伸びる所定の長さのワイヤの前記一部分を部分的に切断して、当該所定の長さのワイヤに部分的な切り欠き

10

20

部分を形成するものである方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法において、さらに、

工程 (a) において、前記ワイヤボンドを形成するために使用されるイニシャルボールを形成する工程を有するものである方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、前記ワイヤボンドを形成するために接合力および超音波エネルギーが使用されるものである方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法において、前記押圧する工程 (c) で接合力が使用されるものである方法。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法において、前記押圧する工程 (c) では、前記ワイヤ・ボンディング・ツールによる接合力のみが使用され、超音波エネルギーは使用されないものである方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法において、さらに、

(d 1) 工程 (d) と工程 (e) との間に、前記連続して伸びる所定の長さのワイヤの前記押圧された一部分の上方に前記ボンディングツールから追加の長さのワイヤを延長させる工程を有するものである方法。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、さらに、

工程 (d 1) の後で、且つ工程 (e) の前に、ワイヤの上方部分に対してワイヤクランプを閉鎖させる工程を有するものである方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法において、前記分離する工程 (e) は、前記閉鎖されたワイヤクランプおよび前記ワイヤ・ボンディング・ツールを上昇させて、前記連続して伸びる所定の長さのワイヤを前記押圧された一部分においてワイヤ供給から分離する工程を有するものである方法。

【請求項 10】

30

請求項 1 に記載の方法において、工程 (a) ~ (e) が繰り返されることにより、複数のワイヤ配線構造が形成されるものである方法。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の方法において、さらに、

前記ワイヤ配線構造を使用して前記基板を別の隣接する基板に電氣的に接続する工程を有するものである方法。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の方法において、前記ワイヤ配線構造は前記ワイヤボンドの上方に垂直に延長するものである方法。

【請求項 13】

40

請求項 1 に記載の方法において、さらに、

工程 (d) の後で、且つ工程 (e) の前に、ワイヤの上方部分に対してワイヤクランプを閉鎖させる工程を有するものである方法。

【請求項 14】

ワイヤ配線構造を形成する方法であって、

(a) ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して基板上のボンディング位置にボールボンドを形成する工程と、

(b) 前記ボールボンドから連続して伸びる所定の長さのワイヤを前記基板上において前記ボンディング位置とは別の位置まで延長させる工程と、

(c) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して前記所定の長さのワイヤの一部分

50

を前記基板上の前記別の位置に対して押圧して、当該ワイヤの一部分に部分的な切り欠き部分を形成する工程と、

(d) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールおよび前記所定の長さのワイヤの前記部分的な切り欠き部分を前記ボールボンドの上方の位置へ移動する工程であって、前記部分的な切り欠き部分は、前記ボールボンドの延長上にあるものである、前記移動する工程と、

(e) 前記所定の長さのワイヤの前記部分的な切り欠き部分の上方に前記ワイヤ・ボンディング・ツールから追加の長さのワイヤを延長させる工程と、

(f) 前記所定の長さのワイヤを前記部分的な切り欠き部分においてワイヤ供給から分離し、前記ボンディング位置に対してボンディングされたワイヤ配線構造を提供する工程であって、前記ワイヤ配線構造は前記ボールボンドの上方に垂直に延長するものである、前記分離する工程と

10

を有する方法。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法において、さらに、

工程 (a) において、前記ボールボンドを形成するために使用されるイニシャルボールを形成する工程を有するものである方法。

【請求項 16】

請求項 14 に記載の方法において、前記ボールボンドを形成するために接合力および超音波エネルギーが使用されるものである方法。

【請求項 17】

20

請求項 14 に記載の方法において、前記押圧する工程 (c) で接合力が使用されるものである方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法において、前記押圧する工程 (c) では、前記ワイヤ・ボンディング・ツールによる接合力のみが使用され、超音波エネルギーは使用されないものである方法。

【請求項 19】

請求項 14 に記載の方法において、さらに、

工程 (e) の後で、且つ工程 (f) の前に、ワイヤの上方部分に対してワイヤクランプを閉鎖させる工程を有するものである方法。

30

【請求項 20】

請求項 14 に記載の方法において、工程 (a) ~ (f) が繰り返されることにより、複数のワイヤ配線構造が形成されるものである方法。

【請求項 21】

請求項 14 に記載の方法において、さらに、

前記ワイヤ配線構造を使用して前記基板を別の隣接する基板に電氣的に接続する工程を有するものである方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

関連出願の相互参照

本願は、2012年7月17日出願の米国仮特許出願第61/672,449号に対して利益を主張するものであり、その内容は参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本発明は、半導体パッケージに関し、より具体的には、ワイヤ配線構造形成の改善された方法に関する。

【背景技術】

【0003】

ワイヤボンダー（すなわち、ワイヤボンディング機械）は、電氣的に相互接続されるそれぞれの位置の間にワイヤループを形成する。例示的なワイヤボンディング技法としては

50

、ボールボンディング、およびウェッジボンディングが挙げられる。ボールボンディングを適用する工程は、イニシャルボール (free air ball) を第1のボンディング位置 (例えば、半導体ダイのダイパッド) にボンディングする工程と、ボンディングされたイニシャルボールから伸びる所定の長さのワイヤを第2のボンディング位置 (例えば、リードフレームのリード) に延長する工程と、前記ワイヤを前記第2のボンディング位置にボンディングし、それによってワイヤループを前記第1のボンディング位置と前記第2のボンディング位置との間に形成する工程と、を含む。ボンドを (a) ワイヤループの端部と (b) 前記ボンディング位置 (例えば、ダイパッド、リード、等) との間に形成する工程では、中でも例えば、超音波エネルギー、サーモソニックエネルギー、熱圧縮エネルギーを含む、様々なタイプのボンディングエネルギーが使用される。

10

この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、以下のものがある (国際出願日以降国際段階で引用された文献及び他国に国内移行した際に引用された文献を含む)。

(先行技術文献)

(特許文献)

(特許文献1)	米国特許出願公開第2007/0187467号明細書
(特許文献2)	特開平10-135220号公報
(特許文献3)	特開2007-066991号公報
(特許文献4)	米国特許出願公開第2006/0175383号明細書
(特許文献5)	特開平09-289276号公報
(特許文献6)	米国特許第7,044,357号明細書
(特許文献7)	米国特許第7,229,906号明細書
(特許文献8)	米国特許第6,815,836号明細書

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

自由端を有するワイヤ接点および配線を形成するためには、ワイヤボンディング機械も、長年にわたって使用されてきた。例えば、Kh and r o s の米国特許第5,476,211号は、ボールボンディング技法を使用してかかる導電接点を形成することを開示している。しかしながら、かかるワイヤ接点および配線を形成する従来の技法は、一貫性 (例えば、高さの一貫性、形状の一貫性、等々) に欠けること、ならびにワイヤ接点および配線が望ましくない形状であるという問題がある。

30

【0005】

したがって、改善されたワイヤ配線構造を形成する方法を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の例示的な実施形態によると、ワイヤ配線構造を形成する方法は、(a) ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して基板上のボンディング位置にワイヤボンドを形成する工程と、(b) 前記ワイヤボンドから連続して伸びる所定の長さのワイヤを別の位置まで延長させる工程と、(c) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して前記所定の長さのワイヤの一部分を前記他の位置に対して押圧する工程と (d) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールおよび前記所定の長さのワイヤの前記押圧された部分を前記ワイヤボンドの上方の位置へ移動する工程と、(e) 前記所定の長さのワイヤを前記押圧部分においてワイヤ供給部から分離 (例えば、伸張および破断) し、前記ボンディング位置に対してボンディングされたワイヤ配線構造を提供する工程とを含む。

40

【0007】

本発明の別の例示的な実施形態によると、ワイヤ配線構造を形成する方法は、

(a) ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して基板上のボンディング位置にワイヤボンドを形成する工程と、(b) 前記ワイヤボンドから連続して伸びる所定の長さのワイヤを別の位置まで延長させる工程と、(c) 前記ワイヤ・ボンディング・ツールを使用して前記所定の長さのワイヤの一部分を前記他の位置に対して押圧して、当該ワイヤの一部分

50

に部分的な切り欠きを形成する工程と、(d)前記ワイヤ・ボンディング・ツールおよび前記所定の長さのワイヤの前記部分的な切り欠き部分を前記ボールボンドの上方の位置へ移動する工程と、(e)前記所定の長さのワイヤの前記部分的な切り欠き部分の上方に前記ボンディングツールから追加の長さのワイヤを延長させる工程と、(f)前記所定の長さのワイヤを前記部分的な切り欠き部分においてワイヤ供給から分離し、前記ボンディング位置に対してボンディングされたワイヤ配線構造を提供する工程であって、前記ワイヤ配線構造は前記ボールボンドの上方に実質的に垂直に延長するものである、前記分離する工程とを有する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本発明は、添付の図と関連して読んだとき、以下の詳細な説明から最も良く理解される。一般的な実践に従って、図面の様々な特徴は実寸に比例していないことが強調される。むしろ、様々な特徴の寸法は、明瞭化のために適宜拡大され、又は縮小されている。図面に含まれるのは、以下の図面である。

【図1A】図1Aは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1B】図1Bは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1C】図1Cは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1D】図1Dは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1E】図1Eは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1F】図1Fは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1G】図1Gは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1H】図1Hは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図1I】図1Iは、本発明の例示的な実施形態による、垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【図2】図2は、本発明の別の例示的な実施形態による、基板上の垂直ワイヤ配線の形成を図示するブロック側面図を示すものである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書で使用する場合、「配線構造(interconnect structures)」、または「ワイヤ配線構造(wire interconnect structures)」という用語は、任意のタイプの電氣的な相互接続(例えば、試験用に使用される一時的な相互接続、半導体パッケージ配線内の永久的な相互接続、等々)を提供するために使用されてもよい導電性構造を指すことが意図される。

【0010】

図1A~図1Iは、本発明の例示的な実施形態による、1つ以上のワイヤ配線構造を形成する方法を図示する。図1Aに図示するように、イニシャルボール106はボンディングツール104(例えば、ワイヤ・ボンディング・ツール104)の先端部に着座し、ワイヤ110はワイヤ・ボンディング・ツール104内の穴部などを貫通し、さらに、開状態のワイヤクランプ108を通して上方に延長する。ワイヤ・ボンディング・ツール104およびワイヤクランプ108は、共通のボンドヘッドアセンブリ(図示せず)によって搬送され、これにより、例えば、垂直のZ軸上で共に移動する。当業者であれば理解するように、イニシャルボール106は、電氣的な着火装置または同様のもの(図示せず)を

10

20

30

40

50

使用して、ボンディングツール104の先端部の下方に伸びるワイヤ110の端部上に形成される。理解されるであろうように、図1A～図1Iの簡略化した図からは、多くの要素（例えば、ボンディングツール104を搬送する超音波トランスデューサ、等々）が省略されている。

【0011】

イニシャルボール106が形成された後、図1Aに示すように、ワイヤ110は（例えば、真空制御式テンショナ、または同様のものを使用して）上向き引き上げられ、イニシャルボール106はボンディングツール104の先端部に着座する。ワイヤ・ボンディング・ツール104およびワイヤクランプ108は、基板100の上方に位置する。当業者であれば理解するように、基板100は、ワイヤ配線をボンディングできる任意のタイプの要素とすることができる。代表的な基板としては、リードフレーム、半導体ダイ、ボール・グリッド・アレイ（ball grid array：BGA）パッケージ要素、フリップ・チップ要素、パッケージ・オン・パッケージ（package-on-package：POP）要素、等々が挙げられ、ボンディング位置102は、ワイヤ配線を受け入れるように構成された任意のタイプの構造とすることができる。例えば、基板100が半導体ダイである場合、ボンディング位置102は、ダイパッドとしてもよい。他の例示のボンディング位置としては、リード、回路トレース、等々が挙げられる。

【0012】

図1Aに示すように、次いで、ボンディングツール104およびワイヤクランプ108は、下向きのZ方向の矢印のように、ボンディング位置102に向かって下向きに移動する（例えば、ボンド・ヘッド・アセンブリの他の要素に沿って）。図1Bに図示するように、ボンディングツール104およびワイヤクランプ108が下降して、イニシャルボール106がボンディング位置102に接触し、例えば、接合力、超音波エネルギー、および熱（例えば、基板100の下に配置された熱ブロック、図示せず）を使用して、ボールボンドが形成される。図1C～図1Dに図示するように、ここでボールボンド112が形成され、ボンディングツール104および（開位置にある）ワイヤクランプ108は、所定の長さのワイヤ114をボールボンド112から別の位置116に向かって延長させながら、上向きに移動する。所定の長さのワイヤ114はボールボンド112から連続して伸びる。所定の長さのワイヤ114は、所望により、単一の工程で延長されてもよく、または複数の工程およびそれに関連する動作により延長されてもよい。所定の長さのワイヤ114を延長するために使用される動作は、第1のボンディング位置から第2のボンディング位置へとワイヤループを延長するために使用される従来のルーピングの動作と類似している場合もあるが、ボンディングツール104の先端部120に隣接するワイヤ114の一部は、別の位置116に対して超音波ボンディング/溶接されない。そうではなく、（例えば、可能性として超音波エネルギーを用いないで）所定のレベルの接合力をワイヤ・ボンディング・ツール104の先端部120に印加し、他の位置116に対してワイヤ114の一部を押圧する（例えば、図1Dを参照のこと）。別の例では、所定の量の接合力を印加するのではなく、ワイヤ・ボンディング・ツール104が所定の位置に移動して接合力が印加され、ワイヤ114の一部が他の位置116に対して押圧される。接合力が、力を制御するモード、位置を制御するモード、または他の操作モードで印加されるにかかわらず、この押圧により、ボンディングツール104の先端側120aの下方に位置するワイヤ114の押圧された部分118が、例えば、変形/切り欠きワイヤ部分118に示されるように、「変形」または部分的に切り欠きされる。上述のように、変形/切り欠きワイヤ部分118は、別の位置116にボンディング/溶接されていない。そうではなく、変形/切り欠きワイヤ部分118の形成の間、一時的に別の位置116に定着される。

【0013】

図1Eに図示するように、ワイヤ・ボンディング・ツール104およびワイヤクランプ108（例えば、閉位置であるが、所望する場合には開位置でもよい）は、ボールボンド112から連続して伸び、変形/切り欠きワイヤ部分118を有するワイヤ110とともに

10

20

30

40

50

にボールボンド１１２の上方の位置に上昇される。かかる位置は、従来のワイヤルーピングの専門用語でのループの頂点（すなわち、`top of loop: TOL`）位置と考えることができる。

【００１４】

図１Ｆでは、ワイヤクランプ１０８は開位置に移動し、ワイヤ・ボンディング・ツール１０４および開位置のワイヤクランプ１０８は矢印のように上向きのＺ方向に上昇され、変形／切り欠きワイヤ部分１１８から連続して伸びるワイヤの別の部分１１４'（例えば、ワイヤ１１４'のテール長さ）がワイヤ・ボンディング・ツールの先端部１２０から繰り出される。例えば、ワイヤ部分１１４'は、次のイニシャルボールのワイヤテールになる。図１Ｅ～図１Ｆのボンディングツール１０４の先端部１２０下方の円形拡大部分により明瞭に示すように、ワイヤ１１０の押圧されたワイヤ部分１１８はワイヤ１１０の部分的な切り欠きであってもよく、ワイヤ部分１１４と１１４'とを分離する。図１Ｇに図示するように、ワイヤクランプ１０８は、ワイヤ１１０の上部に接触して閉鎖されており、次いで、図１Ｈに図示するように、ワイヤ・ボンディング・ツール１０４およびワイヤクランプ１０８は、矢印のように上向きのＺ方向に上昇され、それにより、ワイヤ１１０が変形／切り欠きワイヤ部分１１８の近傍で分離されてワイヤ配線構造１２２が形成される。ボンディングツール１０４の先端部下方の円形拡大部分により明瞭に示すように、（ワイヤ部分１１４'から分離した）ワイヤ配線構造１２２は、上方に向かって先細りになった端部、または尖った端部１２４を有してもよい。図１Ｉは、上記の方法の繰返しによって追加的なボンディング位置１０２上に形成された他のワイヤ配線構造１２２を有する基板１００を図示する。図示するように、ワイヤ配線構造１２２は、垂直に立っていても、または実質的にそのようになっていてもよい。

【００１５】

図１Ｄと関連して、上記されるように、ワイヤ１１４の一部分は、別の位置１１６に対して押圧される。図１Ａ～図１Ｈの実施形態では、別の位置１１６は、基板１００の一部分（例えば、基板１００の表面部分、等々）であってもよい。しかしながら、別の位置１１６として任意の位置を使用してもよいことが当業者によって理解される。例えば、図２に図示するように、本発明の別の実施形態によれば、ワイヤ部分１１８（基板１００上に形成されるワイヤ配線構造１２２の一部または全部）の押圧は、図２に示すように、基板１００の（直接的な）一部ではない別の位置/基板２００におけるなどの、基板１００以外（例えば、別の基板または構造上）の位置で行われてもよい。

【００１６】

本発明によって形成されるワイヤ配線構造では、高さおよび結果として生じるワイヤテール長さの一貫性が改善され、ならびに生産の効率が上昇する（例えば、１時間あたりの生産ユニット数）。

【００１７】

本発明によって形成されるワイヤ配線構造は、中でも例えば、プローブカードの接点構造として、積層されたダイの用途でのダイの間の配線として、フリップチップ用途での配線として、`Si`貫通電極（`through silicon via`）用途、またはモールド貫通配線（`through mold via`）用途での配線として、パッケージオンパッケージ（`package on package: POP`）用途でのパッケージ間の配線として、使用されてもよい。

【００１８】

本発明について、主に、特定の例示的な方法の工程に関して所定の順序で記載してきたが、本発明はそのような方法の工程に限定されるものではない。前記工程の一部は、本発明の範囲内で再構成あるいは省略されてもよく、もしくは追加的な工程が追加されてもよい。

【００１９】

本発明は、特定の実施形態を参照して本明細書に図示され、かつ記載されているが、本発明は、示される詳細に限定されることを意図しない。むしろ、特許請求の範囲の均等物

10

20

30

40

50

の範囲内で、かつ本発明から逸脱しない範囲内で、詳細では様々な変更がなされてもよい。

【図 1 A】

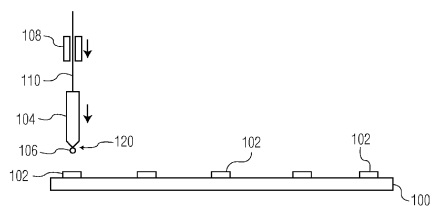


FIG. 1A

【図 1 B】

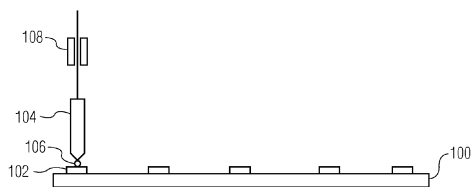


FIG. 1B

【図 1 C】

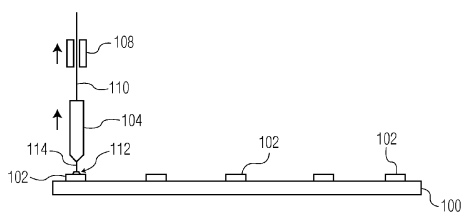


FIG. 1C

【図 1 D】

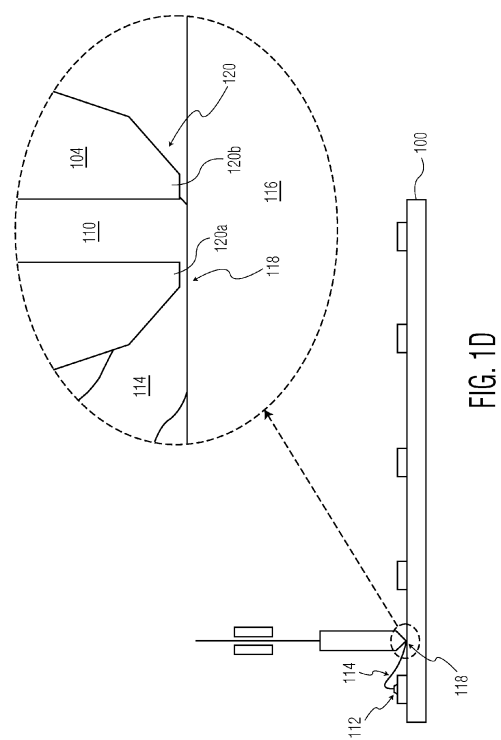


FIG. 1D

【図 1 E】

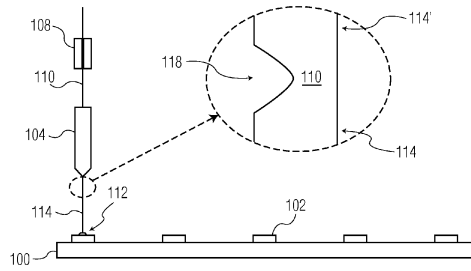


FIG. 1E

【図 1 G】

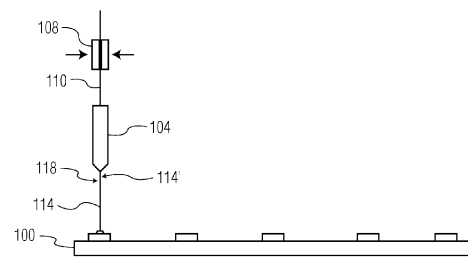


FIG. 1G

【図 1 F】

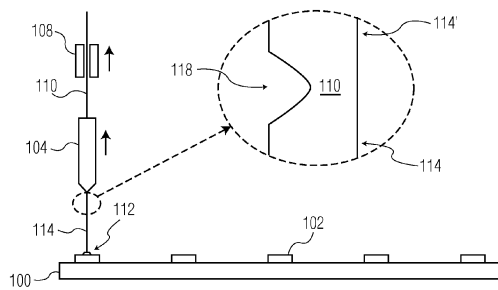


FIG. 1F

【図 1 H】

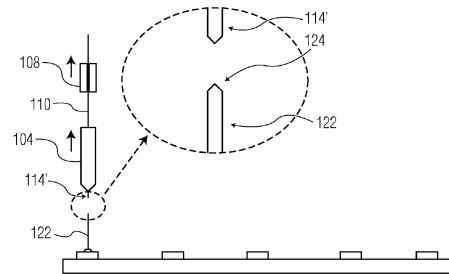


FIG. 1H

【図 1 I】

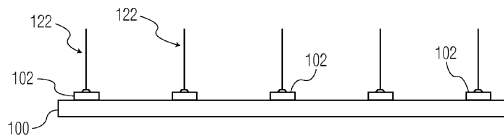


FIG. 1I

【図 2】

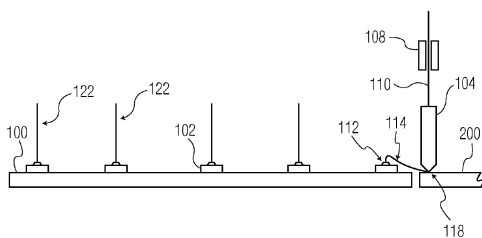


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 ブルンナー、ジョン、ダブリュー・

アメリカ合衆国、18960 ペンシルバニア州、セラーズビル、18 リッジ ラン ロード

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 特開2007-220699(JP, A)

特開2007-134611(JP, A)

特開2007-66991(JP, A)

特開平10-135220(JP, A)

特開平10-135219(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/60-21/607