

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-528908

(P2017-528908A)

(43) 公表日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 O 1 G 5 F O 4 4

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2017-505210 (P2017-505210)
(86) (22) 出願日 平成27年9月21日 (2015.9.21)
(85) 翻訳文提出日 平成29年1月30日 (2017.1.30)
(86) 国際出願番号 PCT/US2015/051210
(87) 国際公開番号 W02016/048888
(87) 国際公開日 平成28年3月31日 (2016.3.31)
(31) 優先権主張番号 62/053, 641
(32) 優先日 平成26年9月22日 (2014.9.22)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

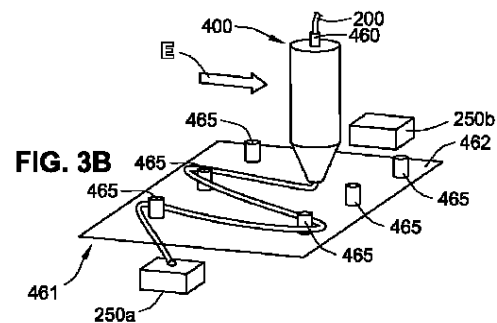
(71) 出願人 511088449
エムシー１０ インコーポレイテッド
MC 10, INC.
アメリカ合衆国 02421 マサチュー
セッツ州 レキシントン マグワイア ロ
ード 10 ビルディング 3
(74) 代理人 100105957
弁理士 恩田 誠
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣
(74) 代理人 100142907
弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伸張かつ屈曲可能な相互接続として機能するボンディング・ワイヤを、整形しかつルーピングするための方法および装置

(57) 【要約】

1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを送り、曲げ、かつ取り付けのに使用されるキャピラリー・ツールは、本体および加熱要素を含む。本体は、キャピラリー・ツールの第1の表面からキャピラリー・ツールの第2の表面まで延在する内部管を有する。いくつかの実装形態では、内部管は、本体の中心軸まわりの、完結した1回転の少なくとも一部分を含む、略螺旋の形状の部分を含む。加熱要素は本体に結合されており、ボンディング・ワイヤが内部管を通して送られるときボンディング・ワイヤを加熱する内部管の一部分に沿って熱影響域をもたらす。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを供給し、屈曲させ、かつ取り付け
るのに使用するキャピラリ・ツールであって、

前記キャピラリ・ツールの第 1 の表面から前記キャピラリ・ツールの第 2 の表面まで延
在する内部管を有する本体であって、前記内部管は、前記本体の中心軸まわりの完全一回
転の少なくとも一部分を含む略螺旋の形状の部分を含む、本体と、

前記本体に結合された加熱要素であって、前記ボンディング・ワイヤが前記内部管を通
って供給されるとき前記ボンディング・ワイヤを加熱する前記内部管の一部分に沿って熱
影響域をもたらす加熱要素とを備える、キャピラリ・ツール。

10

【請求項 2】

前記略螺旋の形状を有する前記内部管の前記一部分により、前記ボンディング・ワイヤ
の分配された部分は、前記内部管の前記略螺旋の形状に応じて、略螺旋の形状を有する、
請求項 1 に記載のキャピラリ・ツール。

【請求項 3】

前記ボンディング・ワイヤの前記分配された部分は 1 つまたは複数の完全一回転を含む
、請求項 2 に記載のキャピラリ・ツール。

【請求項 4】

前記ボンディング・ワイヤの前記分配された部分の前記略螺旋の形状は、前記内部管の
前記略螺旋の形状とは異なる、請求項 2 に記載のキャピラリ・ツール。

20

【請求項 5】

前記内部管の前記略螺旋の形状を有する部分は、(i) 管の回転の直径、(i i) 管の
回転部の合計長さ、および(i i i) 管の回転の数を含む、管の幾何学的設計パラメータ
に基づいて設計される、請求項 1 に記載のキャピラリ・ツール。

【請求項 6】

前記本体の前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記本体
の前記中心軸まわりの少なくとも 1 つの完全一回転を含む、請求項 1 に記載のキャピラリ
・ツール。

【請求項 7】

前記本体の前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記本体
の前記中心軸まわりの少なくとも 2 つの完全一回転を含む、請求項 1 に記載のキャピラリ
・ツール。

30

【請求項 8】

前記本体の前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記本体
の前記中心軸まわりの少なくとも 4 つの完全一回転を含む、請求項 1 に記載のキャピラリ
・ツール。

【請求項 9】

前記本体の前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、略一定の
ピッチを有する、請求項 1 に記載のキャピラリ・ツール。

【請求項 10】

前記本体の前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、第 1 のピ
ッチを有する第 1 の部分と第 2 のピッチを有する第 2 の部分とを有する、請求項 1 に記載
のキャピラリ・ツール。

40

【請求項 11】

前記本体の第 1 の部分は略円筒の形状を有し、前記本体の第 2 の部分は略円錐の形状を
有し、前記加熱要素は、前記本体の前記第 1 の部分において前記本体に結合されており、
前記内部管の前記略螺旋の形状を有する前記部分は、前記加熱要素と前記本体の前記第 2
の部分の間の前記本体の前記第 1 の部分に配置されている、請求項 1 に記載のキャピラリ
・ツール。

【請求項 12】

50

1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付けるための方法であって、同方法は、

前記ボンディング・ワイヤの一部分をキャピラリ・ツールの先端から分配する工程と、
前記キャピラリ・ツールの前記先端に隣接してフリーエアボールを形成する工程であって、前記フリーエアボールが前記ボンディング・ワイヤの分配される前記一部分の少なくとも一部分から形成される工程と、

前記フリーエアボールが前記ボンド・パッドのうちの第 1 のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールの前記先端の少なくとも一部分と接触するように、前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して前記フリーエアボールおよび前記第 1 のボンド・パッドに対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、前記ボンディング・ワイヤを前記第 1 のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、前記キャピラリ・ツールを第 2 のボンド・パッドに向けて移動させる工程であって、前記内部管は、前記キャピラリ・ツールの中心軸まわりの、完全一回転の少なくとも一部分を含む、略螺旋の形状の部分有し、前記略螺旋の形状により、前記分配されたボンディング・ワイヤの少なくとも一部分が、略螺旋の形状を有する工程と、

前記ボンディング・ワイヤの一部分が前記第 2 のボンド・パッドと接触するように前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して、前記第 2 のボンド・パッドと接触している前記ボンディング・ワイヤの前記部分に対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付ける工程とを備える、方法。

【請求項 1 3】

前記分配されたボンディング・ワイヤの前記少なくとも一部分は 2 つ以上の完全一回転を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの少なくとも 1 つの完全一回転を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの少なくとも 2 つの完全一回転を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの少なくとも 4 つの完全一回転を含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記キャピラリ・ツールの前記中心軸まわりの 1 つの完全一回転の前記少なくとも一部分は、略一定のピッチを有する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記ボンディング・ワイヤの前記分配された部分の前記略螺旋の形状は、前記内部管の前記略螺旋の形状とは異なるものである、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 9】

1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付けるための方法であって、同方法は、

前記 1 対のボンド・パッドのうち第 1 のボンド・パッドに対して前記ボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の複数の支柱と係合するように、前記キャピラリ・ツールを、略蛇行状の経路にて前記複数の支柱まわりで移動させる工程であって、前記固定具は、前記 1 対のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールに関連して配置される工程と、前記ボンディング・ワイヤを、前記 1 対のボンド・パッドのうち第 2 のボンド・パッドに取り付ける工程とを備える、方法。

【請求項 20】

前記固定具を取り除くことにより、前記固定具の前記複数の支柱から前記ボンディング・ワイヤを取り外す工程であって、前記固定具取り除きの後に、前記ボンディング・ワイヤが、略蛇行形状を維持する工程をさらに備える、請求項 19 に記載の方法。

10

【請求項 21】

前記移動させる工程の少なくとも一部分の間に前記ボンディング・ワイヤを加熱して、前記ボンディング・ワイヤが前記固定具の前記複数の支柱まわりで屈曲することを支援する工程をさらに備える、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記ボンディング・ワイヤを前記第 1 のボンド・パッドに取り付ける前記工程に先立って、

前記ボンディング・ワイヤの一部分をキャピラリ・ツールの先端から分配する工程と、前記キャピラリ・ツールの前記先端に隣接してフリーエアボールを形成する工程であって、前記フリーエアボールは前記ボンディング・ワイヤの前記分配される部分の少なくとも一部分から形成される工程と、

20

前記フリーエアボールが前記ボンド・パッドのうち第 1 のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールの前記先端の少なくとも一部分と接触するように、前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して前記フリーエアボールおよび前記第 1 のボンド・パッドに対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、前記ボンディング・ワイヤを前記第 1 のボンド・パッドに取り付ける工程とをさらに備える、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付ける前記工程に先立って、

30

前記ボンディング・ワイヤの一部分が前記第 2 のボンド・パッドと接触するように前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して、前記第 2 のボンド・パッドと接触している前記ボンディング・ワイヤの前記一部分に対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付ける工程とをさらに備える、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付けるための方法であって、同方法は、

40

前記 1 対のボンド・パッドのうち第 1 のボンド・パッドに対して前記ボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の単一の支柱と係合するように、前記キャピラリ・ツールを、前記支柱まわりで少なくとも 1 回移動させる工程であって、前記固定具は、前記 1 対のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールに関連して配置される工程と、

前記固定具を取り除くことにより、前記支柱から前記ボンディング・ワイヤを取り外す工程であって、前記ボンディング・ワイヤは、前記取り除く工程の後に、略巻回形状を維持する工程と、

前記ボンディング・ワイヤの前記略巻回形状が前記 1 対のボンド・パッドの間で伸張さ

50

れるように、前記キャピラリ・ツールを、前記 1 対のボンド・パッドの第 2 のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、

前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付ける工程とを備える、方法。

【請求項 25】

前記移動させる工程の少なくとも一部分の間に前記ボンディング・ワイヤを加熱して、前記ボンディング・ワイヤが前記支柱まわりに巻回することを支援する工程をさらに備える、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

1 対のボンド・パッドを電氣的に接続するための相互接続を作製する方法であって、同方法は、

キャピラリ・ツールを使用して前記 1 対のボンド・パッドのうち第 1 のボンド・パッドにボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、前記キャピラリ・ツールを前記 1 対のボンド・パッドのうち第 2 のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、

前記分配されたボンディング・ワイヤが略円弧の形状を有するように、前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付ける工程と、

固定具によって、前記分配されたボンディング・ワイヤを略蛇行形状へと屈曲させるように、前記分配されたボンディング・ワイヤを前記固定具に対して係合させる工程と、

前記分配されたボンディング・ワイヤから前記固定具を取り外す工程であって、前記取り外す工程の後に、前記分配されたボンディング・ワイヤは前記略蛇行形状を維持する工程とを備える、方法。

【請求項 27】

前記固定具は第 1 の屈曲部材および第 2 の屈曲部材を含み、前記係合させる工程は、前記第 1 の屈曲部材を前記第 2 の屈曲部材に向けて第 1 の方向へ移動させる工程と、前記第 2 の屈曲部材を前記第 1 の屈曲部材に向けて第 2 の方向へ移動させる工程とを含む、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

前記第 1 の屈曲部材は、ベースおよび同ベースから延在する複数のフィンガを含み、前記第 2 の屈曲部材は、ベースおよび同ベースから延在する複数のフィンガを含み、前記係合させる工程の間、前記第 1 の屈曲部材の前記複数のフィンガが前記第 2 の屈曲部材の前記複数のフィンガと互い違いになるように、前記第 1 の屈曲部材と前記第 2 の屈曲部材は互いに対してオフセットされている請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

可撓性基板と、少なくとも 2 つの電気部品と、前記少なくとも 2 つの電気部品のうちの 2 つを電氣的に接続する少なくとも 1 つの相互接続とを有する可撓性集積回路であって、同可撓性集積回路は、

キャピラリ・ツールの先端からボンディング・ワイヤの一部分を分配する工程と、

前記キャピラリ・ツールの前記先端に隣接してフリーエアボールを形成する工程であって、前記フリーエアボールは前記ボンディング・ワイヤの分配される前記一部分の少なくとも一部分から形成される工程と、

前記フリーエアボールが、前記少なくとも 2 つの電気部品のうち第 1 の電気部品の第 1 のボンド・パッド、および前記キャピラリ・ツールの前記先端の少なくとも一部分に接触するように、前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して前記フリーエアボールおよび前記第 1 のボンド・パッドに対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、前記ボンディング・ワイヤを前記第 1 のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、前記キャピラリ・ツールを、前記少なくとも 2 つの電気

10

20

30

40

50

部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに向けて移動させる工程であって、前記内部管が、前記キャピラリ・ツールの中心軸まわりの、完全一回転の少なくとも一部分を含む、略螺旋の形状の部分有し、前記略螺旋の形状により、前記分配されたボンディング・ワイヤの少なくとも一部分は、略螺旋の形状を有する工程と、

前記ボンディング・ワイヤの一部分が前記第2のボンド・パッドと接触するように前記キャピラリ・ツールを配置する工程と、

前記キャピラリ・ツールを使用して、前記第2のボンド・パッドと接触している前記ボンディング・ワイヤの前記部分に対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与して、前記ボンディング・ワイヤを前記第2のボンド・パッドに取り付けることにより、前記第2の電気部品に対して前記第1の電気部品を電氣的に接続する工程とを含む、
プロセスによって形成される、可撓性集積回路。

10

【請求項30】

可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、前記少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する可撓性集積回路であって、同可撓性集積回路は、

キャピラリ・ツールを使用して、ボンディング・ワイヤを、前記少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが、前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配され、固定具の複数の支柱と係合するように、前記キャピラリ・ツールを、略蛇行状の経路にて前記複数の支柱まわりで移動させる工程であって、前記固定具は、前記第1のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールに関連して配置される工程と、

20

前記ボンディング・ワイヤを、前記少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに取り付けることにより、前記第2の電気部品に対して前記第1の電気部品を電氣的に接続する工程とを含む
プロセスによって形成される、可撓性集積回路。

【請求項31】

可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、前記少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する可撓性集積回路であって、同可撓性集積回路は、

30

キャピラリ・ツールを使用して、ボンディング・ワイヤを、前記少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが、前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の単一の支柱と係合するように、前記キャピラリ・ツールを、前記支柱まわりで少なくとも1回移動させる工程であって、前記固定具は、前記第1のボンド・パッドおよび前記キャピラリ・ツールに関連して配置される工程と、

前記固定具を取り除くことにより、前記支柱から前記ボンディング・ワイヤを取り外す工程であって、前記ボンディング・ワイヤは、前記取り除く工程の後に、略巻回形状を維持する工程と、

40

前記ボンディング・ワイヤの前記略巻回形状が、前記第1のボンド・パッドと第2のボンド・パッドの間で伸張されるように、前記キャピラリ・ツールを、前記少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、

前記ボンディング・ワイヤを前記第2のボンド・パッドに取り付けることにより、前記第1の電気部品を前記第2の電気部品に対して電氣的に接続する工程とを含む
プロセスによって形成される、可撓性集積回路。

【請求項32】

可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、前記少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する可撓性集積回路であって、同可撓性集積回路は、

キャピラリ・ツールを使用して、ボンディング・ワイヤを前記少なくとも2つの電気部

50

品のうち第 1 の電気部品の第 1 のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが前記キャピラリ・ツールから前記キャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、前記キャピラリ・ツールを、前記少なくとも 2 つの電気部品のうち第 2 の電気部品の第 2 のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、

前記分配されたボンディング・ワイヤが略円弧の形状を有するように、前記ボンディング・ワイヤを前記第 2 のボンド・パッドに取り付けることにより、前記第 2 の電気部品に対して前記第 1 の電気部品を電氣的に接続する工程と、

固定具によって、前記分配されたボンディング・ワイヤを略蛇行形状へと屈曲させるように、前記分配されたボンディング・ワイヤを前記固定具に対して係合させる工程と、

前記分配されたボンディング・ワイヤから前記固定具を取り外す工程であって、前記取り外す工程の後に、前記分配されたボンディング・ワイヤは前記略蛇行形状を維持する工程とを含む

プロセスによって形成される、可撓性集積回路。

【請求項 3 3】

可撓性基板と、電気部品と、前記電気部品に対して電氣的に接続するコイルとを有する可撓性集積回路であって、同可撓性集積回路は、

キャピラリ・ツールを使用して、ボンディング・ワイヤを前記電気部品のボンド・パッドに取り付ける工程と、

前記ボンディング・ワイヤが前記キャピラリ・ツールの内部管を通して前記キャピラリ・ツールから分配されるように、前記キャピラリ・ツールを経路に沿って移動させることによってコイルを形成する工程であって、前記経路は 2 つ以上の巻回を含み、前記分配されたボンディング・ワイヤの各々の巻回は、実質的に類似した形状を有する工程とを含むプロセスによって形成される、可撓性集積回路。

【請求項 3 4】

前記経路が 4 つ以上の巻回部を含む、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【請求項 3 5】

前記形状がクローバ形である、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【請求項 3 6】

前記形状が略長方形であってその長辺が内側へ押圧された形状を有する、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【請求項 3 7】

前記形状が円形である、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【請求項 3 8】

前記移動させる工程の間に、前記分配されたボンディング・ワイヤが固定具の複数の支柱と係合するように、前記コイルを形成する前記工程は、前記キャピラリ・ツールを、前記複数の支柱まわりで移動させる工程を含む、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【請求項 3 9】

前記可撓性基板が、対象の皮膚面に対して取外し可能に付着されるように構成された接着層である、請求項 3 3 に記載の可撓性集積回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概括的には可撓性（フレキシブル）集積回路に関する。より詳細には、本開示は、可撓性集積回路において、伸張かつ屈曲可能な相互接続として機能するボンディング・ワイヤを、整形しかつルーピングするための方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

集積回路（IC）は情報化時代の基礎であり、今日の情報技術産業の基盤である。集積回路、別称「チップ」または「マイクロチップ」は、たとえばシリコンまたはゲルマニウムなど半導体材料の小さなウェーハ上にエッチングまたはプリントされているトランジス

10

20

30

40

50

タ、キャパシタおよび抵抗器などの、相互接続された一組の電子部品である。集積回路は、いくつかの限定的でない例として、マイクロプロセッサ、増幅器、フラッシュ・メモリ、特定用途向け集積回路（ASIC）、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ（SRAM）、デジタル信号プロセッサ（DSP）、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（DRAM）、消去可能なプログラマブル読み出し専用メモリ（EPROM）、およびプログラマブル・ロジックを含む様々な形態をとる。集積回路は、パーソナル・コンピュータ、ラップトップ・コンピュータ、タブレット型コンピュータ、スマートフォン、テレビ、医療機器、遠隔通信およびネットワークの設備、飛行機、船舶、自動車などを含む無数の製品に使用されている。

【0003】

集積回路技術およびマイクロチップ生産の進歩により、チップ・サイズが着実に縮小しており、回路密度および回路性能が着実に向上している。半導体集積化の度合いは、米国の1セント銅貨よりも小さいスペースに単一半導体チップが数千万～十億を上回る数のデバイス（たとえばトランジスタ）を保持することができるところまで進歩した。その上、最新のマイクロチップにおける各導電ラインの幅は、1ナノメートルの数分の1まで小さくされ得る。半導体チップの動作速度および総合的性能（たとえばクロック速度および信号の正味のスイッチング速度）は、集積化のレベルとともに同時に向上している。オンチップ回路のスイッチング周波数および回路密度の増加と歩調を合わせるために、半導体パッケージは、現在、わずか数年前のパッケージよりも、多くのピン数、大きな最大許容損失、一層の保護特性、および速い速度を提供する。

【0004】

従来のマイクロチップは、一般に、通常の動作状態の間、屈曲または伸張されることが意図されていない剛構造である。加えて、ICは、一般的には、IC以上の厚さで、同じく剛性の（リジッド）プリント回路基板（PCB）上に装着される。厚い剛性のプリント回路基板を使用するプロセスは、一般に、薄いチップまたは弾性を必要とする用途向けに意図されたチップに適合しない。たとえば様々な医学的状態の診断および治療において、高品質の医療用の感知および画像データがますます有用になっている。これらの状態は、消化器系または心臓循環系に関連付けられ得、神経系に対する傷害、癌などを含み得る。今日まで、そのような感知または画像データを収集するために使用され得るほとんどの電子システムは、剛性であり、非可撓性であった。これら剛性の電子回路は、生物医学デバイスにおける用途など多くの用途にとって理想的ではない。ほとんどの生物組織は軟質で湾曲している。皮膚および器官は繊細であって、2次元からは程遠いものである。非医療システム（たとえばスポーツ活動などの間に人の動きを測定するウェアラブル・システム）においてデータを収集するためなど、電子回路システムの他の潜在的な用途も、剛性の電子回路により損なわれることがある。

【0005】

したがって、可撓性ポリマーの基板の上または中にマイクロチップを組み込むための多くの方式が提案されている。弾性基板材料を採用する可撓性電子回路は、ICが無数の形状へと集積されることを可能にする。これは、結果として、剛性のシリコンベースの電子デバイスを用いた場合には不可能な、多くの有用なデバイス構成を可能にする。しかしながらいくつかの可撓性電子回路の設計は、相互接続部品が形状の変化に応じて伸張および/または屈曲することができないので、周囲に十分に適合することができない。これらの可撓性の回路構成は損傷、電子的劣化を受けやすく、厳しい使用シナリオ下では信頼性が低下する可能性がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

多くの可撓性回路は、現在、システムが伸張したり屈曲したりする間、無傷のままである伸張かつ屈曲可能な相互接続を採用している。集積回路における「相互接続」は、たとえばICモジュールを電氣的に結合してクロックおよび他の信号を配分し、電気システム

10

20

30

40

50

の全体にわたって電力／アースを供給する。屈曲可能ないくつかの可撓性相互接続は、エッチング・プロセス、金属蒸着プロセス、または他のウェーハ系の製造プロセスを使用して形成される。相互接続を作り出すためにこれらのプロセスが使用され得る一方で、これらの方法を用いて作り出された相互接続は、一般に２次元（すなわちXおよびYはあるがZはない）に限定され、プロセス自体が長く、したがって原価が高い。さらに、屈曲可能ないくつかの可撓性相互接続は長さおよび高さを有し、略「Cの字」形のループとして相互接続を生成するキャピラリ・ツールを使用して形成される。製品（たとえば着用可能なパッチ／ステッカ）が、１つまたは複数のそのようなCの字形の相互接続を含んでいる可撓性回路を内蔵するとき、製品の所望の可撓性は、相互接続の高さに直接関係付けられる。すなわち、相互接続の可撓性をより高めるには、これに対応させて相互接続をより高くする必要がある。したがって、可撓性をより高めると製品がより大きくなる（たとえばより厚くなる）。本開示は、これらの問題および他の問題を解決することに関するものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示のいくつかの実装形態によれば、１対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを供給し、曲げ、かつ取り付けののに使用されるキャピラリ・ツールは、本体および加熱要素を含む。本体は、キャピラリ・ツールの第１の表面からキャピラリ・ツールの第２の表面まで延在する内部管を有する。内部管は、本体の中心軸まわりの、完全一回転の少なくとも一部分を含む、略螺旋形状の部分を含む。加熱要素は本体に結合されており、ボンディング・ワイヤが内部管を通して供給されるとき、ボンディング・ワイヤを加熱する内部管の一部分に沿って熱影響域をもたらす。

20

【0008】

本開示のいくつかの実装形態によれば、１対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付ける方法は、キャピラリを使用して第１のボンド・パッドにボンディング・ワイヤを取り付ける工程を含む。キャピラリ・ツールは第２のボンド・パッドに向かって移動され、それに伴いボンディング・ワイヤがキャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配される。内部管は、非直線形状（たとえば略巻回された形状または螺旋形状）の部分を含む。キャピラリ・ツールは、ボンディング・ワイヤの一部分が第２のボンド・パッドと接触するように配置される。ボンディング・ワイヤは、キャピラリ・ツールを使用して第２のボンド・パッドに取り付けられる。

30

【0009】

いくつかの実装形態では、内部管は、直線状または略直線状の第１の部分または区間と、略非直線形状（たとえば略巻回された形状または螺旋形状、湾曲した形状、屈曲した形状など）の第２の部分または区間とを有する。

【0010】

本開示のいくつかの実装形態によれば、１対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付ける方法は、キャピラリ・ツールの先端からボンディング・ワイヤの一部分を分配する工程と、キャピラリ・ツールの先端に隣接したフリーエアボールを形成する工程とを含む。フリーエアボールは、ボンディング・ワイヤの分配された部分の少なくとも一部分から形成される。キャピラリ・ツールは、フリーエアボールが、第１のボンド・パッドおよびキャピラリ・ツールの先端の少なくとも一部分と接触するように配置される。第１のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けるために、キャピラリ・ツールを使用して、フリーエアボールおよび第１のボンド・パッドに対して、圧力、熱、および／または超音波エネルギーが加えられる。キャピラリ・ツールは第２のボンド・パッドに向かって移動され、ボンディング・ワイヤがキャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配される。内部管は、キャピラリ・ツールの中心軸まわりの完全一回転の少なくとも一部分を含む、略螺旋形状の部分を含む。この略螺旋の形状により、分配されたボンディング・ワイヤの少なくとも一部分が、略螺旋の形状または巻回された形状を有する。キャピラリ・ツールは、ボンディング・ワイヤの一部分が第２のボン

40

50

ド・パッドと接触するように配置される。第2のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けるために、キャピラリ・ツールを使用して、第2のボンド・パッドと接触しているボンディング・ワイヤの一部分に対して圧力、熱、および/または超音波エネルギーが加えられる。

【0011】

本開示のいくつかの実装形態によれば、1対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付ける方法は、1対のボンド・パッドのうち第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程を含む。ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の複数の支柱と係合するように、キャピラリ・ツールが、略蛇行状の経路にてこれら複数の支柱まわりで移動される。固定具は、1対のボンド・パッドとキャピラリ・ツールとに関連して配置される。ボンディング・ワイヤは1対のボンド・パッドのうち第2のボンド・パッドに対して取り付けられる。

10

【0012】

本開示のいくつかの実装形態によれば、1対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付ける方法は、1対のボンド・パッドのうち第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程を含む。ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の単一の支柱と係合するように、キャピラリ・ツールが、同支柱まわりで少なくとも1回移動される。固定具は、1対のボンド・パッドとキャピラリ・ツールとに関連して配置される。固定具が取り外され、それによって支柱からボンディング・ワイヤを取り外す。固定具が取り除かれた後も、ボンディング・ワイヤは略巻回された形状を維持する。キャピラリ・ツールが、1対のボンド・パッドの第2のボンド・パッドに向かって移動され、ボンディング・ワイヤの略巻回された形状が1対のボンド・パッドの間で伸張される。ボンディング・ワイヤは、第2のボンド・パッドに対して取り付けられる。

20

【0013】

本開示のいくつかの実装形態によれば、1対のボンド・パッドを電氣的に接続するための相互接続を作成する方法は、キャピラリ・ツールを使用して、1対のボンド・パッドのうち第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程を含む。キャピラリ・ツールは、ボンディング・ワイヤがキャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、1対のボンド・パッドのうち第2のボンド・パッドに向かって移動される。ボンディング・ワイヤは、分配されたボンディング・ワイヤが略円弧の形状を有するように、第2のボンド・パッドに対して取り付けられる。分配されたボンディング・ワイヤは、固定具と係合され、固定具は分配されたボンディング・ワイヤを略蛇行形状へと屈曲する。分配されたボンディング・ワイヤから固定具が取り外される。分配されたボンディング・ワイヤは、取り外す工程の後にも、略蛇行形状を維持する。

30

【0014】

本開示のいくつかの実装形態によれば、可撓性集積回路は、可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する。可撓性集積回路は、(i)キャピラリ・ツールの先端からボンディング・ワイヤの一部分を分配する工程と、(ii)ボンディング・ワイヤの分配された部分の少なくとも一部分から、キャピラリ・ツールの先端に隣接したフリーエアボールを形成する工程と、(iii)フリーエアボールが、少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッド、およびキャピラリ・ツールの先端の少なくとも一部分に接触するように、キャピラリ・ツールを配置する工程と、(iv)キャピラリ・ツールを使用して、フリーエアボールおよび第1のボンド・パッドに対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、(v)ボンディング・ワイヤがキャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、キャピラリ・ツールを、少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに向けて移動させる工程であって

40

50

、内部管が、キャピラリ・ツールの中心軸まわりの完全一回転の少なくとも一部分を含む略螺旋形状の部分有し、この略螺旋の形状により、分配されたボンディング・ワイヤの少なくとも一部分が略螺旋の形状を有する工程と、(v i)ボンディング・ワイヤの一部が第2のボンド・パッドと接触するようにキャピラリ・ツールを配置する工程と、(v i i)キャピラリ・ツールを使用して、第2のボンド・パッドと接触しているボンディング・ワイヤの部分に対して圧力、熱、および超音波エネルギーを付与し、第2のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けることにより、第2の電気部品に対して第1の電気部品を電氣的に接続する工程とを含むプロセスによって形成される。

【0015】

本開示のいくつかの実装形態によれば、可撓性集積回路は、可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する。可撓性集積回路は、(i)キャピラリ・ツールを使用して、少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、(i i)ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の複数の支柱と係合するように、キャピラリ・ツールを、略蛇行状の経路にてこれら複数の支柱まわりで移動させる工程であって、固定具が、第1のボンド・パッドおよびキャピラリ・ツールに関連して配置される工程と、(i i i)少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けることにより、第2の電気部品に対して第1の電気部品を電氣的に接続する工程とを含むプロセスによって形成される。

10

20

【0016】

本開示のいくつかの実装形態によれば、可撓性集積回路は、可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する。可撓性集積回路は、(i)キャピラリ・ツールを使用して、少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、(i i)ボンディング・ワイヤが、キャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されて固定具の単一の支柱と係合するように、キャピラリ・ツールを、同支柱まわりで少なくとも1回移動させる工程であって、固定具は第1のボンド・パッドとキャピラリ・ツールとに関連して配置される工程と、(i i i)固定具を取り除くことにより、支柱からボンディング・ワイヤを取り外す工程であって、ボンディング・ワイヤが、取り外した後も、略巻回された形状を維持する工程と、(i v)ボンディング・ワイヤの略巻回された形状が第1のボンド・パッドと第2のボンド・パッドの間で伸張されるように、キャピラリ・ツールを少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、(v)第2のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けることにより、第1の電気部品を第2の電気部品に対して電氣的に接続する工程とを含むプロセスによって形成される。

30

【0017】

本開示のいくつかの実装形態によれば、可撓性集積回路は、可撓性基板と、少なくとも2つの電気部品と、少なくとも2つの電気部品のうちの2つを電氣的に接続する少なくとも1つの相互接続とを有する。可撓性集積回路は、(i)キャピラリ・ツールを使用して、少なくとも2つの電気部品のうち第1の電気部品の第1のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付ける工程と、(i i)ボンディング・ワイヤがキャピラリ・ツールからキャピラリ・ツールの内部管を通して分配されるように、キャピラリ・ツールを少なくとも2つの電気部品のうち第2の電気部品の第2のボンド・パッドに向けて移動させる工程と、(i i i)分配されたボンディング・ワイヤが略円弧の形状を有するように、第2のボンド・パッドに対してボンディング・ワイヤを取り付けることにより、第2の電気部品に対して第1の電気部品を電氣的に接続する工程と、(i v)固定具によって、分配されたボンディング・ワイヤを略蛇行形状へと屈曲するように、分配されたボンディ

40

50

ング・ワイヤを固定具に対して係合させる工程と、(v)分配されたボンディング・ワイヤから固定具を取り外す工程であって、取り外す工程の後にも、分配されたボンディング・ワイヤが略蛇行形状を維持する工程とを含むプロセスによって形成される。

【0018】

本開示のその他の態様は、以下で概要を示す図面を参照しながら詳細に説明される様々な実装形態を考慮すれば、当業者には明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1A】本開示のいくつかの実装形態によるキャピラリ・ツールの斜視図。

【図1B】図1Aのキャピラリ・ツールの断面図。

10

【図1C】内部にボンディング・ワイヤが配置されている図1Aのキャピラリ・ツールの斜視図。

【図1D】ボンディング・ワイヤをよりよく示すために、キャピラリ・ツールの一部分が取り外されている図1Cのキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの部分的斜視図。

【図2A】本開示のいくつかの実装形態による、1対のボンド・パッドの第1のボンド・パッドに隣接して配置された、図1Cのキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

【図2B】図2Aのキャピラリ・ツールが1対のボンド・パッドの第2のボンド・パッドに向かって移動しており、キャピラリ・ツールから分配されたボンディング・ワイヤの一部分が略螺旋の形状または巻回された形状を有する様子を示す斜視図。

20

【図2C】第2のボンド・パッドに隣接して配置された図2Bのキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

【図3A】本開示のいくつかの実装形態による、1対のボンド・パッドの第1のボンド・パッドに隣接して配置されたキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

【図3B】略蛇行状の経路で固定具の支柱まわりを、1対のボンド・パッドの第2のボンド・パッドに向かって移動している図3Aのキャピラリ・ツール、およびキャピラリ・ツールから分配されたボンディング・ワイヤの一部分を示す斜視図。

【図3C】第2のボンド・パッドに隣接して配置された図3Bのキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

30

【図4A】本開示のいくつかの実装形態による、1対のボンド・パッドの第1のボンド・パッドに隣接して配置されたキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

【図4B】固定具の単一の支柱まわりを移動する図4Aのキャピラリ・ツール、およびキャピラリ・ツールから分配されて略巻回された形状をなすボンディング・ワイヤの一部分を示す斜視図。

【図4C】固定具が取り外され、図4Aのキャピラリ・ツールが1対のボンド・パッドの第2のボンド・パッドに向かって移動し、分配され略巻回された形状を有するボンディング・ワイヤが伸張を始める様子を示す斜視図。

【図4D】第2のボンド・パッドに隣接して配置されたキャピラリ・ツール、および伸張された略巻回された形状のボンディング・ワイヤを示す斜視図。

40

【図5A】本開示のいくつかの実装形態による、1対のボンド・パッドの第1のボンド・パッドに隣接して配置されたキャピラリ・ツールおよびボンディング・ワイヤの斜視図。

【図5B】図5Aのキャピラリ・ツールによって一時的相互接続へとトレースされた図5Aのボンディング・ワイヤおよび一時的相互接続を屈曲するための固定具の斜視図。

【図5C】図5Bの固定具によって略蛇行形状を有する相互接続へと屈曲された図5Bの一時的相互接続の斜視図。

【図6】本開示のいくつかの実装形態によって形成された可撓性集積回路の斜視図。

【図7】本開示のいくつかの実装形態による、コイルを含む可撓性集積回路の平面図。

【図8】本開示のいくつかの実装形態による、コイルを含む可撓性集積回路の平面図。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 2 0 】

本開示には様々な変更形態および代替形態の余地があるが、図面には特定の実装形態が例として示されており、本明細書で詳細に説明されることになる。しかしながら、本開示が、開示された特定の形態に限定されるようには意図されていないことを理解されたい。むしろ、本開示は、添付の特許請求の範囲によって定義されるような本発明の主旨および範囲の中に入るすべての変更形態、等価物、および代替形態を対象として含むものである。

【 0 0 2 1 】

本開示には、様々な形の実装形態の余地があるが、本開示は、本開示の原理の例示と見なされるべきであり、本開示の広範な態様を図示の実装形態に限定するようには意図されていない、という理解を伴って、本開示のいくつかの例示の実装形態が、図面に示され、本明細書で詳細に説明されることになる。

【 0 0 2 2 】

図 1 A および図 1 B を参照すると、1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを供給し、屈曲させ、かつ取り付けのに使用されるキャピラリ・ツール 1 0 0 は、本体 1 1 0、加熱要素 1 5 0、および任意選択の超音波トランスデューサ 1 6 0 を含む。キャピラリ・ツール 1 0 0 の本体 1 1 0 は、第 1 の部分 1 0 2 および第 2 の部分 1 0 4 を含む。本体の第 1 の部分 1 0 2 は略円筒形状を有し、第 2 の部分 1 0 4 は略円錐形状を有する。第 2 の部分 1 0 4 は、キャピラリ・ツール 1 0 0 の先端とも称される。

【 0 0 2 3 】

キャピラリ・ツール 1 0 0 の本体 1 1 0 が有する内部管 1 2 0 は、キャピラリまたはキャピラリ・チャンネルとも称され得、キャピラリ・ツール 1 0 0 の第 1 の表面 1 1 2 からキャピラリ・ツール 1 0 0 の第 2 の表面 1 1 4 まで延在する。図示の実装形態では第 1 の表面 1 1 2 が頂面であって第 2 の表面 1 1 4 が底面であるが、内部管 1 2 0 はキャピラリ・ツール 1 0 0 の他の面（たとえば側面など）を始点および／または終点としてよい。内部管 1 2 0 は、略真っすぐな形状または直線の形状を有する第 1 の区間 1 2 2 と、略螺旋の形状または巻回された形状を有する第 2 の区間 1 2 4 とを含む。図示されるように、内部管 1 2 0 の第 1 の区間 1 2 2 は、加熱要素 1 5 0 を通るかまたはこれに隣接しているが、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 のうちの一部かまたはすべてが、同様に加熱要素 1 5 0 を通るかまたはこれに隣接し得る。

【 0 0 2 4 】

内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、右巻きまたは左巻きであり得る。図示されるように、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの約 2 . 5 回転を含むが、略螺旋形状は、任意の数の完全一回転および／または部分的回転としてよい。たとえば、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの 4 分の 1 回転を有することができる。別の例として、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの 2 分の 1 回転を有することができる。別の例として、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの完全一回転を有することができる。別の例として、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの完全二回転を有することができる。別の例として、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状は、本体 1 1 0 の中心軸 Y まわりの完全四回転を有することができる。したがって、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 には、中心軸 Y まわりの任意の数の完全一回転および／または部分的回転が含まれ得ることを理解されたい。

【 0 0 2 5 】

本明細書でさらに説明されるように、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状が、キャピラリ・ツール 1 0 0 から分配されるボンディング・ワイヤ 2 0 0 の少なくとも一部分（図 1 C および図 1 D ）に対して、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状に応じた略螺旋の形状（図 2 B および図 2 C に示されている）を付与する。いくつかの実装形態では、キャピラリ・ツール 1 0 0 を設計するとき、回転の数は、ボンディング・

ワイヤ 200 の材料の特性、および / または加熱要素 150 の仕様、および / またはキャピラリ・ツール 100 から分配されるボンディング・ワイヤ 200 の所望の特性などの、様々な他の要因 / パラメータに依拠して変更される。

【0026】

図 1 A および図 1 B に示されるように、内部管 120 の第 2 の区間 124 の略螺旋の形状は、略一定のピッチ P を有し、ピッチは、内部管 120 の第 2 の区間 124 の略螺旋の形状の、1 つの完全一回転すなわち一巻きの、中心軸 Y 方向に平行に測定された幅である。しかしながら、代替実装形態 (図示せず) では、内部管 120 の第 2 の区間 124 の略螺旋の形状は、第 1 のピッチを有する第 1 の部分および第 2 のピッチを有する第 2 の部分などの、可変ピッチを有することができる。

10

【0027】

図示のように、加熱要素 150 は本体 110 の第 1 の部分 102 の内部に全体が配置されているが、加熱要素 150 の一部分が、第 1 の部分 102 の中、第 2 の部分 104 の中、本体 110 の外部、またはそれらの任意の組合せで配置され得る。加熱要素 150 は、内部管 120 の第 1 の区間 122 の少なくとも一部分に沿って熱影響域 (H A Z : h e a t a f f e c t e d z o n e) を有する。加熱要素 150 は、ボンディング・ワイヤが内部管 120 の H A Z を通るにつれて、ボンディング・ワイヤ 200 を加熱するように使用される。キャピラリ・ツール 100 の加熱要素 150 および内部管 120 の H A Z の温度は、キャピラリ・ツール 100 の所望の出力に依拠して、ボンディング・ワイヤ 200 がキャピラリ・ツール 100 を通って分配されている間、分配される前、および / または分配された後に、上昇および / または低下させることができる。いくつかの実装形態では、加熱要素 150 は、ボンディング・ワイヤ 200 を形成する 1 つまたは複数の材料のガラス転移温度 (T g) よりも高い温度まで、ボンディング・ワイヤ 200 を加熱するように構成される。

20

【0028】

図示するように、任意選択の超音波トランスデューサ 160 は、本体 110 の第 1 の部分 102 から部分的に突出しているが、超音波トランスデューサ 160 の一部分が、第 1 の部分 102 の中、第 2 の部分 104 の中、本体 110 の外部、またはそれらの任意の組合せで配置され得る。超音波トランスデューサ 160 が供給する超音波エネルギーは、キャピラリ・ツール 100、キャピラリ・ツール 100 によって係合されたボンド・パッド、ボンディング・ワイヤ 200、またはそれらの任意の組合せの任意の部分へ伝送され得、本明細書で説明されたように、ボンディング・ワイヤ 200 を、たとえばボンド・パッドに対して取り付けの役に役立つ。図示の超音波トランスデューサ 160 は略円筒状管のような形状を有するが、超音波トランスデューサ 160 は、たとえば立方体のような形状、直方体のような形状などの任意の形状であり得る。

30

【0029】

図 1 C および図 1 D に示されるように、ボンディング・ワイヤ 200 は、超音波トランスデューサ 160 を通ってキャピラリ・ツール 100 の内部管 120 の内部に配置され、キャピラリ・ツール 100 によって供給源 (たとえばボンディング・ワイヤのスプール) から分配されようとしている。1 対のボンド・パッドの間にボンディング・ワイヤを取り付けることによって相互接続を生成するのを開始するために、ボンディング・ワイヤ 200 の一部分がキャピラリ・デバイス 100 の先端 104 から分配される。いくつかの実装形態によれば、加熱要素 150 は、キャピラリ・ツール 100 の先端 104 に隣接してフリーエアボール 210 を形成するようにボンディング・ワイヤ 200 を加熱する。代替実装形態では、フリーエアボール 210 を形成するために、別の熱および / またはエネルギーの供給源 (図示せず) が使用される。

40

【0030】

フリーエアボール 210 が形成された後、相互接続を形成する用意が整い、1 対のボンド・パッドの間に取り付けられる。キャピラリ・ツール 100 (図 1 A ~ 図 1 D) を使用し、1 対のボンド・パッドの間にボンド・ワイヤを取り付けて相互接続を生成するそのよ

50

うな方法が、図 2 A ~ 図 2 C に示され、かつ説明される。図 2 A を参照すると、図 1 C および図 1 D に示すキャピラリ・ツール 1 0 0 およびボンディング・ワイヤ 2 0 0 が、1 対のボンド・パッド 2 5 0 a , 2 5 0 b に対して示されている。詳細には、フリーエアボール 2 1 0 が第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a と先端 1 0 4 の少なくとも一部分とに接触するように、キャピラリ・ツール 1 0 0 が配置される。第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a にボンディング・ワイヤ 2 0 0 を取り付けるために、熱、圧力、および / または超音波エネルギーが使用されてよい。詳細には、熱は加熱要素 1 5 0 から少なくとも部分的に導出され、圧力は、キャピラリ・ツールの先端 1 0 4 を矢印 A の下向きの方向に移動させる / 押し付けることによって少なくとも部分的に導出され、超音波エネルギーは超音波トランスデューサ 1 6 0 によって少なくとも部分的に導出される。いくつかの実装形態によれば、熱、圧力、および / または超音波エネルギーの組合せが、第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a に対してフリーエアボール 2 1 0 を、したがってボンディング・ワイヤ 2 0 0 を取り付ける。そのようなプロセスは熱超音波溶接と称され得る。第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a に対してボンディング・ワイヤ 2 0 0 を取り付ける様々な他の方法が考えられ、本開示の説明するプロセス / 方法において実施され得る。たとえば、第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a に対してボンディング・ワイヤ 2 0 0 を取り付ける別の方法は、熱および圧力の使用を含むが、超音波エネルギーは含まない。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a に対してボンディング・ワイヤ 2 0 0 が取り付けられた状態 (図 2 A) で、キャピラリ・ツール 1 0 0 が、第 2 のボンド・パッド 2 5 0 b に向かって概して矢印 B (図 2 B) の方向へ移動される。キャピラリ・ツール 1 0 0 が移動すると、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 が、キャピラリ・ツール 1 0 0 の内部管 1 2 0 を通って、キャピラリ・ツール 1 0 0 の第 2 の表面 1 1 4 の先端 1 0 4 から分配される。前述のように、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状により、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 が、内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 の略螺旋の形状と他のパラメータ / 要因とに応じた、略螺旋の形状を伴って分配される。ここで、キャピラリ・ツールの矢印 B の移動方向は、正確に水平であっても、正確に水平ではなくてもよい。むしろ、キャピラリ・ツール 1 0 0 が何らかの方法で第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a から第 2 のボンド・パッド 2 5 0 b へ移動する限り、キャピラリ・ツール 1 0 0 は、第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a から第 2 のボンド・パッド 2 5 0 b へと、円弧様の経路 / トレースまたは任意の他の経路 / トレースをとることができる。いくつかの実装形態では、キャピラリ・ツール 1 0 0 によって辿られる / トレースされる経路は、キャピラリ・ツール 1 0 0 からボンディング・ワイヤ 2 0 0 を分配するのを支援する。

【 0 0 3 2 】

詳細には、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 の分配される部分の形状および / またはサイズは、たとえば、略螺旋の形状を有する内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 のサイズおよび形状、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 に使用されるワイヤのタイプ (たとえば、金ワイヤ、銅ワイヤ、もしくは他の金属ワイヤ、またはそれらの任意の組合せ) 、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 のサイズ / 直径、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 のヤング率などの機械的および / または物理的特性、熱影響域 (H A Z) の内部の温度、H A Z の長さ、キャピラリ・ツール 1 0 0 がボンド・パッドの間で進んだ距離、キャピラリ・ツール 1 0 0 がボンド・パッドからボンド・パッドまで移動する速度など、またはそれらの任意の組合せなどの様々なパラメータに依存する。

【 0 0 3 3 】

略螺旋の形状を有する内部管 1 2 0 の第 2 の区間 1 2 4 のサイズおよび形状は、回転の直径 D 、完全一回転および / または部分的回転の数 N 、ならびに回転部の合計長さ L を含む形状パラメータに関して定義され得る。本開示のいくつかの実装形態では、回転の直径 D は、約 1 0 0 マイクロメートル、約 5 0 0 マイクロメートル、約 1 ミリメートルなどであり得る。本開示のいくつかの実装形態では、回転の直径 D は、約 5 0 マイクロメートルと約 2 ミリメートルとの間にあり得る。本開示のいくつかの実装形態では、完全一回転お

よび／または部分的回転の数 N は、約2、約5、約10、約50などであり得る。本開示のいくつかの実装形態では、完全一回転および／または部分的回転の数 N は、約0.5と約200との間にあり得る。本開示のいくつかの実装形態では、回転部の合計長さ L は、約500マイクロメートル、約1ミリメートル、約5ミリメートル、約1センチメートルなどであり得る。本開示のいくつかの実装形態では、回転部の合計長さ L は、約200マイクロメートルと約3センチメートルとの間にあり得る。

【0034】

図1Bへ戻って、キャピラリ・ツール100の形状パラメータ D 、 N 、および L が示されており、ここでは N は約2.5である。形状パラメータを定義し、かつ測定する様々な他の方法が企図される。キャピラリ・ツール100の形状パラメータ D 、 N 、および L は、ボンディング・ワイヤ200の分配される部分の類似の形状パラメータに対して必ずしも1対1で対応するわけではないことが注目される。すなわち、いくつかの実装形態では、略螺旋の形状を有する内部管120の第2の区間124の回転の直径 D は、略螺旋の形状を有する分配されたボンディング・ワイヤ200の直径と同じとすることも、それより大きく、またはそれより小さくすることもできる（図2Cを参照されたい）。同様に、たとえばいくつかの実装形態では、略螺旋の形状を有する内部管120の第2の区間124の回転の数 N は、略螺旋の形状を有する分配されたボンディング・ワイヤ200の回転の数と同じとすることも、それより多くまたはそれより少なくすることもできる（図2Cを参照されたい）。したがって、ボンディング・ワイヤ200の分配された部分の略螺旋の形状は、内部管120の第2の区間124の略螺旋の形状と異なり得る。

【0035】

キャピラリ・ツール100は、第2のボンド・パッド250bに近づくまで矢印B（図2B）の方向へ移動し続ける。図2Cに示されるように、次いで、キャピラリ・ツール100は、ボンディング・ワイヤ200の一部分を第2のボンド・パッド250bに接触させて配置するように、概して矢印Cの方向へ移動される。次いで、フリーエアボール210が第1のボンド・パッド250aに対して取り付けられたのと類似のやり方で、第2のボンド・パッド250bに対してボンディング・ワイヤ200を取り付けるために、キャピラリ・ツール100が、第2のボンド・パッド250bと接触しているボンディング・ワイヤ200の部分に対して熱、圧力、および／または超音波エネルギーを付与するように使用される。

【0036】

ボンディング・ワイヤ200が第1のボンド・パッド250aおよび第2のボンド・パッド250bに対して取り付けられた状態で、ボンディング・ワイヤ200が第2のボンド・パッド250bに対して取り付けられたまま、キャピラリ・ツール100が、ボンディング・ワイヤ200を、第2のボンド・パッド250bの近くで割るか、折るか、または破壊し、キャピラリ・ツール100が、別の対のボンド・パッド（図示せず）の間にボンディング・ワイヤ200を取り付けるために移動することができる。第1のボンド・パッド250aと第2のボンド・パッド250bとの間に取り付けられたボンディング・ワイヤ200の分配された部分は、相互接続300と称される。

【0037】

図2Cに図示されるように、相互接続300は、第1のボンド・パッド250aを第2のボンド・パッド250bに対して接続する。相互接続300が少なくとも部分的に導電材料で形成されているので、相互接続300は、第1のボンド・パッド250aを第2のボンド・パッド250bに対して電気的に結合する。ボンド・パッド250a、250bは、任意のタイプの集積回路（IC）および／または集積回路の任意の部分に対して電気的に結合され得、または一体化され得る。図示されるように、相互接続300は、可撓性かつ屈曲可能な略螺旋の形状を有する。相互接続300の略螺旋の形状により、ボンド・パッド250a、250b（およびそれぞれが取り付けられている電子回路）が、ボンド・パッド250a、250bのいずれかに対する相互接続300の取付けを破壊することなく、3次元空間において（たとえばX方向、Y方向、および／またはZ方向へ）互いに

対して移動され得る。すなわち、たとえば相互接続 300 はその X の軸に沿って伸張して長くなることができる。さらに、たとえば相互接続 300 はその X の軸に沿って圧縮されて縮むことができる。その上に、相互接続 300 はその Y 軸および Z 軸の周りに屈曲、屈伸することができる。

【0038】

上記で論じられたように、相互接続 300 の完全一回転の数は、キャピラリ・ツール 100 がボンド・パッド 250 a と 250 b との間で進んだ経路を含めて、上記で論じられたパラメータに関係する。相互接続 300 の回転または巻回の数、ボンド・パッド 250 a と 250 b との間の距離が増加するにつれて増加することになる。したがって、いくつかの実装形態では、相互接続 300 は、上記のパラメータに依拠して 2 以上の完全一回転またはカールを有することになる。いくつかの他の実装形態では、図 2 C に示されるように、相互接続 300 はおよそ 6 の完全一回転またはカールを有することになる。いくつかの他の実装形態では、相互接続 300 は 10 以上の完全一回転またはカールを有することになる。さらに、いくつかの他の実装形態では、相互接続 300 は 30 以上の完全一回転またはカールを有することになる。

10

【0039】

上記の実装形態は、たとえば螺旋形状など略非直線の形状を伴う内部管 120 の第 2 の区間 124 を有するキャピラリ・ツール 100 の使用を要するものであるが、そのようなキャピラリ・ツール 100 を使用する代わりに、1 対のボンド・パッドの間に可撓性かつ屈曲可能な相互接続を生成するために、そのような略螺旋形状の内部管を有しないキャピラリ・ツール 400 が、固定具（たとえば固定具 461、561）と組み合わせて使用され得る。

20

【0040】

図 3 A ~ 図 3 C を参照すると、1 対のボンド・パッド 250 a と 250 b との間にボンディング・ワイヤ 200 を供給し、屈曲させ、かつ取り付けののに使用されるキャピラリ・ツール 400 が示されており、本明細書で説明される類似の構成要素には類似の参照番号が使用されている。キャピラリ・ツール 400 は、本体 110、加熱要素 150、および超音波トランスデューサ 160 と同一または類似の本体 410、加熱要素 450、および任意選択の超音波トランスデューサ 460 を含んでいるという点でキャピラリ・ツール 100 に類似である。しかしながら、キャピラリ・ツール 400 も含む内部管 420 には、キャピラリ・ツール 100 の内部管 120 のような、略螺旋の形状を有する第 2 の区間がない。むしろ、キャピラリ・ツール 400 が含む内部管 420 は、本体 410 の第 1 の表面 412 から本体 410 の第 2 の表面 414 まで、略真っ直ぐな形状または直線の形状を有する。

30

【0041】

図 3 A ~ 図 3 C に示されるボンディングパッド 250 a と 250 b との間に可撓性で屈曲可能な相互接続をもたらすために、キャピラリ・ツール 100 に関連して上記で説明されたのと同じやり方または類似のやり方で、第 1 のボンド・パッド 250 a に対してボンディング・ワイヤ 200 を取り付けののに、キャピラリ・ツール 400 が使用される。詳細には、キャピラリ・ツール 400 が熱、圧力、および超音波エネルギーを付与しながら矢印 D の方向へ移動するにつれて、フリーエアボール 210 が形成されて、第 1 のボンド・パッド 250 a に対して取り付けられる。

40

【0042】

ボンディング・ワイヤ 200 が第 1 のボンド・パッド 250 a に対して取り付けられた状態（図 3 A）で、キャピラリ・ツール 400 が、略蛇行状の経路などの略非直線の経路にて、多数の固定具 461 の支柱 465 まわりで移動する（たとえば図 3 B の矢印 E）。固定具 461 の支柱 465 は、支柱 465 が互いに対して固定された既知の位置に配置されるように、共通のベース・プレート 462 に対して取り付けられている。さらに、固定具 461 は、1 対のボンド・パッド 250 a、250 b、およびキャピラリ・ツール 400 に対して既知の相対的な配向および位置で配置されている。そのため、いくつかの実装

50

形態によれば、キャピラリ・ツール 400 は、事前にプログラムされた蛇行経路に沿って柱 465 まわりで移動し、反復可能な相互接続をもたらすことができる。

【0043】

キャピラリ・ツール 400 が略蛇行状の経路にて移動すると、ボンディング・ワイヤ 200 が、キャピラリ・ツール 400 の第 2 の表面 414 において、キャピラリ・ツール 400 の内部管 420 を通って先端から分配される。キャピラリ・ツール 400 が支柱 465 まわりで移動すると、ボンディング・ワイヤ 200 は支柱 465 と係合し、そのまわりで屈曲/変形する。ボンディング・ワイヤ 200 を加熱するために加熱要素 450 が使用され得、それにより、ボンディング・ワイヤ 200 が支柱 465 まわりに分配されるとき、支柱まわりで屈曲し、かつ/または変形することを、分配されるボンディング・ワイヤ 200 の温度が支援する。

10

【0044】

キャピラリ・ツール 400 は、略蛇行状の経路(図 3B)にて、第 2 のボンド・パッド 250b に近づくまで移動し続ける。図 3C に示されるように、次いでキャピラリ・ツール 400 は概して矢印 F の方向へ移動され、ボンディング・ワイヤ 200 の一部分を第 2 のボンド・パッド 250b に接触させて配置する。次いで、キャピラリ・ツール 400 は、第 2 のボンド・パッド 250b に対してボンディング・ワイヤ 200 を取り付けのために、第 2 のボンド・パッド 250b と接触しているボンディング・ワイヤ 200 の部分に対して熱、圧力、および/または超音波エネルギーを加えるように使用される。

20

【0045】

第 1 のボンド・パッド 250a および第 2 のボンド・パッド 250b に対してボンディング・ワイヤ 200 が取り付けられた状態で、図 2C に関連して説明されたのと同様に、キャピラリ・ツール 400 が、ボンディング・ワイヤ 200 を、第 2 のボンド・パッド 250b の近くで割るか、折るか、または破壊することができる。そのため、キャピラリ・ツール 400 は、固定具 461 または類似の固定具を使用して、反復可能なやり方で、別の 1 対のボンド・パッド(図示せず)の間にボンディング・ワイヤ 200 を取り付けのように、自由に移動することができる。すなわち、ボンディング・ワイヤ 200 が第 2 のボンド・パッド 250b に対して取り付けられた後、固定具が取り除かれ得、それによって支柱 465 からボンディング・ワイヤ 200 を取り外す。一旦固定具が取り除かれると、ボンディング・ワイヤ 200 は、一つにはボンディング・ワイヤ 200 がある程度の記憶を有するために、その略蛇行形状を維持する。図 3C に示されるように、第 1 のボンド・パッド 250a と第 2 のボンド・パッド 250b との間に取り付けられたボンディング・ワイヤ 200 の分配された部分は、相互接続 500 と称される。

30

【0046】

次に図 4A ~ 図 4D を参照すると、固定具 561 を使用して 1 対のボンド・パッド 250a と 250b との間にボンディング・ワイヤ 200 を供給し、屈曲させ、かつ取り付けるのに使用されるキャピラリ・ツール 400 が示されており、本明細書で説明される類似の構成要素には類似の参照番号が使用されている。キャピラリ・ツール 400 は、図 3A ~ 図 3C に関連して説明されたのと同様に使用されるが、キャピラリ・ツール 400 は、略蛇行状の経路にて移動されるのではなく、固定具 561 のベース・プレート 562 に取り付けられた単一の支柱 565 まわりで少なくとも 1 回移動されて、単一の支柱 565 まわりにボンディング・ワイヤ 200 の 1 または複数の巻回を生成する。

40

【0047】

詳細には、図 4A を参照して、キャピラリ・ツール 400 が熱、圧力、および/または超音波エネルギーを付与しながら矢印 G の方向へ移動するにつれて、フリーエアボール 210 が形成されて、第 1 のボンド・パッド 250a に対して取り付けられる。

【0048】

第 1 のボンド・パッド 250a に対してボンディング・ワイヤ 200 が取り付けられた状態(図 4A)で、キャピラリ・ツール 400 は、固定具 561 の支柱 565 まわりで矢印 H(図 4B)の方向に少なくとも 1 回移動して、支柱 565 まわりにボンディング・ワ

50

ワイヤ 200 の 1 または複数の巻回を生成する。固定具 561 は、1 対のボンド・パッド 250 a, 250 b、およびキャピラリ・ツール 400 に対して既知の相対配向および位置で配置されている。そのため、いくつかの実装形態によれば、キャピラリ・ツール 400 は、事前にプログラムされた経路に沿って支柱 565 まわりで移動し、概して反復可能な相互接続をもたらすことができる。

【0049】

キャピラリ・ツール 400 が支柱 565 まわりで移動すると、ボンディング・ワイヤ 200 が、キャピラリ・ツール 400 の内部管 420 を通り、キャピラリ・ツール 400 の第 2 の表面 414 の先端から分配される。キャピラリ・ツール 400 が支柱 565 まわりで移動すると、ボンディング・ワイヤ 200 は、支柱 565 と係合しそのまわりで屈曲/変形する。キャピラリ・ツール 400 の加熱要素 450 がボンディング・ワイヤ 200 を加熱し、それによりボンディング・ワイヤ 200 が支柱 565 まわりに分配されるとき支柱まわりで屈曲し、かつ/または変形するのを、分配されるボンディング・ワイヤ 200 の温度が支援する。

【0050】

キャピラリ・ツール 400 は、ボンディング・ワイヤ 200 の所望数の巻回が作製されるまで、支柱 565 まわりで概して矢印 H (図 4 B) の方向へ移動し続ける。所望数のコイルが作製された後に固定具 561 が取り除かれ、それによって支柱 565 からボンディング・ワイヤ 200 を取り外す。一旦固定具 561 が取り除かれると、ボンディング・ワイヤ 200 は、一つにはボンディング・ワイヤ 200 がある程度の記憶力を有するために、その略巻回された形状を維持する。本開示のいくつかの実装形態では、キャピラリ・ツール 400 は支柱 565 まわりで単一のほぼ水平な平面にて、矢印 H の方向に移動し、それによりボンディング・ワイヤ 200 の追加される巻回が、以前の巻回よりもわずかに大きい直径となるように形成されることも可能である。あるいは、キャピラリ・ツール 400 は、ボンディング・ワイヤ 200 のそれぞれの追加される巻回が、以前の巻回とほぼ同一の直径を伴って、支柱 565 に沿ってわずかに上昇して形成されるように、支柱 565 まわりでほぼ水平な平面にて、矢印 H の方向に複数回移動し、することができる。

【0051】

固定具 561 が不在状態で、キャピラリ・ツール 400 は、第 2 のボンド・パッド 250 b に向かって、矢印 I の方向へ概して移動される。キャピラリ・ツールが矢印 I の方向に移動されるとき、巻回したボンディング・ワイヤ 200 は、図 4 D に示されるように伸張し始め、略巻回された形状または螺旋形状で整列する。さらに図 4 D に示されるように、キャピラリ・ツール 400 は、概して矢印 J の方向へ移動され、ボンディング・ワイヤ 200 の一部分を第 2 のボンド・パッド 250 b に接触させて配置する。次いで、キャピラリ・ツール 400 は、第 2 のボンド・パッド 250 b に対してボンディング・ワイヤ 200 を取り付けのために、第 2 のボンド・パッド 250 b と接触しているボンディング・ワイヤ 200 の部分に対して熱、圧力、および/または超音波エネルギーを付与するように使用される。

【0052】

第 1 のボンド・パッド 250 a および第 2 のボンド・パッド 250 b に対してボンディング・ワイヤ 200 が取り付けられた状態で、図 2 C に関連して説明されたのと同様に、キャピラリ・ツール 400 が、ボンディング・ワイヤ 200 を、第 2 のボンド・パッド 250 b の近くで割るか、折るか、または破壊することができる。そのため、キャピラリ・ツール 400 は、固定具 561 または類似の固定具を使用して、概して反復可能なやり方で、別の 1 対のボンド・パッド (図示せず) の間にボンディング・ワイヤ 200 を取り付けのように、自由に移動することができる。図 4 D に示されるように、第 1 のボンド・パッド 250 a と第 2 のボンド・パッド 250 b との間に取り付けられたボンディング・ワイヤ 200 の分配された部分は、相互接続 600 と称される。

【0053】

次に図 5 A ~ 図 5 C を参照すると、固定具 661 (図 5 B) を使用して 1 対のボンド・

10

20

30

40

50

パッド 250 a と 250 b との間にボンディング・ワイヤ 200 を供給し、かつ取り付け
るのに使用されるキャピラリ・ツール 400 が示されており、本明細書で説明される類似
の構成要素には類似の参照番号が使用されている。キャピラリ・ツール 400 は、図 3 A
～図 3 C に関連して説明されたのと同様に使用されるが、キャピラリ・ツール 400 は、
略蛇行状の経路にて固定具（たとえば固定具 461, 561）の支柱まわりで移動される
のではなく、第 1 のボンド・パッド 250 a から第 2 のボンド・パッド 250 b まで矢印
M（図 5 B）の方向に略円弧形の経路にて移動され、それによって、その間に長さ L_i お
よび最大高さ H_{i_max} を有する一時的相互接続 700 a（図 5 B に示されている）を
形成する。一時的相互接続 700 a が、固定具 661 によって、異なる形状を有するよう
に変更されて相互接続 700 b（図 5 C）を形成するので、「一時的」という用語によっ
て、一時的相互接続 700 a が相互接続の最終形態とは見なされないことが意味される。

10

【0054】

詳細には図 5 A を参照して、キャピラリ・ツール 400 が熱、圧力、および/または超
音波エネルギーを付与しながら矢印 K の方向へ移動すると、フリーエアボール 210 が形
成され、第 1 のボンド・パッド 250 a に対して取り付けられる。第 1 のボンド・パッド
250 a に対してボンディング・ワイヤ 200 が取り付けられた状態（図 5 A）で、キャ
ピラリ・ツール 400 が、略円弧形の経路にて矢印 M（図 5 B）の方向へ移動されて、長
さ L_i および最大高さ H_{i_max} を有する一時的相互接続 700 a を生成する。キャピ
ラリ・ツール 400 がボンド・パッド 250 a とボンド・パッド 250 b との間で移動す
ると、ボンディング・ワイヤ 200 が、キャピラリ・ツール 400 の内部管 420 を通り
、キャピラリ・ツール 400 の第 2 の表面 414 の先端から分配される。さらに、図 5 B
に示されるように、キャピラリ・ツール 400 は概して矢印 N の方向へ移動され、ボンデ
ィング・ワイヤ 200 の一部分を第 2 のボンド・パッド 250 b に接触させて配置する。
次いで、キャピラリ・ツール 400 は、第 2 のボンド・パッド 250 b に対してボンディ
ィング・ワイヤ 200 を取り付けのために、第 2 のボンド・パッド 250 b と接触している
ボンディング・ワイヤ 200 の部分に対して熱、圧力、および/または超音波エネルギー
を付与するように使用される。

20

【0055】

第 1 のボンド・パッド 250 a および第 2 のボンド・パッド 250 b に対してボンディ
ィング・ワイヤ 200 が取り付けられた状態で、図 2 C に関連して説明されたのと同様に、
キャピラリ・ツール 400 が、ボンディング・ワイヤ 200 を第 2 のボンド・パッド 25
0 b の近くで割るか、折るか、または破壊することができる。そのため、キャピラリ・ツ
ール 400 は、固定具 661 または類似の固定具を使用して、概して反復可能なやり方で
、別の 1 対のボンド・パッド（図示せず）の間にボンディング・ワイヤ 200 を取り付け
るように、自由に移動することができる。

30

【0056】

ボンディング・ワイヤ 200 が割られるか、折られるか、もしくは破壊された後に、ま
たはそのような作用に先立って、図 5 C に示されるように、ボンディング・ワイヤ 200
を略蛇行形状または略ジグザグ形状へと曲げるのに固定具 661 が使用される。詳細には
、図 5 B に示されるように、固定具 661 は第 1 の屈曲部材 661 a および第 2 の屈曲部
材 661 b を含む。第 1 の屈曲部材 661 a は、ベース 662 a に結合された複数の支柱
またはフィンガ 665 a を含む。同様に、第 2 の屈曲部材 661 b は、ベース 662 b に
結合された複数の支柱またはフィンガ 665 b を含む。

40

【0057】

ボンド・パッド 250 a とボンド・パッド 250 b（図 5 A）との間にトレースされた
ボンド・ワイヤ 200 を、略蛇行形状（図 5 C に示されている）を有するように変更す
るために、第 1 の屈曲部材 661 a と第 2 の屈曲部材 661 b とが、それぞれ矢印 O およ
び Q の方向へ互いに向かって移動される。詳細には、第 1 の屈曲部材 661 a と第 2 の屈
曲部材 661 b とは、図 5 B に最もよく示されるようにフィンガ 665 a と 665 b とが互
い違いになるように、互いからオフセットされている。したがって、第 1 の屈曲部材 66

50

1 a と第 2 の屈曲部材 6 6 1 b とが互いに締め付けられたとき、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 がフィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b との間で押し付けられて、図 5 C に示される略蛇行形状へと屈曲される。

【0058】

屈曲部材 6 6 1 a , 6 6 1 b の各々が 3 つのフィンガ 6 6 5 a , 6 6 5 b を含むように図示されているが、屈曲部材 6 6 1 a , 6 6 1 b の各々が任意の数のフィンガ 6 6 5 a , 6 6 5 b を含むことができる。たとえば屈曲部材 6 6 1 a , 6 6 1 b の各々が、2 つのフィンガ、4 つフィンガ、5 つのフィンガ、10 のフィンガなどを含むことができる。加えて、フィンガ 6 6 5 a , 6 6 5 b の各々の間の距離は、たとえば相互接続 7 0 0 b の形成される蛇行形状のピッチを制御するように変更され得る。フィンガ 6 6 5 a , 6 6 5 b の各々の間の間隔は、たとえばフィンガ 6 6 5 a , 6 6 5 b とベース 6 6 2 a , 6 6 2 b との間の摺動機構などの機構（図示せず）を使用して調節され得る。詳細には、たとえばフィンガの各々が、ベース 6 6 2 a , 6 6 2 b に対して（たとえばベースの長手軸に沿って）摺動自在に係合し、所定の位置に（たとえば締め付けねじなどを使用して）ロック可能であり得る。そのような代替の実装形態では、フィンガは、さねはぎ継ぎのやり方で、または任意の他の機械的機構を使用して、ベースと摺動自在に係合することができる。フィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b との間のそのような間隔調節は、屈曲部材 6 6 1 a と 6 6 1 b とが互いに締め付けられる前、締め付けられている間、および / または締め付けられた後に起こり得ることが企図されている。すなわち、いくつかの実装形態では、フィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b との間の間隔が設定され、次いで屈曲部材 6 6 1 a と 6 6 1 b とが互いに締め付けられる。いくつかの他の実装形態では、フィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b との間に第 1 の間隔があり、次いで屈曲部材 6 6 1 a と 6 6 1 b とが互いに締め付けられ、次いでフィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b とが、第 1 の間隔とは異なる第 2 の間隔を得るように移動され / 調節され、次いで屈曲部材 6 6 1 a と 6 6 1 b とが締め付けを解除される / 分離される。様々な相互接続の形状を形成するために、フィンガ 6 6 5 a と 6 6 5 b との間の間隔を調節し、締め付ける / 締め付けを解除する様々な他の方法 / 方式が企図される。

【0059】

図示されるように、相互接続 7 0 0 b（図 5 C）は概して X - Z 平面にあるが、相互接続 7 0 0 は任意の平面においてトレースされ得る（たとえば第 1 のボンド・パッド 2 5 0 a と第 2 のボンド・パッド 2 5 0 b との間に接続される）。たとえば、いくつかの実装形態では、相互接続 7 0 0 b は X - Y 平面に配置され得る。そのような代替形態では、それに応じて、固定具 6 6 1 の配置は、対応してボンディング・ワイヤ 2 0 0 を捕捉し、かつ屈曲するために、異なる平面において移動するように変更される。

【0060】

本開示の全体にわたって説明されるボンディング・ワイヤ 2 0 0 は、1 つまたは複数の導電材料を含み得る。いくつかの実装形態では、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 は、たとえばアルミニウム、ステンレス鋼、遷移金属、金属合金（カーボン、銅、銀、金、白金、亜鉛、ニッケル、チタン、クロム、もしくはパラジウムを有する合金を含む）、半導体含有導電材料（シリコン含有導電材料、インジウムスズ酸化物または他の透明な導電性酸化物を含む）、または III 族 ~ IV 族の導電体（ガリウム砒素を含む）、あるいはそれらの任意の組合せなどの導電材料を含む。

【0061】

いくつかの他の実装形態では、導電材料は、たとえばポリイミド、ポリエチレン・テレフタレート（PET）、シリコン、またはポリウレタンなどのポリマーまたはポリマー材料、プラスチック、エラストマー、熱可塑性エラストマー、弾性プラスチック、サーモスタット、熱可塑性プラスチック、アクリレート、アセタール・ポリマー、生分解性ポリマー、セルロース系ポリマー、フルオロポリマー、ナイロン、ポリアクリロニトリル・ポリマー、ポリアミドイミド・ポリマー、ポリアリレート、ポリベンズイミダゾール、ポリブチレン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリエーテルイミド、ポリエチレン、ポリエチレン共重合体および変性ポリエチレン、ポリケトン、ポリメチル・メタクリレート、

ポリメチルペンテン、ポリフェニレン・オキシドおよび硫化ポリフェニレン、ポリフタルアミド、ポリプロピレン、ポリウレタン、スチレン系樹脂、スルホン系樹脂、ビニル系樹脂、またはそれらの任意の組合せなどの１つまたは複数の電氣的絶縁材料でコーティングされている。

【 0 0 6 2 】

いくつかの実装形態では、本開示のキャピラリ・ツール 1 0 0 , 4 0 0 および / または本開示の固定具 4 6 1 , 5 6 1 , 6 6 1 のうち１つもしくは複数、および / または別のデバイスは、相互接続の凝固および / または相互接続の形状（たとえば、略蛇行形状、略螺旋の形状など）の維持を支援するために、相互接続 3 0 0 , 5 0 0 , 6 0 0 , 7 0 0 b など（たとえば導電材料製のボンディング・ワイヤ 2 0 0 から形成されたもの）を封入する特定の材料（たとえば本明細書で説明された電氣的絶縁材料のうち１つまたは複数）を分配する分配部品を含む。いくつかの実装形態では、分配される封入材料は電氣的絶縁性であり得、シリコン、ポリウレタン、および / または低密度ポリエステルなどのポリマーであり得る。いくつかの実装形態では、分配される封入材料のヤング率は、約 0 . 1 k P a までの範囲、約 1 0 k P a までの範囲、約 0 . 1 M P a までの範囲、約 1 0 M P a までの範囲などにあり得る。

10

【 0 0 6 3 】

いくつかの実装形態では、電氣的絶縁材料は、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 を、たとえば 3 . 3 ボルト、6 . 7 ボルトなどの供給電圧まで電氣的に絶縁する。

本明細書で説明される、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 から形成された相互接続 3 0 0 , 5 0 0 , 6 0 0 は、前述の導電材料および / または電氣的絶縁材料から作製され得る。相互接続 3 0 0 , 5 0 0 , 6 0 0 を形成するのに使用される材料にかかわらず、いくつかの実装形態によれば、相互接続 3 0 0 , 5 0 0 , 6 0 0 の各々が、たとえば約 0 . 1 μ m、約 0 . 3 μ m、約 0 . 5 μ m、約 0 . 8 μ m、約 1 μ m、約 1 . 5 μ m、約 2 μ m、約 5 μ m、約 9 μ m、約 1 2 μ m、約 2 5 μ m、約 5 0 μ m、約 7 5 μ m、約 1 0 0 μ m、または任意の他の厚さを含む約 0 . 1 μ m から約 1 0 0 μ m までの厚さを有することができる。

20

【 0 0 6 4 】

本明細書で説明されたように、加熱要素 1 5 0 , 4 5 0 はボンディング・ワイヤ 2 0 0 を加熱するのに使用される。いくつかの実装形態によれば、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 を加熱すると、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 は、そのガラス転移温度 (T g) よりも高い温度に加熱されたとき、溶融ガラスのような状態に変化する。本開示のキャピラリ・ツール 1 0 0 , 4 0 0 は、何らかの「整形の動き」をするのに先立って、加熱要素 1 5 0 , 4 5 0 とともに、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 をそのガラス転移温度 (T g) よりも高い温度に加熱するように働く。たとえば、図 3 A ~ 図 3 C の支柱 4 6 5 の各々のまわりにボンディング・ワイヤ 2 0 0 を分配するのに先立って、加熱要素 4 5 0 がボンディング・ワイヤ 2 0 0 を、そのガラス転移温度 (T g) よりも高い温度に加熱する。次いで、キャピラリ・ツール 4 0 0 が、支柱 4 6 5 まわりで「整形の動き」を行う。次いで、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 がそのガラス転移温度 (T g) 未満に冷えた後に、ボンディング・ワイヤ 2 0 0 の材料が固体状態へと移行し、またその形状を記憶していることにより、ボンディング・ワイヤに、前述のある程度の記憶を付与する。

30

40

【 0 0 6 5 】

内部管 1 2 0 は、略真っすぐな形状または直線の形状を有する第 1 の区間 1 2 2、および略螺旋の形状または巻回された形状を有する第 2 の区間 1 2 4 を含むように、本明細書で説明され図示されているが、第 2 の区間 1 2 4 は、多数の形状のうちの１つまたは複数を含むことができる。たとえばいくつかの実装形態では、第 2 の区間 1 2 4 は、任意の非直線の形状（たとえば巻回した形状、螺旋形状、湾曲した形状、屈曲した形状、ジグザグの形状、蛇行した形状など）を有することができる。いくつかの実装形態では、第 2 の区間 1 2 4 は略螺旋の形状を有し、回転または巻回は本体 1 1 0 の中心軸からオフセットされている。

50

【0066】

次に図6を参照すると、前述の工程および／またはプロセスのうち1つまたは複数を使用して作製され、かつ／または形成された可撓性集積回路800は、可撓性基板810、第1の電子部品820a、第2の電子部品820b、および相互接続830を含むものとして示されている。可撓性基板810は、たとえば布地シート、ゴム・シート、可撓性プラスチック・シート、可撓性シリコン・シートなど、その上に電子部品を受け入れるのに適切な任意の既知の可撓性材料で作製され得る。

【0067】

第1の電子部品820aおよび第2の電子部品820bの各々が、たとえば集積回路、プロセッサ、コントローラ、メモリ・デバイス（たとえばEPROMなど）、チップなどの任意の電子部品であり得る。第1の電子部品820aが含む第1のボンド・パッド250aは、本明細書で説明された第1のボンド・パッド250aと同一または類似のものである。同様に、第2の電子部品820bが含む第2のボンド・パッド250bは、本明細書で説明された第2のボンド・パッド250bと同一または類似のものである。

【0068】

相互接続830は、本明細書で説明された、たとえば相互接続300, 500, 600, 700bなどの相互接続のうち任意のものと同一または類似である。加えて、相互接続830は、本明細書で説明された工程および／またはプロセスのうちの任意のものを使用して形成かつ／または作製され得る。たとえば相互接続830は、図2A～図2Cを参照して説明されたプロセス、図3A～図3Cを参照して説明されたプロセス、図4A～図4Dを参照して説明されたプロセス、図5A～図5Cを参照して説明されたプロセス、またはそれらの任意の組合せを使用して作製され得る。

【0069】

各電気部品820a, 820bが、それぞれ単一のボンド・パッド250a, 250bを有するものとして示されているが、本開示は、各電気部品820a, 820bごとに、複数のボンド・パッドと、それらを接続する複数の相互接続830とを企図するものである。

【0070】

本開示は、1対のボンド・パッドを電氣的に接続するためのボンディング・ワイヤを生成する工程を参照しながら全体的に説明されてきたが、本開示は、様々な形状のアンテナおよび／またはコイル（たとえばRFIDコイル）へのボンディング・ワイヤを形成するのに、先に説明された技術および／またはプロセスを使用することを企図するものである。たとえば、従前のRFIDコイルおよび／またはアンテナは、一般的には金属層（たとえば銅層）によって挟まれたポリマー層を積層して作製された可撓性基板から一般的に生産される。一般に使用される積層物は、2つの銅層によって挟まれたポリイミドの層から成るものである。従前のアンテナおよび／またはRFIDコイルは、アンテナおよび／またはRFIDコイルをそこから生産するための1組の可撓性プリント回路基板を必要とするものであった。そのようなプロセスは、一般的には、リソグラフィ、エッチング、および／またはめっきなどを要するサブトラクティブ法（たとえば材料の取外し）を要するものであった。

【0071】

そのような従前のアンテナ形成の方法の代わりに、本開示は、前述のキャピラリ・ツールを使用してアンテナおよび／またはコイルを形成する方法を提供するものである。すなわち、RFIDコイルおよび／またはアンテナは、ボンディング・ワイヤを、コイルおよびアンテナのための巻回／トレースとして働くアンテナ／コイル・パターンに形成することにより、直接的かつ付加的な生産プロセスを使用して作製／形成される。ボンディング・ワイヤは、基板（たとえば可撓性かつ／または伸張可能な皮膚接着剤層）上に（たとえばキャピラリ・ツールを使用して）直接配置し、具体的なコイル／アンテナの設計に従う。ボンディング・ワイヤは、リジッド基板（たとえばFR4、ポリイミド、ポリエステル、および／またはPET）上ばかりでなく、伸張可能かつ／または可撓性の基板（たと

ばシリコン、ポリウレタン、アクリル樹脂、P D M S など) 上にも設置され得る。そのようなプロセスの付加利益は、従前のサブトラクティブ法を排除することによるコイルおよびアンテナの生産の総原価が低下することである。

【0072】

図7および図8を全体的に参照すると、本開示のキャピラリ・ツールを使用して作製/トレースされ得る、例示的パターンのアンテナおよび/またはコイルが示されている。様々な他のパターン(たとえば円形、三角形、長方形、楕円形など)も考慮し得る。次に図7を参照すると、前述の工程および/またはプロセスのうち1つまたは複数を使用して作製かつ/または形成された可撓性集積回路900は、可撓性基板910およびコイル930(たとえばアンテナ)を含むものとして示されている。可撓性基板910は、たとえば可撓性かつ/または伸張可能な皮膚接着剤層、布地シート、ゴム・シート、可撓性プラスチック・シート、可撓性シリコン・シートなどの、その上に電子部品および/またはコイル930を受け入れるのに適切な任意の既知の可撓性材料で作製され得る。コイル930は略クローバ形であって、6つの巻回部を有するが、任意の巻回数(たとえば1巻回、2巻回、5巻回、10巻回、100巻回など)が企図される。加えて、コイル930は、トレースの巻回の各々の間に特定の間隔を伴って特定の厚さを有するトレースで形成されているものとして示されているが、様々な他の厚さおよび間隔が可能である。

10

【0073】

次に図8を参照すると、前述の工程および/またはプロセスのうち1つまたは複数を使用して作製かつ/または形成された可撓性集積回路1000は、可撓性基板1010、1つまたは複数の集積回路1020、およびコイル1030(たとえばアンテナ)を含むものとして示されている。可撓性基板1010は、たとえば可撓性かつ/または伸張可能な皮膚接着剤層、布地シート、ゴム・シート、可撓性プラスチック・シート、可撓性シリコン・シートなどの、その上に1つまたは複数の集積回路1020および/またはコイル1030を受け入れるのに適切な任意の既知の可撓性材料で作製され得る。コイル1030は、押圧されたような略長方形の形状(たとえば長方形の長辺が内側へ押圧された略長方形の形状)であって4回の巻回を有するが、任意の巻回数(たとえば、1巻回、2巻回、5巻回、10巻回、100巻回など)が企図される。加えて、コイル1030は、トレースの巻回の各々の間に特定の間隔を伴って特定の厚さを有するトレースで形成されているものとして示されているが、様々な他の厚さおよび間隔(たとえば、その間に127マイクロメートル(5ミル)の間隔を有する635マイクロメートル(25ミル)のトレース、その間に127マイクロメートル(5ミル)の間隔を有する304.8マイクロメートル(12ミル)のトレース、その間に127マイクロメートル(5ミル)の間隔を有する127マイクロメートル(5ミル)のトレースなど)が可能である。

20

30

【0074】

本開示が1つまたは複数の特定の実装形態を参照しながら説明されてきたが、それに対して、本開示の主旨および範囲から逸脱することなく多くの変更がなされ得ることを当業者なら理解するであろう。これらの実装形態およびそれらの明白な変形形態の各々は、以下の特許請求の範囲で説明される本開示の主旨および範囲の中に入るように企図されている。本開示の態様によるさらなる実装形態が、たとえば開示された実装形態のうち第1ものに対して1つまたは複数の他の実装形態から1つまたは複数の要素を付加すること、および/または実装形態のうち第1ものから1つまたは複数の要素を除くことにより、本明細書で説明された任意の1つまたは複数の実装形態からの任意の数の機能を組み合わせ得ることも企図されている。

40

【図 1 A】

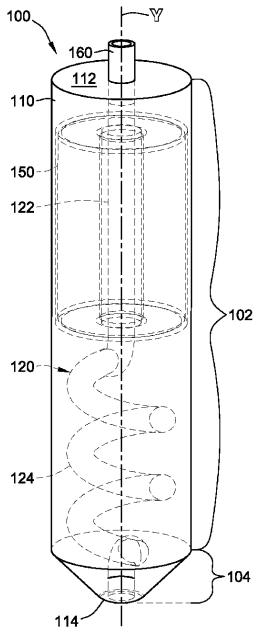


FIG. 1A

【図 1 B】

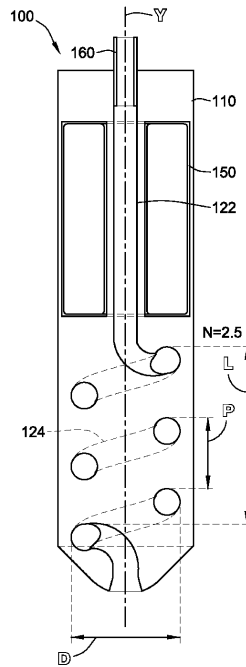


FIG. 1B

【図 1 C】

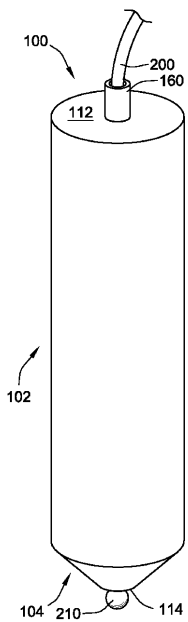


FIG. 1C

【図 1 D】

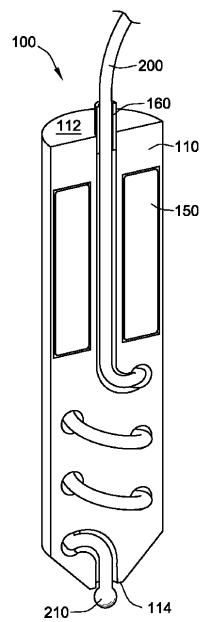


FIG. 1D

【図 2 A】

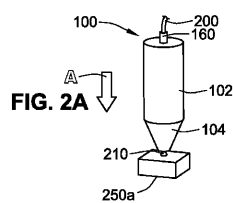


FIG. 2A



【図 2 B】

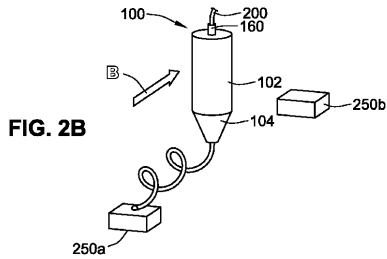


FIG. 2B

【図 2 C】

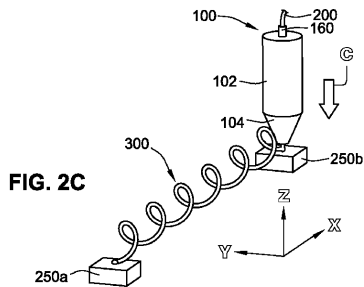


FIG. 2C

【図 3 A】

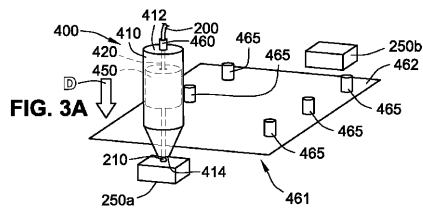


FIG. 3A

【図 4 B】

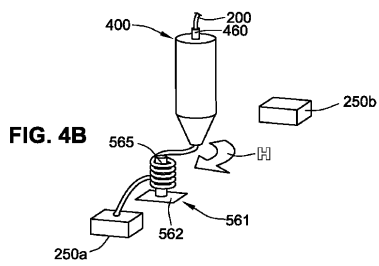


FIG. 4B

【図 4 C】

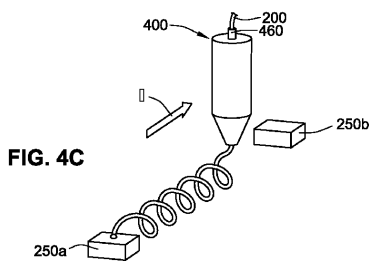


FIG. 4C

【図 3 B】

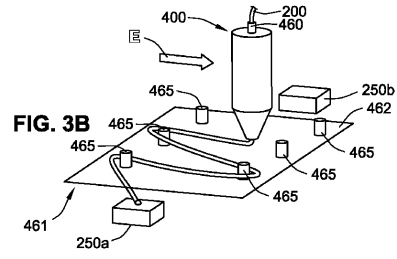


FIG. 3B

【図 3 C】

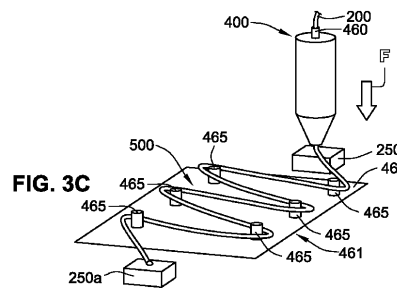


FIG. 3C

【図 4 A】

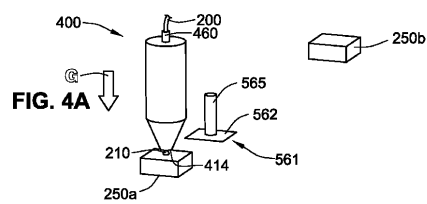


FIG. 4A

【図 4 D】

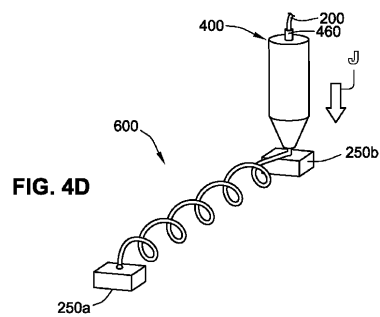


FIG. 4D

【図 5 A】

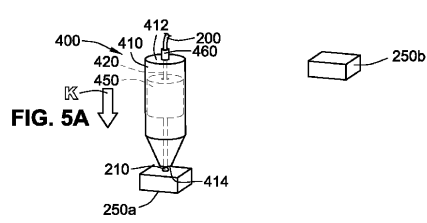
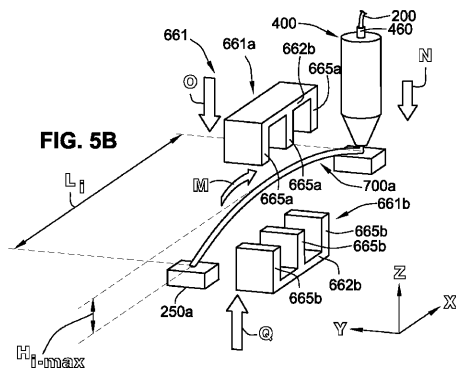
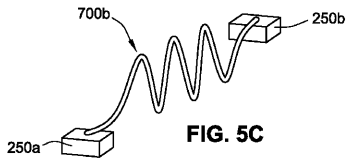


FIG. 5A

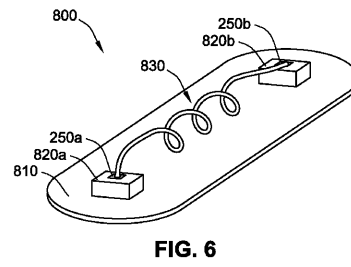
【 図 5 B 】



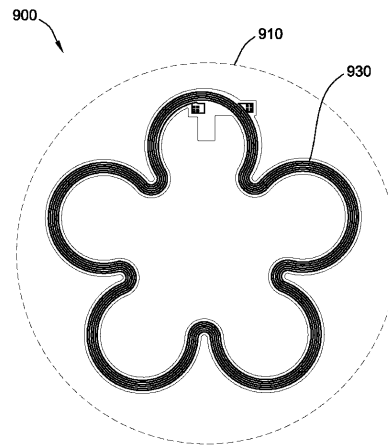
【 図 5 C 】



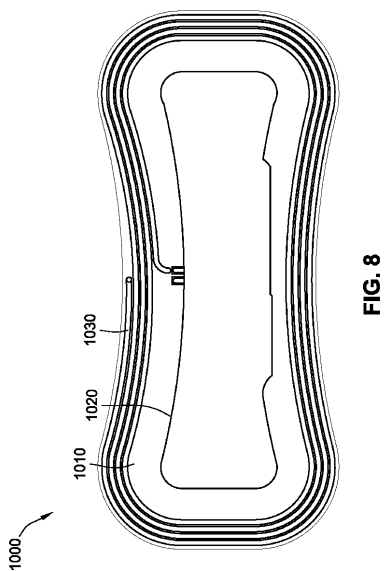
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 15/51210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - H01L 23/49 (2015.01) CPC - H01L 2224/48092 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) CPC: H01L 2224/48092 IPC(8): H01L 23/49 (2015.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched CPC: H01L24/78 H01L2224/78301 H01L2224/78306 H01L2224/7825 H01L24/48 H01L2224/481 H01L2224/8517 H01L2224/85169 H01L2224/484 H01L2224/4845 H01L24/85 H01L2224/4809; continued in extra sheet		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatBase, Google (Patent, Web, Scholar); terms used: bonding wire tool capillary spiral helical coil shaped inner tube channel conduit pipe bore orifice duct air ball heating element revolution pitch first second varying		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2005/0285262 A1 (KNAPP et al.) 29 December 2005 (29.12.2005), entire document, especially FIG. 6; para [0039]	1-18, 29
Y	US 3,838,240 A (SCHELHORN) 24 September 1974 (24.09.1974), entire document, especially FIG. 1; col. 1, ln. 63-65, col. 2, ln. 56-57	1-11
Y	BALL BONDING. Article [online]. Wikipedia, 15 June 2011 [retrieved on 15-11-2015]. Retrieved from the Internet: <URL: https://web.archive.org/web/20110615221003/http://en.wikipedia.org/wiki/Ball_bonding >., entire document, especially para 1, 4, 5, 6	12-18, 29
A	US 8,618,656 B2 (OH et al.) 31 December 2013 (31.12.2013), entire document	1-18, 29
A	US 7,815,095 B2 (FUJISAWA et al.) 19 October 2010 (19.10.2010), entire document	1-18, 29
A	US 2013/0328219 A1 (CHAU et al.) 12 December 2013 (12.12.2013), entire document	1-18, 29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 16 November 2015 (16.11.2015)		Date of mailing of the international search report 01 MAR 2016
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lea W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 15/51210

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:
See extra sheet

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 additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
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.:
1-18, 29

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 15/51210

-Continuation of first sheet (3) - Box III - Observations where unity of invention is lacking.-

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I: Claims 1-18, and 29 directed to a capillary tool having an internal tube with a helical shape.

Group II: Claims 19-28, and 30-39 directed to a method for attaching a bonding wire using a fixture post.

The inventions listed as Groups I-II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

SPECIAL TECHNICAL FEATURES

The invention of Group I includes the special technical feature of an internal tube having a portion with a generally helical shape that includes at least a portion of one complete revolution about a central axis of the capillary tool, not required by the claims of Group II.

The invention of Group II includes the special technical feature of a post of a fixture, not required by the claims of Group I.

COMMON TECHNICAL FEATURES

Groups I-II share the common technical features of a capillary tool. However, this shared technical feature does not represent a contribution over prior art as being anticipated by US 7,597,231 B2 to Castaneda, which discloses a capillary tool (FIG. 1; 10, bonding tool).

As the common technical features were known in the art at the time of the invention, these cannot be considered special technical features that would otherwise unify the groups.

Therefore, Groups I-II lack unity under PCT Rule 13 because they do not share a same or corresponding special technical feature.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 15/51210

-Second sheet - Box B - Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched.-

IPC(8): H01L 21/44 H01L 23/48 H01L 23/58 H01L 23/52 (2015.01); USPC: 257/E23.01 257/734 257/786 257/E23.023 257/E23.024

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ガーロック、デービッド ジー .

アメリカ合衆国 03038 ニューハンプシャー州 デリー バラード ロード 38

(72)発明者 リー、シア

アメリカ合衆国 01880 マサチューセッツ州 ウェークフィールド ミドルセックス ストリート 11

(72)発明者 ゲプタ、サンジェイ

アメリカ合衆国 01730 マサチューセッツ州 ベドフォード ロビンソン ドライブ 50

(72)発明者 ダラル、ミトゥル

アメリカ合衆国 01560 マサチューセッツ州 サウス グラフトン アスペン アベニュー 16

Fターム(参考) 5F044 BB14