

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-150294

(P2005-150294A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 21/60F I
H01L 21/60 301Dテーマコード (参考)
5F044

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-383785 (P2003-383785)
(22) 出願日 平成15年11月13日 (2003.11.13)(71) 出願人 503121103
株式会社ルネサステクノロジ
東京都千代田区丸の内二丁目4番1号
(71) 出願人 000233594
株式会社ルネサス北日本セミコンダクタ
北海道千歳市泉沢1007番地39
(74) 代理人 100080001
弁理士 筒井 大和
(72) 発明者 長谷部 一
北海道千歳市泉沢1007番地39 株式
会社ルネサス北日本セミコンダクタ内
(72) 発明者 藤澤 敦
北海道千歳市泉沢1007番地39 株式
会社ルネサス北日本セミコンダクタ内
Fターム(参考) 5F044 AA01 AA19 CC01 FF04

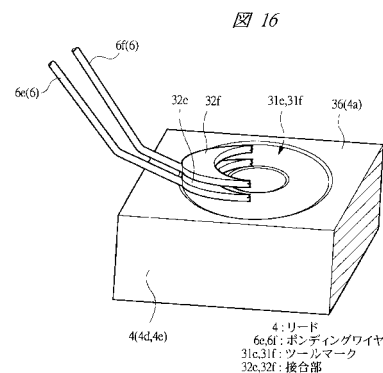
(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置の信頼性を向上し、製造歩留りを向上させる。

【解決手段】 QFNパッケージ形態の半導体装置は、半導体チップと、複数のリード4と、複数のリード4と半導体チップの表面の複数の電極とを電気的に接続する複数のボンディングワイヤと、それらを封止する封止樹脂部とを備えている。複数のリード4のうち、同じリード4に複数のボンディングワイヤ6e, 6fを接続する際には、そのリード4の上面に生じるツールマーク31e, 31fが平面的に重なるようにワイヤボンディングを行って、そのリード4の上面におけるボンディングワイヤ6e, 6fの接合部32e, 32fが重なるようにする。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電極を有する半導体チップと、
導電体により形成された複数のリード部と、
前記複数のリード部と前記半導体チップの前記複数の電極とを電氣的に接続する複数のワイヤと、
前記半導体チップ、前記複数のワイヤおよび前記複数のリード部を封止する封止樹脂部と、
を具備し、
前記複数のリード部のうちの第 1 リード部に前記複数のワイヤのうちの複数の第 1 ワイヤが接続され、前記第 1 リード部における前記各第 1 ワイヤの接合部が重なっていることを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 2】

(a) 複数の電極を有する半導体チップを準備する工程、
(b) 導電体からなる複数のリード部と前記半導体チップの前記複数の電極とを複数のワイヤを介して電氣的に接続し、前記複数のリード部のうちの第 1 リード部に前記複数のワイヤのうちの複数の第 1 ワイヤを接続する工程、
を有し、
前記 (b) 工程では、前記第 1 リード部における前記各第 1 ワイヤの接合部が重なるように、前記複数の第 1 ワイヤを前記第 1 リード部に接続することを特徴とする半導体装置の製造方法。

20

【請求項 3】

(a) 複数の電極を有する半導体チップを準備する工程、
(b) 導電体からなる複数のリード部と前記半導体チップの前記複数の電極とを複数のワイヤを介して電氣的に接続し、前記複数のリード部のうちの第 1 リード部に前記複数のワイヤのうちの複数の第 1 ワイヤを接続する工程、
を有し、
前記 (b) 工程では、前記各第 1 ワイヤを前記第 1 リード部に接続する際のツールマークが重なるように、前記複数の第 1 ワイヤを前記第 1 リード部に接続することを特徴とする半導体装置の製造方法。

30

【請求項 4】

(a) 複数の電極を有する半導体チップを準備する工程、
(b) 導電体からなる複数のリード部と前記半導体チップの前記複数の電極とを複数のワイヤを介して電氣的に接続し、前記複数のリード部のうちの第 1 リード部に前記複数のワイヤのうちの複数の第 1 ワイヤを接続する工程、
を有し、
前記 (b) 工程では、前記第 1 リード部における前記各第 1 ワイヤの接合部が間に金を含む部材を介在して重なるように、前記複数の第 1 ワイヤを前記第 1 リード部に接続することを特徴とする半導体装置の製造方法。

40

【請求項 5】

(a) 複数の電極を有する半導体チップを準備する工程、
(b) 導電体からなる複数のリード部と前記半導体チップの前記複数の電極とを複数のワイヤを介して電氣的に接続し、前記複数のリード部のうちの第 1 リード部に前記複数のワイヤのうちの第 1 および第 2 ワイヤを接続する工程、
を有し、
前記 (b) 工程では、前記第 1 ワイヤを前記第 1 リード部に接続した後、前記第 1 リード部の前記第 1 ワイヤの接合部上に金を含む部材を形成し、前記金を含む部材を介して前記第 2 ワイヤを前記第 1 リード部に接続することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置およびその製造技術に関し、特に、QFN (Quad Flat Non leaded package) パッケージ形態の半導体装置に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

リードフレームのダイパッド部(タブ)上に半導体チップを搭載し、リードフレームのリード部と半導体チップの表面の電極とをワイヤボンディングした後、樹脂封止を行い、各個片に切断してQFN (Quad Flat Non leaded package) パッケージ形態の半導体装置が製造される。リードフレームのリード部と半導体チップの電極とは、ボンディングワイヤを介して電氣的に接続されている(例えば特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2000-243891号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明者の検討によれば、次のことが分かった。

【0004】

電気特性改善や向上のために、半導体チップの複数の電極に接続した複数のボンディングワイヤを一つのリード部に対して接続する多重ボンディング(いわゆるダブルボンディングやトリプルボンディング)が行われている。このような多重ボンディングを行う場合、ボンディングワイヤ接続の安定性を確保するためワイヤボンディング時に生じるツール(キャピラリ)痕を回避して次のワイヤボンディングを行う必要がある。このため、多重ボンディングを行うには、リードのボンディング領域(ボンディングワイヤを接続するためのリードの平坦領域)を比較的広くしなければならず、半導体装置の小型化が困難になる。また、多重ボンディングを行うと、ボンディングワイヤのリードへの接続の信頼性が低下しやすく、半導体装置の信頼性が低下する可能性がある。

【0005】

本発明の目的は、半導体装置の小型化を可能とする技術を提供することにある。

【0006】

本発明の他の目的は、半導体装置の信頼性を向上させることができる技術を提供することにある。

【0007】

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0009】

本発明は、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部における各ワイヤの接合部を重ねるものである。

【0010】

また、本発明は、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部におけるツールマークが重なるようにするものである。

【0011】

また、本発明は、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部におけるワイ

ヤの接合部を、金を含む部材を介在して重ねるものである。

【発明の効果】

【0012】

本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0013】

半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部における各ワイヤの接合部を重ねることにより、半導体装置を小型化することができる。また、半導体装置の信頼性を向上することができる。

10

【0014】

また、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部におけるツールマークが重なるようにすることにより、半導体装置を小型化することができる。また、半導体装置の信頼性を向上することができる。

【0015】

また、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とをワイヤを介して電氣的に接続し、同じリード部に複数のワイヤを接続する場合に、そのリード部におけるワイヤの接合部を間に金を含む部材を介在して重ねることにより、半導体装置を小型化することができる。また、半導体装置の信頼性を向上することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションに分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

30

【0017】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

【0018】

また、実施の形態で用いる図面においては、断面図であっても図面を見易くするためにハッチングを省略する場合もある。また、平面図であっても図面を見易くするためにハッチングを付す場合もある。

40

【0019】

（実施の形態１）

本実施の形態の半導体装置を図面を参照して説明する。

【0020】

図１は、本発明の一実施の形態である半導体装置１の平面（上面）透視図であり、図２はその断面図、図３はその底面図（裏面図）である。図１は、封止樹脂部２を透視したときの平面（上面）図に対応する。また、図１のＡ-Ａ線の断面が図２にほぼ対応する。

50

【0021】

本実施の形態の半導体装置1は、樹脂封止形で、面実装形の半導体パッケージであり、例えばQFN(Quad Flat Non leaded package)形態の半導体装置である。

【0022】

図1～図3示される本実施の形態の半導体装置1は、封止樹脂部(封止部)2と、封止樹脂部2によって封止された半導体チップ(半導体素子)3と、導電体によって形成された複数のリード(リード部)4と、封止樹脂部2によって封止されかつ複数のリード4と半導体チップ3の表面の複数の電極(ボンディングパッド、パッド電極)3aとを電氣的に接続する複数のボンディングワイヤ6と、半導体チップ3が搭載されたチップ搭載部であるタブ(ダイパッド部、チップ搭載部)7と、タブ7に接続された複数の吊りリード(導体部)8とを備えている。 10

【0023】

封止樹脂部2は、例えば熱硬化性樹脂材料などの樹脂材料などからなり、フィラーなどを含むこともできる。例えば、フィラーを含むエポキシ樹脂などを用いて封止樹脂部2を形成することができる。封止樹脂部2により、半導体チップ3、リード4、ボンディングワイヤ6、タブ7および吊りリード8が封止され、保護される。封止樹脂部2の裏面(実装面)2aが、半導体装置1の実装面である。

【0024】

半導体チップ3は、例えば、単結晶シリコンなどからなる半導体基板(半導体ウエハ)に種々の半導体素子または半導体集積回路を形成した後、必要に応じて半導体基板の裏面 20 研削を行ってから、ダイシングなどにより半導体基板を各半導体チップ3に分離したものである。半導体チップ3は、その表面(半導体素子形成側の主面)が上方を向くようにタブ7上に搭載され、半導体チップ3の裏面(半導体素子形成側の面とは逆側の主面)が導電体からなるタブ7に、例えば銀ペーストまたは絶縁ペーストなどの接合材(図示せず)を介して接着(接合)されている。

【0025】

半導体チップ3の表面には、複数の電極3aが形成されている。電極3aは、半導体チップ3に形成された半導体素子または半導体集積回路に電氣的に接続されている。半導体チップ3の表面の各電極3aは、各リード4の上面4aに、例えば金(Au)線などの金属細線などからなるボンディングワイヤ6を介して電氣的に接続されている。 30

【0026】

リード4はタブ7の周囲に、その一端がタブ7に対向するように配置されている。リード4は、封止樹脂部2に埋め込まれたインナリードと、封止樹脂部2の裏面2aに露出するアウトリードとの両者の機能を兼ねている。すなわち、封止樹脂部2によって封止され、リード4のボンディング部として機能し得るリード4の上面4aに、ボンディングワイヤ6が接続(接合)され、封止樹脂部2の裏面2aに、外部接続用端子部として機能し得るリード4の下面の露出部である下部露出面4bが露出している。リード4の上面4aには、ボンディングワイヤ6の接続を容易にするためにめっき層(例えば銀めっき層)を形成することもできる。リード4の下部露出面4bは、例えば略長形状を有している。

【0027】

リード4のタブ7に対向する側の端部とは逆側の端部として、リード4の切断面(側面、端面)4cが封止樹脂部2の切断面(側面)2bで露出している。リード4の切断面4cおよび封止樹脂部2の切断面2bは、半導体装置を製造する際の切断工程により生じた側面(端面)である。 40

【0028】

リード4と半導体チップ3との間は封止樹脂部2を構成する材料で満たされており、リード4と半導体チップ3とが接触しないようになっている。また、隣り合うリード4間は封止樹脂部2を構成する材料により満たされており、互いに接触しないようになっている。

【0029】

封止樹脂部 2 の裏面 2 a に対応する半導体装置 1 の裏面（底面）が、半導体装置 1 の実装面となり、各リード 4 の下部露出面 4 b が封止樹脂部 2 の裏面 2 a（すなわち半導体装置 1 の裏面）で露出して半導体装置 1 の外部端子（外部接続用端子）を構成する。また、封止樹脂部 2 の裏面 2 a で露出するリード 4 の下部露出面 4 b 上にはめっき層（例えば半田めっき層）が形成されているが、理解を簡単にするために、めっき層の図示を省略している。リード 4 の下部露出面 4 b 上にめっき層が形成されていることで、半導体装置 1 を基板（外部基板、マザーボード）に実装する際に、基板上の端子または導体パターンと半導体装置 1 の端子（リード 4 の下部露出面 4 b）との間の電氣的接続の信頼性を向上することができる。

【0030】

10

タブ 7 には、複数（ここでは 4 本）の吊りリード（導体部）8 が接続されている。各吊りリード 8 は、導電体材料からなり、一端がタブ 7 に接続され、タブ 7 の外方に向かって延在している。吊りリード 8 は、半導体装置 1 の製造に用いられたリードフレーム（のフレーム枠）にタブ 7 を保持または支持するために設けられ、封止樹脂部 2 の形成後にリードフレームから切断され、吊りリード 8 の切断により生じた側面（すなわちタブ 7 に接続された側の端部とは逆側の端部）である切断面 8 c が封止樹脂部 2 の切断面（側面）2 b で露出している。吊りリード 8 の下面の一部は封止樹脂部 2 の裏面 2 a で露出しており、ここでは吊りリード 8 の切断面 8 c 近傍領域の下面である下部露出面 8 b が、封止樹脂部 2 の裏面 2 a で露出している。吊りリード 8 には屈曲部が設けられており、吊りリード 8 のうち下部露出面 8 b よりもタブ 7 側の部分は上方に持ち上げられて、タブ 7 とともに封止樹脂部 2 内に封止されている。リード 4、タブ 7 および吊りリード 8 は、いずれも導電体材料からなり、例えば半導体装置の製造の際にリードフレームに用いられた共通の導電体材料からなる。

20

【0031】

上記のように、半導体チップ 3 の複数の電極 3 a と複数のリード 4 とが複数のボンディングワイヤ 6 を介して電氣的に接続されている。半導体チップ 3 の各電極 3 a にボンディングワイヤ 6 の一端が接続され、ボンディングワイヤ 6 の他端が各リード 4 の上面 4 a に接続される。本実施の形態の半導体装置 1 では、電気特性改善や向上のために、半導体チップ 3 の複数の電極 3 a にそれぞれ接続した複数のボンディングワイヤ 6 を同じ（一つの）リード 4 に対して接続する多重ボンディング（いわゆるダブルボンディングやトリプルボンディングなど）が行われている。例えば、図 1 では、それぞれ半導体チップ 3 の電極 3 a に一端が接続された 2 本のボンディングワイヤ 6 の他端が、同じ（一つの）リード 4 d に接続（いわゆるダブルボンディング）され、それぞれ半導体チップ 3 の電極 3 a に一端が接続された 2 本のボンディングワイヤ 6 の他端が、同じ（一つの）リード 4 e に接続（いわゆるダブルボンディング）され、それぞれ半導体チップ 3 の電極 3 a に一端が接続された 3 本のボンディングワイヤ 6 の他端が、同じ（一つの）リード 4 f に接続（いわゆるトリプルボンディング）されている。図 1 では、複数のリード 4 のうち、リード 4 d には 2 本、リード 4 e には 2 本、リード 4 f には 3 本、他のリード 4 には 1 本のボンディングワイヤ 6 がそれぞれ接続されているが、一つのリード 4 に接続されるボンディングワイヤ 6 の数はこれに限定されるものではなく、例えば 4 本以上のボンディングワイヤ 6 を同じ（一つの）リード 4 に対して接続することもできる。

30

40

【0032】

本実施の形態では、リード 4 d、4 e、4 f のように同じ（一つの）リード 4 に複数のボンディングワイヤ 6 を接続する場合、後述するように、そのリード 4 の同じ位置にワイヤボンディングを行い、そのリード 4（リード 4 d、4 e、4 f）に接続する各ボンディングワイヤ 6 の接合部が重なる（積み重なる）ようにしている。このため、本実施の形態の半導体装置 1 では、リード 4 d、4 e、4 f のそれぞれにおいて、複数のボンディングワイヤ 6 の接合部が重なっている。

【0033】

次に、本実施の形態の半導体装置の製造工程について説明する。図 4～図 7 は、本実施

50

の形態の半導体装置の製造工程を示す断面図（要部断面図）である。図４～図７は、図２に対応する断面が示されている。また、図４～図７には、リードフレーム１１の一つの半導体パッケージに対応する領域（そこから一つの半導体装置１が製造される領域）が示されている。

【００３４】

まず、図４に示されるように、半導体装置１の製造に用いられるリードフレーム１１を準備する。リードフレーム１１は、例えば、銅または銅合金、あるいは４２－アロイなどの導電体材料からなる。リードフレーム１１は、半導体チップ３を搭載するためのタブ７と、その一端がタブ７と離間して対向するように配置され他端がリードフレーム１１のフレーム枠（図示せず）と接続するリード４とを有している。また、図４の断面には示されていなくても、タブ７の四隅に吊りリード８の一端が接続し吊りリード８の他端がフレーム枠に接続してタブ７がリードフレーム１１のフレーム枠に保持または支持されている。

10

【００３５】

次に、図５に示されるように、リードフレーム１１のタブ７上に半導体チップ３を銀ペーストまたは絶縁ペーストなどの接合材（図示せず）を介して接着（接合）する。

【００３６】

次に、図６に示されるように、ワイヤボンディング工程を行って、半導体チップ３の複数の電極３ａとリードフレーム１１の複数のリード４の上面４ａとを複数のボンディングワイヤ６を介してそれぞれ電氣的に接続する。この際、ボンディングワイヤ６の一端を半導体チップ３の電極３ａに接続（ファーストボンディング）してから、ボンディングワイヤ６の他端をリード４に接続（セカンドボンディング）する。

20

【００３７】

次に、図７に示されるように、モールド工程（例えばトランスファモールド工程）を行って、半導体チップ３、ボンディングワイヤ６およびタブ７を封止樹脂部２によって封止する。封止樹脂部２は、例えば熱硬化性樹脂材料などの樹脂材料などからなり、フィラーなどを含むこともできる。例えば、フィラーを含むエポキシ樹脂などを用いて封止樹脂部２を形成することができる。また、封止樹脂工程では、封止樹脂部２の裏面２ａからリード４の下面である下部露出面４ｂが露出するように、封止樹脂部２を形成する。

【００３８】

次に、必要に応じてリードフレーム１１の封止樹脂部２から露出する部分（導電体からなる部分）上にめっき層（図示せず）を形成した後、リードフレーム１１が所定の位置で切断されて、図１～図３に示されるような個片に分割された半導体装置１が得られる（製造される）。

30

【００３９】

次に、本実施の形態の半導体装置の製造工程におけるワイヤボンディング工程について説明する。

【００４０】

図８～図１１は、ワイヤボンディング工程（半導体チップ３の電極３ａとリード４との間をボンディングワイヤ６で接続する工程）の一例を示す説明図である。

40

【００４１】

まず、図８に示されるように、放電などによって先端に金球２１ａを形成した金線２１（ボンディングワイヤ６形成用の金線２１）がワイヤボンディング装置のキャピラリ（ボンディングツール）２２に保持され、半導体チップ３の電極３ａ上に待機している。金線２１の直径は例えば２５～３０μｍ程度である。それから、図９に示されるように、待機していた金線２１をファーストボンディングである半導体チップ３の電極３ａ上に適切な荷重をもって接触させ、金球２１ａが電極３ａに接触した後、キャピラリ２２を超音波振動させ、このときの荷重や印加された超音波によるエネルギーで金球２１ａと電極３ａとを接合（接続）させる。

【００４２】

50

次に、図 10 に示されるように、キャピラリ 22 が適切な軌跡を描きながら移動して、リード 4 の上面に移動する。この軌跡によって、ボンディングワイヤの適切なループ形状が得られる。そして、リード 4 の上面 4 a に対してキャピラリ 22 に保持された金線 21 が適切な荷重をもって押し付けられ、キャピラリ 22 が超音波振動する。このときの荷重や印加された超音波によるエネルギーで金線 21 とリード 4 の上面 4 a とを接合（接続）させる。

【0043】

その後、図 11 に示されるように、キャピラリ 22 が上昇する過程でワイヤクランパ 23 で金線 21 を保持し、金線 21 をセカンドボンディング点（接合部）から切断する。このようにして、半導体チップ 3 の電極 3 a とリード 4 の上面 4 a との間を金線 21（金球 21 a を含む金線 21）からなるボンディングワイヤ 6 で電氣的に接続することができる。

10

【0044】

図 12 は、上記のようにしてリード 4 の上面に金線 21（ボンディングワイヤ 6）を接合した状態を示す説明図（斜視図）であり、リード 4 の先端部（タブ 7 に対向する側の端部）近傍領域が示されている。なお、図 12 に示されるリード 4 の先端部近傍の上面 4 a には、金線 21（ボンディングワイヤ 6）の接続を容易にするためにめっき層（例えば銀めっき層）が形成されている。

【0045】

セカンドボンディングにおいては、図 10 に示されるように、金線 21 を接続する面、ここではリード 4 の上面 4 a にキャピラリ 22 を押し付けるので、図 12 に示されるように、リード 4 の上面 4 a にはツールマーク（ボンディングツールの痕、ツール痕、キャピラリ痕）31 が残る。ツールマーク 31 は、ワイヤボンディングの際にボンディングツールとしてのキャピラリ 22 が押し付けられることによってリード 4 の上面（平坦面）4 a に生じた凹凸または窪みである。リード 4 の上面 4 a に対する金線 21（ボンディングワイヤ 6）の接合部（圧着部）32 は、ツールマーク 31 内に位置することになる。ツールマーク 31 の平面形状または平面寸法（外形寸法）は、リード 4 に接触するキャピラリ 22 の先端部形状または寸法にほぼ対応し、例えば直径 100 μm 程度の略円形などである。

20

【0046】

このようにして、半導体チップ 3 の複数の電極 3 a とリードフレーム 11 の複数のリード 4 の上面 4 a とを複数のボンディングワイヤ 6 を介してそれぞれ電氣的に接続することができる。

30

【0047】

本実施の形態においては、図 1 に示されるように、電気特性改善や向上のために、半導体チップ 3 の複数の電極 3 a にそれぞれ接続した複数のボンディングワイヤ 6 を同じ（一つの）リード 4 に対して接続する多重ボンディングが行われている。しかしながら、本発明者の検討によれば、同じ（一つの）リード 4 に対して複数のボンディングワイヤ 6 を接続した場合、次のような問題点が生じる可能性があることが分かった。

【0048】

図 13 は、同じ（一つの）リードに対して複数のボンディングワイヤを接続した場合に生じ得る問題点（第 1 の問題点）の説明図（斜視図）であり、第 1 の比較例のワイヤボンディング（リードに対するボンディングワイヤの接続工程）の説明図に対応する。

40

【0049】

図 13 では、一つのリード 34（本実施の形態のリード 4 に対応）に対して複数のボンディングワイヤ、ここでは 2 本のボンディングワイヤ 6 a, 6 b を接続している。ボンディングワイヤ 6 a, 6 b は、それぞれ、図 8 ~ 図 11 のようにして形成される。図 13 では、リード 34 の上面 34 a（上面 4 a に対応）におけるボンディングワイヤ 6 a, 6 b の接合部（圧着部、ボンディング部）32 a, 32 b を平面的に並べて、各ボンディングワイヤ 6 a, 6 b の接続の際のツールマーク 31 a, 31 b が重ならないようにしている

50

。すなわち、リード 3 4 の上面 3 4 a にボンディングワイヤ 6 a を接続した後に、同じリード 3 4 の上面 3 4 a にボンディングワイヤ 6 b を接続しているが、ボンディングワイヤ 6 a の接続の際に生じたツールマーク 3 1 a に、ボンディングワイヤ 6 b の接続の際に生じるツールマーク 3 1 b が重ならないようにしている。

【0050】

ツールマーク 3 1 a , 3 1 b 同士が重ならず、凹凸面（窪み部分）であるツールマーク 3 1 a 外のリード 3 4 の平坦な領域にボンディングワイヤ 6 b を接続（接合）できるので、ボンディングワイヤ 6 a , 6 b のリード 3 4 の上面 3 4 a への接続の信頼性（接続強度）を高めることができる。

【0051】

しかしながら、図 1 3 の場合は、ツールマーク 3 1 a , 3 1 b が重ならないようにボンディングワイヤ 6 a , 6 b をリード 3 4 に接続するので、ボンディングワイヤ 6 a の接合部 3 2 a とボンディングワイヤ 6 b の接合部 3 2 b との間が比較的大きな間隔を空けて離れることになり、リード 3 4 の上面 3 4 a においてワイヤボンディングに要する領域が大きくなってしまう。このため、図 1 3 では、リード 3 4 の幅を広くし、ボンディングワイヤ 6 a , 6 b を接続するための平坦領域（上面 3 4 a ）を大きくする必要がある。このように、リード 3 4 の面積（または幅）を比較的大きくする必要があるので、半導体装置の小型化が困難になるという第 1 の問題点が生じる。

【0052】

このため、リードの幅を比較的小さくして半導体装置の小型化を実現するために、一つのリードに対して複数のボンディングワイヤを接続する際に、ツールマークが部分的に重なるように、ワイヤボンディングを行うことが考えられる。図 1 4 は、同じ（一つの）リードに対して複数のボンディングワイヤを接続した場合に生じ得る他の問題点（第 2 の問題点）の説明図（斜視図）であり、第 2 の比較例のワイヤボンディング（リードに対するボンディングワイヤの接続工程）の説明図に対応する。

【0053】

図 1 4 では、一つのリード 3 5（本実施の形態のリード 4 に対応）に対して複数のボンディングワイヤ、ここでは 2 本のボンディングワイヤ 6 c , 6 d を接続している。ボンディングワイヤ 6 c , 6 d は、それぞれ、図 8 ~ 図 1 1 のようにして形成される。図 1 4 では、リード 3 5 の上面 3 5 a（上面 4 a に対応）におけるボンディングワイヤ 6 c , 6 d の接合部（圧着部、ボンディング部）3 2 c , 3 2 d を近づけて各ボンディングワイヤ 6 c , 6 d のツールマーク 3 1 c , 3 1 d が部分的に重なるようにしている。すなわち、リード 3 5 の上面 3 5 a にボンディングワイヤ 6 c を接続した後に、同じリード 3 5 の上面 3 5 a にボンディングワイヤ 6 d を接続しているが、ボンディングワイヤ 6 c の接続の際に生じたツールマーク 3 1 c に、ボンディングワイヤ 6 d の接続の際に生じるツールマーク 3 1 d の一部が重なるようにしている。

【0054】

図 1 4 の場合は、ツールマーク 3 1 c , 3 1 d 同士が部分的に重なるので、ボンディングワイヤ 6 c の接合部 3 2 c とボンディングワイヤ 6 d の接合部 3 2 d との間が図 1 3 の場合よりも小さな間隔を空けて離れることになる。このため、図 1 4 の場合は、図 1 3 の場合に比べて、リード 3 5 の上面 3 5 a においてワイヤボンディングに要する領域を小さくすることができ、リード 3 5 の幅をリード 3 4 よりも小さくすることができ、半導体装置の小型化に有利である。しかしながら、図 1 4 の場合は、ボンディングワイヤ 6 c の接続後に行うボンディングワイヤ 6 d の接続の際に、凹凸面（または窪み）であるツールマーク 3 1 c にキャピラリ 2 2 が部分的に重なり（ずれた状態で重なり）、更にツールマーク 3 1 c の端部の段差にボンディングワイヤ 6 d の接合部（圧着部）3 2 d が重なってしまう。このため、ボンディングワイヤ 6 d の接続の接続強度が低下し、ボンディングワイヤ 6 d の接続の信頼性が低下する可能性がある。

【0055】

図 1 5 ~ 図 1 7 は、本実施の形態におけるワイヤボンディング（リード 4 に対するボン

10

20

30

40

50

ディングワイヤ6の接続工程)の説明図である。図15は、ボンディングワイヤ6のうち
の2本のボンディングワイヤ6e, 6fを同じリード4に順に接続した後の状態を示す斜
視図に対応し、図16は、図15の拡大図に対応する。図17は、リード4にボンディ
ングワイヤ6eを接続した後、そのリード4に次のボンディングワイヤ6fを接続する工程
中の図10の状態の概念的な側面断面図に対応する。このため、図17では、ボンディ
ングワイヤ6fはまだ切断されていない。また、図15~図17に示されるリード4は、例
えば図1のリード4dまたはリード4eに対応する。

【0056】

本実施の形態では、図15~図17に示されるように、同じ(一つの)リード4に対し
て複数のボンディングワイヤ6(図15~図17の例では2本のボンディングワイヤ6e
, 6f)を接続する際に、そのリード4の上面4aにおける複数のボンディングワイヤ6
(ボンディングワイヤ6e, 6f)の接合部(図15~図17の例では接合部32e, 3
2f)がほぼ重なる(一致する)ようにワイヤボンディング(ボンディングワイヤ6a,
6bの接続)を行っている。すなわち、同じ(一つの)リード4に対して複数のボンディ
ングワイヤ6(ボンディングワイヤ6a, 6b)を接続する際に、そのリード4の上面4
aに生じるツールマーク(ツールマーク31e, 31f)が平面的にほぼ重なる(一致す
る)ようにワイヤボンディング(ボンディングワイヤ6a, 6bの接続)を行っている。

【0057】

図15~図17では、リード4の上面4aにボンディングワイヤ6eを接続した後に、
同じリード4の上面4aにボンディングワイヤ6fを接続しているが、ボンディングワイ
ヤ6eの接続の際に生じたツールマーク(ボンディングツールの痕、ツール痕、キャピラ
リ痕)31eに、ボンディングワイヤ6fの接続の際に生じるツールマーク31fが平面
的にほぼ重なる(一致する)ようにしている。この際、上記図14に示されるように、ツ
ールマーク同士の重なり領域が少ないと、ボンディングワイヤの接続の信頼性が低下する
可能性がある。それに対して、本実施の形態では、図15~図17に示されるように、ツ
ールマーク31e, 31f同士の重なり領域を相対的に大きくしてツールマーク31e,
31fが実質的に重なる(一致する)ようにしており、リード4の上面4aに対するボン
ディングワイヤ6eの接合部(圧着部、ボンディング部)32eとボンディングワイヤ6
fの接合部(圧着部、ボンディング部)32fとが多段に(上下に)積み重なるようにし
ている。このため、ボンディングワイヤ6eの接続後に行うボンディングワイヤ6fの接
続の際に、リード4の上面4aに接触させた(押し付けた)キャピラリ22が凹凸面(窪
み)であるツールマーク32eに実質的に重なってそれらの凹凸形状がほぼ一致する。し
かも、ツールマーク31eの端部の段差にボンディングワイヤ6fの接合部(圧着部)3
2fが重ならない。このため、的確かつスムーズにボンディングワイヤ6fをリード4に
接合することができ、ボンディングワイヤ6fの接続の接続強度を向上し、ボンディング
ワイヤ6fの接続の信頼性を向上することができる。これにより、ボンディングワイヤ6
e, 6fを含むボンディングワイヤ6の接続の信頼性を向上でき、半導体装置1の信頼性
を向上することができる。また、半導体装置の製造歩留りを向上することもできる。

【0058】

また、本実施の形態では、図15および図16に示されるように、リード4の上面4a
には、ボンディングワイヤ6e, 6fの接続を容易にするためにめっき層(例えば銀めっ
き層)36が形成されており、ボンディングワイヤ6e, 6fは、このリード4の上面4
aのめっき層36に接続されている。これにより、ボンディングワイヤ6e, 6fを含む
ボンディングワイヤ6の接続の信頼性をより向上することができる。

【0059】

また、本実施の形態では、図13や図14の場合に比べて、リード4の上面4aにおい
てワイヤボンディングに要する領域(面積)を小さくすることができる。このため、リー
ド4の幅または平面寸法を比較的小さくすることができ、半導体装置1を小型化するこ
とができる。また、インナリード部(リード4)の平坦領域の省スペース化が可能になるの
で、例えばQFNパッケージのようにインナリード部(リード4)の上面の平坦領域が小

10

20

30

40

50

さい半導体装置においても、多重ボンディングが可能になる。

【0060】

また、本実施の形態では、上記のように、同じリード4に対して複数のボンディングワイヤ6e, 6fを接続する際に、各ワイヤボンディングで生じるツールマーク31e, 31fをほぼ一致させるが、若干ずれた場合でも、そのずれが小さければ上記のような効果を得ることは可能である。例えば、各ボンディングワイヤ6e, 6fの接合部32e, 32fが部分的に重なれば、有効である。各ツールマーク31e, 31fの中心位置のずれ(平面的なずれ)は、ボンディングワイヤ6の直径(例えば25~30μm程度)以下であることが好ましく、ワイヤボンディング装置によるワイヤボンディング位置の制御の精度の範囲内(例えば10μm程度以下)であればより好ましく、ツールマーク31e, 31fが実質的に一致すれば更に好ましい。これにより、上記のような効果(ボンディングワイヤの接続の信頼性向上や半導体装置の小型化など)を的確に得ることが可能になる。

10

【0061】

また、図15~図17では、それぞれ半導体チップ3の電極3aに一端が接続された2本のボンディングワイヤ6e, 6fの他端が、同じ(一つの)リード4に接続(いわゆるダブルボンディング)されているが、一つのリード4に接続されるボンディングワイヤ6の数はこれに限定されるものではなく、必要に応じて任意の数のボンディングワイヤ6を一つのリード4に対して接続することができる。例えば3本以上のボンディングワイヤ6を同じ(一つの)リード4に接続する場合でも、それらのボンディングワイヤ6のツールマークが互いにほぼ重なる(一致する)ようにし、各ボンディングワイヤ6の接合部が積み重なるように、各ボンディングワイヤ6のリード4への接続(ワイヤボンディング)を行う。

20

【0062】

本実施の形態では、半導体チップ3の複数の電極3aと複数のリード4とを複数のボンディングワイヤ6を介して電氣的に接続するが、あるリード4に対して複数のボンディングワイヤ6を接続する際に、そのリードに生じ得るツールマークが平面的に重なる(一致する)ようにする。ツールマークが重なるようにしボンディングワイヤ6の接合部(圧着部)を積み重ねていくので、ワイヤボンディングに要するリード4の上面の平坦部面積は、そのリードに接続されるボンディングワイヤ6の数に影響されない。このため、リード4の平坦部面積が狭い場合であっても、多重ボンディングが可能になる。

30

【0063】

また、本実施の形態は、比較的幅が狭く長さが短いリードを用いるQFNパッケージ形態の半導体装置に適用すれば特に有効であるが、QFP(Quad Flat Package、Quad Flat gull wing leaded Package)形態の半導体装置などに適用しても効果がある。

【0064】

(実施の形態2)

図18は、本発明の他の実施の形態におけるワイヤボンディング(リード4に対するボンディングワイヤ6の接続工程)の説明図であり、上記実施の形態1における図17に対応する。

【0065】

本実施の形態は、半導体装置の構造および半導体装置の製造工程のうち、ワイヤボンディング(リード4に対するボンディングワイヤ6の接続工程および接続構造)以外については上記実施の形態1と同様であるので、ここではその説明を省略する。

40

【0066】

本実施の形態においても、上記実施の形態1と同様に、半導体チップ3の複数の電極3aと複数のリード4とを複数のボンディングワイヤ6を介して電氣的に接続するが、あるリード4に対して複数のボンディングワイヤ6を接続する。図18の例では、同じ(一つの)リード4に対して2本のボンディングワイヤ6e, 6fを接続する。本実施の形態では、ボンディングワイヤ6eの接合部32eとボンディングワイヤ6fの接合部32f間に金(Au)ボール(金を含む部材)41を介在させる。

50

【0067】

本実施の形態では、上記実施の形態1における図8～図11のようにしてリード4にボンディングワイヤ6eを接続（接合）した後、リード4の上面4aにおけるボンディングワイヤ6eの接合部32e上に金ボール（圧着金ボール）41を例えば圧着などにより形成する。金ボール41は、ボンディングワイヤ6（ボンディングワイヤ6e, 6f）と同じ材料（ここでは金（Au））からなることが好ましい。

【0068】

金ボール41は、例えば、放電などによって先端に金球を形成した金線をワイヤボンディング装置のキャピラリ22に保持し、ボンディングワイヤ6eが既に接続されたリード4上に金ボールを適切な荷重をもって接触させた後、キャピラリ22を超音波振動させ、このときの荷重や印加された超音波によるエネルギーでボンディングワイヤ6eが接続されたリード4に金球を接着（接合）させ、金線を引きちぎってボンディングワイヤ6aが接続されたリード4に残存する金球からなる金ボール41を形成することができる。

【0069】

リード4の上面4aにおけるボンディングワイヤ6eの接合部32e上に金ボール41を形成した後、このリード4上にボンディングワイヤ6fを図8～図11のようにして接続する。この際、リード4の上面4aのボンディングワイヤ6eの接合部32e上に金ボール41を介してボンディングワイヤ6fを接合する。また、上記実施の形態1と同様に、リード4の上面4aに生じるツールマークが平面的に重なる（一致する）ようにワイヤボンディングを行うことで、リード4の上面4aのボンディングワイヤ6e, 6fの接合部（圧着部、ボンディング部）32e, 32fが重なるようにしている。このため、ボンディングワイヤ6eの接合部32eとボンディングワイヤ6fの接合部32fとの間には、ボンディングワイヤ6fの接合時に押しつぶされた金ボール41が介在し、ボンディングワイヤ6eの接合部32e、押しつぶされた金ボール41およびボンディングワイヤ6fの接合部32fが上下方向に積み重なることになる。

【0070】

本実施の形態では、このように、リード4にボンディングワイヤ6eを接続した後、金ボール41を形成し、この金ボール41を介してボンディングワイヤ6fをリード4の上面4a（またはボンディングワイヤ6fの接合部32f）上に接合する。ボンディングワイヤ6eの接合部32eとボンディングワイヤ6fの接合部32fとの間の金ボール41は、緩衝材（クッション）として機能することができる。このため、ボンディングワイヤ6fの接続時に、その下に位置するボンディングワイヤ6e（の接合部32e）とリード4との間の接合がダメージを受けるのを抑制または防止することができる。これにより、ボンディングワイヤ6eの接続強度をより向上することができる。また、金ボール41を設けたことにより、ボンディングワイヤ6fもリード4に、より確実に接続することができる。従って、ボンディングワイヤ6e, 6fの接続強度や接続の信頼性をより向上することができる。これにより、半導体装置の信頼性をより向上し、製造歩留りをより向上することが可能になる。

【0071】

また、ボンディングワイヤ6fを金ボール41を介して接続したことにより、図18に示されるように、ボンディングワイヤ6e, 6f間の上下方向（リード4の上面4aに垂直な方向）の間隔（距離）を金ボール41がない場合に比べて相対的に大きくすることができる。このため、ボンディングワイヤ6eとボンディングワイヤ6fとが、金ボール41を介した接続部以外の途中の領域で互いに接触することを防止することができる。ボンディングワイヤ6e, 6f間の接触を防止することができるので、半導体装置の信頼性をより向上することができる。

【0072】

また、本実施の形態においても、上記実施の形態1と同様に、ツールマーク同士がほぼ重なるように複数のボンディングワイヤ6e, 6fを同じ（一つの）リード4に接続することができるので、リード4の上面4aにおいてワイヤボンディングに要する領域（面積

10

20

30

40

50

）を小さくすることができる。このため、リード４の幅または平面寸法を比較的小さくすることができる、半導体装置１を小型化することができる。また、インナリード部（リード４）の平坦領域の省スペース化が可能になるので、例えばＱＦＮパッケージのようにインナリード部（リード４）の上面の平坦領域が小さい半導体装置においても、多重ボンディングが可能になる。

【００７３】

また、本実施の形態は、比較的幅が狭く長さが短いリードを用いるＱＦＮパッケージ形態の半導体装置に適用すれば特に有効であるが、ＱＦＰ形態の半導体装置などに適用しても効果がある。

【００７４】

以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

【００７５】

前記実施の形態では、ＱＦＮ（Quad Flat Non leaded package）形態の半導体装置に適用した場合について説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、ＱＦＰ（Quad Flat Package、Quad Flat gull wing leaded Package）など、半導体チップの複数の電極と複数のリード部とを複数のワイヤを介して電氣的に接続した種々の半導体パッケージ形態の半導体装置に適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【００７６】

本発明は、半導体パッケージ形態の半導体装置に適用して有効である。

【図面の簡単な説明】

【００７７】

【図１】本発明の一実施の形態である半導体装置の平面透視図である。

【図２】図１の半導体装置の断面図である。

【図３】図１の半導体装置の底面図である。

【図４】本発明の一実施の形態である半導体装置の製造工程中の断面図である。

【図５】図４に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

【図６】図５に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

【図７】図６に続く半導体装置の製造工程中の断面図である。

【図８】ワイヤボンディング工程の説明図である。

【図９】図８に続くワイヤボンディング工程の説明図である。

【図１０】図９に続くワイヤボンディング工程の説明図である。

【図１１】図１０に続くワイヤボンディング工程の説明図である。

【図１２】リードの上面に金線を接合した状態を示す説明図である。

【図１３】同じリードに対して複数のボンディングワイヤを接続した場合に生じ得る問題点の説明図である。

【図１４】同じリードに対して複数のボンディングワイヤを接続した場合に生じ得る他の問題点の説明図である。

【図１５】ワイヤボンディングの説明図である。

【図１６】ワイヤボンディングの説明図である。

【図１７】ワイヤボンディングの説明図である。

【図１８】本発明の他の実施の形態におけるワイヤボンディングの説明図である。

【符号の説明】

【００７８】

- １ 半導体装置
- ２ 封止樹脂部
- ２ a 裏面
- ２ b 切断面

10

20

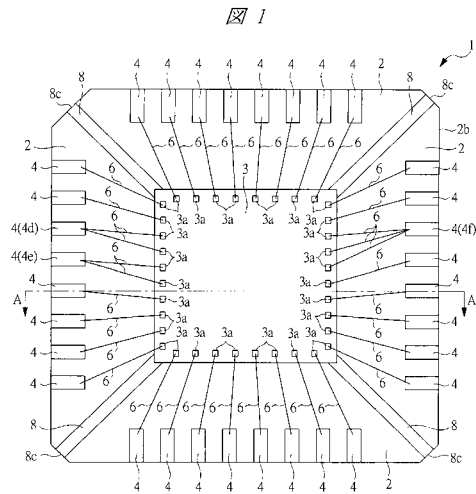
30

40

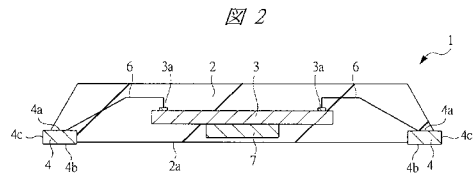
50

3	半導体チップ	
3 a	電極	
4	リード	
4 a	上面	
4 b	下部露出面	
4 c	切断面	
4 d	リード	
4 e	リード	
4 f	リード	
6	ボンディングワイヤ	10
6 a	ボンディングワイヤ	
6 b	ボンディングワイヤ	
6 c	ボンディングワイヤ	
6 d	ボンディングワイヤ	
6 e	ボンディングワイヤ	
6 f	ボンディングワイヤ	
7	タブ	
8	吊りリード	
8 b	下部露出面	
8 c	切断面	20
1 1	リードフレーム	
1 2	モールドライン	
1 3	フレーム枠	
2 1 a	金球	
2 1	金線	
2 1 b	接合部	
2 2	キャピラリ	
2 3	ワイヤクランパ	
3 1	ツールマーク	
3 1 a	ツールマーク	30
3 1 b	ツールマーク	
3 1 c	ツールマーク	
3 1 d	ツールマーク	
3 1 e	ツールマーク	
3 1 f	ツールマーク	
3 2	接合部	
3 2 a	接合部	
3 2 b	接合部	
3 2 c	接合部	
3 2 d	接合部	40
3 2 e	接合部	
3 2 f	接合部	
3 4	リード	
3 4 a	上面	
3 5	リード	
3 5 a	上面	
3 6	めっき層	
4 1	金ボール	

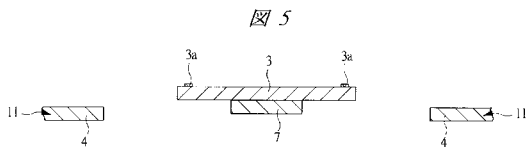
【図 1】



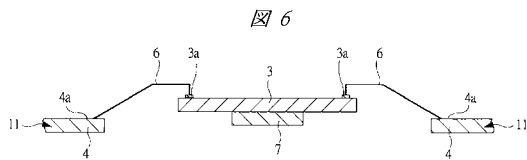
【図 2】



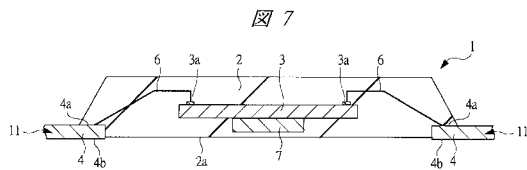
【図 5】



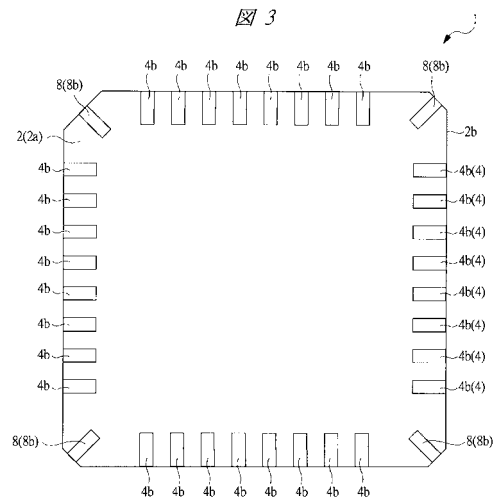
【図 6】



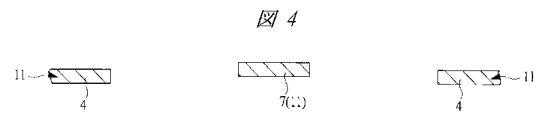
【図 7】



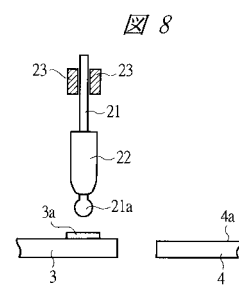
【図 3】



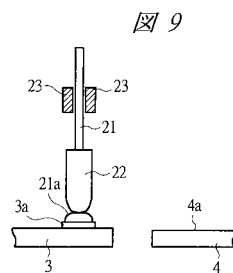
【図 4】



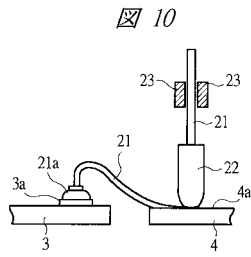
【図 8】



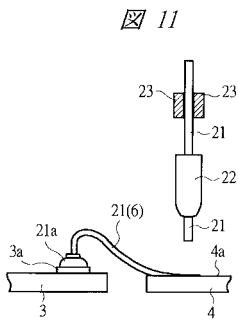
【図 9】



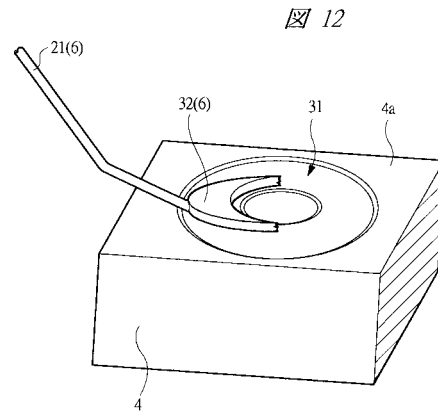
【図 10】



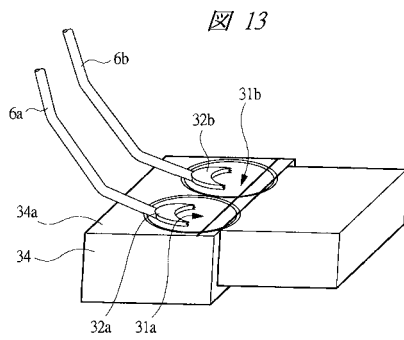
【図 11】



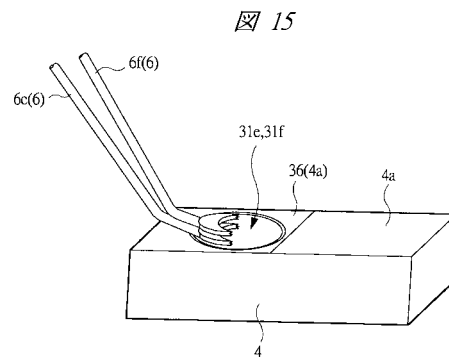
【図 12】



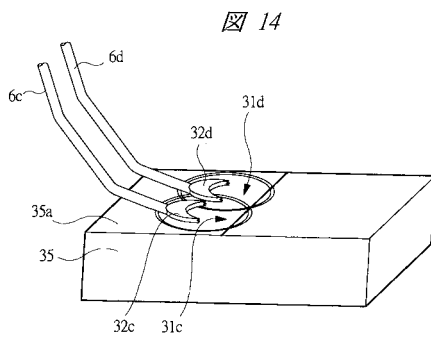
【図 13】



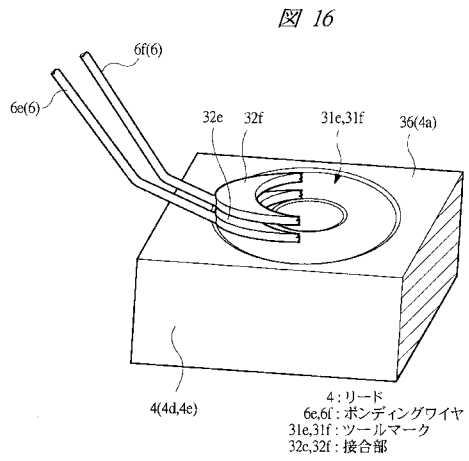
【図 15】



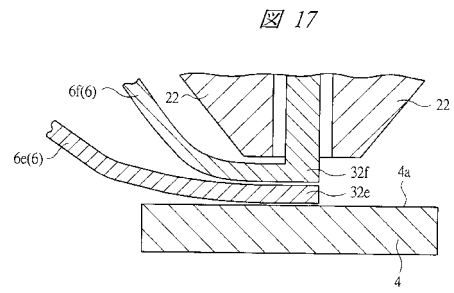
【図 14】



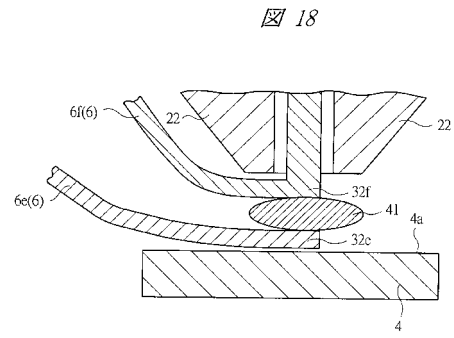
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

【要約の続き】