

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4299783号  
(P4299783)

(45) 発行日 平成21年7月22日(2009.7.22)

(24) 登録日 平成21年4月24日(2009.4.24)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 23/12	(2006.01)	HO 1 L 23/12	5 O 1 B	
HO 1 L 21/60	(2006.01)	HO 1 L 21/60	3 1 1 Q	

請求項の数 14 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2004-527308 (P2004-527308)	(73) 特許権者	308014341
(86) (22) 出願日	平成14年8月9日(2002.8.9)		富士通マイクロエレクトロニクス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2002/008193		東京都新宿区西新宿二丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02004/015758	(74) 代理人	100070150
(87) 国際公開日	平成16年2月19日(2004.2.19)		弁理士 伊東 忠彦
審査請求日	平成16年12月2日(2004.12.2)	(72) 発明者	合葉 和之
前置審査			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	高島 晃
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	小澤 要
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも一つの半導体チップと、  
 該半導体チップの表面に形成され、該半導体チップを略円筒形状または湾曲形状に変形した状態に固定する固定部材と、  
 該変形した半導体チップがフリップチップ接続されたパッケージ基板と、  
 前記半導体チップを該パッケージ基板上で封止する封止樹脂と、  
 該パッケージ基板に設けられた外部接続端子と  
 を有する半導体装置。

【請求項2】

請求項1記載の半導体装置であって、  
 前記固定部材は、略円筒形状又は湾曲形状の半導体チップの内側の面に形成された樹脂層である半導体装置。

【請求項3】

請求項1記載の半導体装置であって、  
 前記半導体チップの厚さは50µm以下である半導体装置。

【請求項4】

請求項1記載の半導体装置であって、  
 互いにフリップチップ接続された複数の前記半導体チップを有する半導体装置。

【請求項5】

10

20

請求項 4 記載の半導体装置であって、

前記複数の半導体チップは、略円筒形状の第 1 の半導体チップと、該第 1 の半導体チップより大きな直径の略円筒形状に形成されて前記第 1 の半導体チップの外周を包囲するように配置された第 2 の半導体チップとを含む半導体装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の半導体装置であって、

前記第 1 の半導体チップの端部は前記第 2 の半導体チップの端部から突出して延在し、前記第 1 の半導体チップと前記パッケージ基板とがフリップチップ接続された半導体装置。

【請求項 7】

10

請求項 4 記載の半導体装置であって、

前記複数の半導体チップは、湾曲形状の第 1 の半導体チップと、該第 1 の半導体チップより大きな湾曲形状に形成されて前記第 1 の半導体チップの外周に沿って配置された第 2 の半導体チップとを含む半導体装置。

【請求項 8】

請求項 7 記載の半導体装置であって、

前記第 2 の半導体チップの端部は前記第 1 の半導体チップの端部より大きく延在し、前記第 2 の半導体チップと前記パッケージ基板とがフリップチップ接続された半導体装置。

【請求項 9】

20

請求項 1 記載の半導体装置であって、

サイズの異なる複数の湾曲形状に形成された前記半導体チップを有し、より大きいサイズの半導体チップの湾曲形状により形成される空間に、該大きいサイズの半導体チップより小さいサイズの半導体チップが収容された半導体装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の半導体装置であって、

前記複数の半導体チップの各々は個別に前記パッケージ基板にフリップチップ接続された半導体装置。

【請求項 11】

請求項 9 記載の半導体装置であって、

前記複数の半導体チップは、大きいサイズの半導体チップに対して該大きいサイズより小さいサイズの半導体チップがフリップチップ接続され、最大のサイズの半導体チップが前記パッケージ基板にフリップチップ接続された半導体装置。

30

【請求項 12】

請求項 1 記載の半導体装置であって、

複数の積層された平坦な半導体チップを更に有し、前記変形した半導体チップは、該平坦な半導体チップのうち回路形成面が上を向いた状態の最上位置の半導体チップと前記パッケージ基板とにフリップチップ接続されている半導体装置。

【請求項 13】

変形した半導体チップを有する半導体装置の製造方法であって、

平坦な状態の半導体チップを支持し、

40

該平坦な状態の半導体チップに液状の樹脂を塗布し、

該液状の樹脂が塗布された面が内側となるように前記半導体チップを変形し、

前記液状の樹脂を硬化させて前記半導体チップを円筒形状又は湾曲形状に固定し、

前記半導体チップをパッケージ基板にフリップチップ実装する

各工程を有する半導体装置の製造方法。

【請求項 14】

変形した半導体チップを有する半導体装置の製造方法であって、

平坦な状態の半導体チップを支持し、

前記半導体チップを変形し、

該変形した半導体チップの回路形成面及び該回路形成面の裏面であって、少なくとも変

50

形した部位に液状の樹脂を塗布し、

該液状の樹脂を硬化させて前記半導体チップを円筒形状又は湾曲形状に固定し、

前記半導体チップをパッケージ基板にフリップチップ実装する

各工程を有する半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体装置に係り、特に湾曲した半導体素子を有するスタックド・マルチチップパッケージ(MCP)やマルチチップモジュール(MCM)のような半導体装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

半導体装置の集積度を向上し、また動作速度を高速化するため、従来の平坦な半導体チップを所望の形状に変形して搭載する技術が注目されている。半導体チップの薄型化が著しく進み、半導体チップ自体を容易に変形(湾曲)できるようになってきている。特許文献1及び特許文献2は、半導体素子を変形(湾曲)して実装する技術を開示している。

【0003】

図1は特許文献1に開示された変形した半導体チップを示す斜視図である。半導体チップ1は円筒形の支持基板2に巻きつけられて円筒状に変形される。半導体チップ1の電極パッド1aは円筒の長手方向に整列した状態で配列され、同様に円筒状に変形された他の半導体チップと互いに接続することができる。

20

【0004】

図2は特許文献2に開示された変形した半導体チップを示す側面図である。半導体チップ3は、外部接続電極としての半田パンブ3aが設けられた側が凹となるように湾曲され、半田パンブ3aがインターポーザ4の配線部4aに接合されている。インターポーザ4が例えば熱変形しても、半導体チップが容易に変形する(撓む)ことができるため、半導体チップ3とインターポーザ4との間(すなわち半田パンブ3a)に生じる応力を緩和することができる。

【特許文献1】特開2001-118982号公報

【特許文献2】特開平11-345823号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、図1に示す半導体チップ1は、円筒基板2に巻きつけることにより、重量が増加したり、チップの組み合わせ(筒に巻きつけたチップを上に乗せる場合)によっては積層するチップ同士を接続する必要があるため、チップのパッドを最適化する必要がある。このため、チップの再設計を行う必要があり、従来の半導体チップをそのまま使用することができない。また、半導体チップ1を円筒基板2に精度良く巻きつける必要があり、そのような方法を考案しなくてはならない。

【0006】

40

図2に示す半導体チップ3のように、半導体チップを湾曲させてフリップチップ実装する場合には、チップが薄く強度が弱いため、インターポーザに接続する際や、樹脂などで封止する際に、半導体チップにクラックが発生するおそれがある。また、半導体チップが円弧状に変形しているため、インターポーザと半導体チップとの接続部の位置精度が低いと考えられる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の総括的な目的は、上述の問題を解消した改良された有用な半導体装置及びその製造方法を提供することである。

【0008】

50

本発明のより具体的な目的は、極薄チップを利用して半導体チップを變形し、チップが空間的に効率よく配置された半導体装置を提供することである。

【0009】

本発明の他の目的は、複数の半導体チップの組み合わせの自由度が増し、伝送線路が短縮された半導体装置を提供することである。

【0010】

上述の目的を達成するために、本発明の一つの面によれば、少なくとも一つの半導体チップと、該半導体チップの表面に形成され、該半導体チップを略円筒形状または湾曲形状に変形した状態に固定する固定部材と、該変形した半導体チップがフリップチップ接続されたパッケージ基板と、半導体チップを該パッケージ基板上で封止する封止樹脂と、該パッケージ基板に設けられた外部接続端子とを有する半導体装置が提供される。

10

【0011】

上述の発明によれば、半導体チップは固定部材により変形した状態に固定されるため、そのままパッケージ基板に対してフリップチップ接続することができる。固定部材は半導体チップの半導体チップの割れを防止する補強部材としても機能する。また、半導体チップが円筒形状又は湾曲形状に変形しているため、平坦な状態の半導体チップを実装するより小さなパッケージ基板を用いることができ、半導体装置の推移平投影面積を縮小することができる。また、複数の変形した半導体チップを適当に組合せることにより、パッケージ基板上の空間を有効に利用することができる、半導体装置の実装密度を高めることができる。さらに、半導体チップを變形して外部接続用電極パッドの位置を適当な位置に変えることができ、パッケージ基板上の配線を短くすることができる。これにより、高速な動作を行う半導体装置を達成することができる。

20

上述の発明において、固定部材は、略円筒形状又は湾曲形状の半導体チップの内側の面に形成された樹脂層としてもよい。また、容易に変形を可能とするために、半導体チップの厚さは50 μm以下とすることが好ましい。

【0012】

また、本発明による半導体装置は、互いにフリップチップ接続された複数の半導体チップを有することとしてもよい。複数の半導体チップは、略円筒形状の第1の半導体チップと、第1の半導体チップより大きな直径の略円筒形状に形成されて第1の半導体チップの外周を包囲するように配置された第2の半導体チップとを含むように構成してもよい。第1の半導体チップの端部は前記第2の半導体チップの端部から突出して延在し、第1の半導体チップとパッケージ基板とがフリップチップ接続された構成としてもよい。また、複数の半導体チップは、湾曲形状の第1の半導体チップと、第1の半導体チップより大きな湾曲形状に形成されて第1の半導体チップの外周に沿って配置された第2の半導体チップとを含むこととしてもよい。第2の半導体チップの端部は第1の半導体チップの端部より大きく延在し、第2の半導体チップと前記パッケージ基板とがフリップチップ接続された構成としてもよい。

30

【0013】

また、本発明による半導体装置は、サイズの異なる複数の湾曲形状に形成された半導体チップを有し、より大きいサイズの半導体チップの湾曲形状により形成される空間に、大きいサイズの半導体チップより小さいサイズの半導体チップが収容された構成とすることもできる。複数の半導体チップの各々は個別にパッケージ基板にフリップチップ接続されてもよい。あるいは、複数の半導体チップは、大きいサイズの半導体チップに対して該大きいサイズより小さいサイズの半導体チップがフリップチップ接続され、最大のサイズの半導体チップがパッケージ基板にフリップチップ接続された構成としてもよい。

40

【0014】

また、本発明による半導体装置は、複数の積層された平坦な半導体チップを更に有し、前記変形した半導体チップは、該平坦な半導体チップのうち回路形成面が上を向いた状態の最上位置の半導体チップとパッケージ基板とにフリップチップ接続されていることとしてもよい。

50

## 【0015】

また、本発明の他の面によれば、変形した半導体チップを有する半導体装置の製造方法であって、平坦な状態の半導体チップを支持し、平坦な状態の半導体チップに液状の樹脂を塗布し、液状の樹脂が塗布された面が内側となるように半導体チップを変形し、液状の樹脂を硬化させて半導体チップを円筒形状又は湾曲形状に固定し、半導体チップをパッケージ基板にフリップチップ実装する各工程を有する半導体装置の製造方法が提供される。本発明のさらに他の面によれば、変形した半導体チップを有する半導体装置の製造方法であって、平坦な状態の半導体チップを支持し、前記半導体チップを変形し、該変形した半導体チップの回路形成面及び該回路形成面の裏面であって、少なくとも変形した部位に液状の樹脂を塗布し、該液状の樹脂を硬化させて半導体チップを円筒形状又は湾曲形状に固定し、前記半導体チップをパッケージ基板にフリップチップ実装する各工程を有する半導体装置の製造方法が提供される。

10

## 【0016】

本発明の他の目的、特徴及び利点は添付の図面を参照しながら以下の詳細な説明を読むことにより、一層明瞭となるであろう。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

## 【0018】

図3は本発明の第1実施例による半導体装置の断面図である。図3に示す半導体装置は、略円筒状に湾曲した半導体チップ10を有する。半導体チップ10は外部接続端子としてのバンプ10aが外側を向いて湾曲される。バンプ10aは半田あるいは金などにより形成される。半導体チップ10の両辺の周囲に配列されたバンプ10aは、円筒形状の長手方向に2列に整列した状態となる。半導体チップ10の裏側(円筒形状の内面)には、固定部材として樹脂等のコーティング材11が塗布され硬化されて樹脂層が形成される。したがって、半導体チップは円筒形状に湾曲した状態で樹脂層により固定される。

20

## 【0019】

半導体チップ10はバンプ10aを介してパッケージ基板(インターポーザ)12に接続される。すなわち、半導体チップのバンプ10aはインターポーザ12に対してフリップチップ接続される。半導体チップはインターポーザ12上で封止樹脂13により封止される。インターポーザ12の裏側には半導体装置の外部接続端子としてハンダボール14が設けられる。

30

## 【0020】

上述のように半導体チップ10を円筒形状に変形させるには、半導体チップ10の厚みは薄いほうがよく、50 $\mu$ m以下が好ましい。

## 【0021】

半導体チップ10が円筒形状となっているため、半導体チップ10が平坦な状態でインターポーザに実装される場合より、小さなサイズのインターポーザを用いることができる。したがって、半導体装置の水平投影面積を小さくすることができる。

40

## 【0022】

ここで、半導体チップ10を円筒形状にした場合の他の利点について説明する。図4は従来のメモリデバイスに用いられる半導体チップの内部回路のブロック図である。従来のメモリデバイス用半導体チップでは、データ入力回路15とデータ出力回路16とが一つの電極パッド17に接続される場合がある。また、メモリセルアレイ18の両側に書き込み回路19及び読み出し回路20が夫々設けられる。そのような場合に、データ出力回路16を読み出し回路20の近傍に設けると、データ入力回路15と書き込み回路19との間の距離が長くなり、これらを接続するチップ内の配線21の長さが長くなる。このようなチップ内の長い配線は、高速な読み出し動作の妨げとなる。

## 【0023】

50

本実施例による半導体装置は、上述のチップ内の配線をインターポーザ上に形成された短い配線で置き代えることができる。以下にその理由を説明する。

【0024】

図5は本実施例による円筒形状の半導体チップ10をメモリデバイスとして用いた場合の内部回路のブロック図である。図6は図5に示す回路を形成した場合の半導体チップ10の内部構成を示す図である。この場合、データ入力回路15は書き込み回路19の近傍に設けられ、データ出力回路16は読み出し回路20の近傍に設けられる。そして、データ入力端子22は、データ入力回路15及び書き込み回路19の近傍に整列した状態で設けられる。一方、データ出力端子23は、データ入力回路15及び書き込み回路19の近傍に整列した状態で設けられる。

10

【0025】

データ入力端子22の列は半導体チップ10の一側辺に配列された電極に相当し、データ出力端子23の列は半導体チップ10の反対側の辺に配列された電極に相当する。なお、データ入力端子22の列及びデータ出力端子23の列の各々にはクロック(CLK)端子24が含まれる。

【0026】

半導体チップ10が円筒形状に変形されると、データ入力端子22の列及びデータ出力端子23の列は近接した状態で2列に平行に延在する。このような半導体チップ10の電極を図7に示すインターポーザ12の電極パッド25に接続することにより、データ入力端子22と対応するデータ出力端子23とを、インターポーザ12上に形成した配線26

20

【0027】

したがって、従来半導体チップ内に形成されていた配線21(図4参照)をインターポーザ12上の短い配線に代えることができ、高速な動作を実現することができる。

【0028】

次に、半導体チップを円筒形状に形成する方法について説明する。

【0029】

まず、半導体チップを円筒形状に形成する第1の方法について説明する。図8は第1の方法により半導体チップを円筒形状に形成するための治具の斜視図である。図8に示す変形用治具30は、中央の指示部31と支持部31の両側に回動可能に設けられた円弧状の可能部32とよりなる。可動部32は一端が支持部に回動可能に支持されている。

30

【0030】

支持部31は真空吸着用の孔31aを有しており、平坦な状態の半導体チップ10の中央部分を真空吸着できるように構成されている。また、可動部32の中には電熱線32aが組み込まれており、変形用治具30による変形の際に加熱できるように構成されている。

【0031】

まず、図9Aに示すように、平坦な状態の半導体チップ10のランプ10aが設けられた面を支持部31により真空吸着する。この際、半導体チップ10の裏面にコーティング材11を塗布する。次に、図9Bに示すように、可動部32を回動することにより半導体チップ10を可動部32円弧状に沿って徐々に変形させる。最終的に、図9Cに示すように、半導体チップが略円筒形状となるまで、可動部32を回動する。

40

【0032】

図9Cに示すように半導体チップが略円筒形状となった後、可動部32に組み込まれた電熱線により半導体チップ10の裏面に塗布したコーティング材11を熱硬化させる。コーティング材11の硬化が完了したら、可動部32をもとの状態に戻し、真空吸着を解除して略円筒形状となった半導体チップ10を変形用治具30から取り外す。この際、硬化したコーティング材11により半導体チップ10の円筒形状は維持される。

【0033】

なお、可能であれば半導体チップを円筒形状に変形した後にコーティング材を半導体チ

50

チップ10の裏面(円筒の内面)に塗布してから硬化させることとしてもよい。また、半導体チップ10が円筒形状になる前の湾曲した状態で可能部32の回動を停止し、コーティング材11を硬化させることにより湾曲状の半導体チップ10を形成することもできる。

【0034】

形状固定用に用いられるコーティング材11は、特に制約は無いものの、速乾性に優れた液状のエポキシ樹脂などを用いることが好ましい。また、半導体チップ10は封止樹脂によって封止されるため、コーティング材11は封止樹脂13の特性に近似した特性を有する樹脂を使用することにより、半導体装置を実装する場合に問題となるリフロー時のストレスによるパッケージ内の剥離を防止することができる。

【0035】

また、コーティング材11の厚さは、薄いほうがコーティング材の収縮によりチップの形状が更に変化するなどの影響が小さい。このため、コーティング材11の厚さは、チップの厚さより薄いほうがよいと考えられ、薄ければ薄いほどよいと考えられる。また、コーティング材11を熱硬化させるときの温度は、半導体チップ10への影響を考慮すると、200以下が望ましい。

【0036】

また、コーティング材11の特性によっては、ウェハ状態でコーティング材11を塗布し、上述の変形用治具30を用いて半導体チップを変形した後、熱をかけて形状を固定する方法なども考えられる。

【0037】

本実施例では円筒状の基板に半導体チップを巻き付けて変形させるわけではなく、円筒状の部材を使用しないため、半導体チップを軽量化することができる。また、半導体チップの電極パッド等を筒上部材に巻きつけて積層できるように変更することなく、従来の設計の半導体チップでも使用可能である。半導体チップの形状をコーティング材により固定することにより、チップの形状を任意に固定できるだけでなく、半導体チップの強度を増すことができ、樹脂封止時やフリップチップ接続時のチップクラックを防止することができる。

【0038】

次に、半導体チップを円筒形状に形成する第2の方法について説明する。図10A、図10B及び図10Cは第2の方法により半導体チップを円筒形状に形成するための変形用治具の図である。図11A～図11Eは第2の方法により半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【0039】

まず、図11Aに示すように、図10Aに示す支持治具35を半導体チップの裏面(ランプ10aが設けられた面の反対側の面)に支持治具35を接触させ、支持治具35に設けられた孔35aを介して半導体チップ10を真空吸着する。

【0040】

次に、図11Bに示すように、支持治具35により支持された半導体チップ10を湾曲治具36の上に載置し、支持治具35により押圧する。湾曲治具36は断面がほぼ半円状に湾曲した治具であり、弾性を有している。支持治具35を押圧して半導体チップ10を変形させていくと、図11Cに示すように、半導体チップ10は湾曲治具36の内面に沿った形状に変形する。湾曲治具36に真空吸着部を設けておくことにより半導体チップ10を湾曲治具の内面に沿った状態に維持することができる。また、湾曲治具36には加熱用の電熱線を組み込んでおくことが好ましい。

【0041】

次に、図11Dに示すように、支持治具35を半導体チップ10から取り外し、押圧治具37(37A, 37B)により湾曲治具36を左右から押圧する。これにより、図11Eに示すように、押圧治具36の断面が半円形状よりさらに円形状に近い形状に変形する。したがって、湾曲治具36の内側に配置されている半導体チップ10は略円筒形状に変形する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 2 】

なお、図 1 1 D に示す状態あるいは図 1 1 E に示す状態において、上述の第 1 の方法のようにコーティング材 1 1 を半導体チップの裏面に塗布して硬化させることにより、半導体チップ 1 0 が円筒形状を維持するように固定することができる。

## 【 0 0 4 3 】

次に、上述の円筒形状に変形された半導体チップを搭載した半導体装置について説明する。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 2 は複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の断面図である。図 1 2 において、3 個の半導体チップ 1 0 がパッケージ基板（インターポーザ）3 8 にフリップチップ接続され、封止樹脂 3 9 により封止されている。インターポーザ 3 8 の裏面には外部接続端子として半田ボール 4 0 が設けられる。このように、円筒形状の半導体チップ 1 0 を用いることにより、同一数の半導体チップを組み込む場合、半導体装置の水平投影面積を平坦な半導体チップを用いる場合より小さくすることができる。また、複数の半導体チップ 1 0 を全てフリップチップ接続することができる。

10

## 【 0 0 4 5 】

図 1 3 は複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の他の例を示す断面図である。図 1 3 に示す例では、インターポーザ 4 1 の両側に 3 個ずつ合計 6 個の半導体チップ 1 0 がフリップチップ接続され、それぞれ封止樹脂 4 2 により封止されている。外部接続端子としてのハンダボール 4 3 は片側の封止樹脂 4 2 の外側に配置され、封止樹脂の厚みより大きな寸法を有している。図 1 3 に示す半導体チップ 1 0 は円筒形状を僅かに押し潰したような楕円形状となっている。このようにすることにより、封止樹脂 4 2 の厚みを低くすることができる。

20

## 【 0 0 4 6 】

図 1 4 は複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の更に他の例を示す断面図である。図 1 4 に示す例では、半導体チップを 2 重の円筒形状に形成している。図 1 5 は図 1 4 に示す半導体チップの断面図である。すなわち、図 1 5 に示すように、円筒形状に形成した半導体チップ 1 0 A（内周チップ）の外側にさらに円筒形状の半導体チップ 1 0 B（外周チップ）を設けることにより、複数の半導体チップが一体的に形成される。半導体チップ 1 0 A 及び 1 0 B は、あたかも一つの半導体チップのようにインターポーザ 4 5 にフリップチップ接続される。半導体チップ 1 0 A、1 0 B はインターポーザ 4 5 上で封止樹脂 4 6 により封止される。インターポーザ 4 5 の裏面には外部接続端子として半田ボール 4 7 が設けられる。

30

## 【 0 0 4 7 】

図 1 6 は 2 重の円筒形状に形成された半導体チップの端部を示す側面図である。外側の半導体チップのバンプが形成される面（回路形成面）は、内側の半導体チップ 1 0 B に向いており、円筒形状の内周面となる。したがって、外側の半導体チップ 1 0 B に外部接続端子を設けることはできない。一方、内側の半導体チップ 1 0 A のバンプが形成される面（回路形成面）は、円筒形状の外周面となり外側を向くこととなる。そこで、内側の半導体チップ 1 0 A の端部を外側の半導体チップ 1 0 B の端部から突出させて、突出した部分に外部接続端子としてバンプ 1 0 A a を設ける。外側の半導体チップ 1 0 B は、内側の半導体チップ 1 0 B 内の配線とバンプ 1 0 A a を介してインターポーザ 4 7 に接続される。

40

## 【 0 0 4 8 】

以上のように、半導体チップを 2 重に重ねて円筒形状に形成することにより、複数の半導体チップを、空間的に効率よく配置することができ、半導体チップの密度を向上することができる。

## 【 0 0 4 9 】

次に、本発明の第 2 実施例による半導体装置について説明する。図 1 7 は本発明の第 2 実施例による半導体装置の断面図である。図 1 7 に示す半導体装置は、湾曲した半導体チップ 5 0 を有する。半導体チップ 5 0 は、外部接続端子としてのバンプ 5 0 a が設けられ

50

た面（回路形成面）が内側となるような形状に湾曲される。バンプ50aは半田あるいは金などにより形成される。半導体チップ50の回路形成面には樹脂等のコーティング材11が塗布され硬化されて樹脂層が形成される。半導体チップ50は湾曲した状態で樹脂層により固定される。

【0050】

半導体チップ50はバンプ50aを介してパッケージ基板（インターポーザ）52に接続される。すなわち、半導体チップのバンプ50aはインターポーザ52に対してフリップチップ接続される。半導体チップ50はインターポーザ52上で封止樹脂53により封止される。インターポーザ52の裏側には半導体装置の外部接続端子としてハンダボール54が設けられる。

10

【0051】

上述のように半導体チップ50を湾曲させるには、半導体チップ50の厚みは薄いほうがよく、50 $\mu$ m以下が好ましい。

【0052】

半導体チップ50が湾曲しているため、半導体チップ50が平坦な状態でインターポーザに実装される場合より、小さなインターポーザを用いることができる。したがって、半導体装置の水平投影面積を小さくすることができる。

【0053】

次に、半導体チップを湾曲形状に形成する方法について説明する。

【0054】

まず、上述の第1実施例による円筒形状の半導体チップ10を形成する方法を用いて湾曲形状の半導体チップ50を形成することができる。例えば、図8に示す変形用治具30を用いて湾曲形状の半導体チップ50を形成することができる。この場合、平坦な半導体チップ50は、図8に示す半導体チップ10とは表裏が反対になって支持部31に固定される。すなわち、バンプ50aが下向きの状態で支持部31に固定される。そして、図9B示す状態で可動部の回動を停止し、コーティング材11を硬化させることにより湾曲形状に固定された半導体チップ50が得られる。

20

【0055】

また、図10A及び図10Bに示す変形用治具35、36を用いても、半導体チップ50を形成することができる。この場合も、平坦な状態の半導体チップ50を表裏を逆にし、すなわちバンプ50aを下側にして指示治具35に取り付ける。そして図11Cに示す状態でコーティング材11を塗布し硬化させることで湾曲形状に固定された半導体チップ50が得られる。

30

【0056】

図18は湾曲形状の半導体チップを形成するための変形用治具の断面斜視図である。図18に示す変形用治具55は、底部の中央部分に凹部55aが設けられて空間が形成されたブロック状の治具である。底部の空間の中央には真空吸着用の孔55bが開口している。また、底部の空間にはコーティング材を注入するための注入通路50cが開口している。また、変形用治具の底部付近には加熱用の電熱線50dが埋め込まれている。

【0057】

まず、図19Aに示すように、変形用治具55の底部を平坦な状態の半導体チップ50の裏面に配置する。この状態で凹部55aの空間は半導体チップ50の中央部分に位置する。半導体チップ50の回路形成面にコーティング材56を塗布しておく。次に、真空吸着用の孔55を介して半導体チップ50を真空吸着すると、図19Bに示すように、半導体チップ50は湾曲した状態となる。ここで、図19Cに示すように、半導体チップ50と変形用治具の凹部の底面との間に、注入通路からコーティング材を注入し、電熱線により加熱して硬化させる。これにより、半導体チップ50は、回路形成面側のコーティング材56と裏面側のコーティング材とにより湾曲形状に固定される。

40

【0058】

図20は湾曲形状の半導体チップを形成するための他の変形用治具の断面図である。図

50

20に示す変形用治具60は、半導体チップ50の中央部分を支持する中央支持部60Aと、半導体チップ50の両端部をそれぞれ支持する端部支持部60B及び60Cとよりなる。中央支持部60A及び端部支持部60B, 60Cは、真空吸着用の孔60aを介して平坦な状態の半導体チップ50を真空吸着する。図20は平坦な状態の半導体チップ50が変形用治具60に真空吸着された状態を示す。

【0059】

図20に示す状態から、図21Aに示すように、半導体チップ50の中央部が湾曲変形するように、中央支持部60Aを端部支持部60B, 60Cに対して移動する。これにより、半導体チップ50は、中央部分と端部とが平面を維持した状態のまま、中央部分と端部との間が変形して湾曲状態となる。

10

【0060】

次に、図21Bに示すように、半導体チップ50の回路形成面及び裏面にコーティング材56を塗布して硬化させる。これにより、半導体チップ50は湾曲形状に固定される。

【0061】

本実施例による半導体チップをインターポーザ上に複数個並べて搭載する場合、図22に示すように、半導体チップの湾曲によって形成される空間の開いている方向が封止樹脂の流動方向(図中矢印で示す)に整列することが好ましい。すなわち、封止樹脂が半導体チップ50とインターポーザ52との間に形成された空間に容易に流れこんで、封止樹脂が空間に容易に充填できるように、封止樹脂を注入するゲート65の位置を調整する。このような構成は、上述の第1実施例による円筒形状の半導体チップ10においても同様である。

20

【0062】

次に、湾曲形状の半導体チップを複数個組合せて一つのパッケージとした半導体装置について説明する。図23は半導体チップの湾曲により形成される空間の中に小さなサイズの半導体チップを収容した構成の半導体装置の断面図である。図23に示す例では、大きなサイズの半導体チップ50Aを湾曲形状に形成し、その内側に一回り小さな半導体チップ50Bを湾曲形状に形成して配置し、その内側にさらに平坦な半導体チップ50Cを配置している。半導体チップ50A, 50B, 50Cの各々はインターポーザ52に対してフリップチップ接続され、封止樹脂53により封止される。

30

【0063】

図23に示す構成とした場合、積層した半導体チップと同様となるが、一枚のインターポーザ52に対して全ての半導体チップをフリップチップ接続することができる。なお、半導体チップの実装密度が上がることにより、発熱の問題が生じるおそれがある場合は、図24に示すように、封止樹脂53の上面に金属板等よりなるヒートシンク66を設けてもよい。

【0064】

なお、図23に示すような積層構造の場合、小さい半導体チップから上に積み重ねた後全ての半導体チップを変形(湾曲)させ、一括でフリップチップ接続する方法も考えられる。この方法は工程数がへるが、インターポーザと半導体チップの接続精度や、半導体チップを積層することによってチップが厚くなり、チップを変形しにくくなることを考えると、チップを個別に変形してフリップチップ接続することが好ましい。

40

【0065】

図25は半導体チップの湾曲により形成される空間の中に小さなサイズの半導体チップを収容した構成の半導体装置の他の例の断面図である。図25に示す半導体装置では、半導体チップ50Bが上下反対に配置され、半導体チップ50Aに対してフリップチップ接合されている。そして、半導体チップ50Cは、半導体チップ50Aと半導体チップ50Bとの間に形成される空間に配置される。図25に示す例では、半導体チップ50Bに対して半導体チップ50Cをフリップチップ接続している。

【0066】

図25に示す構成では、半導体チップ50Bの背面がインターポーザ52に対向するた

50

め、図 26 に示すように銅などのベタ配線層 67 をインターポーザ 52 に形成することにより、半導体チップ 50B からの放熱を促進することができる。また、図 27 に示すように、封止樹脂 53 の上面に金属板等よりなるヒートシンク 66 を設けて、更に放熱を促進することとしてもよい。さらに、放熱を促進するために、サーマルボールを入れたり、放熱性の良い封止樹脂などを用いたりして熱抵抗を小さくするなどの方法をとることが考えられる。

【0067】

図 25 に示す構成の半導体装置では、半導体チップ同士がフリップチップ接続されており、チップ間の接続配線長が短くなるため、高速動作を実現することができる。

【0068】

図 28 は複数の半導体チップを搭載した更に別の半導体装置を示す断面図である。インターポーザ 52 上に複数個の半導体チップをフラットな状態で接続し、最上位チップとインターポーザとの接続を、形状を変化させたチップにて接続を行う。図 28 に示す例では、半導体チップ 70A と 70B とが互いに背面が対向するように積層されており、半導体チップ 70A はインターポーザ 52 にフリップチップ接続されている。したがって、半導体チップ 70B は回路形成面が上を向いた状態となっている。

【0069】

半導体チップ 70B の上に更に半導体チップ 70C がフリップチップ接続されている。ここで、従来の MCM 型半導体装置では、半導体チップ 70B とインターポーザ 52 との間をボンディングワイヤにて接続することが一般的であったが、図 28 に示す例ではボンディングワイヤの代わりに変形した半導体チップ 70D, 70E を用いている。

【0070】

このような構造にすることにより、パッケージ内に積層してあるチップの厚さが違っていても、ボンディングワイヤの代わりに接続する半導体チップ 70D, 70E の形状を変化させることにより、積層する半導体チップの厚さに制限がなくなる。また、電極パッド数が多い半導体チップの場合や、積層してあるチップの数が多い場合でも、電極パッドを個別に接続する必要はなく、変形したチップを使用して、最上位の半導体チップとインターポーザとの接続をフリップチップにて一括で行うことができる。このため、半導体チップとインターポーザとを短時間で接続できるようになる。

【0071】

最上位の半導体チップとインターポーザまたは下位の半導体チップとを接続するための半導体チップ 70D, 70E の種類は、特に制限は無く、半導体回路を有していてもよいし、配線パターンだけが形成されていてもよい。

【0072】

図 29 は半導体チップ 70D 内の配線例を示す平面図である。半導体チップ 70D において、半導体チップ 70B の電極パッドに接続される電極パッド 71 が一つの辺に近傍に配列され、インターポーザ 52 の電極パッドに接続される電極パッド 72 が反対側の辺の近傍に配置される。

【0073】

パターン配線 73 は電極パッド 71 と電極パッド 72 とを接続しており、半導体チップ 70B とインターポーザ 52 とを接続する。パターン配線 74 は半導体 70D 内の回路とインターポーザ 52 とを接続する。パターン配線 75 は半導体 70D 内の回路と半導体チップ 70B とを接続する。パターン配線 76 は半導体チップ 70B と半導体チップ 70D とインターポーザ 52 とを同時に接続する。このように、ボンディングワイヤの代わりに変形した半導体チップを用いることにより、多数の電極パッドを一括して接続することができ、かつ様々な配線経路を容易に形成することができる。

【0074】

図 30A ~ 30D は複数の半導体チップを一括して変形して半導体装置を形成する工程を説明するための図である。まず図 30A に示すように複数の半導体チップ 80A, 80B, 80C 同士をフリップチップ接続し、図 30B に示すように半導体チップの間にアン

10

20

30

40

50

ダーフィル材 81 を充填して固定する。次に、図 30C に示すように、一体的に固定された半導体チップ 80A, 80B, 80C を上述の方法のいずれかにより変形（湾曲）させ、半導体チップ 80B と 80C と 80A との間に固定部材として樹脂 82 を充填し硬化させる。そして、図 30D に示すように変形した半導体チップ 80A, 80B, 80C をインターポーザ 52 にフリップチップ接続し、封止樹脂 53 により封止する。

【0075】

以上の変形方法では、複数の半導体チップを一括して変形することができる。また、単体では容易に変形することができないような小さなサイズの半導体チップ（この場合半導体チップ A80）でも容易に変形することができる。

【0076】

図 30A ~ 30D に示す例では、3 個の半導体チップを用いているが、半導体チップ 80B, 80C を一つの大きなサイズの半導体チップとしてもよい。

【0077】

本発明は上述の具体的に開示された実施例に限定されることなく、本発明の範囲内において様々な変形例及び改良例がなされるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図 1】円筒形状に変形された半導体チップの斜視図である。

【図 2】湾曲した状態で基板に搭載された半導体チップの側面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例による半導体装置の断面図である。

【図 4】従来のメモリデバイスに用いられる半導体チップの内部回路のブロック図である。

【図 5】円筒形状の半導体チップをメモリデバイスとして用いた場合の内部回路のブロック図である。

【図 6】図 5 に示す回路を形成した場合の半導体チップの内部構成を示す図である。

【図 7】図 6 に示す半導体チップを搭載するためのインターポーザの平面図である。

【図 8】半導体チップを円筒形状に形成するための変形用治具の斜視図である。

【図 9A】図 8 に示す変形用治具の動作を説明するための図である。

【図 9B】図 8 に示す変形用治具の動作を説明するための図である。

【図 9C】図 8 に示す変形用治具の動作を説明するための図である。

【図 10A】半導体チップを円筒形状に形成するための変形用治具の図である。

【図 10B】半導体チップを円筒形状に形成するための変形用治具の図である。

【図 10C】半導体チップを円筒形状に形成するための変形用治具の図である。

【図 11A】図 10A ~ 図 10C に示す変形用治具を用いて半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【図 11B】図 10A ~ 図 10C に示す変形用治具を用いて半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【図 11C】図 10A ~ 図 10C に示す変形用治具を用いて半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【図 11D】図 10A ~ 図 10C に示す変形用治具を用いて半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【図 11E】図 10A ~ 図 10C に示す変形用治具を用いて半導体チップを円筒形状に変形する動作を説明するための図である。

【図 12】複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の断面図である。

【図 13】複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の他の例を示す断面図である。

【図 14】複数の円筒形状の半導体チップを組み込んだ半導体装置の他の例を示す断面図である。

【図 15】図 14 に示す半導体チップの断面図である。

【図 16】2 重の円筒形状に形成された半導体チップの端部を示す側面図である。

10

20

30

40

50

【図 17】本発明の第 2 実施例による半導体装置の断面図である。

【図 18】湾曲形状の半導体チップを形成するための変形用治具の断面斜視図である。

【図 19A】図 18 に示す変形用治具を用いて半導体チップを湾曲形状に形成する工程を説明するための図である。

【図 19B】図 18 に示す変形用治具を用いて半導体チップを湾曲形状に形成する工程を説明するための図である。

【図 19C】図 18 に示す変形用治具を用いて半導体チップを湾曲形状に形成する工程を説明するための図である。

【図 20】湾曲形状の半導体チップを形成するための他の変形用治具の断面図である。

【図 21A】図 28 に示す変形用治具を用いて半導体チップを湾曲形状に形成する工程を説明するための図である。

10

【図 21B】図 28 に示す変形用治具を用いて半導体チップを湾曲形状に形成する工程を説明するための図である。

【図 22】複数の湾曲形状の半導体チップを封止する際の封止樹脂の流れを説明するための図である。

【図 23】半導体チップの湾曲により形成される空間の中に小さなサイズの半導体チップを収容した構成の半導体装置の断面図である。

【図 24】図 23 に示す半導体装置にヒートシンクを設けた例の断面図である。

【図 25】半導体チップの湾曲により形成される空間の中に小さなサイズの半導体チップを収容した構成の半導体装置の他の例の断面図である。

20

【図 26】図 25 に示すベタ配線層を示す平面図である。

【図 27】図 25 に示す半導体装置にヒートシンクを設けた例の断面図である。

【図 28】複数の半導体チップを搭載した更に別の半導体装置を示す断面図である。

【図 29】図 28 に示す半導体チップ内の配線例を示す平面図である。

【図 30A】複数の半導体チップを一括して変形して半導体装置を形成する工程を説明するための図である。

【図 30B】複数の半導体チップを一括して変形して半導体装置を形成する工程を説明するための図である。

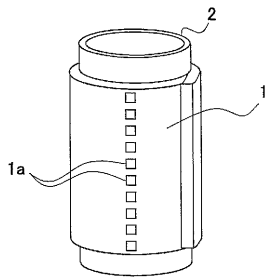
【図 30C】複数の半導体チップを一括して変形して半導体装置を形成する工程を説明するための図である。

30

【図 30D】複数の半導体チップを一括して変形して半導体装置を形成する工程を説明するための図である。

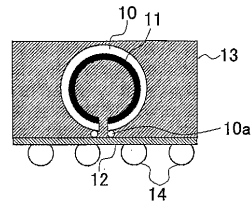
【 図 1 】

FIG.1



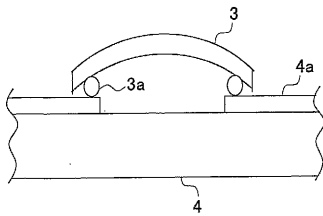
【 図 3 】

FIG.3



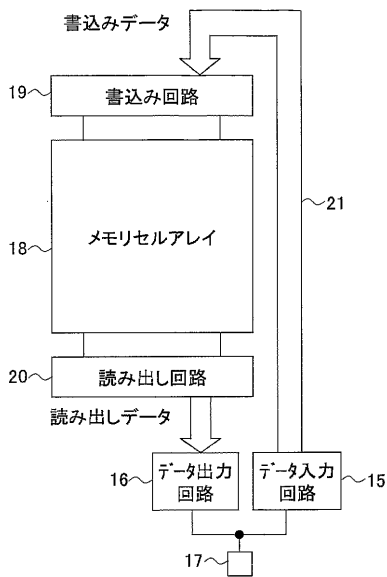
【 図 2 】

FIG.2



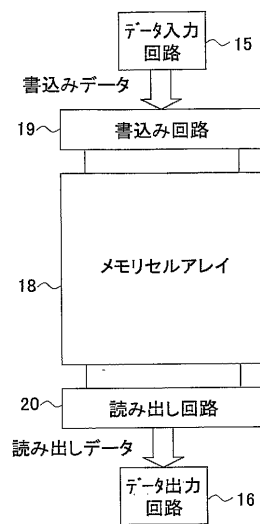
【 図 4 】

FIG.4

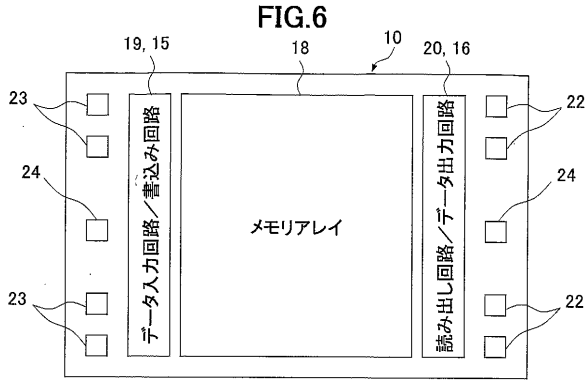


【 図 5 】

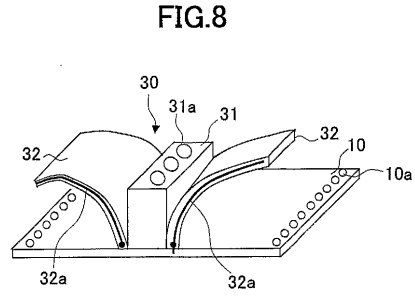
FIG.5



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】

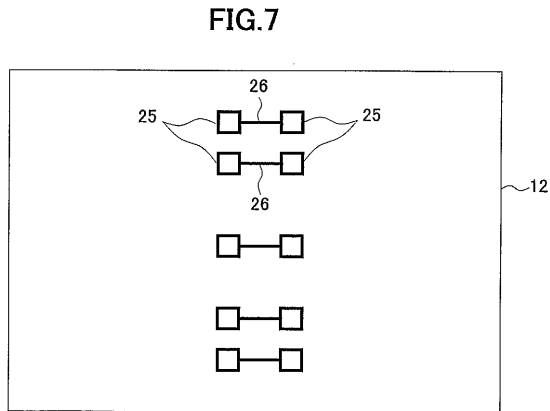


FIG.9C

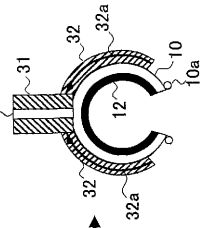


FIG.9B

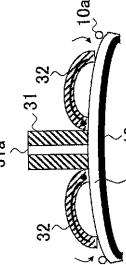


FIG.9A

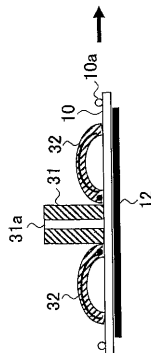


FIG.10A

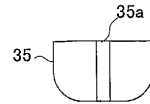


FIG.10B

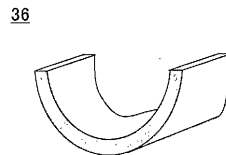
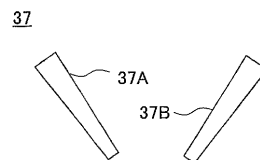
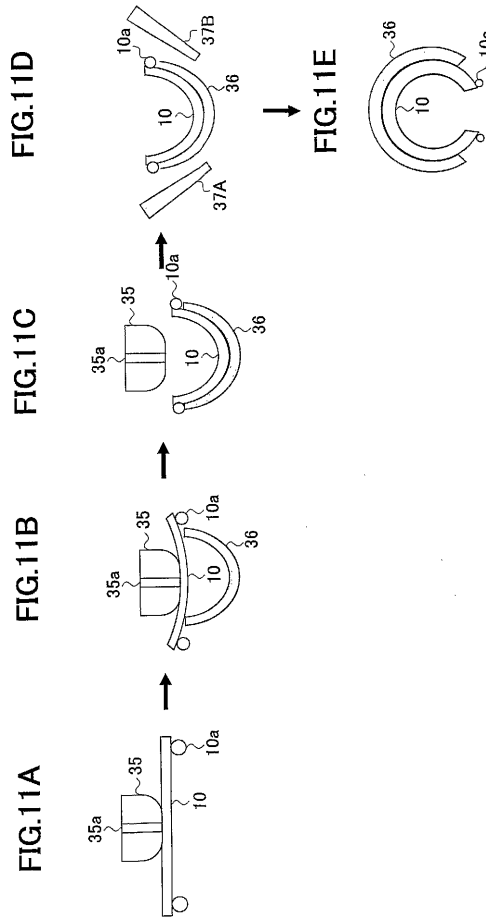


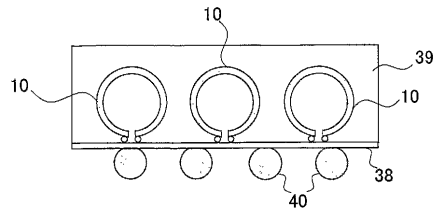
FIG.10C





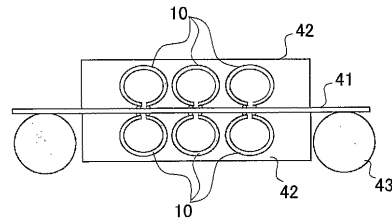
【 1 2 】

FIG.12



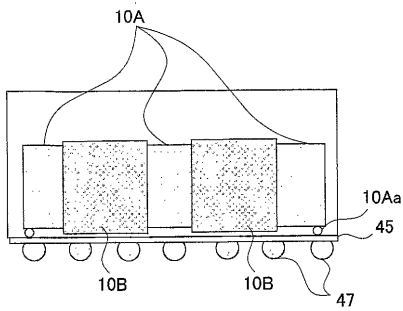
【 1 3 】

FIG.13



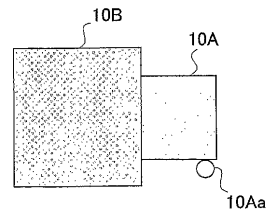
【 1 4 】

FIG.14



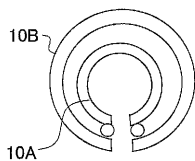
【 1 6 】

FIG.16



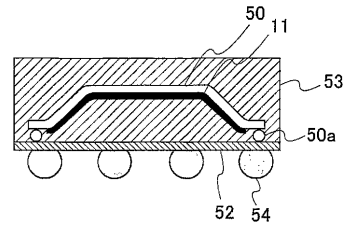
【 1 5 】

FIG.15



【 1 7 】

FIG.17



【 図 1 8 】

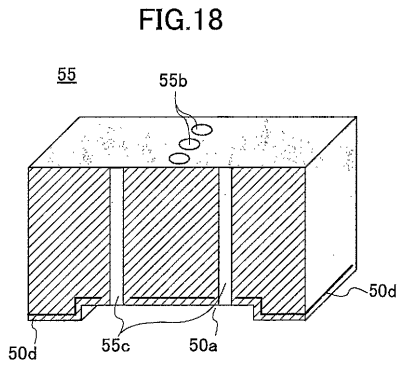


FIG.19A

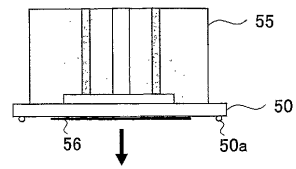


FIG.19B

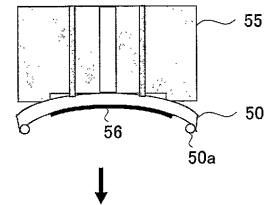
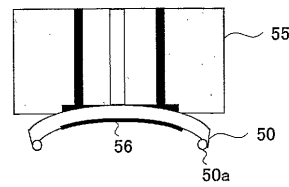


FIG.19C



【 図 2 0 】

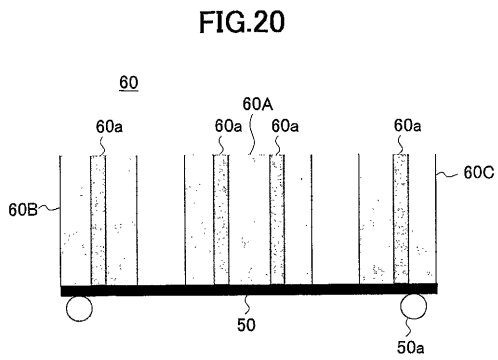


FIG.21A

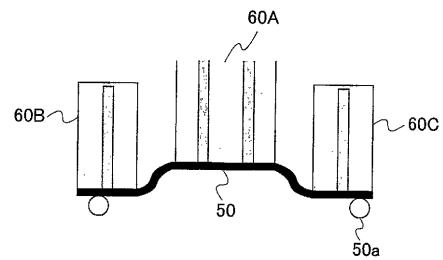
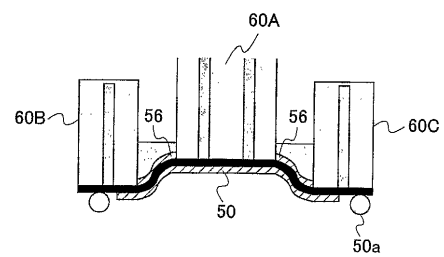
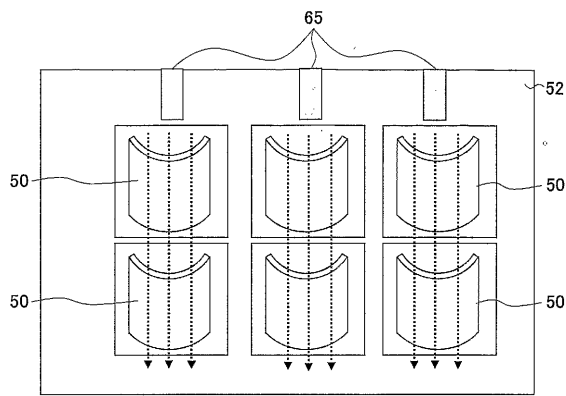


FIG.21B



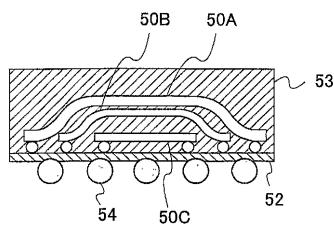
【 図 2 2 】

FIG.22



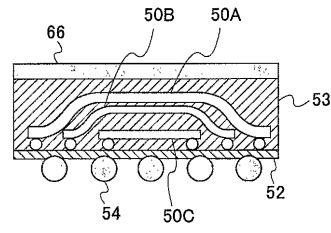
【 図 2 3 】

FIG.23



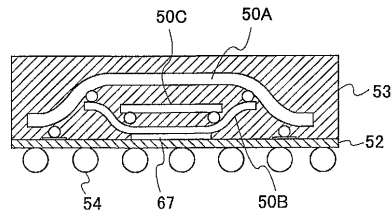
【 図 2 4 】

FIG.24



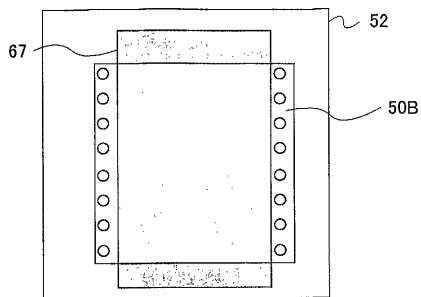
【 図 2 5 】

FIG.25



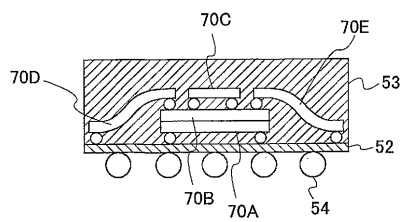
【 図 2 6 】

FIG.26



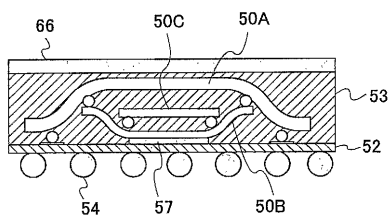
【 図 2 8 】

FIG.28



【 図 2 7 】

FIG.27



【 図 2 9 】

FIG.29

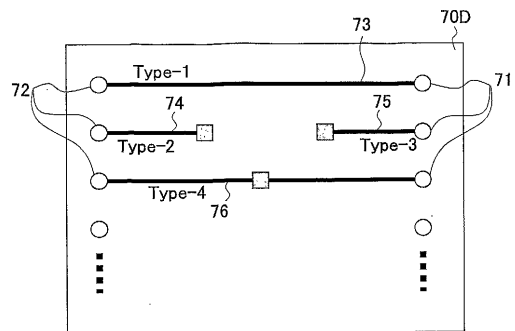


FIG.30A

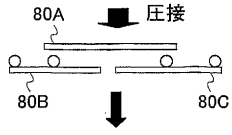


FIG.30B

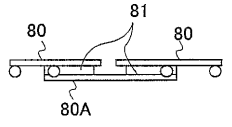


FIG.30C

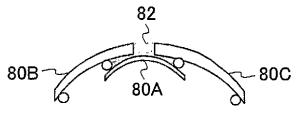
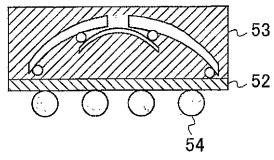


FIG.30D



---

フロントページの続き

- (72)発明者 平岡 哲也  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 鈴木 孝章  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通テクノロジーリサーチ株式会社内
- (72)発明者 松崎 康郎  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 特開平11-121525(JP,A)  
特開2001-352032(JP,A)  
特開平11-345823(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 23/12  
H01L 21/60