

明 細 書

発明の名称：ボンディング装置及びボンディング方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボンディング装置及びボンディング方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体ダイなどの電子部品を基板上にボンディングする実装技術が知られている。例えば、特許文献1では、接着剤の供給量を制御しやすくするために樹脂フィルム（接着剤）を基板に供給し、ボンディングツールによって半導体ダイを樹脂フィルムを介して基板にボンディングする。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4780858号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来、ボンディングツールの加熱及び加圧によって基板上の接着剤が半導体ダイの側面から上方へと這い上がり、溶融した接着剤がボンディングツールの先端部に付着する場合があった。また、接着剤を加熱溶融して実装する場合、接着剤から生じたヒュームガスがボンディングツールの吸引孔に入り込み、これによってボンディングツールが汚染される場合があった。さらには、近年の電子部品の小型化に伴い、ボンディング工程においても狭ピッチ化を考慮する必要がある。

[0005] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、電子部品を接着材料を介して基板上に良好にボンディングすることができる、ボンディング装置及びボンディング方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の実施の形態に係るボンディング装置は、電子部品を基板又は他の電子部品に接着材料を介して熱圧着するボンディング装置であって、

透気性を有する個片状の透気性シートを挟んで電子部品を吸着する第1吸引孔が設けられたボンディング面と、ボンディング面に向かって先細るテーパ状に形成され、透気性シートを吸着する第2吸引孔が設けられたテーパ側面とを含むボンディング先端部を有するボンディングツールと、第1吸引孔と第2吸引孔を互いに独立して制御するボンディング制御部とを備える。

[0007] 上記構成によれば、ボンディング面に設けられた第1吸引孔と、テーパ側面に設けられた第2吸引孔とを互いに独立して制御するボンディング制御部を備えるため、電子部品又は透気性シートの吸着又は離脱をそれぞれ必要に応じて独立して制御することができる。また、透気性シートはテーパ側面に設けられた第2吸引孔で吸着されるため、個片状の多孔質性シートの端部が垂れさがることを防止し、ボンディング工程時に透気性シートをボンディング先端部に確実に吸着させることができる。したがって、電子部品を接着材料を介して基板上に良好にボンディングすることができる。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、電子部品を接着材料を介して基板上に良好にボンディングすることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態に係るボンディング装置を示す図である。

[図2]図2は、図1のボンディングツールの平面図である。

[図3]図3は、図2のIII - III線断面図である。

[図4]図4は、本実施形態に係るボンディング方法を示す図である。

[図5]図5は、図4のシート載置ステージの平面図である。

[図6]図6は、第1の実施の形態に係るボンディング方法を示す図である。

[図7]図7は、第1の実施の形態に係るボンディング方法を示す図である。

[図8]図8は、第1の実施の形態に係るボンディング方法を示す図である。

[図9]図9は、第1の実施の形態に係るボンディング方法を示す図である。

[図10]図10は、第1の実施形態に係るボンディング方法のフローチャート

である。

[図11]図 1 1 は、本発明の第 2 の実施の形態に係るボンディング装置を示す図である。

[図12]図 1 2 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るボンディング装置を示す図である。

[0010] 以下に本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載において、同一又は類似の構成要素は同一又は類似の符号で表している。図面は例示であり、各部の寸法や形状は模式的なものであり、本願発明の技術的範囲を当該実施の形態に限定して解すべきではない。

[0011] なお、本発明の各実施の形態において、透気性とは、ボンディングヘッドと半導体ダイとの間に挟まれる這い上がり防止用のシートがボンディングヘッドに形成された第 1、第 2 吸引孔から供給される真空によってボンディングヘッドが半導体ダイをそのボンディング面に保持できる程度に空気を透過できる性能をいう。すなわち、透気性を有する這い上がり防止用のシートは、例えば以下に説明するように多孔質シート、不織布又は透気孔が形成されたシートであるが、その態様は限定して解釈されない。

[0012] (第 1 の実施の形態)

図 1 は、第 1 の実施形態に係るボンディング装置の全体概略を示した図である。本実施形態に係るボンディング装置 1 0 は、電子部品の一例である半導体ダイ 1 0 0 を基板 1 1 0 のボンディング領域に実装するための装置である。

[0013] 図 1 に示す例では、基板 1 1 0 にボンディングされる電子部品の一例として半導体ダイ 1 0 0 が示されている。半導体ダイ 1 0 0 は半導体材料からなる。半導体ダイ 1 0 0 は、主面である表面及び裏面を有する直方体状に形成されている。具体的には、半導体ダイ 1 0 0 は、所定の回路パターンが形成された表面である第 1 主面 1 0 2 a と、第 1 主面 1 0 2 a とは反対の裏面である第 2 主面 1 0 2 b を有する。本実施形態では、半導体ダイ 1 0 0 の第 1 主面 1 0 2 a が基板 1 1 0 に対向する向きに、半導体ダイ 1 0 0 が基板 1 1

0にボンディングされる。このようなボンディング態様はフェースダウンボンディングと呼ばれる。

[0014] ボンディング装置10は、ウェーハステージ12、中間ステージ14、ボンディングステージ16、シート載置ステージ17、ボンディングヘッド18、ボンディングヘッド18にZ軸駆動機構20を介して取り付けられたボンディングツール40（ボンディング先端部42を含む。）、半導体ダイ100の画像情報を取得する撮像部26、27、ボンディングヘッド18をXY軸方向に移動させるXYテーブル28、これらの各種構成の動作を制御するボンディング制御部30を備える。

[0015] 以下の説明においては、XY軸方向を半導体ダイ100の主面（又はいずれかのステージの主面）に平行な方向とし、Z軸方向をXY軸方向の面に垂直な方向として説明する。なお、X軸方向及びY軸方向は互いに直交する。

[0016] ウェーハステージ12には、個片化された複数の半導体ダイ100からなるウェーハ120が載置される。ウェーハ120は、所定の回路パターンが形成された表面である第1主面122a（半導体ダイ100の第1主面102aに相当する。）と、第1主面122aとは反対の裏面である第2主面122b（半導体ダイ100の第2主面102bに相当する。）を有する。ウェーハ120は、第2主面122bがウェーハステージ12上のフィルムに貼着されることによって、ウェーハステージ12上に固定されている。ウェーハステージ12上の半導体ダイ100は、吸着ツール及びピックアップユニット（いずれも図示しない）との協調動作により半導体ダイ100をピックアップした後、移送ヘッド（図示しない）により、中間ステージ14に移送される。

[0017] 中間ステージ14は、半導体ダイ100を一時的に載置するためのステージである。中間ステージ14は、ウェーハステージ12とボンディングステージ16との間に配置されている。ボンディングステージ16において半導体ダイ100を基板110にフェースダウンボンディングする場合、ウェーハステージ12からピックアップした半導体ダイ100の向きを表裏反転さ

せ、中間ステージ１４上に第１主面１０２aが対向する向きに半導体ダイ１００を載置する。中間ステージ１４は、リニアモータ（図示しない）などの駆動機構により、ＸＹ軸方向に移動可能に構成されている。半導体ダイ１００は、第１主面１０２aが中間ステージ１４上のフィルムに貼着されることによって、中間ステージ１４上に固定される。中間ステージ１４上の半導体ダイ１００は、吸着ツール及びピックアップユニット（いずれも図示しない）との協調動作により半導体ダイ１００をピックアップした後、移送ヘッド（図示しない）により、ボンディングステージ１６に移送される。

[0018] ボンディングステージ１６は、基板１１０を配置し、基板１１０上に半導体ダイ１００をボンディングするためのステージである。基板１１０は電子部品（半導体ダイ１００）が搭載される搭載領域を有する。図１に示す例では基板１１０は１つの搭載領域を有している。基板１１０は、例えばボンディングステージ１６上のフィルムに、基板１１０の搭載領域が設けられた面と反対の面が貼着されることによって、ボンディングステージ１６上に固定される。

[0019] なお、変形例として、例えば１つの基板１１０に複数の搭載領域が設けられていてもよい。この場合、基板１１０の各搭載領域に電子部品（半導体ダイ１００）が搭載された後、搭載領域ごとに基板１１０を個片にすることによって、複数の完成品（電子部品を備える電子デバイス）を得ることができる。

[0020] あるいは、基板１１０上の１つの搭載領域に複数の半導体ダイ１００が積み重ねられることによってスタック型の半導体装置を製造することもできる。すなわち、ボンディングステージ１６上において、基板１１０上に既に搭載された他の電子部品（例えば半導体ダイ）上に電子部品（半導体ダイ１００）を搭載してもよい。このようなスタック型の半導体装置においては、搭載領域に搭載された２以上の半導体ダイ１００の全てがいずれも同一の方向を向いていてもよいし、あるいは一部が異なる方向を向いていてもよい。

[0021] 基板１１０の材質は、例えば、有機材料（例えばエポキシ基板やポリイミ

ド基板)、無機材料(例えばガラス基板)又はそれらの複合材料(例えばガラスエポキシ基板)から構成されている。基板110はいわゆるインタポーザである。

[0022] なお、ボンディングステージ16は、ガイドレール(図示しない)などの駆動機構により、基板110をX軸方向に移動可能に構成されている。また、ボンディングステージ16は基板110を加熱するための加熱手段を備えている。

[0023] シート載置ステージ17は、透気性を有する個片状の多孔質性シート130(図4参照)を供給又は回収するためのステージである。シート載置ステージ17は、個片状の多孔質性シート130を載置する少なくとも1つのシート載置部60を有する。シート載置部60の構成は後述する。

[0024] ボンディングヘッド18には、Z軸駆動機構20を介してボンディングツール40が取り付けられ、かつ、ボンディングツール40からY軸方向に所定距離だけ離れた位置に撮像部26が取り付けられている。言い換えれば、図1に示す例では、ボンディングツール40及び撮像部26は、ボンディングヘッド18に固定されており、ボンディングヘッド18がXYテーブル28によって移動することによって、ボンディングツール40及び撮像部26が共にXY軸方向に移動する。また、撮像部26と反対側には、撮像部27が設けられている。撮像部26は、中間ステージ14又はボンディングステージ16において、半導体ダイ100の第2主面102bを撮像可能であり、撮像部27は、半導体ダイ100の第1主面102aを撮像可能である。なお、変形例として、撮像部26はボンディングヘッド18に固定されておらず、ボンディングツール40とは別個に移動可能であってもよい。

[0025] ボンディングツール40は、半導体ダイ100をボンディングするボンディング先端部42を有する。ボンディング先端部42は、Z軸方向に沿って延在するボンディングツール40のうちボンディングステージ16側の端部である。ボンディングツール40は半導体ダイ100又は基板110を加熱可能なようにヒータ(図示しない)を内蔵している。また、ボンディングツ

ール40は、半導体ダイ100又は多孔質性シート130を吸着又は離脱することが可能なようにエアバキューム機能及び／又はエアブロー機能を有している。本実施形態では、ボンディングツール40によって多孔質性シート130を挟んで半導体ダイ100を基板110にボンディングする。なお、ボンディングツール40の構成は後述する。

[0026] 多孔質性シート130は、一方の主面と他方の主面との間を通気するための複数の孔を有する。多孔質性シート130のガーレー値は、半導体ダイ100等の電子部品を吸着するために値が小さいほうがよく、例えば $1 \sim 2$ ($s/100cc/in^2$)の範囲を有することが好ましい。

[0027] また、多孔質性シート130は、ボンディング対象である半導体ダイ100の半導体材料又はボンディング面44の材質よりも柔らかい材質からなる。多孔質性シート130は例えば不織布であってもよい。

[0028] 多孔質性シート130は、例えば、四フッ化エチレン樹脂(PTFE)やポリイミドであるが、その材質は限定されず、他の多孔質性の材料を用いてもよい。例えば、四フッ化エチレン樹脂を多孔質性シート130として用いる場合、四フッ化エチレン樹脂は、PTFEナノファイバーであってもよい。PTFEナノファイバーは、約 $1 \sim 2 \mu m$ の孔径を有し、約 $56 \mu m$ の厚さを有し、ガーレー値が 1.2 ($s/100cc/in^2$)を有するものを用いてもよい。PTFEナノファイバーは、厚いにもかかわらずガーレー値を小さくする(すなわち通気性を向上させる)ことができ、また、約 $260^\circ C$ に加熱してもほとんど熱収縮しないため、例えば $230^\circ C$ 以上の熱が加えられる製造プロセスに耐熱性を有する。したがって、PTFEナノファイバーは本実施形態の多孔質性シート130として使用すると効果的である。

[0029] ボンディング制御部30は、ボンディング装置10によるボンディングのための必要な処理を制御するものである。ボンディング制御部30は、ボンディングツール40のXYZ軸駆動、 θ 軸駆動(Z軸回りの回転)及びチルト駆動(傾斜方向)を含むボンディングツール40の位置制御、エアバキューム機能及び／又はエアブロー機能のオン又はオフ制御、半導体ダイ100

を基板 110 へ実装するときの荷重制御、ボンディングツール 40 又はボンディングステージ 16 の熱供給制御などを行う。ボンディング制御部 30 は、ボンディングヘッド 18、ボンディングツール 40 並びに撮像部 26、27 などの各構成との間で信号の送受信が可能なように接続され、これによりこれらの動作を制御する。

[0030] ボンディング制御部 30 には、制御情報を入力するための操作部 32 と、制御情報を出力するための表示部 34 が接続されている。これにより作業者が表示部 34 によって画面を認識しながら操作部 32 によって必要な制御情報を入力することができるようになっている。

[0031] ボンディング制御部 30 は、CPU 及びメモリなどを備えるコンピュータ装置であり、メモリには予めボンディングに必要な処理を行うためのボンディングプログラムなどが格納される。ボンディング制御部 30 は、後述する本実施形態に係る半導体ダイの実装方法に関わる各工程を実行可能に構成されている（例えば各動作をコンピュータに実行させるためのプログラムを備える）。

[0032] 次に図 2 及び図 3 を参照しつつ、本実施形態に係るボンディングツール 40 の詳細を説明する。図 2 はボンディングツール 40 の平面図である。図 3 は図 2 の I-I 線断面図である。

[0033] ボンディング先端部 42 は、ボンディング面 44 と、ボンディング面 44 に向かって先細るテーパ側面 46a～46d（以下、これらをまとめて「テーパ側面 46」ともいう。）とを有する。図 2 に示す例では、多孔質性シート 130 又は半導体ダイ 100 を吸着又は離脱可能なように、ボンディング面 44 には複数の第 1 吸引孔 50 が設けられ、テーパ側面 46 には複数の第 2 吸引孔 52、54 が設けられている。

[0034] ボンディング面 44 は、ボンディング対象である半導体ダイ 100 の形状に対応しており、例えば XY 平面視において矩形状をなしている。また、ボンディング面 44 は、XY 平面視において半導体ダイ 100（電子部品）よりも大きい形状を有する。これによれば、ボンディング面 44 によって半導

体ダイ１００の全体を均一に押圧することができるので良好なボンディングを実現することができる。

[0035] テーパ側面４６は、ボンディング面４４の各辺に設けられている。図２に示す例では、ボンディング面４４の各辺のうちいずれか１つの辺にテーパ側面４６ａが設けられ、テーパ側面４６ａに隣接してテーパ側面４６ｂが設けられ、テーパ側面４６ｂに隣接してテーパ側面４６ｃが設けられ、テーパ側面４６ｃに隣接してテーパ側面４６ｄが設けられている。言い換えれば、テーパ側面４６ａ、４６ｃは、ボンディング面４４の互いに対向する各辺に設けられ、他方、テーパ側面４６ｂ、４６ｄは、ボンディング面４４の互いに対向する各辺に設けられている。図３に示すように、各テーパ側面４６ａ～ｄとボンディングツール４０の周辺面４８（又はボンディング面４４）となす角 $\theta 1$ は、 $\theta 1 > 90$ 度（例えば $\theta 1 \geq 135$ 度）である。各テーパ側面４６ａ～ｄの傾斜角度 $\theta 1$ はボンディング面４４の大きさや半導体ダイ１００の吸着度合などに応じて適宜設定することができる。

[0036] 複数の第１吸引孔５０（図２では１０個）はボンディング面４４の中央領域に設けられている。これにより第１吸引孔５０によって半導体ダイ１００を効果的に吸着することができる。

[0037] なお、複数の第１吸引孔５０は、ボンディングツール４０の基端部側に向かって延在しており互いに連通している（図示しない）。これにより複数の第１吸引孔５０を一括して制御することができる。

[0038] また、複数の第２吸引孔５２（図２では３個）は、いずれか１つのテーパ側面４６ａに設けられ、複数の第２吸引孔５４（図２では３個）は、テーパ側面４６ａと対向するテーパ側面４６ｃに設けられている。他方、残りのテーパ側面４６ｂ、４６ｄには第２吸引孔が設けられていない。これによれば、多孔質性シート１３０を一方向で吸着支持するため、シートの皺や垂れ下がりを抑制でき、良好な状態でボンディング先端部４２に吸着することができる。

[0039] 図２に示す例では、第２吸引孔５２（又は第２吸引孔５４）は、テーパ側

面46a（又はテーパ側面46c）におけるボンディング面44の辺の延在方向に沿って互いに間隔が略均等になるように配置されている。

[0040] なお、複数の第2吸引孔52，54は、ボンディングツール40の基端部側に向かって延在しており互いに連通している（図示しない）。これにより複数の第2吸引孔52，54を一括して制御することができる。

[0041] 本実施形態では、ボンディング面44に設けられる複数の第1吸引孔50と、テーパ側面46に設けられる複数の第2吸引孔52，54とが互いに独立して制御可能に構成されている。このような構成を採用することにより、例えば、（i）ボンディングツール40に多孔質性シート130及び半導体ダイ100の両方を吸着させる場合には、第1吸引孔50及び第2吸引孔52，54の吸引動作をいずれもオン状態に制御し、（ii）ボンディングツール40から半導体ダイ100を離脱させる場合には、第1吸引孔50の吸引動作をオフ状態にしつつ第2吸引孔52，54の吸引動作をオン状態に制御し、（iii）ボンディングツール40から多孔質性シート130を離脱させる場合には、第1吸引孔50及び第2吸引孔52，54の吸引動作をいずれもオフ状態にする。

[0042] なお、上記（i）～（iii）において吸引動作をオフ状態にすることに代えて、エアブローなどによって真空破壊を起こすように排気動作をオン状態に制御してもよい。これによれば半導体ダイ100又は多孔質性シート130をボンディングツール40から確実に離脱することができる。

[0043] 次に図4～図10を参照しつつ、本実施形態に係るボンディング方法を説明する。図4～図9は本実施形態に係るボンディング方法を示す図であり、図10は本実施形態に係るボンディング方法のフローチャートである。なお、図5は本実施形態に係るシート載置ステージの平面図である。本実施形態に係るボンディング方法は、図1に示すボンディング装置10を用いて行うことができる。本実施形態のボンディング方法によって、半導体ダイ100が接着材料114を介して基板110に実装された半導体装置140（図8参照）を製造することができる。

- [0044] 以下、図10のフローチャートに従い、図4～図9の各図を参照しつつボンディング方法を説明する。
- [0045] まず、ウェーハステージ12上に、個片にされた複数の半導体ダイ100を用意する(S10)。具体的には、図1に示したように、ウェーハステージ12上に、フィルムに貼着された複数の半導体ダイ100からなるウェーハ120を用意する。ウェーハ120は、複数の半導体ダイ100のそれぞれが、第1主面102aが上方を向くとともに第2主面102bがウェーハステージ12に対向する向きに、ウェーハステージ12上に配置される。
- [0046] 次に、半導体ダイ100を中間ステージ14に移送する(S11)。例えば、吸着ツール及びピックアップユニット（いずれも図示しない）との協調動作により、ウェーハステージ12上の複数の半導体ダイ100を一つずつ中間ステージ14に移送する。
- [0047] 他方で、シート載置ステージ17のシート載置部60に多孔質性シート130を供給し、ボンディングツール40をシート載置ステージ17の上方に移動させて、ボンディング面44に多孔質性シート130を吸着する(S12)。具体的には、図4に示すように、ボンディング先端部42をシート載置部60に嵌め合わせるとともに、第1吸引孔50及び第2吸引孔52、54の吸引動作をオン状態(VAC:ON)にして、ボンディング先端部42に多孔質性シート130を吸着させる。ステップS12は、ステップS11と並行して又はステップS11後に行うことができる。
- [0048] ここで、シート載置ステージ17の構成について説明する。図5は、シート載置ステージ17の平面図であり、図4は図5のVⅠ－VⅠ線断面図である。
- [0049] シート載置ステージ17は、少なくとも1つのシート載置部60を有している。1つのシート載置部60には個片状の1つの多孔質性シート130が載置される。図4に示す例では、1つのシート載置部60が示されているが、シート載置ステージ17上に複数のシート載置部60が設けられていてもよい。

- [0050] シート載置部60は、多孔質性シート130を支持する底面64と、底面64から離れるに従って広がるテーパ状に形成されたテーパ側面66a, 66b, 66c, 66d（以下これらをまとめて「テーパ側面66」ともいう。）とを有する。図4に示す例では、底面64には多孔質性シート130を回収するためのシート回収孔62が設けられている。
- [0051] 底面64は、ボンディング面44の形状に対応しており、例えばXY平面視において矩形状をなしている。また、底面64は、XY平面視において半導体ダイ100（電子部品）よりも大きい形状を有する。
- [0052] テーパ側面66は、ボンディング先端部42のテーパ側面46に対応して設けられ、底面64の各辺に設けられている。図5に示す例では、底面64の各辺のうちいずれか1つの辺にテーパ側面66aが設けられ、テーパ側面66aに隣接してテーパ側面66bが設けられ、テーパ側面66bに隣接してテーパ側面66cが設けられ、テーパ側面66cに隣接してテーパ側面66dが設けられている。言い換えれば、テーパ側面66a, 66cは、底面64の互いに対向する各辺に設けられ、他方、テーパ側面66b, 66dは、底面64の互いに対向する各辺に設けられている。図4に示すように、各テーパ側面66a～dとシート載置ステージ17の周辺68（又は底面64）となす角 $\theta 2$ は、 $\theta 2 > 90$ 度（例えば $\theta 2 \geq 135$ 度）である。各テーパ側面66a～dの傾斜角度 $\theta 1$ は、ボンディング先端部42の各テーパ側面46a～dの傾斜角度 $\theta 2$ と実質的に同一であってもよい。
- [0053] 図10のフローチャートに戻ると、次に、ボンディングツール40によって半導体ダイ100を接着材料112を介して基板110に熱圧着する（S13）。
- [0054] 具体的には、まず、ボンディング先端部42に多孔質性シート130を吸着させた状態で、ボンディングツール40を中間ステージ14の上方に移動させ、中間ステージ14上の半導体ダイ100を多孔質性シート130を挟んでボンディング先端部42に吸着させる。その後、ボンディングツール40を図6に示すようにボンディングステージ16の上方に配置する。この場

合、半導体ダイ１００は、所定の回路パターンが形成された第１主面１０２ aが基板１１０に対向し、第２主面１０２ bが多孔質性シート１３０を挟んでボンディング面４４に吸着されている。また、多孔質性シート１３０は、ボンディング面４４とテーパ側面４６とに吸着されている。図６に示すように、ステップＳ１３の工程中、第１吸引孔５０及び第２吸引孔５２，５４は吸引動作はオン状態（ＶＡＣ：ＯＮ）にする。

[0055] ここで、半導体ダイ１００の構成について説明する。半導体ダイ１００の第１主面１０２ aには、複数の電極パッド１０４と、複数の電極パッド１０４上に設けられた複数のバンプ電極１０６と、複数のバンプ電極１０６の周囲に設けられた保護膜１０８とが設けられている。電極パッド１０４は、第１主面１０２ aに形成された回路パターンと電氣的に接続された端子である。また、各電極パッド１０４の外周端部には、保護膜１０８によって被覆されており、これによって露出した電極パッド１０４の中央部が、バンプ電極１０６との接続部となっている。

[0056] 電極パッド１０４及びバンプ電極１０６の材質は限定されるものではないが、例えば電極パッド１０４はアルミニウム又は銅などであってもよく、また、バンプ電極１０６は金などであってもよい。

[0057] 図６に戻ると、ボンディングステージ１６上には基板１１０が配置されており、基板１１０の半導体ダイ１００が搭載される領域には接着材料１１２が設けられている。図６に示す例では、接着材料１１２は常温でペースト状であるが、これに限らず常温でフィルム状であってもよい。接着材料１１２は例えば熱硬化性樹脂である。これによれば接着材料１１２を加熱することにより熔融及び硬化させることができる。

[0058] その後、図７に示すように、ボンディングツール４０をボンディングステージ１６に向けて下降させて、ボンディングツール４０によって加圧及び加熱を行い、半導体ダイ１００を、熱硬化した接着材料１１４を介して基板１１０上にボンディングする。こうして、半導体ダイ１００のバンプ電極１０６と基板１１０の配線（図示しない）との電氣的な接合を図ると同時に、半

導体ダイ１００と基板１１０との間を樹脂封止することができる。なお、接着材料はボンディング前に予め基板１１０上に設ける態様に限らず、ボンディング工程中に半導体ダイ１００と基板１１０との間にアンダーフィルとして充填させてもよい。

[0059] 半導体ダイ１００の基板１１０への熱圧着が終了した後、ボンディング面４４から半導体ダイ１００を離脱させる（Ｓ１４）。具体的には、図８に示すように、第１吸引孔５０の吸引動作をオフ状態にしつつ（ＶＡＣ：ＯＦＦ）、第２吸引孔５２，５４の吸引動作をいずれもオン状態に制御する（ＶＡＣ：ＯＮ）。こうして、ボンディング先端部４２に多孔質性シート１３０を吸着させつつ、ボンディング先端部４２から半導体ダイ１００だけを離脱させることができる。この場合、多孔質性シート１３０は、対向する一对のテーパ側面４６ａ，４６ｃに吸着されているため、ボンディング先端部４２に安定して吸着させておくことができる。

[0060] その後、ボンディングツール４０をシート載置ステージ１７の上方に移動させ、ボンディング面４４からシート載置部６０上に多孔質性シート１３０を離脱させる。具体的には、図９に示すように、第１吸引孔５０及び第２吸引孔５２，５４の吸引動作をいずれもオフ状態にする。こうして、ボンディング先端部４２から多孔質性シート１３０を離脱させることができる。その後、シート載置部６０上に配置された使用済みの多孔質性シート１３０は、シート回収孔６２の吸引動作をオン状態（ＶＡＣ：ＯＮ）にすることによって、シート回収孔６２内に回収するようにしてもよい。

[0061] なお、上記ボンディング方法において、吸引動作をオフ状態にすることに代えて、エアブローなどによって真空破壊を起こすように排気動作をオン状態に制御してもよい。これによれば半導体ダイ１００又は多孔質性シート１３０をボンディングツール４０から確実に離脱することができる。

[0062] 以上のとおり、本実施形態に係るボンディング装置は、電子部品を基板又は他の電子部品に接着材料を介して熱圧着するボンディング装置であって、個片状の多孔質性シートを挟んで電子部品を吸着する第１吸引孔が設けられ

たボンディング面と、ボンディング面に向かって先細るテーパ状に形成され、多孔質性シートを吸着する第2吸引孔が設けられたテーパ側面とを含むボンディング先端部を有するボンディングツールと、第1吸引孔と第2吸引孔を互いに独立して制御するボンディング制御部とを備える。

[0063] 上記構成によれば、ボンディング面に設けられた第1吸引孔と、テーパ側面に設けられた第2吸引孔とを互いに独立して制御するボンディング制御部を備えるため、電子部品又は多孔質性シートの吸着又は離脱をそれぞれ必要に応じて独立して制御することができる。したがって、電子部品を接着材料を介して基板上に良好にボンディングすることができる。また、多孔質性シートはテーパ側面に設けられた第2吸引孔で吸着されるため、個片状の多孔質性シートの端部が垂れさがることを防止し、ボンディング工程時に多孔質性シートをボンディング先端部に確実に吸着させることができる。また、第2吸引孔が設けられた部分はテーパ状に形成されているため、狭ピッチ化に対応したボンディング工程を行うことができる。

[0064] 上記態様において、ボンディング面は、矩形状をなしており、テーパ側面は、少なくともボンディング面の互いに対向する各辺にそれぞれ設けられてもよい。

[0065] 上記態様において、ボンディング面は、当該ボンディング面の平面視において電子部品よりも大きくてもよい。

[0066] 上記態様において、ボンディングツールに対して多孔質性シートを供給又は回収するために、多孔質性シートを載置する少なくとも1つのシート載置部をさらに備えてもよい。

[0067] 上記態様において、少なくとも1つのシート載置部は、多孔質性シートを支持する底面と、底面から離れるに従って広がるテーパ状に形成されたテーパ側面とを含んでもよい。

[0068] 上記態様において、シート載置部の底面は、矩形状をなしており、シート載置部のテーパ側面は、少なくとも底面の互いに対向する各辺にそれぞれ設けられてもよい。

- [0069] 上記態様において、シート載置部の底面に多孔質性シートを回収するシート回収孔が設けられてもよい。
- [0070] 本実施形態に係るボンディング方法は、個片状の多孔質性シートを挟んで電子部品を吸着する第1吸引孔が設けられたボンディング面と、ボンディング面に向かって先細るテーパ状に形成され、多孔質性シートを吸着する第2吸引孔が設けられたテーパ側面とを含むボンディング先端部を有するボンディングツールを準備する工程と、第1吸引孔及び第2吸引孔の吸引動作をオン状態にして、ボンディング面に多孔質性シートを挟んで電子部品を吸着する工程と、ボンディングツールによって電子部品を基板又は他の電子部品に接着材料を介して熱圧着する工程と、第2吸引孔の吸引動作をオン状態にしつつ第1吸引孔の吸引動作をオフ状態又は排気動作をオン状態にして、ボンディング面から前記電子部品を離脱させる工程とを含む。
- [0071] 上記構成によれば、ボンディング面に設けられた第1吸引孔と、テーパ側面に設けられた第2吸引孔とを互いに独立して制御するボンディング制御部を備えるため、電子部品又は多孔質性シートの吸着又は離脱をそれぞれ必要に応じて独立して制御することができる。したがって、電子部品を接着材料を介して基板上に良好にボンディングすることができる。また、多孔質性シートはテーパ側面に設けられた第2吸引孔で吸着されるため、個片状の多孔質性シートの端部が垂れさがることを防止し、ボンディング工程時に多孔質性シートをボンディング先端部に確実に吸着させることができる。また、第2吸引孔が設けられた部分はテーパ状に形成されているため、狭ピッチ化に対応したボンディング工程を行うことができる。
- [0072] また、ボンディング先端部と電子部品との間に多孔質性シートが介在するため、接着材料が電子部品の側面から上方へと這い上がったとしても、ボンディング先端部に接着材料が付着するのを防止することができる。したがって、XY平面視において電子部品よりも大きいボンディング面を適用したとしても、ボンディングツールの汚染などを抑制し、装置のメンテナンス性を落とすことがない。したがって、電子部品の全体を均一に押圧するとともに

メンテナンス性の向上を図ることができる。

- [0073] また、多孔質性シートを用いるため、電子部品又は接着材料を加熱する際に生じるヒュームガスが、ボンディング先端部に付着したり、第1吸引孔及び第2吸引孔に入り込んだりすることを抑制することができる。したがって、この点でも、ボンディングツールが汚染されることを抑制することができる、さらなるメンテナンス性の向上を図ることができる。
- [0074] 本発明は、上記実施形態に限定されることなく種々に変形して適用することが可能である。
- [0075] 上記実施形態では、ボンディング先端部42のテーパ側面46をボンディング面44の各辺に設ける態様を説明したが、全ての辺にテーパ側面46を設ける必要はなく、対向する2辺のみにテーパ側面を設けてもよい。この場合、対向する2辺の各テーパ側面にそれぞれ1つ以上の第2吸引孔を設ければよい。
- [0076] 上記実施形態では、テーパ側面46a～dのうち対向する2つのテーパ側面46a、46cに第2吸引孔52、54を設ける態様を説明したが、上記態様に加えて、他方の対向する2つのテーパ側面46b、46dにも第2吸引孔を設けてもよい。
- [0077] 上記実施形態では、第1吸引孔50及び第2吸引孔52、54をそれぞれ複数個設ける態様を説明したが、ボンディング面44、テーパ側面46a及びテーパ側面46cに設ける吸引孔はそれぞれ1つずつであってもよい。
- [0078] 上記実施形態では、シート載置ステージ17は多孔質性シート130の供給及び回収を兼用する態様を説明したが、多孔質性シート130を供給するためのステージと、それを回収するためのステージとに分けてもよい。その場合、各ステージのシート載置部の構成は同一であってもよい。
- [0079] 上記実施形態では、半導体ダイ100をフェースダウンボンディングする態様を例として説明したが、フェースアップボンディングに本発明を適用してもよい。この場合、半導体ダイ100の第2主面102bが基板110に対向する向きに、半導体ダイ100が基板110にボンディングされる。

[0080] また、上記実施形態では、ボンディングする半導体ダイ 100 の一例として、第 1 主面 102 a に電極パッド 104 及びバンプ電極 106 が設けられる態様を説明したが、両主面を貫通する貫通電極を有する半導体ダイを基板 110 にボンディングしてもよい。この場合、基板 110 の搭載領域に複数段にわたって半導体ダイをスタックさせ、各段毎に複数の半導体ダイを一括してボンディングしてもよい。

[0081] また、ボンディング対象である電子部品の一例は半導体ダイに限るものではなく、半導体ダイがパッケージングされた半導体装置を基板にボンディングしてもよい。あるいは、電子部品は、能動素子又は受動素子のいずれでもよく、その他の部品であってもよい。

[0082] (第 2 の実施の形態)

第 1 の実施の形態では、ボンディングツールと半導体ダイとの間に透気性を有する多孔質シートを挟んで半導体ダイを基板 110 に接合していたが、本実施の形態では、透気性を有しないシートに透気孔を空けて当該シートに透気性を持たせている点で第 1 の実施の形態と相違する。以下、第 1 の実施の形態と相違する点を中心に説明する。

[0083] 図 11 は、本発明の第 2 の実施形態に係るボンディング装置を示す図である。図 11 に示す本実施の形態のボンディング装置 10A は、孔空け機構 70 を有する。この孔開け機構 70 は、ボンディング先端部 42 が保持する這い上がり防止用のシート 140 に透気孔を空ける。シート 140 は、透気性を有しない例えばポリプロピレン、ポリエステル、塩化ビニル、ポリイミド等の樹脂シートであるが、その材質は限定されず用いることができる。

[0084] 孔空け機構 70 は、ボンディングヘッド 20 が X Y 方向に移動可能な範囲に設けられる。孔空け機構 70 は、図 3 に示す第 1 吸気孔 50 に対応してシート 140 に透気孔を空ける複数の針部材 70a を備える。針部材 70a は、孔空け機構 70 とともに図示しない駆動機構により Z 方向に上昇及び下降して孔空け機構 70 の直上に停止したボンディングツール 40 に保持されたシート 140 を貫通することで、当該シート 140 に透気孔を空ける。

[0085] ここで、ボンディング先端部42に形成された第2吸引孔52は、ボンディングツール40に保持されたシート140の皺、垂れ下がり抑制するために設けられている。そのため、シート140の第2吸引孔52、54に対応する箇所に孔空け機構70により透気孔を空けなくてもボンディングツール40により半導体ダイ100を吸着して保持することができる。なお、シート140の皺、垂れ下がり抑制できれば、第2吸引孔52に対応する透気孔を空けてもよいのは当然である。

[0086] また、孔空け機構70は、駆動機構を有さずにボンディング装置10Aに固定して配置された構成としてもよい。この構成とした場合、ボンディングツール40が孔空け機構70に対して下降及び上昇することでシート140に透気孔を空ける。

[0087] さらに、透気孔は、それぞれの透気孔が一つの第1の吸引孔52に対応してシート140に空けられていなくてもよく、1つまたは透気孔が複数の第1吸引孔50に対応して空けられたものでもよい。この構成とする場合、ボンディング先端部42に針部材70aの直径よりも大きな直径を有する孔を形成し、この孔に対応する透気孔をシート140に空けてもよい。また、ボンディング先端部42に連通した溝を形成するとともにこの溝と対応させて針部材70aを中空形状とし、当該溝及び中空形状に対応した形状の開口孔をシート140に形成してもよい。

[0088] 本実施の形態によれば、這い上がりを抑制するために透気性を有しないシート140を採用した構成においても、ボンディングツール40に保持されたシート140の皺、垂れ下がり抑制を効果的に抑制することができる。

[0089] (第3の実施の形態)

第2の実施の形態の孔空け機構70は、ボンディングツール40に保持された状態でシート140に透気孔を空けていたが、本実施の形態の孔空け機構71は、シート載置ステージ17に載置された状態でシート140に透気孔を空ける点で相違する。以下、第2の実施の形態と相違する点を中心に説明する。

- [0090] 図12は、本発明の第3の実施の形態に係るボンディング装置を示す図である。図12に示す本実施の形態のボンディング装置10Bは、複数の針部材71aを有する孔空け機構71を備える。シート載置ステージ17には、複数の針部材71aに対応する図示しない孔が形成されている。孔開け機構71は、図示しない駆動機構によりシート載置ステージ17に対してZ方向に上昇又は下降し、針部材71aをシート140に貫通させて透気孔を形成する。なお、孔空け機構71をボンディング装置に固定し、シート載置ステージ17を孔空け機構71に対して駆動させることでシート140に透気孔を形成してもよい。
- [0091] ボンディングツール40は、透気孔が形成されたシート140を吸着して保持し、当該シート140を介して半導体ダイ100を基板110に接合する。
- [0092] さらに、ボンディング装置は、シート140を個片化する図示しない個片化機構によって、シート140を切りだして個片化するとともに透気孔を形成する態様としてもよい。また、シート140に透気穴を形成する機構を別途設けてもよい。
- [0093] また、這い上がり防止用のシートには、透気性を有しない材質で構成されたシートに透気性を付与するための複数の透気孔が、規則的又は不規則的に一様に予め形成されたシートを用いてもよい。
- [0094] また、複数の第1吸引孔50がボンディング面44の中央領域に設けられていると説明したが、複数の第1吸引孔50は、例えば、ボンディング面44の縁部近傍やボンディング面44の全体に規則的又は不規則的に設けられていてもよい。
- [0095] また、第1吸引孔50、第2吸引孔52は、矩形等の多角形の孔や長孔でもよい。さらに、第1吸引孔50、第2吸引孔52は、ボンディング面44に連通して設けられた溝形状であってもよい。
- [0096] また、ボンディングツール40のテーパ側面46a～46dは、対向する2面にのみに設けられてもよい。同様に、シート載置部60のテーパ側面6

6 a～6 6 dも対向する2面のみに設けられてもよい。

[0097] 上記発明の実施形態を通じて説明された実施の態様は、用途に応じて適宜に組み合わせて、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0098] 10、10A、10B…ボンディング装置、12…ウェーハステージ、14…中間ステージ、16…ボンディングステージ、17…シート載置ステージ、18…ボンディングヘッド、30…ボンディング制御部、40…ボンディングツール、42…ボンディング先端部、46a～d…テーパ側面、50…第1吸引孔、52、54…第2吸引孔、60…シート載置部、66a～d…テーパ側面、70、71…孔空け機構、70a、71a…針部材、110…基板、112、114…接着材料、130…多孔質性シート