明　細　書

発明の名称 ：

フリップチップボンダおよびフリップチップボンディング方法

技術分野

[0001] 本発明は、フリップチップボンダの構造および、フリップチップボンダを用いたフリップチップボンディング方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップを回路基板に実装する方法として、半導体チップにバンプと呼ばれる突起電極を形成し、半導体チップを回路基板に直接接続するフリップチップボンディングが広く採用されるようになっている。フリップチップボンディングは、半導体チップの回路面に対してはんだなどの材料でバンプ（突起電極）を複数形成し、このバンプを回路基板上に形成された複数の電極に加熱溶融により接合することによって、半導体チップと回路基板とを接合するものであり、従来のワイヤーボンディング接続方式に比べて、実装面積を小さくできるうえ、電気的特性が良好、モールド封止が不要などの利点を有している。

[0003] フリップチップボンディングにおいては、半導体チップと回路基板との接合部の接続信頼性を確保するため、半導体チップと回路基板との空隙をアンダーフィルなどにより樹脂封止することが必要となるが、アンダーフィルを用いると液状樹脂の充填に時間がかかるなどの問題がある上、半導体チップと回路基板との間の隙間が狭くなりつつある近年の現状では、液状樹脂の注入が困難となるという問題もある。このため、半導体チップの表面に予め絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）を貼り付けておき、半導体チップと回路基板との接合と同時に樹脂を溶融・硬化させることにより、半導体チップと回路基板との間の樹脂封止を行うボンディング方法が提案されている。

[0004] この方法では、予め絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）を半導体チップの表面に貼り付けておき、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）とともに半導体チップを保持

部材に吸着してピックアップした後、保持部材を回転させて絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の面が下側となるように半導体チップを反転させ、半導体チップの絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の貼り付けられている面と反対側の面にボンディングツールを接触させて半導体チップをボンディングツールに吸着させ、半導体チップを保持部材からボンディングツールに受け渡す。したがって、半導体チップの受け渡しの際には、半導体チップの絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の貼り付けられている面が保持部材の上側の面に接した状態となっており、ボンディングツールに受け渡された半導体チップは、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の面が下側（回路基板側）となっている。その後、ボンディングツールによって半導体チップを回路基板に押し付けるとともに、ボンディングツールの温度をバンプの溶融温度（３００℃程度）まで上昇させると、バンプの溶融と同時に絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）が溶融して半導体チップと回路基板との間に入り込む。そして、ボンディングツールを上昇させると、バンプと絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の温度が低下して溶融したバンプの金属と溶融した樹脂が硬化し、半導体チップの回路基板へのボンディングが終了する。

[0005] ボンディングが終了した際にはボンディングツールは３００℃程度の高温となっているので、この状態で保持部材から次の半導体チップを受け取ると、高温のボンディングツールが半導体チップに接触する際に半導体チップ表面（保持部材側の面）に貼り付けられている絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）が加熱され、溶融して保持部材表面に付着してしまう。このため、高温状態のボンディングツールを一旦絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）の溶融温度以下（例えば、５０℃程度）まで冷却した後、保持部材から次の半導体チップを受け取り、再度ボンディングツールの温度を上昇させた後にボンディングを行うことが必要となる。しかし、ボンディングツールの冷却は常温（２５～３０℃程度）の空気を用いて行うことが多く、３００℃程度の高温状態のボンディングツールを５０℃程度まで冷却するのに時間がかかり、全体としてのボンディング時間が長くなってしまうという問題があった。

[0006] そこで、保持部材とボンディングツールとを接触させない状態、つまり、ボンディングツールから保持部材への熱の伝達を遮断した状態で、半導体チップをボンディングツールの表面に吸引することにより保持部材からボンディングツールへ受け渡し、ボンディングツールの冷却を行わずにボンディングを継続することによりボンディング時間を短縮する方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１２－１７４８６１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、フリップチップボンディングでは、多数の電極を一度に接合するために、半導体チップと回路基板の相対位置を正確に合わせることが必要である。しかし、特許文献１に記載された従来技術のように、保持部材に対して隙間を空けた状態で半導体チップをボンディングツールに吸着させる場合には、半導体チップは一旦空中に浮遊した後、ボンディングツールの表面に吸着されることとなるので、半導体チップの位置、方向が大きくずれてしまい、ボンディング品質が低下してしまうという問題があった。

[0009] そこで、本発明は、ボンディング品質を低下させずにボンディング時間を短縮できるフリップチップボンダ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

[0010] 本発明のフリップチップボンダは、半導体チップを反転させる反転機構と、反転機構で反転させた半導体チップを反転機構から受け取って基板にボンディングするボンディングツールと、反転機構を冷却する冷却機構と、を有することを特徴とする。

[0011] 本発明のフリップチップボンダにおいて、反転機構は、反転した半導体チップを保持する保持部材を含み、冷却機構は、ボンディングツールが半導体

チップを受け取る前に保持部材の温度を所定の温度まで冷却しておくこと、としても好適である。

[0012] 本発明のフリップチップボンダにおいて、保持部材の熱容量は、ボンディングツールの熱容量よりも大きいこと、としても好適である。

[0013] 本発明のフリップチップボンダにおいて、保持部材は、半導体チップを吸着して反転させた状態でボンディングツールに受け渡す吸着反転コレットであること、としても好適であるし、保持部材は、半導体チップを反転した状態で移動させ、半導体チップを反転させた状態でボンディングツールに受け渡す移送ステージであること、としても好適である。

[0014] 本発明のフリップチップボンダにおいて、冷却機構は、保持部材の内面あるいは外面を冷却すること、としても好適である。

[0015] 本発明のフリップチップボンダにおいて、冷却機構は、基体部と、保持部材の表面が接地する接地面を有する接地板と、接地板に取り付けられた放熱部材と、を含む冷却部材と、を備え、冷却部材は、保持部材の表面の方向に倣うように接地面の方向を可変とする支持機構によって基体部に支持されていること、としても好適である。

[0016] 本発明のフリップチップボンダにおいて、冷却部材の熱容量は、保持部材の熱容量よりも大きいこと、としても好適であるし、放熱部材は、接地板の接地面と反対側の面に取り付けられていること、としても好適であるし、放熱部材は、放熱フィンであり、放熱フィンを冷却する冷却ファンを備えていること、としても好適である。

[0017] 本発明のフリップチップボンダにおいて、支持機構は、接地面に沿った第一の軸と、接地面に沿い、第一の軸と直交する第二の軸との２つの軸の回りに回転自在となるように接地板を基体部に支持すること、としても好適であるし、基体部に設けられ、その表面が接地面に接地している保持部材に冷却空気を吹き付ける冷却ノズルを備えていること、としても好適であるし、接地板の接地面は、保持部材の表面が接地した際に、保持部材から接地板に向って熱伝導が生じること、としても好適である。

[0018] 本発明のフリップチップボンディング方法は、半導体チップを反転させる反転機構と、反転機構で反転させた半導体チップを反転機構から受け取って基板にボンディングするボンディングツールと、反転機構を冷却する冷却機構と、を有するフリップチップボンダを準備する工程と、冷却機構によりボンディングツールが半導体チップを受け取る前に保持部材の温度を所定の温度まで冷却しておく冷却工程と、を有すること、を特徴とする。

発明の効果

[0019] 本発明は、ボンディング品質を低下させずにボンディング時間を短縮できるフリップチップボンダを提供することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の実施形態におけるフリップチップボンダの構成を示す立面図である。

[図2]図1に示すフリップチップボンダの吸着反転コレットの断面図である。

[図3]本発明の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図4]本発明のフリップチップボンダによるボンディング工程におけるボンディングツールの温度と吸着反転コレットの温度変化を示すグラフである。

[図5]従来技術のフリップチップボンダによるボンディング工程におけるボンディングツールの温度と吸着反転コレットの温度変化を示すグラフである。

[図6]本発明のフリップチップボンダによる吸着反転コレットの冷却温度に対するボンディングツールの半導体チップ受け取り温度の関係を示すグラフである。

[図7]本発明のフリップチップボンダによる吸着反転コレットと半導体チップとボンディングツールの大きさを示す立面図である。

[図8]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダの構成を示す立面図である。

[図9]図８に示すフリップチップボンダの冷却ステージの構成を示す斜視図である。

[図10]図８に示すフリップチップボンダの冷却ステージの断面図である。

[図11]図８に示すフリップチップボンダの冷却ステージの平面図である。

[図12]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図13]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図14]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図15]図８に示すフリップチップボンダの他の冷却ステージの構成を示す断面図である。

[図16]図８に示すフリップチップボンダの他の冷却ステージの構成を示す平面図である。

[図17]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダの構成を示す立面図である。

[図18]図１７に示すフリップチップボンダの移送ステージの断面図である。

[図19]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図20]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダによるボンディング工程を示す流れ図である。

[図21]本発明の他の実施形態におけるフリップチップボンダの構成を示す立面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。図１に示すように、本実施形態のフリップチップボンダ１０１は、表面２２に絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１が貼り付けられた半導体チップ２０をピックアップして反転させた後、ボンディングステージ６０の上の回路基板６５の上に実装（ボンディング）するものである。本実施形態のフリップチップボンダ１０１は、上面１１に半導体チップ２０を保持するピックアップステージ１

０と、ピックアップステージ１０の上面１１から半導体チップ２０を吸着してピックアップし、ピックアップした半導体チップ２０を反転させる反転機構である吸着反転コレット３０と、反転させた半導体チップ２０を吸着反転コレット３０から受け取り、ボンディングステージ６０に吸着固定された回路基板６５にボンディングするボンディングツール５０とを備えている。

[0022] 吸着反転コレット３０は、半導体チップ２０を吸着する吸着面３２を備える保持部材であるコレット本体３１と、吸着面３２と反対側のコレット本体３１の端部が取り付けられる回転移動軸３３とを備えている。回転移動軸３３は、図示しない回転移動機構によって上下左右方向に移動および、中心軸の周りに回転される。吸着反転コレット３０は、回転移動機構によって回転移動軸３３を上下左右に移動あるいは回転させることによってコレット本体３１を上下左右に移動させるとともに回転移動軸３３の周りに回転させることができるよう構成されている。

[0023] 図２に示すように、回転移動軸３３は、内部に回転移動軸３３の軸方向に伸びる円筒状の冷却空気流路３４と、冷却空気流路３４から回転移動軸３３の半径方向に向かって伸びる冷却空気ノズル３５が設けられており、コレット本体３１には、冷却空気ノズル３５に連通し、回転移動軸３３からコレット本体３１の吸着面３２に向かって伸びる第一の冷却空気流路３７と第一の冷却空気流路３７に連通し、吸着面３２に沿った方向に伸びる第二の冷却空気流路３８とが設けられている。図２に示すように、回転移動軸３３の内部の冷却空気流路３４に流入した冷却空気は、冷却空気ノズル３５から第一の冷却空気流路３７、第二の冷却空気流路３８を通ってコレット本体３１に外部に流出することによって、コレット本体３１の冷却を行う。本実施形態では、冷却空気によってコレット本体３１の冷却を行うこととして説明したが、冷却媒体は空気に限らず、水等の液体を用いてもよい。冷却空気流路３４、冷却空気ノズル３５、第一の冷却空気流路３７、第二の冷却空気流路３８は、冷却機構を構成するものである。

[0024] 図１に示すように、ボンディングツール５０は、ボンディングヘッド４０

に取り付けられ、ボンディングヘッド４０によって水平、垂直方向に移動する。また、ボンディングツール５０は半導体チップ２０を吸着する先端の吸着面５１（図１における下側の面）を備え、内部には半導体チップ２０に形成されたバンプを溶融できる温度（３００℃～３５０℃）まで半導体チップ２０を加熱する図示しないパルスヒータが内蔵されている。

[0025] 以下、図３、図４を参照しながら本実施形態のフリップチップボンダ１０１によって半導体チップ２０を回路基板６５にボンディングする工程を説明する。なお、図４には、後で吸着反転コレット３０のコレット本体３１を冷却しない従来のフリップチップボンダのボンディング工程との対比を行うために、従来のフリップチップボンダによりフリップチップボンディングを行う際のボンディングツール５０の温度ＴＢの変化を破線ａにより記載し、そのボンディングサイクルの時刻を時刻ｔ１１～ｔ１６として記載している。従来技術のフリップチップボンダと本実施形態のフリップチップボンダ１０１との対比説明は、図５を参照して従来技術のフリップチップボンダのボンディング工程を説明した後に行う。

[0026] 図３（ａ）に示すように、ピックアップステージ１０の上面１１にはウェハをダイシングした半導体チップ２０が保持されている。半導体チップ２０のボンディング面（図３中の上側の面）には、図示しないバンプが形成されると共に絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１が貼り付けられている。まず、図３（ａ）の矢印８１に示すように、吸着反転コレット３０がピックアップしようとする半導体チップ２０のボンディング面に降下してくる。図２を参照して説明したように、吸着反転コレット３０は、回転移動軸３３の冷却空気流路３４、冷却空気ノズル３５、第一の冷却空気流路３７、第二の冷却空気流路３８を流れる冷却空気によって冷却されているので、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の温度ＴＣは、図４（ｂ）に示す初期状態の温度ＴＣ１（例えば、３０℃程度）となっている。

[0027] 図３（ｂ）に示すように、吸着反転コレット３０が半導体チップ２０に向かって降下し、コレット本体３１先端の吸着面３２が半導体チップ２０のボ

ンディング面に貼り付けられている絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１に接すると、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１がコレット本体３１の吸着面３２に吸着される。この際、コレット本体３１の温度ＴＣは、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の溶融温度（６０～７０℃）よりも低い温度ＴＣ１（例えば、３０℃程度）となっているので、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１が吸着面３２に吸着されても絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１は溶融しない状態となっている。

[0028] 図３（ｃ）に示すように、吸着反転コレット３０を矢印８２のように上昇させると、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１と共に半導体チップ２０がピックアップステージ１０の上面１１からピックアップされる。

[0029] 図３（ｄ）に示すように、半導体チップ２０をピックアップしたら、吸着反転コレット３０の回転移動軸３３を図３（ｄ）の矢印８３の方向に１８０度回転させることによって下側に向いていたコレット本体３１の吸着面３２を上向きとし、半導体チップ２０の表面２２（絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の貼り付けてあるボンディング面と反対側の面）が図３（ｄ）において上方向となるように、半導体チップ２０を反転させる。

[0030] 図３（ｅ）に示すように、吸着反転コレット３０の吸着面３２を上方向に保ったまま、半導体チップ２０を保持した状態で、ボンディングツール５０への半導体チップ２０の受け渡し位置まで吸着反転コレット３０を移動させる。吸着反転コレット３０が半導体チップ２０の受け渡し位置まで移動したら、ボンディングヘッド４０は、図４（ｂ）に示す時刻ｔ１にボンディングツール５０の先端の吸着面５１を半導体チップ２０の表面２２（絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の貼り付けてあるボンディング面と反対側の面）に接触させる。そして、吸着反転コレット３０による半導体チップ２０の吸引保持を停止し、ボンディングツール５０による半導体チップ２０の吸着を開始することにより、半導体チップ２０を吸着反転コレット３０の吸着面３２からボンディングツール５０の吸着面５１に受け渡す。

[0031] 図４（ｂ）に示す時刻ｔ１におけるボンディングツール５０の温度ＴＢは

、図４（ａ）の実線Ａで示すように、温度ＴＢ２となっている。温度ＴＢ２は、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の初期温度ＴＣ１（３０℃程度）よりも高い、例えば、１００℃程度の温度である。そして、時刻ｔ１にボンディングツール５０の先端の吸着面５１が半導体チップ２０の表面２２（絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の貼り付けてあるボンディング面と反対側の面）に接触すると、高温のボンディングツール５０から半導体チップ２０を介して吸着反転コレット３０に熱が移動し、コレット本体３１の温度は初期温度の温度ＴＣ１（３０℃程度）から急速に上昇を開始する。半導体チップ２０を吸着反転コレット３０の吸着面３２からボンディングツール５０の吸着面５１に受け渡すまでごく短い時間（例えば、０．１～０．２秒）の間にコレット本体３１の温度は、図４（ｂ）に示すように、温度ＴＣ２（５０℃程度）まで上昇する。この温度ＴＣ２（５０℃程度）は、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の溶融温度（６０～７０℃）よりも低い温度であるため、吸着反転コレット３０の吸着面３２からボンディングツール５０の吸着面５１に半導体チップ２０を受け渡している間に絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）は溶融せず、コレット本体３１の吸着面３２に溶融して樹脂が付着することもない。

[0032] ボンディングツール５０が図４（ａ）に示す時刻ｔ１で吸着反転コレット３０から半導体チップ２０を受け取った後、ボンディングヘッド４０は、図３（ｆ）に示すようにボンディングツール５０を上昇させ、図３（ｇ）に示すように、図４（ａ）に示す時刻ｔ１０１にボンディングステージ６０の上に吸着固定されている回路基板６５の上の所定の位置に半導体チップ２０を押し付ける。そして、ボンディングツール５０は、図４（ａ）の時刻ｔ１０１から時刻ｔ１０２の間に内蔵しているパルスヒータによってその温度を半導体チップ２０に形成されたバンプを溶融できる温度（３００℃～３５０℃）まで上昇させる。その後、図４（ａ）に示す時刻ｔ１０２から時刻ｔ１０３の間、ボンディングヘッド４０は高温（３００℃～３５０℃）状態のボンディングツール５０により半導体チップ２０と絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）

２１を加熱、押圧し、半導体チップ２０に形成されたバンプおよび絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１を溶融させる。その後、ボンディングヘッド４０は、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の吸着を停止すると共に、ボンディングツール５０に内蔵されているパルスヒータを停止させ、ボンディングツール５０を上昇させる。この際、本実施形態のフリップチップボンダ１０１では、図示しない冷却装置によってボンディングツール５０を冷却する。すると、図４（ａ）に示す時刻ｔ１０３からボンディングツール５０の温度ＴＢは低下を開始し、図４（ｂ）に示す時刻ｔ２に初期温度の温度ＴＢ２（１００℃程度）となる。

[0033] 一方、吸着反転コレット３０のコレット本体３１は、図２を参照して説明したように、回転移動軸３３の冷却空気流路３４、冷却空気ノズル３５、第一の冷却空気流路３７、第二の冷却空気流路３８を流れる冷却空気によって冷却されているので、図４（ｂ）に示す時刻ｔ１に半導体チップ２０をボンディングツール５０に受け渡し、図３（ｆ）に示すようにボンディングツール５０がコレット本体３１から離れてボンディングツール５０からの入熱がなくなると、図４（ｂ）の線Ｄに示すようにその温度は低下していく。そして、コレット本体３１の温度ＴＣは、図４（ｂ）に示す時刻ｔ２に初期温度の温度ＴＣ１（３０℃程度）まで低下する。

[0034] 以後、初期温度のＴＣ１（３０℃程度）まで低下した吸着反転コレット３０により半導体チップ２０をピックアップして反転させ、初期温度の温度ＴＢ１（１００℃程度）のボンディングツール５０に半導体チップ２０を受け渡してボンディングする工程を繰り返し、多数の半導体チップ２０を回路基板６５の上に順次接合していく。

[0035] 次に、図５を参照しながら、吸着反転コレット３０のコレット本体３１を冷却しない従来のフリップチップボンダによりフリップチップボンディングを行う際のボンディングツール５０と吸着反転コレット３０のコレット本体３１の温度ＴＣの変化について説明する。

[0036] 図５に示すように、吸着反転コレット３０のコレット本体３１を冷却しな

い従来のフリップチップボンダの場合、図５（ａ）に示すように、初期状態において、ボンディングツール５０の温度ＴＢは、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の溶融温度（６０～７０℃）よりも低い温度ＴＢ１（５０℃程度）まで冷却されている。一方、初期状態において、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の温度ＴＣは、図５（ｂ）に示すように室温と同程度の温度ＴＣ１（３０℃程度）となっている。そして、図５に示す時間ｔ１１において、図３（ｅ）に示すように、ボンディングツール５０が吸着反転コレット３０のコレット本体３１の吸着面３２に吸着されている半導体チップ２０に接触し、吸着反転コレット３０から半導体チップ２０を受け取る際に、コレット本体３１の温度ＴＣは、ボンディングツール５０の初期温度ＴＢ１（５０℃程度）とコレット本体３１の初期温度ＴＣ１（３０℃程度）の温度差により若干上昇する。コレット本体３１を冷却しない従来のフリップチップボンダにおいては、ボンディングツール５０の温度ＴＢを本実施形態のフリップチップボンダ１０１の場合の温度ＴＢ２（１００℃程度）よりも低い温度ＴＢ１（５０℃程度）として吸着反転コレット３０からボンディングツール５０に半導体チップ２０を受け渡しているので、その際の温度上昇は図４（ａ）、図４（ｂ）を参照して説明した本実施形態のフリップチップボンダ１０１の場合よりもずっと小さくなっている。

[0037] 従来技術のフリップチップボンダでは、図５（ｂ）に示す時間ｔ１１１にボンディングツール５０を回路基板６５に接地させ、時間ｔ１１１からｔ１１２までの間にボンディングツール５０の温度ＴＢを半導体チップ２０に形成されたバンプを溶融できる温度（３００℃～３５０℃）まで上昇させ、その後、図５（ａ）に示す時刻ｔ１１２から時刻ｔ１１３の間、高温（３００℃～３５０℃）状態のボンディングツール５０により半導体チップ２０と絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１を加熱、押圧し、半導体チップ２０に形成されたバンプおよび絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１を溶融させる。その後、ボンディングヘッド４０は、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の吸着を停止すると共に、ボンディングツール５０に内蔵されているパルスヒ

ータを停止させ、ボンディングツール５０を上昇させる。この際、従来技術におけるフリップチップボンダでも、図示しない冷却装置によってボンディングツール５０を冷却する。すると、図５（ａ）の時刻ｔ１１３からボンディングツール５０の温度ＴＢは低下を開始し、図５（ｂ）に示す時刻ｔ１２に初期温度の温度ＴＢ１（５０℃程度）の温度となっている。

[0038] 一方、従来技術のフリップチップボンダでは、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の冷却を行わないので、図５（ｂ）に示す時刻ｔ１１に吸着反転コレット３０からボンディングツール５０への半導体チップ２０の受け渡しが終わっても、コレット本体３１の温度はほとんど低下せず、初期温度のＴＣ１（３０℃程度）よりも若干高い温度のままとなっている。このため、図５（ｂ）に示す一点差線ｂに示すように、時刻ｔ１２～ｔ１８において吸着反転コレット３０からボンディングツール５０へ半導体チップ２０を受け渡す都度、コレット本体３１の温度は少しずつ上昇し、最終的には温度ＴＣ３となる。温度ＴＣ３は、ボンディングツール５０の半導体チップ２０を受け取る際の温度である温度ＴＢ１（５０℃程度）と同一温度である。

[0039] このためコレット本体３１の冷却を行わない従来技術のフリップチップボンダでは、ボンディングツール５０の半導体受け取り温度は、ボンディングツール５０の温度をボンディングの際の３００～３５０℃から温度ＴＢ１（５０℃程度）まで低下させることが必要となる。ところが、通常、ボンディングツール５０の冷却は、室温（２５℃～３０℃程度）の空気の吹き付けによって行うので、温度ＴＢ１（５０℃程度）まで低下させるのと、本実施形態のフリップチップボンダのように温度ＴＢ２（１００℃程度）まで低下させるのではその冷却時間に大きな差がでてくる。

[0040] 次に、図４（ａ）を参照しながら、コレット本体３１を冷却しない従来技術のフリップチップボンダと本実施形態のフリップチップボンダ１０１のボンディング工程の相違について説明する。

[0041] 図４（ａ）の点線ａに示すように、従来技術のフリップチップボンダにおいて、ボンディングツール５０の温度をＴＢ３（３００～３５０℃）からＴ

Ｂ１（５０℃程度）まで低下させる時間（図４に示す時刻ｔ１０３と時刻ｔ１２の間）と、本実施形態のフリップチップボンダ１０１においてボンディングツール５０の温度を温度ＴＢ３（３００～３５０℃）からＴＢ２（100℃程度）まで低下させる時間（図４に示す時刻ｔ１０３と時刻ｔ２の間）との時間差Δｔは、４～５秒程度となる。従来技術のフリップチップボンダによって半導体チップ２０をピックアップしてからボンディングを行い、ボンディングツール５０の冷却が完了するまでのサイクルタイムは（図４に示す時刻ｔ１１とｔ１２との間）、１４～１５秒程度であるから、本実施形態のフリップチップボンダ１０１において、コレット本体３１の冷却を行った場合には、フリップチップボンディングのサイクルタイム（図４に示す時刻ｔ１と時刻ｔ２の間）を１４～１５秒から１０秒程度まで、約２／３に短縮することが可能である。また、本実施形態のフリップチップボンダ１０１では、吸着反転コレット３０の吸着面３２に吸着保持されている半導体チップ２０にボンディングツール５０を接触させてから吸着反転コレット３０の半導体チップ２０の吸着保持を開放してボンディングツール５０に半導体チップ２０を受け渡すので、特許文献１に記載された従来技術のフリップチップボンダのような半導体チップ２０の受け渡しの際に半導体チップ２０の位置が大きくずれることが抑制され、ボンディング品質を維持することが可能となる。

[0042] つまり、本実施形態のフリップチップボンダ１０１においては、吸着反転コレット３０のコレット本体３１を冷却することによって、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を従来技術よりも高くし、ボンディング後のボンディングツール５０の冷却時間を短縮することができるのでフリップチップボンディングのサイクルタイムを大幅に短縮することができるものである。

[0043] 以上説明したように、本実施形態のフリップチップボンダ１０１は、ボンディング品質を低下させずにボンディング時間を短縮できるという効果を奏するものである。

[0044] 次に、図６、図７を参照しながら、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の冷却温度ＴＣ１（図４（ｂ）の線Ｄで示すコレット本体３１の冷却後の温度ＴＣ１）に対するボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２（図４（ａ）の線Ａで示すボンディングツール５０の冷却後の温度ＴＢ２）の関係についてより詳細に説明する。

[0045] 図４（ｂ）の曲線Ｄに示すように、コレット本体３１の温度が上昇するのは、図７（ａ）、図7（ｂ）に示す様に、温度ＴＢ２の高温のボンディングツール５０から温度ＴＣ１の低温のコレット本体３１に向かって熱が移動することによって生じるものである。図７（ａ）、図７（ｂ）において白抜き矢印は熱移動の方向を示し、その太さは熱移動量の大きさを示す。そして、温度上昇後のコレット本体３１の温度ＴＣ２が絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の溶融温度（６０～７０℃）に近くなるとコレット本体３１の吸着面３２に接している絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の軟化、溶融が発生し、溶融して樹脂がコレット本体３１の吸着面３２に付着することとなる。したがって、温度上昇後のコレット本体３１の温度ＴＣ２は、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１の軟化、溶融が発生しない５０℃程度の温度にする必要がある。一方、フリップチップボンディングのサイクルタイムを短くするには、半導体チップ２０の受け渡しの際のボンディングツール５０の温度ＴＢ２をできるだけ高くすることがよい。

[0046] そこで、コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１と、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２は、例えば、図６のようなグラフによって選定することとしてもよい。図６の線ｅは、図７（ａ）に記載したように、受け渡しする半導体チップ２０の幅がＤ１と大きく、半導体チップ２０を受け渡す際にボンディングツール５０からコレット本体３１に移動する熱量が大きく、コレット本体３１の温度ＴＣが上昇しやすい場合に、コレット本体３１の温度ＴＣ２を５０℃以下とするようなコレット本体３１の冷却温度ＴＣ１に対するボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２の関係を規定する線であり、図６の線ｆは、図７（ｂ）に記載

したように、受け渡しする半導体チップ２０の幅がＤ２と小さく、半導体チップ２０を受け渡す際にボンディングツール５０からコレット本体３１に移動する熱量が小さく、コレット本体３１の温度ＴＣが上昇しにくい場合に、コレット本体３１の温度ＴＣ２を５０℃以下とするようなコレット本体３１の冷却温度ＴＣ１に対するボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２の関係を規定する線である。

[0047] コレット本体３１を冷却しない場合には、従来技術のフリップチップボンディンクにおいて説明した様に、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２は５０℃である（図６の点ｇ）。これは、半導体チップ２０の幅が大きい場合も小さい場合も同様である。

[0048] コレット本体３１を冷却する場合で図６の線ｅに示すように半導体チップ２０の幅が大きい場合には、コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１が、例えば、３０℃の場合には、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を１００℃まで高くした場合でも、コレット本体の温度上昇は５０℃以下となる。さらに、温度の低い冷媒によってコレット本体３１を冷却し、コレット本体３１の温度を１０℃程度まで低下させた場合には、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を１００℃まで高くした場合でも、コレット本体の温度上昇は５０℃以下となる。

[0049] また、コレット本体３１を冷却する場合で図６の線ｆに示すように半導体チップ２０の幅が小さい場合には、コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１が、例えば、３０℃の場合には、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を１５０℃まで高くした場合でも、コレット本体の温度上昇は５０℃以下となる。さらに、温度の低い冷媒によってコレット本体３１を冷却し、コレット本体３１の温度を１０℃程度まで低下させた場合には、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を２５０℃まで高くした場合でも、コレット本体の温度上昇は５０℃以下となる。

[0050] つまり、コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１を低くするほど、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を高くすることがで

き、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。また、受け渡す半導体チップ２０の大きさが小さくなると、コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１が同じ温度でも、半導体チップ２０を受け渡す際にボンディングツール５０からコレット本体３１に移動する熱量が少なくなるので、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２をより高くすることができ、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。

[0051] コレット本体３１の熱容量がボンディングツール５０の熱容量に対して大きい場合には、ボンディングツール５０からコレット本体３１に移動する熱量が同様の場合でもコレット本体３１の温度上昇は小さくなるので、コレット本体３１の熱容量がボンディングツール５０の熱容量に対して大きいほど、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を高くすることができ、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。

[0052] コレット本体３１の冷却温度ＴＣ１、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２は、上記のような特性を考慮した上で、例えば、試験などによって決定する事としてもよい。なお。図６はコレット本体３１の冷却温度ＴＣ１、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２の関係の特性を示す概念図であり、その関係、特性は、図６に示した直線以外の場合もある。

[0053] 次に、図８から図１４を参照しながら、本発明の他の実施形態について説明する。図１から図７を参照して説明した部分には同様の符号を付してその説明は省略する。

[0054] 図８に示すように、本実施形態のフリップチップボンダ１０２は、冷却機構として吸着反転コレット３０の吸着面３２を接触させてコレット本体３１の冷却を行う冷却ステージ１１０を備えるものである。

[0055] 図９、図１０に示すように、冷却ステージ１１０は、基体部であるフレーム１１２と、コレット本体３１の先端の吸着面３２が接地する接地面１１４ａを有する接地板１１４と、接地板１１４の接地面１１４ａと反対側の面に

取り付けられた放熱部材である放熱フィン１１５と、を含む冷却部材１１６と、を備え、接地板１１４は、支持機構２００によって接地面１１４ａの方向が可変となるようにフレーム１１２に取り付けられている。また、フレーム１１２の側面には、ブラケット１２１を介して取り付けられ、接地面１１４ａの表面近傍に沿って吹き出し穴１２０から冷却空気を噴出す冷却ノズル１１９と、冷却ノズル１１９に冷却空気を供給する冷却空気供給管１１７，１１８とが取り付けられている。また、冷却部材１１６の放熱フィン１１５の下側には、放熱フィン１１５に冷却空気を吹き付ける冷却ファン１２２が配置されている。

[0056] 図１０，図１１に示すように、支持機構２００は、接地板１１４の中心１２５を通り接地面１１４ａに沿ったＸ軸１２６に直交する第二の軸であるＹ軸１２７の周りに回転自在となるように、ピン１２３によってフレーム１１２の四角い開口の内側に取り付けられている四角環状の中間フレーム１１３と、中間フレーム１１３の内側に取り付けられ、接地板１１４の中心１２５を通り接地面１１４ａに沿った第一の軸であるＸ軸１２６の周りに接地板１１４を回転自在に支持するピン１２４と、によって構成されている。したがって、接地板１１４は、フレーム１１２に対して、中心１２５を通るＸ軸１２６およびＹ軸１２７の周りに回転自在で、フレーム１１２に対する接地面１１４ａの方向あるいは、接地面１１４ａの傾きが可変となるように支持されている。また、図１０に示すように、放熱フィン１１５は、接地板１１４の下側の面（接地面１１４ａと反対側の面）に固定され、接地板１１４と一体となって移動するので、接地板１１４と放熱フィン１１５とを含む冷却部材１１６は、全体として接地板１１４の中心１２５を通るＸ軸１２６およびＹ軸１２７の周りに回転自在となる。

[0057] 接地板１１４の表面である接地面１１４ａは、コレット本体３１の先端の吸着面３２が密着することができるような平面となっており、接地板１１４と放熱フィン１１５を含む冷却部材１１６の熱容量は、コレット本体３１の熱容量よりも大きくなるように構成されている。

[0058] 以上のように構成された冷却ステージ１１０を備えるフリップチップボンダ１０２によるフリップチップボンディングの動作について図１２から図１４を参照しながら説明する。図１から図７を参照して説明した部分には同様の符号を付して説明は省略する。

[0059] 図１２（ａ）に示すように、初期状態では、吸着反転コレット３０の吸着面３２は冷却ステージ１１０の上面に接して冷却され、例えば、３０℃程度の常温となっている。図１２（ｂ）の矢印９１に示すように、図示しない回転移動機構によって回転移動軸３３を上下左右に移動させて、吸着反転コレット３０のコレット本体３１をピックアップしようとする半導体チップ２０の直上まで移動させ、図１２（ｂ）の矢印９２に示すように、吸着反転コレット３０をピックアップする半導体チップ２０の上に降下させる。図１２（ｃ）に示すように、吸着反転コレット３０のコレット本体３１の吸着面３２が半導体チップ２０の表面の絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１に接したら、吸着反転コレット３０は、絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１を吸着し、図１２（ｄ）の矢印９３に示すように絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１と半導体チップ２０とをピックアップする。そして、図示しない回転移動機構によって図１２（ｅ）の矢印９４に示すように回転移動軸３３の周りにコレット本体３１を回転させて、ピックアップした半導体チップ２０を反転させ、図示しない回転移動機構により回転移動軸３３を移動させ、図１３（ｆ）に示すように、コレット本体３１をボンディングツール５０との間で半導体チップ２０の受け渡しを行う受け渡し位置まで移動させる。図１３（ｆ）の矢印９５に示すように、ボンディングヘッド４０はボンディングツール５０の吸着面５１をコレット本体３１の吸着面３２に反転状態で吸着保持されている半導体チップ２０の表面２２（絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）２１が貼り付けてあるボンディング面と反対側の面）に接触させ、半導体チップ２０を吸着し、吸着反転コレット３０のコレット本体３１から半導体チップ２０を受け取る。半導体チップ２０の受け渡しの際、コレット本体３１の温度ＴＣは、図４（ｂ）の時刻ｔ１に示すように３０℃程度の初期の温度ＴＣ１から５０℃

程度の温度ＴＣ２まで上昇する。図１３（ｉ）の矢印９８に示すように、ボンディングヘッド４０はボンディングツール５０をボンディングステージ６０に固定されている回路基板６５の所定の位置に接地させる。そして、ボンディングツール５０に内蔵されているパルスヒータによりボンディングツール５０を加熱して半導体チップ２０のバンプおよび絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）を溶融させ、半導体チップ２０を回路基板６５の上にボンディングする。

[0060] 図４（ｂ）で説明したように、半導体チップ２０を受け渡した後のコレット本体３１の温度は、５０℃程度の温度ＴＣ２となっている。図１３（ｈ）の矢印９７に示すように、回転移動機構は回転移動軸３３の吸着面３２が下側となるように回転させると共にコレット本体３１の中心を冷却ステージ１１０の中心に移動させる。図１４（ａ）に示すように、冷却ステージ１１０の冷却ファン１２２は回転しており、放熱フィン１１５に図中の矢印Ｒで示すように、冷却空気を送っているので、接地板１１４、放熱フィン１１５は略常温状態となっている。

[0061] コレット本体３１を図１４（ｂ）に示す矢印Ｐのように下方向（Ｚ方向マイナス側）に移動させ、コレット本体３１の吸着面３２を接地板１１４の表面の接地面１１４ａに接地させる。図１０，図１１を参照して説明したように、接地板１１４は、支持機構２００によってフレーム１１２に対して接地板１１４の中心１２５を通るＸ軸１２６、Ｙ軸１２７の周りに回転自在になるようにフレーム１１２に取りつけられているので、その接地面１１４ａの傾き（接地面１１４ａの方向）は、コレット本体３１の吸着面３２の傾き（先端面の方向）に倣ってＸ軸１２６の周り、Ｙ軸１２７の周りに自在に回転する。これによってコレット本体３１の吸着面３２は接地面１１４ａに密着する。接地板１１４は放熱フィン１１５とは一体に固定されていることから、接地面１１４ａにコレット本体３１の吸着面３２が密着するとコレット本体３１の熱は図１４（ｂ）の矢印Ｓに示すように、常温に保持されている接地板１１４、放熱フィン１１５に向かって流れていく。接地板１１４および

放熱フィン１１５を含む冷却部材１１６の熱容量は、コレット本体３１の熱容量よりも大きくなるように構成されているので、コレット本体３１の温度は、急速に低下していく。また、コレット本体３１の吸着面３２が接地板１１４の接地面１１４ａに密着している際に、フレーム１１２の横に取り付けた冷却ノズル１１９の吹き出し穴１２０から接地面１１４ａに沿った方向（矢印Ｑの方向）に冷却空気を噴出してコレット本体３１の先端に当て、コレット本体３１の外面からも冷却を行う。

[0062] 所定の時間だけコレット本体３１を接地板１１４の接地面１１４ａに密着させると、コレット本体３１の温度は、図４（ｂ）に示す初期温度ＴＣ１まで低下する。冷却ステージ１１０の冷却ファン１２２は、図１４（ａ）に示すように、コレット本体３１の吸着面３２が接地板１１４の接地面１１４ａから離れた後も冷却空気を放熱フィン１１５に送り続けているので、接地板１１４と放熱フィン１１５により構成されている冷却部材１１６は、ボンディングツール５０によって半導体チップ２０のボンディングを行っている間に初期温度の温度ＴＣ１まで冷却される。

[0063] 冷却が終了したら、再び、図１２（ｂ）に示すように、次にピックアップする半導体チップ２０の上に移動して次の半導体チップ２０のピックアップとボンディングを行う。

[0064] 本実施形態のフリップチップボンダ１０２は、図１から図７を参照して説明した実施形態のフリップチップボンダ１０１と同様、ボンディング品質を低下させずにボンディング時間を短縮できるという効果を奏するものである。

[0065] 図８から図１４を参照して説明した実施形態のフリップチップボンダ１０２では、冷却ステージ１１０は、図１０、図１１に示すように、２つのピン１２３，１２４と中間フレーム１１３とを組み合わせた支持機構２００によってフレーム１１２に取り付けられ、接地板１１４がＸＹの各軸に対して回転自在となることとして説明したが、接地板１１４がＸＹの各軸に対して回転自在となれば、以下に説明するような構成としてもよい。

[0066] 図１５，図１６を参照して他の構成の冷却ステージ１１０の構成について

説明する。図９から図１１を参照して説明した実施形態と同様の部分には同様の符号を付してその説明は省略する。図１５に示す冷却ステージ１１０は、図９から図１１を参照して説明した冷却ステージ１１０の支持機構２００を、接地板１１４の下面に設けた窪み２１１をフレーム１１２に設けた支持ピン２１２でピボット支持するピボット支持機構２１０としたものである。また、図１６に示す冷却ステージ１１０は、接地板１１４の四隅をばね２２１で支持するばね支持機構２２０としたものである。また、図１５に示した冷却ステージ１１０のピボット支持機構２１０に代えて接地板１１４の下面に設けた球面状の窪みをフレーム１１２に設けた球面状の台座で支持するようにしてもよい。図１５、図１６に示した冷却ステージ１１０は、ＸＹ各軸に対して回転自在である上、Ｚ軸に対しても回転自在である。また、放熱フィン１１５は、接地板１１４の熱を放熱できるように接地板１１４と一体になっていれば良く、図１５に示すように、接地板１１４の横に配置してもよい。更に、冷却部材１１６は、放熱フィン１１５ではなく、たとえば、内部に冷却水を流すなど空気以外の冷媒によって冷却するものであってもよい。

[0067] なお、図８から図１６を参照して説明した実施形態のフリップチップボンダ１０２では、吸着反転コレット３０のコレット本体３１を冷却ステージ１１０で冷却することとして説明したが、冷却ステージ１１０と同様の構造でボンディングツール５０の先端の吸着面５１を密着させて冷却する他の冷却ステージを設け、コレット本体３１と同様にボンディングツール５０を冷却するようにしてもよい。

[0068] 次に図１７、図１８を参照しながら本発明の他の実施形態について説明する。図１から図７を参照して説明した実施形態と同様の部分には同様の符号を付して説明は省略する。図１７に示すように、本実施形態のフリップチップボンダ１０３は、吸着反転コレット３０で反転させた半導体チップ２０を直接ボンディングツール５０に受け渡すのに代わって、吸着反転コレット３０によって反転させた半導体チップ２０を移送ヘッド７０に取り付けられたコレット７１で受け取って、移送ステージ７５の表面７６に載置し、移送ス

テージ７５は半導体チップ２０を反転した状態で保持しながら、ボンディングツール５０への受け渡し位置まで搬送する。そして、ボンディングツール５０は、移送ステージ７５の表面７６から反転状態の半導体チップ２０を受け取り、ボンディングステージ６０の上に吸着固定された回路基板６５の上にボンディングするものである。本実施形態のフリップチップボンダ１０３では、ボンディングツール５０と移送ステージ７５との間で半導体チップ２０の受け渡しが行われるので、半導体チップ２０の受け渡しの際に移送ステージ７５の温度が図４（ｂ）に示したコレット本体３１と同様、温度ＴＣ１から温度ＴＣ２に上昇するものである。なお、移送ヘッド７０に取り付けられているコレット７１は、常温で用いられるものであるから、本実施形態のフリップチップボンダ１０３では、吸着反転コレット３０は常温であり、温度の上昇はないものである。

[0069] したがって、本実施形態においては、吸着反転コレット３０と、移送ヘッド７０、コレット７１、および移送ステージ７５は反転機構を構成し、移送ステージ７５は、反転した半導体チップ２０を保持する保持部材である。

[0070] 図１８に示すように、移送ステージ７５は、その下面（半導体チップ２０を保持する表面７６と反対側の面）から表面７６に向かって伸びる空気流入路７７と、空気流入路７７に連通して表面７６に沿った方向に伸びる水平冷却流路７８とを備えている。図１８に示すように、空気流入路７７に流入した冷却空気は、水平冷却流路７８通って移送ステージ７５の側面から外部に流出することによって、移送ステージ７５の冷却を行う。本実施形態では、冷却空気によって移送ステージ７５の冷却を行うこととして説明したが、冷却媒体は空気に限らず、水等の液体を用いてもよい。空気流入路７７、水平冷却流路７８は冷却機構を構成するものである。

[0071] 図１を参照して説明したように、本実施形態のフリップチップボンダ１０３においても、ボンディングツール５０は、ボンディングヘッド４０に取り付けられ、ボンディングヘッド４０によって水平、垂直方向に移動する。また、ボンディングツール５０は半導体チップ２０を吸着する先端の吸着面５

１（図１における下側の面）を備え、内部には半導体チップ２０に形成されたバンプを溶融できる温度（３００℃～３５０℃）まで半導体チップ２０を加熱する図示しないパルスヒータが内蔵されている。

[0072] 以下、図１９、図２０を参照しながら本実施形態のフリップチップボンダ１０３によって半導体チップ２０を回路基板６５にボンディングする工程を説明する。図１から図７を参照して説明した実施形態と同様の工程、部材には同様の符号を付し、説明は省略する。

[0073] 図１９（ａ）から図１９（ｄ）に示すように、吸着反転コレット３０によって半導体チップ２０を吸着、ピックアップし、反転させる。その後、図１９（ｅ）の矢印８４に示すように、移送ヘッド７０に取り付けられたコレット７１の吸着面７２を半導体チップ２０の表面２２に接触させて半導体チップ２０を吸着反転コレット３０のコレット本体３１から受け取り、図１９（ｆ）の矢印８７に示すように、移送ヘッド７０によってコレット７１を移送ステージ７５の上に移動させ、コレット７１に吸着した半導体チップ２０を移送ステージ７５の表面７６に受け渡す。図２０（ｇ）に示すように、半導体チップ２０の移送ステージ７５への受け渡しが終わったら、移送ヘッド７０はコレット７１を上昇させる。移送ステージは、表面７６に反転した状態の半導体チップ２０を保持したまま、図２０（ｇ）の白抜き矢印８８に示すように、半導体チップ２０のボンディングツール５０への受け渡し位置まで移動する。図２０（ｈ）に示すように、移送ステージ７５が所定の受け渡し位置に来たら、ボンディングツール５０は移送ステージ７５の表面７６から半導体チップ２０を受け取り、ボンディングステージ６０の表面６１に吸着保持されている回路基板６５の上に半導体チップ２０をボンディングする。

[0074] ボンディングツール５０に半導体チップ２０を受け渡した際に移送ステージ７５の温度は、図４（ｂ）の時刻ｔ１に示すコレット本体３１の温度と同様に初期の３０℃程度の温度ＴＣ１から５０℃程度の温度ＴＣ２に上昇する。その後、移送ステージ７５は、空気流入路７７、水平冷却流路７８に流れる冷却空気によって冷却され、その温度は、図４（ｂ）の時刻ｔ２に示すコ

レット本体３１の温度と同様に初期の温度ＴＣ１に戻る。

[0075] 本実施形態のフリップチップボンダ１０３においては、ボンディングツール５０との間で半導体チップ２０の受け渡しを行う移送ステージ７５を冷却することによって、ボンディングツール５０の半導体チップ２０受け取り温度ＴＢ２を従来技術よりも高くし、ボンディング後のボンディングツール５０の冷却時間を短縮することができるのでフリップチップボンディングのサイクルタイムを大幅に短縮することができるものである。

[0076] なお、移送ステージ７５の冷却温度とボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２との関係は、図６、図７を参照して説明したコレット本体３１の冷却温度ＴＣ１とボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２との関係と同様、移送ステージ７５の冷却温度を低くするほど、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を高くすることができ、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。また、受け渡す半導体チップ２０の大きさが小さくなると、移送ステージ７５の冷却温度が同じ温度でも、半導体チップ２０を受け渡す際にボンディングツール５０から移送ステージ７５に移動する熱量が少なくなるので、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２をより高くすることができ、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。また、移送ステージ７５の熱容量がボンディングツール５０の熱容量に対して大きい場合には、ボンディングツール５０から移送ステージ７５に移動する熱量が同様の場合でも移送ステージ７５の温度上昇は小さくなるので、移送ステージ７５の熱容量がボンディングツール５０の熱容量に対して大きいほど、ボンディングツール５０の半導体チップ２０の受け取り温度ＴＢ２を高くすることができ、ボンディングのサイクルタイムをより短くすることができる。

[0077] 図２１を参照しながら本発明の他の実施形態のフリップチップボンダ１０４について説明する。先に、図１７から図２０を参照して説明した実施形態と同様の部分には同様の符号を付して説明は省略する。本実施形態のフリッ

プチップボンダ１０４は、先に、図１７から図２０を参照して説明したフリップチップボンダ１０３に移動ステージ７５を冷却する冷却ステージ１５０を配置し、移動ステージ７５を上下方向に移動させてその表面７６を冷却ステージ１５０の接地板１５４に密着させることによって移動ステージ７５の冷却を行うように構成したものである。冷却ステージ１５０は、図８から図１４を参照して説明した実施形態の冷却ステージ１１０を上下反転した構成である。本実施形態の効果は図１７から図２０を参照して説明した実施形態と同様である。なお、本実施形態では、移動ステージ７５を上下方向に移動させて冷却ステージ１５０の接地板１５４に密着させることとして説明したが、逆に冷却ステージ１５０を上下方向に移動させて接地板１５４を移動ステージ７５の表面７６に密着させるようにしてもよい。

[0078] 本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲により規定されている本発明の技術的範囲ないし本質から逸脱することない全ての変更及び修正を包含するものである。

符号の説明

[0079] １０ ピックアップステージ、１１ 上面、２０ 半導体チップ、２１ 絶縁樹脂フィルム（ＮＣＦ）、２２ 表面、３０ 吸着反転コレット、３１ コレット本体、３２，５１，７２ 吸着面、３３ 回転移動軸、３４ 冷却空気流路、３５ 冷却空気ノズル、３７ 第一の冷却空気流路、３８ 第二の冷却空気流路、４０ ボンディングヘッド、５０ ボンディングツール、６０ ボンディングステージ、６１，７６ 表面、６５ 回路基板、７０ 移送ヘッド、７１ コレット、７５ 移送ステージ、７７ 空気流入路、７８ 水平冷却流路、１０１，１０２，１０３，１０４ フリップチップボンダ、１１０，１５０ 冷却ステージ、１１２ フレーム、１１３ 中間フレーム、１１４，１５４ 接地板、１１４ａ 接地面、１１５ 放熱フィン、１１６ 冷却部材、１１７，１１８ 冷却空気供給管、１１９ 冷却ノズル、１２０ 穴、１２１ ブラケット、１２２ 冷却ファン、１２３，１２４ ピン、１２５ 中心、１２６ Ｘ軸、１２７ Ｙ軸、２００ 支持機

構、２１０　ピボット支持機構、２１２　支持ピン、２２１　ばね、２２０　ばね支持機構。

請求の範囲

[請求項1] 半導体チップを反転させる反転機構と、

前記反転機構で反転させた前記半導体チップを前記反転機構から受け取って基板にボンディングするボンディングツールと、

前記反転機構を冷却する冷却機構と、を有するフリップチップボンダ。

[請求項2] 請求項１に記載のフリップチップボンダであって、

前記反転機構は、反転した前記半導体チップを保持する保持部材を含み、

前記冷却機構は、前記ボンディングツールが前記半導体チップを受け取る前に前記保持部材の温度を所定の温度まで冷却しておくフリップチップボンダ。

[請求項3] 請求項２に記載のフリップチップボンダであって、

前記保持部材の熱容量は、前記ボンディングツールの熱容量よりも大きいフリップチップボンダ。

[請求項4] 請求項２に記載のフリップチップボンダであって、

前記保持部材は、前記半導体チップを吸着して反転させた状態で前記ボンディングツールに受け渡す吸着反転コレットであるフリップチップボンダ。

[請求項5] 請求項３に記載のフリップチップボンダであって、

前記保持部材は、前記半導体チップを吸着して反転させた状態で前記ボンディングツールに受け渡す吸着反転コレットであるフリップチップボンダ。

[請求項6] 請求項２に記載のフリップチップボンダであって、

前記保持部材は、前記半導体チップを反転した状態で移動させ、前記半導体チップを反転させた状態で前記ボンディングツールに受け渡す移送ステージであるフリップチップボンダ。

[請求項7] 請求項３に記載のフリップチップボンダであって、

前記保持部材は、前記半導体チップを反転した状態で移動させ、前記半導体チップを反転させた状態で前記ボンディングツールに受け渡す移送ステージであるフリップチップボンダ。

[請求項8] 請求項２から７のいずれか１項に記載のフリップチップボンダであって、

前記冷却機構は、前記保持部材の内面あるいは外面を冷却するフリップチップボンダ。

[請求項9] 請求項２から７のいずれか１項に記載のフリップチップボンダであって、

前記冷却機構は、

基体部と、

前記保持部材の表面が接地する接地面を有する接地板と、前記接地板に取り付けられた放熱部材と、を含む冷却部材と、を備え、

前記冷却部材は、前記保持部材の表面の方向に倣うように前記接地面の方向を可変とする支持機構によって前記基体部に支持されているフリップチップボンダ。

[請求項10] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記冷却部材の熱容量は、前記保持部材の熱容量よりも大きいフリップチップボンダ。

[請求項11] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記放熱部材は、前記接地板の接地面と反対側の面に取り付けられているフリップチップボンダ。

[請求項12] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記放熱部材は、放熱フィンであり、

前記放熱フィンを冷却する冷却ファンを備えているフリップチップボンダ。

[請求項13] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記支持機構は、前記接地面に沿った第一の軸と、前記接地面に沿

い、前記第一の軸と直交する第二の軸との２つの軸の回りに回転自在となるように前記接地板を前記基体部に支持するフリップチップボンダ。

[請求項14] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記基体部に設けられ、その表面が前記接地面に接地している前記保持部材に冷却空気を吹き付ける冷却ノズルを備えているフリップチップボンダ。

[請求項15] 請求項９に記載のフリップチップボンダであって、

前記接地板の前記接地面は、前記保持部材の前記表面が接地した際に、前記保持部材から前記接地板に向って熱伝導が生じるフリップチップボンダ。

[請求項16] フリップチップボンディング方法であって、

半導体チップを反転させる反転機構と、前記反転機構で反転させた前記半導体チップを前記反転機構から受け取って基板にボンディングするボンディングツールと、前記反転機構を冷却する冷却機構と、を有するフリップチップボンダを準備する工程と、

前記冷却機構により前記ボンディングツールが前記半導体チップを受け取る前に前記保持部材の温度を所定の温度まで冷却しておく冷却工程と、を有するフリップチップボンディング方法。