

明 細 書

発明の名称：ボンディング装置用ヒータ及びその冷却方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボンディング装置用ヒータの構造及びその冷却方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体チップを基板上に実装する方法として電極にはんだバンプを形成した、はんだバンプ付電子部品を熱圧着によって基板に実装する方法や、電子部品の電極に金バンプを成形し、基板の銅電極の表面に薄いはんだの皮膜を設け、金バンプの金とはんだとを熱溶融接合する金はんだ溶融接合や、熱可塑樹脂や異方性導電膜（AFC）等の樹脂系の接着材を使用した接合方法が用いられている。このような接合方法は、いずれも、電子部品を加熱して電極上のはんだや接着剤を溶融させた状態で圧着ツールによって電子部品を基板に押圧した後、はんだや接着材を冷却して固着させて、基板に電子部品を接合するものである。このような接合に用いられる電子部品実装装置では、はんだを溶融状態まで加熱或いは接着剤を軟化状態まで加熱するためのヒータと、接合後にはんだや接着剤を冷却する冷却手段を備え、急加熱、急速冷却を行うことが要求される。

[0003] タクトタイムを短くする上では、急加熱よりも、いかに短時間で冷却するかが問題となってくる。このため、板状のセラミックスヒータに重ね合わされる断熱材に空気流路を設け、冷却空気をセラミックスヒータの表面に流してヒータ及びヒータに取り付けられたボンディングツールを冷却する方法が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] また、パルスヒータとパルスヒータに重ねあわされるベース部材の間に空間を設け、ベース部材に設けた冷却孔から吹き出す空気をパルスヒータの断熱材側の面に吹き付けてパルスヒータを急速冷却する方法が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-16091号公報

特許文献2：特開平10-275833号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、一般に狭い平行平板間に流体を流した場合、平行平板の表面から冷却媒体への熱伝達は、流れに垂直な方向の熱伝導が支配的で、乱流のような物資移動を伴う熱移動は非常に小さい。このため、平行平板の表面と冷却媒体との間の熱移動量を大きくするためには、平行平板間の距離、すなわち、冷却媒体中での熱伝導の距離を短くすることが重要となってくる。特に、冷却媒体に熱伝導率が小さい空気を使用した場合（例えば、0.1～0.5 MPa 空気の熱伝導率は0.026 W/(m・K)であり、水の0.6 W/(m・K)に比べて非常に小さい）には、平行平板間の距離をより狭くすることが必要となってくる。このため、特許文献1に記載された従来技術のように、平行平板間の距離が0.5 mm～2 mm程度の矩形流路に空気を流して冷却しても、効果的にヒータを冷却することができないという問題がある。また、特許文献2に記載された従来技術のようにヒータの表面に空気を吹き付けることによってヒータを冷却しようとした場合には、大量の空気をベース部材に吹き付ける必要があるので、吹き出した空気によってボンディング雰囲気乱されてしまうという問題があった。

[0007] 本発明は、ボンディング装置用ヒータをより効果的に冷却することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のボンディング装置用ヒータは、ボンディングツールが取り付けられる第一の面と、第一の面と反対側で断熱材が取り付けられる第二の面とを有する平板形のボンディング装置用ヒータであって、第二の面に設けられる多数の毛細スリットと、を備え、多数の毛細スリットと第二の面に取り付け

られる断熱材の合わせ面とは、多数の毛細冷却流路を形成すること、を特徴とする。

[0009] 本発明のボンディング装置用ヒータにおいて、毛細スリットは、第二の面に沿った方向の幅が第二の面に垂直方向の深さよりも小さいこと、としても好適である。

[0010] 本発明のボンディング装置用ヒータにおいて、第二の面は、中央近傍に窪みが設けられ、窪みと第二の面に取り付けられる断熱材の合わせ面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、多数の毛細スリットは、キャビティから側面に延びること、としても好適であるし、断熱材は、合わせ面の中央近傍に第二の窪みが設けられ、第二の窪みと第二の面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、多数の毛細スリットは、キャビティに連通し、対向する各側面の間に延びること、としても好適である。

[0011] ボンディング装置用ヒータの冷却方法は、ボンディングツールが取り付けられる第一の面と、第一の面と反対側で断熱材が取り付けられる第二の面とを有する平板形状で、第二の面に設けられる多数の毛細スリットと、を備え、多数の毛細スリットと第二の面に取り付けられる断熱材の合わせ面とは、多数の毛細冷却流路を形成するボンディング装置用ヒータの冷却方法であって、冷却空気流量は、毛細冷却流路出口の毛細スリット中央の冷却空気温度が毛細スリットの表面温度よりも所定の閾値だけ低い温度となる流量であること、を特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明は、ボンディング装置用ヒータをより効果的に冷却することができるという効果奏する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態におけるボンディング装置用ヒータの構成を示す説明図である。

[図2]本発明の実施形態におけるボンディング装置用ヒータの平面図と断面図である。

[図3]本発明の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの毛細スリットの
詳細を示す断面図である。

[図4]本発明の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの毛細冷却流路を
示す斜視図である。

[図5]従来技術によるボンダイソング装置用ヒータの冷却溝の詳細を示す断面図
である。

[図6]本発明の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの毛細スリット幅
と熱抵抗の関係を示すグラフである。

[図7]本発明の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの毛細冷却流路の
長さや空気温度の関係を示すグラフである。

[図8]本発明の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの構成を示す
説明図である。

[図9]本発明の他の実施形態におけるボンダイソング装置用ヒータの平面図と断
面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態のボンダイソング装置用ヒータ

について説明する。図1に示すように、本実施形態のボンダイソング装置用ヒータ30は、平板形の本体31と、ボンダイソングツール40が取り付けられる第一の面である下面31bと、断熱材20が取り付けられる第二の面である上面31aとを備えている。上面31aの中央近傍には略直方体の窪み34が設けられ、本体31には窪み34から側面33に延びる多数の毛細スリット35が設けられている。この窪み34と上面31aに合わせられる断熱材20の合わせ面21とは、冷却空気が流入するキャビティ36を形成し、多数の毛細スリット35と上面31aに取り付けられる断熱材20の合わせ面21とは、キャビティ36から側面33に延びる多数の毛細冷却流路37を形成している。

[0015] 断熱材20の上部には、ステンレス製のペース部材10が取り付けられており、このペース部材10は、図示しないボンダイソング装置のボンダイソング

ヘッドに取り付けられ、ボンディングヘッドに内蔵されている上下方向の駆動装置によりベース部材 10 と断熱材 20 とボンディング装置用ヒータ 30 とボンディングツール 40 とが一体となって上下方向に移動する。

[0016] ボンディング装置用ヒータ 30 は、例えば、窒化アルミなどのセラミックスの内部に白金あるいはタングステンなどにより構成された発熱抵抗体を埋め込んだものである。また、断熱材 20 は、ボンディング装置用ヒータ 30 の熱をベース部材 10 に伝えないようにするもので、例えば、アドセラム（登録商標）等のセラミックス製である。

[0017] 図 2 を参照しながらボンディング装置用ヒータ 30 と断熱材 20 の構造について詳細に説明する。図 2（a）は、ボンディング装置用ヒータ 30 の上面 31 a を示す平面図であり、図 2（b）は図 2（a）に示す A-A の断面図であり、図 2（c）は図 2（a）に示す B-B の断面図である。

[0018] 図 2（a）に示すように、ボンディング装置用ヒータ 30 の上面 31 a の上下方向の中央部には、2つの窪み 34 が設けられており、各窪み 34 の上下方向の壁面から各側面 33 に向かって本体 31 の中に多数の毛細スリット 35 が延びている。本実施形態のボンディング装置用ヒータ 30 では、各窪み 34 の各上下方向の壁から本体 31 の上下方向の各側面 33 に向かってそれぞれ 63 本の毛細スリット 35 が延びている。従って、図 2（a）に示す上面 31 a には、合計 $63 \times 2 \times 2 = 252$ 本の毛細スリット 35 が形成されている。また、各毛細スリット 35 の長さは L_1 である。毛細スリット 35 は、例えば、ダイシング装置によって切削することによって形成してもよい。

[0019] 図 3 に示すように各毛細スリット 35 の幅 W_1 は 0.05 mm、毛細スリット 35 の間の壁 38 の厚さ D_1 は 0.1 mm、毛細スリット 35 の深さ H_1 は、0.3 mm である。このように、毛細スリット 35 は、幅 W_1 が深さ H_1 よりも小さく、本実施形態では、幅 W_1 に対する深さ H_1 の比率（深さ H_1 / 幅 W_1 ） $= (0.3 / 0.05) = 6.0$ となっている。また、窪み 34 の深さは毛細スリット 35 と同様の 0.3 mm の深さとなっている。

[0020] 図2 (b)、図2 (c) に示すように、本体31の上面31aには断熱材

20が重ねあわされている。断熱材20の合わせ面21は平面であり、上面31aに設けられた窪み34、毛細スリット35の周囲の面と密着している。このため、図2 (b) に示すように、本体31の上面31aに断熱材20の合わせ面21が重ねあわされると、略直方体の窪み34の上側の解放面及び毛細スリット35の上側の解放面が閉じられ、各窪み34と合わせ面21とは略直方体の各キャビティ36を形成する。同様に図2 (c) に示すように、多数の毛細スリット35と合わせ面21は、上下方向に細長い多数の毛細冷却流路37を形成する。また、図2 (b) に示すように、断熱材20に、各キャビティ36にそれぞれ連通する2つの冷却空気孔25が設けられている。そして、各冷却空気孔25に供給された冷却空気は、図2 (b) の下向き矢印で示すように、冷却空気孔25からキャビティ36に流入した後、各キャビティ36から多数の毛細冷却流路37に流入し、図2 (a) に示す上下方向の矢印のように、各側面33側から外部に流出し、ポンプ装置を用いてタ30を冷却する。

[0021] 図4に示すように、本実施形態のポンプ装置用ヒータ30の毛細冷

却流路37は、幅 W_1 、深さ H_1 、長さ L_1 の矩形断面の流路であり、冷却空気は、キャビティ36に連通している入口371から流路に入り、側面33の上面にある出口372から流出する。毛細冷却流路37の幅 W_1 は0.05mmと非常に狭くなっている一方、その深さ H_1 は0.3mmと幅 W_1 の6倍にもなっていることから、毛細冷却流路37の中を流れる空気の流れは狭い平行平板間の流れとなり、ポンプ装置用ヒータ30の本体31と空気との熱交換は毛細冷却流路37の両側面37aを構成する毛細スリット35の両側面35aが支配的で毛細冷却流路37の底面37bを構成する毛細スリット35の底面35bはほとんど熱交換に寄与しなくなる。本実施形態のポンプ装置用ヒータ30では毛細冷却流路37の数は252であることから、有効熱交換面積は、次のようになる。

[0022] 有効熱交換面積

=毛細スリット35の両側面35aの面積 $=H_1 \times L_1 \times 2 \times$ 毛細冷却流路37の数

$$=H_1 \times L_1 \times 504$$

となる。

[0023] また、毛細冷却流路37の全流路断面積は、

全流路断面積

$$=W_1 \times H_1 \times \text{毛細冷却流路37の数} = W_1 \times H_1 \times 504$$

となる。

[0024] 一方、図5に示すように、断熱材20の合わせ面21に本実施形態の毛細冷却流路37の全流路断面積と同様の断面積を持つ冷却空気流路26を形成した場合を考える。図5に示す例では、冷却空気流路26は、図中の横方向には仕切りが無い流路として形成されている。この場合、2つの毛細冷却流路37の幅 W_1 と壁38の厚さ D_1 の合計長さ、すなわち毛細冷却流路37の2ピッチ分の幅 W_2 は、 $(0.05 + 0.1) \times 2 = 0.3 \text{ mm}$ で毛細冷却流路37の深さ H_1 と同様であることから、冷却空気流路26の高さ H_2 を毛細冷却流路37の幅 W_1 の2倍の 0.1 mm とすれば、両者の流路断面積は同一となる。そして、図5に示す幅 W_2 の冷却空気流路26の有効熱交換領域は冷却空気流路26の上面31aに面する底面26bのみであり、側面26aはほとんど熱交換に寄与しないから、有効熱交換面積は、 $W_2 \times L_1$ であるのに対し、幅 W_2 の部分の毛細冷却流路37の有効熱交換面積は、 $H_1 \times L_1 \times 2$ （両面） $\times 2$ （2流路）となる。ここで、 $W_2 = H_1$ であることから、幅 W_2 の部分の毛細冷却流路37の有効熱交換面積は、幅 W_2 の冷却空気流路26の有効熱交換面積の4倍となることとなる。

[0025] また、毛細冷却流路37を構成する毛細スリット35の両側面35aの各表面から冷却空気への熱伝達は、流れに垂直な方向の熱伝導が支配的で、乱流のような物資移動を伴う熱移動は非常に小さくなる。このため、図6に示すように、熱移動の際の熱抵抗は毛細スリット35の幅 W の大きさが大きくなると増大する。

[0026] 従って、図 1 から図 4 を参照して説明した本実施形態のボンディング装置用ヒータ 30 の毛細冷却流路 37 は、図 5 を参照して説明した従来技術による冷却空気流路 26 の 4 倍の有効熱交換面積を有し、冷却空気流路 26 よりも熱抵抗が少ないことから、より大きな熱交換を行うことができ、より効果的にボンディング装置用ヒータ 30 を冷却することができる。

[0027] 図 7 に示す様に、本実施形態のボンディング装置用ヒータ 30 の毛細冷却流路 37 の内部の温度は、毛細冷却流路 37 の流れ方向の位置と空気の流量によって変化する。図 7 (a) は、毛細冷却流路 37 の幅方向中央の長手方向距離に対する空気温度の変化を示すグラフであり、図 7 (b) は毛細冷却流路 37 中の空気温度が壁面（毛細スリット 35 の壁面）の温度 T_2 となる位置を示す図である。空気流量が少ない場合には、図 7 (a) の線 a、図 7 (b) の線 p に示す様に、毛細冷却流路 37 の入口 371 に温度 T_1 で流入した空気の温度は急速に上昇し、流路の前半で毛細冷却流路 37 の壁面（毛細スリット 35 の壁面）の温度 T_2 まで上昇してしまい、そのまま出口 372 から流出する。この場合、流路の後半では空気温度が壁面の温度 T_2 に達してしまっているため、本体 31 から熱を奪うことができなくなってしまい、冷却能力が十分に発揮できていない。

[0028] 逆に、流量が多い場合には、図 7 (a) の線 c、図 7 (b) の線 r に示す様に、入口 371 に温度 T_1 で流入した空気は、温度が壁面の温度 T_2 の半分程度の温度で出口 372 から外部に流出していく。この場合、毛細冷却流路 37 の長手方向全般に渡って空気と壁面（毛細スリット 35 の壁面）との温度差が大きいため、冷却能力は大きくなるが、冷却空気流量のわりに冷却能力は大きくならない。

[0029] そこで、本実施形態のボンディング装置用ヒータ 30 では、毛細冷却流路 37 の出口 372 から流出する空気の温度が壁面（毛細スリット 35 の壁面）の温度 T_2 よりも少しだけ、あるいは所定の閾値 ΔT だけ低い温度となるように空気流量を調整する。この流量は、試験などによって予め決めておき、その流量となるように冷却空気孔 25 に供給する空気の圧力を調整したり、

冷却空気孔 25 の入り口側に設けた流量調節弁あるいはレギュレータによって流量を調節したりするようにしてもよい。このように冷却空気流量を調整することによって少ない冷却空気流量で効果的にポンプ装置用ヒータ 30 を冷却することができる。

[0030] 図 8 から図 9 を参照して本発明の他の実施形態について説明する。先に図 1 から図 7 を参照して説明した実施形態と同様の部分を同様の符号を付して説明は省略する。図 8 に示すように、本実施形態では、断熱材 20 の合わせ面 21 の中央近傍に第二の窪みである窪み 134 が設けられ、図 9 (a) に示す様に、本体 31 に設けられた毛細スリット 35 は、一方の側面 33 から対抗する他方の側面 33 まで延びている。窪み 134 には、冷却空気孔 25 が接続されている。毛細スリット 35 の本数、幅、深さは先に図 1 から 7 を参照して説明した実施形態と同様である。

[0031] 図 8、図 9 (b) に示す様に、断熱材 20 の合わせ面 21 を本体 31 の上面 31a に合わせると、断熱材 20 の合わせ面 21 に設けられた窪み 134 は、本体 31 の上面 31a の毛細スリット 35 が設けられていない面に密着し、冷却空気孔 25 からの空気が入り込むキャピタリ 136 を構成する。図 9 (c) に示すように、スリット 35 と断熱材 20 の合わせ面 21 とは毛細冷却流路 37 を構成する。図 9 (a) に示す様に、毛細冷却流路 37 の長さ l_1 である。また、図 9 (b) に示す様に、キャピタリ 136 の下面は多数のスリット 35 の上側の開放端と連通している。そして、冷却空気孔 25 からキャピタリ 136 に入った空気は、キャピタリ 136 から下側のスリット 35 に流入した後、図 9 (a) に示すように、毛細冷却流路 37 を側面 33 に向かって流れ、ポンプ装置用ヒータ 30 を冷却する。

[0032] 本実施形態は、先に図 1 から図 7 を参照して説明した実施形態と同様の効果に加え、セラミック入製の本体 31 の加工が簡単であり、より簡便な構成とすることができるという効果を奏する。

[0033] 以上説明した実施形態では、毛細スリット 35 の幅 W_1 は 0.05 mm とし、説明したが、毛細スリット 35 の幅 W_1 は 0.5 mm ~ 0.01 mm の範囲

であれば自由に選択してもよい。0.1 mm～0.02 mmの範囲であればより好ましく、0.05 mm～0.02 mmの範囲であれば更に好ましい。また、毛細スリット35の深さ H_1 は、0.3 mm、毛細スリット35の幅 W_1 と毛細スリット35の深さ H_1 の比率は1 : 6として説明したが、毛細スリット35の深さ H_1 は毛細スリット35の幅 W_1 よりも深ければよく、例えば、1.0 mm～0.1 mmの範囲で自由に選択してもよい。また、毛細スリット35の幅 W_1 と毛細スリット35の深さ H_1 の比率は1 : 6に限られず、1 : 3～1 : 10の範囲であれば自由に選択できる。

[0034] 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

[0035] 10 ベース部材、20 断熱材、21 合わせ面、25 冷却空気孔、26 冷却空気流路、30 ボンディング装置用ヒータ、31 本体、31a 上面、31b 下面、33 側面、34, 134 窪み、35 毛細スリット、35a, 37a 側面、35b, 37b 底面、36, 136 キャビティ、37 毛細冷却流路、38 壁、40 ボンディングツール、371 入口、372 出口。

請求の範囲

- [請求項1] 平板形のボンディング装置用ヒータであって、
ボンディングツールが取り付けられる第一の面と、
前記第一の面と反対側で断熱材が取り付けられる第二の面と、
前記第二の面に設けられる多数の毛細スリットと、を備え、
多数の前記毛細スリットと前記第二の面に取り付けられる前記断熱材の合わせ面とは、多数の毛細冷却流路を形成するボンディング装置用ヒータ。
- [請求項2] 請求項1に記載のボンディング装置用ヒータであって、
前記毛細スリットは、前記第二の面に沿った方向の幅が前記第二の面に垂直方向の深さよりも小さいボンディング装置用ヒータ。
- [請求項3] 請求項1に記載のボンディング装置用ヒータであって、
前記第二の面は、中央近傍に窪みが設けられ、
前記窪みと前記第二の面に取り付けられる前記断熱材の合わせ面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、
多数の前記毛細スリットは、前記キャビティから側面に延びるボンディング装置用ヒータ。
- [請求項4] 請求項2に記載のボンディング装置用ヒータであって、
前記第二の面は、中央近傍に窪みが設けられ、
前記窪みと前記第二の面に取り付けられる前記断熱材の合わせ面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、
多数の前記毛細スリットは、前記キャビティから側面に延びるボンディング装置用ヒータ。
- [請求項5] 請求項1に記載のボンディング装置用ヒータであって、
前記断熱材は、前記合わせ面の中央近傍に第二の窪みが設けられ、
前記第二の窪みと前記第二の面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、
多数の前記毛細スリットは、前記キャビティに連通し、対向する各

側面の間に延びるボンディング装置用ヒータ。

[請求項6]

請求項2に記載のボンディング装置用ヒータであって、

前記断熱材は、前記合わせ面の中央近傍に第二の窪みが設けられ、

前記第二の窪みと前記第二の面とは、冷却空気が流入するキャビティを形成し、

多数の前記毛細スリットは、前記キャビティに連通し、対向する各側面の間に延びるボンディング装置用ヒータ。

[請求項7]

ボンディング装置用ヒータの冷却方法であって、

ボンディングツールが取り付けられる第一の面と、前記第一の面と反対側で断熱材が取り付けられる第二の面とを有する平板形状で、前記第二の面に設けられる多数の毛細スリットと、を備え、多数の前記毛細スリットと前記第二の面に取り付けられる前記断熱材の合わせ面とは、多数の毛細冷却流路を形成するボンディング装置用ヒータを準備し、

冷却空気流量を前記毛細冷却流路出口の毛細スリット中央の冷却空気温度が前記毛細スリットの表面温度よりも所定の閾値だけ低い温度となる流量とする冷却方法。