

明 細 書

発明の名称：

半導体ダイのピックアップ装置及びピックアップ方法

技術分野

[0001] 本発明は、ウェーハシートから半導体ダイをピックアップする半導体ダイのピックアップ装置の構造及び半導体ダイのピックアップ方法に関する。

背景技術

[0002] 半導体ダイは、6インチや8インチの大きさのウェーハを所定の大きさに切断して製造される。切断の際には切断した半導体ダイがバラバラにならないように裏面にウェーハシートを貼り付け、表面側からダイシングソーなどによってウェーハを切断する。この際、裏面に貼り付けられたウェーハシートは若干切り込まれるが切断されないで各半導体ダイを保持した状態となっている。そして切断された各半導体ダイは一つずつウェーハシートからピックアップされてダイボンディング等の次の工程に送られる。

[0003] 半導体ダイをウェーハシートからピックアップする方法としては、球面状の吸着面を有するステージでウェーハシートを押し上げると共にその吸着面にウェーハシートを真空吸着させ、ステージの内部に配置した突き上げピンウェーハシートを貫通させるように押し上げ、ウェーハシートの上面に貼り付いている半導体ダイを下から突き上げて、コレットでその半導体ダイをピックアップ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

[0004] 特許文献1：特開平10-92907号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献1の方法によると、ステージの球面状の吸着面では、隣接する半導体ダイの側面は上方に向かうほど間隔が大きくなるので、隣接

する半導体同士が接触して割れやカケが発生することはない。しかし、引用文献 1 の図 1 に記載されているように、ステージの周縁ではウェーハシートが下に凸に変形し、隣接する半導体ダイの側面は上方に向かうほど間隔が小さくなる。

[0006] 一方、近年、半導体ダイの切断をレーザで行う場合が多い。この場合、半導体ダイの切幅が非常に狭くなり、隣接する半導体ダイの側面間の隙間も非常に狭くなる。このため、ステージの周縁でウェーハシートが下に凸に変形し、隣接する半導体ダイの側面は上方に向かうほど間隔が小さくなると、隣接する半導体ダイの側面同士が接触して割れやカケが発生する場合があった。

[0007] そこで、本発明の半導体ダイのピックアップ装置は、半導体ダイをウェーハシートからピックアップする際の半導体ダイの損傷を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置は、ウェーハシートの上面に貼り付けられた半導体ダイをピックアップする半導体ダイのピックアップ装置であって、ウェーハシートの下面を吸着する吸着面と、吸着面に設けられた開口と、を含むステージと、ステージを上下方向に駆動するステージ駆動機構と、ステージの開口の中に配置され、先端が吸着面より突出するように移動する移動要素と、を含み、移動要素を上下方向に駆動する移動要素駆動機構と、半導体ダイをピックアップするコレットと、ステージの内部を真空にする真空装置と、ステージ駆動機構と、移動要素駆動機構と、コレットと、真空装置との動作を調整する制御部と、を備え、吸着面は上に凸に湾曲した湾曲面であり、制御部は、ステージ駆動機構によって、ステージを上昇させてウェーハシートを押し上げ、ウェーハシートを押し上げた後、真空装置によってステージの内部を真空にして吸着面にウェーハシートを吸着させ、ウェーハシートを吸着面に吸着させた後、移動要素駆動機構によって移動要素を吸着面より突出させてウェーハシートの下からピックアップしようとする半

導体ダイを突き上げると共に、コレットでウェーハシートから半導体ダイをピックアップすること、を特徴とする。

[0009] このように、ステージの吸着面を上凸に湾曲した湾曲面とすることにより、ステージの吸着面では、隣接する半導体ダイの側面の隙間は上方に向かうほど間隔が大きくなり、隣接する半導体同士が接触して割れやカケが発生することを抑制できる。また、ステージでウェーハシートを押し上げた後、ウェーハシートを吸着面に吸着させるので、ウェーハシートを吸着面に吸着させた際に、ステージの周縁でウェーハシートが下凸に変形して隣接する半導体ダイの側面の隙間が上方に向かうほど間隔が小さくなることなくなくなる。このため、ステージの周縁で隣接する半導体ダイの側面同士が接触して割れやカケが発生することを抑制できる。

[0010] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、ステージは円筒形状で、吸着面は球冠面で、制御部は、ウェーハシートを押し上げる際に、ウェーハシートの下面がステージの円筒状の側面と吸着面との角部に接するまでステージを上昇させてもよい。

[0011] このように、ウェーハシートの下面がステージの円筒状の側面と吸着面との角部に接するまでステージを上昇させるので、ステージの周縁のウェーハシートが上凸になるように変形し、隣接する半導体ダイの側面は上方に向かうほど間隔が大きくなるので、隣接する半導体同士が接触して割れやカケが発生することを抑制することができる。

[0012] また、本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、角部は、ステージの側面と吸着面とを接続する曲面で構成され、制御部は、ウェーハシートを押し上げる際に、角部におけるステージの側面と吸着面との稜線の高さがステージの側面におけるウェーハシートの下面の高さ以上となるまでステージを上昇させてもよい。

[0013] このように、角部におけるステージの側面と吸着面との稜線の高さがステージの側面におけるウェーハシートの下面の高さ以上となるまでステージを上昇させるので、ステージの周縁のウェーハシートが上凸になるように変

形し、隣接する半導体ダイの側面は上方に向かうほど間隔が大きくなるので、隣接する半導体同士が接触して割れやカケが発生することを抑制することができる。

[0014] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、ステージは円筒形状で、吸着面は球冠面であり、ステージの開口は吸着面の中央に配置され、吸着面は、開口の周辺の内周部と、内周部の外側の外周部とで構成され、内周部に真空装置に連通する内側吸着孔を備え、制御部は、ウェーハシートを押し上げる際に、ウェーハシートの下面がステージの内周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、ウェーハシートを吸着する際に、真空装置によって内側吸着孔を真空にして吸着面の内周部にウェーハシートを吸着させてもよい。

[0015] このように、球冠面である吸着面の内周部の外周端がウェーハシートの下面に接するまでステージを上昇させた後、内周部にウェーハシートを吸着させるので、ウェーハシートが吸着面の内周部に吸着された際に、吸着面の外周部でウェーハシートが下に凸に変形することを抑制し、隣接する半導体ダイが接触して割れやカケが発生することを抑制できる。

[0016] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、ステージは、外周部に真空装置に連通する外側吸着孔を更に備え、制御部は、ウェーハシートを押し上げる際に、ウェーハシートの下面がステージの外周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、ウェーハシートを吸着する際に、真空装置によって内側吸着孔と外側吸着孔とを真空にして吸着面の内周部と外周部とにウェーハシートを吸着させてもよい。

[0017] このように、ステージの吸着面内周部と外周部とにウェーハシートを密着させるので、ウェーハシートが吸着面の内周部と外周部とに吸着された際に、吸着面の外周部でウェーハシートが下に凸に変形することを抑制し、隣接する半導体ダイが接触して割れやカケが発生することを抑制できる。

[0018] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、制御部は、ウェーハシートの周辺部分の上面に貼り付けられている半導体ダイをピックアップする

場合には、ウェーハシートを押し上げる際に、ウェーハシートの下面がステージの内周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、ウェーハシートを吸着する際に、真空装置によって内側吸着孔を真空にして吸着面の内周部にウェーハシートを吸着させ、ウェーハシートの中央部分の上面に貼り付けられている半導体ダイをピックアップする場合には、ウェーハシートを押し上げる際に、ウェーハシートの下面がステージの外周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、ウェーハシートを吸着する際に、真空装置によって内側吸着孔と外側吸着孔とを真空にして吸着面の内周部と外周部とにウェーハシートを吸着させてもよい。

[0019] これにより、ウェーハシートの周辺部分に貼り付いている半導体ダイをピックアップする場合に、ステージの周縁に位置する半導体ダイにカケや割れが発生することを抑制することができる。

[0020] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置において、移動要素は、ステージの中心に配置される第1突き上げピンと、第1突き上げピンの外周に配置される円筒状の第2突き上げピンとで構成され、移動要素駆動機構は、第1突き上げピンと第2突き上げピンとを上下方向に駆動し、制御部は、半導体ダイをピックアップする際に、移動要素駆動機構によって、第2突き上げピンを吸着面より突出させた後に、第1突き上げピンを第2突き上げピンの先端よりも高い位置まで突出させてもよい。

[0021] このように、円筒状の第2突き上げピンを上昇させて、半導体ダイの外周部のウェーハシートに剥がれのきっかけを与えた後、第1突き上げピンで半導体ダイを更に突き上げてウェーハシートからピックアップするので、半導体ダイを損傷させることなくウェーハシートからピックアップすることができる。

[0022] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法は、ウェーハシートの上面に貼り付けられた半導体ダイをピックアップする半導体ダイのピックアップ方法であって、ウェーハシートの下面を吸着する吸着面と吸着面に設けられた開口とを含むステージと、ステージの開口の中に配置され、先端が吸着面より突

出するように移動する移動要素と、半導体ダイをピックアップするコレットとを含み、吸着面が上に凸に湾曲した湾曲面であるピックアップ装置を準備する準備工程と、ステージを上昇させてウェーハシートを押し上げる押し上げ工程と、押し上げ工程の後に吸着面にウェーハシートを吸着させる吸着工程と、吸着工程の後、移動要素を吸着面より突出させてウェーハシートの下からピックアップしようとする半導体ダイを突き上げると共に、半導体ダイをコレットでピックアップするピックアップ工程と、を備えることを特徴とする。

[0023] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、準備工程で準備する半導体ダイのピックアップ装置は、ステージが円筒形状で、吸着面が球冠面であり、押し上げ工程は、ウェーハシートの下面がステージの円筒状の側面と吸着面との角部に接するまでステージを上昇させてもよい。

[0024] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、準備工程で準備する半導体ダイのピックアップ装置は、角部がステージの側面と吸着面とを接続する曲面で構成され、押し上げ工程は、角部におけるステージの側面と吸着面との稜線の高さがステージの側面におけるウェーハシートの下面の高さ以上となるまでステージを上昇させてもよい。

[0025] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、準備工程で準備する半導体ダイのピックアップ装置は、ステージが円筒形状で、吸着面が球冠面であり、ステージの開口は吸着面の中央に配置され、吸着面は、開口の周辺の内周部と、内周部の外側の外周部とで構成され、内周部に内側吸着孔を備え、押し上げ工程は、ウェーハシートの下面がステージの内周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、吸着工程は、内側吸着孔を真空にして吸着面の内周部にウェーハシートを吸着させてもよい。

[0026] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、準備工程で準備する半導体ダイのピックアップ装置は、外周部に外側吸着孔を更に備え、押し上げ工程は、ウェーハシートの下面がステージの外周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、吸着工程は、内側吸着孔と外側吸着孔とを真空にして吸

着面の内周部と外周部とにウェーハシートを吸着させてもよい。

[0027] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、ウェーハシートの周辺部分の上面に貼り付けられている半導体ダイをピックアップする場合には、押し上げ工程は、ウェーハシートの下面がステージの内周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、吸着工程は、内側吸着孔を真空にして吸着面の内周部にウェーハシートを吸着させ、ウェーハシートの中央部分の上面に貼り付けられている半導体ダイをピックアップする場合には、押し上げ工程は、ウェーハシートの下面がステージの外周部の外周端に接するまでステージを上昇させ、吸着工程は、内側吸着孔と外側吸着孔とを真空にして吸着面の内周部と外周部とにウェーハシートを吸着させてもよい。

[0028] 本発明の半導体ダイのピックアップ方法において、準備工程で準備する半導体ダイのピックアップ装置は、移動要素がステージの中心に配置される第1突き上げピンと、第1突き上げピンの外周に配置される円筒状の第2突き上げピンとで構成され、ピックアップ工程は、第2突き上げピンを吸着面より突出させた後に、第1突き上げピンを第2突き上げピンの先端よりも高い位置まで突出させて、半導体ダイをコレットでピックアップしてもよい。

発明の効果

[0029] 本発明の半導体ダイのピックアップ装置は、半導体ダイをウェーハシートからピックアップする際の半導体ダイの損傷を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]実施形態の半導体ダイのピックアップ装置の構成を示す系統図である。

[図2]図1に示す半導体ダイのピックアップ装置のステージの断面図である。

[図3]図2に示すA部の詳細断面図である。

[図4]ステージの高さを変化させた場合のウェーハシートの下面とステージの吸着面との接触領域を示す説明図である。

[図5]図1に示す半導体ダイのピックアップ装置による半導体ダイのピックアップ動作の説明図であって、ステージの頂点がウェーハシートの下面に接する位置（ $Z=0$ ）までステージを上昇させた際のステージとウェーハシート

と半導体ダイとを示す断面図である。

[図6]図5に示す状態からステージの頂点を図4に示すZ1まで上昇させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

[図7]図6に示す状態からステージの頂点を図4に示すZ3まで上昇させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

[図8]図7に示すB部の詳細断面図である。

[図9]図7に示す状態からステージの内部を真空にしてウェーハシートをステージの吸着面に吸着させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

[図10]図9に示す状態から、第2突き上げピンを吸着面より突出させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとコレットとを示す断面図である。

[図11]図10に示す状態から、第1突き上げピンの先端を第2突き上げピンの先端よりも上に上昇させて半導体ダイを上方向に突き上げた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとコレットとを示す断面図である。

[図12]ステージを高さZ2まで上昇させた際の、ステージとウェーハシートとの位置関係と寸法とを示す説明図である。

[図13]他の実施形態の半導体ダイのピックアップ装置のステージの断面とステージに接続された真空装置の系統とを示す図である。

[図14]図13に示す半導体ダイのピックアップ装置による半導体ダイの第1のピックアップ動作の説明図であって、ステージの頂点を図4に示すZ1まで上昇させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

[図15]図14に示す状態から、内側吸着孔を真空にして吸着面の内周部にウェーハシートを吸着させた状態を示す断面図である。

[図16]図15に示す状態から、第2突き上げピンを吸着面より突出させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとコレットとを示す断面図である。

。

[図17]図16に示す状態から、第1突き上げピンの先端を第2突き上げピン

の先端よりも上に上昇させて半導体ダイを上方向に突き上げた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとコレットとを示す断面図である。

[図18]図13に示す半導体ダイのピックアップ装置による半導体ダイの第2のピックアップ動作の説明図であって、ステージの頂点を図4に示すZ2まで上昇させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

[図19]図18に示す状態から、内側吸着孔と外側吸着孔とを真空にして吸着面の内周部と外周部とにウェーハシートを吸着させた状態のウェーハシートと半導体ダイとコレットとを示す断面図である。

[図20]ステージがウェーハリングの中心から一方側にずれた位置にある場合にステージを高さZ4まで上昇させた際の、ステージとウェーハシートとの位置関係と寸法とを示す説明図である。

[図21]対比例の半導体ダイのピックアップ装置において、ステージを上昇させる前のステージの高さZが図4に示す0の状態、ステージの内部を真空にして吸着面にウェーハシートの下面を吸着させた際のステージとウェーハシートと半導体ダイとを示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、図面を参照しながら実施形態の半導体ダイのピックアップ装置100について説明する。

[0032] 図1に示すように、実施形態の半導体ダイのピックアップ装置100（以下、ピックアップ装置100という）は、ウェーハホルダ10と、ステージ20と、コレット18と、ウェーハホルダ水平方向駆動部61と、ステージ上下方向駆動部62と、コレット駆動部63と、真空弁64、65と、真空装置68と、制御部70と、を備えている。

[0033] ウェーハホルダ10は、フランジ部を持つ円環状のエキスパンDRリング16とリング押さえ17とを備えており、ウェーハ11を切断した半導体ダイ15が上面12aに貼り付けられたウェーハシート12を保持する。ウェーハホルダ10は、ウェーハホルダ水平方向駆動部61により水平方向に移動

する。

[0034] ここで、半導体ダイ 15 が上面 12 a に貼り付けられたウェーハシート 12 は、次のように、ウェーハホルダ 10 に保持される。ウェーハ 11 は裏面にウェーハシート 12 が貼り付けられており、ウェーハシート 12 の外周部には金属製のリング 13 が取付けられている。ウェーハ 11 は切断工程で表面側からダイシングソーなどによって切断されて各半導体ダイ 15 となり、各半導体ダイ 15 の間にはダイシングの際に隙間 14 が出来る。ウェーハ 11 を切断してもウェーハシート 12 は切断されておらず、各半導体ダイ 15 はウェーハシート 12 によって保持されている。

[0035] 半導体ダイ 15 が上面 12 a に貼り付けられたウェーハシート 12 の下面 12 b をエキスパンドリング 16 の保持面 16 a の上に接するように載置し、リング 13 の位置がエキスパンドリング 16 のフランジ 16 b の上になるように調整する。そして、図 1 中の矢印 80 に示すように上からリング押さえ 17 でリング 13 をエキスパンドリング 16 のフランジ 16 b の上に押し付けてフランジ 16 b の上に固定する。これにより、半導体ダイ 15 が上面 12 a に貼り付けられたウェーハシート 12 がウェーハホルダ 10 に保持される。この際、ウェーハシート 12 の下面 12 b はエキスパンドリング 16 の保持面 16 a の外周端に固定される。

[0036] ステージ 20 は、ウェーハホルダ 10 の下面に配置されている。ステージ 20 は、円筒形状の円筒部 21 と、円筒部 21 の上側の蓋である上端板 22 とで構成されている。上端板 22 の表面は、ウェーハシート 12 の下面 12 b を吸着する吸着面 22 a であり、上端板 22 の中央には移動要素 30 が出入りする開口 23 が設けられており、開口 23 の周囲にはウェーハシート 12 の下面 12 b を吸着する吸着孔 24 が設けられている。円筒部 21 の内部には移動要素 30 と、移動要素 30 を駆動する移動要素駆動機構 29 とが設けられている。移動要素 30 は、ステージ 20 の中心に配置される第 1 突き上げピン 31 と、第 1 突き上げピン 31 の外周に配置される円筒状の第 2 突き上げピン 32 とで構成される。移動要素駆動機構 29 は、内部に駆動モーター

タ、ギヤ、リンク機構等を含み、第1突き上げピン31と第2突き上げピン32とを開口23を通して吸着面22aより突出するように上下方向に駆動する。ステージ20は、ステージ上下方向駆動部62によって全体が上下方向に移動する。また、ステージ20の内部は、真空弁64を介して真空装置68に接続されている。ステージ20の詳細については、図2、3を参照しながら説明する。

[0037] コレット18は、ウェーハシート12の上側に配置されて下面に半導体ダイ15を吸着保持すると共に半導体ダイ15をウェーハシート12の上面12aからピックアップする。コレット18は、半導体ダイ15を下面に真空吸着するための吸引孔19が設けられている。吸引孔19は、真空弁65を介して真空装置68に接続されている。コレット18は、コレット駆動部63により、上下左右方向に移動する。

[0038] ウェーハホルダ水平方向駆動部61と、ステージ上下方向駆動部62と、コレット駆動部63と、真空弁64、65と、真空装置68と、移動要素駆動機構29とは、制御部70に接続されており、制御部70の指令によって動作する。制御部70は、内部に情報処理を行うプロセッサであるCPU71と、プログラム等を格納するメモリ72とを含むコンピュータである。

[0039] 次に図2、3を参照しながらステージ20の構成について説明する。先に述べたように、ステージ20は、円筒部21と、円筒部21の上側の蓋である上端板22とで構成されている。上端板22の表面は、上に凸に湾曲した湾曲面となっており、ウェーハシート12の下面12bを吸着する吸着面22aを構成する。吸着面22aは、図2に示すように半径R1で、中心角が θ_r の球冠面である。吸着面22aと円筒部21の側面21aとは曲面で接続されている。曲面は半径R2、角度 θ_c の円弧断面の円環面であり、吸着面22aと側面21aとを接続する角部25を構成する。ここで、半径R2は半径R1よりも小さく、例えば、 $R = 600\text{ mm}$ 程度に対して $0.1 \sim 0.5\text{ mm}$ 程度の大きさである。

[0040] 吸着面22aの外周端と角部25の内周端とは吸着面22aの外周端の接

線方向が角部 2 5 の内周端の接線方向となるように円環状の接続線 2 5 a で接続されている。また、角部 2 5 の外周端と円筒部 2 1 の側面とは角部 2 5 の外周端が側面 2 1 a の方向である垂直方向となるように円環状の接続線 2 5 b で接続されている。また、吸着面 2 2 a の頂点は頂点 2 2 b で表される。尚、図 2 に示す円環線 2 2 c は、接続線 2 5 a と頂点 2 2 b との中間の吸着面 2 2 a の上の円環線である。

[0041] 図 3 に示すように、球冠面である吸着面 2 2 a の接続線 2 5 a に接して半径方向外側に延びる面は、接続線 2 5 a における吸着面 2 2 a の接線方向の接面 2 2 t である。そして、この接面 2 2 t と円筒部 2 1 の側面 2 1 a との円形の交線は、角部 2 5 における吸着面 2 2 a と側面 2 1 a との稜線 2 5 s を構成する。このように、稜線 2 5 s は、接続線 2 5 a における吸着面 2 2 a の接面 2 2 t と側面 2 1 a との交差線である。

[0042] 図 2 に戻って、上端板 2 2 の中央には、上端板 2 2 を貫通する円形の開口 2 3 が設けられている。第 1 突き上げピン 3 1 と第 2 突き上げピン 3 2 とで構成される移動要素 3 0 は開口 2 3 の中で先端が吸着面 2 2 a から突出するように上下方向に移動する。また、開口 2 3 の外周側には、吸着面 2 2 a とステージ 2 0 の内部とを連通する複数の吸着孔 2 4 が設けられている。図 1 に示すように、ステージ 2 0 の内部は、真空弁 6 4 を介して真空装置 6 8 に接続されている。開口 2 3 と吸着孔 2 4 とは真空弁 6 4 が開となると真空装置 6 8 によりステージ 2 0 の内部と共に真空になり、吸着面 2 2 a にウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b を真空吸着する。

[0043] 次に、図 4 から図 1 1 を参照しながらピックアップ装置 1 0 0 によって半導体ダイ 1 5 をピックアップする動作について説明する。以下の説明では、ウェーハシート 1 2 は、下面 1 2 b の高さ Z が 0 の位置でウェーハホルダ 1 0 のエキスパンドリング 1 6 の保持面 1 6 a の上に水平に保持されていることとして説明する。図 4 に示す固定円環線 1 2 f は、ウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b が接するエキスパンドリング 1 6 の保持面 1 6 a の外周端を示す線であり、ウェーハシート 1 2 がエキスパンドリング 1 6 の保持面 1 6 a に固

定される位置を示す線である。また、図5に示すように、ウェーハシート12の上面12aには、複数の半導体ダイ151～155が貼り付けられた状態となっており、ピックアップ装置100は、中央の半導体ダイ151をピックアップすることとして説明する。

[0044] 図4の $Z=0$ の図及び図5に示すように、制御部70のプロセッサであるCPU71は、ウェーハホルダ水平方向駆動部61を駆動してウェーハホルダ10を水平方向に駆動し、ピックアップする半導体ダイ151がステージ20の円筒部21の中心21cとなるように、ウェーハホルダ10の水平位置を調整する。そして、制御部70のCPU71は、ステージ上下方向駆動部62を駆動して、ステージ20の吸着面22aの頂点22bの高さ Z を0の位置に調整する。これにより、図5に示すように、半導体ダイ151の中心がステージ20の中心21cに位置し、吸着面22aの頂点22bがウェーハシート12の下面12bに接した状態となる。

[0045] 吸着面22aは、球冠面となっているので、この状態では、頂点22bのみがウェーハシート12の下面12bに接している。また、この状態では、真空弁64は閉で、ステージ20の内部は大気圧となっており、ウェーハシート12は吸着面22aの上に吸着していない。従って、頂点22b以外の部分では、ステージ20の吸着面22aとウェーハシート12の下面12bとの間には隙間が開いている。

[0046] また、ウェーハシート12は水平に延びた状態となっており、ウェーハシート12の上面12aに貼り付けられた半導体ダイ151～155の各側面上端の隙間はいずれもW0となっている。

[0047] 図4の $Z=Z1$ の図及び図6に示すように、制御部70のCPU71はステージ上下方向駆動部62を駆動して、ステージ20の吸着面22aの頂点22bを高さ $Z1$ まで上昇させてウェーハシート12を押し上げる（押し上げ工程）。すると、図4の $Z=Z1$ の図中の太い実線で示すように円環線22cよりも中心側の吸着面22aの上にウェーハシート12の下面12bが接する。この際、ウェーハシート12の下面12bは、円環線22cにおけ

る吸着面 22a の接線方向に向かって延びており、高さ Z が 0 の面から角度 $\theta 1$ だけ傾斜している。円環線 22c に囲まれる吸着面 22a の領域は、半径 $R 1$ で中心角が $2 \times \theta 1$ の上に凸の球冠面となる。

[0048] 円環線 22c の内周側のウェーハシート 12 は、吸着面 22a の球冠面に沿って上に凸に変形する。このため、中心に位置する半導体ダイ 151 と隣接する半導体ダイ 152 の側面の隙間は上方に向かうほど間隔が大きくなり、半導体ダイ 151 と半導体ダイ 152 との側面の上端の隙間は図 5 に示す $W 0$ よりも広い $W 1$ に広がる。同様に、半導体ダイ 151 と半導体ダイ 153 との側面の上端の隙間も $W 1$ に広がる。

[0049] この状態では、真空弁 64 は閉で、ステージ 20 の内部は大気圧となっており、ウェーハシート 12 は吸着面 22a の上に吸着していないので、円環線 22c よりも外周側の吸着面 22a とウェーハシート 12 の下面 12b との間には隙間が開いている。このため、円環線 22c よりも外周側のウェーハシート 12 は円環線 22c における吸着面 22a の接線方向に向かって直線的に延びるので、その上に貼り付けられている半導体ダイ 152 と隣接する半導体ダイ 154 の側面は平行で、側面の上端の隙間は図 5 で説明した $W 0$ のままととなっている。同様に、半導体ダイ 153 と隣接する半導体ダイ 155 の側面の上端の隙間も図 5 で説明した $W 0$ のままととなっている。

[0050] 図 4 の $Z = Z 2$ の図に示すように、制御部 70 の CPU 71 はステージ上下方向駆動部 62 を駆動して、ステージ 20 の吸着面 22a の頂点 22b の高さ Z を $Z 2$ まで上昇させて更にウェーハシート 12 を押し上げる。すると、図 4 の $Z = Z 2$ の図中の太い実線で示すように頂点 22b から吸着面 22a と角部 25 との接続線 25a までの範囲の吸着面 22a にウェーハシート 12 の下面 12b が接する。この場合は、ウェーハシート 12 の下面 12b は、接続線 25a における吸着面 22a の接線方向に向かって延びており、高さ Z が 0 の面から角度 $\theta 2$ だけ傾斜している。接続線 25a に囲まれる吸着面 22a の領域は、半径 $R 1$ で中心角が $2 \times \theta 2$ の上に凸の球冠面となる。

- [0051] この状態では、接続線 25 a よりも外周側の角部 25 とウェーハシート 12 の下面 12 b との間には、隙間が開いている。また、この際、稜線 25 s の高さは、円筒部 21 の側面 21 a の位置におけるウェーハシート 12 の下面 12 b の高さと同じの高さとなっている。
- [0052] 更に、図 4 の $Z = Z_3$ の図及び図 7 に示すように、制御部 70 の CPU 71 はステージ上下方向駆動部 62 を駆動して、ステージ 20 の吸着面 22 a の頂点 22 b の高さ Z を Z_3 まで上昇させて更にウェーハシート 12 を押し上げる。すると、図 4 の $Z = Z_3$ の図中の太い実線で示すように頂点 22 b から角部 25 の中の円環線 25 c までの範囲にウェーハシート 12 の下面 12 b が接する。この場合は、ウェーハシート 12 の下面 12 b は、角部 25 の円環線 25 c の接線方向に向かって伸びており、高さ Z が 0 の面から角度 θ_3 だけ傾斜している。円環線 25 c に囲まれる領域は、吸着面 22 a から角部 25 の曲面に延びる上に凸の湾曲面となる。
- [0053] 円環線 25 c よりもステージ 20 の中心側のウェーハシート 12 は、吸着面 22 a と角部 25 の局面に沿った上に凸の湾曲面に沿って上に凸に変形するので、図 7 に示すように、その上に貼り付けられている半導体ダイ 152 と隣接する半導体ダイ 154 の側面の隙間は上方に向かうほど間隔が大きくなり、半導体ダイ 152 と半導体ダイ 154 の側面上端の隙間は図 5 で説明した W_0 よりも広い W_2 に広がっている。同様に、半導体ダイ 153 と半導体ダイ 155 の側面上端の隙間も W_2 に広がっている。
- [0054] ステージ 20 の頂点 20 b を高さ Z_3 の位置まで上昇させると、ウェーハシート 12 の下面 12 b は、吸着面 22 a の外周端である接続線 25 a の外側の角部 25 の曲面の一部に接する。この部分の半径 R_2 は吸着面 22 a の半径 R_1 よりも小さいので、ウェーハシート 12 の円環線 25 c の近傍の曲げ半径は吸着面 22 a に沿って曲がっているウェーハシート 12 の曲げ半径よりも小さくなる。このため、半導体ダイ 152 と隣接する半導体ダイ 154 の側面の隙間の広がり角度は半導体ダイ 151 と半導体ダイ 152 との側面の隙間の広がり角度よりも大きくなる。このため、隙間 W_2 は隙間 W_1 より

りも広くなる。

[0055] この状態では、真空弁64は閉で、ステージ20の内部は大気圧となっており、ウェーハシート12は吸着面22aの上に吸着していないので、円環線25cよりも外周側の角部25とウェーハシート12の下面12bとの間には、隙間が開いている。また、図8に示すように、この際、稜線25sの高さは、円筒部21の側面21aの位置におけるウェーハシート12の下面12bの高さ12eよりも高くなっている。

[0056] 次に制御部70のCPU71は、真空弁64を開としてステージ20の内部を真空にする。これにより、開口23と複数の吸着孔24とが真空となり、ウェーハシート12の下面12bを吸着面22aに真空吸着する（吸着工程）。

[0057] ステージ20の頂点22bを高さZ3まで上昇させると、図7を参照して説明したようにウェーハシート12は、吸着面22aの球冠面と角部25の曲面に沿って上に凸に変形した状態で、下面12bが吸着面22aの球冠面と角部25の曲面の上に接する。このため、ステージ20の内部を真空にしてウェーハシート12の下面12bを吸着面22aの上に真空吸着した際にウェーハシート12は真空吸着前と同様の上に凸に変形した状態を保持する。これにより、ウェーハシート12の下面12bを吸着面22aに真空吸着しても各半導体ダイ151～155の上端の隙間は図7を参照して説明した当初のW0よりも広いW1、W2の状態に保持される。

[0058] 次に制御部70のCPU71は、コレット駆動部63によりコレット18を半導体ダイ151の上に移動させ、真空弁65を開にしてコレット18の吸引孔19を真空にしてコレット18を半導体ダイ151に真空吸着させる。そして、制御部70のCPU71は、移動要素駆動機構29を駆動して図10に示すように、第1突き上げピン31と第2突き上げピン32とを一体にして上方向に移動させ、各先端を吸着面22aから突出させて半導体ダイ151を突き上げると共に、第1突き上げピン31、第2突き上げピン32の上昇に合わせてコレット18を上昇させる。

- [0059] これにより、半導体ダイ１５１の周縁でウェーハシート１２との半導体ダイ１５１との剥がれのきつかけを生成する。この際、半導体ダイ１５１の周縁の小さな剥がれを生成してもよい。
- [0060] そして、制御部７０のＣＰＵ７１は、図１１に示すように第１突き上げピン３１を更に上昇させて半導体ダイ１５１を突き上げると共に、第１突き上げピン３１の上昇に合わせてコレット１８を上昇させて、コレット１８で半導体ダイ１５１をピックアップする（ピックアップ工程）。
- [0061] 以上説明したように、実施形態のピックアップ装置１００は、ステージ２０の吸着面２２ａを上凸の球冠面としているので、図５から図７に示すように、ステージ２０を上昇させるにつれて、ウェーハシート１２は吸着面２２ａの球冠面や角部２５の局面に沿って上凸に変形し、図７、図８に示すようにステージ２０の高さＺをＺ３まで上昇させると、各半導体ダイ１５１～１５５の側面の上端の隙間が当初のＷ０よりも広いＷ１、Ｗ２に広がる。
- [0062] また、ステージ２０を高さＺ３まで上昇させると、ウェーハシート１２は、吸着面２２ａの球冠面と角部２５の曲面に沿って上凸に変形した状態で、下面１２ｂが吸着面２２ａの球冠面と角部２５の曲面の上に接している。このため、ステージ２０の内部を真空にしてウェーハシート１２の下面１２ｂを吸着面２２ａの上に真空吸着した際にウェーハシート１２は上凸に変形した状態に保持し、各半導体ダイ１５１～１５５の上端の隙間は当初のＷ０よりも広いＷ１、Ｗ２となった状態に保持される。これにより、ピックアップ動作の際に隣接する半導体ダイ１５１～１５５の側面の上端が接触してカケや割れが発生することを抑制することができる。
- [0063] これに対して、図２１に示す対比例のピックアップ装置３００のようにステージ２０を上昇させる前で、吸着面２２ａの頂点２２ｂの高さＺが０にある状態でウェーハシート１２を真空吸着すると、ウェーハシート１２は、吸着面２２ａの上では上凸の球冠面に沿って上凸に変形する。この際、ウェーハシート１２の下面１２ｂは高さＺが０より下方に向かって変形する。図４を参照して説明したようにウェーハシート１２は高さＺが０の固定円環

線 1 2 f でエキスパンドリング 1 6 に固定されている。従って、真空吸着されていない外周側の吸着孔 2 4 よりも外側では、ウェーハシート 1 2 は高さ Z が 0 の固定円環線 1 2 f に向かって上方向に向かって伸びる。このため、ステージ 2 0 の周縁では、ウェーハシート 1 2 は下に凸に湾曲変形する。そして、この下に凸に湾曲変形したウェーハシート 1 2 の上に貼り付けられている半導体ダイ 1 5 3 と隣接する半導体ダイ 1 5 5 の側面は、上に向かうにつれて狭くなり、側面の上端の隙間の幅は、図 5 に示す当初の幅 W 0 から W 0 より狭い W 4 に縮まる。このため、図 2 1 に示す半導体ダイのピックアップ装置 3 0 0 では、半導体ダイ 1 5 1 ~ 1 5 5 をピックアップする際にステージ 2 0 の周縁に位置する半導体ダイ 1 5 3 と隣接する半導体ダイ 1 5 5 の側面の上端が接触してカケや割れが発生する場合がある。特に、初期の幅 W 0 が狭い場合には、半導体ダイ 1 5 3、1 5 5 にカケや割れが発生する可能性が高くなる。

[0064] これに対して、実施形態のピックアップ装置 1 0 0 では、先に述べたように、ウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b が吸着面 2 2 a の球冠面と角部 2 5 の曲面に接触するまでステージ 2 0 を上昇させた後、ウェーハシート 1 2 を吸着面 2 2 a に真空吸着するので、ウェーハシート 1 2 が上に凸に変形した状態に保持し、ウェーハシート 1 2 が下に凸に変形することを防止する。これにより、各半導体ダイ 1 5 1 ~ 1 5 5 の上端の隙間が当初の W 0 よりも広い W 1、W 2 となった状態を保持し、ピックアップ動作の際に隣接する半導体ダイ 1 5 1 ~ 1 5 5 の側面の上端が接触してカケや割れが発生することを抑制することができる。

[0065] 以上の説明では、制御部 7 0 は、ステージ 2 0 の頂点 2 0 b を高さ Z 3 まで上昇させることとしたが、これに限らず、高さは Z 2 以上であればよく、例えば、ステージ 2 0 の頂点 2 2 b を高さ Z 2 まで上昇させた後、ウェーハシート 1 2 を吸着面 2 2 a に真空吸着させてもよい。

[0066] この場合、ウェーハシート 1 2 は角部 2 5 の曲面には掛からないので、半導体ダイ 1 5 3 と隣接する半導体ダイ 1 5 5 の側面の隙間の広がり角度は、

高さZ3までステージ20を上昇させた場合よりも小さくなり、半導体ダイ151と半導体ダイ152との側面の上端の隙間はW0よりも広く、W2よりも狭いW3となる。これについては、後の他の実施例の説明で詳細に説明する。

[0067] 以上、実施形態のピックアップ装置100の構造と半導体ダイ151のピックアップ動作について説明したが、次に、図12を参照しながら、ピックアップ装置100のステージ20の設計例について簡単に説明する。

[0068] 図12は、図4のZ=Z2の図と同様、ステージ20の吸着面22aの頂点22bを高さZ2まで上昇した状態を示している。図12において、ステージ20の直径はd、エキスパンドリング16のウェーハシート12を固定する固定円環線12fの直径をDとする。

[0069] ウェーハシート12の下面12bは、高さZが0の水平線に対して角度 $\theta 2$ で斜め上に向かって延びており、吸着面22aの外周端である接続線25aに接している。固定円環線12fの直径Dは、300mm、ステージ20の直径dは、8mmであり、Dはdに対して大きいので

$$\tan(\theta 2) \cong 2 \times Z 2 / D \quad \dots \dots (1)$$

となる。

式(1)から角度 $\theta 2$ は

$$\theta 2 = \tan^{-1}(2 \times Z 2 / D) \quad \dots \dots (2)$$

となる。

また、角部25のR2は0.1～0.5mm程度でステージ20の直径dに対して非常に小さいので

$$\sin(\theta 2) \cong (d/2) / R \cong \theta 2 \quad \dots \dots (3)$$

となる。

式(1)と式(3)とから、

$$d / (2 \times R) = \tan^{-1}(2 \times Z 2 / D) \quad \dots \dots (4)$$

$$R = d / 2 \times \tan^{-1}(2 \times Z 2 / D) \quad \dots \dots (5)$$

となる。

ここで、 $Z_2 = 1\text{ mm}$ 、 $D = 300\text{ mm}$ 、 $d = 8\text{ mm}$ とすると $R \div 600\text{ mm}$ となる。

つまり、直径 8 mm のステージ 20 の場合、吸着面 $22a$ の球冠面の半径 R_1 を 600 mm とするとステージ 20 を 1 mm 上昇させてから、ステージ 20 の内部を真空にしてウェーハシート 12 を吸着させればよい。

[0070] 以上説明した設計例にかかわらず、半径 R_1 、ステージ 20 の上昇量は、それぞれの半導体ダイのピックアップ装置で自由に設定可能である。

[0071] 次に図 13 を参照して他の実施形態の半導体ダイのピックアップ装置 110 （以下、ピックアップ装置 110 という）の構成について説明する。先に図 1 を参照して説明したピックアップ装置 100 と同一の部位には、同一の符号を付して説明は省略する。

[0072] 図 13 に示すように、ピックアップ装置 110 はステージ 120 の構成が先に図 1 、 2 を参照して説明したピックアップ装置 100 のステージ 20 の構成と異なる他は、先に説明したピックアップ装置 100 と同一の構成である。

[0073] ステージ 120 は、吸着面 $122a$ が中央に設けられた開口 123 の周辺の内周部 $122e$ と、内周部 $122e$ の外側の外周部 $122f$ とで構成されており、内周部 $122e$ には内側吸着孔 $124a$ が設けられ、外周部 $122f$ には外側吸着孔 $124b$ が設けられている。吸着面 $122a$ は先に図 2 を参照して説明したステージ 20 と同様、半径 R_1 で中心角が θ_r の球冠面である。吸着面 $122a$ と円筒部 121 の側面 $121a$ とは半径 R_2 で角度 θ_c の曲面で構成される角部 125 で接続されている。

[0074] 吸着面 $122a$ の外周端と角部 125 の内周端とは吸着面 $122a$ の外周端の接線方向が角部 125 の内周端の接線方向となるように円環状の接続線 $125a$ で接続されている。接続線 $125a$ は、吸着面 $122a$ の外周端を示す円環線 $122d$ でもある。また、角部 125 の外周端と円筒部 21 の側面とは円環状の接続線 $125b$ で接続されている。

[0075] ここで、内周部 $122e$ は、内側吸着孔 $124a$ と外側吸着孔 $124b$ と

の間の円環線 1 2 2 c の内側の吸着面 1 2 2 a の範囲であり、半径 R_1 、中心角 θ_i の球冠面である。円環線 1 2 2 c は内周部 1 2 2 e の外周端を規定する円環線となる。円環線 1 2 2 c は、ステージ 2 0 の円環線 2 2 c と同様、頂点 1 2 2 b を高さ Z_1 まで上昇させた際に、円環線 1 2 2 c における吸着面 1 2 2 a の接線方向がウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b の延びる方向となる位置に配置されている。

[0076] 外周部 1 2 2 f は、内周部 1 2 2 e の外周端である円環線 1 2 2 から吸着面 1 2 2 a の外周端を示す円環線 1 2 2 d 或いは接続線 1 2 5 a までの範囲である。外周部 1 2 2 f は半径 R_1 、角度が θ_o の球帯面である。

[0077] 内側吸着孔 1 2 4 a はステージ 2 0 の円筒部 2 1 の内部に連通しており、円筒部 2 1 に接続される配管に取付けられた真空弁 6 4 が開となると、開口 1 2 3 と共に真空装置 6 8 によって真空となる。

[0078] 外側吸着孔 1 2 4 b はステージ 2 0 の円筒部 2 1 の内部に設けられた仕切り壁 1 2 7 で囲まれた外側キャビティ 1 2 6 に連通している。外側吸着孔 1 2 4 b は、外側キャビティ 1 2 6 に接続された配管に取付けられた真空弁 6 6 が開となると真空装置 6 8 によって真空となる。外側キャビティ 1 2 6 は開口 1 2 3、内側吸着孔 1 2 4 a とは連通していない。このため、真空弁 6 4、6 6 を開閉することにより、内側吸着孔 1 2 4 a と外側吸着孔 1 2 4 b とは別々に真空状態、大気圧状態を切り替えることができる。

[0079] ここで、真空弁 6 6 は、真空弁 6 4 と同様、制御部 7 0 に接続されて制御部 7 0 の指令によって動作する。

[0080] 次に図 1 4 から図 1 7 を参照してピックアップ装置 1 1 0 の第 1 のピックアップ動作について説明する。第 1 のピックアップ動作は、ステージ 1 2 0 の頂点 1 2 2 b を高さ Z_1 まで上昇させてウェーハシート 1 2 を押し上げる押し上げ工程の後に、ステージ 1 2 0 の内側吸着孔 1 2 4 a を真空にしてウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b を吸着面 1 2 2 a の内周部 1 2 2 e に吸着し（吸着工程）、その後、半導体ダイ 1 5 1 をピックアップする動作である。

[0081] 図 1 4 に示すように、制御部 7 0 の CPU 7 1 は、ステージ上下方向駆動

部62を駆動してステージ120の頂点122bを高さZ1まで上昇させてウェーハシート12を押し上げる。

[0082] 先に述べたように、円環線122cは、頂点122bを高さZ1まで上昇させた際に、円環線122cにおける吸着面122aの接線方向がウェーハシート12の下面12bの延びる方向となる位置に配置されている。このため、頂点122bを高さZ1まで上昇させると、図6を参照して説明したと同様、円環線122cよりも中心側の吸着面122aの内周部122eの上にウェーハシート12の下面12bが接する。この際、ウェーハシート12の下面12bは、円環線122cにおける吸着面122aの接線方向に向かって延びている。ウェーハシート12は、吸着面122aの内周部122eに沿って上に凸に変形する。このため、中心に位置する半導体ダイ151と隣接する半導体ダイ152の側面の隙間は上方に向かうほど間隔が大きくなり、半導体ダイ151と半導体ダイ152との側面の上端の隙間は図5に示すW0よりも広いW1に広がる。同様に、半導体ダイ151と半導体ダイ153との側面の上端の隙間もW1に広がる。

[0083] この状態では、真空弁64、66は閉で、ステージ120の内部、外側キャビティ126は大気圧となっており、内側吸着孔124a、外側吸着孔124bは共に大気圧であり、ウェーハシート12は内周部122e、外周部122fの上には吸着していない。このため、円環線122cよりも外周の外周部122fとウェーハシート12の下面12bとの間には隙間が開いている。また、円環線122cよりも外周側の外周部122fの上側のウェーハシート12は円環線122cにおける接線方向に向かって直線的に延びるので、外周部122fの上側に位置するウェーハシート12の上面12aに貼り付けられている半導体ダイ152と隣接する半導体ダイ154の側面は平行で、側面の上端の隙間は図5で説明したW0のままとなっている。同様に、半導体ダイ153と隣接する半導体ダイ155の側面の上端の隙間も図5で説明したW0のままとなっている。

[0084] 次に、制御部70のCPU71は、真空弁64を開として図15に示すよ

うに、開口 1 2 3 と内側吸着孔 1 2 4 a を真空にして、吸着面 1 2 2 a の内周部 1 2 2 e にウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b を真空吸着する。内周部 1 2 2 e にはウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b が接しているの、内周部 1 2 2 e の上側のウェーハシート 1 2 は真空吸着しても上に凸の状態を保持し、半導体ダイ 1 5 1 と半導体ダイ 1 5 2 との側面の上端の隙間、半導体ダイ 1 5 1 と半導体ダイ 1 5 3 との側面の上端の隙間は W 1 に保持される。

[0085] 一方、制御部 7 0 の CPU 7 1 は、真空弁 6 6 は閉の状態に保持するので外側キャビティ 1 2 6 と外側吸着孔 1 2 4 b とは真空にならず大気圧のまま保たれる。このため外周部 1 2 2 f の上側のウェーハシート 1 2 は円環線 1 2 2 c における接線方向に向かって直線的に延びたままの状態となり、半導体ダイ 1 5 2 と隣接する半導体ダイ 1 5 4 の側面の上端の隙間と、半導体ダイ 1 5 3 と隣接する半導体ダイ 1 5 3 の側面の上端の隙間は、W 0 の状態に保たれる。

[0086] 次に、制御部 7 0 の CPU 7 1 は、図 1 6 に示すように、先に図 1 0 を参照して説明したと同様、コレット 1 8 を半導体ダイ 1 5 1 の上に移動させ、コレット 1 8 を半導体ダイ 1 5 1 に真空吸着させる。そして、第 1 突き上げピン 3 1 と第 2 突き上げピン 3 2 とを一体にして上方向に移動させて半導体ダイ 1 5 1 を突き上げると共に、第 1 突き上げピン 3 1、第 2 突き上げピン 3 2 の上昇に合わせてコレット 1 8 を上昇させ、半導体ダイ 1 5 1 の周縁でウェーハシート 1 2 との半導体ダイ 1 5 1 との剥がれのきっかけを生成する。

[0087] そして、制御部 7 0 の CPU 7 1 は、図 1 7 に示すように第 1 突き上げピン 3 1 を更に上昇させて半導体ダイ 1 5 1 を突き上げると共に、第 1 突き上げピン 3 1 の上昇に合わせてコレット 1 8 を上昇させて、コレット 1 8 で半導体ダイ 1 5 1 をピックアップする（ピックアップ工程）。

[0088] 以上説明したように、実施形態のピックアップ装置 1 1 0 は、ウェーハシート 1 2 を吸着面 1 2 2 a の内周部 1 2 2 e に接するようにステージ 1 2 0 の頂点 1 2 2 b を高さ Z 1 まで上昇させ、ウェーハシート 1 2 を内周部 1 2

2 e に沿って上に凸に変形させて、内周部 1 2 2 e の上に貼り付けられている半導体ダイ 1 5 1 の側面と隣接する半導体ダイ 1 5 2、1 5 3 の側面の上端との隙間を当初の W 0 よりも広い W 1 に広げる。また、外側吸着孔 1 2 4 b を大気圧に保ち、外周部 1 2 2 f の上に位置するウェーハシート 1 2 が吸着面 1 2 2 a の外周部 1 2 2 f から離れた状態を保ち、外周部 1 2 2 f の上側に位置するウェーハシート 1 2 の上面 1 2 a に貼り付けられている半導体ダイ 1 5 2、1 5 3 とこれに隣接する半導体ダイ 1 5 4、1 5 5 との側面の上端の隙間を当初の W 0 に保つ。

[0089] これにより、図 2 1 を参照して説明したピックアップ装置 3 0 0 の様に、ピックアップ動作の際にウェーハシート 1 2 が下に凸に湾曲変形し、隣接する半導体ダイ 1 5 1 ~ 1 5 5 の側面の上端の隙間が小さくなって半導体ダイ 1 5 1 ~ 1 5 5 の側面の上端が接触してカケや割れが発生することを抑制することができる。

[0090] 次に、図 1 8、1 9 を参照して他の実施形態のピックアップ装置 1 1 0 の第 2 のピックアップ動作について説明する。第 2 のピックアップ動作は、ステージ 1 2 0 の頂点 1 2 2 b の高さ Z を Z 2 まで上昇させた後、内側吸着孔 1 2 4 a、外側吸着孔 1 2 4 b を両方とも真空にして吸着面 1 2 2 a の内周部 1 2 2 e と外周部 1 2 2 f とにウェーハシート 1 2 を真空吸着させた後、半導体ダイ 1 5 1 のピックアップを行うものである。

[0091] 制御部 7 0 の CPU 7 1 は、図 1 8 に示すように、ステージ 1 2 0 の頂点 1 2 2 b を高さ Z 2 まで上昇させる。高さ Z 2 は、図 4 を参照して説明したように、頂点 1 2 2 b から吸着面 1 2 2 a と角部 1 2 5 との接続線 1 2 5 a までの範囲の吸着面 1 2 2 a にウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b が接するステージ 1 2 0 の高さである。従って、ステージ 1 2 0 の頂点 1 2 2 b を高さ Z 2 まで上昇させると、吸着面 1 2 2 a の内周部 1 2 2 e と外周部 1 2 2 f にウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b が接する。そして、ウェーハシート 1 2 の下面 1 2 b は、外周部 1 2 2 f の外周端である円環線 1 2 2 d 或いは接続線 1 2 5 a における吸着面 1 2 2 a の接線方向に向かって延びる。この状態

では、接続線 125 a よりも外周側の角部 125 とウェーハシート 12 の下面 12 b との間には、隙間が開いている。

[0092] 図 18 に示すように、半導体ダイ 153 と半導体ダイ 155 との間の隙間 14 とは、外周部 122 f の上に接するウェーハシート 12 の上面 12 a に位置している。一方、半導体ダイ 155 は、接続線 125 a における吸着面 122 a の接線方向に向かって延びるウェーハシート 12 の上面 12 a に位置している。このため、半導体ダイ 153 の側面と隣接する半導体ダイ 155 の側面の上端の隙間は図 5 に示す当初の $W0$ よりも広くなるが、半導体ダイ 151 と隣接する半導体ダイ 153 ように、両方とも吸着面 122 a に接しているウェーハシート 12 の上面 12 a に位置している場合よりも隙間の開き方は半分程度の $W3$ となる。 $(W3 \div W0 + (W1 - W0) / 2)$ 。同様に、半導体ダイ 152 と半導体ダイ 154 の各側面の上端の隙間は $W3$ となる。

[0093] この状態で、制御部 70 の CPU 71 は、真空弁 64、66 を開として内側吸着孔 124 a、外側吸着孔 124 b を真空にして吸着面 122 a の内周部 122 e と外周部 122 f とにウェーハシート 12 の下面 12 b を真空吸着する。

[0094] 内周部 122 e にはウェーハシート 12 の下面 12 b が接しているので、内周部 122 e、外周部 122 f の上側のウェーハシート 12 は真空吸着しても上に凸の状態を保持し、半導体ダイ 151 と半導体ダイ 152 との側面の上端の隙間、半導体ダイ 151 と半導体ダイ 153 との側面の上端の隙間は $W1$ に保持される。また、外周部 122 f の外側のウェーハシート 12 の下面 12 b は、外周部 122 f の外周端である円環線 122 d 或いは接続線 125 a における吸着面 122 a の接線方向に向かって延びる状態が保持されるので、半導体ダイ 152 と半導体ダイ 154 の各側面の上端の隙間、半導体ダイ 153 と半導体ダイ 155 の各側面の上端の隙間は、 $W0$ よりも広い $W3$ の広さに保持される。

[0095] これにより、図 16、図 17 を参照して説明した第 1 のピックアップ動作

の場合と同様、ピックアップ動作の際にウェーハシート12が下に凸に湾曲変形し、隣接する半導体ダイ151～155の側面の上端の隙間が小さくなって半導体ダイ151～155の側面の上端が接触してカケや割れが発生することを抑制することができる。

[0096] 次に図20を参照しながらピックアップ装置110における第1のピックアップ動作と第2のピックアップ動作の使い分けについて説明する。ステージ120がエキスパンドリング16の中央に位置し、ウェーハシート12の中央を押し上げる場合のステージ120とウェーハシート12との位置関係は図12を参照して説明した通りであるが、ここでは、図20を参照しながらステージ120がエキスパンドリング16の中心からずれた位置に来た場合について説明する。

[0097] 図20に示す様にステージ120の中心121cがエキスパンドリング16の中心からずれて中心121cから固定円環線12fまでの一方側の距離が L_5 、他方側の距離が L_6 、ここで $L_5 < L_6$ 、の場合を考える。

[0098] この場合、ステージ120の頂点122bを高さ Z_4 まで上昇させた場合、図20に示すように一方側では、 $Z=0$ の水平線に対するウェーハシート12の下面12bの角度 θ_5 が大きく、吸着面122aの内周部122eと外周部122fとの上にウェーハシート12の下面12bが接するが、他方側では、 $Z=0$ の水平線に対するウェーハシート12の下面12bの角度 θ_5 よりも小さい θ_6 となり、吸着面122aの内周部122eの上にはウェーハシート12の下面12bが接するが円環線122cよりも外側の外周部122fの上にはウェーハシート12の下面12bが接しない状態となる。この場合、他方側の外周部122fとウェーハシート12の下面12bとの間には隙間が開いている。

[0099] この状態で第2のピックアップ動作の様に、内側吸着孔124aと外側吸着孔124bとを真空にすると、他方側の外周部122fの上に隙間を開けて位置しているウェーハシート12が外周部122fの上に下向きに引っ張られて吸着する。このため、図21を参照して説明した対比例のピックアッ

ブ装置 300 の様にステージ 20 の周縁では、ウェーハシート 12 は下に凸に湾曲変形する。このため、ステージ 20 の周縁に位置する半導体ダイ 152 と隣接する半導体ダイ 154 の側面の上端が接触してカケや割れが発生する場合がある。

[0100] そこで、ピックアップ装置 110 では、ステージ 20 をエキスパンドリング 16 の中心からずらしてウェーハシート 12 の外周部分に貼り付いている半導体ダイ 151 をピックアップする際には、第 1 のピックアップ動作の様に、内側吸着孔 124 a のみを真空にして外側吸着孔 124 b を真空にせずに半導体ダイ 151 のピックアップを行い、ウェーハシート 12 の中央部分に貼り付いている半導体ダイ 151 をピックアップする場合には、第 2 のピックアップ動作のように、内側吸着孔 124 a と外側吸着孔 124 b とを真空にして半導体ダイ 151 のピックアップを行うようにしてもよい。

[0101] これにより、ウェーハシート 12 の周辺部分に貼り付いている半導体ダイ 151 をピックアップする場合にも、ステージ 20 の周縁に位置する半導体ダイ 152 と隣接する半導体ダイ 155 の側面の上端が接触してカケや割れが発生することを抑制することができる。

[0102] 尚、以上の説明では、吸着面 122 a を内側吸着孔 124 a が設けられた内周部 122 e と外側吸着孔 124 b が設けられた外周部 122 f の 2 つに区分することとして説明したが、これに限らず、例えば、内周部 122 e、外周部 122 f の中間に中間部を設け、吸着面 122 a を 3 つの区分に分類し、ステージ 20 のエキスパンドリング 16 の中心からのズレ量に応じてウェーハシート 12 を真空吸着する領域を変化させてもよい。

[0103] また、内側吸着孔 124 a が設けられた内周部 122 e と外側吸着孔 124 b が設けられた外周部 122 f を円周方向に複数に区分して、エキスパンドリング 16 の中心に対するステージ 20 の中心の位置に応じてウェーハシート 12 を真空吸着する領域を変化させてもよい。

符号の説明

[0104] 10 ウェーハホルダ、11 ウェーハ、12 ウェーハシート、12 a

上面、12b 下面、12f 固定円環線、13 リング、14 隙間、
15、151～155 半導体ダイ、16 エキスパンDRリング、18 コ
レット、19 吸引孔、20、120 ステージ、20b、120b 頂点
、21、121 円筒部、21a、121a 側面、21c、121c 中
心、22、122 上端板、22a、122a 吸着面、22b、122b
頂点、22c、25c、122c、122d、125c 円環線、22t
接面、23、123 開口、24、124 吸着孔、25、125 角部
、25a、25b、125a、125b 接続線、25s、125s 稜線
、29 移動要素駆動機構、30 移動要素、31 第1突き上げピン、3
2 第2突き上げピン、61 ウェーハホルダ水平方向駆動部、62 ステ
ージ上下方向駆動部、63 コレット駆動部、64、65、66 真空弁、
68 真空装置、70 制御部、71 CPU、72 メモリ、100、1
10、300 ピックアップ装置、122e 内周部、122f 外周部、
124a 内側吸着孔、124b 外側吸着孔、126 外側キャビティ、
127 仕切り壁。