(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5163134号
(P5163134)

(45)発行日　平成25年3月13日(2013.3.13)　(24)登録日　平成24年12月28日(2012.12.28)

(51)Int.Cl.　　F I
H01L 21/56 (2006.01)　　H01L 21/56　E
H01L 21/60 (2006.01)　　H01L 21/60　311S

請求項の数 6　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2008-1657(P2008-1657)
(22)出願日　平成20年1月8日(2008.1.8)
(65)公開番号　特開2009-164430(P2009-164430A)
(43)公開日　平成21年7月23日(2009.7.23)
審査請求日　平成22年10月1日(2010.10.1)

(73)特許権者　308014341
富士通セミコンダクター株式会社
神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目１０番２３
(74)代理人　100092152
弁理士　服部　毅巖
(72)発明者　飯島　真紀
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　内田　正貴
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　酒井　英夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】半導体装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回路基板の表面に半導体素子を実装する工程と、
前記回路基板と前記半導体素子との隙間に、流動性を有する樹脂を充填する工程と、
前記隙間に充填された前記樹脂を硬化させる工程と、
を備え、
前記隙間に前記樹脂を充填する工程では、
前記半導体素子の側面に対向するとともに、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における当該側面の中心部からの距離が離れるにつれて、前記半導体素子の側面から離間するように配列される複数の位置から前記隙間に前記樹脂を供給することを特徴とする半導体装置の製造方法。
【請求項２】
前記複数の位置にそれぞれノズルを配置して、当該それぞれのノズルから前記樹脂を供給することを特徴とする請求項１記載の半導体装置の製造方法。
【請求項３】
前記複数の位置に配置されたそれぞれのノズルの内径は、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における、前記それぞれのノズルが配置されている位置と当該側面の中心部との距離に応じて異なることを特徴とする請求項２記載の半導体装置の製造方法。
【請求項４】
前記複数の位置から前記樹脂を供給するタイミングは、前記半導体素子の対向する側面

と平行な方向における、前記複数の位置のそれぞれの位置と当該側面の中心部との距離に応じて異なることを特徴とする請求項１記載の半導体装置の製造方法。
【請求項５】
回路基板の表面に半導体素子を実装する工程と、
前記回路基板と前記半導体素子との隙間に、流動性を有する樹脂を充填する工程と、
前記隙間に充填された前記樹脂を硬化させる工程と、
を備え、
前記隙間に前記樹脂を充填する工程では、
前記半導体素子の側面と平行な方向に配列される複数の位置から前記隙間に前記樹脂を供給し、前記各位置における前記供給のタイミングは、前記各位置が前記側面の中心部から離れるにつれて遅くなり、前記中心部の位置における供給のタイミングは、前記側面のいずれの端部の位置における供給のタイミングより早いことを特徴とする半導体装置の製造方法。
【請求項６】
前記半導体装置は、前記樹脂の供給側が高くなるように傾斜していることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１つに記載の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、回路基板の表面に半導体素子を実装する半導体装置の製造方法に関し、特に、半導体素子と回路基板の隙間に樹脂を充填して封止する半導体装置の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、フリップチップボンディング技術を用いた半導体装置では、半田バンプの接続信頼性の向上が要求されている。この要求を満たすために、まず、表面に半田バンプが形成された半導体素子をフリップチップボンディングにより回路基板に搭載する。そして、半導体素子と回路基板の間隙にアンダーフィル樹脂を充填させ、そのアンダーフィル樹脂を硬化させて封止する実装方法が行われている。
【０００３】
また、このアンダーフィルの充填方法として、液状のアンダーフィル樹脂を半導体素子の近傍に滴下する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）。これにより、回路基板と半導体素子との間の接続強度を増加したり、回路基板と半導体素子との熱膨張差から生じる応力を分散させて緩衝することにより半導体装置１００の破壊および損傷を防止したり、半田バンプおよびその他の導体部分が保護されることによる絶縁性の向上などを期待したりすることができる。
【０００４】
この特許文献１に記載の技術に基づき、ロボットディスペンサ等を用いて、液状のアンダーフィル樹脂を供給するノズルを半導体素子の側面に沿って移動させることが行われている。
【０００５】
ここで、従来行われている、フリップチップボンディングで搭載された半導体素子と回路基板との隙間部分にアンダーフィル樹脂を充填する方法を、図８および図９を参照して説明する。
【０００６】
図８は、従来の方法のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。図９は、従来の方法においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。
【０００７】
半導体装置５０は、回路基板５１、および回路基板５１にフリップチップボンディング

により搭載された半導体素子５２で構成されている。この半導体装置５０における回路基板５１と半導体素子５２との隙間に対して、ノズル５３を備えたロボットディスペンサ等を用いて、図８に示すように、半導体素子５２の一側面に沿って（図８および図９では、矢印Ａによって示した向きに）ノズル５３を移動させながらアンダーフィル樹脂を滴下させて供給する。半導体装置５０は、図中の上側が高く、下側が低くなるように傾斜させてあるため、供給されたアンダーフィル樹脂５４は、図中の矢印Ｂが示す向きに流れていく。これによって、アンダーフィル樹脂が回路基板５１と半導体素子５２との隙間に充填される。

【０００８】

図９（Ａ）に示すように、矢印Ａによって示した向きに移動するノズル５３によって半導体素子５２の一側面から隙間Ｓに供給されたアンダーフィル樹脂５４は、図９（Ｂ）、そして図９（Ｃ）に示すように隙間Ｓの一側面から反対側の側面に向けて流れていく。このようにして、アンダーフィル樹脂５４が回路基板５１および半導体素子５２の隙間Ｓに充填されていくことになる。また、これに伴って、未だアンダーフィル樹脂５４が到達せずに空気が残留している未充填領域は縮小していく。

【０００９】

そして次に、回路基板５１と半導体素子５２との隙間Ｓを流れるアンダーフィル樹脂５４は、図９（Ｄ）、そして図９（Ｅ）に示すように、隙間Ｓを充填していく。これに伴い、未充填領域はさらに縮小していき、最終的には、図９（Ｆ）に示すように、隙間Ｓの全体にアンダーフィル樹脂５４が充填される。そしてさらに、隙間Ｓの全体にアンダーフィル樹脂５４が充填された半導体装置５０を過熱することによって、充填されているアンダーフィル樹脂５４が硬化する。この硬化したアンダーフィル樹脂５４により、回路基板５１と半導体素子５２との隙間Ｓが封止される。これにより、アンダーフィル樹脂が半田バンプを保護する結果、半田バンプの接続信頼性が向上する。

【特許文献１】特開平７－１０６３５８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

ところで、図８および図９の例では、ノズル５３が矢印Ａに示した向きに移動しながらアンダーフィル樹脂５４を供給している。このため、図９（Ｂ）～図９（Ｃ）に示すように、アンダーフィル樹脂５４の流れは、ノズル５３がアンダーフィル樹脂５４の供給を開始した位置であって、先に供給される図９における右側（矢印Ａの向きと反対側）の進行が早く、後から供給される左側の進行が遅くなっている。

【００１１】

そしてさらに、ノズル５３から供給されたアンダーフィル樹脂５４は、図９（Ｄ）、そして図９（Ｅ）に示すように、回路基板５１と半導体素子５２との隙間Ｓを流れながら充填していく。

【００１２】

ここで、回路基板５１とフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子５２との隙間Ｓに充填されるアンダーフィル樹脂５４は、隙間Ｓの中央部では遅く流れる一方、隙間Ｓの周辺部では、各側面に沿って速く流れる傾向があることが知られている。これは、上記の隙間Ｓの内部に設けられた半田バンプなどがアンダーフィル樹脂５４の流れに対して抵抗となる一方、上記の隙間Ｓの周囲には半田バンプなどの抵抗となるものがほとんど設けられていないことによる。

【００１３】

このため、この例のようにノズル５３を半導体素子５２の一側面に沿って移動させた場合には、図９（Ｄ），図９（Ｅ）の未充填領域に示すように、ノズル５３が供給開始した位置の対角に、アンダーフィル樹脂５４が最後に流れ着くことが多い。

【００１４】

また、これによって、図９（Ｆ）に示すように、隙間を左回りに流れて対角にたどり着

いたアンダーフィル樹脂５４と、隙間を右回りに流れて巻き込むように側面に沿って速く流れて対角にたどり着いたアンダーフィル樹脂５４とが結合する際に、中央部を流れるアンダーフィル樹脂５４の流れが遅いことによって残留した空気が取り残されて、ボイド５５が発生し易かった。

【００１５】

このように、アンダーフィル樹脂５４の流れの偏りによって生じるアンダーフィル樹脂５４の進行するタイミングの差が、流動する樹脂が残留している空気を巻き込むことによるボイド５５の発生の原因となっていた。

【００１６】

その結果、このボイド５５によって、十分な接続強度および／または熱の緩衝作用が得られない場合があるという問題点があった。

また、ボイド５５によって、半導体装置５０を実装する工程など、後の工程における再加熱時において、ボイド５５内の溶融した半田バンプが流れてしまい、そのボイド５５内の他の半田バンプまたは半導体素子５２の想定外の箇所とショートするバンプショートが発生することにより、不良の原因となってしまうという問題点があった。

【００１７】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、回路基板と半導体素子との隙間に充填されたアンダーフィル樹脂内のボイドの発生を防止することによって、より半田バンプの接続信頼性が高い半導体装置の製造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】

【００１８】

本発明では上記課題を解決するために、回路基板の表面に半導体素子を実装する工程と、前記回路基板と前記半導体素子との隙間に、流動性を有する樹脂を充填する工程と、前記隙間に充填された前記樹脂を硬化させる工程と、を備え、前記隙間に前記樹脂を充填する工程では、前記半導体素子の側面に対向するとともに、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における当該側面の中心部からの距離が離れるにつれて、前記半導体素子の側面から離間するように配列される複数の位置から前記隙間に前記樹脂を供給することを特徴とする半導体装置の製造方法が提供される。

【００１９】

このような半導体装置の製造方法によれば、回路基板の表面に半導体素子が実装される。次に、回路基板と半導体素子との隙間に、半導体素子の側面に対向する複数の位置から、流動性を有する樹脂が充填される。次に、隙間に充填された樹脂が硬化される。

【発明の効果】

【００２０】

本発明によれば、半導体素子の側面に対向する複数の位置から隙間に樹脂を供給することにより、樹脂の供給される位置が分散されるので、隙間を流動する樹脂の流れの偏りを減少させることができる。これにより、樹脂の流れの偏りによる樹脂が到達するタイミングの差によるボイドの発生を防止することが可能になる。この結果、半導体装置の、半田バンプによる接続強度および樹脂による熱の緩衝作用が向上するとともに、半導体装置が再加熱されることによって溶融した半田バンプによるショートを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

［第１の実施の形態］

まず、本発明の第１の実施の形態について説明する。

【００２２】

最初に、本実施の形態の半導体装置の構成について説明する。図１は、第１の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。図２は、第１の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する断面模式図である。

【００２３】
図１および図２に示すように、本実施の形態の半導体装置１００は、回路基板１０１、半導体素子１０２および半田バンプ１０３で構成されている。本実施の形態では、この半導体装置１００における回路基板１０１と半導体素子１０２との隙間Ｓ１に対して、ノズル１０４からアンダーフィル樹脂１０５を流下させて供給することによって、アンダーフィル樹脂１０５を回路基板１０１と半導体素子１０２との間の隙間Ｓに充填することにより構成されている。
【００２４】
このような半導体装置１００の製造方法について説明する。本実施の形態の半導体装置１００は、回路基板１０１の表面に半導体素子１０２を実装する工程と、回路基板１０１と半導体素子１０２との隙間Ｓ１に、流動性を有するアンダーフィル樹脂１０５を充填する工程と、隙間Ｓ１に充填されたアンダーフィル樹脂１０５を硬化させる工程とを備えており、隙間Ｓ１にアンダーフィル樹脂１０５を充填する工程では、半導体素子１０２の側面に対向する複数の位置から、隙間Ｓ１にアンダーフィル樹脂１０５を供給することによって製造される。
【００２５】
まず、図１に示すように、シリコンなどが基材として用いられた半導体素子１０２が、ガラスエポキシ、セラミック等の材料で製造された回路基板１０１の表面に、例えば、錫（Ｓｎ）－鉛（Ｐｂ）系の半田から構成された複数の半田バンプ１０３を用いたフリップチップボンディングによってフェースダウンで搭載される。これによって、半導体素子１０２と回路基板１０１との間で電源供給および信号の入出力を行うための電気的接続が実現される。
【００２６】
次に、図２に示すように、ノズル１０４によってアンダーフィル樹脂１０５が供給され、回路基板１０１と半導体素子１０２との間の隙間Ｓ１に充填される。ここで、図１に示すように、四角形である半導体素子１０２の４つの側面のうちの一の側面の近傍には、ノズル１０４が複数個（例えば、４個）、半導体素子１０２の対向する側面と平行に、等間隔に配列されている。そして、このノズル１０４からアンダーフィル樹脂１０５が同時に供給される。
【００２７】
ここで、半導体装置１００は、図２に示すように、ノズル１０４によってアンダーフィル樹脂１０５が供給される側が高く、反対側が低くなるように傾斜させてあるため、供給されたアンダーフィル樹脂１０５は、図１の矢印Ｘが示す向きに流れていく。
【００２８】
アンダーフィル樹脂１０５は、エポキシ系組成物、ウレタン系組成物などによる、絶縁性および熱硬化性を備えた樹脂である。また、アンダーフィル樹脂１０５には、回路基板１０１と半導体素子１０２との熱膨張差を緩衝するための材料が微小粒子の状態で混入されている。本実施の形態の半導体装置１００の製造に適したアンダーフィル樹脂１０５の粘度は、低くとも０．５Ｐａ・ｓ以上であり、通常１．４Ｐａ・ｓ以上である。なお、アンダーフィル樹脂１０５の粘度は、必ずしもこれに限られない。
【００２９】
ノズル１０４から供給されたアンダーフィル樹脂１０５によって、回路基板１０１と半導体素子１０２との間の隙間Ｓ１が充填されると、アンダーフィル樹脂１０５を加熱して硬化させることにより、回路基板１０１と半導体素子１０２との間の隙間Ｓ１が封止される。これにより、回路基板１０１と半導体素子１０２との接続強度が増加し、回路基板１０１と半導体素子１０２との熱膨張差から半導体装置１００が保護されるとともに、半田バンプ１０３が、隙間Ｓ１内において半導体装置１００の実装時における再加熱によって溶融した場合にも、他の半田バンプおよび／または導体部分とのショートを防止することができる。
【００３０】

なお、図１の例では、ノズル１０４の個数は４個としたが、ノズル１０４の個数はこれに限らず、半導体素子１０２の幅、半田バンプ１０３の個数または配置などの条件に基づき、必要に応じて増減することができる。

【００３１】

また、アンダーフィル樹脂１０５をノズル１０４で半導体装置１００に供給する際、図１の矢印Ｘが示す向きにアンダーフィル樹脂１０５が流れるように、半導体装置１００を、ノズル１０４によってアンダーフィル樹脂１０５が供給される側を上にして、垂直に立てて配置してもよい。

【００３２】

次に、本実施の形態の複数のノズルから構成されるマルチノズルについて説明する。図３は、第１の実施の形態のマルチノズルを説明する図である。図３（Ａ）は、本実施の形態のマルチノズルの側面図である。図３（Ｂ）は、本実施の形態のマルチノズルの下面図である。

【００３３】

本実施の形態のマルチノズル１５０は、図３（Ａ）および図３（Ｂ）に示すように、複数個のノズル１０４が下面に一列に並ぶように配列されている。この各ノズル１０４は、マルチノズル１５０の胴部１５１から、すべて同一の長さで図３の下方に向けて平行に伸びている。マルチノズル１５０の上部１５２は、アンダーフィル樹脂１０５を供給する図示しない供給装置に接続されている。供給装置からのアンダーフィル樹脂１０５の供給に基づいて、マルチノズル１５０の下面のノズル１０４のそれぞれから、図１および図２に示すように、アンダーフィル樹脂１０５が半導体装置１００に滴下される。

【００３４】

ここで、ノズル１０４の内径は、０．１ｍｍ程度に構成することが望ましい。低粘度の樹脂（０．５Ｐａ・ｓ程度）の場合、この程度まで細くすることによって、ノズルの先端から樹脂が垂れることを防止してアンダーフィル樹脂１０５の供給を滞りなく行うことができる。

【００３５】

また、これに基づき、ノズル１０４の外径は、最少で０．３ｍｍ程度に構成する。そしてこれらに基づいて、複数個のノズル１０４をマルチノズル１５０に配列する場合、ノズル１０４の間隔は０．５ｍｍ程度以上に構成する。

【００３６】

なお、本実施の形態では、ノズル１０４を等間隔に配置したが、これに限らず、アンダーフィル樹脂１０５の組成、気温に基づく粘度、回路基板１０１と半導体素子１０２との隙間の状態、半田バンプ１０３の個数または配置などの条件に基づき、必要に応じて間隔を変更することができる。

【００３７】

また、本実施の形態におけるノズル１０４の内径を、ノズル１０４が半導体素子１０２の対向する一側面と平行な方向における、複数のノズル１０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子１０２の側面の中心部との距離に応じて異なるようにしてもよい。例えば、ノズル１０４の内径は、上記の方向における、複数のノズル１０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子１０２の側面の中心部との距離が離れるにつれて小さくなるようにしてもよい。

【００３８】

また、本実施の形態におけるアンダーフィル樹脂１０５を供給するタイミングは、ノズル１０４が半導体素子１０２の対向する一側面と平行な方向における、複数設けられたノズル１０４のそれぞれの位置と当該側面の中心部との距離に応じて異ならせてもよい。

【００３９】

例えば、アンダーフィル樹脂１０５を供給するタイミングは、上記の方向における、複数のノズル１０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子１０２の側面の中心部との距離が離れるにつれて遅くなるようにしてもよい。これにより、ノズル１０４から供給され

たアンダーフィル樹脂１０５が隙間Ｓ１を進行するタイミングを調節することができ、アンダーフィル樹脂１０５内のボイドの発生を防止することができる。

【００４０】

また、本実施の形態のノズル１０４は、マルチノズル１５０の胴部１５１から、すべて同一の長さで下方に向けて平行に伸びているが、これに限らず、各ノズル１０４の長さおよび向きを必要に応じて変更することができる。

【００４１】

次に、本実施の形態においてアンダーフィル樹脂が回路基板と半導体素子との隙間Ｓ１に充填される様子について説明する。図４は、第１の実施の形態においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。

【００４２】

半導体装置１００は、上記のように、回路基板１０１、および回路基板１０１にフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子１０２で構成されている。図１でも示したように、マルチノズル１５０の複数のノズル１０４が、半導体素子１０２の一側面（図では、図１の矢印Ｘが示す向きの反対側の側面）に沿って横に一列に並ぶように配列されている。この半導体装置１００における回路基板１０１と半導体素子１０２との間の隙間Ｓ１に対して、これらのノズル１０４から同時にアンダーフィル樹脂１０５を滴下させて供給する。これによって、アンダーフィル樹脂１０５が回路基板１０１と半導体素子１０２との隙間Ｓ１に充填される。

【００４３】

図４の隙間Ｓ１に示すように、横に一列に並んでいるノズル１０４によって半導体素子１０２の上側の側面から隙間Ｓ１に供給されたアンダーフィル樹脂１０５は、時間の経過によって、図４（Ｂ）～図４（Ｄ）に示すように、隙間の上側から下側に向けて流れていく。このようにして、アンダーフィル樹脂１０５が回路基板１０１および半導体素子１０２の隙間に充填されていくことになる。また、これに伴って、未だアンダーフィル樹脂１０５が到達せず空気が残留している未充填領域が縮小していく。

【００４４】

ここで、本実施の形態では、横に一列に並んだノズル１０４がアンダーフィル樹脂１０５を同時に供給している。このため、図４（Ｂ）～図４（Ｄ）に示すように、アンダーフィル樹脂１０５の流れは、従来技術（図９参照）に比較して偏りが減少し、図４の下方に向かって、横並びの状態でほぼ同時に進行するようになる。

【００４５】

そして最終的に、図４（Ｅ）に示すように、隙間Ｓ１の全体にアンダーフィル樹脂１０５が充填される。その後、隙間にアンダーフィル樹脂１０５が充填された半導体装置１００を過熱することによって、充填されているアンダーフィル樹脂１０５が硬化する。この硬化したアンダーフィル樹脂１０５により、回路基板１０１と半導体素子１０２との隙間Ｓ１が封止される。

【００４６】

以上のように、第１の実施の形態の半導体装置１００では、半導体素子１０２の側面に対向する複数の位置から隙間Ｓ１にアンダーフィル樹脂１０５を供給することにより、アンダーフィル樹脂１０５の供給される位置が分散されるので、隙間Ｓ１を流動するアンダーフィル樹脂１０５の供給による、流れの進行のタイミングの偏りを減少させることができる。これにより、アンダーフィル樹脂１０５の流れの偏りによるアンダーフィル樹脂１０５が到達するタイミングの差により、流動するアンダーフィル樹脂１０５に、残留している空気が巻き込まれて生じるボイドの発生を防止することが可能になる。この結果、半導体装置１００の、半田バンプ１０３による接続強度およびアンダーフィル樹脂１０５による熱の緩衝作用が向上するとともに、半導体装置１００が実装されるときなどに再加熱されることによって溶融した半田バンプ１０３によるショートを防止することができる。

［第２の実施の形態］

次に、第２の実施の形態について説明する。前述の第１の実施の形態との相違点を中心

に説明し、同様の事項については同一の符号を用いるとともに説明を省略する。

【００４７】

第２の実施の形態は、ノズルが対向する半導体素子の側面の中心部から離れるにつれて、半導体素子の側面から離間するように複数のノズルが配列されている点で、第１の実施の形態と異なる。

【００４８】

最初に、本実施の形態の半導体装置の構成について説明する。図５は、第２の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。

図５に示すように、本実施の形態の半導体装置２００は、第１の実施の形態と同様に、回路基板２０１、半導体素子２０２および半田バンプ１０３で構成されている。本実施の形態では、この半導体装置２００における回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間である、図７において後述する隙間Ｓ２に対して、ノズル２０４から、第１の実施形態のアンダーフィル樹脂１０５と同等の、図７において後述するアンダーフィル樹脂２０５を流下させて供給することによって、アンダーフィル樹脂２０５を回路基板２０１と半導体素子２０２との間の隙間Ｓ２に充填することにより構成されている。

【００４９】

このような半導体装置２００の製造方法について説明する。本実施の形態の半導体装置２００は、回路基板２０１の表面に半導体素子２０２を実装する工程と、回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間Ｓ２に、流動性を有するアンダーフィル樹脂２０５を充填する工程と、隙間Ｓ２に充填されたアンダーフィル樹脂２０５を硬化させる工程とを備えている。この隙間Ｓ２にアンダーフィル樹脂２０５を充填する工程では、複数のノズル２０４を半導体素子２０２の側面に対向するとともに、複数のノズル２０４のそれぞれの位置をこの側面と平行な方向における当該側面の中心部からの距離が離れるにつれて、半導体素子２０２の側面から離間するように配列し、隙間Ｓ２にアンダーフィル樹脂２０５を供給することによって製造される。

【００５０】

まず、第１の実施の形態と同様、図５に示すように、半導体素子２０２が、回路基板２０１の表面に、複数の半田バンプによりフリップチップボンディングによってフェースダウンで搭載される。これによって、半導体素子２０２と回路基板２０１との間で電源供給および信号の入出力を行うための電気的接続が実現される。

【００５１】

次に、第１の実施の形態と同様に、ノズル２０４によってアンダーフィル樹脂２０５が供給され、回路基板２０１と半導体素子２０２との間の隙間Ｓ２に充填される。ここで、図５に示すように、四角形である半導体素子２０２の４つの側面のうちの一の側面の近傍には、複数個（例えば、５個）のノズル２０４が、ノズル２０４が対向する半導体素子２０２の側面の中心部から離れるにつれて、半導体素子２０２の側面から離間するように、半導体素子２０２の対向する側面を下に向けた「Ｖ」字型に配列されている。そして、このノズル２０４からアンダーフィル樹脂２０５が同時に供給される。

【００５２】

ここで、半導体装置２００は、第１の実施の形態と同様に、図の上側であるノズル２０４によってアンダーフィル樹脂２０５が供給される側が高く、反対側が低くなるように傾斜させてあるため、供給されたアンダーフィル樹脂２０５は、図中の矢印Ｘが示す向きに流れていく。

【００５３】

このノズル２０４から供給されたアンダーフィル樹脂２０５によって、第１の実施の形態と同様に、回路基板２０１と半導体素子２０２との間の隙間Ｓ２が充填されると、第１の実施の形態と同様に、アンダーフィル樹脂２０５を加熱して硬化させることにより、回路基板２０１と半導体素子２０２との間の隙間Ｓ２が封止される。これにより、回路基板２０１と半導体素子２０２との接続強度が増加し、回路基板２０１と半導体素子２０２との熱膨張差から半導体装置２００が保護されるとともに、半田バンプが、隙間空間内にお

いて半導体装置２００の実装時における再加熱によって溶融した場合にも、他の半田バンプおよび／または導体部分とのショートを防止することができる。

【００５４】

なお、図５の例では、ノズル２０４の個数は５個としたが、ノズル２０４の個数はこれに限らず、半導体素子２０２の幅、半田バンプ１０３の個数または配置などの条件に基づき、必要に応じて増減することができる。

【００５５】

また、ノズル２０４の配列のＶ字の角度は、１２０°以上であることが望ましいが、必ずしも１２０°に限られず、半導体素子２０２のチップサイズ、半田バンプ１０３の配置状況などの条件に基づき、必要に応じて自由に定めることができる。

【００５６】

また、アンダーフィル樹脂２０５をノズル２０４で半導体装置２００に供給する際、図中の矢印Ｘが示す向きにアンダーフィル樹脂２０５が流れるように、半導体装置２００を、図の上側であるノズル２０４によってアンダーフィル樹脂２０５が供給される側を上にして、垂直に立てて配置してもよい。

【００５７】

次に、本実施の形態の複数のノズルから構成されるマルチノズルについて説明する。図６は、第２の実施の形態のマルチノズルを説明する図である。図６（Ａ）は、本実施の形態のマルチノズルの一構成例の下面図である。図６（Ｂ）は、本実施の形態のマルチノズルの他の構成例の下面図である。

【００５８】

本実施の形態では、第１の実施の形態のマルチノズル１５０と異なり、図６（Ａ）に示すように、マルチノズル２５０Ａは、複数個のノズル２０４がＶ字型に、等間隔に配列して構成する。この各ノズル２０４は、第１の実施の形態と同様に、マルチノズル２５０Ａの胴部から、すべて同一の長さで下方（ここでは、図の平面に対して垂直方向であって図の平面から手前に向かう向き）に向けて平行に伸びている。マルチノズル２５０Ａの上部は、アンダーフィル樹脂２０５を供給する図示しない供給装置に接続されている。供給装置からのアンダーフィル樹脂２０５の供給に基づいて、マルチノズル２５０Ａの下面のノズル２０４のそれぞれから、図５に示すように、アンダーフィル樹脂２０５が半導体装置２００に滴下される。

【００５９】

ここで、ノズル２０４の内径は、第１の実施の形態と同様に、０．１ｍｍ程度に構成することが望ましい。低粘度の樹脂（０．５Ｐａ・ｓ程度）の場合、この程度まで細くすることによって、ノズルの先端から樹脂が垂れることを防止してアンダーフィル樹脂２０５の供給を滞りなく行うことができる。

【００６０】

また、これに基づき、第１の実施の形態と同様に、ノズル２０４の外径は、最少で０．３ｍｍ程度に構成する。そしてこれらに基づいて、第１の実施の形態と同様に、複数個のノズル２０４をマルチノズル２５０Ａに配列する場合、ノズル２０４の間隔は０．５ｍｍ程度以上に構成する。

【００６１】

また、本実施の形態の他の構成例として図６（Ｂ）に示すように、複数個のノズル２０４が弧を描くように配列して構成されたマルチノズル２５０Ｂを用いてもよい。このマルチノズル２５０Ｂによっても、本実施の形態のマルチノズル２５０Ａと同等の効果を得ることができる。

【００６２】

なお、本実施の形態では、ノズル２０４を等間隔に配置したが、これに限らず、アンダーフィル樹脂２０５の組成、気温に基づく粘度、回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間の状態、半田バンプの個数または配置などの条件に基づき、必要に応じて間隔を変更することができる。

【００６３】
また、本実施の形態におけるノズル２０４の内径を、ノズル２０４が半導体素子２０２の対向する一側面と平行な方向における、複数のノズル２０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子２０２の側面の中心部との距離に応じて異なるようにしてもよい。例えば、ノズル２０４の内径は、上記の方向における、複数のノズル２０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子２０２の側面の中心部との距離が離れるにつれて小さくなるようにしてもよい。
【００６４】
また、本実施の形態におけるアンダーフィル樹脂２０５を供給するタイミングは、ノズル２０４が半導体素子２０２の対向する一側面と平行な方向における、複数設けられたノズル２０４のそれぞれの位置と当該側面の中心部との距離に応じて異ならせてもよい。
【００６５】
例えば、アンダーフィル樹脂２０５を供給するタイミングは、上記の方向における、複数のノズル２０４が配置されたそれぞれの位置と半導体素子２０２の側面の中心部との距離が離れるにつれて遅くなるようにしてもよい。これにより、ノズル２０４から供給されたアンダーフィル樹脂２０５が隙間空間を進行するタイミングをさらに大幅に調節することができ、アンダーフィル樹脂２０５内のボイドの発生を防止することができる。
【００６６】
また、本実施の形態のノズル２０４は、マルチノズル２５０Ａの胴部から、すべて同一の長さで下方に向けて平行に伸びているが、これに限らず、各ノズル２０４の長さおよび向きを必要に応じて変更することができる。
【００６７】
次に、本実施の形態においてアンダーフィル樹脂が回路基板と半導体素子との隙間に充填される様子について説明する。図７は、第２の実施の形態においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。
【００６８】
半導体装置２００は、上記のように、回路基板２０１、および回路基板２０１にフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子２０２で構成されている。図５でも示したように、マルチノズル２５０Ａの複数のノズル２０４が、半導体素子２０２の上側の側面（図５において、矢印Ｘによって示される向きと反対側に位置する側面）に対して下を向けたＶ字型に並ぶように配列されている。この半導体装置２００における回路基板２０１と半導体素子２０２との間の隙間Ｓ２に対して、これらのノズル２０４から同時にアンダーフィル樹脂２０５を滴下させて供給する。これによって、アンダーフィル樹脂２０５が回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間Ｓ２に充填される。
【００６９】
ここで、回路基板２０１とフリップチップボンディングにより搭載された半導体素子２０２との隙間Ｓ２に充填されるアンダーフィル樹脂２０５は、隙間Ｓ２の中央部では遅く流れる一方、隙間Ｓ２の周辺部では、各側面に沿って速く流れる傾向があることが知られている。これは、上記の隙間Ｓ２の内部に設けられた半田バンプなどがアンダーフィル樹脂２０５の流れに対して抵抗となる一方、上記の隙間Ｓ２の周囲には半田バンプ１０３などの抵抗となるものがほとんど設けられていないことによる。
【００７０】
これに対して本実施の形態では、図５～図７に示すように、マルチノズル２５０Ａが有するノズル２０４のうち、中央のノズル２０４を半導体素子２０２に近く配置し、その他のノズル２０４を中央から外側に外れるにつれて半導体素子２０２から遠ざかるように配置している。
【００７１】
すなわち、進行が遅れる隙間Ｓ２の中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５の進行が、進行の早い側部を流れるアンダーフィル樹脂２０５の流れの進行を上回るように、Ｖ字型の頂点に配置された中央のノズル２０４が半導体素子２０２に近づけられて配置されて

いる一方、Ｖ字型の両端のノズル２０４が半導体素子２０２から遠ざけられて配置されている。この結果、中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５の進行の遅れを補正するとともに、両側を流れるアンダーフィル樹脂２０５の進行を遅らせて、中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５を隙間Ｓ２の下端に先に到達させることができる。

【００７２】

以下に、本実施の形態のノズル２０４から供給されたアンダーフィル樹脂２０５が充填する様子の詳細について、図７に基づいて説明する。

図７（Ａ）に示すように、Ｖ字型に並んでいるノズル２０４によって半導体素子２０２の上側の側面から隙間に供給されたアンダーフィル樹脂２０５は、時間の経過によって、図７（Ｂ）～図７（Ｄ）に示すように、流れの中央の先端から両側にかけてのＶ字型を維持しながら隙間の上側から下側に向けて流れていく。このようにして、アンダーフィル樹脂２０５が回路基板２０１および半導体素子２０２の隙間に充填されていくことになる。また、これに伴って、未だアンダーフィル樹脂２０５が到達せずに空気が残留している未充填領域が縮小していく。

【００７３】

ここで、本実施の形態では、Ｖ字型に並んだノズル２０４によってアンダーフィル樹脂２０５を同時に供給している。このため、図７（Ｂ）～図７（Ｄ）に示すように、アンダーフィル樹脂２０５の流れは、従来技術（図９参照）および第１の実施の形態（図４参照）に比較して、隙間の中央部の流れ（すなわち、隙間内を流れるアンダーフィル樹脂２０５が形成しているＶ字型の先端）の進行が早まっている。

【００７４】

そしてこれに基づいて、図７（Ｄ）に示すように、隙間Ｓ２の中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５が、最も早いタイミングで隙間Ｓ２の下端に到達する。その一方、隙間Ｓ２の両側を流れるアンダーフィル樹脂２０５は、未だ隙間Ｓ２の下端に到達しておらず、未充填領域が下端の両側の角に残っている。この下端の両側の未充填領域は、アンダーフィル樹脂２０５がさらに供給され、隙間Ｓ２から残留している空気がアンダーフィル樹脂２０５によって左右に押し出されるにつれて縮小していく。

【００７５】

そして最終的に、図７（Ｅ）に示すように、下端の両側の未充填領域は、やがて消滅し、隙間Ｓ２の全体にアンダーフィル樹脂２０５が充填される。その後、隙間Ｓ２にアンダーフィル樹脂２０５が充填された半導体装置２００を過熱することによって、充填されているアンダーフィル樹脂２０５が硬化する。この硬化したアンダーフィル樹脂２０５により、回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間Ｓ２が封止される。

【００７６】

すなわち、各ノズル２０４を用いてアンダーフィル樹脂２０５を半導体素子２０２の一側面の付近から滴下させた場合には、図７（Ｄ）の未充填領域に示すように、半導体素子２０２の中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５が先に隙間Ｓ２の下端まで到達する。そしてこの時点では、隙間Ｓ２の側面を流れるアンダーフィル樹脂２０５が隙間Ｓ２の下端まで到達していない。

【００７７】

そしてさらに、隙間Ｓ２の中央部を流れて先に隙間Ｓ２の下端に到達したアンダーフィル樹脂２０５が、さらに充填されていくにつれて、図７（Ｅ）に示すように、左右の両隅の未充填領域に残留している空気を左右に追い出すので、ボイドの発生を防止することができる。

【００７８】

また、例えば、半導体素子２０２のチップサイズが、例えば１５ｍｍ以上程度などに大きくなった場合、隙間Ｓ２の周辺部の流れが速いことにより、アンダーフィル樹脂２０５の回りこみの影響が大きいことが考えられる。すなわち、チップサイズが大きいことにより、アンダーフィル樹脂２０５が流れる距離も長くなる。その結果、半導体素子２０２の中央部と側部の流れ易さの差の影響が大きくなる。これに基づき、側部を経由して流れる

アンダーフィル樹脂２０５が、中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５に比較して、より早く隙間Ｓ２の下端に到達することになる。これによって、隙間Ｓ２に残留している空気が、先に隙間Ｓ２の下端に到達する側部を経由するアンダーフィル樹脂２０５に巻き込まれて、ボイドが発生し易くなる可能性がある。

【００７９】

本実施の形態は、このような場合に対しても、ノズル２０４の配置について、各ノズル２０４から半導体素子２０２までの距離の差を設けることによって、それぞれのノズル２０４から滴下されたアンダーフィル樹脂２０５が隙間Ｓ２に到達して充填が開始されるタイミングに差を設けて、中央部を流れるアンダーフィル樹脂２０５の隙間Ｓ２の下端への到達のタイミングを早めることにより、ボイドの発生を防止するものである。

【００８０】

すなわち、アンダーフィル樹脂２０５が早く流れることにより充填の進行が早い半導体素子２０２の両側は、ノズル２０４の位置を遠ざけて配置することでアンダーフィル樹脂２０５の隙間Ｓ２の下端への到達のタイミングを遅くでき、充填の進行が相対的に遅い中央部は、ノズル２０４の位置が近くなるように配置することでアンダーフィル樹脂２０５の隙間Ｓ２の下端への到達のタイミングを早めることができる。

【００８１】

このように、本実施の形態のマルチノズル２５０Ａによれば、回路基板２０１と半導体素子２０２との隙間Ｓ２の側面の各部におけるアンダーフィル樹脂２０５が隙間Ｓ２の下端に到達するタイミングを調整することで、アンダーフィル樹脂２０５が残留した空気を巻き込むことによるボイドの発生を防止することができる。

【００８２】

以上のように、第２の実施の形態によれば、第１の実施の形態の作用および効果に加えて、マルチノズルが備えるノズル２０４について、各ノズル２０４と半導体素子２０２の隙間の一側面との距離を適宜調節して、この側面における各部のアンダーフィル樹脂２０５が隙間の下端に到達するタイミングを調節することによって、ボイドの発生をより確実に防止することができる。この結果、さらに、半導体装置２００の半田バンプによる接続強度およびアンダーフィル樹脂１０５による熱の緩衝作用が向上するとともに、再加熱によって溶融した半田バンプによるショートを防止することができる。

【００８３】

なお、上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる。

【００８４】

以上の第１の実施の形態および第２の実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

（付記１）　回路基板の表面に半導体素子を実装する工程と、

前記回路基板と前記半導体素子との隙間に、流動性を有する樹脂を充填する工程と、

前記隙間に充填された前記樹脂を硬化させる工程と、

を備え、

前記隙間に前記樹脂を充填する工程では、

前記半導体素子の側面に対向する複数の位置から前記隙間に前記樹脂を供給することを特徴とする半導体装置の製造方法。

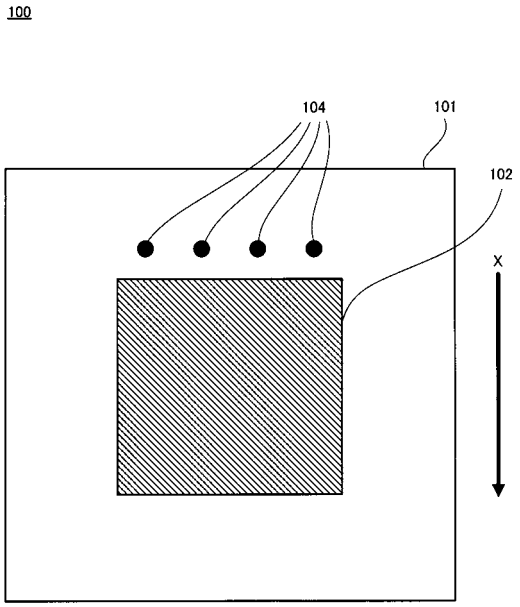
【００８５】

（付記２）　前記複数の位置は、前記半導体素子の対向する側面と平行に配列されることを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。

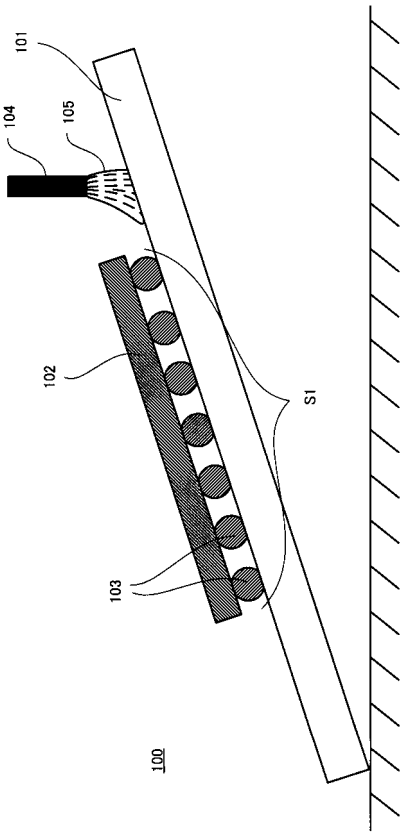
（付記３）　前記複数の位置は、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における当該側面の中心部からの距離が離れるにつれて、前記半導体素子の側面から離間するように配列されることを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。

【００８６】
（付記４）　前記複数の位置にそれぞれノズルを配置して、当該それぞれのノズルから前記樹脂を供給することを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。
（付記５）　前記複数の位置に配置されたそれぞれのノズルの内径は、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における、前記それぞれのノズルが配置されている位置と当該側面の中心部との距離に応じて異なることを特徴とする付記４記載の半導体装置の製造方法。
【００８７】
（付記６）　前記それぞれのノズルの内径は、前記方向における、前記それぞれのノズルが配置されている位置と前記側面の中心部との距離が離れるにつれて小さくなることを特徴とする付記５記載の半導体装置の製造方法。
【００８８】
（付記７）　前記複数の位置から前記樹脂を供給するタイミングは、前記半導体素子の対向する側面と平行な方向における、前記複数の位置のそれぞれの位置と当該側面の中心部との距離に応じて異なることを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。
【００８９】
（付記８）　前記それぞれの位置において前記樹脂を供給するタイミングは、前記方向における、前記それぞれの位置と当該側面の中心部との距離が離れるにつれて遅くなることを特徴とする付記７記載の半導体装置の製造方法。
【００９０】
（付記９）　前記半導体素子は、複数の半田バンプにより前記回路基板の表面にフリップチップ接続されることを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。
（付記１０）　前記樹脂は、熱硬化性を有することを特徴とする付記１記載の半導体装置の製造方法。
【図面の簡単な説明】
【００９１】
【図１】第１の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。
【図２】第１の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する断面模式図である。
【図３】第１の実施の形態のマルチノズルを説明する図である。
【図４】第１の実施の形態においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。
【図５】第２の実施の形態のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。
【図６】第２の実施の形態のマルチノズルを説明する図である。
【図７】第２の実施の形態においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。
【図８】従来の方法のノズルおよび半導体装置を説明する平面模式図である。
【図９】従来の方法においてノズルから供給されたアンダーフィル樹脂が充填される様子を示す説明図である。
【符号の説明】
【００９２】
１００　半導体装置
１０１　回路基板
１０２　半導体素子
１０４　ノズル

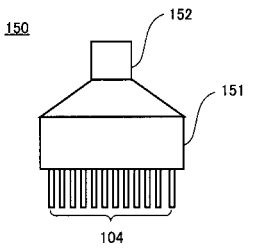
【図１】


100
104
101
102
X

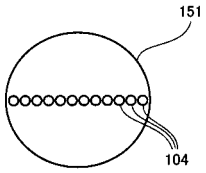
【図２】


101
104
105
102
S1
103
100

【図３】

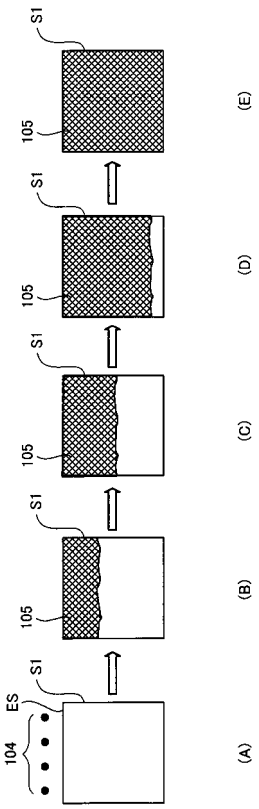

150
152
151
104

(A)

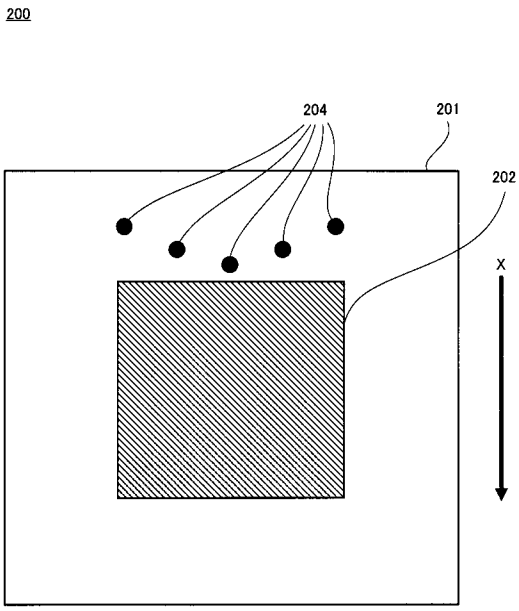

151
104

(B)

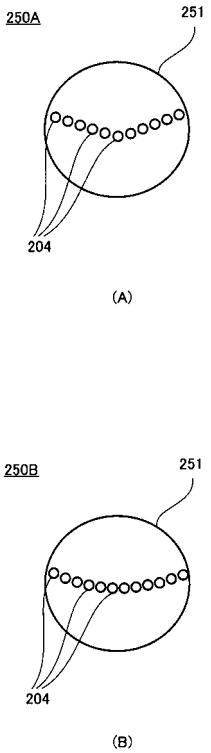
【図４】


S1
105
(E)
S1
105
(D)
S1
105
(C)
S1
105
(B)
S1
ES
104
(A)

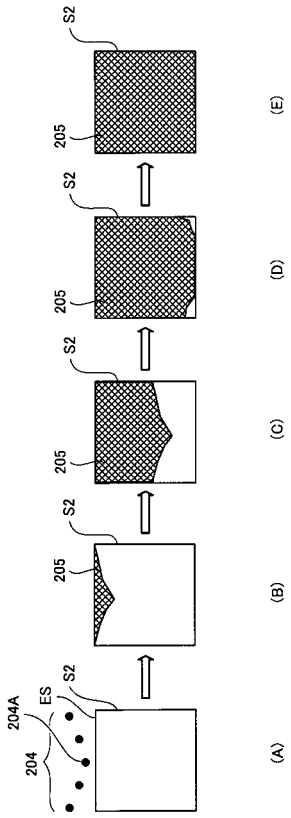
【図５】


200
204
201
202
X

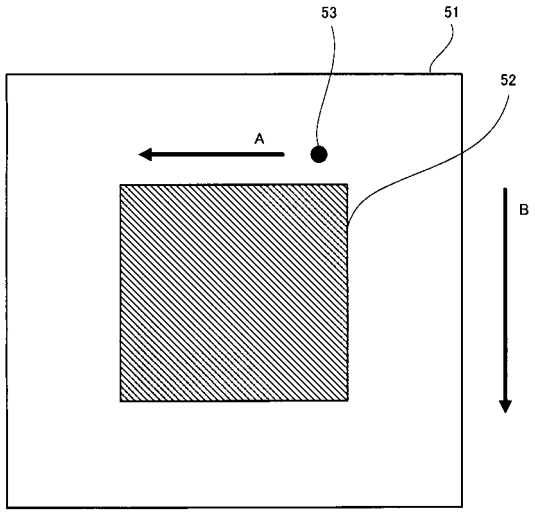
【図６】


250A
251
204
(A)
250B
251
204
(B)

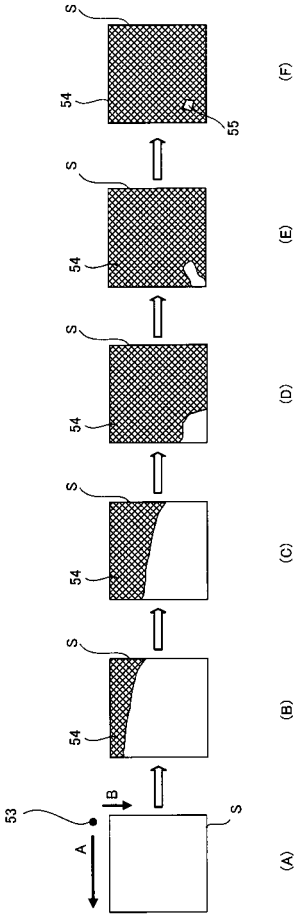
【図７】


S2
205
(E)
S2
205
(D)
S2
205
(C)
S2
205
(B)
S2
ES
204A
204
(A)

【図８】


50
53
51
52
A
B

【図９】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－０５０７６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２６１３５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１５３７３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／５６，２１／６０