(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7549006号
(P7549006)

(45)発行日　令和6年9月10日(2024.9.10)

(24)登録日　令和6年9月2日(2024.9.2)

(51)国際特許分類		FI		
H05K	*1/18 (2006.01)*	H05K	1/18	Q
H05K	*3/28 (2006.01)*	H05K	1/18	F
H05K	*3/32 (2006.01)*	H05K	3/28	D
		H05K	3/28	G
		H05K	3/32	Z

請求項の数　5　（全15頁）

(21)出願番号　特願2022-516470(P2022-516470)
(86)(22)出願日　令和2年4月20日(2020.4.20)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/017010
(87)国際公開番号　WO2021/214813
(87)国際公開日　令和3年10月28日(2021.10.28)
審査請求日　令和4年3月15日(2022.3.15)
審判番号　不服2024-1339(P2024-1339/J1)
審判請求日　令和6年1月25日(2024.1.25)

(73)特許権者　000237271
株式会社ＦＵＪＩ
愛知県知立市山町茶碓山１９番地
(74)代理人　110000992
弁理士法人ネクスト
(72)発明者　富永 亮二郎
愛知県知立市山町茶碓山１９番地 株式会社ＦＵＪＩ内
合議体
審判長　馬場 慎
審判官　稲葉 崇
審判官　丸山 高政

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　回路形成方法、および回路形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより、樹脂層を積層した樹脂積層体である基材を形成する基材形成工程と、

前記基材の上に配線を形成する配線形成工程と、

前記基材の上に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより、装着予定の電子部品の高さ寸法よりも大きい深さ寸法のキャビティを有する樹脂積層体を、前記キャビティの内部に前記配線の一部が露出するように、前記基材の上に形成するキャビティ形成工程と、

前記電子部品の電極を下方に向けた状態で、当該電極が前記キャビティの内部に露出する配線と通電するように、前記電子部品を前記基材の上に装着する装着工程と、

前記基材と、当該基材の上に装着された電子部品との間に、熱硬化性樹脂を封入し硬化させる封入工程と、

前記キャビティの内部に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより樹脂積層体を形成することで、前記キャビティの内部に装着された電子部品を前記樹脂積層体により封止する封止工程と、

を含む回路形成方法。

【請求項２】

加熱により導電性を発現する導電性流体を前記配線の上に塗布する塗布工程を含み、

前記装着工程は、

前記配線の上に塗布された前記導電性流体に前記電極が接触するように前記電子部品を装着する請求項１に記載の回路形成方法。
【請求項３】
前記キャビティの内部に装着された電子部品を封止する前記紫外線硬化樹脂の上面を、前記基材の上面と面一となるように平坦化させる平坦化工程を含む請求項１または請求項２に記載の回路形成方法。
【請求項４】
前記封入工程は、
前記基材の上に装着された電子部品の外縁に沿って熱硬化樹脂を吐出することで、前記基材と前記電子部品との間に熱硬化性樹脂を封入する請求項１ないし請求項３のいずれか１つに記載の回路形成方法。
【請求項５】
配線を形成する第１造形ユニットと、
樹脂層を形成する第２造形ユニットと、
基板に電子部品を装着する装着ユニットと、
を備え、
前記第２造形ユニットにより、紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで、樹脂層を積層した樹脂積層体である基材を形成し、
前記第１造形ユニットにより、前記基材の上に配線を形成し、
前記第２造形ユニットにより、前記基材の上に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで、装着予定の電子部品の高さ寸法よりも大きい深さ寸法のキャビティを有する樹脂積層体を、前記キャビティの内部に前記配線の一部が露出するように、前記基材の上に形成し、
前記装着ユニットにより、前記電子部品の電極を下方に向けた状態で、当該電極が前記キャビティの内部に露出する配線と通電するように、前記電子部品を前記基材の上に装着し、
前記第２造形ユニットにより、前記基材と、当該基材の上に装着された電子部品との間に、熱硬化性樹脂を封入し硬化させ、
前記第２造形ユニットにより、前記キャビティの内部に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで樹脂積層体を形成することで、前記キャビティの内部に装着された電子部品を前記樹脂積層体により封止する、回路形成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、基材の上に形成された配線と、基材の上に装着された電子部品とにより回路を形成する回路形成方法、および回路形成装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
下記特許文献に記載されているように、基材の上に形成された配線と、基材の上に装着された電子部品とにより回路を形成する技術が開発されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２０１３－１１５０７０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
基材の上に形成された配線と、基材の上に装着された電子部品とにより回路を適切に形成することを課題とする。

【課題を解決するための手段】
【０００５】
上記課題を解決するために、本明細書は、紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより、樹脂層を積層した樹脂積層体である基材を形成する基材形成工程と、前記基材の上に配線を形成する配線形成工程と、前記基材の上に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより、装着予定の電子部品の高さ寸法よりも大きい深さ寸法のキャビティを有する樹脂積層体を、前記キャビティの内部に前記配線の一部が露出するように、前記基材の上に形成するキャビティ形成工程と、前記電子部品の電極を下方に向けた状態で、当該電極が前記キャビティの内部に露出する配線と通電するように、前記電子部品を前記基材の上に装着する装着工程と、前記基材と、当該基材の上に装着された電子部品との間に、熱硬化性樹脂を封入し硬化させる封入工程と、前記キャビティの内部に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことにより樹脂積層体を形成することで、前記キャビティの内部に装着された電子部品を前記樹脂積層体により封止する封止工程と、を含む回路形成方法を開示する。
【０００６】
また、上記課題を解決するために、本明細書は、配線を形成する第１造形ユニットと、樹脂層を形成する第２造形ユニットと、基板に電子部品を装着する装着ユニットと、を備え、前記第２造形ユニットにより、紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで、樹脂層を積層した樹脂積層体である基材を形成し、前記第１造形ユニットにより、前記基材の上に配線を形成し、前記第２造形ユニットにより、前記基材の上に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで、装着予定の電子部品の高さ寸法よりも大きい深さ寸法のキャビティを有する樹脂積層体を、前記キャビティの内部に前記配線の一部が露出するように、前記基材の上に形成し、前記装着ユニットにより、前記電子部品の電極を下方に向けた状態で、当該電極が前記キャビティの内部に露出する配線と通電するように、前記電子部品を前記基材の上に装着し、前記第２造形ユニットにより、前記基材と、当該基材の上に装着された電子部品との間に、熱硬化性樹脂を封入し硬化させ、前記第２造形ユニットにより、前記キャビティの内部に前記紫外線硬化樹脂の吐出と吐出された紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とを繰り返すことで樹脂積層体を形成することで、前記キャビティの内部に装着された電子部品を前記樹脂積層体により封止する、回路形成装置を開示する。
【発明の効果】
【０００７】
本開示では、電極を下方に向けた状態で当該電極が配線と通電するように電子部品が基材の上に装着される。そして、基材と、当該基材の上に装着された電子部品との間に、熱硬化性樹脂が封入されるとともに、基材の上に装着された電子部品が紫外線硬化樹脂により封止される。これにより、回路を適切に形成することができる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】回路形成装置を示す図である。
【図２】制御装置を示すブロック図である。
【図３】樹脂積層体が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図４】樹脂積層体の上に更に樹脂積層体が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図５】樹脂積層体のキャビティの内部に電子部品が装着された状態の回路を示す断面図である。
【図６】キャビティの内部に樹脂積層体が封入された状態の回路を示す断面図である。
【図７】電子部品と導通する配線が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図８】電子部品と適切に導通できない配線が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図９】電子部品と適切に導通できない配線が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図１０】樹脂積層体の上に配線が形成された状態の回路を示す断面図である。

【図１１】樹脂積層体の上に更に樹脂積層体が形成された状態の回路を示す断面図である。
【図１２】樹脂積層体のキャビティの内部に電子部品が装着された状態の回路を示す断面図である。
【図１３】キャビティに装着された電子部品が樹脂積層体により封止された状態の回路を示す断面図である。
【図１４】電子部品の側面に沿って熱硬化性樹脂が吐出された状態の回路を示す平面図である。
【図１５】樹脂積層体の上面と電子部品の下面との間に熱硬化性樹脂が封入された状態の回路を示す断面図である。
【図１６】キャビティに装着された電子部品が樹脂積層体により封止された状態の回路を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
図１に回路形成装置１０を示す。回路形成装置１０は、搬送装置２０と、第１造形ユニット２２と、第２造形ユニット２４と、装着ユニット２６と、制御装置（図２参照）２８とを備える。それら搬送装置２０と第１造形ユニット２２と第２造形ユニット２４と装着ユニット２６とは、回路形成装置１０のベース２９の上に配置されている。ベース２９は、概して長方形状をなしており、以下の説明では、ベース２９の長手方向をＸ軸方向、ベース２９の短手方向をＹ軸方向、Ｘ軸方向及びＹ軸方向の両方に直交する方向をＺ軸方向と称して説明する。
【００１０】
搬送装置２０は、Ｘ軸スライド機構３０と、Ｙ軸スライド機構３２とを備えている。そのＸ軸スライド機構３０は、Ｘ軸スライドレール３４とＸ軸スライダ３６とを有している。Ｘ軸スライドレール３４は、Ｘ軸方向に延びるように、ベース２９の上に配設されている。Ｘ軸スライダ３６は、Ｘ軸スライドレール３４によって、Ｘ軸方向にスライド可能に保持されている。さらに、Ｘ軸スライド機構３０は、電磁モータ（図２参照）３８を有しており、電磁モータ３８の駆動により、Ｘ軸スライダ３６がＸ軸方向の任意の位置に移動する。また、Ｙ軸スライド機構３２は、Ｙ軸スライドレール５０とステージ５２とを有している。Ｙ軸スライドレール５０は、Ｙ軸方向に延びるように、ベース２９の上に配設されており、Ｘ軸方向に移動可能とされている。そして、Ｙ軸スライドレール５０の一端部が、Ｘ軸スライダ３６に連結されている。そのＹ軸スライドレール５０には、ステージ５２が、Ｙ軸方向にスライド可能に保持されている。さらに、Ｙ軸スライド機構３２は、電磁モータ（図２参照）５６を有しており、電磁モータ５６の駆動により、ステージ５２がＹ軸方向の任意の位置に移動する。これにより、ステージ５２は、Ｘ軸スライド機構３０及びＹ軸スライド機構３２の駆動により、ベース２９上の任意の位置に移動する。
【００１１】
ステージ５２は、基台６０と、保持装置６２と、昇降装置６４とを有している。基台６０は、平板状に形成され、上面に基板が載置される。保持装置６２は、基台６０のＸ軸方向の両側部に設けられている。そして、基台６０に載置された基板のＸ軸方向の両縁部が、保持装置６２によって挟まれることで、基板が固定的に保持される。また、昇降装置６４は、基台６０の下方に配設されており、基台６０を昇降させる。
【００１２】
第１造形ユニット２２は、回路基板の配線を造形するユニットであり、第１印刷部７２と、加熱部７４とを有している。第１印刷部７２は、インクジェットヘッド（図２参照）７６とディスペンスヘッド（図２参照）７７とを有している。インクジェットヘッド７６が金属インクを線状に吐出する。金属インクは、ナノメートルサイズの金属の微粒子が溶剤中に分散されたものである。また、金属微粒子の表面は分散剤によりコーティングされており、溶剤中での凝集が防止されている。なお、インクジェットヘッド７６は、例えば、圧電素子を用いたピエゾ方式によって複数のノズルから金属インクを吐出する。
【００１３】

また、ディスペンスヘッド７７は金属ペーストを吐出する。金属ペーストは、加熱により硬化する樹脂に、マイクロメートルサイズの金属粒子が分散されたものである。ちなみに、金属粒子は、フレーク状とされている。なお、金属ペーストの粘度は、金属インクと比較して、比較的高いため、ディスペンスヘッド７７は、インクジェットヘッド７６のノズルの径より大きな径の１個のノズルから金属ペーストを吐出する。

【００１４】

加熱部７４は、ヒータ（図２参照）７８を有している。ヒータ７８は、インクジェットヘッド７６により吐出された金属インクを加熱する装置である。金属インクは、ヒータ７８により加熱されることで焼成し、配線が形成される。なお、金属インクの焼成とは、エネルギーを付与することによって、溶媒の気化や金属微粒子の保護膜、つまり、分散剤の分解等が行われ、金属微粒子が接触または融着をすることで、導電率が高くなる現象である。そして、金属インクを焼成することで、金属製の配線が形成される。

【００１５】

また、ヒータ７８は、ディスペンスヘッド７７により吐出された金属ペーストをも加熱する装置である。金属ペーストは、ヒータ７８により加熱されることで、樹脂が硬化する。この際、金属ペーストでは、硬化した樹脂が収縮し、その樹脂に分散されたフレーク状の金属粒子が互いに接触する。これにより、金属ペーストが導電性を発現する。

【００１６】

また、第２造形ユニット２４は、回路基板の樹脂層を造形するユニットであり、第２印刷部８４と、硬化部８６とを有している。第２印刷部８４は、インクジェットヘッド（図２参照）８８とディスペンスヘッド（図２参照）８９とを有している。インクジェットヘッド８８は紫外線硬化樹脂を吐出する。紫外線硬化樹脂は、紫外線の照射により硬化する樹脂である。また、ディスペンスヘッド８９は熱硬化性樹脂を吐出する。熱硬化性樹脂は、加熱により硬化する樹脂である。なお、インクジェットヘッド８８は、例えば、圧電素子を用いたピエゾ方式でもよく、樹脂を加熱して気泡を発生させ複数のノズルから吐出するサーマル方式でもよい。

【００１７】

硬化部８６は、平坦化装置（図２参照）９０と照射装置（図２参照）９２とヒータ（図２参照）９３とを有している。平坦化装置９０は、インクジェットヘッド８８によって吐出された紫外線硬化樹脂の上面を平坦化するものであり、例えば、紫外線硬化樹脂の表面を均しながら余剰分の樹脂を、ローラもしくはブレードによって掻き取ることで、紫外線硬化樹脂の厚みを均一させる。また、照射装置９２は、光源として水銀ランプもしくはＬＥＤを備えており、吐出された紫外線硬化樹脂に紫外線を照射する。これにより、吐出された紫外線硬化樹脂が硬化し、樹脂層が形成される。また、ヒータ９３は、ディスペンスヘッド８９により吐出された熱硬化性樹脂を加熱する。これにより、吐出された熱硬化性樹脂が硬化し、樹脂層が形成される。

【００１８】

また、装着ユニット２６は、回路基板に電子部品を装着するユニットであり、供給部１１０と、装着部１１２とを有している。供給部１１０は、テーピング化された電子部品を１つずつ送り出すテープフィーダ（図２参照）１１４を複数有しており、供給位置において、電子部品を供給する。なお、供給部１１０は、テープフィーダ１１４に限らず、トレイから電子部品をピックアップして供給するトレイ型の供給装置でもよい。また、供給部１１０は、テープ型とトレイ型との両方、あるいはそれ以外の供給装置を備えた構成でもよい。

【００１９】

装着部１１２は、装着ヘッド（図２参照）１１６と、移動装置（図２参照）１１８とを有している。装着ヘッド１１６は、電子部品（図１１参照）１１９を吸着保持するための吸着ノズル（図示省略）を有する。吸着ノズルは、正負圧供給装置（図示省略）から負圧が供給されることで、エアの吸引により電子部品を吸着保持する。そして、正負圧供給装置から僅かな正圧が供給されることで、電子部品を離脱する。また、移動装置１１８は、

テープフィーダ１１４による電子部品の供給位置と、基台６０との間で、装着ヘッド１１６を移動させる。これにより、装着部１１２では、テープフィーダ１１４から供給された電子部品が、吸着ノズルにより保持され、その吸着ノズルによって保持された電子部品が、回路基板に装着される。

【００２０】

また、制御装置２８は、図２に示すように、コントローラ１２０と、複数の駆動回路１２２とを備えている。複数の駆動回路１２２は、上記電磁モータ３８，５６、保持装置６２、昇降装置６４、インクジェットヘッド７６、ディスペンスヘッド７７、ヒータ７８、インクジェットヘッド８８、ディスペンスヘッド８９、平坦化装置９０、照射装置９２、ヒータ９３、テープフィーダ１１４、装着ヘッド１１６、移動装置１１８に接続されている。コントローラ１２０は、ＣＰＵ，ＲＯＭ，ＲＡＭ等を備え、コンピュータを主体とするものであり、複数の駆動回路１２２に接続されている。これにより、搬送装置２０、第１造形ユニット２２、第２造形ユニット２４、装着ユニット２６の作動が、コントローラ１２０によって制御される。

【００２１】

回路形成装置１０では、上述した構成によって、基板の上に樹脂積層体が形成され、その樹脂積層体の上に電子部品が装着されるとともに、その電子部品と通電するように配線が形成されることで、回路が形成される。

【００２２】

具体的には、ステージ５２の基台６０に基板（図３参照）７０がセットされ、そのステージ５２が、第２造形ユニット２４の下方に移動される。そして、第２造形ユニット２４において、図３に示すように、基板７０の上に樹脂積層体１３０が形成される。樹脂積層体１３０は、インクジェットヘッド８８からの紫外線硬化樹脂の吐出と、吐出された紫外線硬化樹脂への照射装置９２による紫外線の照射とが繰り返されることにより形成される。

【００２３】

詳しくは、第２造形ユニット２４の第２印刷部８４において、インクジェットヘッド８８が、基板７０の上面に紫外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。続いて、紫外線硬化樹脂が薄膜状に吐出されると、硬化部８６において、紫外線硬化樹脂の膜厚が均一となるように、紫外線硬化樹脂が平坦化装置９０によって平坦化される。そして、照射装置９２が、その薄膜状の紫外線硬化樹脂に紫外線を照射する。これにより、基板７０の上に薄膜状の樹脂層１３２が形成される。

【００２４】

続いて、インクジェットヘッド８８が、その薄膜状の樹脂層１３２の上に紫外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。そして、平坦化装置９０によって薄膜状の紫外線硬化樹脂が平坦化され、照射装置９２が、その薄膜状に吐出された紫外線硬化樹脂に紫外線を照射することで、薄膜状の樹脂層１３２の上に薄膜状の樹脂層１３２が積層される。このように、薄膜状の樹脂層１３２の上への紫外線硬化樹脂の吐出と、紫外線の照射とが繰り返され、複数の樹脂層１３２が積層されることで、樹脂積層体１３０が形成される。

【００２５】

次に、その樹脂積層体１３０の上に、図４に示すように、更に、樹脂積層体１４０が形成される。樹脂積層体１４０は、キャビティ１４２を有しており、樹脂積層体１３０と略同じ手法により作成される。つまり、第２造形ユニット２４の第２印刷部８４において、インクジェットヘッド８８が、樹脂積層体１３０の上面に紫外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。この際、インクジェットヘッド８８は、樹脂積層体１３０の上面の所定の部分が概して矩形に露出するように、紫外線硬化樹脂を吐出する。続いて、紫外線硬化樹脂が薄膜状に吐出されると、硬化部８６において、薄膜状に吐出された紫外線硬化樹脂が平坦化装置９０により平坦化され、照射装置９２により紫外線が照射される。これにより、樹脂積層体１３０の上に薄膜状の樹脂層１４４が形成される。

【００２６】

続いて、インクジェットヘッド８８が、その薄膜状の樹脂層１４４の上の部分にのみ紫

外線硬化樹脂を薄膜状に吐出する。そして、薄膜状に吐出された紫外線硬化樹脂が平坦化装置９０により平坦化され、照射装置９２により紫外線が照射されることで、薄膜状の樹脂層１４４の上に薄膜状の樹脂層１４４が積層される。このように、樹脂積層体１３０の上面の概して矩形の部分を除いた薄膜状の樹脂層１４４の上への紫外線硬化樹脂の吐出と、紫外線の照射とが繰り返され、複数の樹脂層１４４が積層されることで、キャビティ１４２を有する樹脂積層体１４０が形成される。

【００２７】

そして、キャビティ１４２を有する樹脂積層体１４０が形成されると、ステージ５２が装着ユニット２６の下方に移動される。装着ユニット２６では、テープフィーダ１１４により電子部品が供給され、その電子部品が装着ヘッド１１６の吸着ノズルによって、保持される。なお、図５に示すように、電子部品１５０は、概してブロック状の部品本体１５２と、部品本体１５２の１の面に配設された１対の電極１５４とにより構成されている。そして、装着ヘッド１１６が、移動装置１１８によって移動され、吸着ノズルにより保持された電子部品１５０が、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の内部において、樹脂積層体１３０の上面に装着される。この際、電子部品１５０の１対の電極１５４が上方を向いた状態で、電子部品１５０は樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の内部において、樹脂積層体１３０の上面に装着される。なお、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の深さ寸法は、電子部品１５０の部品本体１５２の高さ寸法と略同じとされている。このため、キャビティ１４２の内部に装着された電子部品１５０の部品本体１５２の上面と、樹脂積層体１４０の上面との高さは略同じとされている。

【００２８】

次に、ステージ５２は第２造形ユニット２４の下方に移動される。そして、第２造形ユニット２４において、図６に示すように、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の隙間、つまり、電子部品１５０の部品本体１５２の側面と、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２を区画する内壁面との間に樹脂積層体１６０が形成される。この際、樹脂積層体１６０の上面と樹脂積層体１４０の上面とが平らとなるように、つまり、面一となるように樹脂積層体１６０が形成される。これにより、樹脂積層体１４０の上面と、樹脂積層体１６０の上面と、電子部品１５０の部品本体１５２の上面とが面一となる。なお、樹脂積層体１６０は、樹脂積層体１３０と同様に、インクジェットヘッド８８による紫外線硬化樹脂の吐出と、照射装置９２による紫外線の照射とが繰り返されることで、形成される。

【００２９】

続いて、ステージ５２は第１造形ユニット２２の下方に移動される。そして、第１造形ユニット２２の第１印刷部７２において、インクジェットヘッド７６によって、金属インクが樹脂積層体１４０，１６０の上に、回路パターンに応じて線状に吐出される。この際、図７に示すように、金属インク１７０は、電子部品１５０の電極１５４と、他の電子部品（図示省略）の電極とを繋ぐように、線状に吐出される。そして、第１造形ユニット２２の加熱部７４において、金属インク１７０が、ヒータ７８により加熱される。これにより、金属インク１７０が焼成し、配線１７２が形成される。つまり、電子部品１５０の電極１５４と導通する配線１７２が形成される。

【００３０】

このように、回路形成装置１０では、紫外線硬化樹脂により樹脂積層体１３０，１４０，１６０が形成され、電子部品１５０が装着されるとともに、その電子部品と通電する配線１７２が金属インク１７０により形成されることで、回路を形成することが可能とされている。しかしながら、上述した方法により回路が形成される場合には、部品の寸法公差などに依拠して、回路を適切に形成できない虞がある。

【００３１】

具体的には、例えば、電子部品１５０の寸法、特に、部品本体１５２の高さ寸法が小さい場合には、図８に示すように、電子部品１５０がキャビティ１４２の内部に装着され、キャビティ１４２の内部に樹脂積層体１６０が形成されると、電子部品１５０が樹脂積層体１６０の内部に埋没する。このように、電子部品１５０が樹脂積層体１６０の内部に埋

没すると、電子部品１５０の電極１５４が露出しないため、電極１５４を配線１７２に導通させることができず、適切な回路を形成することができない。

【００３２】

一方で、電子部品１５０の寸法、特に、部品本体１５２の高さ寸法が大きい場合には、図９に示すように、電子部品１５０がキャビティ１４２の内部に装着され、キャビティ１４２の内部に樹脂積層体１６０が形成されると、部品本体１５２が樹脂積層体１６０の上面から突出する。このように、電子部品１５０の部品本体１５２が樹脂積層体１６０の上面から突出すると、樹脂積層体１６０の上面と部品本体１５２の上面とが段差面となり、配線１７２が断線するため、電極１５４を配線１７２に導通させることができず、適切な回路を形成することができない。

【００３３】

このため、電極１５４を上方に向けた状態で電子部品１５０を装着する方法（以下、「Face-up装着法」と記載する）でなく、電極１５４を下方に向けた状態で電子部品１５０を装着する方法（以下、「Face-down装着法」と記載する）を用いて、回路を形成することが考えられる。具体的には、まず、第２造形ユニット２４において、Face-up装着法と同様に、図３に示すように、基板７０の上面に、樹脂積層体１３０が形成される。次に、ステージ５２が第１造形ユニット２２の下方に移動され、第１造形ユニット２２において、図１０に示すように、配線１７２が形成される。

【００３４】

続いて、ステージ５２が第２造形ユニット２４の下方に移動され、第２造形ユニット２４において、図１１に示すように、キャビティ１４２を有する樹脂積層体１４０が樹脂積層体１３０の上に形成される。この際、樹脂積層体１３０の上に形成された配線１７２の端部がキャビティ１４２の内部で露出するように、樹脂積層体１４０が形成される。そして、ステージ５２が第１造形ユニット２２の下方に移動され、第１造形ユニット２２の第１印刷部７２において、ディスペンスヘッド７７が、キャビティ１４２の内部で露出する配線１７２の端部に金属ペースト１８０を吐出する。

【００３５】

続いて、ステージ５２が装着ユニット２６の下方に移動される。装着ユニット２６では、テープフィーダ１１４により電子部品１５０が供給され、その電子部品１５０が装着ヘッド１１６の吸着ノズルによって、保持される。そして、装着ヘッド１１６が、移動装置１１８によって移動され、吸着ノズルにより保持された電子部品１５０が、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の内部に装着される。この際、図１２に示すように、電子部品１５０の１対の電極１５４が下方を向いた状態で、電子部品１５０はキャビティ１４２の内部において、配線１７２の上に吐出された金属ペースト１８０と接触するように装着される。そして、ステージ５２が第１造形ユニット２２の下方に移動され、第１造形ユニット２２の加熱部７４において、金属ペースト１８０が、ヒータ７８により加熱される。これにより、金属ペースト１８０が硬化し、金属ペースト１８０が導電化することで、電子部品１５０の電極が、導電化した金属ペースト１８０を介して、配線１７２と導通する。

【００３６】

次に、ステージ５２は第２造形ユニット２４の下方に移動される。そして、第２造形ユニット２４において、図１３に示すように、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２の内部、つまり、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２を区画する内壁面と電子部品１５０との間に樹脂積層体１９０が形成される。なお、樹脂積層体１９０は、樹脂積層体１３０と同様に、インクジェットヘッド８８による紫外線硬化樹脂の吐出と、照射装置９２による紫外線の照射とが繰り返されることで、形成される。

【００３７】

また、キャビティ１４２の深さ寸法は、電子部品１５０の高さ寸法より大きくされているため、キャビティ１４２に装着された電子部品１５０は、キャビティ１４２に形成された樹脂積層体１９０の内部に埋没する。これにより、電子部品１５０が樹脂積層体１９０の内部に密閉された回路、つまり、電子部品１５０が樹脂積層体１９０において封止され

た回路が形成される。このように、電子部品１５０が樹脂積層体１９０において封止されることで、電子部品１５０及び配線１７２の剥離、酸化、イオンマイグレーション等を防止することができる。また、電子部品１５０の寸法公差により、例えば、部品本体１５２の高さ寸法が異なる場合であっても、電子部品１５０の電極１５４を確実に配線１７２と通電させることができる。さらに言えば、電子部品１５０が埋没された樹脂積層体１９０の上面と、樹脂積層体１４０の上面とが平らに繋がる平面とされている。つまり、樹脂積層体１９０が形成される際に、樹脂積層体１９０の上面として吐出された紫外線硬化樹脂の表面が、樹脂積層体１４０の上面と面一となるように、平坦化装置９０により平坦化された後に、紫外線硬化樹脂に紫外線が照射される。これにより、表面が平らな回路を形成することができる。

【００３８】

このように、Face-down装着法を採用することで、電子部品１５０を樹脂積層体１９０において封止し、電子部品１５０と配線１７２との確実な通電，電子部品１５０及び配線１７２の剥離、酸化、イオンマイグレーション等の防止を図ることができる。しかしながら、樹脂積層体１９０は、キャビティ１４２の内部に電子部品１５０が装着された後に、その電子部品１５０とキャビティ１４２との間に紫外線硬化樹脂が吐出され、その紫外線硬化樹脂が紫外線の照射により形成されるため、紫外線硬化樹脂が部分的に硬化不良を起こす虞がある。

【００３９】

詳しくは、樹脂積層体１９０も、樹脂積層体１３０と同様に、複数の薄膜状の樹脂層が積層されることで形成されるが、樹脂積層体１９０の下層の樹脂層が形成される際に、キャビティ１４２の底面において、電子部品１５０の下面と樹脂積層体１３０の上面との間に、紫外線硬化樹脂が入り込む。このように、電子部品１５０の下面と樹脂積層体１３０の上面との間に入り込んだ紫外線硬化樹脂には、紫外線を照射することができないため、硬化不良が生じる。つまり、電子部品１５０を封止する樹脂積層体１９０では、電子部品１５０の下面と樹脂積層体１３０の上面との間に入り込んだ紫外線硬化樹脂が硬化不良の状態となっている虞がある。

【００４０】

このようなことに鑑みて、Face-down装着法を用いて回路が形成される際に、電子部品１５０を封止する樹脂として、紫外線硬化樹脂だけでなく、熱硬化性樹脂も使用されている。具体的には、Face-down装着法を用いた上記方法と同様に、図１２に示すように、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２において、電極１５４を下方に向けた状態で電子部品１５０を装着する。この際、電子部品１５０の電極１５４を、配線１７２の上に吐出された金属ペースト１８０に接触させる。そして、ヒータ７８により金属ペースト１８０を加熱することで、金属ペースト１８０を導電化させて、電子部品１５０の電極１５４を、金属ペースト１８０を介して配線１７２に導通させる。

【００４１】

次に、ステージ５２が第２造形ユニット２４の下方に移動される。そして、ディスペンスヘッド８９が、図１４に示すように、キャビティ１４２の内部において、樹脂積層体１３０の上面に装着されている電子部品１５０の側面の外縁に沿って、熱硬化性樹脂２００を樹脂積層体１３０の上面に吐出する。この際、ディスペンスヘッド８９は、電子部品１５０の４つの側面のうちの１の側面と、その１の側面と連続する別の１の側面の外縁に沿って、概してＬ字型に熱硬化性樹脂２００を吐出する。なお、図１４は、形成時の回路を上方からの視点において示す図である。

【００４２】

このように、電子部品１５０の側面の外縁に沿って、熱硬化性樹脂２００が樹脂積層体１３０の上面に吐出されると、樹脂積層体１３０の上面と電子部品１５０の部品本体１５２の下面との間に、熱硬化性樹脂２００が毛管現象により侵入する。これにより、図１５に示すように、樹脂積層体１３０の上面と電子部品１５０の部品本体１５２の下面との間に、熱硬化性樹脂２００が封じ込められる。つまり、樹脂積層体１３０の上面と部品本体

１５２の下面との間に、熱硬化性樹脂２００が封入される。そして、熱硬化性樹脂２００がヒータ９３により加熱されることで、熱硬化性樹脂２００が、樹脂積層体１３０の上面と部品本体１５２の下面との間に封入された状態で硬化する。

【００４３】

続いて、第２造形ユニット２４において、キャビティ１４２の内部、つまり、樹脂積層体１４０のキャビティ１４２を区画する内壁面と電子部品１５０との間への薄膜状の紫外線硬化樹脂の吐出と、その紫外線硬化樹脂への紫外線の照射とが繰り返される。これにより、図１６に示すように、キャビティ１４２の内部において、電子部品１５０が、硬化した紫外線硬化樹脂の樹脂積層体２１０により封止される。つまり、キャビティ１４２の内部において、樹脂積層体１３０の上面と部品本体１５２の下面との間に、硬化した熱硬化性樹脂２００が封入された状態で、電子部品１５０が紫外線硬化樹脂の樹脂積層体２１０により封止される。このように、キャビティ１４２の内部において、樹脂積層体１３０の上面と部品本体１５２の下面との間に封入される樹脂として、熱硬化性樹脂２００が使用される。一方、その熱硬化性樹脂２００の上方において電子部品１５０をキャビティ１４２の内部に封止する樹脂として、紫外線硬化樹脂が使用される。これにより、電子部品１５０が装着されたキャビティ１４２の内部での樹脂の硬化不良を防止することが可能となり、適切な回路の形成を担保することができる。

【００４４】

なお、樹脂積層体２１０の形成時においても、樹脂積層体１９０の形成時と同様に、樹脂積層体２１０の上面として吐出された紫外線硬化樹脂の表面が、樹脂積層体１４０の上面と面一となるように、平坦化装置９０により平坦化された後に、紫外線硬化樹脂に紫外線が照射される。これにより、電子部品１５０を封止する樹脂積層体２１０の上面と、樹脂積層体１４０の上面とが平らに繋がる平面とされている。

【００４５】

なお、制御装置２８のコントローラ１２０は、図２に示すように、形成部２２０と、塗布部２２２と、装着部２２４と、封入部２２６と、封止部２２８と、平坦化部２３０とを有している。形成部２２０は、樹脂積層体１３０の上に配線１７２を形成するための機能部である。塗布部２２２は、配線１７２の上に金属ペースト１８０を塗布するための機能部である。装着部２２４は、電極１５４が金属ペースト１８０に接触するように電子部品１５０をキャビティ１４２の内部に装着するための機能部である。封入部２２６は、キャビティ１４２に装着された電子部品１５０の下面と樹脂積層体１３０の上面との間に熱硬化性樹脂２００を封入するための機能部である。封止部２２８は、キャビティ１４２に装着された電子部品１５０を樹脂積層体２１０により封止するための機能部である。平坦化部２３０は、電子部品１５０を封止する樹脂積層体２１０の上面を樹脂積層体１４０の上面と面一となるように平坦化させるための機能部である。

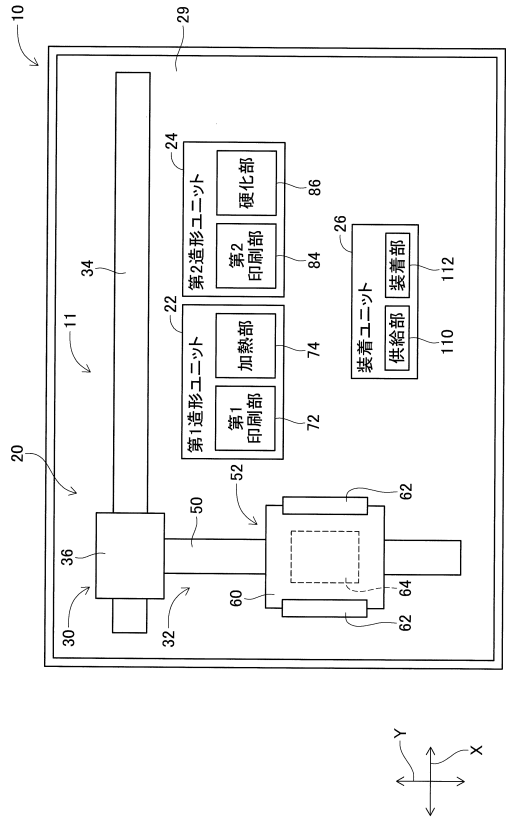
【００４６】

なお、上記実施例において、回路形成装置１０は、回路形成装置の一例である。インクジェットヘッド７６は、形成装置の一例である。ヒータ７８は、形成装置の一例である。インクジェットヘッド８８は、封止装置の一例である。ディスペンスヘッド８９は、封入装置の一例である。照射装置９２は、封止装置の一例である。ヒータ９３は、封入装置の一例である。装着ヘッド１１６は、装着装置の一例である。移動装置１１８は、装着装置の一例である。樹脂積層体１３０は、基材の一例である。樹脂積層体１４０は、基材の一例である。キャビティ１４２は、キャビティの一例である。電子部品１５０は、電子部品の一例である。電極１５４は、電極の一例である。配線１７２は、配線の一例である。金属ペースト１８０は、導電性流体の一例である。熱硬化性樹脂２００は、熱硬化性樹脂の一例である。形成部２２０により実行される工程は、形成工程の一例である。塗布部２２２により実行される工程は、塗布工程の一例である。装着部２２４により実行される工程は、装着工程の一例である。封入部２２６により実行される工程は、封入工程の一例である。封止部２２８により実行される工程は、封止工程の一例である。平坦化部２３０により実行される工程は、平坦化工程の一例である。

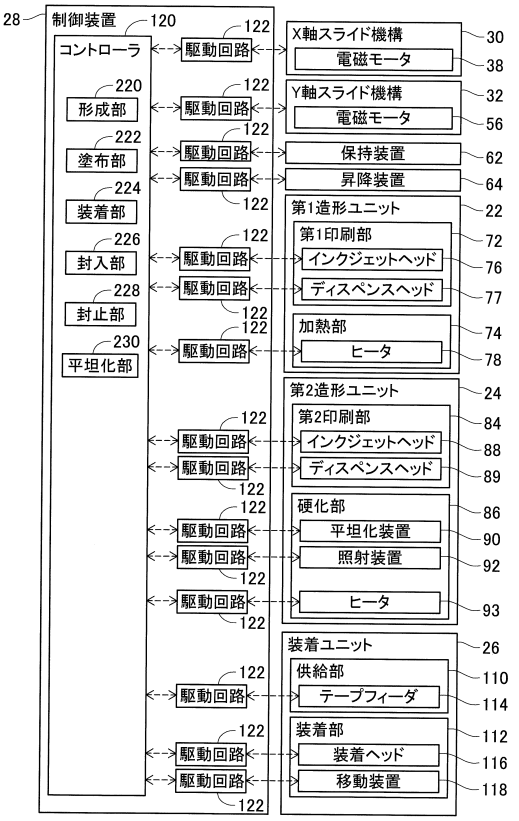
【００４７】
なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することが可能である。例えば、上記実施例では、電子部品１５０がキャビティ１４２の内部に電極１５４を下方に向けた状態で装着されているが、キャビティ以外の部分に電極１５４を下方に向けた状態で装着されてもよい。
【００４８】
また、熱硬化性樹脂２００が樹脂積層体１３０の上面と電子部品１５０の下面との間に封入される際に、部品本体１５２の側面の２つの面に沿って熱硬化性樹脂２００が塗布されているが、部品本体１５２の側面の任意の数の面に沿って熱硬化性樹脂２００が塗布されてもよい。ただし、部品本体１５２の全ての側面に沿って熱硬化性樹脂２００が塗布されると、樹脂積層体１３０の上面と電子部品１５０の下面との間にエアが封入される虞があるため、部品本体１５２の全ての側面より少ない数の面に沿って熱硬化性樹脂２００が塗布されることが好ましい。
【００４９】
また、上記実施例では、樹脂積層体１３０の上面と電子部品１５０の下面との間に封入される樹脂として、熱硬化性樹脂が採用されているが、紫外線硬化樹脂以外の硬化性樹脂であれば、任意の樹脂を採用することが可能である。具体的には、例えば、２液混合型の硬化性樹脂などを採用することが可能である。
【００５０】
また、上記実施例では、樹脂積層体１３０，１４０，２１０、配線１７２、電子部品１５０、熱硬化性樹脂２００等により回路が構成されているが、その回路の上に、更に、配線の形成、電子部品の装着、樹脂積層体の積層などを行ってもよい。
【００５１】
また、上記実施例では、ヒータ７８により、金属インク及び金属ペーストが加熱されているが、レーザ光等の照射により、金属インク及び金属ペーストが加熱されてもよい。
【００５２】
また、上記実施例では、金属ペースト１８０が、ディスペンスヘッド７７により吐出されているが、スタンプ等により金属ペースト１８０が転写されてもよい。また、スクリーン印刷により、金属インク若しくは金属ペーストが印刷されてもよい。
【符号の説明】
【００５３】
１０：回路形成装置　７６：インクジェットヘッド（形成装置）　７８：ヒータ（形成装置）　８８：インクジェットヘッド（封止装置）　８９：ディスペンスヘッド（封入装置）　９２：照射装置（封止装置）　９３：ヒータ（封入装置）　１１６：装着ヘッド（装着装置）　１１８：移動装置（装着装置）　１３０：樹脂積層体（基材）　１４０：樹脂積層体（基材）　１４２：キャビティ　１５０：電子部品　１５４：電極　１７２：配線　１８０：金属ペースト（導電性流体）　２００：熱硬化性樹脂　２２０：形成部（形成工程）　２２２：塗布部（塗布工程）　２２４：装着部（装着工程）　２２６：封入部（封入工程）　２２８：封止部（封止工程）　２３０：平坦化部（平坦化工程）

【図面】

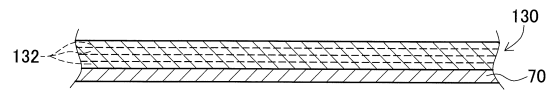
【図１】


10
29
24
第2造形ユニット
硬化部
第2印刷部
86
84
26
装着ユニット
装着部
供給部
112
110
34
22
第1造形ユニット
加熱部
第1印刷部
74
72
11
20
52
62
50
36
60
64
62
30
32
Y
X

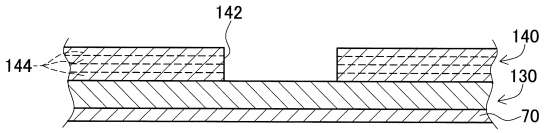
【図２】


28
制御装置
120
コントローラ
220
形成部
222
塗布部
224
装着部
226
封入部
228
封止部
230
平坦化部
122
駆動回路
X軸スライド機構
電磁モータ
30
38
Y軸スライド機構
電磁モータ
32
56
保持装置
62
昇降装置
64
第1造形ユニット
22
第1印刷部
インクジェットヘッド
72
76
ディスペンスヘッド
77
加熱部
ヒータ
74
78
第2造形ユニット
24
第2印刷部
インクジェットヘッド
84
88
ディスペンスヘッド
89
硬化部
86
平坦化装置
90
照射装置
92
ヒータ
93
装着ユニット
26
供給部
テープフィーダ
110
114
装着部
112
装着ヘッド
116
移動装置
118

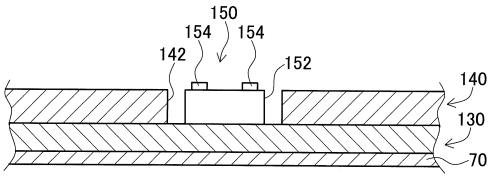
【図３】


130
132
70

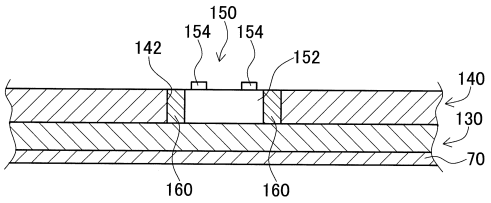
【図４】


142
140
144
130
70

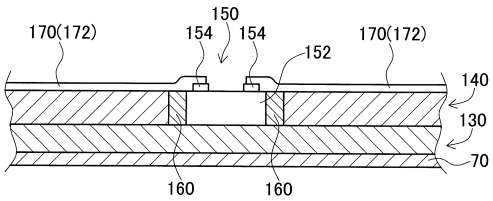
【図５】



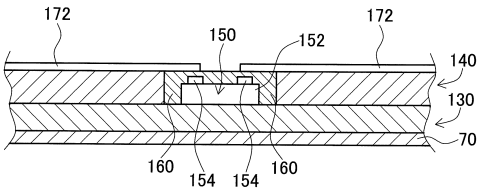
【図６】



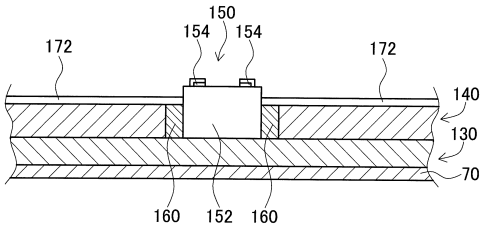
【図７】



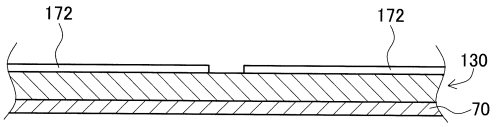
【図８】



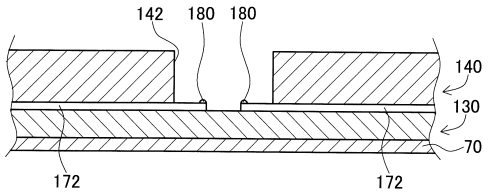
【図９】



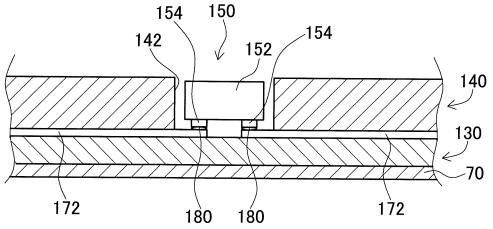
【図１０】



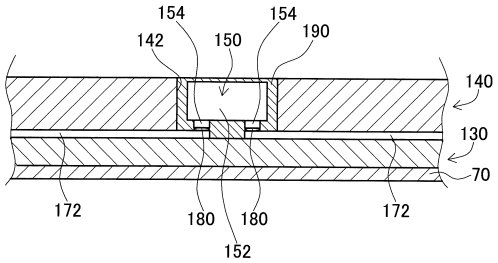
【図１１】



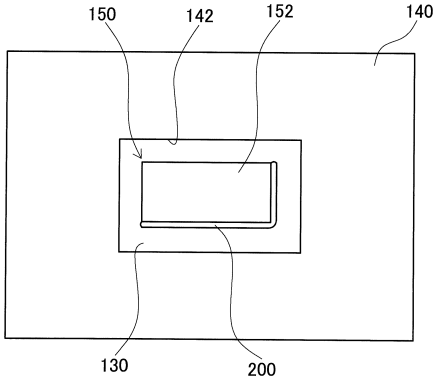
【図１２】



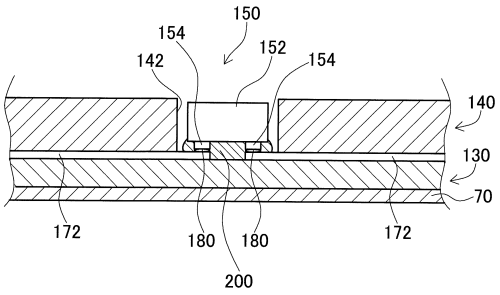
【図１３】



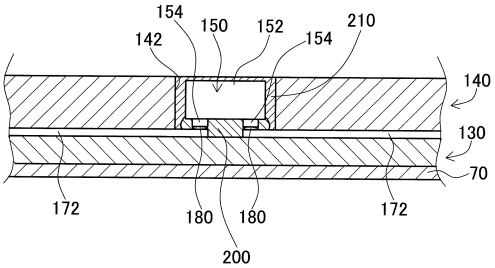
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２０１９／１９３６４４（WO，Ａ１）
特開平１０－２０９２１７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／１４７２８４（WO，Ａ１）
特開２０１０－１９９６２１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
H05K 1/18
H05K 3/28
H05K 3/32