

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4815314号
(P4815314)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.	F I	
H05K 3/34 (2006.01)	H05K 3/34	505B
C09J 201/00 (2006.01)	H05K 3/34	512C
C09J 5/04 (2006.01)	H05K 3/34	507C
B23K 3/06 (2006.01)	C09J 201/00	
B23K 1/00 (2006.01)	C09J 5/04	

請求項の数 8 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-259656 (P2006-259656)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成18年9月25日(2006.9.25)	(74) 代理人	100083116 弁理士 松浦 憲三
(65) 公開番号	特開2008-84889 (P2008-84889A)	(72) 発明者	吉田 淳一 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
(43) 公開日	平成20年4月10日(2008.4.10)	(72) 発明者	井上 齊逸 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
審査請求日	平成21年3月13日(2009.3.13)	審査官	奥村 一正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子回路基板の製造方法および接合装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

金属粒子を絶縁性樹脂材料で被覆し該絶縁性樹脂材料を帯電させてなる荷電粒子が絶縁性溶媒に分散されている液状接合材料を用意し、前記液状接合材料を供給する液体供給装置を用いて、該液体供給装置と所定の基板の被供給箇所との間に発生させた静電力により前記液状接合材料を濃縮して前記基板の被供給箇所に供給する供給工程と、

前記基板の被供給箇所に電子部品の電極を配置するマウント工程と、

前記基板の被供給箇所に供給された前記液状接合材料の前記絶縁性樹脂材料および前記金属粒子を溶解するリフロー工程と、

を含み、

前記供給工程にて、前記被供給箇所に前記液状接合材料を重ねて複数回供給することで、前記被供給箇所上に前記荷電粒子を積層し、

前記リフロー工程にて、前記金属粒子の融点よりも低く前記絶縁性樹脂材料の融点よりも高い温度で予備加熱を行ない、

前記基板の被供給箇所と前記電子部品の電極とを電気的かつ物理的に接合することを特徴とする電子回路基板の製造方法。

【請求項2】

前記基板の被供給箇所は、ランドであることを特徴とする請求項1に記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項3】

前記基板における前記ランドの位置情報を少なくとも含む電子回路基板製造用データに基づいて、前記基板の前記ランドに向けて供給を行うことを特徴とする請求項2に記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項4】

前記金属粒子は、Sn-Pb系材料、Sn-Ag系材料、Sn-Ag-Cu系材料、Sn-Bi系材料、Sn-Cu系材料、Sn-Cu-Ni系材料、Sn-Ag-Bi系材料、Sn-Ag-Bi-In系材料、Sn-Ag-Bi-Cu系材料、Sn-Zn系材料、Sn-Zn-Bi系材料からなる群から選択される金属材料からなることを特徴とする請求項1から3のうちいずれか1項に記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項5】

前記絶縁性樹脂材料は、酸化防止成分および粘着性成分のうち少なくとも何れかを含むことを特徴とする請求項1から4のうちいずれか1項に記載の電子回路基板の製造方法。

【請求項6】

液状接合材料を所定の被供給体に供給する接合装置であって、
前記液状接合材料は、金属粒子を絶縁性樹脂材料で被覆し該絶縁性樹脂材料を帯電させる荷電粒子が絶縁性溶媒に分散されて構成されており、
前記被供給体との間に発生させた静電力により前記液状接合材料を濃縮して前記被供給体に向けて供給する液体供給手段と、
前記基板の被供給箇所電子部品の電極を配置するマウント手段と、
前記基板の被供給箇所に供給された前記液状接合材料の前記絶縁性樹脂材料および前記金属粒子を溶解するリフロー手段と、

を備え、

前記液体供給手段は、前記被供給箇所に前記液状接合材料を重ねて複数回供給することで、前記被供給箇所上に前記荷電粒子を積層し、

前記リフロー手段は、前記金属粒子の融点よりも低く前記絶縁性樹脂材料の融点よりも高い温度で予備加熱を行なうことを特徴とする接合装置。

【請求項7】

前記液体供給手段は、基板のランドに向けて前記液状接合材料の供給を行うことを特徴とする請求項6に記載の接合装置。

【請求項8】

前記液体供給手段は、前記基板における前記ランドの位置情報を少なくとも含む電子回路基板製造用データに基づいて、前記基板の前記ランドに向けて前記液状接合材料の供給を行うことを特徴とする請求項7に記載の接合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液状接合材料を供給する箇所が微小であっても濡れ拡がりに因りはみ出さずとがないうように液状接合材料を供給することができる電子回路基板の製造方法および接合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器に用いられる電子回路基板の製造方法において、電子部品を基板に実装するプロセス、より詳しくは電子部品の所定箇所(例えば電極、リード、端子等、以下「電極」と称す)と、電子回路基板に形成された配線の所定箇所(例えばランド、パッド等、以下「ランド」と称す)とを電気的かつ物理的に接合するプロセスが行われる。

【0003】

このようなプロセスにおいて、スクリーン印刷を用いた接合材料の供給が一般に行われている。具体的には、電子回路基板に形成された配線のランドに、スクリーン印刷法で、接合材料であるクリームはんだを印刷し、該クリームはんだ上に電子部品の電極が位置するようにマウンタで電子部品を適切に配置(以下「マウント」と称す)し、この状態で熱

10

20

30

40

50

処理（いわゆる「リフロー加熱」）を施す。

【0004】

ところで、近年、携帯電話に代表される携帯用電子機器の小型化、高機能化の要求を受け、そのような携帯用電子機器に内蔵される電子回路基板の更なる高集積化のため、電子部品の小型化および電極間の狭ピッチ化が進行し、結果として、微小なランド上に接合材料を供給すること、つまり接合材料からなる接合パターンの更なる微細化が求められた。このような電子回路基板の配線の微小なランドに、前述のスクリーン印刷法を用いてクリームはんだを供給すると、版抜け性不良、かすれ、クリームはんだ量不足等の品質劣化の問題が生じる。そこで、スクリーン印刷法に代えて、インクジェット印刷法（インクをノズルから記録媒体に向けて吐出する画像記録方法である）や、電子写真法（光導電効果および静電吸着を利用してトナーを感光体に撒布した後に記録媒体に転写する乾式の画像記録方法である）の原理を用いた、接合材料の供給方法が提案されている。

10

【0005】

特許文献1には、金属粒子を樹脂材料で被覆し分散媒中に分散させて成る液状接合材料を、インクジェット印刷法の原理を用いて、電子回路基板のランドに供給することが記載されている。いわゆるソリッドインク型接合材料、すなわち定常状態（例えば5～50の状態）では流動性を有しないが、高温（例えば100～160の状態）で液状化する接合材料を用いる例も記載されている。

【0006】

また、特許文献2には、固体粉末状の荷電性粒子（金属粒子を絶縁性樹脂材料で被覆し帯電させて成る粒子）を、電子写真法の原理を利用して、電子回路基板のランドに供給することが記載されている。

20

【特許文献1】特開2004-74267号公報

【特許文献2】特開2003-168324号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に記載のものは、液状接合材料を電子回路基板の微小なランドに向けて吐出した際に、そのランド上で液状接合材料が濡れ拡がってランドからはみ出してしまうという問題が生じる。

30

【0008】

特に、ランドと電子部品の電極とを確実に接合するため、液状接合材料をランド上に重ねて供給（印刷）することが求められているが、このように液状接合材料をランド上に重ねて供給すると、液状接合材料のランド当たりの供給量が増えるので、前述の問題がより顕著に現れてしまう。

【0009】

具体的には、ランド上での液状接合材料の望ましい厚さは、一般に30～100 μ mであるが、そのような厚さとするためには、複数の印刷機構に電子回路基板を通すか、あるいは、ひとつの印刷機構に電子回路基板を複数回通して、重ね印刷する。そうすると、微小なランドでは、液状接合材料の濡れ拡がりに因り液状接合材料がランドからはみ出してしまう。

40

【0010】

いわゆるソリッドインク型接合材料は、液体吐出ヘッドを用いてランドへ向けて吐出供給する時、いわゆる液体インク型接合材料（液状接合材料）よりも高温（約100～160）にソリッドインク型接合材料を加熱して液状化した状態で吐出する必要があるため、液体吐出ヘッドの構成材料に耐熱性が必要（汎用エンプラ材料が使えない）となる。また、基板へ供給後は冷却または放熱で、ソリッドインク型接合材料が固化するため、ランドのサイズ（接合材料供給量に差が出る）により、放熱効果が異なり、結果、箇所によって粘度が異なる（硬度に差が出る）こととなり、電子部品をマウントする際に電子部品の粘着状態に差が出て支障を来す。また、基板へ供給後は冷却または放熱で、ソリッドインク型

50

接合材料が固化するため、ランドのサイズが大きい箇所では固化するための時間をより長く必要とし、生産性を低下させる。これらを回避する手段として、実用上、接合材料が半溶融状態となる程度に予め基板を加熱することが必要となるが、このためには基板の加熱装置、温度制御装置等が新たに必要となり、装置コストが高くなる。さらに液体インク型接合材料と同様に、重ねて印刷することが好ましいが、接合材料の量が増えるため、上記の課題が、より顕著に現れる結果となる。つまりランドに対して、接合材料を適正な量だけ印刷するために、重ねて印刷する際に、液体インク型接合材料の場合は、濡れ広がりにより顕著になり、ソリッドインク型接合材料の場合は、印刷時の接合材料の温度制御に加え、接合材料の粘度を印刷箇所によらず均一にするために基板の温度制御等がより精密かつ複雑となり、接合材料を積層させることが極めて困難となってくる。さらに、接合材料を積重ね方向へサイズ[dot径]を維持しながら、積層させることも困難であることは言うまでも無い。吐出ヘッド加熱前の高粘度接合材料によるノズル詰まりが発生するという問題もある。すなわち、ソリッドインク型接合材料を基板へ供給することは容易でない。

10

【0011】

なお、特許文献2に記載のものは、電子写真法の原理を利用しているため、すなわち光導電効果および静電吸着を利用して固体粉末状の接合材料を感光体に撒布した後に更に電子回路基板のランドに転写する必要があるため、特有の光照射工程、転写工程が必要であり、装置の大型化、低生産性、コストアップになる。

【0012】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、液状接合材料の被供給箇所が微小であっても、濡れ拡がりに因りはみ出すことがなく且つ容易に液状接合材料を供給できる電子回路基板の製造方法および接合装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記目的を達成するために、本発明は、金属粒子を絶縁性樹脂材料で被覆し該絶縁性樹脂材料を帯電させてなる荷電粒子が絶縁性溶媒に分散されている液状接合材料を用意し、前記液状接合材料を供給する液体供給装置を用いて、該液体供給装置と所定の基板の被供給箇所との間に発生させた静電力により前記液状接合材料を濃縮して前記基板の被供給箇所に供給する供給工程と、前記基板の被供給箇所に電子部品の電極を配置するマウント工程と、前記基板の被供給箇所に供給された前記液状接合材料の前記絶縁性樹脂材料および前記金属粒子を溶解するリフロー工程と、を含み、前記供給工程にて、前記被供給箇所に前記液状接合材料を重ねて複数回供給することで、前記被供給箇所上に前記荷電粒子を積層し、前記リフロー工程にて、前記金属粒子の融点よりも低く前記絶縁性樹脂材料の融点よりも高い温度で予備加熱を行ない、前記基板の被供給箇所と前記電子部品の電極とを電気的かつ物理的に接合することを特徴とする電子回路基板の製造方法を提供する。

30

【0014】

この発明によれば、液状接合材料の供給側と被供給側との間に発生させた静電力により液状接合材料が濃縮して供給されるので、液状接合材料の被供給箇所が微小であっても、濡れ拡がりに因りはみ出すことがない。また、接合材料供給側での加熱は不要なので、いわゆるソリッドインク型接合材料を高温(約100~160度)に加熱して供給する場合とは異なり、接合材料供給側の構成材料には耐熱性が不要となるので、低コストで済む。また、電子写真法を用いる場合と比較して、光照射工程や転写工程が不要なので、接合材料供給側の装置構成を小型にでき、高生産性、低コストが確保される。

40

【0016】

一実施形態において、前記基板の被供給箇所は、ランドであることを特徴とする。

【0018】

一実施形態において、前記基板における前記ランドの位置情報を少なくとも含む電子回路基板製造用データに基づいて、前記基板の前記ランドに向けて吐出を行う。

【0019】

本発明は、液状接合材料を所定の被供給体に供給する接合装置であって、前記液状接合

50

材料は、金属粒子を絶縁性樹脂材料で被覆し該絶縁性樹脂材料を帯電させてなる荷電粒子が絶縁性溶媒に分散されて構成されており、前記被供給体との間に発生させた静電力により前記液状接合材料を濃縮して前記被供給体に向けて供給する液体供給手段と、前記基板の被供給箇所電子部品の電極を配置するマウント手段と、前記基板の被供給箇所に供給された前記液状接合材料の前記絶縁性樹脂材料および前記金属粒子を溶解するリフロー手段と、を備え、前記液体供給手段は、前記被供給箇所に前記液状接合材料を重ねて複数回供給することで、前記被供給箇所上に前記荷電粒子を積層し、前記リフロー手段は、前記金属粒子の融点よりも低く前記絶縁性樹脂材料の融点よりも高い温度で予備加熱を行なうことを特徴とする接合装置を提供する。

【0021】

一実施形態において、前記金属粒子は、例えば、Sn-Pb系材料、Sn-Ag系材料、Sn-Ag-Cu系材料、Sn-Bi系材料、Sn-Cu系材料、Sn-Cu-Ni系材料、Sn-Ag-Bi系材料、Sn-Ag-Bi-In系材料、Sn-Ag-Bi-Cu系材料、Sn-Zn系材料、Sn-Zn-Bi系材料からなる群から選択される金属材料からなる。

【0022】

一実施形態において、前記絶縁性樹脂材料は、酸化防止成分および粘着性成分のうち少なくとも何れかを含む。

【0023】

絶縁性樹脂材料の一例としては、酸化防止性および粘着性を有するロジンが挙げられる。

【0024】

絶縁性溶媒としては、 $10^9 \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上の高い電気抵抗率を有する誘電性の溶媒を用いる。絶縁性溶媒の比誘電率は、5以下が好ましく、より好ましくは4以下、さらに好ましくは3.5以下である。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、液状接合材料の被供給箇所が微小であっても、ソリッドインク型接合材料や電子写真法を用いることなく、濡れ拡がりに因りはみ出すことがなく且つ容易に液状接合材料を供給できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、添付図面に従って、本発明の実施形態について、詳細に説明する。

【0027】

図1(A)に、本発明に係る液状接合材料供給装置の要部としての液体吐出ヘッドおよびその周辺部の概略構成の一例の断面を模式的に示し、図1(B)に、図1(A)のI B-I B線矢視図を示す。

【0028】

図1(A)に示すように、液体吐出ヘッド10は、ヘッド基板12と、液体ガイド14と、吐出口28が形成された吐出口基板16とを有する。吐出口基板16には、吐出口28を囲むように吐出電極18が配置されている。

【0029】

また、液体吐出ヘッド10の吐出側の面(図中、上面)に対面する位置に、電子回路基板Pを支持する基板支持部24と、電子回路基板Pの帯電ユニット26が配置されている。

【0030】

ヘッド基板12と吐出口基板16は、互いに対面した状態で所定間隔離間して配置されている。ヘッド基板12と吐出口基板16の間に形成される空間によって各吐出口28に液状接合材料(以下「接合液」と称する)Qを供給する液体流路30が形成されている。液体流路30を流動している接合液Qは、液体ガイド14によって吐出口28へ向けて案

10

20

30

40

50

内され、吐出電極 18 によってエネルギーが与えられるとともに濃縮されて吐出口 28 から電子回路基板 P に向けて吐出されることにより、電子回路基板 P に供給される。

【0031】

液体吐出ヘッド 10 は、電子回路基板 P への接合液 Q の供給を高密度且つ高速に行うために、複数の吐出口 28 (ノズル) が二次元的に配列されたマルチチャンネル構造を有する。図 2 は、液体吐出ヘッド 10 の吐出口基板 16 に複数の吐出口 28 が二次元的に配列されている様子を模式的に示す。なお、図 1 (A) 及び図 1 (B) においては、液体吐出ヘッド 10 の構成を分かりやすく示すために、複数の吐出口 28 のうちの 1 つの吐出口だけを示している。

【0032】

液体吐出ヘッド 10 において、吐出口 28 の個数や、その物理的な配置位置等は自由に選択することができる。例えば、図 2 に示すようなマルチチャンネル構造のみならず、吐出口の列を 1 列のみ有するものであってもよい。また、電子回路基板 P の全域に対応する吐出口の列を有するいわゆる (フル) ラインヘッドでもよく、あるいは、ノズル列の方向と直交する方向に走査されるいわゆるシリアルヘッド (シャトルタイプ) であってもよい。

【0033】

なお、図 2 は、マルチチャンネル構造の一部 (3 行 3 列) の吐出口 28 の配列を示しており、好ましい態様として、液体流路 30 を流動する接合液 Q の流動方向 F (以下「液体流方向 F」と称する) において下流側の列の吐出口 28 が上流側の列の吐出口 28 に対して、液体流方向 F に垂直な方向に所定ピッチずつずれて配置されている。このように、下流側の列の吐出口 28 を上流側の列の吐出口 28 に対して液体流方向 F に垂直な方向にずらして配置することにより、吐出口 28 に接合液 Q を良好に供給することができる。なお、液体吐出ヘッド 10 は、下流側の列の吐出口 28 が上流側の列の吐出口 29 に対して液体流方向 F に垂直な方向にずらされて配置された n 行 m 列 (n、m は正の整数) の吐出口 28 が、液体流方向 F に一定の周期で繰り返し続くように構成されていてもよいし、それぞれの吐出口 28 が、上流側に位置する吐出口 28 に対して液体流方向 F に垂直な一方向 (図 2 において下方向又は上方向) に連続的にずれて配置されていてもよい。吐出口 28 の個数やピッチ、繰り返し周期等は、解像度や送りピッチに応じて適宜設定することができる。

【0034】

また、図 2 では、好ましい態様として、液体流方向 F において、下流側の列の吐出口 28 を上流側の列の吐出口 28 に対して液体流方向 F に垂直な方向にずらして配置したが、これに限定されず、下流側の吐出口 28 と上流側の吐出口 28 が、液体流方向 F において同一直線上に配置されていてもよい。この場合は、各行のそれぞれの吐出口 28 を、液体流方向 F に垂直な方向において隣に位置する行のそれぞれの吐出口 28 に対して、液体流方向 F にずらして配置させることが好ましい。

【0035】

このような液体吐出ヘッド 10 において、後述の荷電粒子 (図 6 の 60) を絶縁性の液体溶媒 (以下「キャリア液」と称する) に分散させてなる接合液 Q を用いる。

【0036】

そして、図 1 に示す吐出口基板 16 に設けられた吐出電極 18 に駆動電圧を印加して吐出口 28 に電界を発生させ、吐出口 28 内の接合液 Q を静電力により濃縮して吐出させる。また、吐出電極 18 に印加する駆動電圧を、電子回路基板製造用データに基づいて on/off (吐出 on/off) することにより、吐出口 28 から電子回路基板製造用データに応じた接合液滴 R を吐出して、もって電子回路基板 P への接合液 Q の供給を行う。

【0037】

以下、図 1 (A) 及び (B) に示した液体吐出ヘッド 10 の構造についてより詳細に説明する。

【0038】

10

20

30

40

50

図1(A)に示すように、液体吐出ヘッド10の吐出基板16は、絶縁基板32と、ガード電極20と、吐出電極18と、絶縁層34とを有する。絶縁基板32の図中上側の面(ヘッド基板12に対面する側と反対側の面)に、ガード電極20と絶縁層34とが順に積層されている。また、絶縁基板32の図中下側の面(ヘッド基板12に対面する側の面)には、吐出電極18が形成されている。

【0039】

また、吐出基板16には、接合液Qを接合液滴Rとして吐出するための吐出28が絶縁基板32を貫通して形成されている。吐出28は、図1(B)に示すように、長方形の両方の短辺側を半円形にした、液体流方向Fに細長い繭形の開口(スリット)であり、液体流方向Fの長さLと液体流方向Fに直交する方向の長さDとのアスペクト比(L/D)が1以上となる形状を有する。

10

【0040】

このように、吐出28を液体流方向Fの長さLと液体流方向Fに直交する方向の長さDとのアスペクト比(L/D)が1以上の開口(液体流方向Fを長辺とする形状異方性を有する形状、液体流方向Fを長辺とする長穴形状)とすることで、吐出28に接合液Qが流れやすくなる。つまり吐出28への接合液Qの粒子供給性を高めることができ、周波数応答性を向上させ、さらに目詰まりも防止することができる。

【0041】

本実施形態では、吐出28を細長い繭形の開口として形成したが、これに限らず、接合液滴Rを吐出することができ、液体流方向Fの長さLと液体流方向Fに直交する方向の長さDとのアスペクト比が1以上となる形状であれば、略円形、楕円形、長方形、ひし形、平行四辺形など任意の形状の吐出にすることができる。例えば、液体流方向Fを長辺とする矩形、又は、液体流方向Fを長軸とする楕円形若しくはひし形にすることができる。また、液体流方向Fの上流側を上底、下流側を下底とし、液体流方向Fの高さが下底よりも長い台形状にしてもよい。この場合、上流側の辺を長くしても下流側の辺を長くしてもよい。また、液体流方向Fを長辺とする長方形の両方の短辺側に、直径がその長方形の短辺よりも大きな円が接続されたような形状にしてもよい。また、吐出は、その中心に対して、上流側と下流側で対称な形状であっても非対称な形状であっても良い。例えば、矩形の吐出の上流側と下流側の少なくとも一方の端部を半円状にして吐出を形成してもよい。

20

30

【0042】

液体吐出ヘッド10の液体ガイド14は、所定の厚みを有するセラミック製平板からなり、各吐出28に対応してヘッド基板12の上に配置されている。液体ガイド14は、繭形の吐出28の長辺方向の長さLに応じて幅広に形成されている。上述したように、液体ガイド14は、吐出28を通過し、その先端部分14aが吐出基板16の電子回路基板P側の表面(絶縁層34の表面)よりも上方に突出している。

【0043】

液体ガイド14の先端部分14aは、基板支持部24側へ向かうに従って次第に細く略三角形(ないしは台形)に成形されている。液体ガイド14は、先端部分14aの傾斜面が液体流方向Fと交差するように配置されている。これにより、吐出28に流入する接合液Qが液体ガイド14の先端部分14aの傾斜面に沿って先端部分14aの頂点に到達するので、吐出28に接合液Qのメニスカスが安定して形成される。

40

【0044】

また、液体ガイド14を吐出28の長辺方向に幅広に形成することで、液体流方向Fに直交する方向の幅を短くすることができ、接合液Qの流れに及ぼす影響を少なくすることができ、かつ後述するメニスカスを安定して形成させることができる。

【0045】

なお、液体ガイド14の形状は、接合液Q内の荷電粒子を吐出基板16の吐出28を通過して先端部分14aに濃縮させることができれば、特に、制限的ではなく、例えば、先端部分14aが基板支持部24に向かうに従って細くなるような形状でなくても良く、

50

適宜変更することができる。例えば、液体ガイド14の中央部分に、図中上下方向に毛細管現象によって接合液Qを先端部分14aに集める液体案内溝となる切り欠きが形成されていても良い。

【0046】

また、液体ガイド14の最先端部に、金属が蒸着されていることが好ましい。液体ガイド14の最先端部に金属を蒸着させることにより、液体ガイド14の先端部分14aの誘電率が実質的に大きくなる。これにより、強電界を生じさせ易くなり、接合液Qの吐出性を向上することができる。

【0047】

図1(B)に示すように、絶縁基板32の下面(ヘッド基板12と対向する面)には、吐出電極18が形成されている。吐出電極18は、矩形状の吐出口28の周囲を囲むように、吐出口28の周縁に沿って、液体流上流側の一辺が切り欠いたコの字状に配置されている。図1(B)においては、吐出電極18はコの字状で形成されているが、液体ガイド14に臨むように配置されている電極であれば、どのような形状でもよく、例えば、四角状電極、リング状の円形電極、楕円形電極、分割円形電極、平行電極、略平行電極等、吐出口28の形状に応じて種々の形状に変更することができる。

10

【0048】

前述のように、液体吐出ヘッド10は、吐出口28を2次元的に配列したマルチチャンネル構造を有するので、図2に模式的に示すように、吐出電極18は、各吐出口28に対応して2次元的に配置されている。

20

【0049】

また、吐出電極18は、液体流路30に露出し、液体流路30を流れる接合液Qと接触している。これにより、接合液滴Rの吐出性を大幅に向上させることができる。しかしながら、吐出電極18は、必ずしも液体流路30に露出して接合液Qと接触している必要はない。すなわち、吐出電極18は吐出口基板16の内部に形成されていてもよいし、吐出電極18の露出面が薄い絶縁層などにより被覆されていてもよい。

【0050】

吐出電極18は、制御部33に接続されている。制御部33は、接合液Qの吐出時及び非吐出時に吐出電極18に印加する電圧を制御することができる。

【0051】

ガード電極20は、絶縁基板32の表面上に形成されており、ガード電極20の表面は絶縁層34によって覆われている。図3に、ガード電極20の平面構造を模式的に示した。図3は、図1(A)のIII-III線矢視図であり、マルチチャンネル構造の液体吐出ヘッドの場合のガード電極20の平面構造を模式的に示している。図3に示すように、ガード電極20は、複数の吐出電極18に共通な、金属板などのシート状の電極であり、2次元的に配列されている各吐出口28の周囲に形成された吐出電極18に対応する位置に開口部36を有する。開口部36は、矩形状に形成されている。ガード電極20の開口部36の長さ及び幅は、吐出口の長さ及び幅よりも大きく形成されている。

30

【0052】

ガード電極20は、隣接する吐出電極18間における電気力線を遮蔽して、電界干渉を抑制することができ、ガード電極20には所定電圧が印加される(接地による0Vを含む)。図示例においては、ガード電極20は接地されて0Vとされている。

40

【0053】

ガード電極20は、好ましい態様として、図1(A)に示すように、吐出電極18とは異なる層に形成され、さらに、全面が絶縁層34によって覆われている。

【0054】

このような絶縁層34を有することにより、隣接する吐出電極18間における電界干渉を好適に防止できると共に、吐出電極18とガード電極20との間で、接合液Qの荷電粒子(図6の60)が放電することも防止できる。

【0055】

50

ここで、ガード電極 20 は、吐出電極 18 から発生する電気力線のうち、対応する吐出口 28 (以下、便宜的に「自チャンネル」とする) に作用する電気力線を確保しつつ、他の吐出口 28 (同様に「他チャンネル」とする) に設けられた吐出電極 18 の電気力線および他チャンネルへの電気力線を遮蔽するように設ける必要がある。

【0056】

ガード電極 20 が無い場合、接合液 Q の吐出時に、吐出電極 18 の吐出口 28 側の端部 (以下、吐出電極の内縁部という) から生じる電気力線は、吐出電極 18 の内側、すなわち、吐出電極 18 の内縁部によって囲まれた領域内に収束して自チャンネルに作用し、接合液 Q の吐出に必要な電界を生じさせる。一方、吐出電極 18 の吐出口 28 側と逆側の端部 (以下、吐出電極の外縁部という) から生じる電気力線は、吐出電極 18 の外縁部よりも更に外側に発散して他チャンネルに影響を及ぼし、電界干渉を生じる。

10

【0057】

以上の点を考慮すれば、ガード電極 20 の矩形状の開口部 36 の幅及び長さは、自チャンネルへの電気力線を遮蔽しないように、基板平面で見た際に、自チャンネルの吐出電極 18 も大きくするのが好ましい。すなわち、ガード電極 20 の吐出口 28 側の端部は、自チャンネルの吐出電極 18 の内縁部よりも、吐出口 28 から離間 (後退) しているのが好ましい。

【0058】

また、他チャンネルへの電気力線を効率的に遮蔽するためには、ガード電極 20 の矩形状の開口部 36 の長さ及び幅は、基板平面で見た際に、自チャンネルの吐出電極 18 の外縁部間の間隔よりも小さくするのが好ましい。すなわち、ガード電極 20 の内縁部は、自チャンネルの吐出電極 18 の外縁部よりも、吐出口 28 に近接 (前進) しているのが好ましい。この近接量は、5 μm 以上、特に、10 μm 以上とするのが好ましい。

20

【0059】

上記構成を有することにより、吐出口 28 からの吐出安定性を十分に確保した上で、隣接するチャンネル間における電界干渉に起因する接合液滴 R の着弾位置のバラツキ等を好適に抑制して、安定して高画質な接合液供給を行うことが可能となる。

【0060】

ガード電極 20 の開口部 36 を、吐出電極 18 の内縁部又は外縁部によって形成される形状と略相似形にし、ガード電極 20 の内縁部が、自チャンネルの吐出電極 18 の内縁部よりも吐出口 28 から離間 (後退) し、吐出電極 18 の外縁部よりも吐出口 28 に近接 (前進) するように、ガード電極 20 を設けてもよい (すなわち、ガード電極 20 の開口部 36 を形成してもよい)。

30

【0061】

また、以上の例では、ガード電極 20 は、シート状電極としているが、本発明はこれには限定されず、各吐出口 28 間において、他チャンネルの電気力線を遮蔽できるように設けられていれば、どのような形状又は構造でも良い。例えば、ガード電極 20 は、各吐出口 28 の間に網目状に設けられていても良い。また、マトリクス状に配列されている複数の吐出口 28 において、例えば、行方向と列方向で隣接する吐出口 28 の間隔が異なる場合には、電界干渉を生じない程十分離れている吐出口 28 の間にはガード電極を設けずに、近接している吐出口 28 の間にのみガード電極を設けても良い。

40

【0062】

このような場合にも、自チャンネルの吐出電極 18 に対して、ガード電極 20 の内縁部が、吐出電極 18 の内縁部よりも吐出口 28 から離間し、吐出電極 18 の外縁部より吐出口 28 に近接するように、ガード電極 20 を形成すればよい。

【0063】

ここでは、ガード電極 20 の開口部 36 の形状を、吐出口 28 の形状と略同様の形状にしたが、これに限定されるものではなく、隣接する吐出電極 18 間における電気力線を遮蔽して電界干渉を防止することができれば、任意の形状にすることができる。例えば、円形や楕円形、正方形、ひし形などの形状にすることができる。

50

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態の液体吐出ヘッド10は、好ましい形態として、ヘッド基板12に吐出口28に接合液Qを誘導する液体誘導堰40が設けられている。以下、液体誘導堰40について説明する。

【 0 0 6 5 】

図4(A)は、図1の液体吐出ヘッド10における吐出口28近傍の構成を示す部分断面斜視図である。同図では、液体誘導堰40の構造を明示するために、吐出口基板16を液体ガイド14の略中央の位置で液体流方向Fに沿って切断して示している。

【 0 0 6 6 】

液体誘導堰40は、ヘッド基板12の液体流路30側の面、すなわち液体流路30の底面において、吐出口28に対応する位置に配置された液体ガイド14の液体流方向Fの上流側および下流側に備えられており、液体流方向Fに対して、吐出口28に対応する位置の近傍から吐出口28の中心に対応する位置に向かって、吐出口基板16に漸次近接するように傾斜した面を有している。すなわち、液体誘導堰40は、液体流方向Fに沿って、吐出口28に向かって傾斜する形状を有している。

【 0 0 6 7 】

また、液体誘導堰40は、液体流方向Fに直交する方向において、吐出口28と略同一の幅を有し、底面から垂設する壁面を有する形状とされている。また、液体誘導堰40は、吐出口28を塞ぐことなく、接合液Qの流路を確保するように、吐出口基板16の液体流路30側の面、すなわち液体流路30の上面から所定の間隔を置いて設けられている。このような液体誘導堰40は、各々の吐出口28に対してそれぞれ設けられている。

【 0 0 6 8 】

このように、液体流路30の底面に、液体流方向Fに沿って、吐出口28に向かって傾斜する液体誘導堰40を設けることによって、吐出口28へ向かう液体流が形成され、接合液Qが吐出口28の液体流路30側の開口部に誘導される。そのため、接合液Qを吐出口28内部へ好適に流入させることができ、接合液Qの粒子供給性をより向上させることができる。さらに目詰まりもより確実に防止することができる。

【 0 0 6 9 】

液体誘導堰40の液体流方向Fの長さ l は、隣接する吐出口28と干渉しない範囲で、接合液Qを吐出口28へ好適に誘導できるように適宜設定されればよいが、図4(B)に示すように、液体誘導堰40の最高部の高さ h に対し、3倍以上($l/h \geq 3$)とするのが好ましく、8倍以上($l/h \geq 8$)とするのがより好ましい。

【 0 0 7 0 】

液体誘導堰40の液体流方向Fと直交する方向の幅は、吐出口28と同等か、若干広いのが好ましい。また、液体誘導堰40の幅は、図示例のように均一なものには限定されず、幅が漸減するものや漸増するもの等であってもよい。また、その壁面も、垂直面には限定されず、傾斜面等であってもよい。

【 0 0 7 1 】

液体誘導堰40の傾斜面(液体誘導面)は、接合液Qを吐出口28に誘導するのに好適な形状とすればよく、一定の傾斜角を有する斜面であってもよいし、傾斜角が変化する面や、湾曲面であってもよい。また、その表面は、平滑面には限定されず、液体流方向Fに、あるいは吐出口28の中心部に向かって放射状に、1条以上の畝や溝等が形成されていてもよい。

【 0 0 7 2 】

また、液体誘導堰40の上部の液体ガイド14との接部近傍は、図示例のように段差を有することなく、滑らかにつながる形状としてもよい。

【 0 0 7 3 】

図示例では、液体誘導堰40が液体ガイド14の上流側および下流側に配置された形態としているが、吐出口28の上流側および下流側に斜面を有する台形状の液体誘導堰40を設け、その上部に液体ガイド14を立設する形態としてもよいし、液体ガイド14およ

10

20

30

40

50

び液体誘導堰 40 を一体的に形成してもよい。このように、液体誘導堰 40 は、液体ガイド 14 と別々に、または、一体的に形成されて、ヘッド基板 12 に取り付けられてもよいし、あるいは、従来公知の掘削手段によりヘッド基板 12 を削り出して形成されてもよい。

【0074】

なお、液体誘導堰 40 は、吐出口 28 の上流側に設けられていれば良いが、図示例のように、吐出口 28 の下流側にも、接合液滴 R の吐出方向の高さが吐出口 28 から遠ざかるにつれて低くなるように設けられているのが好ましい。これにより、上流側の液体誘導堰 40 によって吐出口 28 に向かって誘導された接合液 Q が滑らかに下流側へ流れるので、接合液 Q が乱流になることなく、液体流の安定を保つことができ、吐出安定性を保つことができる。

10

【0075】

また、図 4 の例では、液体誘導堰 40 は、ヘッド基板 12 の上側の面上に配置されているが、これに限定されず、ヘッド基板 12 に液体流溝を設け、液体流溝の内部に液体誘導堰を設けてもよい。

【0076】

例えば、液体流方向 F に沿って、吐出口 28 に対応する位置を通過する所定深さの液体流溝を設け、吐出口 28 に対応する位置に液体流方向 F に沿って吐出口 28 に向かって傾斜する面を有する液体誘導堰を設ける。このように、液体流溝を設けることによって、液体流路 30 を流れる接合液 Q の多くを選択的に液体流溝に流すことができ、液体流路堰を設けることで、接合液 Q を吐出口 28 の内部へ好適に流入させることができ、先端部分 14a への接合液 Q の供給性を向上させることができる。

20

【0077】

図 1 (A) に示すように、液体吐出ヘッド 10 の接合液滴 R を吐出する側の面 (吐出面) と対面するように、基板支持部 24 が配置されている。

【0078】

基板支持部 24 は、液体ガイド 14 の先端部分 14a に対向する位置に配置され、接地される電極基板 24a と、電極基板 24a の図中下側の表面、すなわち液体吐出ヘッド 10 側の表面に配置されている絶縁シート 24b で構成される。

【0079】

電子回路基板 P は、基板支持部 24 の図中下側の表面、すなわち絶縁シート 24b の表面に、例えば静電吸着によって保持されており、基板支持部 24 (絶縁シート 24b) は、電子回路基板 P のプラテンとして機能する。

30

【0080】

少なくとも接合液 Q の供給時には、帯電ユニット 26 によって、基板支持部 24 の絶縁シート 24b に保持された電子回路基板 P は、吐出電極 18 に印加される駆動電圧と逆極性の所定の負の高電圧に帯電される。

【0081】

その結果、電子回路基板 P は負帯電して負の高電圧にバイアスされ、吐出電極 18 に対する実質的な対向電極として作用し、かつ、基板支持部 24 の絶縁シート 24b に静電吸着される。

40

【0082】

帯電ユニット 26 は、電子回路基板 P を負の高電圧に帯電させるためのスコロトン帯電器 26a と、スコロトン帯電器 26a に負の高電圧を供給するバイアス電圧源 26b とを有している。なお、本発明に用いられる帯電ユニット 26 の帯電手段としては、スコロトン帯電器 26a に限定されず、コロトン帯電器、固体チャージャ、放電針などの種々の放電手段を用いることができる。

【0083】

また、図示例においては、基板支持部 24 を電極基板 24a と絶縁シート 24b とで構成し、電子回路基板 P を、帯電ユニット 26 によって負の高電圧に帯電させることにより

50

、バイアス電圧を印加して対向電極として作用させ、かつ、絶縁シート24bの表面に静電吸着させているが、本発明はこれに限定されず、基板支持部24を電極基板24aのみで構成し、基板支持部24（電極基板24a自体）を負の高電圧のバイアス電圧源に接続して、負の高電圧に常時バイアスしておき、基板支持部24の表面に電子回路基板Pを静電吸着させるようにしても良い。

【0084】

また、電子回路基板Pの基板支持部24への静電吸着と、電子回路基板Pへの負の高電圧への帯電または基板支持部24への負のバイアス高電圧の印加とを別々の負の高電圧源によって行っても良いし、基板支持部24による電子回路基板Pの保持は、電子回路基板Pの静電吸着に限られず、他の保持方法や保持手段を用いても良い。

10

【0085】

以下、液体吐出ヘッド10における接合液の吐出作用を説明することにより、本発明について、より詳細に説明する。

【0086】

図1(A)に示すように、液体吐出ヘッド10では、図示しないポンプ等を含む液体循環機構により、接合液Qの供給時に吐出電極18に印加される電圧と同極性、例えば、正(+)に帯電した後述の荷電粒子(図6の60)を含む接合液Qが、液体流路30の内部を矢印F方向(図中左から右方向)に循環している。

【0087】

他方、接合液Qの供給に際して、電子回路基板Pは、基板支持部24に供給され、帯電ユニット26によって荷電粒子と逆極性すなわち負の高電圧(一例として、-1500V)に帯電されて、バイアス電圧を帯電した状態で、基板支持部24に静電吸着される。

20

【0088】

この状態で、電子回路基板P(基板支持部24)と液体吐出ヘッド10とを、相対的に移動しつつ、供給された電子回路基板製造用データに応じて制御部33で吐出電極18にパルス電圧(以下、駆動電圧という)が印加されるように制御する。そして、基本的には、駆動電圧の印加on/offによって吐出をon/offすることにより、電子回路基板製造用データに応じて接合液滴Rを変調して吐出し、電子回路基板Pのランドに接合液を供給する。

【0089】

ここで、吐出電極18に駆動電圧を印加していない状態(あるいは、印加電圧が低電圧レベルである状態)、すなわち、バイアス電圧のみが印加されている状態では、接合液Qには、バイアス電圧と接合液Qの荷電粒子の荷電とのクーロン引力、荷電粒子間のクーロン反発力、キャリア液の粘性、表面張力、誘電分極力等が作用している。そして、これらが連成して、荷電粒子やキャリア液が移動し、図1(A)に概念的に示すように、接合液Qは、吐出口28から若干盛り上がったメニスカス状となってバランスが取れている。

30

【0090】

また、吐出電極18から発生する電界によって、吐出口28に荷電粒子が凝集している。そして、上述したクーロン引力等によって、その荷電粒子は、いわゆる電気泳動でバイアス電圧が帯電された電子回路基板Pに向かって移動する。したがって、吐出口28に形成されたメニスカスにおいては、接合液Qが濃縮された状態となっている。

40

【0091】

この状態から、吐出電極18には駆動電圧が印加される。これにより、バイアス電圧に駆動電圧が重畳され、先の連成に、さらにこの駆動電圧の重畳によって連成された運動が起こる。そして、吐出電極18への駆動電圧の印加によって発生する電界によって荷電粒子及びキャリア液には静電力が作用する。その静電力によって荷電粒子およびキャリア液がバイアス電圧(対向電極)側、すなわち電子回路基板P側に引っ張られ、吐出口28に形成されたメニスカスが上方に向かって成長し、吐出口28の上方に略円錐状の液柱いわゆるテーラーコーンが形成される。また、先と同様に、荷電粒子は、電気泳動、及び、吐出電極からの電界によってメニスカスに移動しており、メニスカスの接合液Qは濃縮され

50

、荷電粒子を多数有する、ほぼ均一な高濃度状態となっている。

【0092】

吐出電極18への駆動電圧の印加開始後、さらに有限な時間が経過すると、荷電粒子の移動等により、電界強度の高いメニスカスの先端部分で、主に荷電粒子に作用する力(クーロン力等)とキャリア液の表面張力とのバランスが崩れ、メニスカスが急激に伸びて、曳糸と呼ばれる直径数 μm ~数十 μm 程度の細長い液柱が形成される。

【0093】

さらに有限な時間が経過すると曳糸が成長し、この曳糸の成長、レイリー/ウエーバー不安定性によって発生する振動、メニスカス内における荷電粒子の分布不均一、メニスカスにかかる静電界の分布不均一等の相互作用によって曳糸が分断される。そして、分断された曳糸が、接合液滴Rとなって吐出され、電子回路基板Pに向かって飛翔し、かつ、バイアス電圧にも引っ張られて、電子回路基板Pに着弾する。なお、曳糸の成長および分断は、さらにはメニスカス(曳糸)への荷電粒子の移動は、駆動電圧の印加中は連続して発生する。したがって、駆動電圧を印加する時間を調整することによって、1画素当たりの接合液滴Rの吐出量を調整することができる。

【0094】

また、駆動電圧の印加を終了(吐出off)した時点で、バイアス電圧のみが印加された先のメニスカスの状態に戻る。

【0095】

ここで、図1に示すように、液体吐出ヘッド10の吐出口28は液体流方向Fに細長いスリット状の長穴形状を有する。このように、吐出口28を細長いスリット状の長穴形状、つまり液体流方向Fの長さ L と液体流方向Fに直交する方向の長さ W とのアスペクト比が1以上となる形状とすることで、接合液Qが吐出口28内部に流れやすくなり、吐出口28への接合液Qの粒子供給性が高くなる。これにより、液体ガイド先端14aへの接合液Qの粒子供給性を向上させることができる。したがって、接合液供給時の吐出周波数が改善され、高速で連続的に接合液滴Rを着弾させても安定して所望のサイズのドットを形成することができる。さらに、吐出口28のアスペクト比を1以上にすることで、接合液Qの流れがスムーズになり、吐出口28での目詰まりを防止することができる。

【0096】

吐出周波数としては、画像の出力時間を考慮すると5kHzで、好ましくは10kHzで、より好ましくは15kHzで打滴できることが望まれる。

【0097】

ここで、吐出口28は、液体流方向Fとそれに直交する方向とのアスペクト比は、1.5以上であることがより好ましい。

【0098】

アスペクト比を1.5以上とすることで、液体ガイド14への接合液供給性がより向上し、連続した大ドットを形成した際も、より安定してドットを形成することができ、より高い周波数で接合液Qの供給を行うことができる。

【0099】

ここで、上記実施形態のように、吐出口28の開口形状を液体流方向Fの長さ L と液体流方向Fに直交する方向の長さ W とのアスペクト比が1以上となる形状とすることで、上記効果をより好適に得ることができるが、本発明の液体吐出ヘッドはこれに限定されず、吐出口の開口形状を、開口の長径と短径のアスペクト比を1以上とすることで、接合液Qの流れをスムーズにし、吐出口28での目詰まりを防止することができる。

【0100】

また、吐出電極18は、本実施形態のように液体流方向Fの上流側が一部欠けている形状であることが好ましい。これにより、液体流方向Fの上流側から吐出口28への荷電粒子の流入を妨げる電界が形成されないため、効率よく荷電粒子を吐出口28へ供給させることができる。また、接合液下流側に吐出電極18を配置することで、吐出口28へ流入した荷電粒子を吐出口28に留める方向の電界が形成される。以上より、吐出電極を液体

10

20

30

40

50

流方向 F の上流側が一部欠けている形状とすることで、吐出口 28 への粒子供給性をより向上させることができる。

【0101】

図5(A)～(F)は、吐出電極の種々の形態を示す模式図である。ここで図5(A)～(F)中は、図中左から右方向に接合液Qが流れているものとする。

【0102】

吐出電極は、図5(A)に示すように、液体流上流側の一辺が切り欠いたコの字状であってもよく、また、例えば、図5(B)に示すような液体流上流側の一部を切り欠いた長方形の両方の短辺側を半円形にした細長い蘭型形状でもよく、また、例えば、図5(C)に示すようなかつ液体流方向Fと平行な方向と長軸とし、かつ液体流上流側の一部を切り欠いた楕円形状でもよい。さらに、図5(D)に示すような矩形電極を吐出口の長径方向に平行に配置した平行電極も好適に用いることができる。このように、図5(A)～(D)に示すような吐出口の中心を通りかつ吐出口の長手方向と平行な面(図5(A)～(D)中X線)に対して対称で、さらに吐出電極の長手部分、つまり図5(A)、図5(B)および図5(C)に示した吐出電極は斜線部分Sを除いた部分、図5(D)に示した吐出電極は吐出電極全体が、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と直交する方向と平行な面(図5(A)～(D)中Y線)に対して対称な形状とすることで、接合液滴Rの着弾位置を安定させることができる。また、図5(A)～(D)に示した吐出電極は、液体流上流側の一部を切り欠いた形状であるので、前述のように吐出口28への粒子供給性を向上させることができる。

10

20

【0103】

吐出口の形状は細長い蘭形に限定されず、開口の長径と短径のアスペクト比を1以上とした形状であればよく、例えば、図5(E)に示すように、矩形形状の場合も上述と同様に、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長手方向と平行な面(図5(E)中X線)に対して対称であり、さらに、吐出電極の長手部分(図5(E)中、斜線部分Sを除いた部分)が、吐出口の中心を通りかつ長手方向と直交する面(図5(E)中Y線)に対して対称な形状とすることで、接合液滴Rの吐出位置を安定させることができる。

【0104】

なお、吐出口の長径方向も液体流方向と平行な方向に限定されず、吐出口の長径方向はどの方向でもよく、吐出口の開口形状に対して吐出電極の形状を、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と平行な面に対して対称であり、さらに、吐出電極の長手部分が、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と直交する面に対して対称な形状とすることで、接合液滴Rの吐出位置を安定させることができる。

30

【0105】

また、吐出電極の形状は、吐出口に実質的に対称な電界を容易に形成できる点から、上記の吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と平行な面に対して対称であり、さらに、吐出電極の長手部分が、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と直交する面に対して対称な形状であることが好ましいが、これに限定されず、前記吐出電極の接合液滴Rの吐出に寄与する有効な部分が吐出口に対して実質的に対称な形状であればよい。一例としては、図5(F)に示すように、液体上流側が矩形であり液体下流側が半円形であるU字形状であり、長手部分(図5(F)中、斜線部分Sを除いた部分)が、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と直交する面(図5(F)中Y線)に対して対称ではない形状としても、吐出口に対して実質的に対称な電界、つまり、吐出口の中心に対して実質的に点対称な電界、または、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と垂直な面に対して実質的に対称に電界が形成され、接合液滴Rの吐出位置を安定させることができる。

40

【0106】

また、図5(A)～(F)では、いずれも吐出電極に切り欠きが形成されている形状としたが、これに限定されず、例えば、切り欠きが形成されていない円形電極、楕円形電極、矩形電極等も、吐出電極の接合液滴Rの吐出に寄与する有効な部分が吐出口に対して実質的に対称な形状、好ましくは、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と平行な面に

50

対して対称であり、さらに、吐出電極の長手部分が、吐出口の中心を通りかつ吐出口の長径方向と直交する面に対して対称な形状とすることで、接合液滴 R の吐出位置を安定させることができる。

【0107】

さらに、吐出電極の形状は上記形状に限定されず、吐出電極が、吐出口の中心を通りかつ長径方向と平行な面に対して対称であり、かつ、吐出口の長径方向に形成された長手部分の長さが吐出口の長径方向の長さよりも長い形状、または、吐出電極が、吐出口の中心を通りかつ長径方向と平行な線を軸として対称であり、かつ、吐出口の長径方向に形成された長手部分の中心が吐出口の中心を通りかつ長径方向と垂直な面上にある形状、もしくは、吐出電極が、吐出口の中心を通りかつ長径方向と平行な面に対して対称であり、かつ、吐出口の長径方向に形成された長手部分の中心が吐出口の中心を通りかつ長径方向と垂直な面上にある形状とすることで接合液滴 R の吐出位置を安定させることができる。

10

【0108】

また、本発明において、吐出口は、開口の長径と短径のアスペクト比を 1 以上とすることが好ましいが、このような場合に限定されず、アスペクト比が 1 未満であってもよい。

【0109】

また、図 1 (A) 及び (B) に示した液体吐出ヘッド 10 においては、吐出電極 18 は液体流路 30 に露出している。すなわち、吐出電極 18 は、液体流路 30 において、接合液 Q と接液している。

【0110】

このように、液体流路 30 において接合液 Q と接液する吐出電極 18 に駆動電圧を印加 (吐出 on) すると、吐出電極 18 に供給された電荷の一部が接合液 Q に注入され、吐出口 28 と吐出電極 18 との間に位置する接合液 Q の電導度が高くなる。したがって、本実施形態の液体吐出ヘッド 10 においては、接合液 Q は、吐出電極 18 に駆動電圧が印加された時 (吐出 on 時) に、接合液滴 R を吐出し易い状態となる (吐出性が向上する)。

20

【0111】

さらに、非吐出時、すなわち、駆動電圧を印加していないときに、コの字形の吐出電極 18 に荷電粒子と同極性の電圧を印加することで、非吐出時においても接合液 Q に電荷が注入され、接合液 Q の電導度を一層高めることができ、上流から流れる接合液 Q 中に浮遊する帯電した荷電粒子を、吐出電極 18 による静電力によって吐出口 28 により確実に押し留められる。

30

【0112】

次に、液体吐出ヘッド 10 に用いられる接合液 Q (液状接合材料) について説明する。

【0113】

本発明に係る液状接合材料としての接合液 Q は、図 6 (A) に示す荷電粒子 60 が、絶縁性溶媒 (以下「キャリア液」と称する) に分散している液体状の接合材料である。ここで、荷電粒子 60 は、粒子状の金属材料 (金属粒子 62) を絶縁性樹脂材料 64 で被覆し、かつ、絶縁性樹脂材料 64 を帯電させて成る。なお、接合液 Q は、図 6 (A) に示すように、ひとつの金属粒子 62 を絶縁性樹脂材料 64 が被覆してひとつの荷電粒子 60 が構成されている場合に特に限定されず、図 6 (B) に示すように、複数の金属粒子 62 を絶縁性樹脂材料 64 が被覆してひとつの荷電粒子 60 が構成されていてもよい。一般には、図 6 (A) に示すようにひとつの金属粒子 62 を含む荷電粒子 60 と、図 6 (B) に示すように複数の金属粒子 62 を含む荷電粒子 60 とが、接合液 Q に混在している。

40

【0114】

尚、本明細書において粒子とは、例えば球形、回転楕円体形状および不定形などの任意の形状を有し得る粒状物を言う。

【0115】

キャリア液は、高い電気抵抗率 ($10^9 \cdot \text{cm}$ 以上、好ましくは $10^{10} \cdot \text{cm}$ 以上) を有する誘電性の液体である。電気抵抗が低いキャリア液を使用すると、隣接する吐出電極 18 間での電氣的導通を生じさせるため、本発明には不向きである。

50

【0116】

また、キャリア液の比誘電率は、5以下が好ましく、より好ましくは4以下、さらに好ましくは3.5以下である。キャリア液の比誘電率をこの範囲とすることによって、キャリア液中の荷電粒子60に有効に電界が作用するため、好ましい。

【0117】

このようなキャリア液としては、直鎖状もしくは分岐状の脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、または芳香族炭化水素、およびこれらの炭化水素のハロゲン置換体、シリコンオイル等が好ましく例示される。一例として、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、イソオクタン、デカン、イソデカン、デカリン、ノナン、ドデカン、イソドデカン、シクロヘキサン、シクロオクタン、シクロデカン、トルエン、キシレン、メシチレン、アイソパーC、アイソパーE、アイソパーG、アイソパーH、アイソパーL、アイソパーM（アイソパー：エクソン社の商品名）、シェルゾール70、シェルゾール71（シェルゾール：シェルオイル社の商品名）、アムスコOMS、アムスコ460溶剤（アムスコ：スピリッツ社の商品名）、KF-96L（信越シリコン社の商品名）等を、単独または混合して用いることができる。

10

【0118】

金属粒子62は、約250以下の融点、例えば約180～230の融点を有する金属材料から成り、このような融点は、電子回路基板Pのランドを含む配線パターン形成用の材料（例えば金、銅など）に比べて極めて低い。ここで、「融点」とは、対象の材料が少なくとも部分的に熔融し始める温度を言うものとする。

20

【0119】

金属粒子62に用いる金属材料としては、例えば、いわゆるはんだ材料を用いることができる。はんだ材料は鉛を含んでいても、鉛を含んでいなくてもよいが、環境への影響を考慮すれば、鉛を含まない鉛フリーはんだ材料が好ましい。

【0120】

金属粒子62に用いる金属材料としては、具体的には、Sn-Pb系材料、Sn-Ag系材料、Sn-Ag-Cu系材料、Sn-Bi系材料、Sn-Cu系材料、Sn-Cu-Ni系材料、Sn-Ag-Bi系材料、Sn-Ag-Bi-In系材料、Sn-Ag-Bi-Cu系材料、Sn-Zn系材料、Sn-Zn-Bi系材料等の従来公知の金属材料を用いることができる。

30

【0121】

ここで、「～系材料」は、その材料系についての共晶組成およびその近傍の組成であることが好ましく、該共晶組成から大幅にずれない程度に微量の他の成分を含み得る材料を言うものとする。

【0122】

金属粒子62を被覆する絶縁性樹脂材料64としては、酸化防止性および粘着性を有するもの、例えばロジンを用いることが好ましい。

【0123】

絶縁性樹脂材料64としては、例えば、ロジン類、ロジン変性フェノール樹脂、アルキッド樹脂、（メタ）アクリル系ポリマー、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド、ポリエチレン、ポリブタジエン、ポリスチレン、ポリ酢酸ビニル、ポリビニールアルコールのアセタール変性物、ポリカーボネート等が挙げられる。

40

【0124】

接合液Qにおいて、荷電粒子60の含有量（金属粒子62および絶縁性樹脂材料64の合計含有量）は、接合液Qの全体に対して10～70重量%の範囲で含有されることが好ましく、より好ましくは、20～60重量%の範囲で含有されることが望ましい。荷電粒子60の含有量が少なくなると、電子回路基板Pの被供給箇所（ランド）における荷電粒子の付着量が不足したり、接合液Qと電子回路基板Pの被供給箇所（ランド）との親和性が得られ難くなって、強固な接合が得られなくなるなどの問題が生じ易くなり、一方、含有量が多くなると均一に分散された接合液Qが得られ難くなったり、液体吐出ヘッド等で

50

の接合液Qの目詰まりが生じやすくなり、安定な吐出が得られ難いなどの問題が生じるからである。

【0125】

また、キャリア液に分散された荷電粒子60の平均粒径は、0.1～5μmが好ましく、より好ましくは0.2～1.5μmである。この粒径はCAPA-500（堀場製作所（株）製商品名）により求めたものである。

【0126】

荷電粒子60をキャリア液に分散させた後（必要に応じて、分散剤を使用しても可）、荷電制御剤をキャリア液に添加することにより荷電粒子60を荷電して、帯電した荷電粒子60がキャリア液に分散して成る接合液Qとする。

10

【0127】

荷電制御剤は、一例として、電子写真液体現像剤に用いられている各種のものが利用可能である。また、「最近の電子写真現像システムとトナー材料の開発・実用化」139～148頁、電子写真学会編「電子写真技術の基礎と応用」497～505頁（コロナ社、1988年刊）、原崎勇次「電子写真」16（No.2）、44頁（1977年）等に記載の各種の荷電制御剤も利用可能である。

【0128】

なお、荷電粒子60は、吐出電極18に印加される駆動電圧と同極性であれば、正電荷および負電荷のいずれに荷電したものであってもよい。

【0129】

また、荷電粒子60の荷電量は、好ましくは5～200μC/g、より好ましくは10～150μC/gの範囲である。

20

【0130】

また、荷電制御剤の添加によってキャリア液の電気抵抗が変化することもあるため、下記に定義する分配率Pを、好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上とする。

【0131】

$$P = 100 \times (1 - 2) / 1$$

ここで、1は、接合液Qの電気伝導度、2は、接合液Qを遠心分離器にかけた上澄みの電気伝導度である。電気伝導度は、LCRメーター（安藤電気（株）社製AG-4311）およびインク用電極（川口電機製作所（株）社製LP-05型）を使用し、印加電圧5V、周波数1kHzの条件で測定を行った値である。また遠心分離は、小型高速冷却遠心機（トミー精工（株）社製SRX-201）を使用し、回転速度14500rpm、温度23℃の条件で30分間行った。

30

【0132】

以上のような接合液Qを用いることによって、荷電粒子60の泳動が起こりやすくなり、濃縮しやすくなる。

【0133】

接合液Qの電気伝導度は、100～3000pS/cmが好ましく、より好ましくは150～2500pS/cmである。以上のような電気伝導度の範囲とすることによって、吐出電極18に印加する電圧が極端に高くならず、隣接する吐出電極18間での電氣的導通を生じさせる懸念もない。

40

【0134】

また、接合液Qの表面張力は、15～50mN/mの範囲が好ましく、より好ましくは15.5～45mN/mの範囲である。表面張力をこの範囲とすることによって、制御電極に印加する電圧が極端に高くならず、ヘッド周りに接合液Qが漏れ広がり汚染することがない。

【0135】

さらに、接合液Qの粘度は0.5～5mPa・secが好ましく、より好ましくは0.6～3.0mPa・secである。

【0136】

50

また、荷電粒子60中の金属粒子62の占める割合は、電子回路基板Pの電極と電子部品の電極との間の導通をとることができる割合とする。また、荷電粒子60中の絶縁性樹脂材料64の占める割合は、金属粒子62を十分に被覆できる割合とする。

【0137】

例えば、金属粒子の100重量部（換言すれば金属材料100重量部）に対して、絶縁性樹脂材料が5～30重量部、好ましくは15～25重量部で存在し、分散媒（キャリア液）が100～1000重量部、好ましくは150～800重量部で存在し、分散剤が20～80重量部、好ましくは30～70重量部で存在する。尚、絶縁性樹脂材料は金属粒子を被覆するものであるが、その一部が、分散媒（キャリア液）中で単独で分散していても、また、分散媒に溶解していてもよい。

10

【0138】

上述のような接合液Qは、例えば、絶縁性樹脂材料から成る樹脂粒子を用いて、表面溶融処理（サーフェージョン）または機械的表面処理（メカノケミカル反応）により、実質的に絶縁性樹脂材料64から成るコート層で金属粒子62を被覆し、これにより得られた粒子を分散剤と共に分散媒（キャリア液）に添加して混合し（例えば常温で混合する）、さらに荷電制御剤を添加することによっても、接合液Qを製造することができる。

【0139】

また、金属粒子62と、絶縁性樹脂材料からなる樹脂粒子と、分散剤と、分散媒（キャリア液）の一部とを予め混合（または混練）し、これにより得られた予備混合物に残りの分散媒を加えて更に混合し、荷電制御剤を添加することにより製造することができる。

20

【0140】

分散剤を含む接合液Qを得る場合には、予備混合を行う際に分散剤をあわせて混合しても、予備混合により得られた混合物に残りの分散媒（キャリア液）を加える際に分散剤をあわせて更に混合してもよい。また、酸化防止剤（または酸化除去剤）を含む接合液Qを得る場合には、予備混合を行う際に酸化防止剤をあわせて混合してもよく、また、酸化防止剤としてアジピン酸およびステアリン酸などの活性剤を用いる場合には、予備混合の前に、金属粒子62をアジピン酸およびステアリン酸などの活性剤で前処理しておいてもよい。

【0141】

接合液Qの製造方法はこれらに特に限定されず、任意の適切な他の方法により接合液Qが製造され得る。

30

【0142】

図7は、図1の液体吐出ヘッド10を備えた本発明に係る液状接合材量供給装置110（以下「液体吐出装置」と称する）を含んで構成される接合装置120の一実施例のブロック図である。

【0143】

図7において、基板供給装置102は、電子回路基板を液体吐出装置110に供給する装置である。電子部品供給装置104は、電子部品をマウント装置112に供給する装置である。液体吐出装置110は、図1の液体吐出ヘッド10、基板支持部24および帯電ユニット26を含んで構成され、ホスト装置190から出力される電子回路基板製造データに基づいて、接合液を電子回路基板の所定箇所に供給する装置である。マウント装置112（マウンタ）は、接合液Qが所定箇所に供給された電子回路基板に、ホスト装置190から出力される電子回路製造データに基づいて電子部品を配置する装置である。リフロー装置114は、電子部品が配置された電子回路基板に対して加熱処理を行い、接合液Qの荷電粒子中の絶縁性樹脂材料および金属粒子を溶解させる。基板搬出装置130は、加熱処理を経て電子部品が接合された電子回路基板を搬出する装置である。ホスト装置190は、液体吐出装置110およびマウント装置112に対して、電子回路基板製造データおよび電子回路製造データを出力する。ここで、電子回路基板製造データは、少なくとも電子回路基板におけるランドの位置を示す情報（ランド位置情報）を含む。

40

【0144】

50

本例では、液体吐出装置 110、マウント装置 112 およびリフロー装置 114 によってひとつの接合装置 120 が構成されている。

【0145】

図 8 は、図 7 の接合装置 120 を用いた接合プロセスの説明に用いる工程図である。以下、図 7 および図 8 を用いて、接合プロセスについて詳細に説明する。

【0146】

まず、図 7 の基板供給装置 102 を用いて、図 8 (A) に示すように、ランド 72 が形成されている電子回路基板 P を、液体吐出装置 110 に供給する。

【0147】

次に、図 7 の液体吐出装置 110 を用いて、図 8 (B) に示すように、電子回路基板 P のランド 72 と液体吐出装置 110 (具体的には図 1 の液体吐出ヘッド 10 の吐出電極 18) との間に発生させた静電力により接合液 Q を濃縮して、電子回路基板 P のランド 72 に向けて吐出することにより、電子回路基板 P のランド 72 に接合液 Q を供給する。より詳細には、図 1 において、液体吐出ヘッド 10 の吐出電極 18 に駆動電圧を印加して吐出口 28 に電界を発生させることにより、吐出口 28 内の接合液 Q が静電力により濃縮されて接合液滴 R として図 8 のランド 72 に着弾する。

【0148】

なお、電子回路基板 P のランド 72 に向けて接合液 Q を重ねて複数回吐出することにより、ランド上に荷電粒子 60 を積層する。

【0149】

ここで、液体吐出ヘッド 10 の吐出電極 18 への駆動電圧の印加は、ホスト装置 190 から供給され、電子回路基板 P におけるランド 72 の位置情報を少なくとも含む電子回路基板製造データに基づいて行われる。すなわち、電子回路基板製造データに基づいて電子回路基板 P のランドに向けて吐出を行う。

【0150】

なお、接合液 Q が供給された電子回路基板 P は、次工程で静電気に因り電子部品が損傷しないように、除電を行うことが、好ましい。

【0151】

次に、図 8 (C) に示すように、図 7 のマウント装置 112 を用いて、電子回路基板 P のランド 72 に、積層された荷電粒子 60 を介し、電子部品の電極 74 を配置する。

【0152】

次に、図 8 (D) に示すように、図 7 のリフロー装置 114 を用いて、電子回路基板 P のランド 72 に対して第 1 の加熱を行って、ランド 72 上に積層された荷電粒子 60 の絶縁性樹脂材料 64 を溶解させる。ここで、第 1 の加熱の目的温度は、金属粒子 62 の融点よりも低く絶縁性樹脂材料 64 の融点よりも高い。そうすると、電子回路基板 P のランド 72 上で、金属粒子 62 が凝集するとともに、溶解した絶縁性樹脂材料 64 は凝集した金属粒子 62 群の周囲に分離していく。

【0153】

次に、図 8 (E) に示すように、図 7 のリフロー装置 114 を用いて、電子回路基板 P のランド 72 に対して第 2 の加熱を行って、ランド 72 上の金属粒子 62 を溶解させる。ここで、第 2 の加熱の目的温度は、金属粒子 62 の融点よりも高い。なお、第 2 の加熱後、金属粒子 62 は放熱冷却により凝固する。そうすると、電子回路基板 P のランド 72 と電子部品の電極 74 とが、金属材料 62 を介して、電気的かつ物理的に接合される。

【0154】

本実施形態の電子回路基板の製造方法によれば、静電力により接合液 Q が濃縮されて (すなわちキャリア液の割合を小さくして荷電粒子 60 を多くして)、吐出されるので、略固形成分が電子回路基板のランド 72 に供給されることになり、荷電粒子 60 は積み重ね方向においてドット径を変化させることなく積層し、微小なランド 72 であってもランド 72 上で接合液 Q が濡れ拡がることが防止される。

【0155】

10

20

30

40

50

また、荷電粒子60同士の静電反発により、接合液Q中での凝集が防止されるので、高い分散性が得られる。

【0156】

なお、本実施形態における接合液Qは、常温レベル(5~50)で液体状であり、接合液Qの供給に際して加熱処理を行う必要がない。したがって、第1に、電子部品の配置(マウント)前に接合液Qの高温加熱や放熱冷却は不要であり、第2に、液体吐出ヘッド10の構成材料に耐熱性は不要であり、高温(100~160)の加熱が必要な所謂ソリッドインク型接合材と比較して、低コストで済む。

【0157】

また、特有の光照射工程や転写工程が必要な電子写真法を用いて接合材料を供給する場合と比較して、そのような光照射工程や転写工程が不要なので、装置の小型化、高生産性、低コストが確保される。

10

【0158】

以上、接合液Q中の荷電粒子を正帯電させて接合液Qを吐出する液体吐出装置110について説明したが、本発明はこれには限定されず、逆に、接合液Q中の荷電粒子を負に帯電させて接合液Qを吐出する液体吐出装置により接合液Qの供給を行っても良い。

【0159】

以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明は、上記実施形態に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいことは、もちろんである。

20

【図面の簡単な説明】

【0160】

【図1】(A)は、本発明に係る液状接合材料供給装置における液体吐出ヘッドを含む要部を示す模式図であり、(B)は(A)のIB-IB線矢視図である。

【図2】液体吐出ヘッドの吐出口基板に複数の吐出口が二次元的に配列されている様子を示した模式図である。

【図3】液体吐出ヘッドのガード電極の平面構造を示した模式図である。

【図4】(A)は、液体吐出ヘッドにおける吐出口近傍の構成を示す部分断面斜視図であり、(B)は、液体誘導堰の形状寸法の説明に用いる説明図である。

【図5】(A)~(F)は、各種の吐出電極の形状の例を示す模式図である。

30

【図6】(A)および(B)は、本発明に係る液状接合材料の説明に用いる説明図である。

【図7】本発明に係る液状接合材料供給装置としての液体吐出装置を含む接合装置を示すブロック図である。

【図8】(A)~(E)は、本発明に係る電子回路基板の製造方法の一例の説明に用いる工程図である。

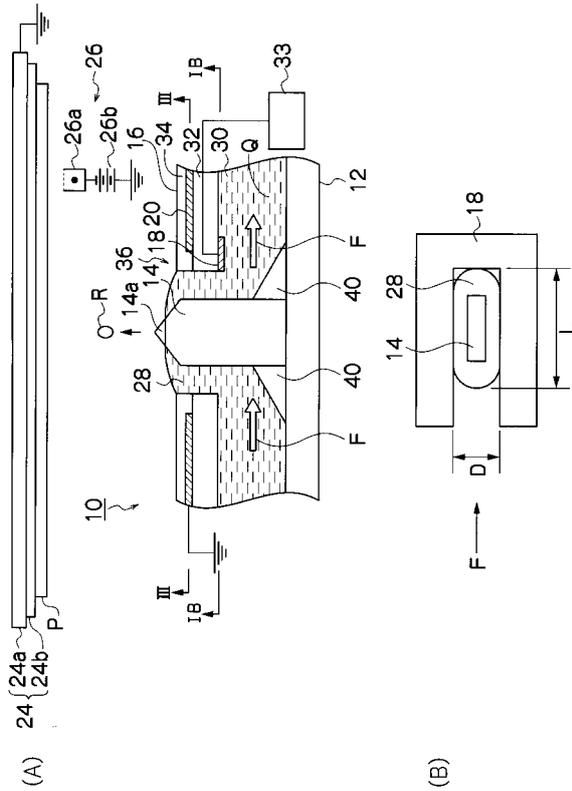
【符号の説明】

【0161】

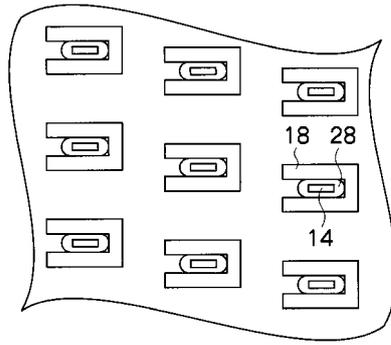
10...液体吐出ヘッド、12...ヘッド基板、14...液体ガイド、14a...液体ガイドの先端部分、16...吐出口基板、18...吐出電極(制御電極)、20...ガード電極、24...基板支持部、26...帯電ユニット、28...吐出口、30...液体流路、33...制御部、40...液体誘導堰、60...荷電粒子、62...金属粒子(金属材料)、64...絶縁性樹脂材料、72...電子回路基板のランド、74...電子部品の電極、110...液体吐出装置(液状接合材料供給装置)、112...マウント装置、114...リフロー装置、120...接合装置、F...液体流動方向、P...電子回路基板、Q...液状接合材料(接合液)、R...接合液滴

40

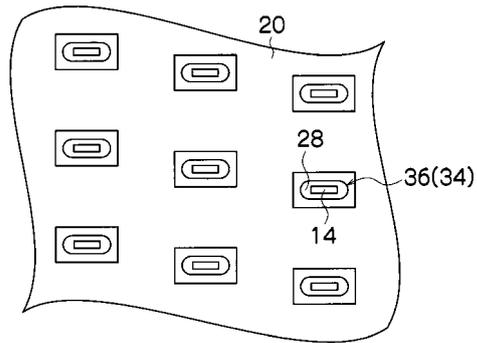
【図1】



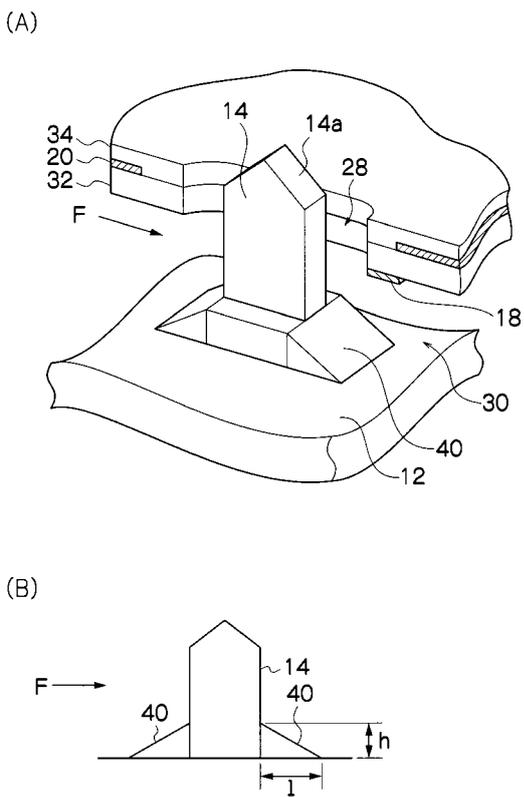
【図2】



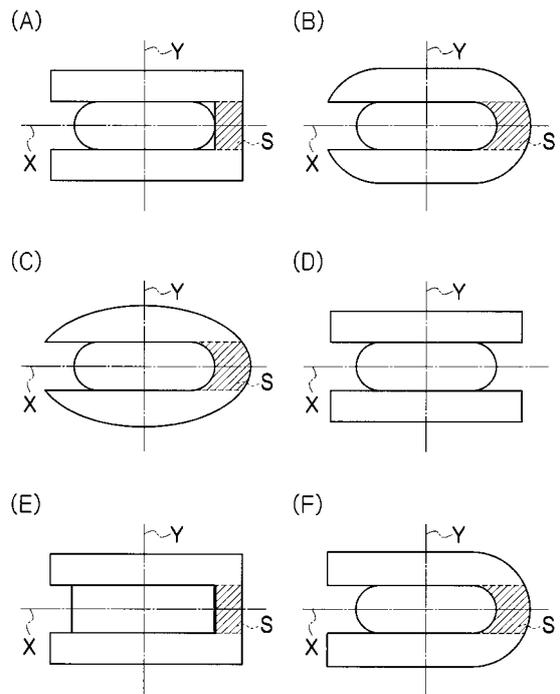
【図3】



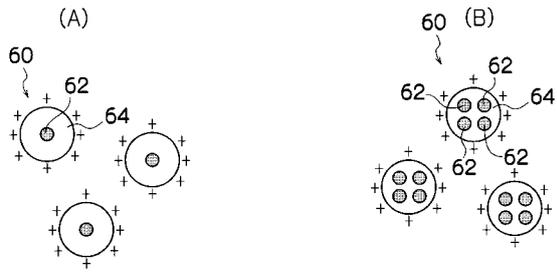
【図4】



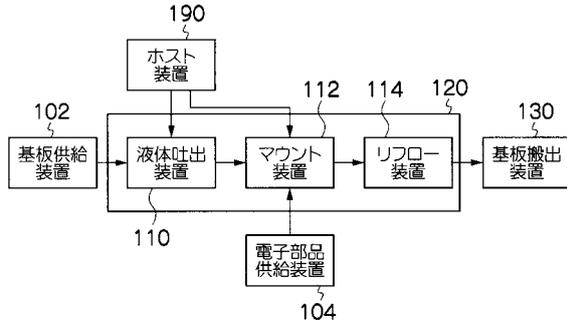
【図5】



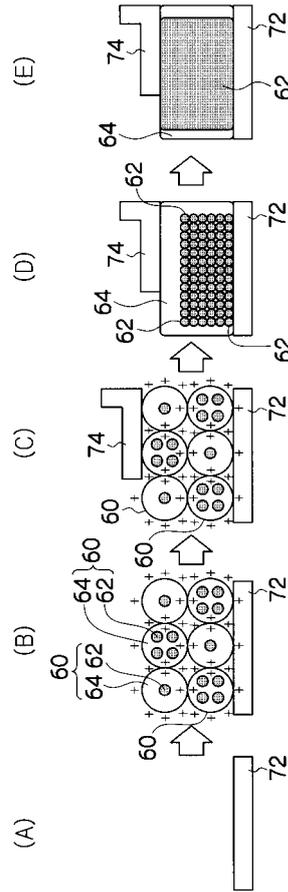
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
B 2 3 K 101/42 (2006.01) B 2 3 K 3/06 H
B 2 3 K 1/00 3 3 0 E
B 2 3 K 101:42

(56) 参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 8 2 2 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 7 4 2 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 4 3 5 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 5 3 7 9 4 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 5 K 3 / 3 4
B 2 3 K 1 / 0 0
B 2 3 K 3 / 0 6
C 0 9 J 5 / 0 4
C 0 9 J 2 0 1 / 0 0
B 2 3 K 1 0 1 / 4 2