

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4027665号
(P4027665)

(45) 発行日 平成19年12月26日(2007.12.26)

(24) 登録日 平成19年10月19日(2007.10.19)

(51) Int. Cl.	F I	
B05D 1/26 (2006.01)	B05D 1/26	Z
B05C 5/00 (2006.01)	B05C 5/00	1 O 1
B41J 2/01 (2006.01)	B41J 3/04	1 O 1 Z
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A

請求項の数 16 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2001-568737 (P2001-568737)	(73) 特許権者	000002369
(86) (22) 出願日	平成13年3月23日(2001.3.23)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公表番号	特表2003-527955 (P2003-527955A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公表日	平成15年9月24日(2003.9.24)	(73) 特許権者	501023524
(86) 国際出願番号	PCT/GB2001/001294		ケンブリッジ エンタープライズ リミテッド
(87) 国際公開番号	W02001/070506		イギリス ケンブリッジ CB2 1TS
(87) 国際公開日	平成13年9月27日(2001.9.27)		ザ オールド スクールズ トリニティ
審査請求日	平成16年2月19日(2004.2.19)		レーン
(31) 優先権主張番号	0007086.2	(74) 代理人	100095728
(32) 優先日	平成12年3月23日(2000.3.23)		弁理士 上柳 雅誉
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(74) 代理人	100107076
			弁理士 藤綱 英吉
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 装置の製造方法及び堆積方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光素子を含む装置の製造方法であって、
インクジェット印刷ヘッドの中に前記発光素子を形成するための材料を充填する第1の工程と、

前記インクジェット印刷ヘッドと基板との間にガス流を供給する第2の工程と、

前記基板上に前記材料を堆積するように前記インクジェット印刷ヘッドから前記材料を吐出する第3の工程と、を含むこと、

を特徴とする装置の製造方法。

【請求項2】

発光素子を含む装置の製造方法であって、
インクジェット印刷ヘッドの中に前記発光素子を形成するための材料を充填する第1の工程と、

前記インクジェット印刷ヘッドと基板との間の付近にガス流を供給する第2の工程と、

前記基板上に前記材料を堆積するように前記インクジェット印刷ヘッドから前記材料を吐出する第3の工程と、を含むこと、

を特徴とする装置の製造方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の装置の製造方法において、

前記第3の工程において、前記基板は加熱されること、

10

20

を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程において、前記基板に加熱気体が吹き付けられること、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程において、前記基板にはホットプレートを当てられること、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 6】

請求項 3 乃至 5 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程において、前記基板は、前記基板の下面から加熱されること、
を特徴とする装置の製造方法。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程を行っている間には、前記インクジェット印刷ヘッドは規定された方向
に移動すること、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 2 の工程を行っている間には、前記インクジェット印刷ヘッドと前記基板との間
のガス流が前記規定された方向に供給されること、
を特徴とする装置の製造方法。

20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程において、前記基板上に前記材料の第 1 ドットを配置した後、前記第 1
ドットに部分的に重ねるように前記材料の第 2 ドットを配置すること、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程において、前記材料の連続したストライプを堆積されるように前記材料
のドットの吐出が連続的に行われること、
を特徴とする装置の製造方法。

30

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記第 3 の工程により、前記材料は、アクティブ領域より大きい前記基板の領域上に前
記材料が配置されること、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記材料はポリマーを含むこと、
を特徴とする装置の製造方法。

40

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の装置の製造方法において、
前記材料は、クロロホルム、トルエン、p-キシレン、メシチレン、リモネン、p-シ
メン、ジエチルベンゼン、テルピノレン、ジメチルイミダゾリジノン(DMI)、シクロヘ
キシルベンゼン、及びドデシルベンゼンの少なくとも 1 種を含むこと、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の装置の製造方法において、

50

前記インクジェット印刷ヘッドは、圧電素子を含むこと、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の装置の製造方法において、

前記材料は、[ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン)]、[ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン-2, 1, 3-ベンゾチアジゾール)]及び[ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン-2, 1, 3-ベンゾチアジゾール)]及び[ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン-2, 1, 3-ベンゾチアジゾール)]及び[ポリ(9, 9-ジオクチルフルオレン-2, 1, 3-ベンゾチアジゾール)]の少なくとも 1 種を含むこと、
を特徴とする装置の製造方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の装置の製造方法において、

前記基板は、毛管力を示さない材料で構成されていること、
を特徴とする装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、概ね、可溶性材料の堆積に関し、更に詳しくはインクジェット技術を使う可溶性材料の堆積に関する。

【0002】

本明細書での“固い表面”と言う表現は、毛管力を示さない材料の表面を意味するのに使用される。紙を含めて繊維質材料は毛管力を示し、この毛管力は、紙にインクで印刷するように繊維質材料への印刷プロセスの本質的な部分として利用される。

【0003】

近年、製品の作製プロセスの一部として、ポリマー、染料、コロイド物質等のような可溶性材料を固い表面に堆積することが必要である製品の数が増えている。これらの製品の一例はエレクトロルミネセンス表示装置である。エレクトロルミネセンス表示装置には、可溶性ポリマーを固い基板上に堆積することが必要である。基板は、例えばガラス、プラスチック又はシリコンで形成することが出来る。

【0004】

半導体表示装置の製造では、フォトリソグラフィ技術を使用することが広く行なわれている。しかしながら、フォトリソグラフィ技術は比較的複雑で、時間がかかり、実施するにはコストがかかる。更に、フォトリソグラフィ技術は可溶性材料の堆積に利用するのに簡単に適合するものではない。このことによって、エレクトロルミネセンス表示装置のような製品の開発が妨げられてきた。従って、エレクトロルミネセンス表示装置の作製に当たってポリマーを堆積するような、可溶性材料を堆積することのためにインクジェット技術を使用することが提案されている。

【0005】

インクジェット技術は、当然、可溶性材料の堆積に理想的に適している。それは、利用するには速くしかも安価な技術である。その技術は、スピニングのような技術とは対照的に、即座にパターン化が出来る。しかしながら、インクジェット技術を使い固い表面に可溶性材料を堆積することは、紙の上にインクを堆積するような従来通りにその技術を使用することとは違い、多くの難題に出会う。特に、使用するのが望まれる可溶性材料の具体的特性は、従来の印刷で使用するインクの特性とは大きく異なることがおおい。また、前述のように、紙のような材料の固有の毛管力は、インク印刷プロセスでは重要な役割をするが、固い表面に堆積を行なう印刷プロセスではこの毛管力は存在しない。

【0006】

固い表面に可溶性材料を堆積する時、特に、堆積される溶液が 2 種類以上のいろいろな成分を含む場合、主な要件の 1 つは均一な層を得ることである。所望の厚さの堆積層を得ることも重要な問題である。均一さと層厚のような問題は、紙にインクを印刷する時は重要ではないが、特に、均一な光の出力、均一な電気的特性、及びデバイス作製の際によく課せられる場所的制約への要望があるエレクトロルミネセンス表示装置のような装置の作製

10

20

30

40

50

には極めて重要である。装置の作製の際には、装置の各部分の間の形状と諸性質の差を最小限に抑えることが必要である。一般的に、これらの要件が本発明以前に満たされたことはなく、従って、固い表面に可溶性材料を堆積するインクジェット技術の使用が以前に実用的に実施されたことはなかった。

【0007】

本発明に係る装置の製造方法は、発光素子を含む装置の製造方法であって、インクジェット印刷ヘッドの中に前記発光素子を形成するための材料を充填する第1の工程と、前記インクジェット印刷ヘッドと基板との間又はその付近にガス流を供給する第2の工程と、前記基板上に前記材料を堆積するように前記インクジェット印刷ヘッドから前記材料を吐出する第3の工程と、を含むことを特徴とする。

10

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程において、前記基板は加熱されるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程において、前記基板に加熱気体が吹き付けられるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程はにおいて、前記基板にはホットプレート当てられるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程において、前記基板は、前記基板の下面から加熱されるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程を行っている間に、前記インクジェット印刷ヘッドは規定された方向に移動するようにしてもよい。

20

上記の装置の製造方法において、前記第2の工程を行っている間には、前記インクジェット印刷ヘッドと前記基板との間のガス流が前記規定された方向に供給されるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程において、前記基板上に前記材料の第1ドットを配置した後、前記第1ドットに部分的に重ねるように前記材料の第2ドットを配置するようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程において、前記材料の連続したストライプを堆積されるように前記材料のドットの吐出が連続的に行われるようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記第3の工程により、前記材料は、アクティブ領域より大きい前記基板の領域上に前記材料が配置されるようにしてもよい。

30

上記の装置の製造方法において、前記材料はポリマーを含むようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記材料は、クロロホルム、トルエン、p-キシレン、メシチレン、リモネン、p-シメン、ジエチルベンゼン、テルピノレン、ジメチルイミダゾリジノン(DMI)、シクロヘキシルベンゼン、及びドデシルベンゼンの少なくとも1種を含むようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記インクジェット印刷ヘッドは、圧電素子を含むようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記材料は、[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン)]、[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-2,1,3-ベンゾチアジゾール)]及び[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-N-(4-ブチルフェニル)ジフェニルアミ

40

ン)の少なくとも1種を含むようにしてもよい。

上記の装置の製造方法において、前記基板は、毛管力を示さない材料で構成されていてもよい。

本発明に係る堆積方法は、基板上に材料を堆積する堆積方法であって、インクジェット印刷ヘッドの中に前記材料を充填する第1の工程と、前記インクジェット印刷ヘッドと基板との間にガス流を供給する第2の工程と、前記基板上に前記材料を堆積するように前記インクジェット印刷ヘッドから前記材料を吐出する第3の工程と、を含み、前記基板は、毛管力を示さない材料により構成されていることを特徴とする。

本発明に係る他の装置の製造方法は、基板上に材料を含む層を備えた装置の製造方法であって、インクジェット印刷ヘッドの中に前記材料を充填する第1の工程と、前記インク

50

ジェット印刷ヘッドと基板との間にガス流を供給する第2の工程と、前記基板上に前記材料を堆積するように前記インクジェット印刷ヘッドから前記材料を吐出する第3の工程と、を含み、前記基板は、毛管力を示さない材料により構成されていることを特徴とする。

本発明の第1の形態によると、インクジェット印刷ヘッドの中に可溶性材料を充填する工程；インクジェット印刷ヘッドと基板との間又はその付近にガス流を供給する工程；及び基板上に可溶性材料を堆積するように印刷ヘッドから前記材料を吐出する工程、の各工程から成る、基板上に可溶性材料を堆積する方法が提供される。

【0008】

本発明の第2の形態によると、インクジェット印刷ヘッド、及びインクジェット印刷ヘッドと基板との間又はその付近にガス流を供給するガス流手段から成る、基板上に可溶性材料を堆積する装置も提供される。

10

【0009】

好ましいアレンジでは、堆積過程で基板を加熱することも行なわれる。最も好ましいアレンジでは、更には、堆積が、一連のドットを部分的に重ねる連続形成によって行なわれる。

【0010】

本発明の実施形態を、単に更なる例のつもりで、そして付図を参照して以下で説明する。

【0011】

本発明のいろいろな形態を、エレクトロルミネセンス表示装置及びフォトルミネセンス表示装置の製造、特にその中に含まれる発光材料の堆積を引用して以下で説明する。表示装置に関連して、例えば発光領域の形成、電極の形成、及び／又はカラーフィルタの形成の際に本発明を使用出来る。けれども、本発明によって説明される技術は、かなり広く適用出来るので表示装置の引用に限定されないと理解すべきである。

20

【0012】

本発明は、可溶性材料の堆積の際のインクジェット技術の実用的実施に関する。インクジェット技術には主な2つのタイプがあり、1つのタイプはサーマル印刷ヘッド(所謂、“バブルジェット(登録商標)ヘッド”)を使用し、もう1つのタイプは圧電印刷ヘッドを使用する。サーマルインクジェットヘッドの構造と動き方は図1に示し、圧電ヘッドの構造と動き方は図2に示している。この2つのタイプのインクジェット技術の幾つかの特性を次表で比較している：

30

	圧電タイプ	サーマルタイプ
寿命	20億個のドット	1億個のドット
インクの溶媒	あらゆる液体	水
熱損傷	なし	>200℃で発生
ドット形状	丸形	飛沫状

【0013】

熱損傷の特性は上記の比較表に記載されている。記載されているように、サーマル型印刷ヘッドは、堆積される材料の熱損傷の原因となることがある。堆積される材料が熱損傷を起こす恐れがあることは大きな問題である。慣用のインクジェット印刷では、普通の印刷インキは比較的少ない制約しかないが、本発明で考えられる用途では、堆積される材料の機能—例えばその材料の絶縁性又はその材料の発光特性のような—は全て重要である。堆積工程で、例えば高温になり過ぎても堆積される材料の機能は損なわれないことを保証することが必要である。

40

【0014】

図2は、圧電インクジェットヘッドを使用して基板上に材料を堆積することを示している。エレクトロルミネセンス表示装置の形成の際には、エレクトロルミネセンスポリマーの閉じ込めは重要な問題である。図2に示すように、エレクトロルミネセンスポリマーが含まれるべき領域を区分するための、所謂、バンク材料(Bank material)を利用することによって前記のことは旨く対応ができる。バンク材料は濡れない(dewetting)表面を有し、一方、バンク材料によって区分される“窪み(well)”は濡

50

れる表面を有する。このようにしてポリマーの優れた閉じ込めを達成出来る。しかしながら、バンク材料を適用することは簡単ではない。インクジェット技術を使うと、塗布される材料の濡れ特性を制御することにより基板にパターンを描くことが出来る。こうすると閉じ込め作業は容易になる。

【0015】

重要な問題は、材料で堆積された薄膜の品質を確保することである。前述のように、均一性及び層厚が重要である。図3は、インクジェット堆積物とスピンコーティング物とを比較してインクジェット堆積の実用化の際に解決すべき2つの重要な問題を示している。図示するように、インクジェット堆積物はかなり不均一な薄膜となり易い。更に、インクジェット堆積を使うと、堆積過程で、又は堆積時に諸成分の相分離による重要な問題が生じる。溶液混合物(溶媒と、例えば2成分の)のスピンコーティングによる慣用の塗布では、2成分の極めて微細な相分離がよく発生することが判っている。この分離は顕微鏡レベルであり、一般的に、約 10^{-8} メートルのオーダーの距離に渡っている。しかしながら、インクジェット技術を使って溶液混合物を塗布すると、この相分離は肉眼で見えるようになり、各成分の大型のドメインは約 10^{-6} メートルのオーダーの距離に渡って形成される。このことは堆積成分の異常に激しい分離であり、明らかに、層の均一性に対して非常に望ましくないことである。

10

【0016】

相分離の実用的重要性は、緑色フォトルミネセンス表示体の作製の例を参考にして説明する。そのような表示体では、ポリマー混合物は基板上に堆積され、堆積されたポリマー材料の中のフォトルミネセンスを誘発する紫外線が照射されると発光するデバイスを形成する。このポリマー混合物は、一般的に、F8/F8BT/TFBを含むことが可能であり、ここではF8は[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン)]であり、F8BTは[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-2,1,3-ベンゾチアジゾール)]であり、そしてTFBは[ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-N-(4-ブチルフェニル)ジフェニルアミン)]である。この混合物の発光活性成分は、F8物質及びF8BT物質である。F8物質単独では、約420-450nmの波長の青色を発光し、F8BT物質単独では約550nmの波長の緑色を発光する。F8物質とF8BT物質との間にはエネルギー移動が起こることが判っているので、優れたポリマー混合物では、緑色発光だけがフォトルミネセンスで起こることが判っている。エネルギー移動はF8物質とF8BT物質との間のドメイン界面でのみ起こり、バルク物質の中では起こらない。この混合物をスピンコーティングによって塗布すると、相分離がナノメートルの距離に渡って起こり、そしてエネルギー転移は充分に起こるので緑色発光だけが得られる。けれども、この混合物がインクジェット堆積法で塗布されると相分離はマイクロメートルの距離に渡って起こり、エネルギー移動は不十分なので青色と緑色の別々の発光が見られる。この相分離問題は、異なる溶媒の効果を実証するのに適用することが出来るので有用である。

20

30

【0017】

堆積される材料が熱損傷を受ける問題は前に述べた。サーマル印刷ヘッドは、固い表面に可溶性材料を堆積する際に注目されることが多い高沸点有機溶媒を使用するには適当でないことを指摘することも必要である。高沸点溶媒はインクジェットヘッドノズルの目詰まりの恐れを実質的に少なくするので、インクジェット堆積プロセスでこのような溶媒を使用することが望ましい。ここで、堆積したいと望まれる機能材料は従来のインクジェット印刷で使用される染料より遥かに大きい分子構造を有するので、前記のことは特に重要な考慮すべき事項である。しかしながら、材料の選定は、堆積された時にその望まれる機能に対して最適でなければならず、従ってインクジェットノズルを目詰まりし難くする問題は二次的とみなさなければならない。結果として、使用する溶媒の選定にはもっと注意を払わなければならない。クロロホルムのような従来からの溶媒はインクジェットノズルの周りに堆積物を形成し易く、そのような堆積物はすぐにインクジェット機能の低下に繋がることがある、例えば吐出された材料を狙った方向から逸らせてしまう。結果として、これらの問題が発生しないように、高沸点溶媒を使用することが強く望まれる。けれども、

40

50

高沸点溶媒によって堆積される薄膜が不均一になり易い。

【0018】

溶媒問題は、前述のフォトルミネセンスポリマー混合物をもう一度引用しながら更に考察する。これに関して、次のものは、インクジェット堆積用の材料を提供するためにポリマー混合物と一緒に使用出来る可能性がある溶媒のリストである；各溶媒には、幾つかの関連する特性が示されている、即ち、{沸点(BP)、融点(MP)、表面張力(ST)}：

	BP(°C)	MP(°C)	ST(mN/m)
クロロホルム	61	-63	27.1(20°C)
トルエン	111	-95	27.9(20°C)
p-キシレン	138	13	27.7(20°C)
メシチレン	165	-45	28.3(20°C)
リモネン	177	-97	
p-シメン	177	-73	
ジエチルベンゼン	182	-42	29.0(20°C)
テルピノレン	184		
ジメチルイミダゾリジノン(DMI)	226	8	41.0(20°C)
シクロヘキシルベンゼン	239	7	
ドデシルベンゼン	331		

10

【0019】

図4は、フォトルミネセンス(PL)強度対波長を示し、前記溶媒の幾つかで堆積用のF8/F8BT/TFB混合物を置き換えた効果を説明するグラフである。図5は、幾つかの溶媒の低分子量及び高分子量の型をF8/F8BT/TFB混合物と一緒に使ったピーク高さ比(緑色/青色)対沸点のプロットである。図4は、溶媒の選定が堆積材料のフォトルミネセンス強度に強く影響を与えることを証明している。図5は、ポリマー混合物の相分離が高沸点溶媒で最も劣ることを証明している。前述のように、堆積用材料の優れた吐出安定性は低沸点溶媒からは得られない。

20

【0020】

もう1つの難題は、インクジェット堆積が核生成を促進しそうなことである。従来のインクジェット印刷で単一成分のインクを用いた場合でさえ、堆積したインクの中で核が成長し易い。この核生成は、堆積した材料の乾燥速度によって決まることが判っている。このことは、フォトルミネセンス材料のインクジェット堆積ドットで形成されるマトリックス表示装置を実現する際に厳しい実用上の難題となる。この難題は図6から読み取ることが出来る。図6は、フォトルミネセンス材料のインクジェット堆積ドットの配列を示している。この配列の縁部周りのドット(図6のグレイに陰影を付けた部分)は、この配列の中心部にあるドット(図6の黒く陰影を付けた部分)より速く乾燥する。核生成は比較的乾燥が遅いドットではかなりの程度まで起こる。核生成によって相分離問題は更に重大となり、配列の縁部にある出力ドットと、配列の中央部にある出力ドットとのスペクトル出力差が生じる。この影響は図6の中のPL強度一対一波長のグラフで表されている。実用上のマトリックス表示装置に対してこのような影響は極めて望ましくない性質であることは明らかである。

30

40

【0021】

前記の議論は、主に、堆積した材料の均一な層の形成に関する難題と関連がある。その他の主な問題は、堆積した材料の層で所望の厚さを得ることである。これに関しては、環状堆積の現象が固い表面に可溶性材料を堆積するためにインクジェット技術を使用した場合に発生することが判っている。図7(図7、図7-i、図7-ii)は、3つの例を用いてその現象を説明している。始めの2つの例は、堆積される溶液の中に使用される異なる溶媒(キシレンとシクロヘキシルベンゼン)を用いたPEDOT(ポリ-3,4-エチレンジオキシチオフェン)の層の上のF8の堆積物を表している。3番目の例は溶媒としてのシクロヘキシルベンゼンを使用し、基板としてガラスを使用した場合を示している。一般的に、基板用材料の選定は殆ど関係がないが、ここでは影響があると見られる。

50

【0022】

環状堆積の現象は、単に堆積材料の厚さを増やすための繰り返し堆積によっては解決出来ないことが判る。そのような行為では、核生成した環状物の高さが増すがその環状物の中央部は埋まらないことが判る。

【0023】

先ず、環状堆積現象は、インクジェットヘッドのノズルと関連があると思われるかも知れないが、これはそれに該当しない場合である。そうではなく、この現象は、堆積した材料の乾燥特性の結果であることが判った。このことは、堆積した材料のドット全面での蒸気濃度の濃縮の結果であると考えられる。表面張力が小さい有機溶媒でのこの問題は更に悪くなる。すなわち、ドットの縁部は速やかに乾燥するので、ドットの縁部は基板の表面に“ピン止め”される。ドットの中央部では、乾燥を妨げる高い蒸気濃度(溶媒/混合物の)が存在する。こうして、核生成された外側環状物への材料の内部流動が形成される。結果として、材料が全部乾燥してしまうまで核生成された環状物は成長し続ける。この効果は図7の各例の下に示された各断面走査図に示されている。バンクパターン(Bank pattern)付きの基板に材料が堆積された時でさえこの問題は起こる。即ち、バンクパターンを均一なレベルにまで満たすのではなく、堆積した材料が前述の核生成縁部と同じ様に作用するバンクの壁面に付着し、中央部はせいぜい堆積した材料の薄い被膜のままになっている。この問題は極めて厳しく、一般的に中央部にある材料の量は核生成縁部にある材料の量の17%より少ない(多分、僅かに10%)[これを有効ポリマー比と呼ぶことが出来る]。即ち、仕上がりデバイスの中での活性材料として作用するのは中央部の材料であり、壁面に付着した材料は實際上無駄になる。有効ポリマー比を高くできると、無駄になるパーセントが異常に高くなるのを避けるのに加えて、次は、インクジェットヘッドノズルからの液滴が更に安定して吐出される、より希薄な溶液を使用することが出来る。

【0024】

前述の問題は堆積した材料の乾燥速度を上げることが出来る本発明によって改善又は防ぐことが出来る。本発明は、インクジェットヘッドと、そのヘッドから材料が堆積されている基板との間(又はその付近)にガス流を供給する。注目すべきことは、このような簡単な解決策によって目視出来るドメイン分離のような前述の問題を解決することが出来ること、及び従来経験したその他の難題を解決出来ることが判った。普通、特に材料を実際に吐出すること、及び材料が堆積される表面に移動すること、に関連してインクジェット吐出プロセスの考えられるあらゆる摂動は避けなければならないと考えられる。ヘッドと、材料が堆積される表面との間にガス流を供給することにより吐出される材料の弾道は容易に影響を及ぼされうると考えられる。ガス流を供給すると溶媒が蒸発し易くなるので、ヘッドのノズルが目詰まりすることも考えられる(このことはインクジェット印刷の共通の問題である)。従って、本発明は、当業者の普通の傾向とは反対の方法及び装置を提供する。事実、インクジェットプロセスは、検討した種類の摂動に対し想像されるよりも遥かに敏感でないことが判った。勿論、物事を極端に考えると、検討した摂動が現実となる可能性はあるが、望ましくない摂動が起こる前に、前記の結果を実現するための相当熟慮した試みがなければならないことが判る。

【0025】

本発明で供給するガス流の中に窒素又はアルゴンのような不活性ガスを使用するのが好ましい。大抵の場合、酸化を防ぐことは多分望ましいが、使用するガスは、堆積される材料の諸特性に従って選定することが出来る。

【0026】

好ましい実施形態では、インクヘッドと基板との間にガス流を供給することと、インクジェットヘッドから材料の堆積過程で基板を加熱することとの組み合わせによって本発明を実施する。ここでも書くが、熱を加えることは、吐出される材料の中の溶媒が急速に蒸発してヘッドが目詰まりする恐れがあるので極めて望ましくないという点で、本発明の考え方は従来の考え方とは反対である。事実、この好ましい実施形態では、本発明の結果は、従来は発生すると思われた結果と正反対である。従来通りでは、加熱するとヘッドが目詰

まりすると考えられていた。しかしながら、基板を加熱すると、実際は、蒸気が、堆積した材料から追い払われてヘッドへ戻される。この効果は、（蒸発が増えることによる）吐出ノズルでの溶媒不足による予想される目詰まりより遥かに強い効果であることが判り、堆積した材料からの溶媒は吐出プロセスを妨げ得る程度まではヘッドで凝縮する。明らかに、説明した状況はガスの飽和蒸気圧及びヘッドの温度によって左右される。それにも拘らず、予想されるヘッドの目詰まりを経験することなく、その代わりにヘッドでの溶媒の凝縮を経験することは注目に値する。しかしながら、このような凝縮によって生じる問題は、本発明で供給されるガス流によって防がれる。従って、インクジェットヘッドと基板との間にガス流を使用することなくインクジェットヘッドから材料を堆積する過程で基板を加熱すると満足な結果とはならないことが多い。このことはノズルの乾燥を防ぐために、ヘッドの温度は基板の温度より低く保つべきであることを意味する。

10

【0027】

前述により、基板を加熱することなくガス流を使用することは、中程度の沸点の溶媒を含む可溶性材料では満足であると判ることが多い。高沸点溶媒を使用すると、満足のいく結果を得るために、ガス流の他に加熱している基板を使用することが必要であると考えられる。しかしながら、ヘッドの温度より高い温度になるように基板を加熱することは低沸点溶媒を使用すると良い結果が得られることを意味する。

【0028】

図8は、インクジェットヘッドと基板との間にガス流を供給することを示している。図8aは、ガス流の供給がない堆積を示している。この場合、図面に示すように、ヘッドと基板の付近及び両者の間に蒸気(溶媒/混合物)の雰囲気が存在する。ヘッドの寸法はヘッド/基板の隙間と比較して大きい。従って、ヘッドはキャッピング効果を有し、ヘッドと基板との間近で蒸気雰囲気は極めて濃厚で、極めて長持する。ヘッドのキャッピング効果により、このような濃厚な雰囲気の存在は、堆積過程でのヘッドの移動によってもさほど影響を受けない。図8bでは、この蒸気雰囲気はガス流によって取り去られる、即ちヘッドと基板付近及び両者の間の雰囲気はリフレッシュされる。図8bに示す配置を使うと、堆積した材料の迅速で均一な乾燥が実現される。ガス流も基板の加熱も行う好ましい実施形態を図8cに示している。図8cに示すように、基板の下面に加熱空気を吹き付けることによって基板は加熱される。例えば、ホットプレートを使って基板を加熱するような別の配置が考えられる。図8dは、インクジェットヘッドと基板との間にガス流を使用することなく基板の加熱を行なう場合、ヘッドのノズルプレート上での溶媒の凝縮の問題を示している。

20

30

【0029】

前述したのは、ガス流がインクヘッドと基板との間に供給される好ましい配置である。溶媒は蒸発して拡散によって分散される。このような拡散は、ヘッドのキャッピング効果によって殆ど妨げられる。従って、ガス流がインクヘッドと基板との間に供給されることは好ましいけれども、或る状態では、インクヘッドと基板との実際の間よりもヘッド/基板の隙間付近にガス流を供給することで充分である場合がある。

【0030】

前述のように、基板材料は透明なことが多い。従って、予備形成されたバンクの付いた材料堆積物の配列を基板の下面から観察することが出来る。このような状況では、基板を透かして見ることが妨げられないので、基板を加熱するのに加熱気体を使用することが好ましい。基板を加熱するためにホットプレートを使用すると、このような観察が妨げられる。加熱気体を使用すると基板への熱の入力を比較的制御し易いのもも判っているので加熱気体の使用が好ましい。ホットプレートを使用すると基板を、それによってヘッドを過熱することがある；その結果、ノズルの目詰まりが起こる。同様に、加熱気体を基板の下面に供給することは好ましく、そして基板の上面に加熱気体(例えば、ガス流とガス加熱との組み合わせ)を導くことは比較的効果の少ない結果となることが多い。

40

【0031】

インクヘッドと基板との間にガス流を供給する効果は図9の断面図に示されていて、この

50

図では、ガス流の有無によって得られる状況が比較されている。図9 aは、最初に堆積された時の材料のドットを示し、一方、図9 bは乾燥した時の堆積材料を示している。平面図では乾燥時の堆積材料はガス流が供給されない時、環状(前述)である。ガス流が供給されると環状核生成及び成長は、ガス流が吹き付けられている側から促進され、その反対側で減少することが判る。実際、ガス流の方向と反対側にある環状物の高さと同方向の寸法は両方とも著しく小さくなることが判る。ガス流が吹き付けられる側では横方向の寸法は著しく伸び(ガス流に従う方向で)、一方、高さが増える傾向はない。この結果、平面図ではガス流が吹き付けられている側で三日月形状の乾燥材料となり、ガス流が供給されない時の結果と比較して環状物の残り部分は高さと同方向の厚さが著しく小さい。説明のように、三日月形状部は極めて有用であり、ガス流が供給されない時に堆積した環状形状とは全く対照的にこの三日月形状部の上面は実質的に平面であることが判る。

10

【0032】

本発明の好ましい実施形態では、前記の三日月形状堆積物を使い、堆積材料を均一な厚さで広い層にする。この場合、三日月形状の堆積材料の実質的に平坦な上面は特に有効に使用される。簡単に言えば、この実施形態では、順次堆積されるドットを配列させて部分的に重ねる。この三日月形状部は、ガス流に従って横方向に成長して、環状物の縮小した残部は次の堆積によって被覆される。図10の一連の図面で示されるように、先行のドットが十分に乾燥してしまう前に、次のドットが堆積するのが最良である。図10に示すように、後続の堆積ドットが、先行のドットの環状物の三日月形状部と縮小した残部との間の隙間を埋める。先行のドットが乾燥してしまう前に後続のドットが堆積すると、先行の環状物の縮小した形状の残部は後続のドットに再溶解されて吸収されることが可能である。ガス流に従って横方向への三日月形状部の成長は、堆積材料の均一な層を形成する。本実施形態の考え方を拡大すると、インクジェットヘッドによって材料の連続した堆積物を得ることが出来る。図11は最も好ましい配置を示していて、この配置ではガス流が供給され、基板が加熱され、そして材料が連続して堆積される。

20

【0033】

従来のインクジェット技術を使用してストライプ状に材料を堆積しようとする場合(バンク材料のパターンを埋める従来の方法を使って)、バンク部の壁面での核生成と言う前記の問題で出会って均一な厚さを得ることが出来ない。充分な開口比を得ることが出来ない。この問題は、二次元のバンク部構造の必要性から更に重大となりコーナー部は丸みのついた形状となり易い。また、堆積材料の表面張力の結果として難題が生じる。表面張力によって堆積物の形状は変形を受け易い。即ち、表面張力は表面積を最少にように作用するので、目標とするストライプでない液滴群となる。この問題は高沸点溶媒を使用する時に特に顕著である。

30

【0034】

図11の実施形態では、優れた厚さのプロファイルを有するストライプパターン薄膜を得ることが出来る。そのようなストライプパターン薄膜はフルカラー表示装置の作製には特に有用である。本発明によると、ガス流が表面張力効果を妨げ、堆積材料が素早く乾燥するので、表面張力によって誘起される変形問題は小さくなる。

【0035】

フルカラー表示装置を得るのにストライプパターン薄膜を使用することは図12に示されている。シェーディング(shading)により図12に示すように、しかも極めて明確かなように、連続したストライプが、異なる波長の発光特性を有する堆積材料を使って形成される。一例えば、赤、緑及び青の発光ストライプの一連の繰り返しを提供される。また、図11の実施形態を使うと、前記の発光材料の代わりに、電導性共役ポリマー材料を堆積することも出来る。こうして表示装置用の電導電極のパターニングを達成出来る。このことは図13に示してある。電極の配列を効果的に使うと、発光材料の堆積ストライプを個々の画素に分離することが出来る。この共役ポリマーは、例えばPEDOT、ポリアニリン、ポリピロール又は金属(Au、Ag等)のコロイドから作ることが出来る。

40

【0036】

50

図11の実施形態を使って図12及び図13のストライプパターン薄膜を堆積する場合、各ストライプの開始部はストライプ本体よりもやや薄く、そして各ストライプの終端部はストライプ本体よりもやや厚いと言う傾向があることが判った。このような特徴は、連続式堆積プロセスの開始部と終端部に対応している。堆積ストライプのこのように比較的厚い部分と薄い部分により起こり得る影響は、目的とするデバイス、即ちアクティブなデバイスの領域より大きく堆積することによって防ぐことが出来る。このことは図14に示されている。図14では、暗い中央部は最終の表示領域であり、やや明るく着色された周縁部は実際に堆積された材料の全範囲を示している。

【0037】

インクヘッドと基板との間のガス流は1本の単純なノズルから供給することが出来る。しかしながら、ガス流は、好ましくは1点の発生源ではなく、少なくとも堆積されるストライプと同じ広さか或いは更に好ましくは基板全体と同じ広さの発生源を意味する“層流”であることが好ましい。基板と同じ幅の拡大スリットの形をしたノズルが使用される場合、そのノズルを基板に対して固定することが出来る。或いはまた、特に比較的狭いノズルの場合にはガス流ノズルはヘッドと共に移動するように取り付けられる。ガス流はヘッドの移動方向と同じ方向で供給されるのが最も好ましい。或る場合には、ガス流が反対方向になることを認めることもある。一般的に、ヘッドの移動方向に対して直角方向のガス流の方向は或る状況では適切かも知れないけれども、そのようなガス流では堆積ストライプの幅全体では非対称な乾燥になり易い。

前述の説明は、単なる例のつもりで行なってきたのであり、本発明の範囲を逸脱することなく修正が可能であることは当業者には理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】 慣用のサーマルインクジェット印刷ヘッドの略図である。

【図2】 圧電インクジェット印刷ヘッドを使うインクジェット堆積の略図である。

【図3】 従来のインクジェット堆積物とスピンコーティング物との比較をしている。

【図4】 種々の溶媒の効果を説明するための、“フォトルミネセンス(PL)強度対波長”のグラフである。

【図5】 種々の溶媒の低分子量及び高分子量の型の“ピーク高さ比(緑色/青色)対沸点”のプロットである。

【図6】 フォトルミネセンス材料のインクジェット堆積ドットの配列を示してそれに関連する問題を説明している。

【図7】 環状堆積の現象を説明している。

【図7-i】 環状堆積の現象を説明している。

【図7-ii】 環状堆積の現象を説明している。

【図8】 本発明を実施する種々のアレンジ、及び実施形態の説明で有用なその他のアレンジを示している。

【図9】 図8に示す本発明の実施形態の効果を説明している。

【図10】 材料が部分的に重ねられ逐次的に堆積されたドットを使用する本発明の実施形態を説明している。

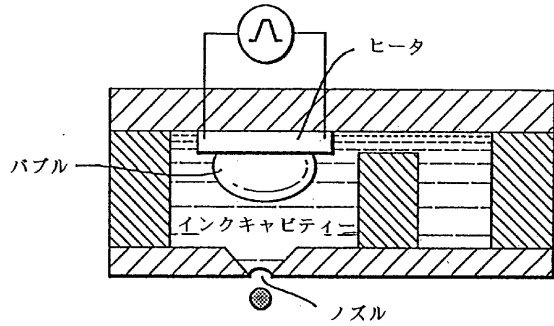
【図11】 本発明による好ましい実施形態を説明している。

【図12】 図11の実施形態を使うフルカラー表示装置の作製を説明している。

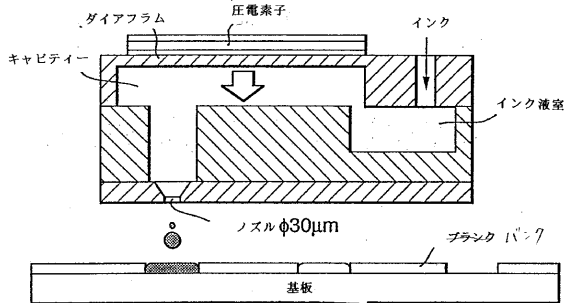
【図13】 図11の実施形態を使い、図12の表示装置の導電電極のパターニングを説明している。

【図14】 表示装置での材料堆積の開始及び終点範囲の実用的影響を避ける方法を示している。

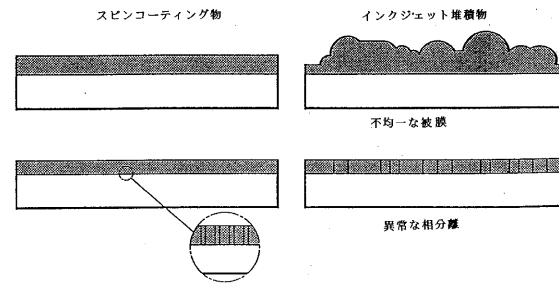
【図 1】



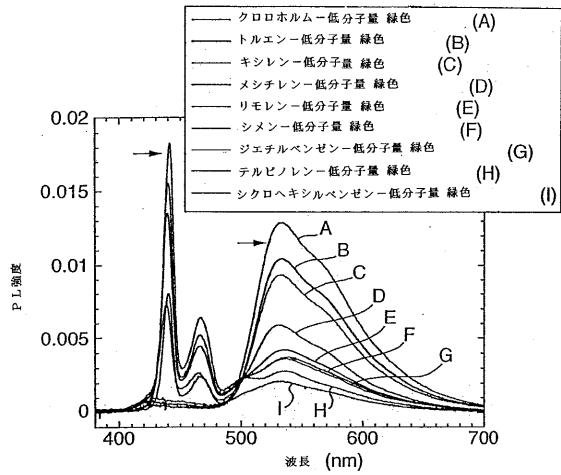
【図 2】



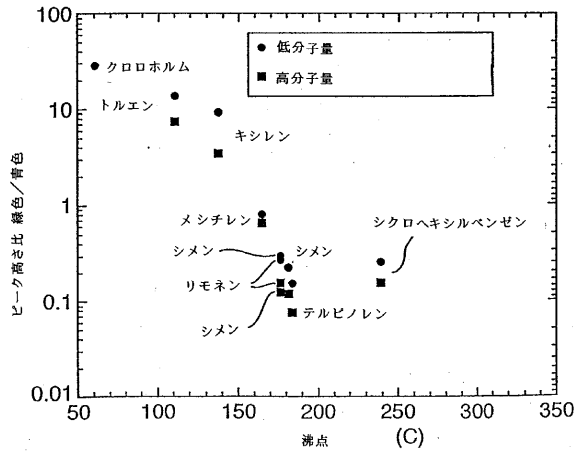
【図 3】



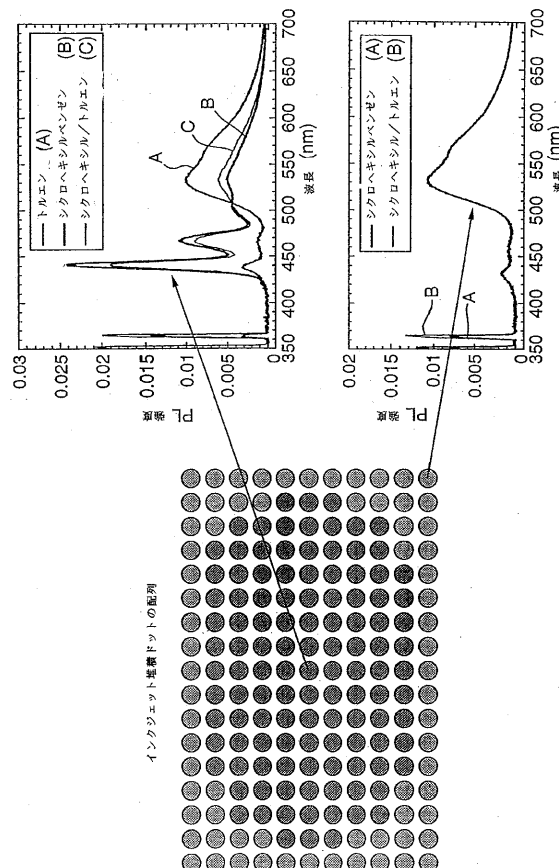
【図 4】



【図 5】

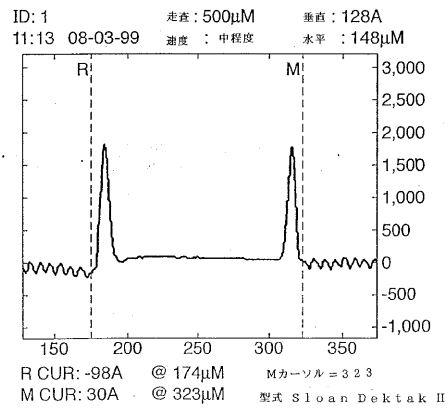
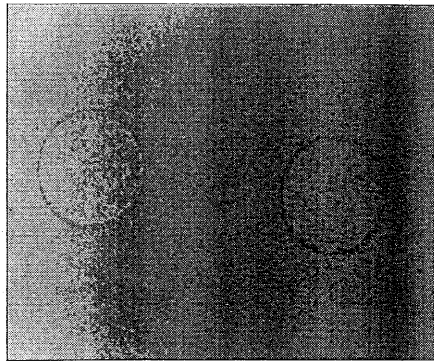


【図 6】



【図 7】

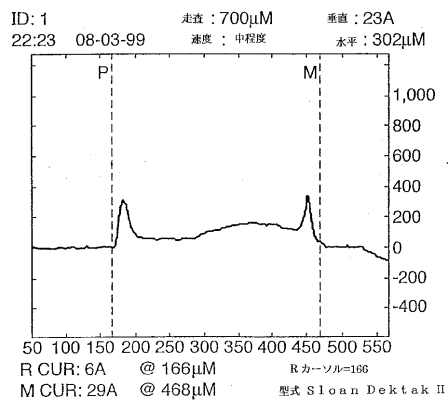
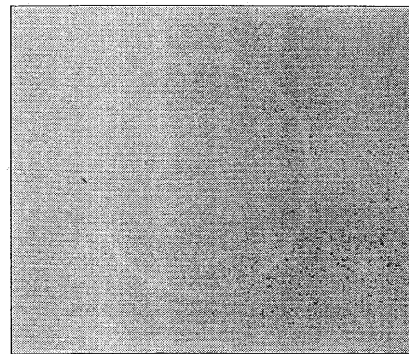
PEDOT上のキシレン



【図 7 - i】

i

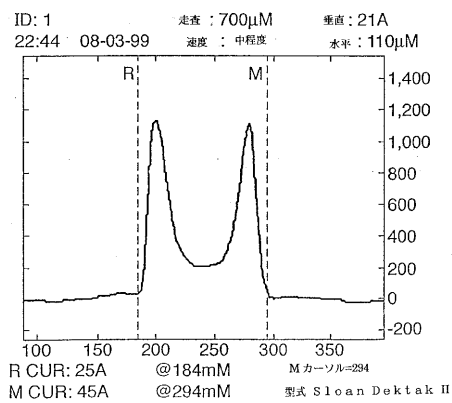
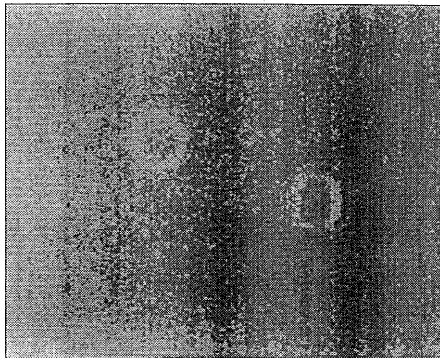
PEDOT上のシクロヘキシルベンゼン



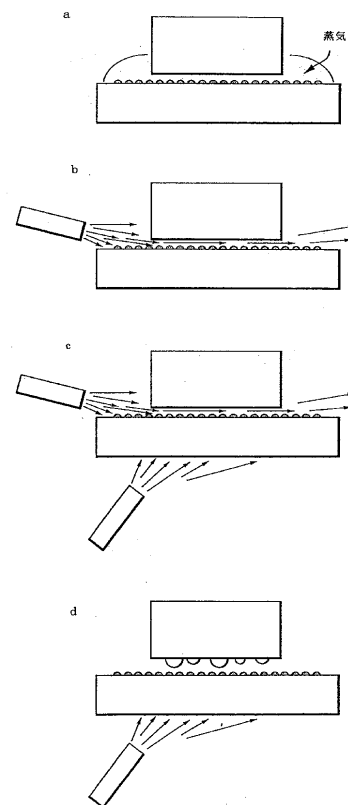
【図 7 - ii】

ii

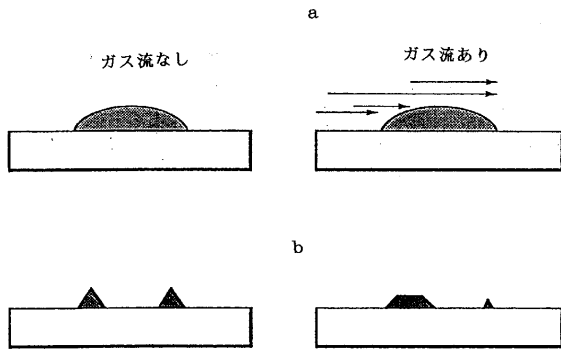
ガラス上のシクロヘキシルベンゼン



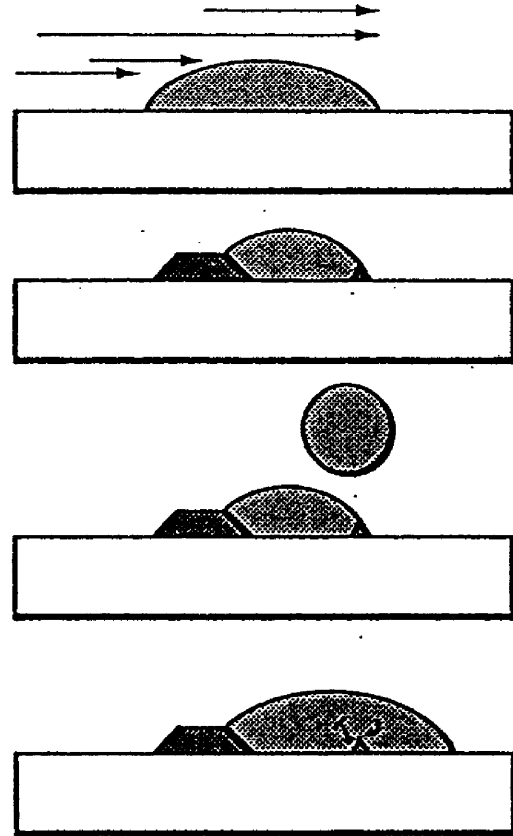
【図 8】



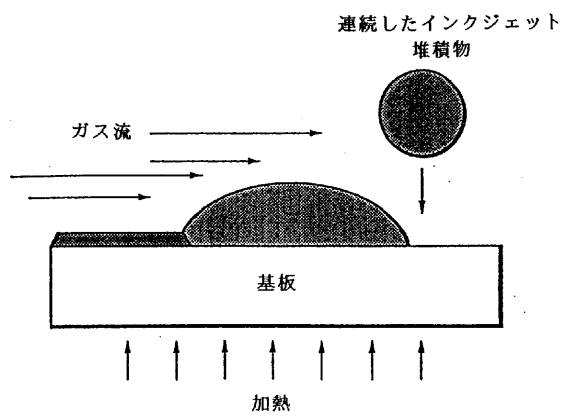
【図 9】



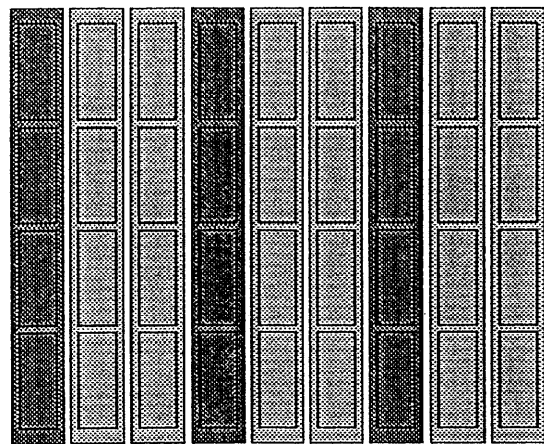
【図 10】



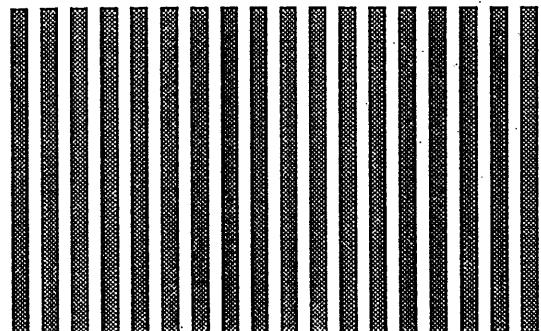
【図 11】



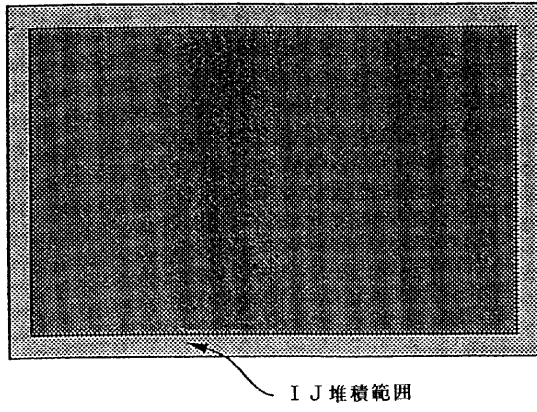
【図 12】



【図 13】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 川瀬 健夫

イギリス ケンブリッジ CB3 0AX キャッスルパーク シェラトンハウス エプソンケン
ブリッジ研究所内

審査官 加賀 直人

(56)参考文献 特開平02-251453 (JP, A)

特開平08-314327 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05D 1/00-7/26

B05C 1/00-21/00

B41J 2/01-2/21

H01L 51/50-51/56

H05B 33/10-33/28