

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-512230

(P2008-512230A)

(43) 公表日 平成20年4月24日(2008.4.24)

(51) Int.Cl.

B01J 19/00 (2006.01)

F 1

B01J 19/00

321

テーマコード(参考)

4G075

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 44 頁)

(21) 出願番号 特願2007-530452 (P2007-530452)  
 (86) (22) 出願日 平成17年9月1日 (2005.9.1)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年3月2日 (2007.3.2)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2005/031561  
 (87) 國際公開番号 WO2006/029091  
 (87) 國際公開日 平成18年3月16日 (2006.3.16)  
 (31) 優先権主張番号 10/849,302  
 (32) 優先日 平成16年9月3日 (2004.9.3)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

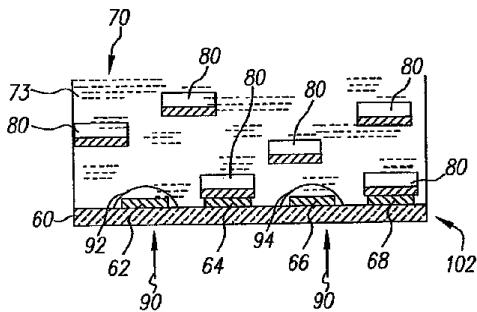
(71) 出願人 590000846  
 イーストマン コダック カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク 14650  
 , ロチェスター、ステイト ストリート 3  
 43  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (72) 発明者 ハース, ダニエル ディロン  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 145  
 80 ウエブスター グランガード・サークル 508

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱的に制御される流体セルフアセンブリ法及び支持体

## (57) 【要約】

流体集合体用の支持体(60)及び方法が供される。その支持体は、流体(72,73)を用いて表面に取り付けられる型の微小部品(80,84)を受け取るように備えられている結合位置(62,64,66,68)を有する表面、及び、選択された結合位置にあるエネルギー吸収熱発生装置を有する。各エネルギー吸収熱発生装置は、エネルギーを受け取り、その受け取ったエネルギーの一部で、選択された結合位置に最も近い流体を加熱するように備えられている。それにより、微小部品が、加熱によって粘性を増大させる流体を用いることによって取り付けられるとき、エネルギー吸収熱発生装置によって発生する熱は、選択された結合位置に最も近い流体の粘性を増大させることで、微小部品が選択した結合位置に結合するのを防止する。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流体を用いて付与される型の微小部品を受け取れるように設けられている結合位置を有する表面；及び

選択された結合位置にあるエネルギー吸収熱発生装置；  
を有し、

前記エネルギー吸収熱発生装置の各々は、エネルギーを受け取り、かつ受け取られた前記エネルギーの一部を変換することで、前記選択された結合位置に近接する前記流体を加熱するように備えられ、かつ

加熱によって粘性を増大させる流体を用いて前記微小部品が付与されるとき、前記エネルギー吸収熱発生装置によって発生する熱が、前記選択された結合位置に近接する前記流体の粘性を増大させることで、前記微小部品と前記選択された結合位置との結合を防ぐ、支持体。

**【請求項 2】**

前記エネルギー吸収熱発生装置が、前記選択された結合位置に設けられている、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 3】**

前記エネルギー吸収熱発生装置が、前記選択された結合位置に隣接して設けられている、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 4】**

前記エネルギー吸収熱発生装置が同一量のエネルギーに曝露されるとき、前記エネルギー吸収熱発生装置のうちの複数は、それとは別の前記エネルギー吸収熱発生装置よりも多い量の熱を発生させるように備えられている、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 5】**

前記エネルギー吸収熱発生装置のうちの複数が、第1型のエネルギー曝露に反応し、かつ、それとは別の前記エネルギー吸収熱発生装置は第2型のエネルギー曝露に反応する、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 6】**

前記エネルギー吸収熱発生装置のうちの少なくとも1つが、インダクタ及び導電性加熱素子を有する、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 7】**

前記エネルギー吸収熱発生装置のうちの2つ以上が、インダクタ、導電性加熱素子、及び少なくとも1つの調節部品を有し、

前記少なくとも1つの調節部品は、各インダクタと結合することで、各エネルギー吸収熱発生装置に、特定の周波数範囲内にある高周波信号に応答して熱を発生させる、

請求項1に記載の支持体。

**【請求項 8】**

前記微小部品が結合するように設けられている、液体堆積物のパターンの形態をとる結合位置を表面上に有する支持体であって、前記液体堆積物のうちの選択されたものは、エネルギーを受け取り、かつ熱を発生させることで、選択された結合位置に近接する前記流体の粘性を増大させるように設けられている、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 9】**

少なくとも複数の前記結合位置及び前記微小部品が、形状認識、疎水性力認識、静電的認識、分子認識及び生体認識を用いて選択的に結合するように備えられている、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 10】**

前記結合位置が、パラフィン材料、ワックス、フッ素処理されたオイル及びポリマーのような疎水性コーティングを有し、かつ

前記第1微小部品が、前記疎水性コーティングに結合するように備えられている、  
請求項1に記載の支持体。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

前記エネルギー吸収熱発生装置が、シアニン色素、テルル付加化合物、オキソノール色素、スクアレン色素、メロシアニン色素及び金属ジオチレンのうちの少なくとも1種類の堆積物を有する、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 1 2】**

前記エネルギー吸収熱発生装置が、カーボンブラックを有する、請求項1に記載の支持体。

**【請求項 1 3】**

微小部品が熱に応答して粘性を増大させる流体中に含まれているときに、前記微小部品を受け取るように設けられている結合位置を有する表面；

10

第1組の前記結合位置にある第1エネルギー吸収熱発生装置；及び

第2組の前記結合位置にある第2エネルギー吸収熱発生装置；

を有し、

前記選択された結合位置に近接する前記流体が加熱されることで、前記微小部品が、第1レベルよりも高いエネルギー曝露に応答して、前記選択された結合位置に結合しなくなるように備えられている、前記第1エネルギー吸収熱発生装置の各々によって加熱され、

前記第1レベルと該第1レベルよりも低いレベルである第2レベルの両方に応答して、前記選択された結合位置に近接する前記流体の粘性を増大させるように、第1エネルギー曝露を受け、かつ付与された熱に応答するように備えられている前記第2エネルギー吸収熱発生装置の各々によって加熱される、

20

支持体。

**【請求項 1 4】**

前記第1エネルギー吸収熱発生装置及び前記第2エネルギー吸収熱発生装置が、同一材料から構成され、

前記第1エネルギー吸収熱発生装置及び前記第2エネルギー吸収熱発生装置が同一のエネルギー曝露に応答するときに、前記第2エネルギー吸収熱発生装置が、前記第1エネルギー吸収熱発生装置よりも、より多くの熱を受けることで、より多くの熱を発生させるために、前記第2エネルギー吸収熱発生装置が前記第1エネルギー吸収熱発生装置よりも大きくなっている、

請求項13に記載の支持体。

30

**【請求項 1 5】**

前記第1エネルギー吸収熱発生装置及び前記第2エネルギー吸収熱発生装置が同一のエネルギーが曝露されるとき、前記第2エネルギー吸収熱発生装置が前記第1エネルギー吸収熱発生装置よりも大きいために、前記第2エネルギー吸収熱発生装置が、前記第1エネルギー吸収熱発生装置よりも、より多くの熱を受けることで、より多くの熱を発生させるよう

、前記第1エネルギー吸収熱発生装置及び前記第2エネルギー吸収熱発生装置が、互いに異なる材料から構成され、又は

前記第1エネルギー吸収熱発生装置及び前記第2エネルギー吸収熱発生装置を構成する前記材料の比率が互いに異なっている、

40

請求項13に記載の支持体。

**【請求項 1 6】**

光を吸収する色素又は染料又は金属を有する前記エネルギー吸収熱発生装置が内部に存在する支持体であって、前記エネルギー曝露が光の形態である、請求項13に記載の支持体。

**【請求項 1 7】**

微小部品が熱に応答して粘性を増大させる流体中に含まれているときに、前記微小部品を受け取るように設けられている結合位置を有する表面；

第1組の前記結合位置にある第1エネルギー吸収熱発生装置；及び

第2組の前記結合位置にある第2エネルギー吸収熱発生装置；

50

を有し、

前記第1エネルギー吸收熱発生装置は、第1レベルより大きな第1エネルギー曝露に応答して熱を発生させ、

前記選択された結合位置に近接する前記流体が加熱されることで、前記微小部品が、第1レベルよりも高いエネルギー曝露に応答して、前記選択された結合位置に結合しなくなるように備えられている、前記第1エネルギー吸收熱発生装置の各々によって加熱され、

前記第1エネルギーの第1レベルよりも大きなエネルギー曝露、及び前記第2エネルギーの第2レベルよりも大きなエネルギー曝露に応答して、前記選択された結合位置に近接する前記流体の粘性を増大させるように、前記第1エネルギー曝露及び前記第2エネルギー曝露を受け、かつ付与された熱に応答するように備えられている前記第2エネルギー吸收熱発生装置の各々によって加熱される、

支持体。

**【請求項 1 8】**

前記第1エネルギー吸收熱発生装置が、前記第2エネルギー吸收熱発生装置とは異なる、前記第1エネルギー及び前記第2エネルギーに対する吸収スペクトルを示す、請求項17に記載の支持体。

**【請求項 1 9】**

前記第1エネルギー吸收熱発生装置及び前記第2エネルギー吸收熱発生装置が応答する、前記第1エネルギー及び前記第2エネルギーのうちの少なくとも1つが、電磁放射線、音又は電流である、請求項17に記載の支持体。

**【請求項 2 0】**

エネルギー吸收熱発生装置が備えられている選択された結合位置を有する結合位置のパターンを有する支持体上に、構造物をアセンブリする方法であって：

前記支持体の前記表面上に第1流体を供し、該第1流体は、加熱されるときに粘性を増大させる型の流体であって、かつ、前記第1微小部品の各々は前記結合位置と結合するよう備えられている第1微小部品を中で懸濁させている、提供工程；

前記支持体を第1型のエネルギーに曝露し、それによって、第1組の前記エネルギー吸收熱発生装置は熱を放出することで、前記結合位置に近接する前記第1流体の粘性を増大させることにより、前記第1流体中に懸濁する前記第1微小部品と、前記第1組の前記エネルギー吸收熱発生装置が備えられている前記結合位置との結合が抑制される、曝露工程；

を有する方法。

**【請求項 2 1】**

エネルギー吸收熱発生装置が備えられている選択された結合位置を有する結合位置のパターンを有する支持体上に構造物をアセンブリする方法であって：

前記支持体の表面上に、加熱されるときに粘性を増大させる型である第1感熱性流体を供する工程；

第1組の前記エネルギー吸收熱発生装置が熱を放出して、前記選択された結合位置に近接する前記感熱性流体の粘性を増大させるように、前記支持体を第1型エネルギーに曝露する曝露工程；

前記結合位置に結合するように備えられている第1微小部品が中で懸濁する第1キャリア流体を供する工程；及び

前記支持体の前記第1型のエネルギーへの曝露を継続し、それによって、前記第1組の前記エネルギー吸收熱発生装置は熱を前記第1流体へ放出し続けることで、前記選択された結合位置に近接する前記感熱性第1流体の粘性の増大を維持させ、それにより、前記第1キャリア流体中に懸濁する前記第1微小部品と、前記第1組の前記エネルギー吸收熱発生装置が備えられている前記結合位置との結合が抑制される、継続工程；

を有する方法。

**【請求項 2 2】**

前記第1キャリア流体が前記感熱性流体を含む、請求項21に記載の方法。

**【請求項 2 3】**

10

20

30

40

50

前記第1組のエネルギー吸収熱発生装置が、第1型のエネルギーに応答し、かつ第2組のエネルギー吸収熱発生装置が、前記第1型と第2型のエネルギーの両方に応答することで、前記第1流体及び第2流体の粘性が増大し、前記第1微小部品の結合が防止される方法であって：

前記支持体から、前記第1流体及び第1微小部品を除去する除去工程；

熱に応答して粘性を増大させ、かつ中に前記第2微小部品を含む第2流体を付与する流体付与工程；及び

第2型のエネルギーを前記支持体に付与するエネルギー付与工程；

をさらに有し、

前記第2組のエネルギー吸収熱発生装置のみが、該第2組のエネルギー吸収熱発生装置に近接する前記第2流体の粘性を増大させることで、前記第2微小部品が、前記第2組のエネルギー吸収熱発生装置に近接する結合位置に結合するのを防ぐ、

10

請求項21に記載の方法。

#### 【請求項24】

前記第1組のエネルギー吸収熱発生装置が、1つの型のエネルギーに応答して熱を発生させ、かつ第2組のエネルギー吸収熱発生装置が、前記1つの型のエネルギーに応答して、前記第1組のエネルギー吸収熱発生装置よりも多くの熱を発生させる方法であって：

前記支持体から、前記第1流体及び第1微小部品を除去する除去工程；

熱に応答して粘性を増大させ、かつ中に前記第2微小部品を含む第2流体を付与する流体付与工程；及び

20

内部に付与されているレベルよりも低い第2型の第2曝露を前記支持体に付与するエネルギー付与工程；

をさらに有し、

前記第2組のエネルギー吸収熱発生装置のみが、それに近接する前記第2流体の粘性を増大させることで、前記第2微小部品が、前記第2組のエネルギー吸収熱発生装置に近接する結合位置に結合するのを防ぐ、

請求項21に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

30

本発明は流体マイクロアセンブリ構造の方法、特に、微小部品を流体によって選択的にアセンブリすることが可能な方法及び装置に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

マイクロアセンブリされた装置は、従来のマクロアセンブリ及びマクロ製造法を用いて形成される製品によって提供することのできなかった特徴、能力及び費用構造を有する、全く新たな世代のコンシューマ向け製品、専門家向け製品、医療用製品、軍事製品、及びその他の製品として期待されている。たとえば、特にフラットパネルディスプレイ、スマートカード等の分野においては、比較的安価な方法で、システム又はアレイのいずれかとしての集積すなわちアセンブリが可能なマイクロエレクトロニクス素子又はチップが必要である。別な例では、ディスプレイパネル上の特定位置に、たとえば電気泳動ビーズのようなカラーディスプレイ素子を、正確でかつコスト効率良くアセンブリできる、コスト効率の良い方法が必要である。

40

##### 【0003】

そのようなマイクロアセンブリ装置の利点の1つは、新たな製品を生み出す可能性のある方法（一般に、ヘテロ集積と呼ばれる方法である）で、様々な材料及び素子が利用できることである。たとえば、そのようなヘテロ集積は、アセンブリ用に現在用いられている堅いシリコン基板とは反対であるフレキシブル基板を使用することによって、たとえばシリコントランジスタ又は他のエレクトロニクス素子のような比較的堅い構造を、より複雑な電子回路に組み込むことが可能になる。この例では、そのようなヘテロ集積によって、

50

シリコンベースの集積回路部品及び/又は他の種類の回路部品をアセンブリし、シリコンから構成されていないフレキシブル支持体又は堅い支持体上に集積回路を作製する、高価ではない手段が供される。しかし、そのようなヘテロ集積された回路を供する際、そのようなヘテロ集積回路を作製する方法は、それぞれ別個である他種類の構造物を基板上で正確に位置設定する必要があることが分かる。そのようなヘテロ集積はまた、たとえば、ヘテロ集積は、製薬製品、先端材料、光学構造、スイッチング構造及び生物学的構造のアセンブリのような他の目的に利用されても良い。

#### 【0004】

エレクトロニクス産業で特に関心を集めているのは、マイクロアセンブリが、たとえば電子ディスプレイのような、非常に望ましい反面複雑である構造を集積する際の既存問題を解決する可能性を有していることである。典型的な電子ディスプレイは、像形成面に“前方面(front plane)”として知られている構造を使用している。“前方面”には、能動素子としても知られている像生成素子が配置されている。その像生成素子は、たとえば液晶、電場発光材料、有機発光ダイオード(OLEDs)、アップコンバージョンリン光体、ダウンコンバージョンリン光体、発光ダイオード、電子泳動ビーズ、又は像生成に利用可能な他の材料のような構造物から形成される。一般的に、電場又は他の刺激又は他の外場が能動素子に印加されるとき、そのような能動素子は像を生成する。そのような電子ディスプレイはまた、“後方面(back plane)”として知られる構造を組み込む。後方面は、たとえば電極、キャパシタ、トランジスタ、導体、画素駆動装置、及び他の回路及び集積部品のような構造物を有する。他の回路及び集積部品は、能動素子が像を与えるように、その能動素子に適切な刺激を与える。たとえば、能動素子は、制御された量の光を放出することによって、又は能動素子の反射率若しくは透過率を変化させることによって、刺激と反応し、前方面面上に像を生成することができる。

10

20

30

#### 【0005】

基板上に素子を設置するのにヘテロ集積法を利用するには周知である。そのようなヘテロ集積法は一般的に、2の種類のいずれかに分類することができるだろう。決定的方法とランダム方法である。決定的方法は、人又はロボット構造が個々の素子を基板上の特定位置に設置する方法である。そのような方法はまた、“ピック・アンド・プレース”法としても知られている。そのような“ピック・アンド・プレース”法は、2つの利点を供する。1つは完全な制御で、もう1つは、部品が所望位置に適切に設けられる可能性である。さらに、そのような“ピック・アンド・プレース”法はまた、様々な型の微小部品を正確にアセンブリすることで、様々な型の、材料、マイクロアセンブリされた構造物、及び部品を集積するマイクロアセンブリ構造の作製を可能にする。

30

#### 【0006】

決定的方法は、決定的処理を実行する人又は機械に、高い精密さを求めることが分かる。従って、そのような決定的方法をコスト効率良く行うのは難しい。これは特に、微小部品のアセンブリを高い集積度で行う場合、又は、商業、製薬又は他の用途で求められるような、微小部品の大規模アセンブリが行われるような場合に当てはまる。

40

#### 【0007】

流体セルフアセンブリのようなランダム設置(random placement)法は、GaAsLEDsのようなエレクトロニクス素子をシリコン基板上に集積するのに用いられてきた。流体セルフアセンブリは、輸送用の液状媒体を用いて、基板上に設けられた、多数の個別的に形成されたマイクロアセンブリ構造物を、前記構造物と一致する形状の凹部に集積する製造法である。このセルフアセンブリ法は、微小部品のセルフアセンブリを駆動させるのに引力及び剪断力を利用する。この例には、特許文献1、特許文献2、特許文献3及び特許文献4が含まれる。

#### 【0008】

図1aは、一般的な、従来技術によるランダム設置法の動作の一例を図示している。図1aでは、凹部21の形態をとる結合位置を有する基板10が図示されている。凹部21は、流体29中に懸濁した、凹部21と一致した形状を有する微小部品47を受け入れる。図1aに図示され

50

ているように、流体29は、微小部品47を含み、基板10に付与される。微小部品を含む流体が基板上に付与されるとき、引力及び/又は他の力が、微小部品47を基板10上でかつその凹部21へ引きつける。このように引きつけられるため、大容量及び/又は大規模アセンブリ処理に適した大規模並列処理を利用することで、基板10への微小部品47のアセンブリが可能となる。

#### 【0009】

引力及び/又は剪断力のみに依存することなく、マイクロアセンブリされた構造物を構築するために、流体セルフアセンブリを利用する他の方法が開発されてきた。これらの方10法のうちのいくつかが図1b-図1eに図示されている。図1b-図1eの各々では、結合位置21-25を有する基板10が図示されている。結合位置21-25は様々な形状をとって良い。そのうちの数例だけを図1b-図1eに図示する。

#### 【0010】

図1bでは、結合位置22を有する基板10が供されている流体セルフアセンブリ法が図示されている。結合位置22は疎水性パッチに適合し、疎水性パッチは流体29中に懸濁する微小部品49上の疎水性表面48と結合することで、微小部品49は基板10上に設けられる。この型の一例は、特許文献5で図示及び説明されている。特許文献5は、表面処理用流体に曝露されることで、親水性又は疎水性のいずれか1つの選択された性質を有する基板表面を作製する基板について説明している。スラリーが基板上に付与される。スラリーは、流体及び複数の微小部品を含む。2つの型の微小部品が供されている。1つは親水性表面と接合するように設計された部品で、親水性表面は、この部品に合わせて設計された受容体位置に付隨する。もう1つは疎水性表面と接合するように設計された部品で、疎水性表面は、この部品に合わせて設計された受容体位置に付隨する。スラリーが基板10上に付与されるので、微小部品のうちの選択されたものの選択的な親水性表面は、基板10上の親水性表面と接合し、疎水性表面とは接合しない。親水性表面を有する微小部品は、基板上の親水性パッチと結合する。よって、微小部品は基板上の所定位置に選択的に設置される。

#### 【0011】

図1cは別な流体セルフアセンブリ法を図示している。図1cに図示されている方法は、セルフアセンブリに毛管力を利用する。図1cに図示されているように、結合位置23は液体34の液滴32に適合する。液体34と微小部品51の表面36との間の毛管引力は、流体29に懸濁する微小部品51を結合位置23に集合させる。しかし、この方法は基板10上で液滴34を精密に位置設定する必要があり、様々な型の微小部品を有する部品のアセンブリにおいて有用である部品の区別をすることが必ずしもできないことが分かる。この方法の様々なバージョンは一般的に、非特許文献1及び非特許文献1で説明されている。

#### 【0012】

図1dに図示されている従来技術では、結合位置24が、流体29に懸濁する微小部品52の磁性表面53を引きつける磁気パッチを有する流体セルフアセンブリ法が図示されている。そのような方法は非特許文献3で説明されている。非特許文献3は、ニッケルドットのアレイのパターンを有する基板上に微小金属ディスクを集合させるための磁力の利用について詳細に説明している。しかし、基板上にディスクのアレイを供するには高いコストがかかりてしまう。さらに、そのような方法は一般的には、ディスクのアレイが組まれるようアセンブリされても、各マイクロアセンブリ構造物が磁力を利用できるような磁気特性を有しているような用途に限定される。

#### 【0013】

マイクロアセンブリ中に、微小部品を位置設定するのに静電引力を利用することが提案されてきた。特許文献6及び非特許文献4はそのような方法について説明している。図1eはこのような静電的な方法の一般例を図示している。図1eで図示されているように、基板10は結合位置25を有する。結合位置25は電極27と適合し、電極27は、流体29中に懸濁する、電極27とは反対符号の電荷を有する微小部品55を引きつける。しかし、静電力に基づく流体マイクロアセンブリの利用は、誘電泳動による微小部品の長距離輸送に必要とされる、アドレス指定の可能な電極構造を供することに伴って高コストになると考えられる。

## 【0014】

上述のように、多くのマイクロアセンブリされた構造は、型の異なる様々な微小部品を組み込んでいる。よって、そのような大規模並列ランダム設置法を用いた2種類以上の型の微小部品のヘテロ集積は非常に望ましい。したがって必要なことは、たとえば従来の流体アセンブリのようなランダム設置法によって可能な大規模でありながら、決定的方法の精度及び選択的アセンブリ能力を有する、マイクロアセンブリ構造に微小部品をアセンブリする方法である。

## 【0015】

この要求を満たすため、上述の流体セルファアセンブリ法の少なくとも1つを修正する試みがなされてきた。たとえば、そのような試みの1つでは、従来の流体アセンブリ法は、基板上の各異なる形状を有する受容体と結合するように適合されている、各異なる形状を有する微小部品を利用するように進化した。このことにより、基板は、特定の型の微小部品の形状と一致する独自の形状を有する結合位置を有することが必要となる。しかし、表面エッティング技術、微小部品作製技術、費用、電気的機能及び配向に関する制約があるため、微小部品の区別に利用できる形状の構成数は制限される。つまり、そのような方法を用いて、基板上に設置できる異なる部品の数は制限される。

10

## 【0016】

別な方法では、バッシャー(Bashir)らが、相補的なDNA分子又はDNAリガンド間の結合を利用して結合位置間の区別をすることについて論じている。この方法は高精度の差異を提供するが、基板上のDNA又はリガンドのパターンングで高コストとなることが考えられる(非特許文献5)。

20

【特許文献1】米国特許第5545291号明細書

【特許文献2】米国特許第5783856号明細書

【特許文献3】米国特許第5824186号明細書

【特許文献4】米国特許第5904545号明細書

【特許文献5】米国特許第6527964号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2002/0005294号明細書

【特許文献7】米国特許第5955515号明細書

【特許文献8】米国特許第6069680号明細書

【特許文献9】米国特許第4911526号明細書

30

【特許文献10】米国特許第4900130号明細書

【特許文献11】米国特許第6169565号明細書

【特許文献12】国際公開第01/56788号パンフレット

【特許文献13】米国特許第6582875号明細書

【非特許文献1】ティーン(Tien)、ブリーン(Breen)及びホワイトサイド(Whitesides)、"Crystallization of Millimeter-Scale Objects with Use of Capillary Forces"、Journal of American Chemical Society誌、第120巻、pp.12670-12671

【非特許文献2】スリンバサン(Srinivasan)他、Journal of Microelectromechanical systems、第10巻、2001年、pp.17-24

【非特許文献3】ムラカミ他、"Random fluidic self-assembly of micro-fabricated metal particles"、Proceedings of International Conference on Solid-State Sensors and Actuators、1999年、pp.1108-1111

40

【非特許文献4】リー(S.W.Lee)他、"Electric-Field-Mediated Assembly of Silicon Islands Coated With Charged Molecules"、Langmuir誌、第18巻、2002年、pp.3383-3386

【非特許文献5】マクナリー(McNally)他、"Self-Assembly of Micro and Nano-Scale Particles using Bio-Inspired Events"、Applied Surface Science誌、第214/1-4巻、2003年、pp.109-119

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

**【0017】**

よって、微小部品の大容量ヘテロ集積を行うための、従来よりもコスト効率の良い方法が必要である。

**【課題を解決するための手段】****【0018】**

流体集合体用の支持体及び方法が供される。その支持体は、流体を用いて表面に付与される型の微小部品を受け取るように備えられている結合位置を有する表面、及び、選択された結合位置にあるエネルギー吸収熱発生装置を有する。各エネルギー吸収熱発生装置は、エネルギーを受け取り、その受け取ったエネルギーの一部で、選択された結合位置に近接する流体を加熱するように備えられている。それにより、微小部品が、加熱によって粘性を増大させる流体を用いることによって結合するとき、エネルギー吸収熱発生装置によって発生する熱は、選択された結合位置に近接する流体の粘性を増大させることで、微小部品が選択した結合位置に結合するのを防止する。

10

**【0019】**

本発明の別な態様では、支持体が供される。支持体は、結合位置を有する表面、及び結合位置の第1組に第1エネルギー吸収熱発生装置を有する。結合位置は、熱に応じて粘性を増大させる流体に微小部品が含まれるときに、表面上に供されるそのような微小部品を受け取るように設けられている。各第1エネルギー吸収熱発生装置は支持体を加熱することで、選択された結合位置に近接する流体の粘性を増大させる。加熱によって流体の粘性が増大することで、第1レベルより高いエネルギーに曝露されることに応じて、微小部品は選択された結合位置に結合しなくなる。第2組の結合位置にある第2エネルギー吸収熱発生装置の各々は、第1エネルギーに曝露され、該第1エネルギー曝露に応じて支持体を加熱することで、前記第1レベルより大きなエネルギーの曝露及び、第1レベルより低いレベルである第2のエネルギー曝露の両方に応じて、選択された結合位置に近接する流体の粘性を増大させるように備えられている。

20

**【0020】**

本発明のさらに別な態様では、結合位置のパターンを有する支持体上に構造物をアセンブリする方法が供される。選択された結合位置にはエネルギー吸収熱発生装置が付随する。本発明に従うと、支持体表面上に、加熱されたときにその粘性が増大する型の流体である第1流体が供される。前記第1流体中には、第1微小部品が懸濁している。支持体は第1型のエネルギーに曝露される。それにより、第1組のエネルギー吸収熱発生装置が熱を放出することで、選択された結合位置に近接する第1流体の粘性を増大させる。第1流体の粘性が増大することで、第1流体中に懸濁する第1微小部品と、第1組のエネルギー吸収熱発生装置が付随する隠れた位置との結合が抑制される。本発明のさらに別な態様では、結合位置のパターンを有する支持体上に構造物をアセンブリする方法が供される。選択された結合位置にはエネルギー吸収熱発生装置が付隨する。本発明に従うと、支持体表面上に、加熱されたときにその粘性が増大する型の流体である第1流体が供される。支持体は第1型のエネルギーに曝露される。それにより、第1組のエネルギー吸収熱発生装置が熱を放出することで、選択された結合位置に近接する第1流体の粘性を増大させる。各々が結合位置と結合するように備えられている第1微小部品を含む第1キャリア流体が供される。前記第1型のエネルギーに支持体が曝露され続ける。そのように曝露され続けることで、前記第1組のエネルギー吸収熱発生装置は第1流体へ熱を放し続け、選択された結合位置に近接する感熱性第1流体の増大した粘性を維持する。増大した第1流体の粘性が維持されることで、第1流体中に懸濁する第1微小部品と、第1組のエネルギー吸収熱発生装置が付隨する隠れた位置との結合が抑制される。

30

**【実施例1】****【0021】**

図2aは、本発明による方法の一実施例を表す流れ図である。図3a及び図3bは、図2aの方法に従った流体セルファセンブリを図示している。図3aに図示されているように、支持体60が供されている（工程105）。支持体60は、たとえばポリエチレンテレフタレート、セ

40

50

ルロースアセテート、ポリエチレン、ポリカーボネート、メタクリル酸ポリメチル、ポリエチレンナフタレート、金属ホイル、布、織維、織物用織維若しくはワイヤメッシュのようなフレキシブルな支持体であって良いし、又はガラス及びシリコンのような堅い支持体であっても良いがそれらに限定されない。

【0022】

支持体60は、結合位置62、結合位置64、結合位置66及び結合位置68として図3a-図3cに図示されている結合位置のパターンを有する。たとえば結合位置62、64、66及び68を微小部品が受け取れるような形状にすることによって、各結合位置62、64、66及び68は、微小部品がその結合位置上にアセンブリできるように適合している。あるいはその代わりに、支持体60は、たとえば「背景技術」で説明したような、形状を一致させる方法、磁気力、電気力、疎水性引力、親水性引力、分子認識、及び/又は毛管引力を用いることで、微小部品が結合するように適合されている結合位置62、64、66及び68を有して良い。

10

【0023】

動作時には、感熱性流体72が支持体60に付与される（工程106）。図2及び図3a-図3bで図示された実施例では、工程106は、感熱性流体72を支持体60にわたって流すことによって実行できる。しかし他の実施例では、たとえば感熱性流体72の槽に支持体60を侵漬させるような別の方法で、感熱性流体72が支持体60に付与されても良い。本明細書で用いられているように、感熱性流体という語は、加熱によって粘性が増大する流体を意味する。有用な感熱性流体の例には、加熱によって粘性が増大する、ポリマー、多糖類又はそれらを混ぜ合わせたものの濃縮水溶液が含まれるが、これらに限定されない。有用なポリマーには、ポリエチレン酸化物(PEO)、ポリプロピレン酸化物(PPO)又はPEO-PPO共重合体サーファクタント（ポロキサマー）が含まれて良い。ポロキサマー溶液は、ポロキサマーの濃度及び種類によって調節可能なゲル転移温度を有する熱ゲルである。たとえばプルロニック(Pluronic)（登録商標）サーファクタントのようなPEO-PPO-PEOサーファクタントは、BASF社から販売されている。PEO-PPO-PEOサーファクタントは、熱的に制御される流体セルフアセンブリ用の感熱性流体として有用であると考えられる。他の感熱性流体には、モルホリンエチレン酸化物メタクリレート、グリコール誘導体、モルホリンエチレン酸化物メタクリレートとポリエチレンの共重合体、ポリプロピレングリコール誘導体、たとえばグリカン又はキシログルカンのような多糖類、及び、メチルセルロース-ポリエチレングリコール-クエン酸の三元系の水溶液が含まれて良い。

20

【0024】

溶液中のポロキサマーサーファクタントの有効範囲は、必要なゲル転移温度に依存する。たとえばプルロニック(Pluronic)（登録商標）F127サーファクタントでは、45-50 のゲル転移温度にとって好ましい濃度範囲は8-20質量%である。プルロニック(Pluronic)（登録商標）P85では、約70 のゲル転移温度にとって好ましい濃度範囲は約15質量%である。プルロニック(Pluronic)（登録商標）L62では、約46 のゲル転移温度にとって好ましい濃度範囲は約25質量%である。プルロニック(Pluronic)（登録商標）F87では、約38 のゲル転移温度にとって好ましい濃度範囲は約22質量%である。

30

【0025】

感熱性流体のさらに他の例には、モルホリンエチレン酸化物メタクリレート、並びにモルホリンエチレン酸化物メタクリレートとポリエチレン及びポリプロピレングリコール誘導体との共重合体の水溶液が含まれる。特許文献7は、モルホリンエチレン酸化物に関する以下の例及びそれらがゲルに変換する温度について説明している。

40

【0026】

## 【表1】

本実施例で用いられる、熱可逆型シックニングポリマー

ポリマーの種類	分子量	10%水溶液の粘性 (mPa.s, 25°C)	転移温度 (°C.)
A モルボリノ-エチルメタクリレートポリマー	1,000,000	110	30
B 2-(2-モルボリノエトキシ)エチルメタクリレートポリマー	300,000	15	46
C モルボリンエチレンオキサイド(3モル)メタクリレートポリマー	1,000	3	55
D モルボリンエチレンオキサイド(3モル)メタクリレートポリマー	300,000	12	55
E 3,5-ジメチルモルボリンエチレンオキサイド(3モル)メタクリレートポリマー	40,000	7	75
F モルボリンエチレンオキサイド(5モル)メタクリレートポリマー	80,000	10	85
G モルボリンエチレンオキサイド(3モル)メタクリレート- モルボリンエチレングリコール(10モル)-ポリブロビングリコール (22モル)-ポリエチレングリコール(10モル)モノメタクリレート共重合体	40,000	3	45, 55

## 【実施例2】

## 【0027】

さらに他の実施例では、感熱性流体はキシログルカンゲルのような溶液を有して良い。そのような溶液は、たとえばB-ガラクトシダーゼによって部分的に分解されることで、37度1.0-1.5質量比の濃度でゲルから、44%のガラクトースの残余物が除去されるキシログルカン多糖類の水溶液である。

## 【実施例3】

## 【0028】

さらに別な実施例では、感熱性流体は、メチルセルロース-ポリエチレングリコール-ケン酸の3元系水溶液を有して良い。その3元系水溶液の構成は、ポリエチレングリコール(PEG)が0-10%、メチルセルロース(MC)が0.1-3%、そしてケン酸(CA)が0.1-10%である。PEGの分子量は、1000-1000000[Da]であることが好ましいが、3000-6000[Da]であることが最も好ましい。38-46のゲル転移温度にとって最も好ましい状態は、PEG(Mw=4000)が0-2%、MCが1.0質量%、そしてCAが3.5質量%であって、pHが5に調節された状態である。

## 【0029】

本明細書で説明された水溶液は、アルコール及びポリエチレングリコールを含んで良いが、それらには限定されない。非水溶液が用いられても良い。たとえば、塩化物溶媒及び他の非水性溶媒を含む感熱性流体が供されて良い。

## 【0030】

支持体60上の選択された結合位置内及び/又はその付近の領域にある感熱性流体72を加熱するのに、エネルギー90が付与される。その選択された結合位置は、図3a及び図3bで図示された実施例において結合位置62及び結合位置66として示されている(工程107)。エネルギー90は間接的な方法で、感熱性流体72に付与されても良いし、直接的な方法で付与されても良い。図3a-図3cは、感熱性流体72を間接的に加熱する例を図示している。図3に図示された例では、エネルギー90が、選択された結合位置62及び66に近接する領域にある

10

20

30

40

50

支持体60に付与される。エネルギー90が付与されることに応じて、支持体60内の選択された結合位置62及び66に近接する領域で熱が発生する。支持体60内のこれらの領域で発生した熱は感熱性流体72へ拡がる。感熱性流体72は、粘性を増大させることでこの熱に反応する。これにより、感熱性流体72の他の領域の粘性よりも高い粘性を有するバリヤ領域92及び94が感熱性流体72内部に作られる。ある実施例では、バリヤ領域92及び94は、流体状、ゼラチン状、又は固体状の第1感熱性流体72を有して良い。バリヤ領域92及び94は、微小部品80が結合位置62及び66に結合するのを妨害する。

#### 【0031】

従って、図3bに図示されているように、結合位置62及び66にバリヤ領域が形成された後、キャリア流体73及び第1型の微小部品80を有する第1スラリーが支持体60上に付与される（工程108）。キャリア流体73は、支持体60へ微小部品を運ぶことが可能で、かつ流体セルファセンブリにとって有用でありうる流体であれば如何なる流体を有しても良い。一の実施例では、キャリア流体73は感熱性流体を有する。一の実施例では、感熱性流体を付与する工程（工程106）、エネルギーを供してバリヤを形成する工程（工程107）及び第1スラリーを付与する工程（工程108）は統合されて良い。統合されることで、第1微小部品80を、工程106すでに付与された感熱性流体72へ導入することによって第1スラリーが付与される。しかし、第1スラリーは必要ではなく、キャリア流体73はそれ自体で感熱性流体72を有している必要はない。このような工程の統合は、第1流体72中に形成されるバリヤ領域92及び94が、キャリア流体73を付与している間に持続する場合に実行可能である。

10

#### 【0032】

微小部品80は、シリコン上の集積回路、ナノワイヤ、ビーズ、ロッド、キューブ、ディスク、バッキボール、カプセル、電気泳動ビーズ、LEDs、発光材料、光反射材料、光吸収材料、導電性材料、磁性材料、誘電材料、エーロゲル、生体細胞、DNA、DNA誘導体及びDNAテンプレート構造を含んで良いが、上記に限定されない。微小部品80は、溶液中の感熱性流体に実効的に懸濁可能な大きさの範囲内であれば、如何なる大きさであっても良い。この点では、選択された実施例では、微小部品80は、最小1nmで、最大数mmの大きさにして良い。

20

#### 【0033】

上述の技術分野で一般的に知られているように、第1型の微小部品80は、結合位置62、結合位置64、結合位置66及び結合位置68と結合するように適合されている。しかし、図3a-図3cでは、第1型の微小部品80は、図中では結合位置62及び66として示されている、選択された結合位置と結合しないように意図されている。従って、バリヤ領域92及び94はそのような結合を抑制する。具体的には、一般的には、微小部品80がキャリア流体73中を移動する際には、微小部品80は抵抗が最小になる経路を進むことが分かる。従って、微小部品80が高い粘性を有するバリヤ領域92及び94に衝突する場合、微小部品80はバリヤ領域92及び94から離れる方向に進行方向を変えるので、結合位置62及び66と結合しない。しかし微小部品80は、バリヤ領域92及び94によって保護されていない結合位置64及び68と結合できる。

30

#### 【0034】

第1型の微小部品80が、各非選択位置64及び68にアセンブリされた後、第1マイクロアセンブリされた構造102から、第1キャリア流体73及び結合していない第1微小部品80が除去される（工程109）。このような除去はたとえば、機械的方法、真空引き又は洗い流すことによって実行されて良い。一の実施例では、感熱性流体72のような液体が支持体60上で洗い流されることで、支持体60上に残る、結合位置62、64、66及び68のいずれとも結合していない第1型の微小部品80が除去される。第1スラリーが除去される間、選択された結合位置62及び66にエネルギーが付与されることで、結合していない第1型の微小部品80が選択された結合位置62及び66と結合するのを防ぐ。結合位置62及び66へのエネルギーの付与は、除去が完全になった後に停止されて良い（工程110）。エネルギー90の付与が停止されるとき、結合位置62及び66近接する流体の温度上昇が止まり、局所的な温度上昇の結果生成されたバリヤ領域92及び94も消える。第1型微小部品80と支持体60とが結合した結果

40

50

、第1マイクロアセンブリされた構造102が形成される。実施例によっては、この第1マイクロアセンブリされた構造102が最終マイクロアセンブリされた構造104を有する。

#### 【0035】

付加的な微小部品もまた、第1マイクロアセンブリされた構造102にアセンブリされて良い。図2b及び図3a-図3cは、2つ以上の微小部品を支持体へアセンブリする方法の一実施例を図示している。図2bの実施例は図2aでの工程に、付加的な工程112-122を組み込んでいる。図2bの方法に従うと、工程105-110は上述のように実行される。続いて、中間のマイクロアセンブリされた構造102、又は後述する最終のマイクロアセンブリされた構造104を作製するため、支持体60の結合位置に結合するように適合する付加的微小部品が供されて良い。そのような付加的部品は、第1型微小部品80であって良いし、又は図3cに図示されているような最終型の微小部品84であっても良い。

10

#### 【0036】

最終のマイクロアセンブリされた構造104を作製するのに、さらに1工程のみ必要と判断されるとき（工程112）、最終型の微小部品84を有するキャリア流体の最終スラリー76が、第1マイクロアセンブリされた構造100に付与される（工程115）。これにより、最終型の微小部品84が、結合位置62及び結合位置66に結合し、図3cに図示されているような最終のマイクロアセンブリされた構造104が形成される。キャリア流体73及び最終微小部品84は除去され、最終のマイクロアセンブリされた構造が形成される。任意で、感熱性流体72は第1マイクロアセンブリされた構造102に付与されて良く（工程113）、エネルギーが感熱性流体72に付与されることで、バリヤ領域が形成される（図示していない）。そのようなバリヤ領域は、選択された結合位置が占められないようにするのに用いられて良い。続けて任意の工程114において付与されるエネルギーは除去される（工程117）。

20

#### 【0037】

3工程以上のマイクロアセンブリ工程が実行されることになるとき（工程112）、たとえば3種類以上の異なる微小部品が支持体60上で一緒になる場合、図2bに図示されているように、付加的な工程118-122が実行される。図4a-図4dは、これらの付加的工程が実行される図2bの方法の動作を図示している。

30

#### 【0038】

図4a及び図4bは、図3a-図3bで説明された方法と同一の方法で、第1型の微小部品80が支持体60にアセンブリされることで、第1マイクロアセンブリされた構造100が形成される様子を図示している（工程105-110）。図4cに図示されているように、感熱性流体72がマイクロアセンブリされた構造100に付与され（工程118）、エネルギーが支持体60に付与されることで、少なくとも1つのバリヤ領域98が形成される（工程119）。図4dに図示されているように、キャリア流体73及び中間型の微小部品82を有する、少なくとも1種類の中間スラリー74が支持体60に付与される（工程120）。エネルギー96が付与されることで、中間スラリー74の感熱性流体72が、たとえば結合位置62に近接する、少なくとも1つの別のバリヤ領域98を形成する（工程119）。結合位置62はバリヤ領域98によって隔離され、かつ結合位置64及び結合位置68はすでに第1型微小部品80と結合しているため、結合位置66のみが、中間型のマイクロアセンブリされた構造102の流体アセンブリに利用できる。これにより、中間のマイクロアセンブリされた構造102が形成される。続いて、中間スラリー84が支持体60から除去され（工程121）、エネルギーも除去される（工程122）。続いて処理は、さらなる中間微小部品のアセンブリ工程に戻るか、又は最終微小部品84のアセンブリ工程に戻る（工程113-117）。

40

#### 【0039】

工程112-122は、多くの周期のマイクロアセンブリを可能にするのに必要なだけ繰り返されて良い。各工程では、中間型微小部品82をそれまでに作製されたマイクロアセンブリされた構造に運ぶキャリア流体73の中間スラリー74が付加的に付与される。さらに1つのアセンブリ工程のみが実行されるべきと判断されたとき（工程112）、工程113-117が実行され、図4eに図示されているような最終マイクロアセンブリされた構造104が作製される。

50

## 【0040】

本明細書で用いられているように、第1の、中間の、及び最終の微小部品は、同一構造を有しても良いし、又はヘテロマイクロアセンブリ構造が可能となるのに必要なように異なっていても良い。

## [エネルギー付与]

エネルギーを供する工程（工程107、工程114及び工程119）は、様々な方法で実行されて良い。上述のように、エネルギーを支持体60に付与することによって、間接的に感熱性流体72にエネルギーが付与されても良いし、又は支持体60が熱を放射するように支持体の部品にエネルギーを付与することによって、間接的に感熱性流体72にエネルギーが付与されても良い。ある実施例では、支持体60の広範な領域にわたってエネルギーが付与され、かつ支持体60は、このエネルギーと選択的に反応することで、選択的に感熱性流体72を加熱するように適合している。別な実施例では、エネルギーが選択的に付与されることで、感熱性流体72が選択的に加熱される。

10

## 【実施例4】

## 【0041】

図5a-図5gは、本発明の実施例を図示している。これらの実施例では、1組のエネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び/又は138が、結合位置62-68として図示されている選択された結合位置に近接して設けられて設置され、かつ支持体60に備え付けられている。エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び/又は138は、光エネルギー、電気エネルギー、マイクロ波エネルギー、音波エネルギー又は他のエネルギー源の形態でエネルギーを受け取り、この受け取ったエネルギーを熱に変換する。そのようなエネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び/又は138の例には、たとえば、エネルギーを受け取り、かつこの受け取ったエネルギーの少なくとも一部を熱に変換する能力を有する組成物又は化合物のような、エネルギー場に反応する材料の堆積が含まれる。このような材料には、所定波長の電磁放射線を吸収する能力を有する金属、色素及び色素が含まれるが、それらに限定されない。そのような色素の例には、シアニン色素、テルル付加化合物、オキソノール色素、スクアレン色素、メロシアニン色素及び金属ジオチレンが含まれるが、これらに限定されない。そのようなエネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138の他の例には、強磁性ヒーター、熱変換器、及び他の発熱材料が含まれる。図5aに図示された例では、エネルギー-90がエネルギー吸収熱発生装置132及び136に付与されることで、前記エネルギー吸収熱発生装置132及び136は、支持体60を介して、結合位置62及び66に近接する感熱性流体72へ熱を放射する。それにより、バリヤ領域92及び94が形成される。

20

30

## 【実施例5】

## 【0042】

図5bは、エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138が配備されている支持体60の別な実施例を図示している。この実施例では、エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138は、結合位置62、64、66及び68周辺及びそれらに近接して設けられる。図4aで説明した方法で、エネルギー-90が、エネルギー吸収熱発生装置132及び136に選択的に付与される様子が図示されている。また図5bに図示されているように、感熱性流体72及び微小部品80からなるスラリー-70を介して、エネルギー-ビーム90を導くことによって、エネルギー-90が、エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138に付与されて良い。

40

## 【実施例6】

## 【0043】

図5cは、エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138が配備されている支持体60の別な実施例を図示している。特に図5cに図示された実施例では、各結合位置62、64、66及び68は、備え付けられているエネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138を有する。それらのエネルギー吸収熱発生装置は、支持体60の一部に設けられているその位置は結合位置62、64、66及び68の最底部である。この実施例では、エネルギーがエネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138に付与されるとき、そのエネルギーは熱に変換される。その熱は感熱性流体72へ伝えられる。その熱は感熱性流体72の粘性を増大させることで、微

50

小部品80が結合位置62及び66にアセンブリされるのを妨害できるバリヤ領域92及び94を、それぞれ形成する。

【実施例7】

【0044】

図5dは、エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136が配備されている支持体60のさらに別な実施例を図示している。この実施例では、支持体60は、結合位置62、64及び66を配備する。各々の結合位置は、微小部品80の液体結合表面80と結合するように適合する液体140を有する。エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136は支持体60上の、結合位置62、64及び66に近接する位置に設けられる。エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136はエネルギー90を受け取り、かつこのエネルギーを熱に変換する。たとえば、エネルギー90がエネルギー吸収熱発生装置132に付与されると、熱が発生する。この熱が第1感熱性流体72へ輸送されるとき、微小部品80が液体140と結合するのを抑制するバリヤ領域92が形成される。

10

【0045】

図5eは、支持体60が結合位置62、64及び66を有する別な実施例を図示している。この実施例では、液体140が備えられていることで、各結合位置は微小部品80の液体結合表面88と結合する。図5eに図示されているように、この実施例では、エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136は、結合位置62、64及び66周辺及びそれらに近接して設けられる。

20

【実施例8】

【0046】

図5fは、結合位置62、64及び66を有する支持体60が使用される別な実施例を図示している。この実施例では、液体140が備えられ、かつ各結合位置は微小部品80の液体結合表面8と結合するように供される。図5fに図示されているように、エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136は、それぞれ結合位置62、64及び66に設けられ、かつ液体140と直接的に接するか、又は液体140にすぐ近くに近接する。この実施例では、エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136がエネルギー90を受け取ると、熱が液体140によって伝えられることで、上述のバリヤ領域92が形成される。

【0047】

図5d、図5e又は図5fのいずれかでは、エネルギー吸収熱発生装置は、液体140を加熱することで、液体140からの熱の少なくとも一部に基づいてバリヤ領域が形成されるように熱を放射させて良い。図5gに図示されたさらに他の実施例では、付与された液体140がエネルギー吸収熱発生装置として動作する。このような液体の動作は、上述したようにエネルギーが付与されることによって放熱してバリヤ領域を形成する液体140を選択することによって実現されて良いし、又は、特定の種類のエネルギーを吸収し、かつ熱を発生させることでバリヤ領域を形成できる色素又は他の材料を、液体140と適合させることによって実現されても良い。

30

【実施例9】

【0048】

図5hから図5nは、支持体60が、結合位置62、64、66及び68に適合する実施例を図示している。この実施例では、結合位置62、64、66及び68には、同一大きさの曝露エネルギーをそれぞれ異なる熱量に変換することが可能なエネルギー吸収熱発生装置132、134及び136が備えられている。

40

【0049】

図5hから図5nでは、この熱量の差異は、支持体60上の結合位置62、64、66及び68のうちの選択された位置での選択的マイクロアセンブリを実現するのに用いられる。特に、この効率差によって、エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136の中には、バリヤ領域を形成する温度に到達するものがある一方で、同一エネルギーが付与されても、十分な速さでバリヤ領域を形成する温度に到達しないものもある。エネルギー吸収熱発生装置132、134及び136の特性を制御することで、どの結合位置に微小部品が結合されるべきで、どの位置がバリヤ領域を形成することで何も結合しない状態にするのかを選択することが可能と

50

なる。このような選択は、たとえば走査システム又はマスクのように、特にエネルギーをある位置へ導きながら、別な位置ではエネルギーを与えないような方法を行わずに実現される。以降で詳述するように、本方法によって、全結合位置に均一なエネルギーを与えるながら、差異を供することが可能となる。

#### 【0050】

図5h、図5i及び図5jは、どのようにして上記方法が実現できるのかを図示している。図5h、図5i及び図5jでは、エネルギー吸収熱発生装置134は、エネルギー吸収熱発生装置132及びエネルギー吸収熱発生装置136よりも、多くの量の入射エネルギーを変換する。図5hは、支持体60上にエネルギー吸収熱発生装置132、134及び136を配備するアセンブリ処理の第1工程を図示している。図5hに図示されているように、支持体60が曝露される前又は曝露されている間、支持体60の全結合位置62、64、66及び68において、第1微小部品80を含む感熱性流体72の第1スラリー70が均一なエネルギー曝露を受ける。低効率のエネルギー吸収熱発生装置132及び136がバリヤ領域92及び96を形成し、かつ高効率のエネルギー吸収熱発生装置134もバリヤ領域94を形成するように曝露がなされる。曝露は、支持体60の領域上に与えられるエネルギーの時間割合として測定されて良い。従って、第1型微小部品80は、熱発生装置を有していない結合位置66にのみ結合する。

10

#### 【0051】

図5iは第2アセンブリ工程を図示している。このアセンブリ工程では、支持体60は低いエネルギー90で曝露される。そのエネルギーは、高効率のエネルギー吸収熱発生装置134がバリヤ領域96を形成するのに適しているが、低効率のエネルギー吸収熱発生装置132及び136がバリヤ領域を形成するのには適していない。それにより、第2又は中間の微小部品82を有する中間のスラリー74が導入されることで、中間型の微小部品82が、低効率のエネルギー吸収熱発生装置132及び136に対応する結合位置62及び68と結合可能となる。

20

#### 【0052】

図5jは、たとえば最終アセンブリ工程のような、さらに別なアセンブリ工程を図示している。この工程では、支持体60が曝露されるエネルギーが低すぎるため、高効率のエネルギー吸収熱発生装置134はバリヤ領域を形成せず、キャリア流体76中に最終型の微小部品84を有する最終スラリーが、高効率のエネルギー吸収熱発生装置134に対応する結合位置64に付着可能となる。

30

#### 【0053】

吸収率の段階的变化よりもむしろ、エネルギーのスペクトル形状に対するエネルギー吸収熱発生装置の吸収率の依存性によって、差異を与えることができる。光照射、電磁波照射及び音波のようなエネルギー源にとっては、エネルギーの振動周波数によって、エネルギー吸収熱発生装置とエネルギー源との相性が決定される。差異は、それぞれ異なる吸収スペクトルを有する少なくとも2種類のエネルギー吸収熱発生装置を作製し、続いて、両方の型のエネルギー吸収熱発生装置が保護バリヤを形成するようにスラリーが切り換えられるときにエネルギー源の振動周波数を調節することによって与えることができる。その際、第1の曝露は名目上均一だが、エネルギー吸収熱発生装置のうちの1つの型のみが十分なエネルギーを、十分な速さである、感熱性流体中にバリヤ領域を形成するのに十分な熱を放射する第2曝露振動周波数で吸収する。

40

#### 【0054】

図5k-図5mは、エネルギー吸収熱発生装置132、134、136及び138を配備する支持体60の別な実施例を図示している。これらのエネルギー吸収熱発生装置は、それぞれ異なる量の熱を発生させることによって、均一なエネルギー曝露に応答する。この実施例では、均一な吸収率を有するが、差異を供することができるエネルギー吸収熱発生装置が支持体60上に供されて良い。従って、そのようなそれぞれ型の異なるエネルギー吸収熱発生装置はすべて同一材料から作製することが可能であり、同一の厚さを有して良い。これによって、エネルギー吸収熱発生装置の製造、及び支持体60への設置位置の制御が単純化される。

#### 【0055】

この実施例では、差異は、電磁エネルギー、光エネルギー、音波エネルギー又は他の工

50

エネルギーの量を選択的に制御するため、それぞれ異なる大きさを有するエネルギー吸収熱発生装置の配備を利用し、スラリー中の感熱性流体の加熱に利用できるエネルギーの割合を制限してバリヤ領域を生成することによって実現される。エネルギー吸収熱発生装置からスラリーの前記エネルギー吸収熱発生装置よりも低温領域への熱の流れの空間分布は、各エネルギー吸収熱発生装置周囲の上昇温度プロファイルを決定する。十分な曝露90により、エネルギー吸収熱発生装置が、その熱発生装置の横幅を超えてバリヤを生成できるようになる。

#### 【0056】

図5k-図5mは、このようなエネルギー吸収熱発生装置の配備の一実施例を図示している。図5k-図5mに図示された実施例では、結合位置62及び結合位置68の底面の実質的にすべての領域をカバーする、エネルギー吸収熱発生装置132及びエネルギー吸収熱発生装置136が図示されているが、エネルギー吸収熱発生装置134は、エネルギー吸収熱発生装置132及びエネルギー吸収熱発生装置136の横幅のほんの一部しかカバーしていない。結合位置66はエネルギー吸収熱発生装置を有していない。図5lに図示された支持体60を用いたアセンブリ処理の第1工程では、エネルギー90の最初の均一な曝露が供される。そのエネルギーは、小さいエネルギー吸収熱発生装置134が、適切な幅のバリヤ領域94を生成するのに十分である。バリヤ領域94が生成されることで、バリヤ領域94と一致する結合位置64は、最初のスラリー導入による最初の型の微小部品80の付着から保護される。その一方で、幅広のエネルギー吸収熱発生装置132及び136は、バリヤ領域92及び96を形成することで、それらのバリヤが付随する結合位置62及び68を保護する。それによって、エネルギー吸収熱発生装置を有していない結合位置66のみが最初の微小部品80によって占められる。図5lは、第2型の微小部品82を含む第2スラリーに曝露される図5kの支持体60を図示している。その際、支持体60は、最初のエネルギーよりも低い第2のエネルギー91に曝露される。第2のエネルギー91は、幅広のエネルギー吸収熱発生装置132及び136が中間のバリヤ領域98を形成するのに適している。しかし、横幅の狭いエネルギー吸収熱発生装置134はバリヤ領域を形成するのに十分な熱を発生させない、すなわち、中間型の微小部品82が結合位置64に接合するのを防止するのに十分なバリヤ領域を形成できない。よって第2スラリー74が導入されることで、幅の狭いエネルギー吸収熱発生装置が備えられている各位置は、中間型の微小部品82で占められることができる。

#### 【0057】

図5mは、支持体60に付与される最終の微小部品84を有する最終スラリー76が付与される様子を図示している。その一方で、支持体60は、エネルギーに曝露されていない、又は、エネルギー吸収熱発生装置がバリヤ領域を形成するのには不十分なエネルギーに曝露されている。これにより最終のスラリー76が導入されることで、幅広のエネルギー吸収熱発生装置132及び136が備えられている各結合位置62及び68が、最終の微小部品84を受け取ることが可能となる。

#### 【実施例10】

#### 【0058】

図5nは、エネルギー吸収熱発生装置132及びエネルギー吸収熱発生装置134を有する支持体60のさらに別な実施例を図示している。これらのエネルギー吸収熱発生装置は、電磁信号を熱に変換するように適合している。具体的には、図5nに図示された実施例では、エネルギー吸収熱発生装置132は、インダクタ143、導電性加熱部142及び任意でキャパシタ144を有する一方で、エネルギー吸収熱発生装置134は、インダクタ145、導電性加熱部146及び任意でキャパシタ147を有する。インダクタ143及びインダクタ145は、高周波又は他の場のように、変動する電磁場に曝露されるときに電気を発生させるように適合している。この方法で発生する電気は、導電性加熱部142及び146を通過し、それぞれ支持体及び感熱性流体を加熱することで、バリヤ領域を生成する。

#### 【0059】

図5nのエネルギー吸収熱発生装置132及び134内に見いだされるこの型の電気回路は、キャパシタ144及び147をインダクタ143及び145と並列に用いることによって、高周波又は他

10

20

30

40

50

の電磁放射線の特定周波数に対してより敏感になるように調節することができる。それにより、電気回路は特定周波数に対してより敏感になる。このようにして、エネルギー吸収熱発生装置132及び134は、それぞれ異なる周波数の電磁場に曝露されるときに、最も効率的にエネルギーを熱に変換することができる。それにより、アセンブリ中、エネルギー吸収熱発生装置132及び134のいずれか1つ又は両方を、所望のように選択的に活性化できるように、支持体60に付与される振動周波数の大きさを調節することが可能である。

#### 【0060】

一般的には、第1エネルギー吸収熱発生装置は、電磁放射線又は音波エネルギーの周波数又は他のスペクトル特性に対して、又は各形態のエネルギーに反比例する波長に対して、第2エネルギー吸収熱発生装置とは異なる応答をすることができるが分かる。それは、異なる色素、染料、金属若しくは他の材料又は、第2エネルギー吸収熱発生装置とは異なる吸収スペクトルを示す上記材料の組み合わせから第1エネルギー吸収熱発生装置を製造することによって実現する。

10

#### 【実施例11】

#### 【0061】

図6a-図6eは、本発明の他の様々な実施例を図示している。これらの実施例では、エネルギーが選択的に付与されることで、感熱性流体72が局所的に加熱される。図6aに図示されているように、結合位置62、64、66及び68を有する支持体60が供されている。この実施例では、突起(projection)152が備えられているパターン構造を有する加熱ブロック150を有する接触ヒーター148を利用して加熱される。突起152は支持体60に接し、選択された結合位置62及び66に近接する。パターン構造を有する加熱ブロック150の突起152によって供給される熱は、結合位置62及び66に近接して支持体60を選択的に加熱することで、上述のように、バリヤ領域92及び94を形成する。

20

#### 【0062】

図6bは、支持体60を加熱する突起(projection)152が備えられているパターン構造を有する加熱ブロック150を有する接触ヒーター148を使用して、選択された結合位置62を加熱する様子を図示している。支持体60は結合位置62、64及び66を有し、各結合位置には液体140が備えられている。

#### 【0063】

そのような接触ヒーター148は如何なる形式をとっても良いことが分かる。たとえば、図6a及び図6bに図示されている型の加熱ブロック150は、圧盤、ロール又は、固定されたパターンの突起152を使用することによる、支持体60との接触、及び支持体60への熱の輸送用に備えられた隆起した領域の形式を有する突起152を有する他の加熱表面の形式とする。

30

#### 【0064】

図6cは、支持体60と接触し、かつ結合位置62及び66に近接する突起152を有する加熱ブロック150の異なる実施例を図示している。この実施例では、突起152は選択的に位置指定可能なアクチュエータ154を有する。そのアクチュエータ154は要求に応じて、突起152を、支持体60と接触させたり離したりする。このようにして、複数のアセンブリ過程中において、支持体60に付与された熱のパターンは、ブロック150又は支持体60を動かすことなく、動的に調節できる。図示された実施例では、突起152は、電気的に作動可能なミクロモータ又は圧電性アクチュエータのような選択的に位置指定可能なアクチュエータを有する。そのようなアクチュエータは要求に応じて、突起152を、支持体60と接触させたり離したりする。

40

#### 【0065】

図6dは、突起152を有する加熱ブロック150を用いて選択位置を加熱する様子を図示している。この実施例では、突起152は、選択的に作動可能な抵抗性エネルギー吸収熱発生装置156を組み込むように適合していることで、支持体60に付与される熱のパターンを動的に調節できる。

#### 【実施例12】

50

## 【0066】

図7は、構造物をアセンブリする装置158の実施例を図示している。この構造では、上述のような選択的アセンブリを実現するためのバリヤ領域の形成を可能にするため、エネルギーが選択的に支持体60に付与されることで、感熱性流体72にも付与されることができる。図7はまた、大容量製造に適した巻き取り紙ベースの連続製造プロセスを用いた様子をも図示している。この実施例では、供給体160が、結合位置（図示していない）を上に配備する支持体60の連続巻き取り紙を供する。支持体60の巻き取り紙は、第1ローラー162にわたって通過する。第1ローラー162は、熱転写ローラーである。この点では、第1ローラー162は、たとえばレーザー又は他の熱エネルギー源のように、第1ローラー162上に熱エネルギーの所望のパターンを供することができる第1パターンニング装置164から熱エネルギー90aを受け取るように適合する。動作時には、第1ローラー162が回転することで、第1パターンニング装置164は、エネルギー90aのパターンを第1ローラー162へ供給する。支持体60の巻き取り紙が第1ローラー162と結合するとき、対応する熱90bのパターンは、第1ローラー162から支持体60の巻き取り紙へ転写される。

10

## 【0067】

支持体60が熱90bによって加熱された後、支持体60は第1槽165を通過する。第1槽165は感熱性流体72を含む。感熱性流体72が支持体60によって放射される熱に曝露されると、バリヤ領域が上述のように形成される。バリヤ領域によって遮断された位置を有する支持体60は第1スラリー槽166を通過する。あるいはその代わりに、支持体60が第1槽165を通過する際に、支持体60はエネルギーが輸送されることによって加熱されても良い。

20

## 【0068】

第1スラリー槽166は、感熱性流体72のようなキャリア流体内に、第1微小部品80のような微小部品を有する第1スラリー70を含む。バリヤ領域は、第1微笑部品80が選択された結合位置に結合するのを抑制する。微小部品80は、バリヤ領域によって保護されていない結合位置に結合することで、マイクロアセンブリされた構造100を形成する。支持体60が、図7に図示されたシステム158を介して動き続けるので、支持体60は、支持体60から残った量の第1スラリー70を除去する、洗い流す装置168を通過する。

30

## 【0069】

続いて、支持体60の巻き取り紙は少なくとも1つの中間ローラー170を通り越す。図示された実施例では、中間ローラー170は、別な熱転写ローラーを有する。その別な熱転写ローラーは、中間のパターンニング装置172からエネルギー90aを受け取り、かつ熱90bを輸送することで、支持体60の巻き取り紙を選択的に加熱するように適合している。支持体60が熱90bによって加熱された後、支持体60は、中間スラリー槽174を通過する。中間スラリー槽174は、この実施例では中間型微笑部品82を含むキャリア流体73を有する。中間型微小部品82は続いて、マイクロアセンブリされた構造100上の結合位置と結合することで、中間のマイクロアセンブリされた構造102が形成可能となる。中間のスラリー槽174で使用される感熱性流体の型は、第1スラリー槽166で使用されたキャリア流体と同一であっても良いし、異なっていても良い。

40

## 【0070】

感熱性流体72が支持体60によって放射される熱に曝露されることで、上述のようにバリヤ領域が形成される。これらのバリヤ領域は中間の微小部品82が選択された結合位置に結合するのを抑制する。微小部品82は、バリヤ領域によって保護されていない結合位置と結合することでマイクロアセンブリされた構造100を形成する。支持体60が、図7に図示されたシステム158を介して動き続けるので、支持体60は、支持体60から残った量の中間スラリーを除去する、中間の洗い流す装置176を通過する。

50

## 【0071】

支持体60の巻き取り紙60は最終のローラー180を通り抜ける。図示された実施例では、最終のローラー180は、別な熱転写ローラーを有する。その別な熱転写ローラーは、最終のパターンニング装置182から熱90bを選択に受け取り、かつ熱90bを支持体60の巻き取り紙へ輸送され、その支持体60の巻き取り紙を選択的に加熱するように適合している。支持体

50

60が、最終のローラー180によって供される熱90bによって加熱された後、支持体60の巻き取り紙は最終のスラリー槽184を通過する。最終のスラリー槽184は、感熱性流体72のようなキャリア流体73中に、最終型の微小部品84を少なくとも1つ含む。中間のスラリー槽184で使用される感熱性流体72は、第1スラリー槽166又は第2スラリー槽174で使用されるキャリア流体と同一であっても良いし、又は異なっていても良い。

#### 【0072】

感熱性流体72が支持体60からの熱に曝露されるので、上述のようにバリヤ領域が形成される。これらのバリヤ領域は、最終型の微小部品85が選択された結合位置に結合するのを抑制する。微小部品84は、バリヤ領域によって保護されていない結合位置と結合することで、最終のマイクロアセンブリされた構造104を形成する。支持体60が、図7に図示されたシステム158を介して動き続けるので、支持体60は、支持体60から残った量の最終スラリーを除去する、最終の洗い流す装置186を通過する。続いて、支持体60及び最終のマイクロアセンブリされた構造104はポストアセンブリ処理部220へ向かう。ポストアセンブリ処理部220では、支持体60及びマイクロアセンブリされた構造104が、利用状態にするため、さらに処理される。そのような処理はたとえば、マイクロアセンブリされた構造104から支持体60を分離すること、又はそうでなければ最終のマイクロアセンブリされた構造104をパッケージング又は処理することである。

10

#### 【0073】

一旦エネルギーのパターンが支持体60に転写されると、“ホットスポット”が支持体60上に形成されることが分かる。また、“ホットスポット”は、その周囲の熱がなくなることで冷却されるために、有限の寿命を有することも分かる。ホットスポットは、基本的にはホットスポットと、感熱性流体を含む、ホットスポット周囲との間の温度差に依存した速度で冷却される。ホットスポットの寿命を延ばすため、感熱性流体72が、有利になるように、転移温度よりもわずかに低い温度で供給されて良い。その温度では、感熱性キャリア流体の粘性は有意な変化、すなわち粘性の転移を起こす。それはたとえば、感熱性キャリア流体72が、液体からバリヤ領域92を形成できるだけの粘性を有する流体に転移することである。それにより、バリヤ領域を形成するのに必要な熱を最小にし、かつそれと一緒にホットスポットとその周囲との温度差を減少させる。

20

#### 【実施例13】

#### 【0074】

30

エネルギーのパターンを付与することで、支持体上の選択された結合位置に対応するバリヤ領域を形成する、別な実施例が、図8a-図8fに図示されている。図8aに図示されているように、この実施例では、熱転写ローラー162、170及び180を含まない連続処理が供されている。その代わりに、この実施例では、第1のパターニング装置164、中間のパターニング装置172及び最終のパターニング装置182が、輸送されたエネルギー90bを支持体60に直接付与することで、支持体60は上述のように熱を放射する。図8aに図示されているように、この実施例では、中間のパターニング装置172も図示されている。中間のパターニング装置172は、エネルギー90を直接付与することで、中間のスラリーに含まれる感熱性流体72を加熱する。

30

#### 【0075】

あるいはその代わりに、パターニング装置164、172又は182はまた加熱ヘッドを有しても良い。たとえば、本発明の方法で用いられる典型的な熱ヘッドは、複数の近接する、微小熱抵抗素子を含む。その素子は、ジュール効果を利用して電気エネルギーを熱に変換する。支持体60、又は、第1のローラー160、中間のローラー170又は最終のローラー180のような熱転写ローラーに発生した熱を輸送するため、上記の熱プリントヘッドは、支持体60に接触した状態、又は近接した状態で使用されて良い。共通の熱プリントヘッドの動作温度は、300 から400 の範囲である。素子あたりの加熱時間は1ms未満であって良い。プリントヘッドが支持体又はローラーと接するときの圧力はたとえば、50-500g/cm<sup>2</sup>で、この値は良好な熱転写を保証する。

40

#### 【実施例14】

50

## 【0076】

図8bは、たとえばローラー191を有するパターニング装置164のようなパターニング装置の一実施例を図示している。ローラー191は、エネルギーのパターンを直接支持体60に供するように適合している。図8bに図示されているように、この実施例では、ローラー191は、選択的に位置指定の可能なヒーター193a及び193bのパターンに適合している。選択的に位置指定の可能なヒーター193a及び193bはたとえば、ローラー191の表面195近傍に位置する微小熱抵抗素子である。ローラー191の表面195は、支持体60が第1流体槽165を通過する前又はその最中に、支持体60と接触する。図示された実施例では、ヒーター193aは活性であり、エネルギーを発生させることで支持体60を加熱する一方、ヒーター193bは不活性で、熱を放射しない。従って、支持体60が第1流体槽165を通過するとき、ヒーター193aによって加熱される支持体60の領域は、加熱されることでバリヤ領域を形成する一方で、他の領域ではバリヤ領域は形成されない。

10

## 【0077】

パターニング装置164、172及び182は、たとえばレーザーを有して良い。使用可能である一般的なレーザーには、GaAs半導体レーザーダイオード、Nd:YAGレーザー及び/又はNd:YLFレーザーのような近赤外レーザーが含まれるが、上記に限定されるわけではない。あるいはその代わりに、He/Ne又はArレーザーが用いられても良い。一般的には、パターニングは、支持体60が、そのようなレーザーからエネルギーを受け取るように設置されたエネルギー吸収熱発生装置を有する場合に行われる。一の実施例では、そのようなレーザーは、支持体60にわたって選択的に走査することで、バリヤ領域を形成できるように、支持体60に選択的にエネルギーを付与することが可能である。たとえば、近赤外レーザーのようなレーザーが支持体60にわたって走査され、それにより所望の熱を発生させるのに必要なエネルギーが選択的に付与されて良い。一の実施例では、特許文献8で説明されているような走査ミラーを用いてレーザーを走査して良い。

20

## 【実施例15】

## 【0078】

この型の別な実施例では、たとえばGaAlAsレーザーのような、グラフィックス分野で発展したレーザー熱プリントヘッドが使用されて良く、又は支持体60の局所領域を加熱するように改良されて良い。特許文献9、特許文献10、特許文献11及び特許文献12は、そのような目的に用いることのできる熱プリントヘッド189について説明している。そのようなレーザープリントヘッドのチャネルからの光は、それぞれ個別的にON/OFFに切り換えることが可能なため、支持体の局所領域を選択的に露光することができる。従って、そのプリントヘッドは、バリヤ領域が形成される場所に熱のパターンをプリントする。

30

## 【実施例16】

## 【0079】

本発明のさらに別な実施例では、音響変換器を使用することによって、エネルギーが選択的に付与されて良い。その音響熱変換器は音波を放出するように適合する。音波は、流体中又は支持体中に熱を発生させる。パターニング装置として音響変換器を用いる実施例は、たとえば上記目的での利用が可能な圧電性変換器、又は圧電性変換器のアレイを有して良い。

40

## 【0080】

図8cは、上記目的での利用が可能な直線レーザー熱プリントヘッドにおける直線レーザー光ビーム183の一部を図示している。この図では、直線レーザー光ビーム183は、複数のチャネル185にセグメント化されている。各チャネル185は、支持体60に集束光を供することで、支持体60を加熱する。そのような多チャンネルプリントヘッドの例は、特許文献11、特許文献12及び特許文献13で供されている。図8cの実施例では、プリントヘッドは、 $20\text{ }\mu\text{m}$ の幅Wを有するチャネル185を供し、5.12mmの幅のまとまり(swath)を有する。支持体60の全幅をカバーするためには、プリントヘッドは、既知の直線並進機構のような従来の並進機構によって、支持体60にわたって前後にラスタースキャンされて良い。あるいはその代わりに、図8dに図示されているように、複数のレーザープリントヘッド(図示していな

50

い) 及びそれから放出される直線レーザー光ビーム183a、183b及び183cは、その位置をずらすことで、支持体60の幅Wにわたって各レーザー光ビームが照射されるようにしても良い。支持体60の加熱領域は、支持体60が加熱されることでバリヤ領域を形成するように、熱を放出する。形成されたバリヤ領域は持続する必要があり、洗い流す装置を通過するまでは消失しない。必要であれば、第2のラスタースキャンされたプリントヘッドが支持体を短時間で通過し、加熱領域を洗浄して良いし、又は第2群の、所望の幅をカバーするように配置されたプリントヘッド(図示していない)が用いられても良い。

#### 【0081】

レーザー、又は、光ビームの形態でエネルギーを利用する、光学的手法に基づいたパターンヒーターによって供給される光の吸収率を改善するため、効率よく光を熱に変換する能力を有する化合物又は他の材料が、結合位置、又は支持体それ自身、又は支持体に付与される液体に付加されて良い。図5a-図5n及び図6a-図6dの実施例は、組み合わせて用いられて良いことが分かる。たとえば上記目的での利用が可能である、上述のような材料132が用いられて良い。そのような化合物は上述したように付与されて良いし、又は支持体上の均一層内に付与されても良い。そのような化合物にはたとえば、有機色素、カーボンブラック、グラファイト、メタルカーバイド、ホウ素化合物、窒化炭素又は酸化物が含まれる。あるいはその代わりに、支持体60が、たとえばポリエチレンテレフタレートのようなプラスチックの支持体をエキシマレーザーに曝露するときに、入射光を吸収するように適合されても良い。

10

#### 【実施例17】

20

#### 【0082】

さらに他の実施例では、バーニング装置164、172及び182は、支持体60で利用される経路にわたって設けられている直線アレイヒーターを有して良い。そのような直線アレイヒーターの例には、レーザーダイオードアレイ、又はマイクロ波源を含むエネルギー吸収熱発生装置のアレイがある。ただし、エネルギー吸収熱発生装置に含まれるものは、マイクロ波源に限定されない。さらに他の実施例では、エネルギー供給源を用いてエネルギーを支持体及びフィルタへ送り、供給されたエネルギーの一部を吸収させることで、エネルギーのパターンが付与される。それにより、供給されたエネルギーを吸収しない部分が、選択された結合位置に近接する基板と一致することで、結合位置に近接する支持体によって熱が輸送される。この型の代替実施例では、この方法で生成されるエネルギーのパターンが流体に付与される。この一例では、上述のバリヤ領域を形成するため、支持体60上又は感熱性流体中に光のパターンを結像するのに、フォトリソグラフィ型の処理が用いられて良い。

30

#### 【0083】

図8eはそのような構成の一実施例を図示している。図8eに図示されているように、特定位置にバリヤ領域を形成するために熱のパターンを供するのに、フラッシュランプ187が用いられて良い。フラッシュランプ187は、適切な量の赤外光を放出するのが好ましい。バリヤ領域に関連する開口部を有するマスク189はフラッシュランプ187によって照射される。レンズLは、マスク189から支持体60上の吸収体へ放出される光を結像する。光が支持体60及び吸収体上に照射される場合、熱が発生し、バリヤ領域が形成される条件となる。

40

#### 【0084】

図7及び図8a-図8fで説明された方法はまた、非連続プロセスで実行されても良いことが分かる。たとえば図9に図示されているように、順送り又は非順送り処理でシステム158を通過する、支持体60の各シート部が圧盤190上に供されて良い。圧盤190は、マイクロアセンブリ中に支持体60を保持し、かつ位置設定することが可能な、剛性を有する又はフレキシブルな構造を有して良い。圧盤190は、コンベヤシステムによって移動させて良いし、又は自己推進(self-propelled)及び/若しくは自己案内(self-guiding)するものであっても良い。図示された実施例では、表面192、194及び196の上部を直接加熱するパターンヒーターによって、支持体60、マイクロアセンブリされた構造100、及び少なくとも1つの中间のマイクロアセンブリされた構造102にエネルギーがそれぞれ付与される。

50

## 【実施例 18】

## 【0085】

しかし、図10に図示された別な実施例では、圧盤190は、パターンを有する接触ヒーター206に適合する。パターンを有する接触ヒーター206は、それぞれ異なるエネルギーのパターンを、支持体60、マイクロアセンブリされた構造100、及び少なくとも1つの中間のマイクロアセンブリされた構造102に付与することで、背面198、200又は202をそれぞれ加熱する。それに続いて、感熱性流体が露光されることで、選択された領域にバリヤ領域が形成できるとき、感熱性流体が加熱されることで、上述のようなバリヤ領域が形成される。

## 【実施例 19】

## 【0086】

10

別な実施例では、支持体60の各シートは、上述の実施例での装置158を通過することで、圧盤190なしでマイクロアセンブリされた構造を形成して良い。たとえば、既知のコンベヤシステムを使用することによって、各シートは装置158を通過して良い。既知のコンベヤシステムは、ベルトドラム又は他のコンベヤシステムを含むが、これらに限定されるわけではない。

## 【実施例 20】

## 【0087】

20

図6-図10の実施例では、図5k-図5mを参照して説明したエネルギー吸収熱発生装置132、134及び136と同一の横幅を有する領域で、たとえばマスク又は投影光学系を有する光のようなエネルギー源をパターニングすることによって、均一な吸収率を有する支持体上に、熱放射の領域が作られる。上記を行う場合、スラリーを導入する間に付与される、パターニングされたエネルギーの曝露レベルによって、それぞれの横幅が異なっているパッチが備えられている結合位置間に差異をつけることが可能となる。図5a-図5n、図6a-図6d、図7、図8a-図8e、図9及び図10の実施例は、エネルギー吸収熱発生装置を有する結合位置へエネルギーを選択的に付与するのに、組み合わせて使用されて良い。各エネルギー吸収熱発生装置は、バリヤ領域を形成するエネルギー吸収率が異なっていることが分かる。

## 【実施例 21】

## 【0088】

30

図11a-図11dは装置158の一実施例の応用を図示している。装置158は、この実施例では、赤色、緑色及び青色の電気泳動ビーズ又は二色性ビーズを有するカラーディスプレイ粒子を有するカラーディスプレイを形成する。図11aは、マイクロアセンブリ過程を介して支持体60が動く様子を図示する。一方で、図11bは、支持体60と微小部品80-84とのアセンブリ前における、支持体60の一部212の上面図を図示している。図11cは、第1処理工程後の、支持体60の一部212の上面図を図示している。

## 【0089】

図11aを参照すると、アセンブリ過程の第1工程では、支持体60は、感熱性流体を含む第1流体槽165を通過する。パターニング装置(図示していない)は、エネルギーのパターンを、緑色マイクロカップの位置216及び青色マイクロカップの位置218の各々に近接する位置に付与する。これにより、図11cに図示されているように、緑色マイクロカップの位置216及び青色マイクロカップの位置218に近接して、バリヤ領域92及び94が形成される。

40

## 【0090】

第1スラリー槽166は、赤色マイクロビーズ230を有するキャリア流体73の第1スラリー-166を支持体60に付与する。第1スラリー-166が付与されるとき、赤色マイクロビーズ230が赤色マイクロカップの位置214に結合する。図11dは、各赤色マイクロカップの位置214を埋める赤色マイクロビーズ230のアレイを有する、第1マイクロアセンブリされた構造100の完成図の上面を示す。

## 【0091】

このようにして、第1のマイクロアセンブリされた構造102が形成される。続いてマイクロアセンブリされた構造100が、洗い流す装置168で洗い流されることで、残された、結合していない赤色マイクロビーズが除去される。続いてバリヤ領域の形成を可能にするエネ

50

ルギーが除去される。つまり、引き続いて他の領域がマイクロアセンブリされた構造102に利用されるように、そのエネルギーは消失して良い。

#### 【0092】

図示された実施例では、赤色マイクロビーズ230が第1マイクロアセンブリされた構造100から除去される後、新たなエネルギーのパターンが、第1のマイクロアセンブリされた構造100に付与され、第1のマイクロアセンブリされた構造100は、この実施例では、感熱性流体72中に緑色のマイクロビーズ232を有する中間の微小部品を有する中間のスラリー槽174に曝露される。それにより、図11eに図示されているように、中間のバリヤ領域96が、青色マイクロカップの位置218に近接して形成される。

#### 【0093】

緑色のマイクロビーズ232は、赤色マイクロカップの位置214と結合することが禁じられる。その理由は、赤色マイクロカップの位置214は、赤色マイクロビーズ230によって占められるからである。緑色のマイクロビーズ232はまた、青色マイクロカップの位置218と結合することも禁じられる。その理由は、青色マイクロカップの位置218は、バリヤ領域96によって遮断されているからである。従って、図11b、図11c及び図11dに図示されているように、中間のスラリー74が、第1のマイクロアセンブリされた構造100及びバリヤ領域96に付与される一方で、緑色のマイクロビーズ232が緑色のマイクロビーズカップの位置216と結合することで、支持体60上に緑色のマイクロビーズのパターンが形成される。それにより、中間のマイクロアセンブリされた構造が得られる。

#### 【0094】

また図11aに図示されているように、アセンブリ後、続いて中間のマイクロアセンブリされた構造102が、中間の洗い流す装置176によって洗い流されることで、未結合の緑色マイクロビーズ232が除去される。洗い流している最中に、緑色マイクロビーズ232が青色マイクロカップの位置218と結合しないように、中間のバリヤ領域は保存される。支持体に付与されるエネルギーは除去される。つまり、バリヤ領域96が消失することで、青色マイクロカップの位置218が、青色マイクロビーズを受け取ることができるよう、そのエネルギーは消失して良い。

#### 【0095】

最終のスラリー槽184は、青色マイクロビーズ234及びキャリア流体73を有する最終のスラリー76を、中間のマイクロアセンブリされた構造102へ付与する。赤色のマイクロカップの位置212及び緑色のマイクロカップの位置214が、それぞれ赤色マイクロビーズ230及び緑色マイクロビーズ232によって占められるため、青色マイクロビーズ234は、赤色のマイクロカップの位置212及び緑色のマイクロカップの位置214と結合するのを阻止される。従って、図11hに図示されているように、青色マイクロビーズ234のパターンは、残りの未結合マイクロカップ位置である、青色のマイクロカップの位置218と結合することで、支持体60上に青色マイクロビーズ234のパターンを形成する。よって、最終のマイクロアセンブリされた構造104が作製される。続いて最終のマイクロアセンブリされた構造104が洗い流されることで、残った未結合の青色マイクロビーズ234は除去される。それに続いて、最終のマイクロアセンブリされた構造104は後処理部220へ送られる。後処理部220での後処理には、集積ディスプレイ部品で使用するための、最終のアセンブリされた構造の乾燥、接合、薄片化(laminating)又はアセンブリする工程が含まれて良い。

#### 【実施例22】

#### 【0096】

図12、図13、図14及び図15は本発明の実施例を図示している。これらの実施例では、支持体60に付随する結合位置間の導電性バスを形成する、導体242、244、246及び248を有する支持体60が供されている。電気信号が導体242、244、246及び248に印加されるとき、これらの導体は熱を発生させる。これらの実施例では、この熱は、たとえば感熱性流体72のような感熱性流体中にバリヤ領域を形成するのに用いられる。

#### 【0097】

図12及び図13に図示された、この型の第1実施例では、導体242、244、246及び248が、

10

20

30

40

50

支持体60の導体側238上に設けられる。支持体60の結合側240上には、結合位置62、64、66及び68が設けられている。この実施例では、導体242、244、246及び248の各々は、電気信号の形態である電気エネルギーが導体を通過するときに、熱を発生させるように適合している。そのような電気信号は、直流信号若しくは交流信号又はそれらを組み合わせたものを有して良い。導体の第1端部と第1電極247とを接触させ、導体の第2端部と第2電極249とを接触させ、かつ電極間に信号を印加することによって、電気信号は印加されて良い。一般的には、そのような導体によって発生する熱の量は、導体に導入される電流の2乗及び導体の抵抗の関数として決定される。

#### 【0098】

導体242、244、246及び248は、電気エネルギーが通過するときに熱を発生させる材料として知られている材料であれば、如何なる材料から形成されても良い。導体242、244、246及び248を形成するのに利用できる材料には、銅、アルミニウム又はそれらを含む鋼鉄のような金属、カーボン、グラファイト、及びインジウムスズの酸化物のような組成物が含まれるが、これらに限定されるわけではない。導体242、244、246及び248は、支持体60の製造中に形成されて良く、又は支持体60の製造後に、たとえば従来のインクジェット法、連続インクジェット法、熱的な方法、真空蒸着若しくは当技術分野で既知の接触プリント法を用いることによって作製されても良い。導体242、244、246及び248は、支持体60の表面上又は支持体60内部に設けられて良い。

#### 【0099】

導体242、244、246及び248は、直線パターンで配置される。たとえば導体242にエネルギーが供給され、かつ支持体60が感熱性流体72に曝露されるとき、直線のバリヤ領域92が、支持体60の結合側240上で形成可能となる。そのような直線バリヤ領域92はたとえば、それぞれ色の異なる発光素子のような特別な型の素子を、流体を用いることによって、列又は行に配置させるのに用いることが可能である。しかし他の実施例では、複雑なバリヤ領域の配置を作製できるように、導体が様々な種類のパターンで作製されて良い。

#### 【0100】

図14は、導体に沿った熱放出のレベルが可変となるような方法で、導体242及び導体248が画定される実施例を図示している。たとえば、導体242の抵抗は、導体242が、抵抗の高い領域250及び抵抗の低い領域252を有するように画定されて良い。使用する際、この効果は、バリヤ領域が、支持体60上の結合位置62のうちの選択された位置に近接した位置で選択的に形成できるように利用されて良い。この点では、導体250及び導体252のような導体は、図5a-図5gを参照しながら説明された実施例と同様の方法で利用されて良い。また、導体242、244、246及び248の各々は、電気信号によって供される電気エネルギーを熱に変換する効率レベルがそれぞれ異なる部分を有するように供されて良いことが分かる。この型の条件を用いることによって、多段階マイクロアセンブリ処理が実行可能である。そのような処理は、第1の、つまり相対的に高レベルである電気信号が導体に供されるときに、選択された結合位置に近接した位置でのバリヤ領域の形成を可能にする。その方法はまた、第2の、つまり相対的に低レベルのエネルギーが結合位置に付与されるときに、第2組のバリヤ領域のみを形成するように適合している。それにより、同一の導体に異なるレベルのエネルギーが印加されても、その同一の導体で、異なるパターンのバリヤ領域を形成することが可能となるような方法で実行される。この方法は、図5k-図5mで説明されたアセンブリシステム処理の実行に用いられて良い。

#### 【0101】

導体の一部の抵抗を調節する1つの方法は、電流が導体の一部を介して流れるときに、電流が通過しなければならない領域の量を減少させることである。これは、導体におけるその部分の抵抗を増大させる効果を有する。これは図14に概略的に図示されている。これにより、導体のその部分はより大きな熱を発生させる。あるいはその代わりに、導体におけるこれらの部分の抵抗が増大させるため、導体の一部が、導体の別な部分とは異なる方法で作製されて良い。この後者の代替手法は、導体の作製に用いられる導電性材料に抵抗性材料を入れることによって、又は他に既知の材料を用いることによって実現されて良い

10

20

30

40

50

。

### 【0102】

図13に図示されているように、電流が導体242-248のような導体の全長を流れるように、直接導体242-248と接触することによって、又は、図15に図示されているように、導体の一部のみを電流が流れるように、導体242のような導体と直接接觸することによって、電気エネルギーが図12及び図13の導体に付与されて良い。このようにして、アセンブリ処理の様々な途中工程で、導体242及び244が、支持体60の長さの一部に沿ってバリヤ領域を形成するために付与される熱を発生させるのに用いられて良い。その支持体60の長さの一部は、電気信号が流れる導体の一部に一致する。製造における様々な工程の間、電気エネルギーは、同一導体の様々な部分を流れて良い。それにより、様々な結合パターンを形成することができる。10

### 【0103】

本明細書で説明されているマイクロアセンブリ処理は、場合によっては、従来の回路基板と同様な方法で、マイクロアセンブリされた構造、支持体及び導体を組み込んでいる電気回路のアセンブリに用いられて良いことが分かる。そのような実施例では、基本的には、マイクロアセンブリされた構造間に電気信号又は他の信号を流すのに利用できるように、導体は構築及び画定される。しかし、これらの導体はまた、熱を発生させることでバリヤ領域を形成しても良い。これを実現させる1つの方法は、上述の方法で、単純に電気信号を回路の導体246に付与することである。導体全長にわたって、又は先に図示されたように導体の一部にわたってエネルギーが付与されて良い。20

### 【0104】

あるいはその代わりに、図16に図示されているように、支持体60を用いてアセンブリされる電気回路は、微小部品を通過する、又は複数の微小部品からアセンブリされた構造物を通過する電流経路を画定することはよくあることである。そのような場合、入力導体260は、単一の結合位置62へ導かれ、出力導体262は結合位置62から離れるように導かれて良い。しかし、入力導体260と出力導体262との間にギャップGが存在する。ギャップGが導電性を有する感熱性流体72で満たされるとき、感熱性流体72は、入力導体260と出力導体262との間のギャップにわたって導電性経路を完成させる。続いて電気エネルギーは、感熱性流体を介して、入力導体260から出力導体262へ向かって流れる。この電気エネルギーは、感熱性流体を加熱し、感熱性流体の粘性を増大させることでギャップ中にバリヤ領域を形成する。30

### 【0105】

引き続き実行されるアセンブリ工程では、電気エネルギーは、入力導体260と出力導体262との間を流れない。よってギャップG中にバリヤ領域は形成されない。そのため、中間の微小部品82又は最終の微小部品84のような微小部品はギャップへ入り込むこと可能で、入力導体260及び出力導体262と一緒にすることで、マイクロアセンブリされた構造が形成される。

### 【0106】

電気エネルギーが流体を流れる方法には様々なものがあることが分かる。たとえば、図17に図示された一の実施例では、入力導体260は、第1結合位置たとえば、結合位置62と接続し、出力導体262は、近接する結合位置64と接続する。それにより、入力導体260と出力導体262との間に電位差が生じるとき、結合位置62と結合位置64との間にエネルギーが流れることで、感熱性流体が加熱されて良い。感熱性流体が加熱されることで、感熱性流体中の微小部品80が、結合位置62及び64と結合するのを抑制するバリヤ領域92が形成されて良い。40

### 【0107】

たとえ導体242-252、導体260及び262が図12-図17に図示されているように、結合位置62、64、66及び68が存在する面とは反対の支持体60の面上又は支持体60内部に設けられているとしても、これは本発明を限定するものではないし、導体242-252、導体260及び262は支持体60中、又は結合位置62、64、66及び68が存在する支持体60の面と同一の面に設けら50

れて良いことが分かる。また、導体は如何なる形状であっても良いことも分かる。

#### 【0108】

本発明の如何なる実施例でも、たとえ、微小部品が結合位置に結合する有意な危険性が存在する一方で、バリヤ領域の形成が可能であるような状況で、エネルギーの付与による感熱性流体の加熱は、アセンブリ処理の前又は最中であればいつ実行されても良いし、かつ/又は、エネルギーの付与による感熱性流体の加熱は、エネルギーが付与される限りにおいては、洗い流す処理の前又は最中であればいつ実行されても良い。よって、たとえば、図2の実施例では、感熱性流体72及び第1型の微小部品80を有するキャリア流体73を有する第1スラリー70が付与される場合、感熱性流体を支持体に付与する工程は省略されて良い。これは、この実施例では、第1スラリー70が付与される（工程108）前に、支持体60が選択的に加熱されるからである（工程107）。これにより、第1微小部品80が選択された結合位置に結合する危険性が生じる前に、バリヤ領域を形成することが可能となる。このようにして、中間のアセンブリ及び最終処理を短縮するため、工程113及び工程118は、それぞれ工程115及び工程120と一体化されて良い。

10

#### 【0109】

上述してきた様々な例示では、例示目的で画定された形状を有するバリヤ領域92、94及び96が図示された。本発明は、これらの形状に限定されない。微小部品と選択された結合位置との結合に対して、バリヤ領域は、最小の妨害をするだけで十分である。たとえば、ある実施例では、結合位置を部分的に遮断するだけで十分な場合もあり得る。リガンド又は他の生体結合位置が使用される別な例では、リガンドの受容体位置を遮断すなわちマスクするだけで十分だろう。

20

#### 【0110】

さらに、先に例示した実施例では、バリヤ領域は、微小部品が結合していない空いた結合位置のみを供するためのものとして図示された。このこともまた本発明を限定するものではない。微小部品によって占められている結合位置に近接してバリヤを形成できるような方法で、本発明を実施することは可能である。

#### 【0111】

これはたとえば、引き続き実行されるアセンブリ工程中に、すでに占められている微小部品を損傷から守るために実行されて良い。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0112】

【図1】a-eは、流体セルファーセンブリの従来技術で知られている様々な型の方法を図示している。

【図2 a】本発明による方法の一実施例を表す流れ図である。

【図2 b】複数の異なる型の微小部品のアセンブリに用いられる本発明による方法の別な実施例を表す流れ図である。

【図3 a】図2a及び図2bの方法に従った流体セルファーセンブリを図示している。

【図3 b】図2a及び図2bの方法に従った流体セルファーセンブリを図示している。

【図3 c】図2a及び図2bの方法に従った流体セルファーセンブリを図示している。

40

【図4】a-bは、支持体60へ最初の型の微小部品80をアセンブリすることで、最初のマイクロアセンブリ構造が作製される様子を図示している。c-dは、最初のマイクロアセンブリ構造へ中間の型の微小部品82のアセンブリすることで、中間のマイクロアセンブリ構造が作製される様子を図示している。eは、中間のマイクロアセンブリ構造へ最終の型の微小部品84のアセンブリすることで、最終のマイクロアセンブリ構造が作製される様子を図示している。

【図5 a】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図5 b】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

50

【図 5 c】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 d】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 e】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 f】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 g】1組のエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 h】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 i】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 j】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の実施例を図示している。

【図 5 k】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の別な実施例を図示している。

【図 5 l】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の別な実施例を図示している。

【図 5 m】1組のそれぞれ異なるエネルギー吸収熱発生装置が、選択された結合位置に近接して組み込まれている、本発明の別な実施例を図示している。

【図 5 n】支持体にエネルギー吸収熱発生装置が供されている、本発明の一実施例を図示している。

【図 6 a】エネルギーが選択的に付与されることでキャリア流体が局所的に加熱される、本発明の様々な他の実施例を図示している。

【図 6 b】エネルギーが選択的に付与されることでキャリア流体が局所的に加熱される、本発明の様々な他の実施例を図示している。

【図 6 c】エネルギーが選択的に付与されることでキャリア流体が局所的に加熱される、本発明の様々な他の実施例を図示している。

【図 6 d】エネルギーが選択的に付与されることでキャリア流体が局所的に加熱される、本発明の様々な他の実施例を図示している。

【図 7】マイクロアセンブリ構造をアセンブリする装置の実施例を図示している。この実施例では、選択的アセンブリを可能にするため、エネルギーが支持体へ選択的に付与されることで、ミクロ流体を含む感熱性流体にもエネルギーが付与される。

【図 8 a】マイクロアセンブリ構造をアセンブリする装置の実施例を図示している。この実施例では、選択的アセンブリを可能にするため、エネルギーが支持体へ選択的に付与されることで、ミクロ流体を含む感熱性流体にもエネルギーが付与される。

【図 8 b】支持体へ選択的にエネルギーを供給するように適合されているパターニング装置の実施例を図示している。

【図 8 c】パターニング装置の熱プリントヘッド実施例を図示している。

【図 8 d】パターニング装置の熱プリントヘッド実施例を図示している。

【図 8 e】エネルギー幅が最も広いエネルギー源及びフィルタを有するパターニング装置を図示している。

【図 9】マイクロアセンブリ構造をアセンブリする装置の実施例を図示している。この実施例では、選択的アセンブリを可能にするため、エネルギーが支持体へ選択的に付与されることで、ミクロ流体を含む感熱性流体にもエネルギーが付与される。

【図 10】マイクロアセンブリ構造をアセンブリする装置の実施例を図示している。この実施例では、選択的アセンブリを可能にするため、エネルギーが支持体へ選択的に付与されることで、ミクロ流体を含む感熱性流体にもエネルギーが付与される。

10

20

30

40

50

【図 11 a】本発明の方法及び装置をディスプレイのアセンブリに利用している実施例を図示している。

【図 11 b】本発明の方法及び装置をディスプレイのアセンブリに利用している実施例を図示している。

【図 11 c】本発明の方法及び装置をディスプレイのアセンブリに利用している実施例を図示している。

【図 11 d】本発明の方法及び装置をディスプレイのアセンブリに利用している実施例を図示している。

【図 12】導体が備えられている支持体が供されている、本発明の実施例を図示している。  
10

【図 13】導体が備えられている支持体が供されている、本発明の実施例を図示している。

【図 14】導体が備えられている支持体が供されている、本発明の実施例を図示している。

【図 15】導体が備えられている支持体が供されている、本発明の実施例を図示している。

【図 16】結合位置内部で感熱性流体が通電加熱される、本発明の実施例を図示している。

【図 17】結合位置の間で感熱性流体が通電加熱される、本発明の実施例を図示している。  
20

【符号の説明】

【0 1 1 3】

10 基板

20 結合位置

22 結合位置

24 結合位置

25 結合位置

26 結合位置

27 電極

29 流体

30

32 感熱性キャリア流体

34 液体

36 表面

47 微小部品

48 疎水性表面

49 微小部品

51 微小部品

52 微小部品

60 支持体

62 結合位置

40

64 結合位置

66 結合位置

68 結合位置

70 最初のスラリー

72 感熱性流体

73 キャリア流体

74 中間のスラリー

76 最終のスラリー

80 第1型の微小部品

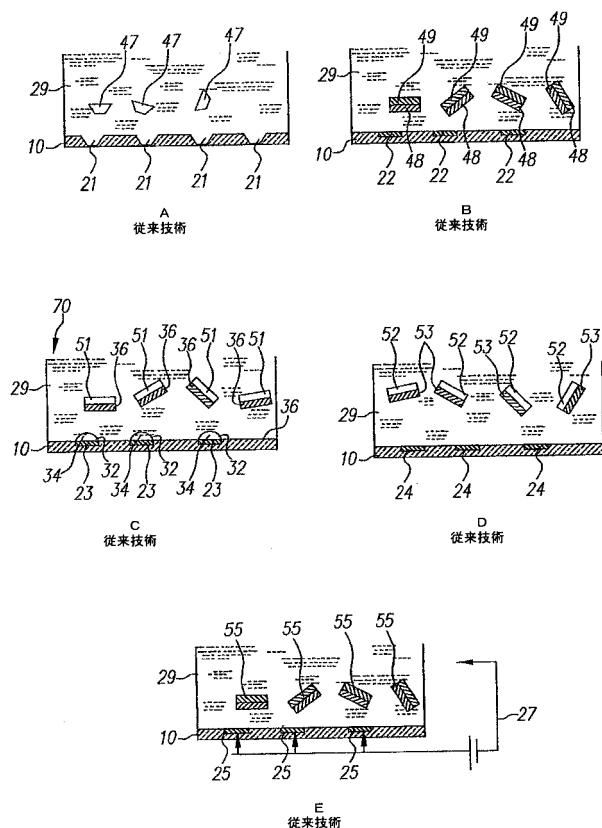
82 中間型の微小部品

50

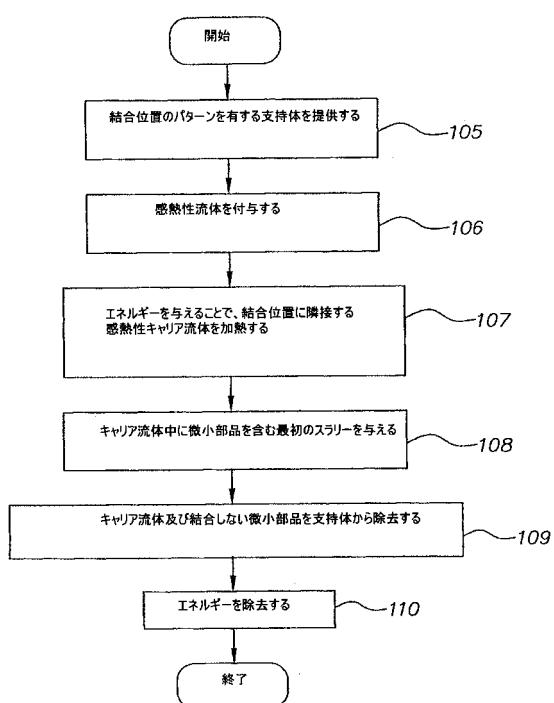
84	中間型の微小部品	
86	最終型の微小部品	
88	液体結合表面	
90	エネルギー	
92	バリヤ領域	
94	バリヤ領域	
96	エネルギー	
98	バリヤ領域	
100	マイクロアセンブリされた構造	
102	中間のマイクロアセンブリされた構造	10
104	最終のマイクロアセンブリされた構造	
105	支持体を供する工程	
106	キャリア流体を供する工程	
107	キャリア流体にエネルギーを付与する工程	
108	第1スラリーを付与する工程	
109	第1スラリーを除去する工程	
110	エネルギーを除去する工程	
111	さらなるアセンブリ決定過程	
112	最終アセンブリ決定過程	
113	感熱性流体を付与する工程	20
114	感熱性流体を加熱するためにエネルギーを供する工程	
115	最終スラリーを付与する工程	
116	感熱性流体を除去する工程	
117	エネルギーを除去する工程	
118	感熱性流体を付与する工程	
119	エネルギーを供する工程	
120	中間のスラリーを付与する工程	
121	中間のスラリーを除去する工程	
122	エネルギーを除去する工程	
132	エネルギー吸収熱発生装置	30
134	エネルギー吸収熱発生装置	
136	エネルギー吸収熱発生装置	
138	エネルギー吸収熱発生装置	
140	液体	
142	導電性加熱部	
143	インダクタ	
144	キャパシタ	
145	導電性加熱部	
146	インダクタ	
147	キャパシタ	40
148	接触ヒーター	
150	加熱ブロック	
152	突起	
154	選択的に位置指定可能なアクチュエータ	
156	選択的に作動可能な抵抗性エネルギー吸収熱発生装置	
158	マイクロアセンブリされた構造をアセンブリする装置	
160	供給部	
162	第1ローラー	
164	第1パターンング装置	
165	感熱性キャリア流体を含む第1槽	50

166	第1スラリー槽	
168	洗い流すための装置	
170	中間のローラー	
172	中間のスラリー槽	
176	中間の洗い流すための装置	
180	最終のローラー	
182	最終のパターニング装置	
183a	レーザー熱プリントヘッド	10
183b	レーザー熱プリントヘッド	
183c	レーザー熱プリントヘッド	
184	最終のスラリー槽	
185a	チャネル	
185b	チャネル	
185c	チャネル	
186	最終の洗い流すための装置	
188	アセンブリ後の処理部	
190	圧盤	
191	ローラー	
192	圧盤の上面	
193a	ヒーター	20
193b	ヒーター	
194	圧盤の上面	
196	圧盤の上面	
198	圧盤の背面	
200	圧盤の背面	
202	圧盤の背面	
206	パターンを有する接触ヒーター	
210	マイクロカップ位置	
214	赤色マイクロカップ位置	
216	緑色マイクロカップ位置	30
218	青色マイクロカップ位置	
220	後処理工程	
230	赤色マイクロビーズ	
232	緑色マイクロビーズ	
234	青色マイクロビーズ	
238	支持体の伝導体側	
240	支持体の結合側	
242	導体	
244	導体	
246	導体	40
248	導体	
250	高い抵抗性を有する領域	
252	低い抵抗性を有する領域	
256	インダクタ	
260	入力導体	
262	出力導体	
L	レンズ	
W	幅	
SW	帯状物の幅	

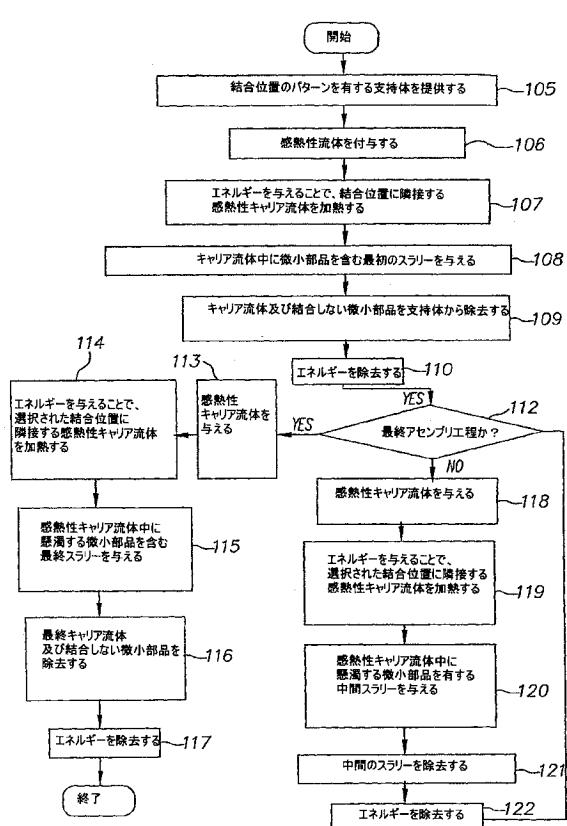
【図1】



【図2 a】



【図2 b】



【図3 A】

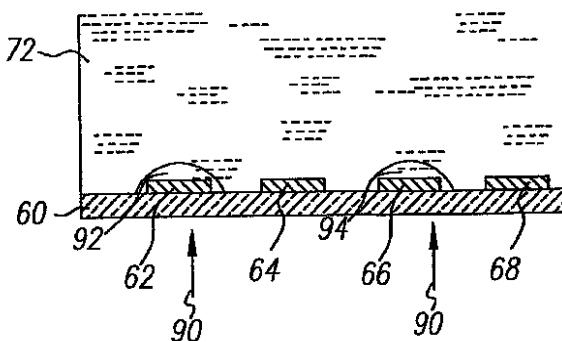


FIG. 3A

【図3 B】

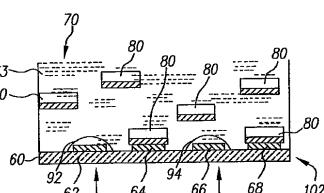


FIG. 3B

【図 3 C】

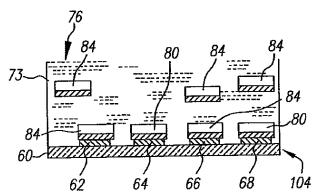
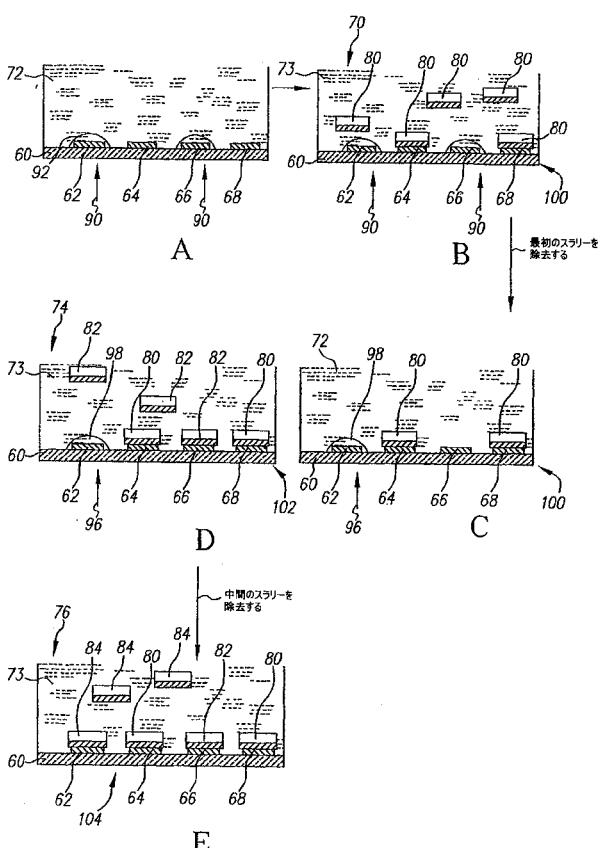


FIG. 3C

【図 4】



【図 5 A】

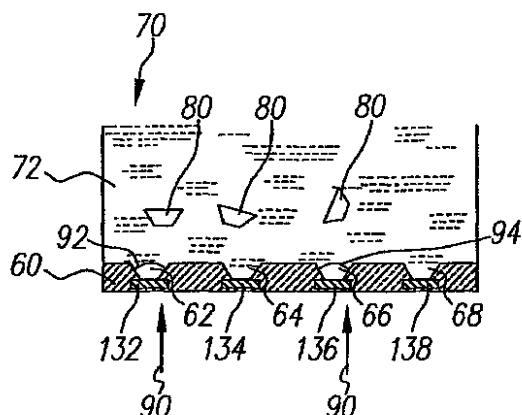


FIG. 5A

【図 5 B】

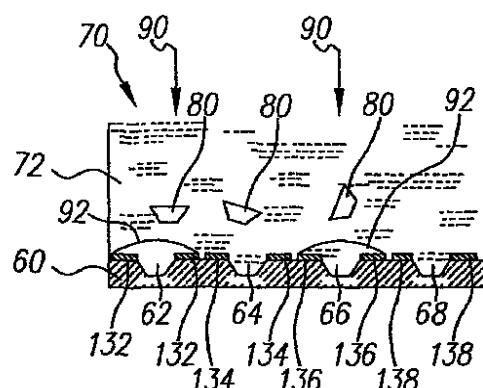


FIG. 5B

【図 5 C】

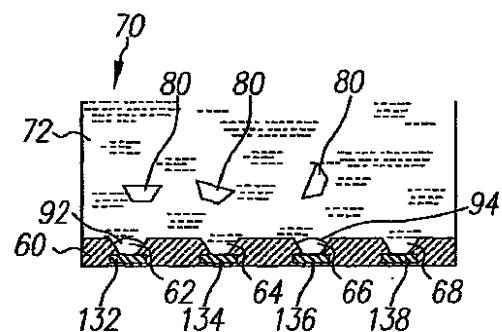


FIG. 5C

【図 5 D】

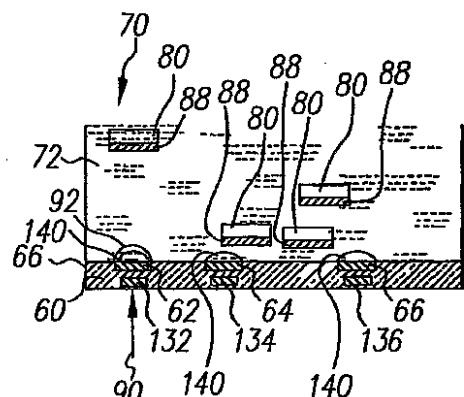


FIG. 5D

【図 5 E】

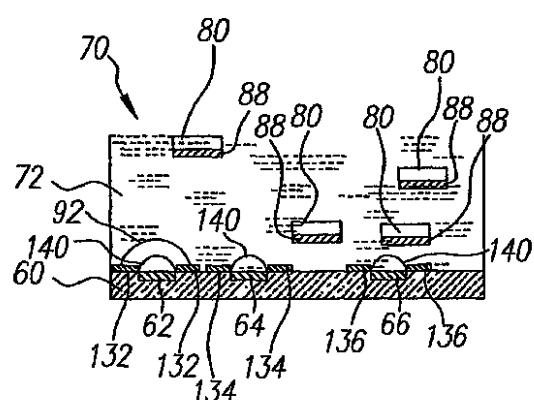


FIG. 5E

【図 5 F】

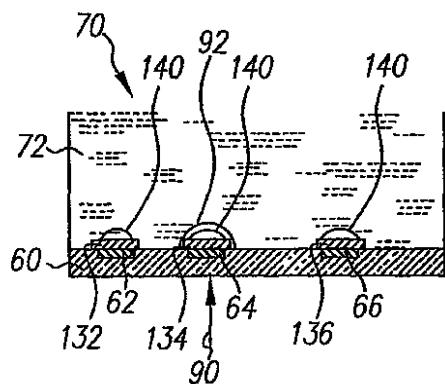


FIG. 5F

【図 5 G】

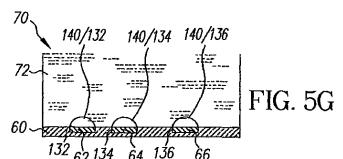


FIG. 5G

【図 5 H】

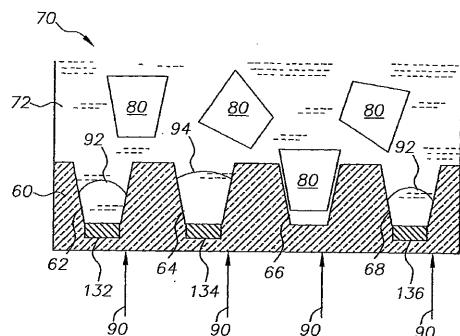


FIG. 5H

【図 5 J】

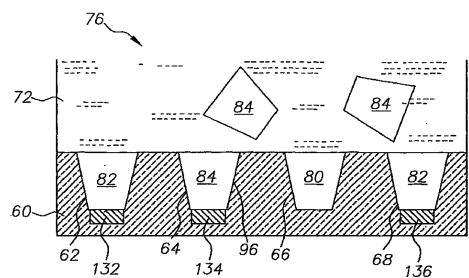


FIG. 5J

【図 5 I】

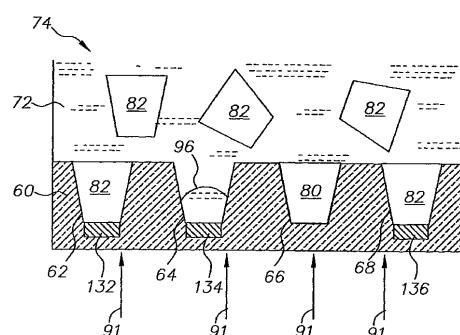


FIG. 5I

【図 5 K】

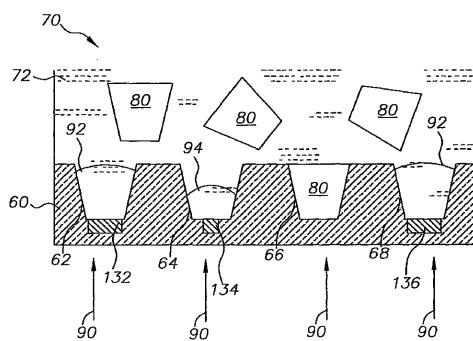


FIG. 5K

【図 5 L】

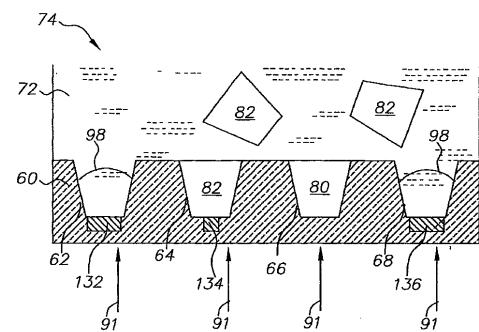


FIG. 5L

【図 5 N】

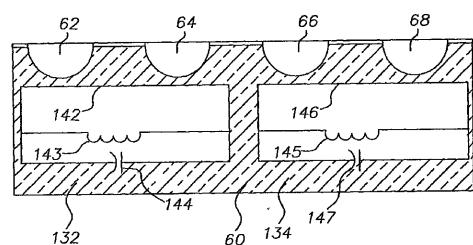


FIG. 5N

【図 5 M】

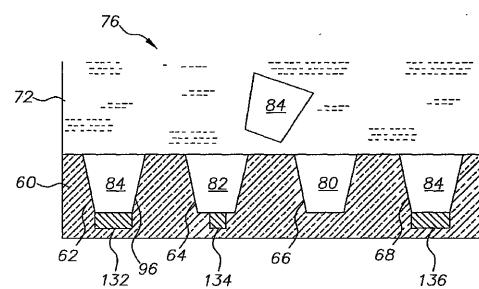
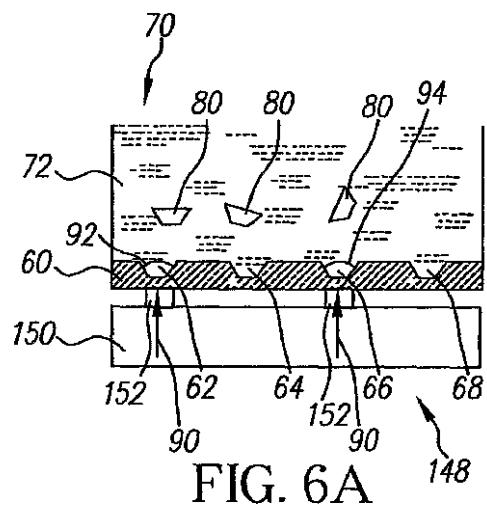
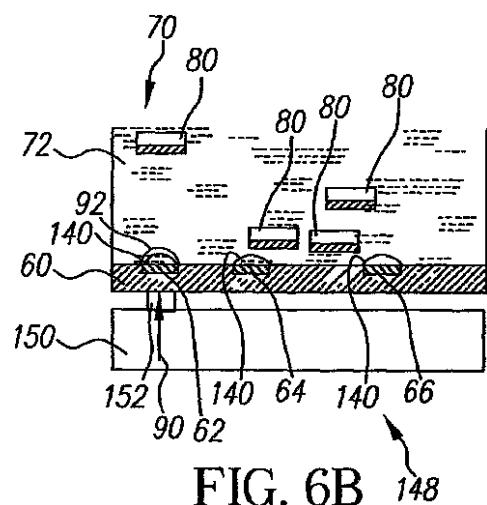


FIG. 5M

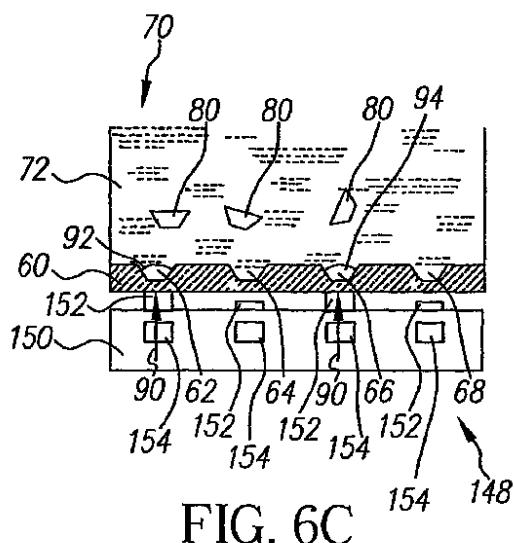
【図 6 A】



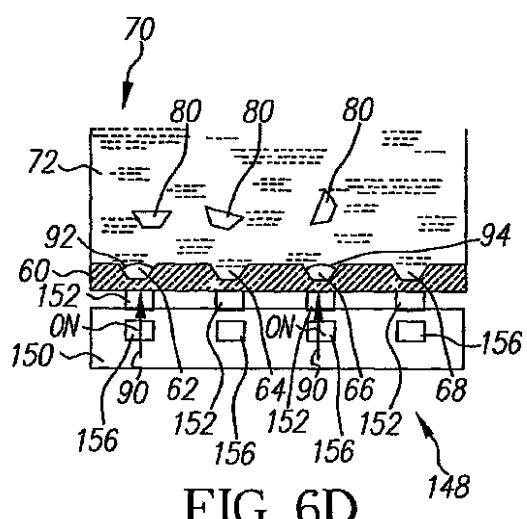
【図 6 B】



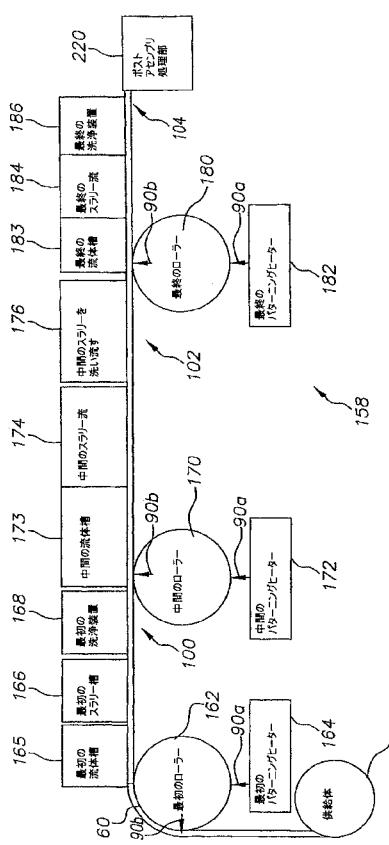
【図 6 C】



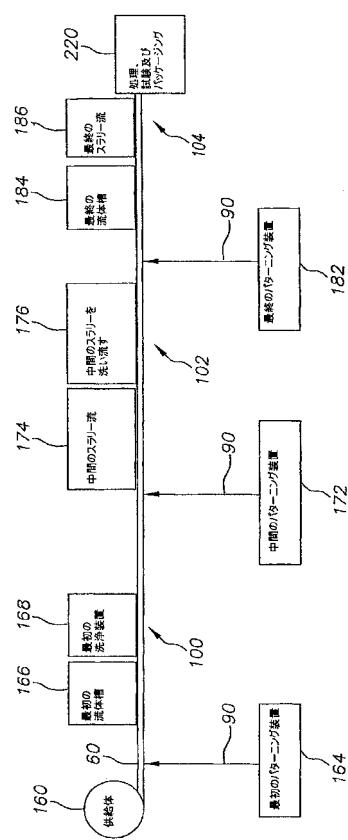
【図 6 D】



【図 7】



【図 8 a】



【図 8 B】

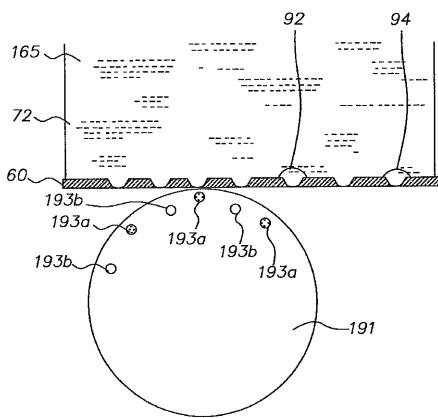
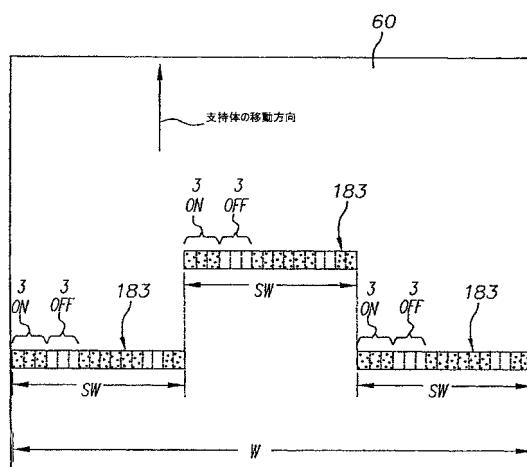
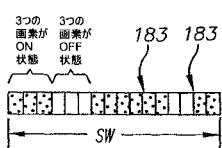


FIG. 8B

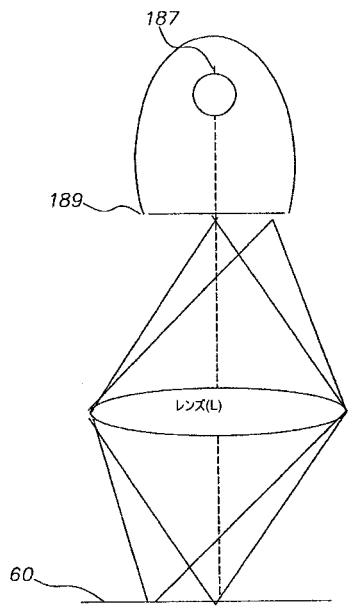
【図 8 d】



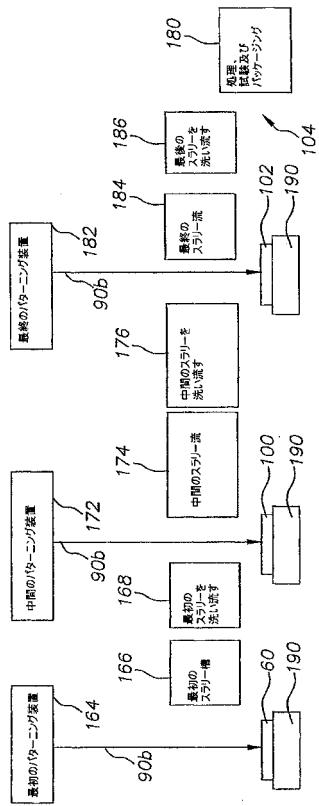
【図 8 c】



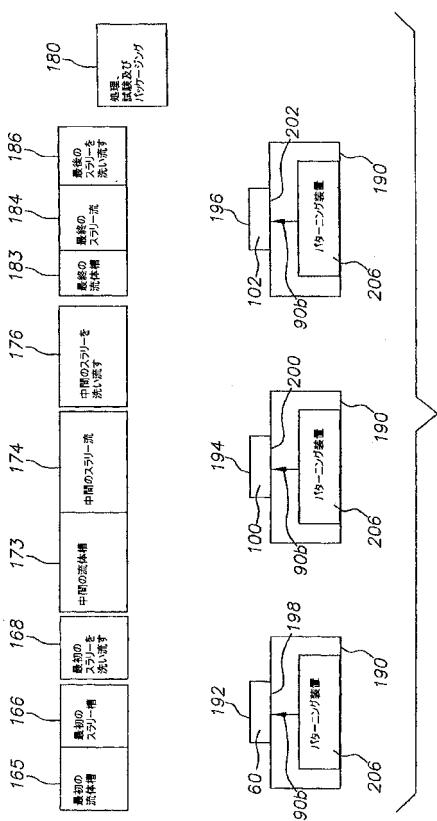
【図 8 e】



【図 9】



【図 10】



【図 11 A】

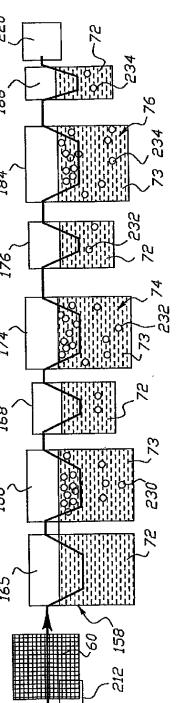


FIG. 11A

【図 1 1 B】

218	216	214
218	216	214
218	216	214

212

FIG. 11B

【図 1 1 D】

230	230	230
92	94	214
218	216	214

212

FIG. 11D

【図 1 1 C】

218	216	214
92	94	214
218	216	214

212

FIG. 11C

【図 1 1 E】

230	230	230
92	94	214
218	216	214

100

212

FIG. 11E

【図 1 1 F】

230	230	230
230	230	230
230	230	230

102

212

FIG. 11F

【図 1 1 G】

230	230	230
218	232	230
218	232	230

102

212

FIG. 11G

【図 1 1 H】

230	230	230
230	230	230
230	230	230

104

212

FIG. 11H

【図 1 2】

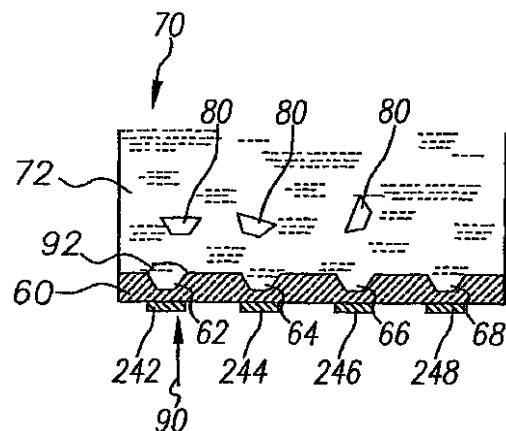


FIG. 12

【図 1 3】

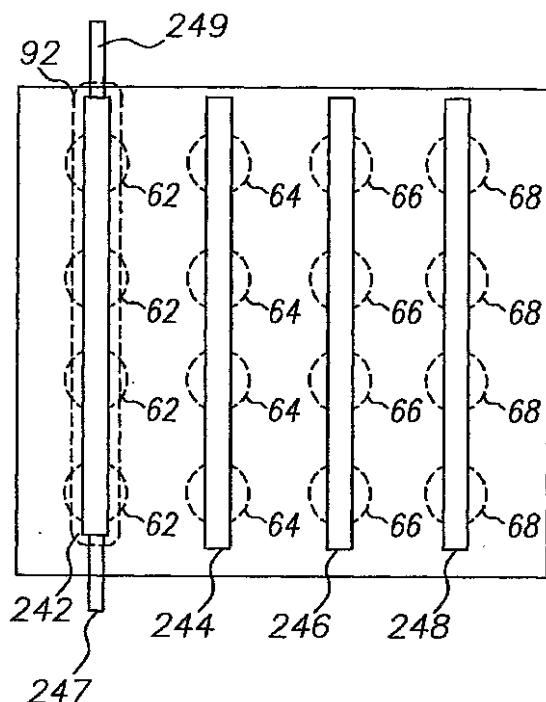


FIG. 13

【図 1 4】

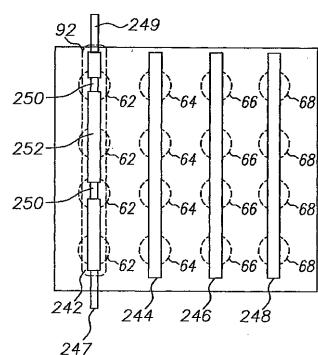


FIG. 14

【図 1 6】

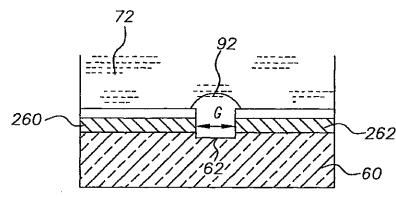


FIG. 16

【図 1 5】

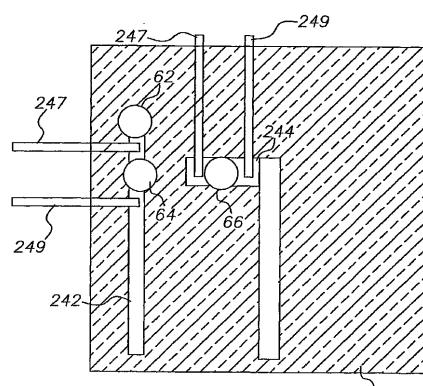


FIG. 15

【図 1 7】

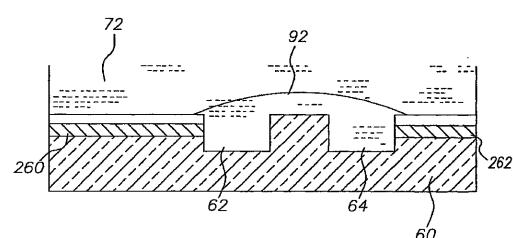


FIG. 17

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2005/031561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
H01L23/34 H01L21/98

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	C. R. BARRY, C. J. HOON, AND H. O. JACOBS: "Approaching Programmable Self-Assembly from Nanoparticle-Based Devices to Integrated Circuits" PROCEEDINGS OF THE FOUNDATIONS OF NANOSCIENCE, UTAH, APRIL 21-23, (2004), April 2004 (2004-04), XP002367627 paragraph '0003!; figures 8,9	1-4
Y	US 5 911 896 A (HOLDEN ET AL) 15 June 1999 (1999-06-15) column 3, lines 23-64; figures 4,4A	13,15
Y	EP 1 085 568 A (STMICROELECTRONICS S.R.L) 21 March 2001 (2001-03-21) paragraphs '0013! - '0015!; figures 2,3	15
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the international search report
15 February 2006	01/03/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Le Gallo, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2005/031561
C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 120 155 A (NANOGEN, INC) 1 August 2001 (2001-08-01) the whole document -----	1-24
A	US 5 545 291 A (SMITH ET AL) 13 August 1996 (1996-08-13) cited in the application the whole document -----	1-24
A	US 2004/068864 A1 (HADLEY MARK A ET AL) 15 April 2004 (2004-04-15) paragraphs '0022!, '0096!; figure 17 -----	23,24
A	US 6 460 966 B1 (HELLEKSON RONALD A ET AL) 8 October 2002 (2002-10-08) the whole document -----	1-19
A	US 5 700 987 A (BASAVANHALLY ET AL) 23 December 1997 (1997-12-23) the whole document -----	1-19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2005/031561
---

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5911896	A	15-06-1999		AU 7498698 A EP 0992176 A1 JP 2002505795 T WO 9859527 A1 US 6046435 A US 6054688 A		04-01-1 999 12-04-2 000 19-02-2 002 30-12-1 998 04-04-2 000 25-04-2 000
EP 1085568	A	21-03-2001		DE 69918551 D1 JP 3466554 B2 JP 2001135446 A US 6423938 B1		12-08-2 004 10-11-2 003 18-05-2 001 23-07-2 002
EP 1120155	"A	01-08-2001		EP 1120156 A2 EP 1120469 A2 EP 1120157 A2		01-08-2 001 01-08-2 001 01-08-2 001
US 5545291	A	13-08-1996		AU 681928 B2 AU 1304695 A CA 2177276 A1 CN 1492483 A CN 1137329 A DE 69433361 D1 DE 69433361 T2 EP 0734586 A1 JP 9506742 T JP 3535166 B2 JP 2004165680 A WO 9517005 A1 US 5783856 A US 5904545 A US 5824186 A		11-09-1 997 03-07-1 995 22-06-1 995 28-04-2 004 04-12-1 996 08-01-2 004 16-09-2 004 02-10-1 996 30-06-1 997 07-06-2 004 10-06-2 004 22-06-1 995 21-07-1 998 18-05-1 999 20-10-1 998
US 2004068864	A1	15-04-2004		NONE		
US 6460966	B1	08-10-2002		NONE		
US 5700987	A	23-12-1997		DE 69508308 D1 DE 69508308 T2 EP 0689073 A1 JP 3290055 B2 JP 8204326 A US 5568892 A		22-04-1 999 04-11-1 999 27-12-1 995 10-06-2 002 09-08-1 996 29-10-1 996

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,L,S,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ケイ , デイヴィッド ブレア

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14618 ロチェスター ハリウッド・アヴェニュー 22  
5

(72)発明者 シャーマ , ラヴィ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14450 フェアポート フォックス・ヒル・ドライヴ 3  
3

F ターム(参考) 4G075 AA39 BB10 CA36 DA02 EA06 FB02 FB03 FB11 FB12 FC11  
FC20