

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3805746号

(P3805746)

(45) 発行日 平成18年8月9日(2006.8.9)

(24) 登録日 平成18年5月19日(2006.5.19)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 1/00 (2006.01)	GO 1 N 1/00 1 O 1 F
B 2 5 J 7/00 (2006.01)	B 2 5 J 7/00
GO 1 N 35/10 (2006.01)	GO 1 N 35/06 A
GO 1 N 37/00 (2006.01)	GO 1 N 37/00 1 O 1

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-566666 (P2002-566666)	(73) 特許権者 503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(86) (22) 出願日 平成14年2月21日(2002.2.21)	
(86) 国際出願番号 PCT/JP2002/001529	(74) 代理人 100089635 弁理士 清水 守
(87) 国際公開番号 W02002/066992	(72) 発明者 樋口 俊郎 日本国神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目 4番26号
(87) 国際公開日 平成14年8月29日(2002.8.29)	(72) 発明者 鳥居 徹 日本国東京都杉並区荻窪四丁目18番18 号
審査請求日 平成15年8月26日(2003.8.26)	(72) 発明者 谷口 友宏 日本国千葉県船橋市習志野台一丁目22番 4号 NTT北習志野独身寮A202号室
(31) 優先権主張番号 特願2001-48096 (P2001-48096)	
(32) 優先日 平成13年2月23日(2001.2.23)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	
(31) 優先権主張番号 特願2001-238625 (P2001-238625)	
(32) 優先日 平成13年8月7日(2001.8.7)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体微粒子のハンドリング方法およびその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板上に、微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、

(b) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、

(c) 前記化学的に不活性な溶液中での微小液滴のハンドリングを行うことを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

【請求項2】

請求項1記載の液体微粒子のハンドリング方法において、前記微小液滴を合体させて化学反応を起こさせることを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

【請求項3】

(a) ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板と、

(b) 該基板にセットされる化学的に不活性な溶液と、

(c) 該化学的に不活性な溶液中に置かれる微小液滴と、

(d) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うことにより、前記化学的に不活性な溶液中での微小液滴のハンドリングを行うコントローラとを具備することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項4】

(a) ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板と、

(b) 該基板にセットされる化学的に不活性な溶液と、

10

20

- (c) 該化学的に不活性な溶液中に置かれる微小液滴と、
- (d) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うことにより、前記化学的に不活性な溶液中での微小液滴のハンドリングを行うコントローラとを備え、
- (e) 前記液滴の複数個のハンドリングにより新たな微小液滴を合成することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 5】

- (a) ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、
- (b) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、
- (c) 前記化学的に不活性な溶液中での複数の微小液滴のハンドリングを行い、該複数の微小液滴を作用させ、新たな微小液滴を合成することを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

10

【請求項 6】

請求項 5 記載の液体微粒子のハンドリング方法において、前記合成を多段階に実施することを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

【請求項 7】

- (a) ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、
- (b) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、
- (c) 前記化学的に不活性な溶液中での複数の微小液滴のハンドリングを行い、複数の微小液滴を混合し、マイクロカプセル化することを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

20

【請求項 8】

- (a) ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板上に、微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、
- (b) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、
- (c) 前記化学的に不活性な溶液中での微小液滴のハンドリングを行い、該微小液滴を分離することを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

【請求項 9】

- (a) ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、
- (b) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、
- (c) 前記化学的に不活性な溶液中での複数の微小液滴のハンドリングを行い、複数の寸法の異なる微小液滴のうち所定寸法以下の微小液滴のみを濾過することを特徴とする液体微粒子のハンドリング方法。

30

【請求項 10】

- (a) ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板と、
- (b) 該基板にセットされる複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液と、
- (c) 前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うコントローラとを備え、
- (d) 前記化学的に不活性な溶液中での複数の微小液滴のハンドリングを行い、該複数の微小液滴を互いに合成させる手段を具備することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

40

【請求項 11】

請求項 4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上にガイドを配置して、前記液滴の合成を行わせることを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 12】

請求項 4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上にガイドを配置して、複数の領域において、前記液滴の合成を行わせることを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 13】

50

請求項 4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上に微小液滴を移動させて前記液滴の合成・攪拌を行わせることを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 14】

請求項 4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上に微小液滴を移動させて、該微小液滴を複数の微小液滴へと分離する分離体を具備することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 15】

請求項 4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板の複数の寸法の異なる微小液滴のうち所定寸法以下の微小液滴のみを濾過する濾過体を具備することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

10

【請求項 16】

請求項 3、4 又は 10 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板を前記溶液の下面側に配置することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【請求項 17】

請求項 3 又は 4 記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板を前記溶液の上面側に配置することを特徴とする液体微粒子のハンドリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、水、油、及び化学的に不活性な液体中にある微小液滴およびマイクロカプセルなどの液体微粒子を静電気を用いてハンドリングするものであり、液体中の微粒子を移動、合成（結合）、攪拌、分離させるための液体微粒子のハンドリング方法およびその装置に関するものである。

【0002】

【従来技術】

現在、微小分析システム（ μ -TAS）やコンビナトリアルケミストリーの分野において、微量の試料を用いた反応、分析、同定を行うことが求められている。

【0003】

このような分野の従来技術としては、試料及び試薬を疎水性表面上の液滴の形で扱い、電極列上の液体微粒子をこの電極に順次電圧印加してハンドリングすることにより、バルブ・ポンプのいらない極微量化学反応及び分析装置が提案されている（例えば、特開平 10-267801 号公報参照）。

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した従来ハンドリング方法では、液滴そのものが疎水性表面上に置かれるようになっていたので、その微小液滴の蒸発が問題であった。

【0005】

本発明は、上記状況に鑑みて、液滴の蒸発を抑えて、的確な液滴のハンドリングを行うことができる液体微粒子のハンドリング方法およびその装置を提供することを目的とする。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕液体微粒子のハンドリング方法において、ハンドリング用電極が 2 次元的に配置される基板に、微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、前記微小液滴のハンドリングを行うことを特徴とする。

【0007】

〔2〕上記〔1〕記載の液体微粒子のハンドリング方法において、前記微小液滴を合体させて化学反応を起こさせることを特徴とする。

50

【0008】

〔3〕液体微粒子のハンドリング装置において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板と、この基板にセットされる化学的に不活性な溶液と、この溶液中に置かれる微小液滴と、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うコントローラとを具備することを特徴とする。

【0009】

〔4〕液体微粒子のハンドリング装置において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板と、この基板にセットされる化学的に不活性な溶液と、この溶液中に置かれる微小液滴と、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うコントローラとを備え、前記液滴の複数個の制御により合成することを特徴とする。

10

【0010】

〔5〕液体微粒子のハンドリング方法において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、前記複数の微小液滴のハンドリングを行い、この複数の微小液滴を互いに合成することを特徴とする。

【0011】

〔6〕上記〔5〕記載の液体微粒子のハンドリング方法において、前記合成を多段階に実施することを特徴とする。

【0012】

〔7〕液体微粒子のハンドリング方法において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、前記複数の微小液滴のハンドリングを行い、複数の微小液滴を混合し、マイクロカプセル化することを特徴とする。

20

【0013】

〔8〕液体微粒子のハンドリング方法において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板上に、微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、前記微小液滴のハンドリングを行い、この微小液滴を分離することを特徴とする。

【0014】

〔9〕液体微粒子のハンドリング方法において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板上に、複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液をセットし、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行い、前記複数の微小液滴のハンドリングを行い、複数の寸法の異なる微小液滴のうち所定寸法以下の微小液滴のみを濾過することを特徴とする。

30

【0015】

〔10〕液体微粒子のハンドリング装置において、ハンドリング用電極が2次元的に配置される基板と、この基板にセットされる複数の微小液滴を有する化学的に不活性な溶液と、前記ハンドリング用電極の電圧制御を行うコントローラとを備え、前記化学的に不活性な溶液中での複数の微小液滴のハンドリングを行い、該複数の微小液滴を互いに合成させる手段を具備することを特徴とする。

【0016】

〔11〕上記〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上にガイドを配置して、前記液滴の合成を行わせることを特徴とする。

40

【0017】

〔12〕上記〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上にガイドを配置して、複数の領域において、前記液滴の合成を行わせることを特徴とする。

【0018】

〔13〕上記〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上に微小液滴を移動させて前記液滴の合成・攪拌を行わせることを特徴とする。

【0019】

50

〔14〕上記〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板上に微小液滴を移動させて、この微小液滴を複数の微小液滴へと分離する分離体を具備することを特徴とする。

【0020】

〔15〕上記〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板の複数の寸法の異なる微小液滴のうち所定寸法以下の微小液滴のみを濾過する濾過体を具備することを特徴とする。

【0021】

〔16〕上記〔3〕、〔4〕又は〔10〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板を前記溶液の下面側に配置することを特徴とする。

10

【0022】

〔17〕上記〔3〕又は〔4〕記載の液体微粒子のハンドリング装置において、前記基板を前記溶液の上面側に配置することを特徴とする。

【0023】

このように本発明は、溶液で覆われた電極配列を準備し、この溶液中に置かれた液体微粒子やマイクロスフィアのハンドリング方法およびその装置に関するものである。

【0024】

その電極は、X、Y軸に平行なライン状であっても、それぞれの交点だけが電極として働くドット状でも良いし、さらにはXY平面部に楔状の障害物が形成されていても良いが、それぞれの電極への電圧印加を進行波型にすることで、その微粒子はそれぞれ任意に移動させることができ、合成、混合、分離、攪拌等を任意に行うことができる。

20

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0026】

第1図は本発明の第1実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図、第2図はその液体微粒子のハンドリング装置による第1のハンドリング方法の説明図である。

【0027】

これらの図において、1は基板、2は基板1に配置される電極線、3は電極線2を被覆する撥水性の絶縁膜、4は化学的に不活性な溶液（例えば、油）、5は微小液滴（例えば、水）、6はx方向に配線された電極線2の電圧を制御する第1のコントローラ、7はy方向に配線された電極線2の電圧を制御する第2のコントローラである。

30

【0028】

そこで、第2図に示すように、電極線2を2次元に配置した基板1上に微小液滴5を置き、電極線2の電圧を第1のコントローラ6及び又は第2のコントローラ7で制御することにより、2次元の任意の方向に微小液滴5をハンドリングすることができる。

【0029】

液滴5が移動する原理は、微小液滴5表面がプラスまたはマイナスに帯電しているため、電極線2との間に吸引力または反発力が生じるからである。さらに、電極線2に印加する電圧を進行波型にすることで、微小液滴5に推進力を与えることができる。また、電極を2次元的に配置したので、液滴5を平面上で任意の方向に移動させることができるようになった。

40

【0030】

上記したように、この実施例では、格子状に電極線2が配線されるが、このような電極線2は、マイクロ配線技術（半導体技術）を用いて容易に製造することができる。

【0031】

なお、この実施例では、格子状に電極線を形成しているが、この電極線の配置は、これに限定されるものではない。

【0032】

第3図は本発明のハンドリング装置による第2のハンドリング方法の説明図である。な

50

お、そのハンドリング装置は第1図と同様の構造をしている。

【0033】

そこで、第3図に示すように、電極線2を2次元に配置した基板1上に2つの微小液滴11, 12を置き、電極線2の電圧を第1のコントローラ6及び又は第2のコントローラ7で制御することにより、2つの微小液滴11, 12を移動させて合成することができる。

【0034】

すなわち、2つの液滴に異なる移動電場を与えることにより、2つの液滴を衝突させることも可能となる。これにより、微小液滴に対して化学反応を起こさせることも可能である。

10

【0035】

当然、第1のコントローラ6及び又は第2のコントローラ7の細かな電圧制御により、微小液滴11, 12を攪拌したり、あらかじめ結合していた微小液滴を分離させることができる。

【0036】

次に、第4図は本発明の第2実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図、第5図はその液体微粒子のハンドリング装置によるハンドリング方法の説明図である。

【0037】

上記第1実施例では電極線が格子状に配置されていたが、この第2実施例では第4図、第5図に示すように、基板20上にドット型電極21をマトリックス状に配置することができる。また、23は化学的に不活性な溶液(例えば、油)、24, 25は微小液滴(例えば、水)である。そして、ドット型電極21の電圧を制御するコントローラ26を配置する。例えば、ドット型電極21にはスルーホール(図示なし)を介した基板20の裏面配線27を施すことができる。なお、22はドット型電極21を被覆する絶縁膜である。

20

【0038】

そこで、コントローラ26で制御することにより、微小液滴24, 25を移動させて1個の液滴に合成することができる。

【0039】

このように構成することにより、ドット型電極21に点状に所望の電圧を印加することができ、解像度の高い的確な液滴のハンドリングを行うことができる。

30

【0040】

以下、微小液滴(マイクロカプセルを含む)の製造について説明する。

【0041】

第6図は本発明にかかる微小液滴の製造装置の平面図、第7図はその微小液滴の製造方法の説明図である。

【0042】

これらの図において、31は微小液滴の製造装置の本体、32はその本体31に形成された、連続相35が流れるマイクロチャンネル、33はそのマイクロチャンネル32に交差する向きに形成される分散相供給チャンネル、34は分散相供給口、35は連続相(例えば、油)、36は分散相(例えば、水)、37は微小液滴である。

40

【0043】

そこで、マイクロチャンネル32中を流れる連続相35に対し、分散相36を、第7図に示すような連続相35の流れに交差する向きで供給し、連続相35が分散相供給口34に一部入り込むことにより、分散相供給チャンネル33の幅より径の小さい微小液滴37を製造することができる。

【0044】

第8図は本発明にかかるマイクロカプセルの製造装置の平面図、第9図はそのマイクロカプセルの製造方法の説明図である。

【0045】

これらの図において、41はマイクロカプセルの製造装置の本体、42はその本体41

50

に形成された、連続相 4 7 が流れるマイクロチャンネル、4 3 はそのマイクロチャンネル 4 2 に交差する向きに形成された、殻となる相供給チャンネル、4 4 はマイクロチャンネル 4 2 に交差する向きに形成された、内部に内包される相供給チャンネル、4 5 は殻となる相供給口、4 6 は内包される相供給口、4 7 は連続相（例えば、油）、4 8 は殻となる相、4 9 は内部に内包される相、5 0 はマイクロカプセルである。

【0046】

そこで、マイクロチャンネル 4 2 中を流れる連続相 4 7 に対し、殻となる相 4 8 および内部に内包される相 4 9 を、第 9 図に示すような連続相 4 7 の流れに交差する向きで供給し、殻となる相 4 8 は内部に内包される相 4 9 に対して上流側から薄い層をなすように供給する。

【0047】

上記したようにして得られた微小液滴（マイクロカプセルを含む）が本発明の液体微粒子のハンドリング方法によってハンドリングされる。

【0048】

上記したように、本発明は、化学的に不活性な溶液で覆われた電極配列を準備し、この溶液中に置かれた液体微粒子やマイクロスフィアにも適用できる。

【0049】

その電極は、X、Y 軸に平行なライン状であっても、それぞれの交点だけが電極として働くドット状でも良いし、さらには X Y 平面部に楔状の障害物が形成されていても良いが、それぞれの電極への電圧印加を進行波型にすることで、液体微粒子はそれぞれ任意に移動でき、分離、攪拌、混合等を任意に行うことができる。特に、第 5 図に示すように、複数の液体微粒子は 2 次元的制御により、1 個に結合することができる。

【0050】

すなわち、液体微粒子の反応・分析装置として好適である。

【0051】

第 10 図は本発明にかかる 2 種類の微小液滴の合成の説明図（図面に代わる代用写真）である。

【0052】

この実施例では、基板 5 1 上には電極線 5 2 が配置され、例えば、実施条件は、電極ピッチ 0.5 mm、電極幅 0.15 mm、印加電圧 400 V_{0-p}、周波数 1 Hz、印加電圧パターン 6 相（+++---）（3 相などでもよく、これに限定されるものではない）とし、第 10 図（a）に示すフェノールフタレイン液滴 5 3 と、第 10 図（b）に示す NaOH 液滴 5 4 をハンドリングして、第 10 図（c）に示すように、両者を衝突させて、そして、第 10 図（d）に示すように、合体した液滴 5 5 として合成することができる。換言すれば、化学反応、例えば、フェノールフタレイン液のアルカリ化反応を起こさせることができる。

【0053】

第 11 図は本発明にかかる 2 種類の微小液滴の複数位置での合成の説明図である。

【0054】

この図において、6 1 は基板、6 2 は X Y 平行電極、6 3 はガイド（ここでは十字形状）、6 4 は第 1 の微小液滴、6 5 は第 2 の微小液滴、6 6 は第 1 の合体した液滴、6 7 は第 3 の微小液滴、6 8 は第 4 の微小液滴、6 9 は第 2 の合体した液滴である。

【0055】

この実施例では、基板 6 1 上の X Y 平行電極 6 2 上にガイド 6 3 を設け、左下領域においては、第 1 の微小液滴 6 4 と第 2 の微小液滴 6 5 をそれぞれガイド 6 3 に沿って搬送することにより、また、右上領域においては、第 3 の微小液滴 6 7 と第 4 の微小液滴 6 8 をそれぞれガイド 6 3 に沿って搬送することにより、それぞれ所望の位置で衝突・合体させて、第 1 の合体した液滴 6 6 と第 2 の合体した液滴 6 9 とを生成させることができる。

【0056】

第 12 図は本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の合成の説明図（その

10

20

30

40

50

1) である。

【0057】

この図において、71は基板、72はドット型電極、73は第1の微小流路、74は第2の微小流路、75は第1の微小液滴、76は第2の微小液滴、77はコントローラである。

【0058】

この実施例では、基板71上にドット型電極72(平行電極でもよい)が2次元に配置され、微小流路73と74より放出された微小液滴(マイクロカプセル、エマルジョンを含む)75と76がドット型電極72の移動電界によりそれぞれXY方向に移動し、交点78で一体化し化学変化を起こす。つまり、コンビナトリアルケミストリーへの応用が期待される。

10

【0059】

第13図は本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の合成の説明図(その2)である。

【0060】

この図において、81は基板、82はドット型電極、83、83は微小流路、84は第1の微小液滴、85は第2の微小液滴、86はコントローラである。

【0061】

この実施例では、基板81上にドット型電極82(平行型電極でもよい)が2次元に配置され、第1の微小液滴84と第2の微小液滴85が微小流路83と83よりそれぞれ放出される。第1の微小液滴84は、ドット型電極よりA点からB点まで移動し、その後、C点に向けて移動する。一方、第2の微小液滴85はD点よりC点に向けて移動し、第1の微小液滴84とC点で合体し、化学変化を生じさせる。

20

【0062】

そのとき、C点の上下左右4近傍(C1, C2, C3, C4)のドット型電極に電圧を与えて、合体した液滴を回転させたり、変形させることにより、攪拌して化学変化を促進させるようにすることができる。

【0063】

第14図は本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の多段合成の説明図であり、第14図(a)はその基板の斜視図、第14図(b)はその多段合成の説明図である。

30

【0064】

これらの図において、91は基板、92はドット型電極、93、93は微小流路、94は第1の微小液滴、95は第2の微小液滴、96は第1段の合体した液滴、97は第3の微小液滴、98は第2段の合体した液滴、99はドット型電極92に電圧を印加するためのコントローラである。

【0065】

この実施例では、基板91上にドット型電極92(平行型電極でもよい)が2次元に配置され、第1の微小液滴94と第3の微小液滴97が微小流路93より放出される。また、第2の微小液滴95が、微小流路93より放出される。そこで、まず、第1の微小液滴94と第2の微小液滴95が合体して、第1段の合体した液滴96が生成される。次いで、その第1段の合体した液滴96が第3の微小液滴97と合体して、第2段の合体した液滴98が生成される。このように、多段階で液滴を合体させ、化学反応を行わせることができる。

40

【0066】

第15図は本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の多段合成の説明図(図面に代わる代用写真)である。

【0067】

この実験例では、基板101上にはドット型電極102が2次元に配置され、例えば、実施条件は、3×3の9相ドット型電極、電極ピッチ1.0mm、電極幅0.6mm、印

50

加電圧 $400V_{0-p}$ 、周波数 $1Hz$ 、印加電圧パターン 6 相 $(+++---)$ とする。

【0068】

まず、第15図(a)に示すように、第1の微小液滴103と第2の微小液滴104と第3の微小液滴105とが生成されている。

【0069】

そこで、第15図(b)に示すように、第2の微小液滴104を矢印の方へ移動させる。

【0070】

次に、第15図(c)に示すように、第2の微小液滴104と第1の微小液滴103とを合体させ第1の合体した液滴106を生成させる。

10

【0071】

次に、第15図(d)に示すように、第3の微小液滴105を矢印のように移動させる。

【0072】

次に、第15図(e)に示すように、第3の微小液滴105と第1の合体した液滴106とを合体させ、第2の合体した液滴107を生成させる。

【0073】

最後に、第15図(f)に示すように、その第2の合体した液滴107を所定位置に移動させる。

【0074】

次に、2つの微小液滴の合体のための構成例について説明する。

20

【0075】

第16図は本発明にかかる平行型電極を用いた微小液滴の合体のための構成図である。

【0076】

この図において、111は基板、112は平行型電極、113はガイドであり、ここでは、幅が次第に狭くなる平面V形状の高さの低い壁体であり、基板111上に張り付けることにより容易に形成することができる。114は第1の微小液滴、115は第2の微小液滴である。

【0077】

そこで、第1の微小液滴114と第2の微小液滴115とは平行型電極112への電圧の印加により、矢印の方向へ進むとともに、第1の微小液滴114と第2の微小液滴115とはガイド(壁体)113によってガイドされて、互いに接近し、遂には合体し、ガイド(壁体)113を乗り越えて移動する。

30

【0078】

次に、微小液滴の混合について説明する。

【0079】

第17図は本発明にかかる微小液滴を混合させマイクロカプセル化を行う説明図である。

【0080】

この図において、121は基板、122はドット型電極、123, 123は微小流路、124は微小液滴、125は第1の超微小液滴、126は第1段の混合した液滴、127は第2の超微小液滴、128は第2段の混合した液滴、129はドット型電極122に電圧を印加するためのコントローラである。

40

【0081】

この実施例では、微小液滴124に第1の超微小液滴125を混合させて、第1段の混合した液滴126を生成させ、次いで、第1段の混合した液滴126に第2の超微小液滴127を混合させて、第2段の混合した液滴128を生成させる。すなわち、微小液滴を、多段階で混合させることができる。このようにして、マイクロカプセルを生成させることができる。

【0082】

50

また、例えば、第1の超微小液滴125と第2の超微小液滴127は触媒として、微小液滴124に作用させるようにすることもできる。

【0083】

次に、微小液滴の分離について説明する。

【0084】

第18図は本発明の実施例を示す微小液滴の分離の構成図である。

【0085】

この図において、131は基板、132は平行型電極、133は尖った先端部を有する平面的に三角形形状の分離体(壁体)、134は微小液滴、135、136は分離体(壁体)133によって分割され分離された微小液滴である。

10

【0086】

この実施例では、微小液滴134は平行型電極132への電圧の印加により矢印方向に移動し、分離体(壁体)133に衝突して分離され、複数の微小液滴135、136が生成される。

【0087】

第19図は本発明の実施例を示す微小液滴の分離(濾過)の構成図であり、第19図(a)はその側面図、第19図(b)はその平面図である。

【0088】

これらの図において、141は基板、142はその基板141上に形成された平行型電極、143はマイクロチャンネル143Aを有する濾過体(壁体)、144はカバー、145は微小液滴、146は濾過体(壁体)143のマイクロチャンネル143Aをくぐり抜けた微小液滴である。

20

【0089】

この実施例によれば、上流にある微小液滴の内、濾過体(壁体)143のマイクロチャンネル143Aをくぐり抜ける寸法の微小液滴146が下流に分離(濾過)されることになる。なお、濾過体(壁体)143とカバー144とは接触させることなく、スペースを設けるようにしてもよい。

【0090】

また、微小液滴の比重によって分離することもできる。例えば、濾過体(壁体)143に高さの異なった穴を形成しておき、微小液滴の比重の大きいものは濾過体(壁体)143の低い位置に形成された穴から排出し、微小液滴の比重の小さいものは高い位置に形成された穴から排出するように構成してもよい。

30

【0091】

第20図は本発明の実施例を示す微小液滴を搬送する静電搬送チューブを配置する液体微粒子のハンドリング装置の構成図である。

【0092】

この図において、151は基板、152はその基板上に配置される静電搬送チューブ、153はその静電搬送チューブ152内を搬送される微小液滴、154は電圧を印加する3相電極(6相でもよい)である。

【0093】

この実施例では、基板151上に静電搬送チューブ152を配置して微小液滴153を搬送することができるようにしたので、特殊な経路を構築し、所定の位置から微小液滴153を供給したり、所定の位置より微小液滴153を排出することができる。

40

【0094】

第21図は、本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板を溶液の上面側に配置した場合の液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図である。

【0095】

この図において、201は絶縁性の下面板、202は化学的に不活性な溶液(例えば、油)、203は化学的に不活性な溶液202の上面側に配置される基板、204はその基板203の下部に配置される電極線、205はその電極線204を覆う撥水性の絶縁膜、

50

206は微小液滴（例えば、水）である。

【0096】

第1図に示したハンドリング装置では電極線が配置される基板が溶液の上面側にあるのに対して、この実施例では、逆に電極線が配置される基板203を溶液202の上面側に配置するようにしている。この場合には、化学的に不活性な溶液202の比重が微小液滴206の比重に比べて大きく、浮揚気味の液滴である場合に好適である。なお、化学的に不活性な溶液202の比重が微小液滴206の比重と同様か、若しくは微小液滴202の比重が重い場合には、溶液202のチャンネルの径は微小液滴206の径と略同じ大きさであることが望ましい。

【0097】

このように構成することにより、微小液滴206を有する溶液202のセル内の上部に電極線204を有する基板203をセットし易く、また基板の取り換えも容易である。

【0098】

第22図は、本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板を溶液の上面側に配置した場合の液体微粒子のハンドリング装置によるハンドリング方法の説明図である。

【0099】

そこで、第22図に示すように、電極線204を2次元に配置した基板203の下に微小液滴206を置き、電極線204の電圧を第1のコントローラ207及び又は第2のコントローラ208で制御することにより、2次元の任意の方向に微小液滴206をハンドリングすることができる。

【0100】

第23図は、本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板と電圧の供給方式を示す図である。

【0101】

この図において、301は第1のコントローラ、302は第2のコントローラ、303はベース、304は第1層配線基板、305は第2層配線基板、306は第3層配線基板、307は第1のコントローラ301に接続される電圧印加用配線、308は第2のコントローラ302に接続される電圧印加用配線、309は第3層配線基板306上に形成されるドット電極、310は液体微粒子であり、前記ドット電極309は、上記した多層配線基板304、305、306に各種の配線パターン（図示なし）を描き、かつスルーホール（図示なし）を介し配線することにより、2次元的な各種パターンを形成することができる。なお、上記実施例では3層配線基板を例に挙げて説明したが、それ以上の多層配線基板で構成することができることは言うまでもない。

【0102】

したがって、その各種のドット電極パターンに第1のコントローラ301又は第2のコントローラ302からの電圧を印加することにより、液体微粒子310をX方向及び又はY方向、あるいは傾斜した方向にハンドリングすることができる。また、各コントローラ301、302から印加される電圧値と印加時間を調整することにより、液体微粒子310の移動速度を変化させるなど液体微粒子310の各種態様のハンドリングを行わせることができる。更に、ドット電極への電圧印加パターンを変えることにより、液体微粒子の大きさに対応したハンドリングを行わせることができる。

【0103】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0104】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

（産業上の利用可能性）

本発明の液体微粒子のハンドリング方法およびその装置によれば、液滴の蒸発を抑えて、的確な液滴のハンドリングを行うことができ、薬品の製造やバイオテクノロジーの技術

10

20

30

40

50

分野における液体微粒子の反応・分析装置として好適である。

【0105】

【発明の効果】

(A) 液滴の蒸発を抑えて、的確な液滴のハンドリングを行うことができる。

【0106】

したがって、液体微粒子の反応・分析装置として好適である。

【0107】

(B) ハンドリング電極を電極線とすることにより、マイクロ配線技術を用いて容易に製造することができる。

【0108】

(C) ハンドリング電極をドット型電極とし、点状に所望の電圧を印加することにより、解像度の高い的確な液滴のハンドリングを行うことができる。

【0109】

(D) 複数の液体微粒子をセットして、これらを衝突させて合体させることができる。

【0110】

(E) 一枚の基板上的複数の位置において、複数の液体微粒子をセットして、それらの液体微粒子の合体と攪拌を行わせることができる。

【0111】

(F) 複数の液体微粒子をセットして、その液体微粒子の多段階の合成を行うことができる。

【0112】

(G) 複数の液体微粒子をセットして、その液体微粒子の多段階の混合を行うことができる。

【0113】

(H) 微小液滴の複数個の微小液滴への分離を行うことができる。

【0114】

(I) 複数の液体微粒子をセットして、その液体微粒子の分離（濾過）を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置による第1のハンドリング方法の説明図である。

【図3】本発明のハンドリング装置による第2のハンドリング方法の説明図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図である。

【図5】本発明の第2実施例を示す液体微粒子のハンドリング装置によるハンドリング方法の説明図である。

【図6】本発明にかかるマイクロスフィアの製造装置の平面図である。

【図7】本発明にかかるマイクロスフィアの製造方法の説明図である。

【図8】本発明にかかるマイクロカプセルの製造装置の平面図である。

【図9】本発明にかかるマイクロカプセルの製造方法の説明図である。

【図10】本発明にかかる2種類の微小液滴の合成の説明図（図面に代わる代用写真）である。

【図11】本発明にかかる2種類の微小液滴の複数位置での合成の説明図である。

【図12】本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の合成の説明図（その1）である。

【図13】本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の合成の説明図（その2）である。

【図14】本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の多段合成の説明図である。

【図15】本発明にかかるドット型電極を用いた複数の微小液滴の多段合成の説明図（図

10

20

30

40

50

面に代わる代用写真)である。

【図16】本発明にかかる平行型電極を用いた微小液滴の合体のための構成図である。

【図17】本発明にかかる微小液滴の混合についての説明図である。

【図18】本発明の実施例を示す微小液滴の分離の構成図である。

【図19】本発明の実施例を示す微小液滴の分離(濾過)の構成図である。

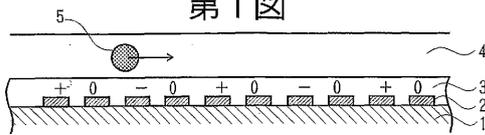
【図20】本発明の実施例を示す微小液滴を搬送する静電搬送チューブを配置する液体微粒子のハンドリング装置の構成図である。

【図21】本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板を溶液の上面側に配置した場合の液体微粒子のハンドリング装置の断面模式図である。

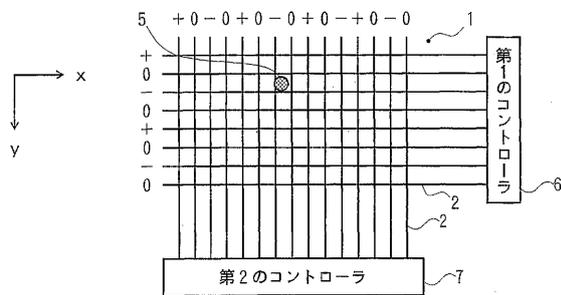
【図22】本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板を溶液の上面側に配置した場合の液体微粒子のハンドリング装置によるハンドリング方法の説明図である。

【図23】本発明の実施例を示すハンドリング用電極を有する基板と電圧の供給方式を示す図である。

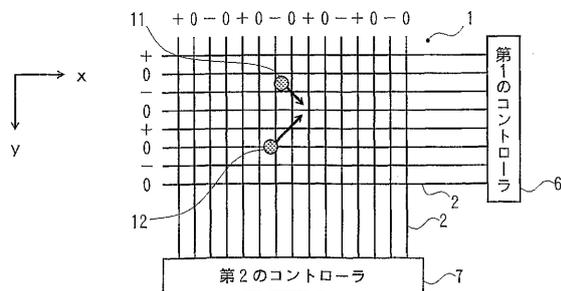
【図1】 第1図



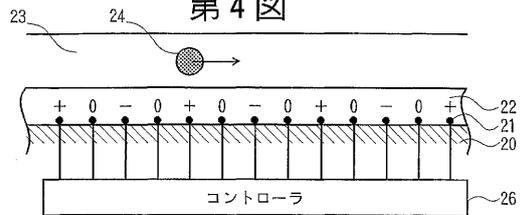
【図2】 第2図



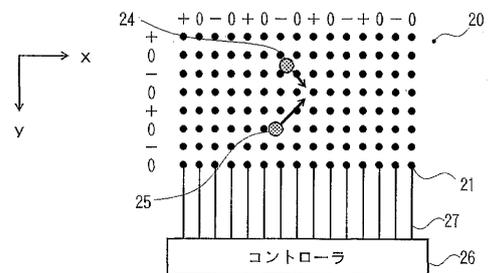
【図3】 第3図



【図4】 第4図

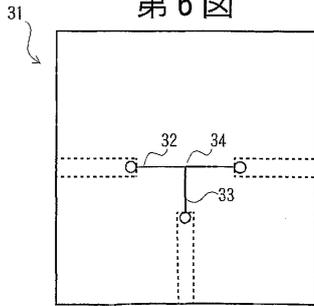


【図5】 第5図



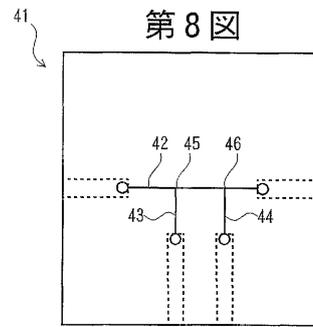
【図6】

第6図



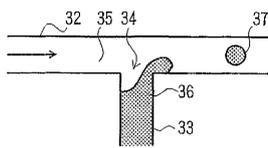
【図8】

第8図



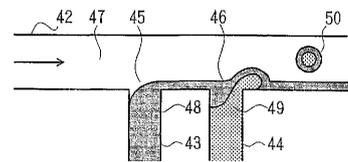
【図7】

第7図



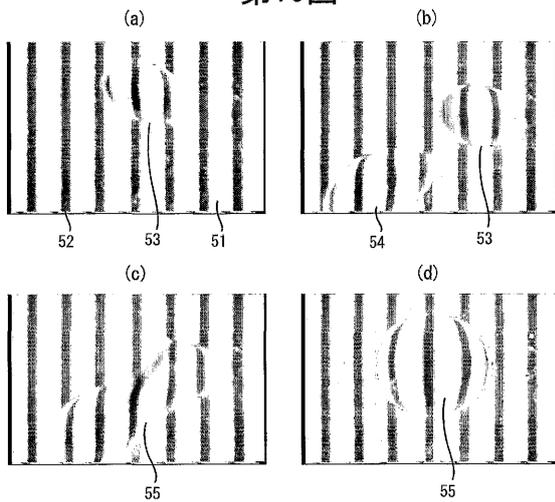
【図9】

第9図



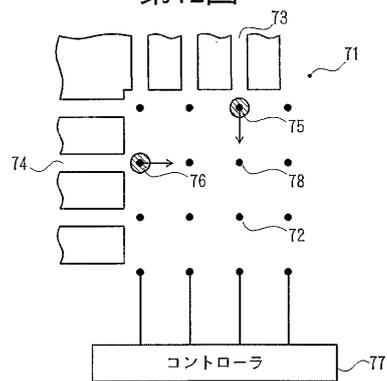
【図10】

第10図



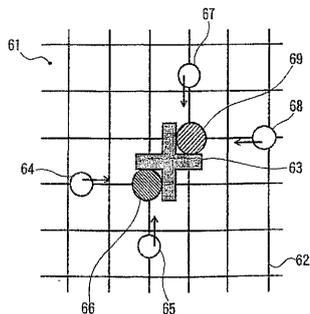
【図12】

第12図



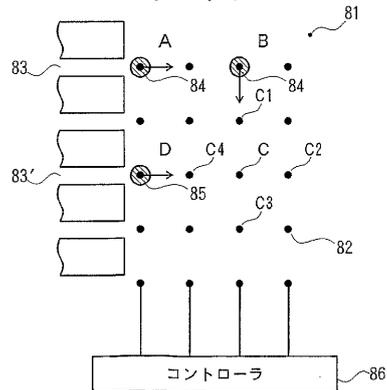
【図11】

第11図



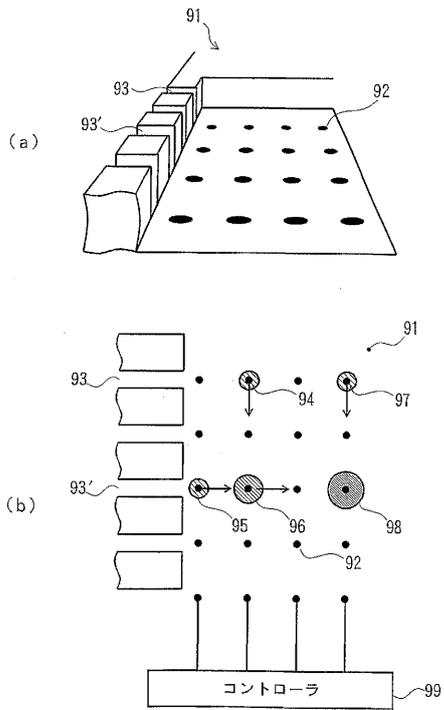
【図13】

第13図

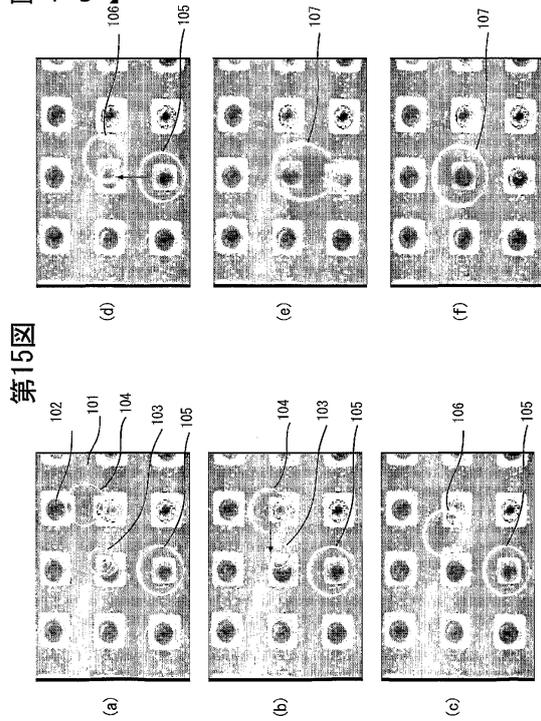


【 図 1 4 】

第14図



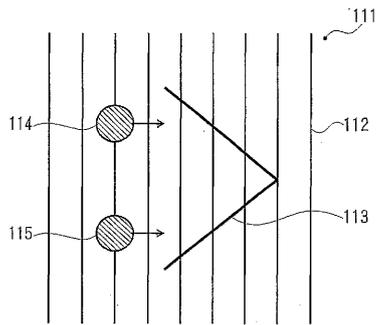
【 図 1 5 】



第15図

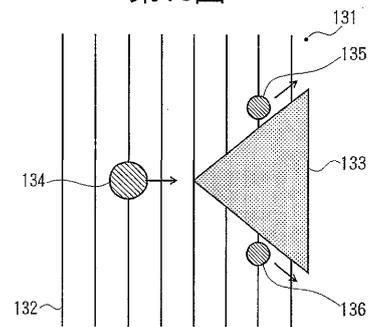
【 図 1 6 】

第16図



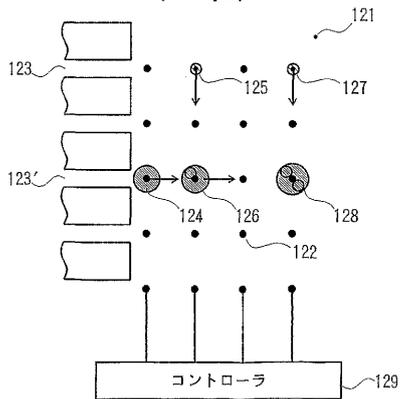
【 図 1 8 】

第18図



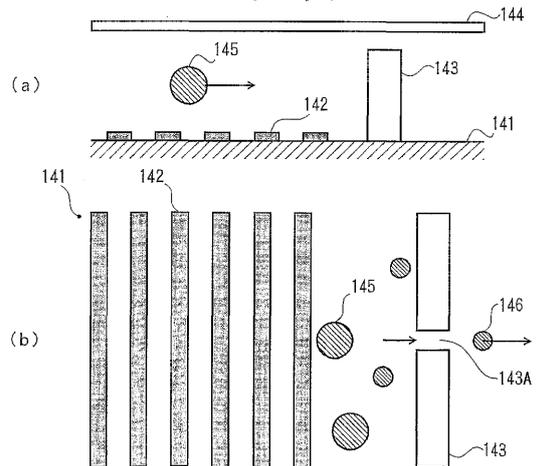
【 図 1 7 】

第17図



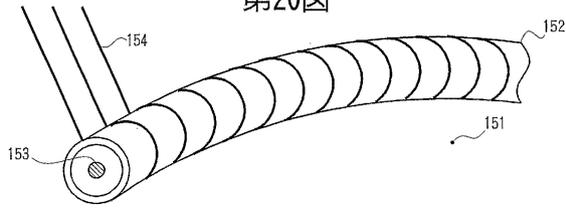
【 図 1 9 】

第19図



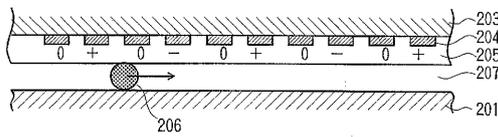
【図20】

第20図



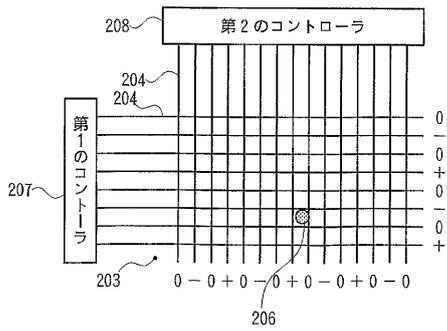
【図21】

第21図



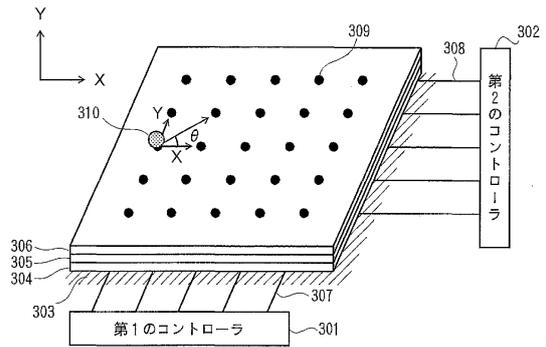
【図22】

第22図



【図23】

第23図



フロントページの続き

審査官 西村 直史

(56)参考文献 特開平10-267801(JP,A)

Masao Washizu, Electrostatic Action of Liquid Droplets for Microreactor Applications, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.34 No.4, 1998年7月, pp.732-737

Felix M. Moesner and Toshiro Higuchi, Electrostatic Devices for Particle Microhandling, IEEE Transactions on Industry Applications, 1999年5月, Vol.35 No.3, pp.530-536

Moesner F. M and Higuchi T, Devices for particle handling by an AC electric field, Micro Electro Mechanical Systems, 1995年1月, pp.66-71

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 1/00-44

G01N 35/00-37/00

B25J 7/00

G01J 14/00,19/00

B81B 7/00

JSTPlus(JDream2)