(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-106916
(P2009-106916A)
(43)公開日　平成21年5月21日(2009.5.21)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B01J 19/00	(2006.01)	B01J	19/00	321	2G052
B01D 1/00	(2006.01)	B01D	1/00	Z	2G088
G01N 37/00	(2006.01)	G01N	37/00	101	3C081
G01N 1/10	(2006.01)	G01N	1/10	E	4D076
B81B 1/00	(2006.01)	B81B	1/00		4G075

審査請求 未請求　請求項の数 25　ＯＬ　（全 13 頁）　最終頁に続く

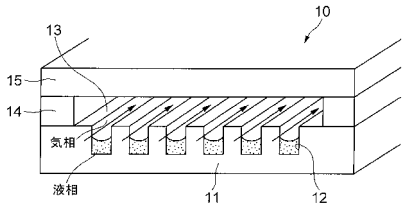
(21)出願番号　特願2007-285012 (P2007-285012)
(22)出願日　平成19年11月1日 (2007.11.1)

(71)出願人　000004123
ＪＦＥエンジニアリング株式会社
東京都千代田区大手町二丁目６番２号
(71)出願人　591243103
財団法人神奈川科学技術アカデミー
神奈川県川崎市高津区坂戸３丁目２番１号
(74)上記1名の代理人　100112140
弁理士　塩島　利之
(72)発明者　大崎　勝彦
神奈川県横浜市鶴見区弁天町３番地７　ＪＦＥ環境ソリューションズ株式会社内
(72)発明者　山▲崎▼　茂樹
神奈川県横浜市鶴見区弁天町３番地７　ＪＦＥ環境ソリューションズ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロチップ、マイクロチップデバイス及びマイクロチップを用いた蒸発操作方法

(57)【要約】
【課題】液相の蒸発操作をマイクロチップ上の操作として集積化できるマイクロチップを提供する。
【解決手段】内部に気相の流路１３を有するマイクロチップ１０において、流路１３の底部のプール部１２に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜め、プール部１２に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させる。毛管力を利用することで、マイクロチップ１０内の流路１３の底部のプール部１２に液相を分散させ、溜めることができる。しかも、蒸発操作のために流路１３に気相を流したり、流路を真空引きしたりしても、プール部１２に溜まった液相が表面張力によってプール部１２にとどまる。このため、マイクロチップ１０内での高効率での蒸発操作が実現できる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
内部に気相の流路を有するマイクロチップにおいて、
前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜め、
前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップ。
【請求項２】
前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする請求項１に記載のマイクロチップ。
【請求項３】
前記溝は、並列に配列された複数本の溝からなることを特徴とする請求項２に記載のマイクロチップ。
【請求項４】
前記マイクロチップは、前記溝が加工される基板と、基板の上面に設けられる側壁と、側壁の上面に設けられる蓋と、を備え、
前記基板、前記側壁及び前記蓋によって、前記気相の流路が構成されることを特徴とする請求項２又は３に記載のマイクロチップ。
【請求項５】
前記液相は、溶質が溶媒に溶けた溶液からなり、
前記プール部に溜められた前記溶媒を蒸発させ、前記溶質を前記プール部に乾固させることを特徴とする請求項１ないし４のいずれかに記載のマイクロチップ。
【請求項６】
前記液相に極性溶媒を用いる場合、前記気相の流路の少なくとも一部に疎水処理をすることを特徴とする請求項１ないし５のいずれかに記載のマイクロチップ。
【請求項７】
前記液相に極性溶媒を用いる場合、前記プール部の少なくとも一部に親水処理をすることを特徴とする請求項１ないし６のいずれかに記載のマイクロチップ。
【請求項８】
前記液相に無極性溶媒を用いる場合、前記気相の流路の少なくとも一部に親水処理をすることを特徴とする請求項１ないし５のいずれかに記載のマイクロチップ。
【請求項９】
前記液相に無極性溶媒を用いる場合、前記プール部の少なくとも一部に疎水処理をすることを特徴とする請求項１ないし５および８のいずれかに記載のマイクロチップ。
【請求項１０】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜め、前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップと、
気相を前記気相の流路に、液相を前記プール部に導くための導入路と、
気相を前記気相の流路から、液相を前記プール部から排出するための排出路と、
を備えるマイクロチップデバイス。
【請求項１１】
前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする請求項１０に記載のマイクロチップデバイス。
【請求項１２】
前記マイクロチップデバイスはさらに、
前記マイクロチップの前記導入路に気相又は液相を供給する流体制御機構を備え、
前記気相の流路に気相を流しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイス。
【請求項１３】
前記マイクロチップデバイスはさらに、

前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱する加熱機構を備え、
前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイス。
【請求項１４】
前記マイクロチップデバイスはさらに、
前記マイクロチップの前記気相の流路内の気相を吸引する真空吸引機構を備え、
前記気相の流路内の気相を吸引しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイス。
【請求項１５】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、
前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップを用いた蒸発操作方法。
【請求項１６】
前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする請求項１５に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法。
【請求項１７】
前記気相の流路に気相を導入し、前記気相の流路に気相を流しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法。
【請求項１８】
前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法。
【請求項１９】
前記マイクロチップの前記気相の流路内の気相を吸引しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法。
【請求項２０】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、
前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸発させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【請求項２１】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、
前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸発乾固させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【請求項２２】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、
前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液より溶媒を除去するマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【請求項２３】
前記プール部に新たに溶媒又は溶液を導入し、前記プール部に溜められた放射性化学物質を溶媒交換することを特徴とする請求項２２に記載のマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【請求項２４】
前記プール部に新たに溶液を導入し、前記プール部に溜められた放射性化学物質と新たに導入された前記溶液とを反応させることを特徴とする請求項２２に記載のマイクロチッ

プを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【請求項２５】
内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、
前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸留させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、蒸発操作を行うことができるマイクロチップ及びマイクロチップデバイスに関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、微小空間の特徴を生かしたマイクロ化学システムの検討が各種の領域において進められており、混合、抽出、相分離などの複数の単位操作を組み合わせた非常に高効率なマイクロ化学システムが構築されつつある。
【０００３】
このようなマイクロ化学システムにおいて、反応操作に関しても、微小な反応流路内で行うことが提案されている。微小な反応流路を用いて化学反応を行う場合、マイクロチップに微小な流路を形成し、その流路内で試料流体を混合して化学反応を行わせる。この場合のマイクロチップは通常、厚さ数ｍｍ程度の薄い基板に流路が形成されたものである。利点としては除熱に優れ、温度制御が容易であること、使用する試料流体や反応溶媒の量が少量ですむことなどが挙げられる。
【０００４】
また、近年、多段階の反応操作をマイクロチップ内に集積化して行うことが試みられている。そのような応用例として、ＰＥＴ（ポジトロン放出断層撮影法，Positron emission tomography）に用いられる放射性薬剤の合成がある。放射性薬剤の合成は通常多段階で実施される。放射性前駆体が液体の場合、水溶液の形で供給されるが、有機反応は水をきらう無水反応であることが多く、有機反応を行わせるためには、水溶液を有機溶媒溶液に交換しなければならない。また、人体などに投与する薬剤は最終的に水溶液であるので、再び、有機溶媒溶液から水溶液に交換する必要がある。
【０００５】
これらの溶媒交換は、一般的に蒸発操作による溶媒除去の後、交換したい溶媒を導入して行われる。しかし、この蒸発操作については、マイクロチップ内での実施は難しい。従来技術では通常の容器内で蒸発操作を行い、マイクロチップ内での実施はしていなかった。
【０００６】
放射性薬剤のマイクロチップを用いた合成例は、特許文献１及び特許文献２に示されているが、どちらの例でもチップ内で行っているのは反応操作のみであり、蒸発操作は行っていない。全ての工程をチップ上に集積化することはできていない。
【０００７】
放射性薬剤の全ての工程をマイクロチップ内に集積化する初めての試みが非特許文献１に発表されている。この合成例では、蒸発操作は気体透過膜を介した操作となるため、微量の液体であるにもかかわらず、蒸発に時間がかかり、効率的な蒸発操作が実施できていない。
【０００８】
この例のように放射性薬剤の合成はバッチ合成であり、マイクロチップ内にバッチ量を溜める必要がある。しかし、マイクロチップ内の空間は重力よりも表面張力が支配的な領域となるため、気体透過膜などを用いなければ、バッチ量を通常のマイクロチップ内空間に分散させ、溜めることが困難である。

【０００９】
また、放射性薬剤の合成において、液相の蒸発操作によって目的物質を蒸留して、次反応に移送させる操作がある。しかしながら、これらの操作に関してはチップ内で実施された例はない。
【００１０】
マイクロチップ内の蒸発操作の試みとしては、特許文献３に記載される方法が提案されている。この蒸発操作方法においては、図５に示されるように、気相の流路２と液相の流路３を非対称に加工したマイクロチップ１を用いている。そして、気相及び液相を非対称の流路２，３に流し、気相と液相の界面４から液相を蒸発させる。しかし、液相を流せる安定流量域が０．１μＬ／ｍｉｎ程度に限られ、液相の濃縮に時間がかかってしまうという問題がある。また、流路３に液相を流しながら濃縮させる蒸発操作であるから、放射性薬剤の合成などのバッチ合成には適さない。
【特許文献１】特表２００５－５２０８２７号公報
【特許文献２】特表２００６－５２７３６７号公報
【特許文献３】国際公開WO2003/076038号のパンフレット
【非特許文献１】SCIENCE VOL310 16 DECEMBER 2005
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
このように、従来はマイクロチップ内では、液相の蒸発操作を効率良く行うことが実現できていない。
【００１２】
出願人は、図６に示されるように、マイクロチップ内空間６の底部に液相７を分散させ、液相７の上方に気相を流すことで、液相７を蒸発させることを試みた。しかし、マイクロ空間は重力よりも表面張力が支配する。このため、図７に示されるように、マイクロチップ内空間６にバルク状に液相７が溜まってしまう（すなわち、マイクロチップの流路の底面から天井まで液相７が繋がってしまう）。マイクロチップの流路に気相を流してみても、液相がバルク状を保ったまま移動するだけであり、液相を蒸発させることができなかった。
【００１３】
この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、液相の蒸発操作をマイクロチップ上の操作として集積化することを課題としている。より具体的には、放射性薬剤の合成のような蒸発操作を含む多段階合成操作を行うための新しいマイクロチップ及びマイクロチップデバイスと、マイクロチップを用いた蒸発操作方法を提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
上記課題を解決するために、請求項１に記載の発明は、内部に気相の流路を有するマイクロチップにおいて、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜め、前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップである。
【００１５】
請求項２に記載の発明は、請求項１に記載のマイクロチップにおいて、前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする。
【００１６】
請求項３に記載の発明は、請求項２に記載のマイクロチップにおいて、前記溝は、並列に配列された複数本の溝からなることを特徴とする。
【００１７】
請求項４に記載の発明は、請求項２又は３に記載のマイクロチップにおいて、前記マイクロチップは、前記溝が加工される基板と、基板の上面に設けられる側壁と、側壁の上面

に設けられる蓋と、を備え、前記基板、前記側壁及び前記蓋によって、前記気相の流路が構成されることを特徴とする。

【００１８】

請求項５に記載の発明は、請求項１ないし４のいずれかに記載のマイクロチップにおいて、前記液相は、溶質が溶媒に溶けた溶液からなり、前記プール部に溜められた前記溶媒を蒸発させ、前記溶質を前記プール部に乾固させることを特徴とする。

【００１９】

請求項６に記載の発明は、請求項１ないし５のいずれかに記載のマイクロチップにおいて、前記液相に極性溶媒を用いる場合、前記気相の流路の少なくとも一部に疎水処理をすることを特徴とする。

【００２０】

請求項７に記載の発明は、請求項１ないし６のいずれかに記載のマイクロチップにおいて、前記液相に極性溶媒を用いる場合、前記プール部の少なくとも一部に親水処理をすることを特徴とする。

【００２１】

請求項８に記載の発明は、請求項１ないし５のいずれかに記載のマイクロチップにおいて、前記液相に無極性溶媒を用いる場合、前記気相の流路の少なくとも一部に親水処理をすることを特徴とする。

【００２２】

請求項９に記載の発明は、請求項１ないし５および８のいずれかに記載のマイクロチップにおいて、前記液相に無極性溶媒を用いる場合、前記プール部の少なくとも一部に疎水処理をすることを特徴とする。

【００２３】

請求項１０に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜め、前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップと、気相を前記気相の流路に、液相を前記プール部に導くための導入路と、気相を前記気相の流路から、液相を前記プール部から排出するための排出路と、を備えるマイクロチップデバイスである。

【００２４】

請求項１１に記載の発明は、請求項１０に記載のマイクロチップデバイスにおいて、前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする。

【００２５】

請求項１２に記載の発明は、請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイスにおいて、前記マイクロチップデバイスはさらに、前記マイクロチップの前記導入路に気相又は液相を供給する流体制御機構を備え、前記気相の流路に気相を流しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００２６】

請求項１３に記載の発明は、請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイスにおいて、前記マイクロチップデバイスはさらに、前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱する加熱機構を備え、前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００２７】

請求項１４に記載の発明は、請求項１０又は１１に記載のマイクロチップデバイスにおいて、前記マイクロチップデバイスはさらに、前記マイクロチップの前記気相の流路内の気相を吸引する真空吸引機構を備え、前記気相の流路内の気相を吸引しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００２８】

請求項１５に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、前記プール部に溜められた液相の少なくとも一部を蒸発させるマイクロチップを

用いた蒸発操作方法である。

【００２９】

請求項１６に記載の発明は、請求項１５に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法において、前記プール部は、前記気相の流路の底面に形成される溝からなることを特徴とする。

【００３０】

請求項１７に記載の発明は、請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法において、前記気相の流路に気相を導入し、前記気相の流路に気相を流しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００３１】

請求項１８に記載の発明は、請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法において、前記マイクロチップの少なくとも一部を加熱しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００３２】

請求項１９に記載の発明は、請求項１５又は１６に記載のマイクロチップを用いた蒸発操作方法において、前記マイクロチップの前記気相の流路内の気相を吸引しながら、前記プール部に溜められた液相を蒸発させることを特徴とする。

【００３３】

請求項２０に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸発させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法である。

【００３４】

請求項２１に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸発乾固させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法である。

【００３５】

請求項２２に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液より溶媒を除去するマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法である。

【００３６】

請求項２３に記載の発明は、請求項２２に記載のマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法において、前記プール部に新たに溶媒又は溶液を導入し、前記プール部に溜められた放射性化学物質を溶媒交換することを特徴とする。

【００３７】

請求項２４に記載の発明は、請求項２２に記載のマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法において、前記プール部に新たに溶液を導入し、前記プール部に溜められた放射性化学物質と新たに導入された前記溶液とを反応させることを特徴とする。

【００３８】

請求項２５に記載の発明は、内部に気相の流路を有し、前記気相の流路の底部のプール部に毛管力を利用して液相を分散させると共に、分散させた液相を溜めるマイクロチップを用い、前記プール部に溜められた放射性化学物質溶液を蒸留させるマイクロチップを用いた放射性化学物質溶液の製造方法である。

【発明の効果】

【００３９】

本発明によれば、毛管力を利用することで、マイクロチップ内の気相の流路の底部のプール部に液相を分散させ、溜めることができる。しかも、蒸発操作のために気相の流路に気相を流したり、流路を真空引きしたりしても、プール部に溜まった液相が表面張力によ

ってプール部にとどまる。マイクロチップ内での高効率での蒸発操作が実現できるので、溶媒交換あるいは蒸留操作などの蒸発操作を伴う工程を、マイクロチップ上に集積化することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４０】

以下、発明の実施形態を説明する。本実施形態においては、マイクロチップの気相の流路の底面に形成した溝に毛管力を利用して液相を分散させ、溝に液相を溜めて蒸発操作を行うことを基本操作としている。この蒸発操作は、マイクロチップの気相の流路（マイクロチャンネル）という微小な限定空間内での蒸発操作となり、マイクロチップ内に液相を分散させることにより、比界面積が大きく、蒸発速度が速いという原理的な特徴を有している。

【００４１】

図１は、本発明の一実施形態のマイクロチップ１０の概念図である。たとえば、ガラス、セラミックス、シリコン、あるいは樹脂製の基板１１の上面には、プール部として、微細加工によって複数の微細加工溝１２が形成されている。この微細加工溝１２は、例えばドリルによる加工、レーザ加工、エッチング加工などによって形成される。微細加工溝１２は一定の間隔で並列に配列される。この微細加工溝１２に、毛管力によって液相が導入される。そして、マイクロチップ１０内の空間の液相の上には、気相が導入される。

【００４２】

微細加工溝１２の大きさや長さについては特に限定はないが、マイクロチップ１０上のマイクロ化学システムを構成し、毛管作用を発揮する適宜な設定とする。例えば微細加工溝１２の流れ方向に直交する断面についてみると、その幅は、５００μｍ以下、深さは７００μｍ以下程度を実際的な目安とすることができる。

【００４３】

マイクロチップ１０は、内部に気相の流路１３を有する。微細加工溝１２が形成されている基板１１上には、側壁である中板１４が設けられる。中板１４の上面には、蓋であるカバー上板１５が設けられる。これら基板１１、中板１４、カバー上板１５によって気相の流路１３が形成される。カバー上板１５は、気相が導入される流路１３の上に配置されて、気相及び液相が散逸されないようにしている。

【００４４】

液相は毛管作用により微細加工溝１２にとどまり、マイクロチップ１０内に分散される。このため、排出路に気体透過膜を設置しなくても、液相が気相の排出路から排出されることはない。微細加工溝１２において液相の少なくとも一部が蒸発し、気相の排出路より排出されるが、気体透過膜が設置されている場合でも、液相により気体透過膜を塞ぐことがないため、効率的な蒸発操作が達成される。

【００４５】

図２は、本発明の一実施形態のマイクロチップデバイスの概念図である。気相の導入路と液相の導入路１８、並びに気相の排出路と液相の排出路１９がマイクロチップ１０上に配置されている。気相と液相の導入路、排出路が同じ場合や、液相の導入路と排出路が同じである場合などもある。

【００４６】

蒸発操作は、少なくともマイクロチップ１０の一部を加熱して行う。このような加熱のための機構としては、各種のものが考慮されるが、デバイス構成及び加熱操作性の観点からは、微細加工溝１２を設けた基板１１の背面部（すなわち基板１１の底面）あるいはカバー上板１５の表面部などに加熱機構であるヒータ２０を設けることが好適である。

【００４７】

蒸発操作には、マイクロチップ１０の流路１３に気相を流しながら行うこと、あるいは、マイクロチップ１０の流路１３を真空ポンプ等の真空吸引機構２１によって減圧して行うことなどが考えられる。

【００４８】

気相や液相の導入は、シリンジポンプやガス圧ポンプなどの流体制御機構２２を用いて行う。気相には、例えばＨｅを用いる。流体制御機構２２は、マイクロチップ１０の流路１３に流すＨｅの量を調整する。液相の導入量は、効率的な蒸発操作の達成のためには、微細加工溝１２の容量以下とすることが好ましいが、微細加工溝１２の容量より大きくしても液相が排出路より排出されることがなく、蒸発操作を行うことが可能である。あるいは、液相の導入速度を調整することによって、常に微細加工溝１２の容量内に液相が収まるようにしながら、連続的に蒸発操作を行うことも可能である。

【００４９】

マイクロチップ１０の流路１３に気相を流しながら行う蒸発操作は、例えば以下のように行われる。まず、流体制御機構２２は液相の導入路１８からマイクロチップ１０の流路１３に液相を供給する。流路１３に供給された液相は、毛管現象によって流路１３の底面の微細加工溝１２を流れ、流路１３の底部に分散する。微細加工溝１２に液相が溜まったならば、流体制御機構２２は、液相の供給を停止し、液相の上部の空間に気相を流す。気相を流すと、液相が蒸発する。液相の蒸発分は、気相と共に気相の排出路１９から排出される。蒸発が進行すると、液相中の溶質が乾固し、微細加工溝１２の表面をコーティングする。溶媒交換したいときには、新たな溶媒を流路１３に導入し、乾固した溶質を溶媒に溶解させればよい。溶媒交換後の液相を取り出すためには、流路１３の全体を液相で満たす。

【００５０】

以上のように、マイクロチップ１０上での高効率での蒸発操作が実現されるため、溶媒交換あるいは蒸留操作などの蒸発操作を伴う工程の集積化が可能となる。

【００５１】

本実施形態のマイクロチップ１０は、マイクロ化学システムの蒸発操作に用いることができるが、特に、ＰＥＴに用いられるＦＤＧ(18F-fluorodeoxy glucose)などの放射性化学物質溶液の合成に好適に用いることができる。放射性化学物質溶液の合成は通常多段階で実施される。放射性前駆体が液体の場合、水溶液の形で供給されるが、有機反応（特に標識反応）は水をきらう無水反応であることが多く、有機反応を行わせるためには、水溶液を有機溶媒溶液に交換しなければならない。また、人体などに投与する薬剤は最終的に水溶液であるので、再び、有機溶媒溶液から水溶液に交換する必要がある。これらの溶媒交換は、微細加工溝１２における蒸発操作による溶媒除去の後、交換したい溶液を微細加工溝１２に導入して行われる。溶媒交換後に加熱すれば、放射性化学物質溶液の溶質と反応させることができる。本実施形態のマイクロチップ１０を用いれば、放射性化学物質溶液の合成のための溶媒交換がマイクロチップ１０上で可能になる。

【００５２】

また、微細加工溝１２における放射性化学物質溶液の蒸留操作の後、蒸留した気体を溶媒又は溶液に回収して放射性化学物質溶液を得てもよい。

【００５３】

図３は、微細加工溝１２の断面形状の他の例を示す。微細加工溝１２の断面形状は、図３（ａ）に示されるように円形状でもよいし、図３（ｂ）に示されるように四角形状でもよいし、図３（ｃ）に示されるように三角形状でもよい。ただし、毛管現象によって液相を分散させることができる寸法である必要がある。

【００５４】

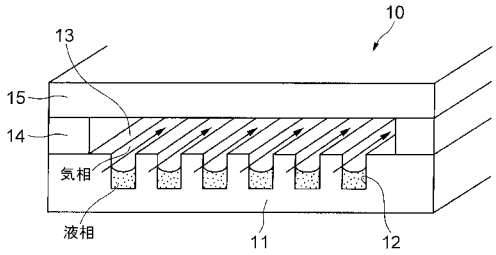
なお、液相に極性溶媒を用いる場合、気相の流路１３に疎水処理をし、プール部である微細加工溝１２に親水処理をし、液相が気相の流路１３に行かないようにしてもよい。また、液相に無極性溶媒を用いる場合、気相の流路１３に親水処理をし、プール部である微細加工溝１２に疎水処理をし、液相が気相の流路１３に行かないようにしてもよい。親水処理には、サンドブラスト処理、酸素プラズマ処理、酸化チタン粒子による超親水処理などを挙げることができ、疎水処理には、フッ素コート、ＯＤＳ(OctaDecylSilyl)等のシランカップリング剤による表面処理などを挙げることができる。

【実施例】

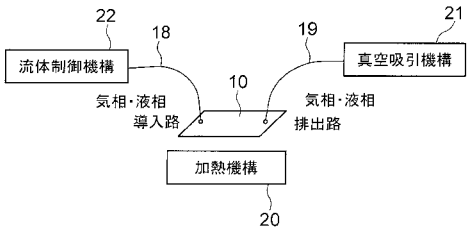
【００５５】
以下に実施例を示し、マイクロチップ１０をさらに詳しく説明する。勿論、以下の実施例によって発明が限定されることはない。
【００５６】
図４は、マイクロチップ１０の分解図を示す。マイクロチップ１０は、溝加工が施された基板１１と、流路１３並びに流路１３に気相及び液相を供給する供給路２３が加工された中板１４と、液相及び気相の供給口２４，２５、並びに液相及び気相の排出口２６が加工されたカバー上板１５と、から構成される。
【００５７】
基板１１に加工された微細加工溝１２は、幅５００μｍ、深さ７００μｍである。微細加工溝１２は途中で分岐し、並列に配列された平行な複数本の溝１２ａになる。溝１２ａも幅５００μｍ、深さ７００μｍである。溝１２ａの端部には、溝１２ａよりも深いザグリ穴２７が開けられる。複数本の溝１２ａの平面形状は、平行以外にジグザグ状や蛇行状であってもよい。
【００５８】
中板１４には、流路１３並びに流路１３に気相及び液相を供給する供給路２３が加工される。流路１３の平面形状は溝１２ａの平面形状にほぼ一致する。中板１４の厚さ（側壁の高さ）は、微細加工溝１２の深さよりも大きい。また、供給路２３の幅や深さは、微細加工溝１２の幅や深さよりも大きい。
【００５９】
カバー上板１５には、液相の供給口２４及び気相の供給口２５が加工される。液相の供給口２４は一対の気相の供給口２５に挟まれる。液相と気相は、同じ供給路２３を通った後、流路１３に供給される。液相の供給口２４が一対の気相の供給口２５に挟まれるので、液相は気相に挟まれたような状態で流路１３に供給される。流路１３に導入された気相は排出口２６から排出される。反応後の液相も排出口２６から排出される。この実施例では、気相の排出口２６と液相の排出口を兼用している。
【００６０】
図４に例示した底面に幅５００μｍ、深さ７００μｍの溝加工を施したマイクロチップ１０を用いて液相の蒸発に要する時間を評価した。比較として溝加工を施していないマイクロチップを用いて同様の操作を行った。液相としてアセトニトリル／水の１：１溶液２００μＬを用いた。気相には窒素ガスを使用した。
【００６１】
マイクロチップ１０の液相の供給口２４からアセトニトリル／水溶液を導入し、微細加工溝１２に溜めた。マイクロチップ１０の上面及び下面にヒータを設置して、その設定温度を１２０℃にして、気相の供給口２５より窒素ガスを１００ｍＬ／ｍｉｎで流しながら蒸発操作を行った。蒸発操作は１分以内で完了した。
【００６２】
同様の評価を溝加工のないマイクロチップを用いて実施した。液相の導入路よりアセトニトリル／水溶液を導入したが、溶液はバルク状に供給され、液相が排出路から排出されてしまい、マイクロチップ内に液相を溜めることができなかった。次に、排出路に気体透過膜を設置し、アセトニトリル／水溶液を導入し、マイクロチップ内にとどめた。同様の条件において蒸発操作を行ったところ、操作完了におよそ７分を要した。
【図面の簡単な説明】
【００６３】
【図１】本発明の一実施形態のマイクロチップの概念図
【図２】本発明の一実施形態のマイクロチップデバイスの概念図
【図３】微細加工溝の変形例を示す図
【図４】実施例のマイクロチップの分解図（図中（ａ）はカバー上板を示し、図中（ｂ）は中板を示し、図中（ｃ）は基板を示す）
【図５】従来の蒸発操作方法に用いられるマイクロチップを示す図（図中（ａ）は気相と

液相の流路の平面図を示し、図中（ｂ）は気相と液相の流路の断面図を示す）
【図６】マイクロチップ内流路の底部に液相が理想的に溜められた状態を示す図
【図７】マイクロチップ内流路にバルク状に溜まった液相を示す図
【符号の説明】
【００６４】
１０…マイクロチップ
１１…基板
１２…微細加工溝（溝、プール部）
１２ａ…溝（プール部）
１３…流路
１４…中板（側壁）
１５…カバー上板（蓋）
１８…導入路
１９…排出路
２０…ヒータ（加熱機構）
２１…真空吸引機構
２２…流体制御機構

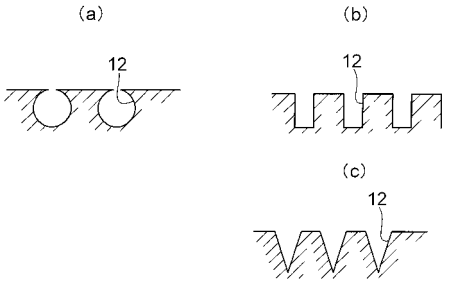
【図１】



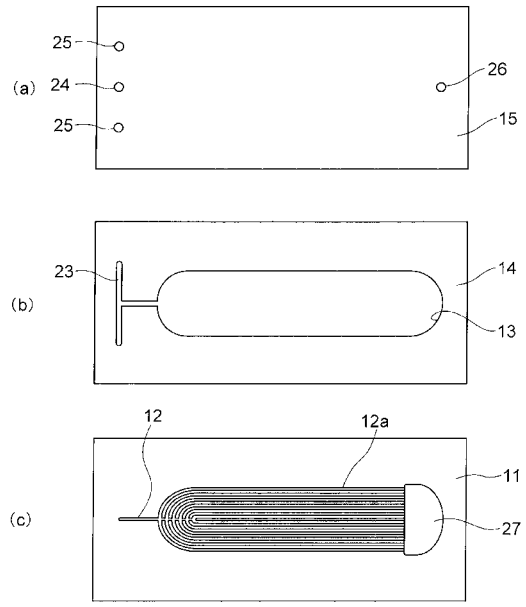
【図２】



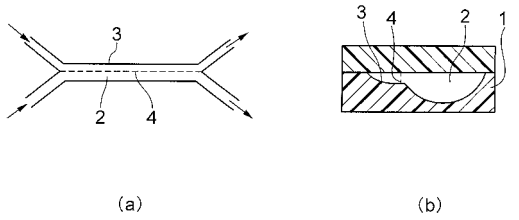
【図３】



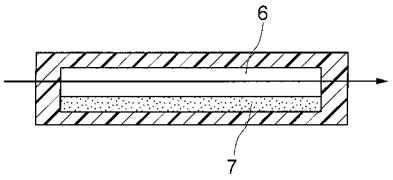
【図４】



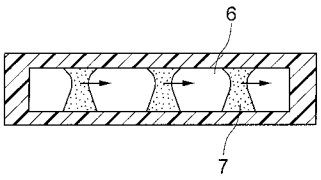
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
Ｇ０１Ｔ 1/161	*(2006.01)*	Ｇ０１Ｔ 1/161	Ａ	

(72)発明者 北森 武彦
神奈川県川崎市高津区坂戸３丁目２番１号ＫＳＰ東棟３階 財団法人神奈川科学技術アカデミー内
(72)発明者 上野 雅晴
神奈川県川崎市高津区坂戸３丁目２番１号ＫＳＰ東棟３階 財団法人神奈川科学技術アカデミー内
(72)発明者 馬渡 和真
神奈川県川崎市高津区坂戸３丁目２番１号ＫＳＰ東棟３階 財団法人神奈川科学技術アカデミー内
(72)発明者 菊谷 善国
神奈川県川崎市高津区坂戸３丁目２番１号ＫＳＰ東棟３階 財団法人神奈川科学技術アカデミー内

Ｆターム(参考) 2G052 AA38 AD26 DA09 EB03
2G088 EE02 FF07
3C081 AA13 BA23 BA26 BA30 EA28
4D076 BA09 BA11 CA11 DA02 HA15 JA03
4G075 AA13 AA39 AA62 BA10 BB02 BD13 BD16 CA02 CA80 DA02
EA06 EB21 FA05 FB04 FB06 FB12 FC20