(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2007-527784
(P2007-527784A)
(43)公表日　平成19年10月4日(2007.10.4)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B01J 19/00	(2006.01)	B01J 19/00	321	4G075
B81B 1/00	(2006.01)	B81B 1/00		4J036
C08G 59/50	(2006.01)	C08G 59/50		4J127
C08F 290/04	(2006.01)	C08F 290/04		
G01N 37/00	(2006.01)	G01N 37/00	101	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 101 頁）

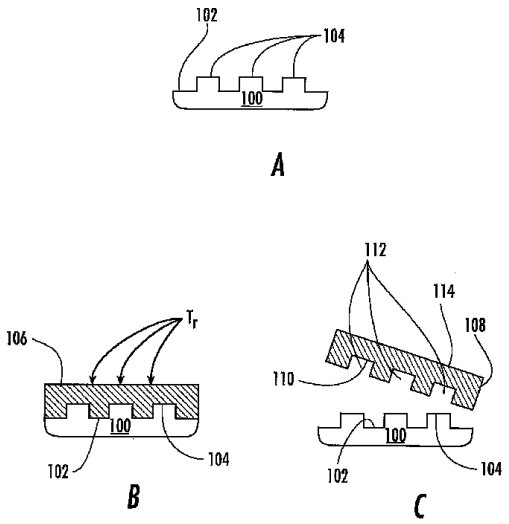
(21)出願番号　特願2006-553276 (P2006-553276)
(86)(22)出願日　平成17年2月14日 (2005.2.14)
(85)翻訳文提出日　平成18年10月6日 (2006.10.6)
(86)国際出願番号　PCT/US2005/004421
(87)国際公開番号　WO2005/084191
(87)国際公開日　平成17年9月15日 (2005.9.15)
(31)優先権主張番号　60/544,905
(32)優先日　平成16年2月13日 (2004.2.13)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　501345323
ザ　ユニバーシティ　オブ　ノース　カロライナ　アット　チャペル　ヒル
THE UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL
アメリカ合衆国　ノースカロライナ州　２７５９９－４１０５，　チャペル　ヒル，　キャンパス　ボックス　４１０５，　バイナム　ホール　３０８
３０８ Bynum Hall, Campus Box 4105, Chapel Hill, North Carolina 27599-4105, United States of America

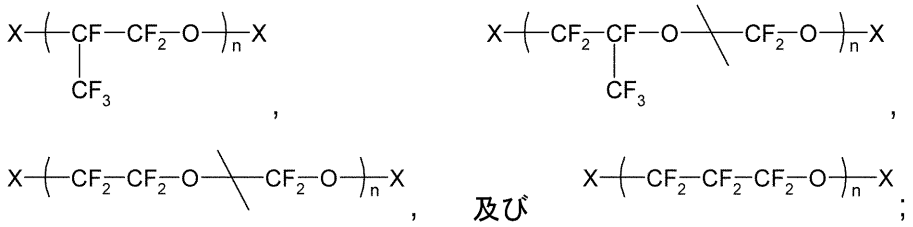
最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロ流体デバイスを作製するための官能性材料及び新規方法

(57)【要約】
【課題】　本明細書で開示する主題は、マイクロ流体デバイスなどのマイクロスケールデバイスを作製及び利用するのに使用するための官能性ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料を提供する。
【解決手段】　官能性PFPE材料は、PFPE材料層を相互に、又は他の基板に接着して、マイクロスケールデバイスを形成するのに使用できる。さらに、本明細書で開示する主題は、マイクロ流体チャネル及び／又はマイクロタイターウェルの内部表面を官能化する方法を提供する。また、本明細書で開示する主題は、分解性材料の犠牲層を使用することによってマイクロスケール構造を作製する方法を提供する。
【選択図】　図１

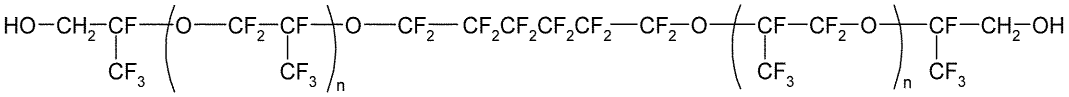


【特許請求の範囲】
【請求項１】
ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料を含むマイクロ流体デバイスであって、該PFPE材料が、（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、（ｉｉ）約100cSt未満の粘度、但し、100cSt未満の粘度を有する該液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料ではなく、及び（ｉｉｉ）それらの組合せからなる群から選択される特性を有する液状PFPE前駆体材料から調製され、前記マイクロ流体デバイス。
【請求項２】
該液状PFPE前駆体が、重合性の基で末端キャップされている、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項３】
該重合性の基が、アクリレート、メタクリレート、エポキシ、アミノ、カルボキシル、無水物、マレイミド、イソシアナト、オレフィン系、及びスチレン系基からなる群から選択される、請求項２記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項４】
該液状PFPE前駆体材料が骨格構造を含み、該骨格構造が、
【化１】

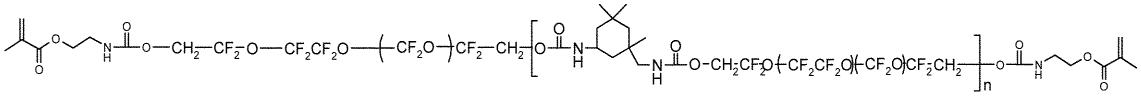


及び

からなる群から選択され、かつ式中、
Ｘは、存在するか、存在せず、存在する場合には末端キャップ基を含み、
ｎは、１～１００の整数である、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項５】
該液状PFPE前駆体材料が、次の構造
【化２】

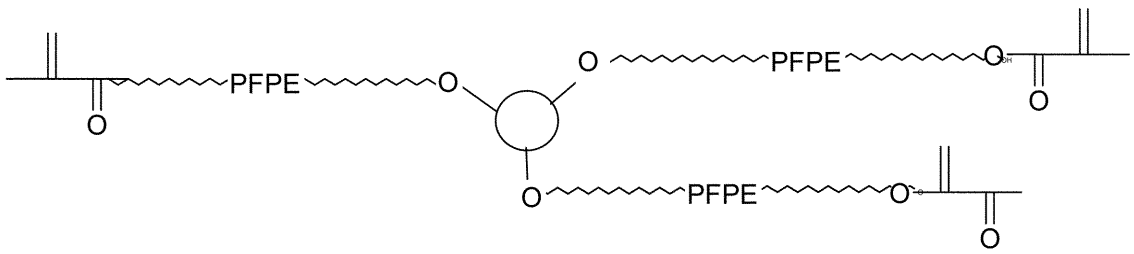


を含み、式中、ｎが１～１００の整数である、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項６】
該液状PFPE前駆体材料が、次の構造
【化３】

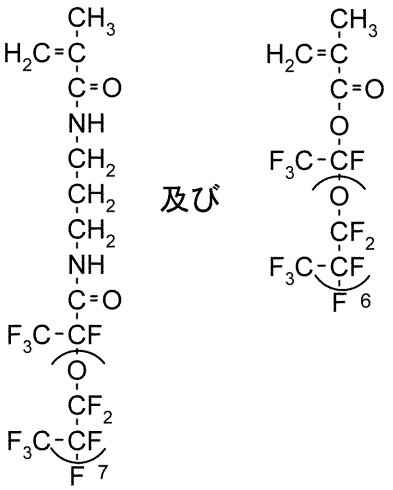


を含み、式中、ｎが１～１００の整数である、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項７】
該液状PFPE前駆体材料が、次の構造

【化４】



を含む化合物を含み、
式中、円は多官能性連結分子を含み、
PFPEはペルフルオロポリエーテル鎖を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項８】
該液状PFPE前駆体材料が、超分枝PFPE液状前駆体材料を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項９】
該液状PFPE材料が、
【化５】



からなる群から選択される末端官能化材料を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項１０】
該液状PFPE材料が、官能性モノマーを含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項１１】
該官能性モノマーが、スチレン、メタクリレート、アクリレート、アクリルアミド、アクリロニトリル、及びビニルピリジンからなる群から選択される、請求項１０記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項１２】
該スチレンが、ペンタフルオロスチレン、ブロモスチレン、クロロスチレン、スチレンスルホン酸、フルオロスチレン、及びスチレンアセテートからなる群から選択される、請求項１１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項１３】
該メタクリレートが、tert－ブチルメタクリレート、ジメチルアミノプロピルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレート、アミノプロピル

メタクリレート、シアノメタクリレート、トリメトキシシランメタクリレート、イソシアナトメタクリレート、ラクトン含有メタクリレート、糖含有メタクリレート、ポリエチレングリコールメタクリレート、ノルノルナン含有メタクリレート、多面オリゴマー性シルセスキオキサンメタクリレート、2－トリメチルシロキシエチルメタクリレート、及び1H,1H,2H,2H－フルオロオクチルメタクリレートからなる群から選択される、請求項１１記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項１４】

該アクリレートが、tert－ブチルアクリレート、アリルアクリレート、シアノアクリレート、トリメトキシシランアクリレート、ラクトン含有アクリレート、糖含有アクリレート、ポリエチレングリコールメタクリレート、及びノルノルナン含有アクリレートからなる群から選択される、請求項１１記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項１５】

該液状PFPE前駆体材料が、化学量論的比率で混合された２種の官能化PFPE成分の混合物を含む、二成分液状PFPE前駆体系を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。

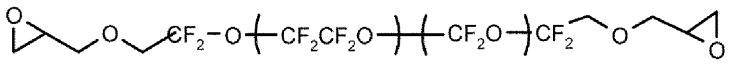
【請求項１６】

該二成分PFPE前駆体系が、エポキシ／アミン混合物、ヒドロキシル／イソシアネート混合物、ヒドロキシル／酸塩化物混合物、及びヒドロキシル／クロロシラン混合物からなる群から選択される、成分の混合物を含む、請求項１５記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項１７】

エポキシ／アミン混合物が、次の構造

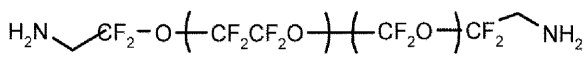
【化６】



；及び

を含むPFPEジエポキシ化合物、及び次の構造

【化７】



を含むPFPEジアミン化合物を含む、請求項１６記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項１８】

該エポキシ／アミン混合物が、エポキシ：アミンが約４：１から約１：４の範囲の化学量論比率で含まれる、請求項１６記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項１９】

該液状PFPE前駆体材料を官能種と混合し、硬化時に該官能種をPFPEネットワーク内に機械的に絡ませる、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項２０】

該ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料が、熱硬化液状PFPE前駆体材料を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項２１】

該ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料が、化学的硬化液状PFPE前駆体材料を含む、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項２２】

該ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料が、光酸硬化液状PFPE前駆体材料を含む、請

求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項２３】
該PFPE材料が、ＵＶ光、可視光、及びそれらの組合せの１つに対して透明である、請求項１記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項２４】
フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーを含むマイクロ流体デバイスであって、該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、第一モノマー及び少なくとも１種の追加モノマーを含み、該第一モノマー及び該少なくとも１種の追加モノマーが異なり、かつ：
（ａ）該第一モノマーが、フッ化ビニリデン及びテトラフルオロエチレンからなる群から選択され、
（ｂ）該少なくとも１種の追加モノマーが、フッ素含有オレフィン、フッ素含有ビニルエーテル、炭化水素オレフィン、及びそれらの組合せからなる群から選択される、前記マイクロ流体デバイス。
【請求項２５】
該フッ素含有オレフィンが、フッ化ビニリジン、ヘキサフルオロプロピレン（ＨＦＰ）、テトラフルオロエチレン（ＴＦＥ）、1,2,3,3,3－ペンタフルオロプロペン（1－HPFP）、クロロトリフルオロエチレン（CTFE）、及びフッ化ビニルからなる群から選択される、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項２６】
該フッ素含有ビニルエーテルが、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテルを含む、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項２７】
該炭化水素オレフィンが、エチレン及びプロピレンからなる群から選択される、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。
【請求項２８】
該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、下記共重合化単位を含む、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス：
フッ化ビニリデン及びヘキサフルオロプロピレン；
フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン及びテトラフルオロエチレン；
フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン、テトラフルオロエチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン、テトラフルオロエチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び1,1,3,3,3－ペンタフルオロプロペン；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及びエチレン；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、エチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、エチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；
テトラフルオロエチレン、プロピレン及びフッ化ビニリデン；
テトラフルオロエチレン及びペルフルオロ（メチルビニル）エーテル；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及びペルフルオロ（8－シアノ－5－メチル－3,6－ジオキサ－1－オクテン）；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及び4－ブロモ－3,3

,4,4－テトラフルオロブテン－1；
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1；及び
テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及びペルフルオロ（2－フェノキシプロピルビニル）エーテルである。

【請求項２９】
該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、少なくとも１つの架橋点モノマーを含む、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項３０】
該架橋点モノマーが、臭素含有オレフィン、ヨウ素含有オレフィン、臭素含有ビニルエーテル、ヨウ素含有ビニルエーテル、ニトリル基を含むフッ素含有オレフィン、ニトリル基を含むフッ素含有ビニルエーテル、1,1,3,3,3－ペンタフルオロプロペン（2－HPFP）、ペルフルオロ（2－フェノキシプロピルビニル）エーテル、及び非共役ジエンからなる群から選択される、請求項２９記載の方法。

【請求項３１】
該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、ＵＶ光、可視光、及びそれらの組合せの１つに対して透明である、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項３２】
該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、約４０（１２１℃でＭＬ 1+10）未満のムーニー粘度を有する、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項３３】
該フルオロオレフィンをベースにしたエラストマーが、酸素、二酸化炭素、及び窒素に対して透過性である、請求項２４記載のマイクロ流体デバイス。

【請求項３４】
該マイクロスケールデバイスの表面を官能化する方法であって、官能材料層を形成することを含み、該官能材料が、液状PFPE前駆体材料及び液状フルオロオレフィンをベースにした前駆体材料の群から選択される方法。

【請求項３５】
該官能材料層が、硬化工程中に反応しない潜在的官能基を含む、請求項３４記載の方法。

【請求項３６】
該潜在的官能基が、メタクリレート基を含む、請求項３５記載の方法。

【請求項３７】
該官能材料層が、該液状前駆体材料を生成する際に導入される潜在的官能基を含む、請求項３４記載の方法。

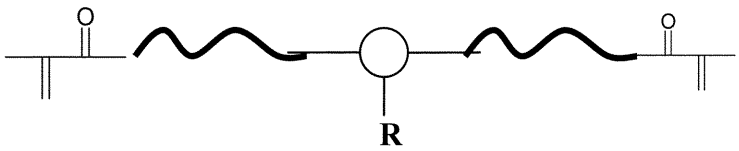
【請求項３８】
該潜在的官能基が、メタクリレート基を含む、請求項３７記載の方法。

【請求項３９】
該官能材料層が、二成分液状PFPE前駆体材料を含み、該二成分液状PFPE前駆体材料が、化学量論的比率で混合された２種の官能化PFPE成分の混合物を含む、請求項３４記載の方法。

【請求項４０】
該官能材料層が、化学リンカー基を含む、請求項３４記載の方法。

【請求項４１】
該化学リンカー基が、次の構造

【化８】

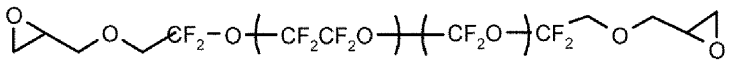


を含み、式中、
Ｒは、エポキシ基であり、
円は、連結用分子であり、かつ
波線は、PFPE鎖である、請求項４０記載の方法。
【請求項４２】
該官能材料層が、官能性モノマーを含む、請求項３４記載の方法。
【請求項４３】
該官能性モノマーが、tert－ブチルメタクリレート、tert－ブチルアクリレート、ジメチルアミノプロピルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレート、アミノプロピルメタクリレート、アリルアクリレート、シアノアクリレート、シアノメタクリレート、トリメトキシシランアクリレート、トリメトキシシランメタクリレート、イソシアナトメタクリレート、ラクトン含有アクリレート、ラクトン含有メタクリレート、糖含有アクリレート、糖含有メタクリレート、ポリエチレングリコールメタクリレート、ノルノルナン含有メタクリレート、ノルノルナン含有アクリレート、多面オリゴマー性シルセスキオキサンメタクリレート、2－トリメチルシロキシエチルメタクリレート、1H,1H,2H,2H－フルオロオクチルメタクリレート、ペンタフルオロスチレン、ビニルピリジン、ブロモスチレン、クロロスチレン、スチレンスルホン酸、フルオロスチレン、スチレンアセテート、アクリルアミド、及びアクリロニトリルからなる群から選択される、請求項４２記載の方法。
【請求項４４】
該官能材料層が、プラズマへの暴露によって官能化される、請求項３４記載の方法。
【請求項４５】
該プラズマが、アルゴンプラズマ及び酸素プラズマからなる群から選択される、請求項４４記載の方法。
【請求項４６】
該官能材料層が、ＵＶ放射線への暴露によって官能化される、請求項３４記載の方法。
【請求項４７】
該官能材料層に官能部分を結合することを含む、請求項３４記載の方法。
【請求項４８】
該官能部分が、タンパク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更し得る帯電種からなる群から選択される、請求項４７記載の方法。
【請求項４９】
該官能材料層が、マイクロ流体チャネルを含む、請求項３４記載の方法。
【請求項５０】
該官能材料層を基板に接着することを含む、請求項３４記載の方法。
【請求項５１】
該基板が、マイクロタイターウェルを含む、請求項５０記載の方法。
【請求項５２】
請求項３４記載の方法によって調製された官能材料層。
【請求項５３】

複層デバイスを形成する方法であって：
（ａ）液状ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）前駆体、ポリウレタン前駆体、PDMSブロックを含むポリウレタン前駆体、PFPE及びPDMSブロックを含む前駆体、及びフルオロオレフィンをベースにした前駆体からなる群から選択される材料を含む第一材料層を提供すること；並びに
（ｂ）該第一材料層を、
（ｉ）基板；
（ｉｉ）ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）前駆体、ポリウレタン前駆体、PDMSブロックを含むポリウレタン前駆体、PFPE及びPDMSブロックを含む前駆体、及びフルオロオレフィンをベースにした前駆体からなる群から選択される材料を含み、かつ第一材料層と同一又は異なってもよい第二材料層；かつ及び
（ｉｉｉ）それらの組合せ；と接触させて複層デバイスを形成すること
を含む方法。
【請求項５４】
第一材料層が、完全硬化材料を含む、請求項５３記載の方法。
【請求項５５】
該一材料層を基板と接触させることが、可逆的シールを形成する、請求項５３記載の方法。
【請求項５６】
該第一材料層が、部分硬化材料を含む、請求項５３記載の方法。
【請求項５７】
該部分硬化材料が、メタクリレート基でキャップされた部分硬化PFPE前駆体材料を含む、請求項５６記載の方法。
【請求項５８】
該基板をシランカップリング剤で処理して処理基板を形成することを含む、請求項５３記載の方法。
【請求項５９】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され；かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される、請求項５８記載の方法。
【請求項６０】
（ａ）部分硬化第一材料層を処理基板と接触させること、及び
（ｂ）該部分硬化第一材料層を処理して部分硬化第一材料層と処理基板の間に結合を形成することを含む、請求項５６記載の方法。
【請求項６１】
（ａ）第一材料層が、部分硬化第一材料を含み、かつ
（ｂ）第二材料層が、部分硬化第二材料を含み、該部分硬化第一材料及び部分硬化第二材料は、同一又は異なってもよい、請求項５３記載の方法。
【請求項６２】
（ａ）該部分硬化第一材料層を該部分硬化第二材料層と接触させて部分硬化複層デバイスを形成すること、及び
（ｂ）該部分硬化複層デバイスを処理して完全硬化複層デバイスを形成することを含む、請求項６１記載の方法。
【請求項６３】
処理が、熱硬化工程、化学硬化工程、光酸硬化工程、及び触媒硬化工程からなる群から選択される工程を含む、請求項６２記載の方法。

【請求項６４】
該部分硬化第一材料層及び該部分硬化第二材料層が、それぞれ、熱で硬化可能なPFPE前駆体材料を含む、請求項６２記載の方法。
【請求項６５】
該部分硬化第一材料層が、ポリウレタン前駆体材料を含み、該部分硬化第二材料層が、PFPE前駆体材料を含む、請求個６２記載の方法。
【請求項６６】
該部分硬化第一材料層が、ポリ（ジメチルシロキサン）ブロックを含むポリウレタン前駆体を含み、該部分硬化第二材料層が、PFPE前駆体材料を含む、請求項６２記載の方法。
【請求項６７】
該部分硬化第一材料層が、PFPEブロック及びPDMSブロックを含む前駆体材料を含み、該部分硬化第二材料層が、PFPE前駆体材料を含む、請求項６２記載の方法。
【請求項６８】
該部分硬化第一材料層が、PDMS前駆体を含み、該部分硬化第二材料層が、PFPE前駆体材料を含む、請求項６２記載の方法。
【請求項６９】
該PFPE前駆体材料が、メタクリレート基でキャップされている、請求項６８記載の方法。
【請求項７０】
該PDMS前駆体を、プラズマ処理で、続いてシランカップリング剤処理で処理することを含む、請求項６８記載の方法。
【請求項７１】
シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され；かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される、請求項７０記載の方法。
【請求項７２】
（ａ）該部分硬化複層構造物を部分硬化前駆体材料で被覆された基板と接触させて第二部分硬化複層デバイスを形成すること；及び
（ｂ）該第二部分硬化複層デバイスを処理して第二完全硬化複層デバイスを形成することを含む、請求項６２記載の方法。
【請求項７３】
処理が、熱硬化工程、化学硬化工程、光酸硬化工程、及び触媒硬化工程からなる群から選択される工程を含む、請求項７２記載の方法。
【請求項７４】
第一材料層及び第二材料層の少なくとも１つが、二成分PFPE前駆体材料から形成される材料を含み、該二成分PFPE前駆体材料が、化学量論的比率で混合された２種の官能化PFPE成分の混合物を含む、請求項５３記載の方法。
【請求項７５】
該二成分PFPE前駆体系が、エポキシ／アミン混合物、ヒドロキシル／イソシアネート混合物、ヒドロキシル／酸塩化物混合物、及びヒドロキシル／クロロシラン混合物からなる群から選択される成分の混合物を含む、請求項７４記載の方法。
【請求項７６】
該エポキシ／アミン混合物が、次の構造

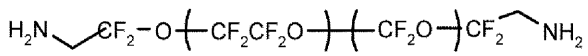
【化９】



；及び

を含むPFPEジエポキシ化合物、及び次の構造

【化１０】



を含むPFPEジアミン化合物を含む、請求項７５記載の方法。

【請求項７７】

該エポキシ／アミン混合物が、エポキシ：アミンを約４：１から約１：４の範囲の化学量論的比率で含む、請求項７５記載の方法。

【請求項７８】

化学量論的比率が、エポキシ：アミン約４：１のである、請求項７７記載の方法。

【請求項７９】

（ａ）シランカップリング剤で処理した基板を提供すること、

（ｂ）エポキシ：アミンが約４：１の化学量論的比率である二成分PFPE前駆体材料から形成される第一材料層を、該基板と接触させること；及び

（ｂ）第一材料層及び該基板を処理して複層デバイスを形成すること、を含む、請求項７８記載の方法。

【請求項８０】

該シランカップリング剤が、アミノプロピルトリエトキシシランを含む、請求項７９記載の方法。

【請求項８１】

該化学量論的比率が、エポキシ：アミン約１：４である、請求項７７記載の方法。

【請求項８２】

（ｉ）エポキシ：アミンが約１：４の化学量論的比率である第一材料層を提供すること；

（ｉｉ）エポキシ：アミンが約１：４の化学量論的比率である第一材料層を、エポキシ：アミンが約４：１の化学量論的比率である第二材料層と接触させること；

（ｉｉｉ）２つの該材料層を処理して複層デバイスを形成すること；を含む、請求項８１記載の方法。

【請求項８３】

（ｉ）PDMS材料の第一層を提供すること；

（ｉｉ）外PDMS材料の第一層を、プラズマ処理し、続いてシランカップリング剤処理で処理してPDMS材料の処理済層を形成すること；

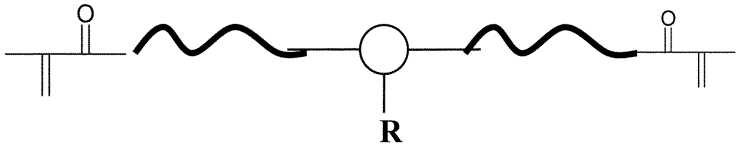
（ｉｉｉ）PDMS材料の処理済層を、エポキシ：アミンが約４：１の化学量論的比率である第二材料層と接触させること；

（ｉｖ）２つの該材料層を処理して複層デバイスを形成すること；を含む、請求項７８記載の方法。

【請求項８４】

該シランカップリング剤が、アミノプロピルトリエトキシシランを含む、請求項８３記載の方法。

【請求項８５】
（ａ）化学量論的比率で混合された２種の官能化PFPE成分の混合物を含む二成分PFPE前駆体材料から形成される第一材料層を提供すること；
（ｂ）該第一材料層を処理して部分硬化第一材料層を形成すること；
（ｃ）該部分硬化第一材料層を、
（ｉ）基板、
（ｉｉ）第二材料層、及び
（ｉｉｉ）それらの組合せの１つと接触させること；並びに
（ｄ）該部分硬化第一材料層を処理して、該部分硬化材料を、基板、第二材料層、及びそれらの組合せの１つに接着すること；を含む、請求項７４記載の方法。
【請求項８６】
該基板が、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、及び溶融シリカ材料の群から選択される、請求項８５記載の方法。
【請求項８７】
該基板をシランカップリング剤で処理することを含む、請求項８６記載の方法。
【請求項８８】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される、請求項８７記載の方法。
【請求項８９】
第二材料層が、PFPE前駆体材料を含む、請求項８５記載の方法。
【請求項９０】
該第二材料層が、ポリ（ジメチルシロキサン）材料を含み、該ポリ（ジメチルシロキサン）材料が、酸素プラズマで、続いてシランカップリング剤処理で処理される、請求項８５記載の方法。
【請求項９１】
該PFPE前駆体材料が、次の構造
【化１１】



を含み、式中、
Ｒは、エポキシ基であり、
該円は、連結分子であり、かつ
該波線は、PFPE鎖を含む、請求項５３記載の方法。
【請求項９２】
該PFPE前駆体材料を光硬化させて、完全硬化PFPE材料層を形成することを含む、請求項９１記載の方法。
【請求項９３】
（a）該完全硬化PFPE材料層を、
（ｉ）基板、

（ｉｉ）第二材料層、及び
（ｉｉｉ）それらの組合せの１つと接触させること；並びに
（ｂ）該完全硬化材料を処理して、その完全硬化材料を、基板、第二材料層、及びそれらの組合せの１つと結合させること；を含む、請求項９２記載の方法。

【請求項９４】
該基板が、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、及び溶融シリカ材料の群から選択される、請求項９３記載の方法。

【請求項９５】
該基板をシランカップリング剤で処理することを含む、請求項９４記載の方法。

【請求項９６】
該シランカップリング剤が、アミノプロピルトリエトキシシランを含む、請求項９５記載の方法。

【請求項９７】
第二材料層が、PFPE材料を含む、請求項９３記載の方法。

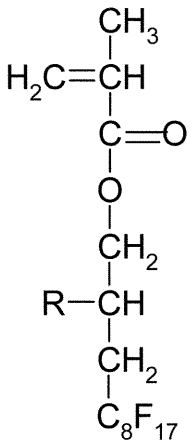
【請求項９８】
第二材料層が、酸素プラズマで、続いてシランカップリング剤処理で処理された処理済PDMS材料を含む、請求項９３記載の方法。

【請求項９９】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される、請求項９８記載の方法。

【請求項１００】
該PFPE前駆体を官能性モノマーと混合してPFPE前駆体ブレンドを形成することを含む、請求項５３記載の方法。

【請求項１０１】
該官能性モノマーが、次の構造

【化１２】



を含む、請求項１００記載の方法。

【請求項１０２】
該PFPE前駆体ブレンドを光硬化して完全硬化PFPE材料層を形成することを含む、請求項１００記載の方法。

【請求項１０３】
（ａ）完全硬化PFPE材料層を、
（ｉ）基板、
（ｉｉ）第二材料層、及び
（ｉｉｉ）それらの組合せの１つと接触させること；並びに
（ｂ）該完全硬化材料層を処理して、その完全硬化材料層を基板、第二材料層、及びそれらの組合せの１つと結合させることを含む、請求項１０２記載の方法。
【請求項１０４】
該基板が、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、及び溶融シリカ材料の群から選択される、請求項１０３記載の方法。
【請求項１０５】
該基板をシランカップリング剤で処理することを含む、請求項１０４記載の方法。
【請求項１０６】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される、請求項１０５記載の方法。
【請求項１０７】
第二材料層が、PFPE材料を含む、請求項１０３記載の方法。
【請求項１０８】
第二材料層が、酸素プラズマで、続いてシランカップリング剤処理で処理された処理済PDMS材料を含む、請求項１０３記載の方法。
【請求項１０９】
該シランカップリング剤が、アミノプロピルトリエトキシシランを含む、請求項１０８記載の方法。
【請求項１１０】
該基板が、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、エラストマー材料、及び硬質熱可塑性材料の群から選択される、請求項５３記載の方法。
【請求項１１１】
該エラストマー材料が、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）、クラトン（Kraton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、及び熱可塑性エラストマーからなる群から選択される、請求項１１０記載の方法。
【請求項１１２】
該硬質熱可塑性材料が、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）からなる群から選択される、請求項１１０記載の方法
【請求項１１３】
該基板をシランカップリング剤で処理することを含む、請求項１１０記載の方法。
【請求項１１４】
該シランカップリング剤が、トリメチルシリルプロピルメタクリレート及びアミノプロピルトリエトキシシランからなる群から選択される、請求項１１３記載の方法。
【請求項１１５】
基板が、マイクロタイタープレートを含む、請求項５３記載の方法。
【請求項１１６】
第一材料層が、少なくとも１つのマイクロスケールチャネルを含む、請求項５３記載の

方法。
【請求項１１７】
第一材料層が、少なくとも１つのナノスケールチャネルを含む、請求項５３記載の方法。
【請求項１１８】
請求項５３記載の方法によって形成される複層デバイス。
【請求項１１９】
複層デバイスが、マイクロ流体デバイスを含む、請求項１１８記載の複層デバイス。
【請求項１２０】
マイクロスケールデバイス、ナノスケールデバイス、及びそれらの組合せの１つを基板に接着する方法であって、
（ａ）ペルフルオロポリエーテル材料、及びフルオロオレフィンをベースにした材料の群から選択される材料を含む、マイクロスケールデバイス、ナノスケールデバイス、及びそれらの組合せの１つを提供すること；
（ｂ）該デバイスを基板と接触させること；
（ｃ）該デバイス及び基板を、材料を包み込む液状前駆体で被覆すること；
（ｄ）材料を包み込む該液状前駆体を固化して該デバイスを該基板に機械的に結合すること；を含む方法。
【請求項１２１】
該基板が、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、エラストマー材料、及び硬質熱可塑性材料の群から選択される、請求項１２０記載の方法。
【請求項１２２】
該エラストマー材料が、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、及び熱可塑性エラストマーからなる群から選択される、請求項１２１記載の方法。
【請求項１２３】
該硬質熱可塑性材料が、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）からなる群から選択される、請求項１２１記載の方法。
【請求項１２４】
該基板が、シランカップリング剤で処理される、請求項１２０記載の方法。
【請求項１２５】
シランカップリング剤が、トリメチルシリルプロピルメタクリレート及びアミノプロピルトリエトキシシランからなる群から選択される、請求項１２４記載の方法。
【請求項１２６】
材料を包み込む該液状前駆体を固化することが、硬化工程を含む、請求項１２０記載の方法。
【請求項１２７】
材料を包み込む該液状前駆体が、液状のエポキシ前駆体及びポリウレタンからなる群から選択される、請求項１２０記載の方法。
【請求項１２８】
マイクロ構造物、ナノ構造物、及びそれらの組合せの１つを形成する方法であって；
（ａ）第一PFPE前駆体材料を基板上に配分して、該基板上に液状PFPE前駆体材料の第一層を形成すること；
（ｂ）該PFPE前駆体材料の第一層を処理して、該基板上に処理済PPFE材料の第一層を形成すること；
（ｃ）該処理済PFPE材料の第一層の上に、（ｉ）分解性、（ｉｉ）選択溶解性、及び（ｉｉｉ）それらの組合せからなる群から選択される特性を有する多次元構造物を置くこと；

（ｄ）該多次元構造物を液状PFPE前駆体材料の第二層で包み込むこと；
（ｅ）該PFPE前駆体材料の第二層を処理して、処理済PFPE材料の第二層を形成すること；
（ｆ）処理済PFPE材料の第二層から分解性又は選択溶解性材料を除去して、マイクロ構造物、ナノ構造物、及びそれらの組合せの１つを形成すること
を含む方法。
【請求項１２９】
該分解性又は選択溶解性材料が、ワックス、フォトレジスト、ポリ（乳酸）、ポリラクトン、ポリスルホン、高分子電解質、セルロースファイバー、水溶性ポリマー、溶媒可溶性ポリマー、塩、固体有機化合物、及び固体無機化合物からなる群から選択される、請求項１２８記載の方法。
【請求項１３０】
該分解性又は選択溶解性材料を除去することが、熱処理工程、光化学処理工程、及び溶解処理工程からなる群から選択される工程を含む、請求項１２８記載の方法。
【請求項１３１】
第一PFPE前駆体材料及び第二PFPE前駆体材料の少なくとも１つを、熱フリーラジカル開始剤及び光開始剤の１つと混合することを含む、請求項１２８記載の方法。
【請求項１３２】
第一PFPE前駆体材料層及び第二PFPE前駆体材料層の少なくとも１つを処理することが、硬化工程を含む、請求項１２８記載の方法。
【請求項１３３】
該硬化工程が、熱硬化工程、及び光化学硬化工程からなる群から選択される、請求項１３２記載の方法。
【請求項１３４】
該多次元構造物を液状PFPE前駆体材料の第二層で包み込むことが、スピン塗布工程を含む、請求項１２８記載の方法。
【請求項１３５】
請求項１２８記載の方法によって調製されるマイクロ構造物。
【請求項１３６】
該マイクロ構造物が、マイクロ流体チャネルを含む、請求項１３５記載のマイクロ構造物。
【請求項１３７】
請求項１２８記載の方法によって調製されるナノ構造物。
【請求項１３８】
該ナノ構造物が、ナノスケールチャネルを含む、請求項１３７記載のナノ構造物。
【請求項１３９】
マイクロ構造物、ナノ構造物、及びそれらの組合せの１つを形成する方法であって：
（ａ）パターン表面を含む、過フッ化ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料のパターン層を提供すること、
（ｂ）所定容量の分解性又は選択溶解性材料を、PFPE材料のパターン層のパターン表面上に配分すること；
（ｃ）PFPE材料のパターン層のパターン表面を所定容量の分解性又は選択溶解性材料で包み込むこと；及び
（ｄ）PFPE材料の層のパターン表面から所定容量の分解性又は選択溶解性材料を除去して、マイクロスケール構造物、ナノスケール構造物、及びそれらの組合せの１つを形成すること；を含む前記方法。
【請求項１４０】
分解性又は選択溶解性材料が、ワックス、フォトレジスト、ポリ（乳酸）、ポリラクトン、ポリスルホン、高分子電解質、セルロースファイバー、水溶性ポリマー、溶媒可溶性ポリマー、塩、固体有機化合物、及び固体無機化合物からなる群から選択される、請求項

１３９記載の方法。
【請求項１４１】
所定容量の分解性又は選択溶解性材料を除去することが、熱処理工程、光化学処理工程、及び溶解処理工程からなる群から選択される工程を含む、請求項１４０記載の方法。
【請求項１４２】
請求項１３９記載の方法によって調製されたマイクロ構造物。
【請求項１４３】
マイクロ流体チャネルを含む、請求項１４２記載のマイクロ構造物。
【請求項１４４】
請求項１３９記載の方法によって調製されたナノ構造物。
【請求項１４５】
ナノスケールチャネルを含む、請求項１４４記載のナノ構造物。
【請求項１４６】
マイクロ流体デバイス中に材料を流す方法であって：
（ａ）（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、及び100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料ではない。）、
（ｉｉ）官能化PFPE材料、
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー、及び
（ｉｖ）それらの組合せの少なくとも１つの層を含むマイクロ流体デバイスを提供すること；並びに
（ｂ）マイクロスケールチャネル中に材料を流すことを含む、前記方法。
【請求項１４７】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項１４６記載の方法。
【請求項１４８】
少なくとも１つの材料層が、官能表面を含む、請求項１４７記載の方法。
【請求項１４９】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルを含む統合ネットワークを構成する、請求項１４６記載の方法。
【請求項１５０】
前記統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項１４９記載の方法。
【請求項１５１】
該マイクロ流体デバイスが、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層を含み、第一ポリマー材料の１つ以上の該パターン層が、１つ以上のマイクロスケールチャネルの境界を定める、請求項１４６記載の方法。
【請求項１５２】
該マイクロ流体デバイスが、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含み、第二ポリマー材料の該パターン層が、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層中の、少なくとも１つと作用の伝達状態にある、請求項１５１記載の方法。
【請求項１５３】
該パターン化された少なくとも１つの材料層が、官能表面を含む、請求項１５１記載の方法。
【請求項１５４】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルを含む統合ネットワークを構成する、請求項１５１記載の方法。
【請求項１５５】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項

１５４記載の方法。
【請求項１５６】
第一ポリマー材料のパターン層が、複数の孔を含む、請求項１５１記載の方法。
【請求項１５７】
該複数の孔中の少なくとも１つが、入口開口部を構成する、請求項１５６記載の方法。
【請求項１５８】
該複数の孔中の少なくとも１つが、出口開口部を構成する、請求項１５６記載の方法。
【請求項１５９】
マイクロ流体デバイスが、１つ以上のバルブを含む、請求項１５６記載の方法。
【請求項１６０】
該材料が、流体、有機溶媒、水溶液、実質的に非水性の溶媒中に分散した水溶液、界面活性剤混合物、及び反応混合物からなる群から選択される、請求項１４６記載の方法。
【請求項１６１】
該材料が、マイクロスケールチャネルに沿って所定の方向に流れる、請求項１４６記載の方法。
【請求項１６２】
駆動力を加えて材料をマイクロスケールチャネルに沿って移動させることを含む、請求項１４６記載の方法。
【請求項１６３】
２つ以上の材料を混合する方法であって、
（ａ）（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、及び100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料でない）、
（ｉｉ）官能化PFPE材料、
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー、及び
（ｉｖ）それらの組合せの少なくとも１つの層を含むマイクロスケールデバイスを提供すること；並びに
（ｂ）該デバイス中で第一材料及び第二材料を接触させて第一及び第二材料を混合すること；を含む、前記方法。
【請求項１６４】
該マイクロスケールデバイスが、マイクロ流体デバイス及びマイクロタイタープレートからなる群から選択される、請求項１６３記載の方法。
【請求項１６５】
画尾マイクロ流体デバイスが、１つ以上のマイクロスケールチャネルを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１６６】
該少なくとも１つの材料層が、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項１６５記載の方法。
【請求項１６７】
該少なくとも１つの材料層が、官能表面を含む、請求項１６６記載の方法。
【請求項１６８】
該マイクロ流体デバイスが、第一ポリマー材料の少なくとも１つのパターン層を含み、かつ、第一ポリマー材料の該パターン層が、１つ又はマイクロスケールチャネルの境界を定める、請求項１６５記載の方法。
【請求項１６９】
該マイクロ流体デバイスが、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含み、第二ポリマー材料の該パターン層が、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層中の、少なくとも１つと作用の伝達状態にある、請求項１６８記載の方法。
【請求項１７０】

第一ポリマー材料のパターン層が、官能表面を含む、請求項１６８記載の方法。
【請求項１７１】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項１６５記載の方法。
【請求項１７２】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項１７１記載の方法。
【請求項１７３】
第一材料及び第二材料を接触させることが、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の定められた混合領域で実施される、請求項１６５記載の方法。
【請求項１７４】
該混合領域が、Ｔ型合流点、蛇行部、長いチャネル、マイクロスケールチャンバー、及び狭窄部からなる群から選択される幾何形状を含む、請求項１７３記載の方法。
【請求項１７５】
第一材料及び第二材料が、マイクロ流体デバイス中の別々のチャネルに配分される、請求項１６５記載の方法。
【請求項１７６】
第一材料及び第二材料を接触させることが、チャネルの交差によって定められる混合領域で実施される、請求項１７５記載の方法。
【請求項１７７】
該混合領域が、Ｔ型合流点、蛇行部、長いチャネル、マイクロスケールチャンバー、及び狭窄部からなる群から選択される幾何形状を含む、請求項１７６記載の方法。
【請求項１７８】
第一材料及び第二材料を、マイクロ流体デバイス中で所定の方向に流すことを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１７９】
該混合材料を、マイクロ流体デバイス中で所定の方向に流すことを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１８０】
該混合材料を第三材料と接触させて、第二混合材料を形成することを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１８１】
該混合材料を、マイクロ流体デバイスの出口開口部に向かって流すことを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１８２】
駆動力を加えて、材料を、マイクロ流体デバイスを通して移動させることを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１８３】
該マイクロタイタープレートが、１つ以上のウェルを含む、請求項１６４記載の方法。
【請求項１８４】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のウェル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項１８３記載の方法。
【請求項１８５】
少なくとも１つの材料層が、官能表面を含む、請求項１８４記載の方法。
【請求項１８６】
該混合材料を回収することを含む、請求項１６３記載の方法。
【請求項１８７】
特性についてサンプルをスクリーニングする方法であって：
（ａ）（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、及び100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し

、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料ではない）、
（ｉｉ）官能化PFPE材料、
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー、及び
（ｉｖ）それらの組合せの少なくとも１つの層を含むマイクロスケールデバイスを提供すること；
（ｂ）標的材料を提供すること；
（ｃ）マイクロスケールデバイスにサンプルを配分すること；
（ｄ）該サンプルを標的材料と接触させること；及び
（ｅ）該サンプルと標的材料の間の相互作用を検出すること；を含み、相互作用の存在又は不在がサンプルの特性を示す、前記方法。
【請求項１８８】
該マイクロスケールデバイスが、マイクロ流体デバイス及びマイクロタイタープレートからなる群から選択される、請求項１８７記載の方法。
【請求項１８９】
該マイクロ流体デバイスが、１つ以上のマイクロスケールチャネルを含む、請求項１８８記載の方法。
【請求項１９０】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項１８９記載の方法。
【請求項１９１】
該マイクロ流体デバイスが、第一ポリマー材料の少なくとも１つのパターン層を含み、第一ポリマー材料の該パターン層が、１つ又はマイクロスケールチャネルの境界を定める、請求項１８９記載の方法。
【請求項１９２】
該マイクロ流体デバイスが、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含み、第二ポリマー材料の該パターン層が、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層中の、少なくとも１つと作用の伝達状態にある、請求項１９１記載の方法。
【請求項１９３】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項１９１記載の方法。
【請求項１９４】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項１９３記載の方法。
【請求項１９５】
マイクロタイタープレートが、１つ以上のウェルを含む、請求項１８８記載の方法。
【請求項１９６】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のウェル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項１９５記載の方法。
【請求項１９７】
該標的材料をマイクロスケールデバイス中に配分することを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項１９８】
該標的材料が、官能表面に結合される、請求項１９７記載の方法。
【請求項１９９】
該標的材料が、抗原、抗体、酵素、制限酵素、染料、蛍光染料、シーケンシング用試薬、ＰＣＲ試薬、プライマー、受容体、リガンド、化学試薬の１つ以上、又はそれらの組合せを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２００】
サンプルが、官能表面に結合される、請求項１８７記載の方法。

【請求項２０１】
該サンプルが、治療用薬剤、診断用薬剤、研究用試薬、触媒、金属リガンド、非生物学的有機材料、無機材料、食品、土壌、水、及び空気からなる群から選択される、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０２】
該サンプルが、化学又は生物学的化合物又は成分を含む１つ以上のライブラリーに属する１つ以上のメンバーを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０３】
該サンプルが、核酸用鋳型、シーケンシング用試薬、プライマー、プライマー伸長生成物、制限酵素、ＰＣＲ試薬、ＰＣＲ反応生成物の１つ以上、又はそれらの組合せを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０４】
該サンプルが、抗体、細胞受容体、抗原、受容体リガンド、酵素、酵素用基質、免疫性化学物質、免疫グロブリン、ウイルス、ウイルス結合成分、タンパク質、細胞因子、増殖因子、阻害剤の１つ以上、又はそれらの組合せを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０５】
複数のサンプルをマイクロスケールデバイス中に配分することを含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０６】
相互作用が、結合事象を含む、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０７】
相互作用を検出することが、分光光度計、蛍光計、フォトダイオード、光電子増倍管、顕微鏡、シンチレーションカウンター、カメラ、ＣＣＤカメラ、フィルム、光学検出システム、温度センサー、伝導度計、電位差計、電流測定計、ｐＨメーターの中の少なくとも１つ以上、又はそれらの組合せによって実施される、請求項１８７記載の方法。
【請求項２０８】
物質を分離する方法であって：
（ａ）（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、及び100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料でない。）；
（ｉｉ）官能化PFPE材料；
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー；及び
（ｉｖ）それらの組合せの少なくとも１つの層を含むマイクロ流体デバイスを提供すること（ここで、該マイクロ流体デバイスは、１つ以上のマイクロスケールチャネルを含み、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つは分離領域を含む）；
（ｂ）少なくとも第一物質及び第二物質を含む混合物をマイクロ流体デバイス中に配分すること；
（ｃ）該混合物を、分離領域を通して流すこと；及び
（ｄ）該分離領域中で第一物質を第二物質から分離して、少なくとも１つの分離された物質を形成すること；を含む、前記方法。
【請求項２０９】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項２０８記載の方法。
【請求項２１０】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項２０８記載の方法。
【請求項２１１】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項２０９記載の方法。

【請求項２１２】
該マイクロ流体デバイスが、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層を含み、かつ、第一ポリマー材料の１つ以上の該パターン層が、１つ以上のマイクロチャネルの境界を定める、請求項２０８記載の方法。
【請求項２１３】
該マイクロ流体デバイスが、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含み、第二ポリマー材料の該パターン層が、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層中の、少なくとも１つと作用の伝達状態にある、請求項２１２記載の方法。
【請求項２１４】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項２１２記載の方法。
【請求項２１５】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項２１４記載の方法。
【請求項２１６】
該分離領域が、官能表面を含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２１７】
該分離領域が、クロマトグラフィー材料を含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２１８】
該クロマトグラフィー材料が、サイズ分離用マトリックス、アフィニティー分離用マトリックス、及びゲル排除用マトリックスからなる群、又はそれらの組合せから選択される、請求項２１７記載の方法。
【請求項２１９】
第一又は第二物質が、化学又は生物学的化合物又は成分の１つ以上のライブラリーに属する１つ以上のメンバーを含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２２０】
第一又は第二物質が、核酸用鋳型、シーケンシング用試薬、プライマー、プライマー伸長生成物、制限酵素、ＰＣＲ試薬、ＰＣＲ反応生成物の１つ以上、又はそれらの組合せを含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２２１】
第一又は第二物質が、抗体、細胞受容体、抗原、受容体リガンド、酵素、酵素用基質、免疫性化学物質、免疫グロブリン、ウイルス、ウイルス結合成分、タンパク質、細胞因子、増殖因子、阻害剤の１つ以上、又はそれらの組合せを含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２２２】
分離した物質を検出することを含む、請求項２０８記載の方法。
【請求項２２３】
分離した物質を検出することが、分光光度計、蛍光計、フォトダイオード、光電子増倍管、顕微鏡、シンチレーションカウンター、カメラ、ＣＣＤカメラ、フィルム、光学検出システム、温度センサー、伝導度計、電位差計、電流測定計、ｐＨメーターの中の少なくとも１つ以上、又はそれらの組合せによって実施される、請求項２２２記載の方法。
【請求項２２４】
物質を分注する方法であって：
（ａ）（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、及び100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料でない。）；
（ｉｉ）官能化PFPE材料；
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー；及び
（ｉｖ）それらの組合せの少なくとも１つの層を含むマイクロ流体デバイスを提供すること（ここで、該マイクロ流体デバイスは、１つ以上のマイクロスケールチャネルを含み

、１つ以上のマイクロスケールチャネルの中の、少なくとも１つは出口開口部を含む）；
（ｂ）少なくとも１つの材料を準備すること；
（ｃ）少なくとも１つの材料を、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つに配分すること；
（ｄ）少なくとも１つの材料を、出口開口部を通して分注すること；を含む、前記方法。
【請求項２２５】
少なくとも１つの材料層が、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の、少なくとも１つの表面を覆う、請求項２２４記載の方法。
【請求項２２６】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項２２５記載の方法。
【請求項２２７】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項２２６記載の方法。
【請求項２２８】
該マイクロ流体デバイスが、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層を含み、かつ、第一ポリマー材料の１つ以上の該パターン層が、１つ以上のマイクロチャネルの境界を定める、請求項２２４記載の方法。
【請求項２２９】
該マイクロ流体デバイスが、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含み、第二ポリマー材料の該パターン層が、第一ポリマー材料の１つ以上のパターン層中の、少なくとも１つと作用の伝達状態にある、請求項２２８記載の方法。
【請求項２３０】
パターン化された少なくとも１つの材料層が、官能表面を含む、請求項２２８記載の方法。
【請求項２３１】
１つ以上のマイクロスケールチャネルが、マイクロスケールチャネルの統合ネットワークを構成する、請求項２２８記載の方法。
【請求項２３２】
該統合ネットワーク中のマイクロスケールチャネルが、所定の箇所で交差する、請求項２３１記載の方法。
【請求項２３３】
該物質が、薬剤を含む、請求項２２４記載の方法。
【請求項２３４】
該薬剤の所定投与量を計量供給することを含む、請求項２３３記載の方法。
【請求項２３５】
該薬剤の所定投与量を分注することを含む、請求項２３４記載の方法。
【請求項２３６】
該物質が、インク組成物を含む、請求項２２４記載の方法。
【請求項２３７】
該基板上にインク組成物を分注することを含む、請求項２３６記載の方法。
【請求項２３８】
該基板上にインク組成物を分注することが、印刷画像を形成する、請求項２３７記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本明細書で開示する主題は、マイクロ－及びナノ－スケールデバイスを作製及び利用するための官能性材料及びその使用に関する。

【０００２】
（関連出願の相互参照）
本発明は、参照によりその全体で本明細書に組み込まれる、2004年2月13日に出願の米国仮特許出願第60／544,905号に基づくものであり、それによる優先権を主張する。
【０００３】
（政府の利益）
本発明は、海軍研究局（Office of Naval Research）からの政府援助、番号N000140210185及び契約番号CHE－9876674の下での全米科学財団（the National Science Foundation）のＳＴＣプログラムを用いてなされた。米国政府は本発明に関して一定の権利を有する。
【０００４】
（省略形）
ＡＣ　＝交流
Ａｒ　＝アルゴン
℃　＝摂氏温度
ｃｍ　＝センチメートル
8－CNVE　＝ペルフルオロ（8－シアノ－5－メチル－3,6－ジオキサ－1－オクテン）
ＣＳＭ　＝架橋点モノマー
CTFE　＝クロロトリフルオロエチレン
ｇ　＝グラム
ｈ　＝時間
1－HPFP　＝1,2,3,3,3－ペンタフルオロプロペン
2－HPFP　＝1,1,3,3,3－ペンタフルオロプロペン
ＨＦＰ　＝ヘキサフルオロプロピレン
HMDS　＝ヘキサメチルジシラザン
ＩＬ　＝インプリントリソグラフィー
ＭＣＰ　＝微細接触プリンティング
Ｍｅ　＝メチル
ＭＥＡ　＝膜電極アッセンブリー
MEMS　＝微小－電子－機械系
MeOH　＝メタノール
MIMIC　＝キャピラリーマイクロ成型
ｍＬ　＝ミリリットル
ｍｍ　＝ミリメートル
mmol　＝ミリモル
Ｍｎ　＝数平均モル質量
ｍ．ｐ．　＝融点
ｍＷ　＝ミリワット
ＮＣＭ　＝ナノ接触成型
ＮＩＬ　＝ナノインプリントリソグラフィー
ｎｍ　＝ナノメートル
Ｐｄ　＝パラジウム
PAVE　＝ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル
PDMS　＝ポリ（ジメチルシロキサン）
ＰＥＭ　＝プロトン交換膜
PFPE　＝ペルフルオロポリエーテル
PMVE　＝ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル
PPVE　＝ペルフルオロ（ポリビニル）エーテル
PSEPVE　＝ペルフルオロ－2－（2－フルオロスルホニルエトキシ）プロピルビニルエーテル

PTFE ＝ポリテトラフルオロエチレン
SAMIM ＝溶剤支援マイクロ成型
ＳＥＭ ＝走査型電子顕微鏡法
Ｓｉ ＝ケイ素
ＴＦＥ ＝テトラフルオロエチレン
μｍ ＝マイクロメートル
ＵＶ ＝紫外
Ｗ ＝ワット
ZDOL ＝ポリ（テトラフルオロエチレンオキシド－ｃｏ－ジフルオロメチレンオキシド）α,ωジオール

【背景技術】
【０００５】
（背景）
1990年代初期に開発されたマイクロ流体デバイスは、フォトリソグラフィー及びエッチング技術を使用してケイ素及びガラスなどの硬質材料から作製された。Ouellette,J.の論文,The Industrial Physicist 2003,August/September,14～17；Scherer,A.らの論文,Science 2000,290,1536～1539参照。しかし、フォトリソグラフィー及びエッチング技術は、費用が嵩み労働集約的であり、クリーンルームの条件が必要であり、かつ材料の観点からいくつかの不都合を引き起こす。これらの理由から、マイクロ流体デバイス作製のための代替の材料として軟質材料が現われた。軟質材料を使用すると、バルブ、ポンプ、及びミキサーを含むデバイスの製造及び作動が可能になった。例えば、Ouellette,J.の論文,The Industrial Physicist 2003,August/September,14～17；Scherer,A.らの論文,Science 2000,290,1536～1539；Unger,M.A.らの論文,Science 2000,288,113～116；McDonald,J.C.らの論文,Acc.Chem.Res.,2002,35,491～499；及びThorsen,T.らの論文,Science 2002,298,580～584参照。例えば、このようなあるマイクロ流体デバイスにより、機械式バルブを使用しないで流れ方向を制御することが可能になる。Zhao,B.らの論文,Science 2001,291,1023～1026参照。
【０００６】
マイクロ流体デバイスの複雑性が増加するのに伴って、急速に増大する応用件数で、このようなデバイスを使用する需要が生まれている。この目的に対し、軟質材料を使用すると、マイクロ流体工学が、ゲノムマッピング、迅速分離、センサー、ナノスケール反応、インクジェット印刷、薬物送達、ラブオンチップ（Lab-on-a-Chip）、インビトロ診断、注入ノズル、生物学研究、及び薬物スクリーニングでの応用を見出している有用な技術へ発展することを可能にした。例えば、Ouellette,J.の論文,The Industrial Physicist,2003,August/September,14～17；Scherer,A.らの論文,Science,2000,290,1536～1539；Unger,M.A.らの論文,Science,2000,288,113～116；McDonald,J.C.らの論文,Acc.Chem.Res.,2002,35,491～499；Thorsen,T.らの論文,Science,2002,298,580～584；及びLiu,J.らの論文,Anal.Chem.,2003,75,4718～4723参照。
【０００７】
ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）は、多くのマイクロ流体デバイスの応用において選択される軟質材料である。Scherer,A.らの論文,Science 2000,290,1536～1539；Unger,M.A.らの論文,Science 2000,288,113～116；McDonald,J.C.らの論文,Acc.Chem.Res.2002,35,491～499；Thorsen,T.らの論文,Science 2002,298,580～584；及びLiu,J.らの論文,Anal.Chem.2003,75,4718～4723参照。PDMS材料は、マイクロ流体工学の応用において多数の魅力的な特性を提供する。架橋結合する時に、PDMSは、低いヤング率、例えば約750kPaを有するエラストマー材料になる。Unger,M.A.らの論文,Science 2000,288,113～116参照。この特性により、PDMSが、表面に順応すること、及び可逆的シールを形成することが可能になる。さらに、PDMSは、低い表面エネルギー、例えば約20erg/cm^2を有し、そのことによって、パターン化後の離型を容易にすることができる。Scherer,A.らの論文,Science 2000,290,1536～1539；McDonald,J.C.らの論文,Acc.Chem.Res.2002,35,491～499参照。

【０００８】
PDMSのもう１つの重要な特徴は、その傑出したガス透過性である。この特性により、マイクロ流体デバイスのチャネル内の気泡が、デバイスの外に透過することが可能になる。この特性は、マイクロ流体デバイスのフィーチャー（feature）内部で細胞及び微生物の生命を維持するのにも役立つ。PDMSなど、シリコーン類の非毒性的性質は、この点でも有益であり、医療上のインプラントの領域で使用することを可能にする。McDonald,J.C.らの論文,Acc.Chem.Res,2002,35,491～499。
【０００９】
現在の多くのPDMSマイクロ流体デバイスは、SYLGARD（登録商標）184（Dow Corning、米国ミシガン州Midland）をベースにしている。SYLGARD（登録商標）184は、白金で触媒されるヒドロシリル化反応により熱硬化する。SYLGARD（登録商標）184を完全に硬化させるには、５時間程度かかる場合がある。しかし、ソフトリソグラフィーで使用するためのSYLGARD（登録商標）184に類似の機械的特性を有する光硬化性PDMS材料の合成が、最近報告されている。Choi,K.M.らの論文,J.Am.Chem.Soc.2003,125,4060～4061参照。
【００１０】
上述の利点にもかかわらず、PDMSは、それがほとんどの有機溶剤中で膨潤するという、マイクロ流体工学の応用における欠点を有する。したがって、PDMSをベースにしたマイクロ流体デバイスは、各種有機溶剤との適合性が限られる。Lee,J.N.らの論文,Anal.Chem.2003,75,6544～6554参照。PDMSを膨潤させる有機溶剤の中には、ヘキサン、エチルエーテル、トルエン、ジクロロメタン、アセトン、及びアセトニトリルがある。Lee,J.N.らの論文,Anal.Chem.2003,75,6544～6554参照。有機溶剤によるPDMSマイクロ流体デバイスの膨潤は、マイクロースケールのフィーチャー、例えば１つのチャネル又は複数のチャネルを不通にする可能性があり、チャネルを通過する有機溶剤の流れを制限又は完全に閉止する場合がある。したがって、PDMSをベースにしたデバイスを用いるマイクロ流体工学の応用は、PDMSを膨潤させない水などの流体に限定される。結果として、有機溶剤の使用を必要とするそれらの応用では、ガラス及びケイ素などの硬質材料で作製されたマイクロ流体システムを使用する必要があろう。Lee,J.N.らの論文,Anal.Chem.2003,75,6544～6554参照。しかし、この解決手段は、硬質材料からマイクロ流体デバイスを作製することの不利によって制約される。
【００１１】
さらに、PDMSをベースにしたデバイス及び材料は、水をベースにした化学においてさえ、それらを使用可能にするに十分なほど不活性でないことが知られている。例えば、PDMSは、弱い及び強い酸及び塩基を使用する反応の影響を受けやすい。PDMSをベースにしたデバイスは、特に、酸及び塩基類に暴露された後に、抽出可能物、詳細には抽出可能なオリゴマー及び環状シロキサンを含むことが知られている。PDMSは有機物で容易に膨潤するので、疎水性材料は、微水溶性であるそれら疎水性材料でさえ、PDMSをベースにしたマイクロ流体デバイスを構成するのに使用されるPDMSをベースにした材料中に分配される場合がある。
【００１２】
したがって、一般的有機溶剤への膨潤耐性を兼ね備えた、PDMSの魅力的な機械的特性を示すエラストマー材料により、マイクロ流体デバイスの使用は、PDMSをベースにした現在のデバイスでは接近し難い各種の新しい化学的応用にまで拡大するであろう。したがって、本明細書で開示する主題が示す解決手段では、マイクロ流体デバイスを作製するのに、一般的有機溶剤中での膨潤に耐えるエラストマー材料、より詳細には官能性ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料が使用される。
【００１３】
官能性PFPE材料は、室温で液体であり、化学的に極めて抵抗性である特徴に加え、低い表面エネルギー、低いモジュラス、高い気体透過性、及び低い毒性を示す。Scheirs,J.の論文,Modern Fluoropolymers, John Wiley & Sons, Ltd.:New York,1997, pp435～485参照。さらに、PFPE材料は、疎水性及び疎液性の性質を示す。この理由により、PFPE材料は

、過酷な条件で運転する高性能機械に対する潤滑油として使用されることが多い。その合成及び超臨界二酸化炭素に対するPFPE材料の溶解性が報告されている。Bunyard,W.らの論文,Macromolecules 1999,32,8224～8226参照。PFPE類のほかに、フッ素エラストマーには、限定はしないが、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、フッ化ビニリデン及びアルキルビニルエーテルのコポリマー類を始めとするフルオロオレフィンをベースにした材料も含めることができ、架橋結合のために添加される追加の架橋点モノマーと一緒であることが多い。る。

【００１４】

PFPEマイクロ流体デバイスは、以前に、Rolland,J.らが論文JACS 2004,126,2322～2323で報告している。このデバイスは、官能化材料の粘度が約800cStである官能化PFPE材料（例えば、PFPEジメタクリレート（ＭＷ＝4,000g／モル））から作製している。この材料は、フリーラジカルで重合性のメタクリレート基で末端官能化され、光開始剤を使用してフリーラジカル的にＵＶ光硬化される。同上のRolland,J.らの論文,では、特殊な局部的ＵＶ硬化技術を使用して複層PFPEデバイスを作り出しており、その接着は、弱く、一般に、広範な範囲の応用に十分なほど強固ではない。さらに、Rolland,J.らが記載している接着技術は、ガラスなど、その他の基板に対する接着を提供していない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１５】

本明細書で開示する主題は、耐溶剤性のマイクロスケール及びナノスケール構造、例えばマイクロ流体デバイスなどを作製するための材料としてのフッ素エラストマー、特に官能性ペルフルオロポリエーテルの使用について説明する。特にマイクロ流体デバイスを作製するための材料としてフッ素エラストマー及び官能性ペルフルオロポリエーテルを使用することによって、PDMSなど、その他のポリマー材料で作られるマイクロ流体デバイスが示す有機溶剤中での膨潤と関連する問題と取り組む。したがって、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスは、有機溶媒などの少量流体の流れを制御するのに、及び他の高分子マイクロ流体デバイスでは対応できないマイクロ及びナノスケールの化学反応を実施するのに使用できる。

【課題を解決するための手段】

【００１６】

（要旨）

本明細書で開示する主題は、マイクロ流体デバイスを作製するのに使用する官能性ペルフルオロポリエーテル（PFPE）を提供する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、二次元及び三次元のマイクロ及び／又はナノスケール構造物、例えばマイクロ流体ネットワークを基板に接着する方法を提供する。さらに、いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、混成マイクロ流体デバイス、例えば第二ポリマー層に接着されたペルフルオロポリエーテル層を含むマイクロ流体デバイスの形成方法を提供し、該第二ポリマー層は、例えばポリ（ジメチルシロキサン）層を含む。

【００１７】

本明細書で開示する主題は、分解性材料の犠牲層を利用することによって、マイクロ及び／又はナノスケール構造物、例えばマイクロ流体デバイスを作製する方法を提供する。より詳細には、本明細書で開示する主題は、複雑な二次元（２－Ｄ）及び三次元（３－Ｄ）マイクロ流体ネットワークを作り出すための足場（scaffold）として分解性又は選択溶解性ポリマーを利用する、マイクロ及び／又はナノスケール構造物の作製方法を提供する。

【００１８】

さらに、本明細書で開示する主題は、マイクロ流体チャネルの内部表面に生物学的及びその他の「切換可能な」分子を結合するのに使用するための官能性材料を提供する。例えば、マイクロ流体チャネルの内部表面に生体高分子などの生体分子を結合することによって、ペプチドのコンビナトリアル合成及び／又は酵素－タンパク質相互作用の迅速スクリ

ーニングが提供される。さらに、マイクロ流体チャネルを触媒で内張りすると、迅速な触媒スクリーニングが可能になる。また、マイクロ流体チャネル内に切換可能な有機分子を導入すると、親水性チャネル及び疎水性チャネルを含むマイクロ流体デバイスを作製することが可能になる。

【００１９】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、ガス分離膜としての、官能化ペルフルオロポリエーテルネットワークの使用方法を提供する。

したがって、マイクロ流体デバイスを始めとするマイクロ及びナノスケールデバイスを作製及び利用するのに使用するための官能性ペルフルオロエーテル材料を提供することは、本明細書で開示する主題の目的である。この及びその他の目的は、本明細書で開示する主題によって、その全部又は一部が達成される。

これまで述べてきた本明細書で開示する主題の目的、その他の態様及び目的は、付属の図面及び以下本明細書中で十分に説明される実施例と関連させて考察すれば、説明が進行するにつれて明白になるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

（詳細な説明）

本明細書で開示する主題は、マイクロ流体デバイスを形成するのに使用するための、及びマイクロ流体デバイスに化学官能性を付与するための材料及び方法を提供する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する方法は、マイクロ流体デバイス層の間の接着を互いに促進及び／又は強化する化学官能性を導入することを含む。いくつかの実施態様において、化学官能性は、マイクロ流体デバイス層と他の表面との間の接着を促進及び／又は強化する。したがって、いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、二次元及び三次元のマイクロ流体ネットワークを基板に接着する方法を提供する。いくつかの実施態様では、本明細書で開示する方法により、ペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料を、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）材料、ポリウレタン材料、シリコーン含有ポリウレタン材料、及びPFPE－PDMSブロックコポリマー材料などのその他材料に結合することが可能になる。したがって、いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、混成マイクロ流体デバイス、例えば、ポリジメチルシロキサン層、ポリウレタン層、シリコーン含有ポリウレタン層、及びPFPE－PDMSブロックコポリマー層に接着したペルフルオロポリエーテル層を含むマイクロ流体デバイスを形成する方法を提供する。

【００２１】

いくつかの実施態様において、この方法は、マイクロ流体チャネル及び／又はマイクロタイターウェルの内部表面に化学官能性を導入することを含む。いくつかの実施態様において、マイクロ流体チャネル及び／又はマイクロタイターウェルの内部表面へ化学官能性を導入すると、生体高分子、及びマイクロ流体チャネル及び／又はマイクロタイターウェルの疎水性若しくは反応性に影響を与えることのできるその他の「切換可能」な小さな有機の分子の結合が可能になる。

【００２２】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、例えばマイクロ流体デバイスの内部にチャネルを形成するために分解性又は選択溶解性ポリマーの足場を使用する、マイクロ及び／又はナノスケール構造の形成方法を提供する。したがって、本明細書で開示する成型方法により、マイクロ流体チャネルの複雑な三次元ネットワークを単一段階工程で形成することが可能になる。

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、気体分離膜としての、官能化ペルフルオロポリエーテルネットワークの使用方法を提供する。

【００２３】

以下、代表的な実施態様を示す付属の図面及び実施例を参照して、本明細書で開示する主題をより詳しく説明する。しかし、本明細書で開示する主題は、異なる形態で具体化される可能性もあり、本明細書に示す実施態様に限定されると解釈すべきでない。むしろ、

これらの実施態様は、本発明の開示が、詳細かつ完全であり、当業者に実施態様の範囲を完全に伝達するために提供される。

【００２４】

別途定義しない限り、本明細書中で使用される全ての技術及び科学用語は、この本発明で述べる主題が属する技術分野の当業者が共通に理解するのと同一の意味を有する。本明細書中で言及するすべての刊行物、特許出願、特許、及びその他の参照文献を、それら全体で参照により組み込む。

明細書及び特許請求の範囲の全体を通して、与えられた化学式又は名称は、すべての光学及び立体異性体、並びにそのような異性体及び混合物が存在するラセミ混合物を包含するものとする。

【００２５】

Ｉ．定義　本明細書中で使用する場合、用語「マイクロ流体デバイス」とは、一般には、そのデバイスを通して、材料、特に液体など、流体として運ばれる材料を、いくつかの実施態様ではミクロスケールで、及びいくつかの実施態様ではナノスケールで運搬できるデバイスを指す。したがって、本明細書で開示する主題によって記述されるマイクロ流体デバイスは、マイクロスケールのフィーチャー、ナノスケールのフィーチャー、及びそれらの組合せを含むことができる。

【００２６】

したがって、マイクロ流体デバイスは、典型的には、μＬ／分以下の桁の流速で流体を操作できる能力のある、寸法がｍｍスケール以下の桁の構造性又は官能性フィーチャーを含む。典型的には、このようなフィーチャーとしては、限定はしないが、チャネル、流体リザーバー、反応チャンバー、混合チャンバー、及び分離領域が挙げられる。いくつかの例において、該チャネルは、約0.1μｍ～約500μｍの範囲である少なくとも１つの断面寸法を含む。この桁の寸法を使用すると、より小さな領域により大きな数のチャネルを組み込み、より少量の流体を利用することが可能になる。

【００２７】

マイクロ流体デバイスは、単独で存在してもよいし、或いは、例えばそして制約なしに、流体、例えばサンプル、試薬、緩衝液などを装置内に及び／又は装置を通して導入するためのポンプ；検出器具若しくは装置；試薬、生成物又はデータの貯蔵装置；及び、デバイス内の流体輸送及び／又は方向を制御し、デバイス内の流体が受ける環境条件、例えば温度、流れなどを監視、制御するための制御装置を含むことのできるマイクロ流体装置の一部であってもよい。

【００２８】

本明細書中で使用する場合、用語「デバイス」には、限定はしないが、マイクロ流体デバイス、マイクロタイタープレート、チューブ、ホースなどが含まれる。

【００２９】

本明細書中で使用する場合、用語「チャネル」、「マイクロスケールチャネル」、及び「マイクロ流体チャネル」は、互換的に使用され、パターン基板から材料にパターンを写し取ることによって、又は任意の適切な材料除去技術によって材料中に形成される凹部若しくは空洞を意味することができ、或いは、チューブ、キャピラリーなど、凹部若しくは空洞内に取り付けた任意の適切な流体導通構造と組み合わせた凹部若しくは空洞を意味することができる。

【００３０】

本明細書中で使用する場合、用語「フローチャネル」及び「コントロールチャネル」は、互換的に使用され、その中を材料、例えば気体又は液体などの流体が通過できる、マイクロ流体デバイス中のチャネルを意味することができる。より詳細には、用語「フローチャネル」は、その中を重要な材料、例えば溶媒又は化学薬品が通過できるチャネルを指す。さらに、用語「コントロールチャネル」は、その中を材料、例えば気体又は液体などの流体がバルブ又はポンプを作動させるような仕方で通過できるフローチャネルを指す。

【００３１】

本明細書中で使用する場合、用語「バルブ」は、別途指摘しない限り、他のチャネル、例えばコントロールチャネルに加えられた作動力に応答して、チャネル群の１つ、例えばフローチャネルへ方向を変え、又はチャネル群の１つから元に戻すことのできるエラストマー部分、例えばPFPE部分によって２つのチャネルを分離する構成を指す。また用語「バルブ」には、ビーズで隔離されるチャネルを含む一方向バルブも含まれる。

【００３２】

本明細書中で使用する場合、用語「パターン」は、チャネル又はマイクロ流体チャネル、或いはマイクロ流体チャネルからなる統合ネットワークを意味することができ、いくつかの実施態様において、パターンは、所定の箇所で交差できる。またパターンは、マイクロ又はナノスケールの流体リザーバー、マイクロ又はナノスケールの反応チャンバー、マイクロ又はナノスケールの混合チャンバー、及びマイクロ又はナノスケールの分離領域中の、１つ以上を含むこともできる。

【００３３】

本明細書中で使用する場合、用語「交差」は、ある箇所で接触すること、ある箇所で接触して互いに切り抜け又は跨ぐこと、或いはある地点で接触して重なり合うことを意味することができる。より詳細には、本明細書中で使用する場合、用語「交差」は、２つのチャネルがある箇所で接触し、ある箇所で接触して互いに切り抜け又は跨ぎ、或いはある箇所で接触して互いに重なり合う実施態様を記述する。したがって、いくつかの実施態様において、２つのチャネルは、交差、すなわちある箇所で接触し、或いはある箇所で接触して互いに切り抜け、互いに流体連絡の状態にあってもよい。いくつかの実施態様では、フローチャネル及びコントロールチャネルが交差する場合のように、２つのチャネルは、交差、すなわち、ある箇所で接触して互いに重なり合い、かつ互いに流体連絡の状態にない場合もある。

【００３４】

本明細書中で使用する場合、用語「連絡する（communicate）」（例えば、第一素子が第二素子と「連絡する」又は「連絡状態にある」）及びその文法上の変化形は、２つ以上の素子又は要素の間の構造的、官能的、機械的、電気的、光学的、又は流体工学的結びつき、或いはそれらのなんらかの組合せを指摘するのに使用される。かくして、ある素子が第二の素子と連絡するということは、さらなる素子が、第一及び第二素子の間に介在し、かつ／又は、第一及び第二素子と操作上関連し、或いは第一及び第二素子で束縛され得ることを排除することを意味しない。

【００３５】

流体の封鎖又は移動を扱うためのマイクロ流体デバイスの使用に関して、用語、デバイス「の中」、「の上」、「の中へ」、「の上へ」「を通って」及び「を横切って」は、一般には等価な意味を有する。

本明細書中で使用する場合、用語「モノリシック」は、単一で均一な構造から構成される、又は単一で均一な構造として機能する構造を指す。

【００３６】

本明細書中で使用する場合、用語「非－生物学的有機材料」は、生物学的材料以外の、有機材料すなわち炭素－炭素の共有結合を有する有機化合物を指す。本明細書中で使用する場合、用語「生物学的材料」には、核酸のポリマー（例えば、ＤＮＡ、ＲＮＡ）、アミノ酸のポリマー（例えば、酵素、タンパク質など）及び小型有機化合物（例えば、ステロイド、ホルモン）が含まれ、該小型有機化合物は、生物学的活性、特に、ヒト、又はペット及び家畜などの商業上重要な動物に対する生物学的活性を有し、該小型有機化合物は、主として治療又は診断の目的で使用される。生物学的材料は、医薬及びバイオテクノロジーでの応用に関して重要であり、多数の応用は、生物学的材料以外の、すなわち非生物学的有機材料によって強化される化学過程に関連している。

【００３７】

本明細書中で使用する場合、用語「部分硬化」は、重合性の基の約１００％未満を反応させる過程を指す。したがって、用語「部分硬化材料」は、部分的硬化過程を経た材料を

指す。

【００３８】

本明細書中で使用する場合、用語「完全硬化」は、重合性の基の約１００％を反応させる過程を指す。したがって、用語「完全硬化材料」は、完全硬化過程を経た材料を指す。

【００３９】

長年にわたる特許法規の慣例に従って、用語「ある（ａ、ａｎ）」、及び「その（ｔｈｅ）」は、特許請求の範囲を含む本出願中で使用する場合、「１つ以上」を指す。したがって、例えば、「あるマイクロ流体チャネル（a microfluidic channel）」の表示には、複数のそのようなマイクロ流体チャネルが含まれ、その他も場合も同様である。

【００４０】

ＩＩ．材料　本明細書で開示する主題は、広範には、特に液状PFPE前駆体材料をパターン基板上に鋳込み、次いで該液状PFPE前駆体材料を硬化させて、マイクロ流体デバイスを形成するのに使用できる官能性PFPE材料のパターン層を作り出すことで得られる、耐溶剤性で、低表面エネルギーのポリマー材料を説明し、採用する。

【００４１】

耐溶剤性エラストマーをベースにした代表的な材料としては、限定はしないが、フッ素化エラストマーをベースにした材料が挙げられる。本明細書中で使用する場合、用語「耐溶剤性」は、一般的な炭化水素をベースにした有機溶媒又は酸性若しくは塩基性水溶液中で膨潤も溶解もしないエラストマー材料などの材料を指す。フッ素化エラストマーをベースにした代表的な材料としては、限定はしないが、ペルフルオロポリエーテル（PFPE）をベースにした材料が挙げられる。

【００４２】

官能性液状PFPE材料は、マイクロ流体デバイスで使用するのに望ましい特性を示す。例えば、官能性PFPE材料は、典型的には、低い表面エネルギー（例えば、約12mN／ｍ）を有し；非毒性で、ＵＶ及び可視光透過性で、高度に気体透過性であり；硬化して、優れた離型特性及び膨潤耐性を有する強靭で耐久性のある高度にフッ素化されたエラストマー性又はガラス状材料になる。これらの材料の特性は、添加剤、充填材、反応性コモノマー、及び官能化剤の賢明な選択によって広範囲にわたって調整できる。修正するのが望ましいこのような特性としては、限定はしないが、モジュラス、引裂き強度、表面エネルギー、透過性、官能性、硬化方式、溶解性及び膨潤特性などが挙げられる。本明細書で開示するPFPE材料の非膨潤性及び容易な離型特性により、マイクロ流体デバイスの作製が可能になる。

【００４３】

ＩＩ．Ａ．約１００センチストークス未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料から調製されるペルフルオロポリエーテル材料　当業者が認識しているように、ペルフルオロポリエーテル（PFPE）類は、多くの用途で２５年以上にわたって使用されてきた。市販のPFPE材料は、過フッ化モノマー類の重合によって作られる。この部類の最初のPFPE材料は、ヘキサフルオロプロペンオキシド（HFPO）のフッ化セシウムで触媒される重合によって作られ、KRYTOX（登録商標）（DuPont、米国デラウェア州Wilmington）と呼ばれる一連の分枝鎖ポリマーをもたらした。類似のポリマーが、ヘキサフルオロプロペンのＵＶで触媒される光酸化によって製造される（FOMBLIN（登録商標）Ｙ）（Solvay Solexis、ベルギー国ブリュッセル）。さらに直鎖ポリマー（FOMBLIN（登録商標）Ｚ）（Solvay）が、テトラフルオロエチレンを利用すること以外は類似の方法によって調製される。最後に、四番目のポリマー（DEMNUM（登録商標））（ダイキン工業、大阪）が、テトラフルオロオキセタンの重合、それに続く直接フッ素化によって製造される。これらの流体の構造を、表Ｉに示す。表ＩＩには、潤滑油に属するPFPE類のいくつかのメンバーについての特性データを示す。同様に、官能性PFPE類の物理的特性を表ＩＩＩに示す。これらの市販のPFPE流体に加え、一連の新規構造が、直接フッ素化技術によって調製されている。これら新規PFPE材料の代表的な構造が表ＩＶに記載されている。上述のPFPE流体の中で、KRYTOX（登録商標）及びFOMBLIN（登録商標）Ｚのみが、応用分野で広範に使用されている。参照により全

体として本明細書に組み込まれる、Jones,W.R.,Jr.の「宇宙応用に使用したペルフルオロポリエーテルの性質」NASA Technical Memorandum 106275（July 1993）を参照のこと。したがって、本明細書で開示する主題の中では、このようなPFPE材料の使用が提供される。

【００４４】
【表１】

表Ｉ．市販 PFPE 流体の名称及び化学構造

名称	構造
DEMNUM（登録商標）	$C_3F_7O(CF_2CF_2CF_2O)_xC_2F_5$
KRYTOX（登録商標）	$C_3F_7O[CF(CF_3)CF_2O]_xC_2F_5$
FOMBLIN（登録商標）Y	$C_3F_7O[CF(CF_3)CF_2O]_x(CF_2O)_yC_2F_5$
FOMBLIN（登録商標）Z	$CF_3O(CF_2CF_2O)_x(CF_2O)_yCF_3$

【００４５】
【表２】

表ＩＩ．PFPE の物理的特性

潤滑油	平均分子量	20℃での粘度 (cSt)	粘度指数	流動点 ℃	蒸気圧、Torr 20℃	蒸気圧、Torr 100℃
FOMBLIN（登録商標）Z-25	9500	255	355	-66	$2.9x10^{-12}$	$1x10^{-8}$
KRYTOX（登録商標）143AB	3700	230	113	-40	$1.5x10^{-6}$	$3x10^{-4}$
KRYTOX（登録商標）143AC	6250	800	134	-35	$2x10^{-8}$	$8x10^{-6}$
DEMNUM（登録商標）S-200	8400	500	210	-53	$1x10^{-10}$	$1x10^{-7}$

【００４６】

【表３】

表ＩＩＩ．官能性 PFPE 類の PFPE 物理的特性

潤滑油	平均分子量	20℃での粘度 (cSt)	蒸気圧、Torr	
			20℃	100℃
FOMBLIN（登録商標）Z-DOL 2000	2000	85	$2.0x10^{-5}$	$2.0x10^{-5}$
FOMBLIN（登録商標）Z-DOL 2500	2500	76	$1.0x10^{-7}$	$1.0x10^{-4}$
FOMBLIN（登録商標）Z-DOL 4000	4000	100	$1.0x10^{-8}$	$1.0x10^{-4}$
FOMBLIN（登録商標）Z-TETROL	500	2000	$5.0x10^{-7}$	$2.0x10^{-4}$

【００４７】
【表４】

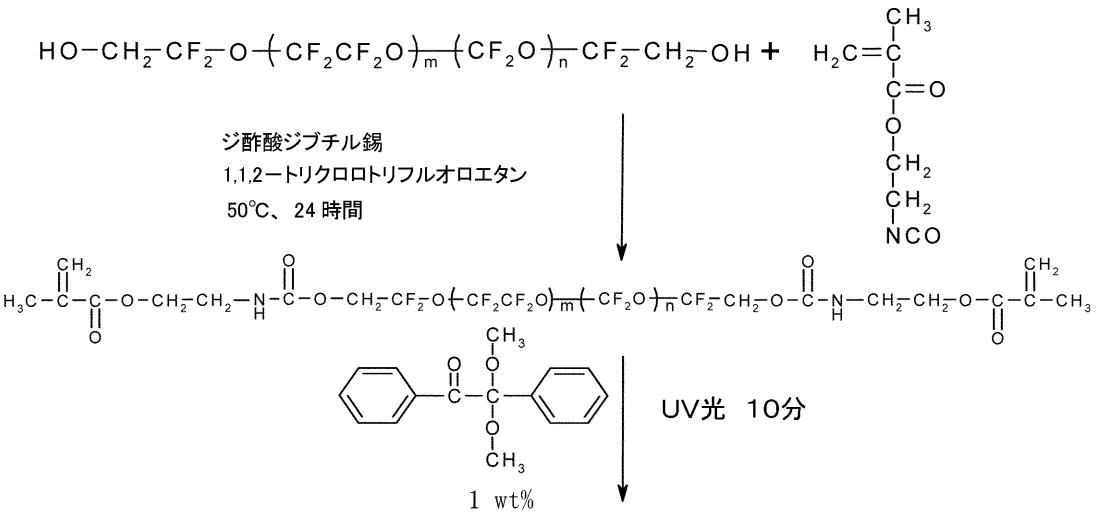
表ＩＶ．代表的なPFPE流体の名称及び化学構造

名称	構造[a]
ペルフルオロポリ（メチレンオキシド）(PMO)	$CF_3O(CF_2O)_xCF_3$
ペルフルオロポリ（エチレンオキシド）(PEO)	$CF_3O(CF_2CF_2O)_xCF_3$
ペルフルオロポリ（ジオキソラン）(DIOX)	$CF_3O(CF_2CF_2OCF_2O)_xCF_3$
ペルフルオロポリ（トリオキソカン）(TRIOX)	$CF_3O[(CF_2CF_2O)_2CF_2O]_xCF_3$

[a] ここでｘは任意の整数である。

【００４８】
いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテル前駆体は、ペルフルオロポリエーテルジメタクリレート及びペルフルオロポリエーテルジスチレン化合物の１つを形成するために、いくつかの実施態様で光硬化性ポリ（テトラフルオロエチレンオキシド－ｃｏ－ジフルオロメチレンオキシド）α，ωジオールを含む。官能化ペルフルオロポリエーテルを合成及び光硬化するための代表的なスキームをスキーム１に示す。
【００４９】

【化１】



スキーム1．官能化ペルフルオロポリエーテルの合成及び光硬化

【００５０】

ＩＩ．Ｂ．約１００センチストークスを超える粘度を有する液状PFPE前駆体材料から調製されるペルフルオロポリエーテル材料　以下、本明細書中で提供する、PFPE材料と他の材料及び／又は基板との間の接着性を促進、かつ／又は増強するための、並びに、表面に化学官能性を付加するための方法は、約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度及び約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するPFPE材料を含む。但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカルで光硬化性PFPE材料ではない。本明細書中で提示する場合、液状PFPE前駆体材料の粘度は、官能化前、すなわちメタクリレート又はスチレン性基で官能化する前の該材料の粘度を指す。

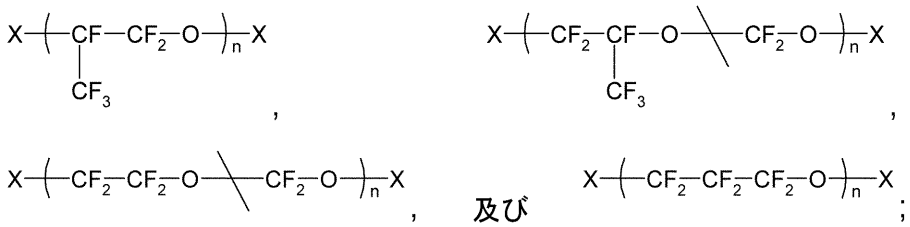
【００５１】

したがって、いくつかの実施態様において、PFPE材料は、約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度を有する液状PFPE前駆体材料から調製される。いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、重合性の基で末端キャップされている。いくつかの実施態様において、重合性の基は、アクリレート、メタクリレート、エポキシ、アミノ、カルボキシル、無水物、マレイミド、イソシアナト、オレフィン系、及びスチレン系の基からなる群から選択される。

【００５２】

いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテル材料は、

【化２】

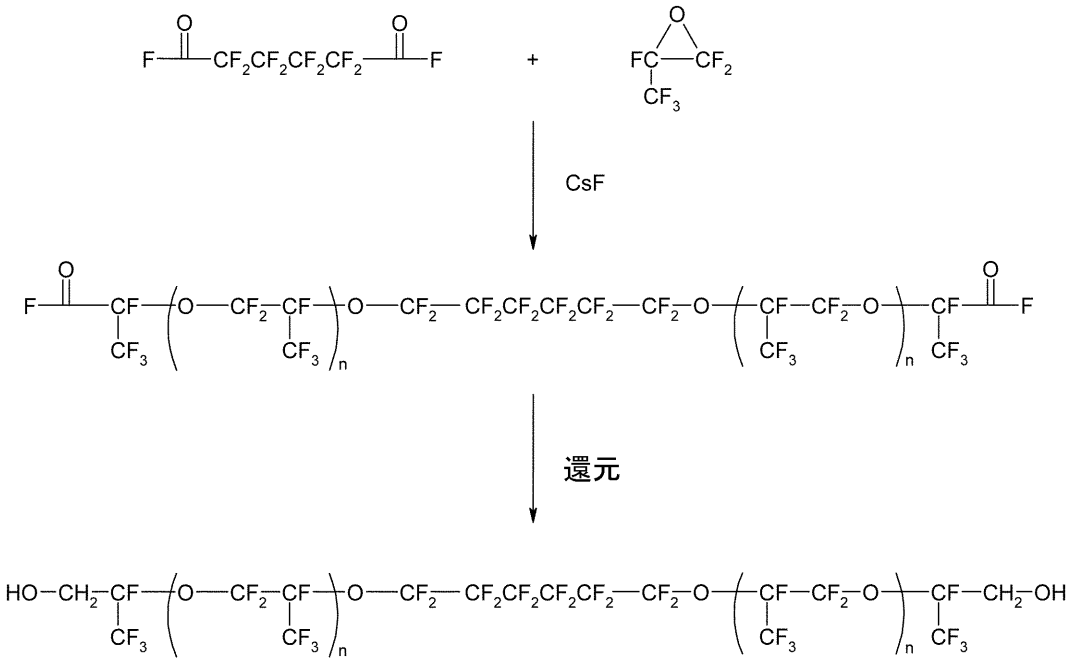


（式中、Ｘは存在するか、存在せず、存在する場合は、末端キャップ基を含み、ｎは１～１００の整数である。）からなる群から選択される骨格構造を含む。

【００５３】

いくつかの実施態様において、PFPE液状前駆体は、スキーム２に示すようにヘキサフルオロプロピレンオキシドから合成される。

【化３】

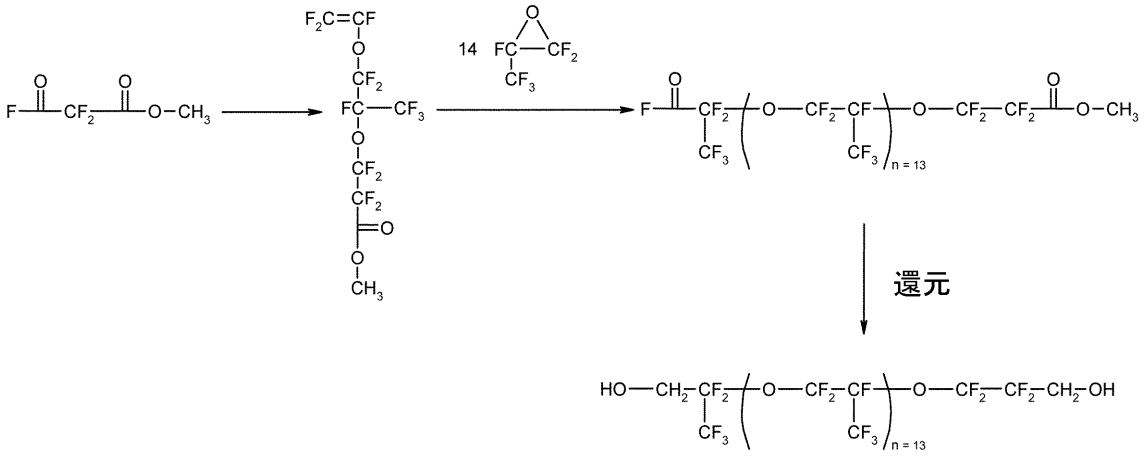


スキーム2．ヘキサフルオロプロピレンオキシドから液状 PFPE 前駆体材料の合成

【００５４】

いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、スキーム3に示すようにヘキサフルオロプロピレンオキシドから合成される。

【化４】



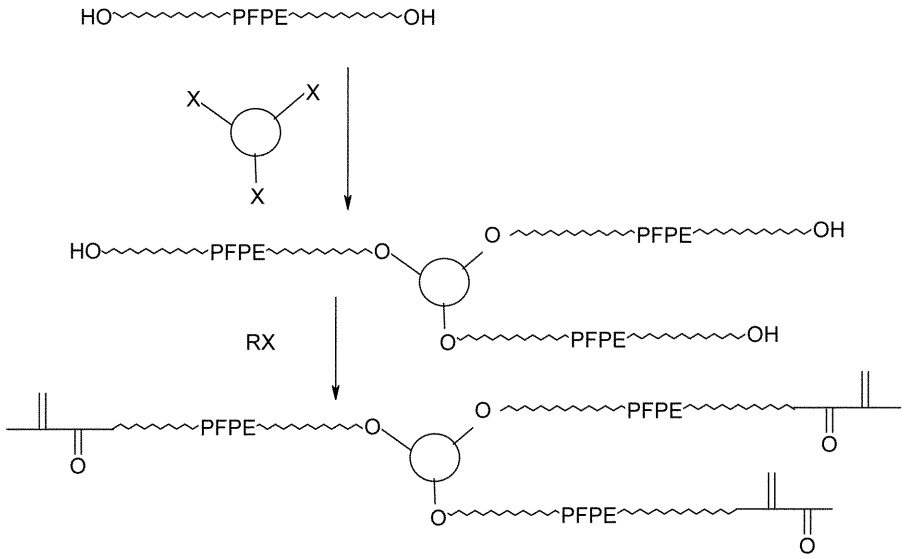
スキーム3．ヘキサフルオロプロピレンオキシドから液状 PFPE 前駆体材料の合成

【００５５】

いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、重合性の基を付加する前に、２つ以上の鎖を一緒に連結するようにして鎖を延長した材料を含む。したがって、いくつかの実施態様では、「リンカー基」が２本の鎖を連結して１つの分子にする。いくつかの実施態様では、スキーム４に示すように、リンカー基が３つ以上の鎖を連結する。

【００５６】

【化５】



スキーム4．3つの PFPE 鎖を連結するリンカー基

【００５７】

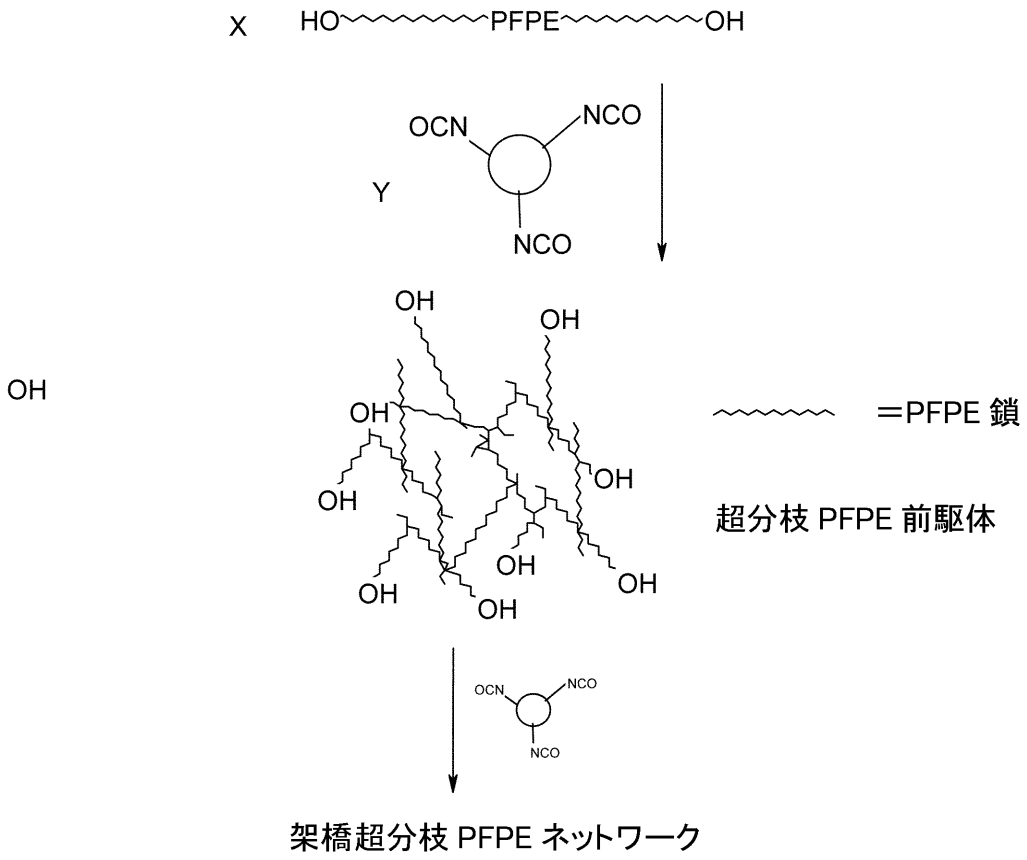
いくつかの実施態様において、Ｘは、イソシアネート、酸塩化物、エポキシ、及びハロゲンからなる群から選択される。いくつかの実施態様において、Ｒは、アクリレート、メ

タクリレート、スチレン、エポキシ、カルボキシル、無水物、マレイミド、イソシアネート、オレフィン系、及びアミンからなる群から選択される。いくつかの実施態様において、円は、任意の多官能性分子を表す。いくつかの実施態様において、多官能性分子は、環状分子を含む。PFPEは、これまでに示した任意のPFPE材料を指す。

【００５８】

いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、スキーム５に示すような超分枝ポリマーを含み、ここでPFPEは、これまでに示した任意のPFPE材料を指す。

【化６】

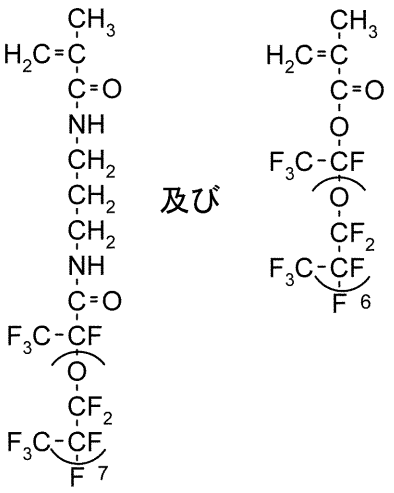


スキーム5. 超分枝 PFPE 液状前駆体材料

【００５９】

いくつかの実施態様において、液状PFPE材料は、

【化７】



からなる群から選択される末端官能化材料を含む。

【００６０】

いくつかの実施態様において、PFPE液状前駆体は、光酸発生剤を使用して光硬化性エポキシ部分でキャップされている。本明細書で開示する主題で使用するのに適した光酸発生剤としては、限定はしないが、ビス（4－tert－ブチルフェニル）ヨードニウムｐ－トルエンスルホネート、ビス（4－tert－ブチルフェニル）ヨードニウムトリフレート、（4－ブロモフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（tert－ブトキシカルボニルメトキシナフチル）－ジフェニルスルホニウムトリフレート、（tert－ブトキシカルボニルメトキシフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－tert－ブチルフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－クロロフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、ジフェニルヨードニウム－9,10－ジメトキシアントラセン－2－スルホネート、ジフェニルヨードニウムヘキサフルオロホスフェート、ジフェニルヨードニウムニトレート、ジフェニルヨードニウムペルフルオロ－1－ブタンスルホネート、ジフェニルヨードニウムｐ－トルエンスルホネート、ジフェニルヨードニウムトリフレート、（4－フルオロフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、Ｎ－ヒドロキシナフタルイミドトリフレート、Ｎ－ヒドロキシ－5－ノルボルネン－2,3－ジカルボキシミドペルフルオロ－1－ブタンスルホネート、Ｎ－ヒドロキシフタルイミドトリフレート、［4－［（2－ヒドロキシテトラデシル）オキシ］フェニル］フェニルヨードニウムヘキサフルオロアンチモネート、（4－ヨードフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－メトキシフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、2－（4－メトキシスチリル）－4,6－ビス（トリクロロメチル）－1,3,5－トリアジン、（4－メチルフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－メチルチオフェニル）メチルフェニルスルホニウムトリフレート、2－ナフチルジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－フェノキシフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、（4－フェニルチオフェニル）ジフェニルスルホニウムトリフレート、チオビス（トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート）、トリアリールスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート塩、トリアリールスルホニウムヘキサフルオロホスフェート塩、トリフェニルスルホニウムペルフルオロ－1－ブタンスルホネート、トリフェニルスルホニウムトリフレート、トリス（4－tert－ブチルフェニル）スルホニウムペルフルオロ－1－ブタンスルホネート、及びトリス（4－tert－ブチルフェニル）スルホニウムトリフレートが挙げられる。

【００６１】

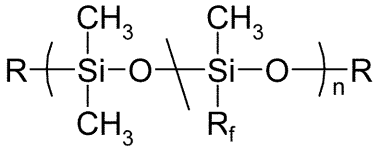
いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、硬化して、ＵＶ及び／又は可視光を高度に透過するエラストマーになる。いくつかの実施態様において、液状PFPE前駆体は、

硬化して、酸素、二酸化炭素、及び窒素に対して高度に透過性であるエラストマーになり、この特性は、その中に配分された生物学的流体／細胞の成育能力を維持することを容易にすることができる。いくつかの実施態様では、酸素、二酸化炭素、窒素、染料、試薬などの分子に対するデバイスの障壁特性を強化するために、添加剤が加えられ、或いは層が作られる。

【００６２】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題に対して使用するのに適した材料は、次式の構造

【化８】

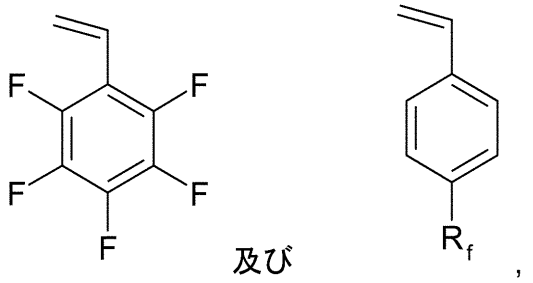


（式中、Ｒは、アクリレート、メタクリレート、及びビニル基からなる群から選択され、R_fはフルオロアルキル鎖を含み、
ｎは、１～100,000の整数である。）を有する、フルオロアルキルで官能化されたポリジメチルシロキサン（PDMS）を含むシリコーン材料を含む。

【００６３】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題に対して使用するのに適した材料は、

【化９】

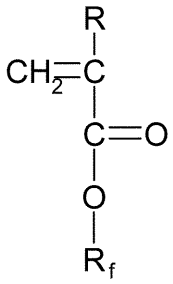


（式中、R_fはフルオロアルキル鎖である。）からなる群から選択されるフッ素化スチレンモノマーを含むスチレン系材料を含む。

【００６４】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題に対して使用するのに適した材料は、次の構造

【化１０】



（式中、Ｒは、Ｈ、アルキル、置換アルキル、アリール、及び置換アリールからなる群から選択され、
R_fは、ペルフルオロアルキル鎖とエステル結合の間に－CH_2－又は－CH_2－CH_2－スペーサーを有するフルオロアルキル鎖を含む。いくつかの実施態様において、ペルフルオロアルキル基は水素置換基を有する。）を有するフッ素化アクリレート又はフッ素化メタクリレートを含むアクリレート材料を含む。

【００６５】

いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題に対して使用するのに適した材料には、フッ素化モノマーを含むトリアジンフッ素ポリマーが含まれる。

いくつかの実施態様において、メタセシス重合反応によって重合又は架橋できるフッ素化モノマー又はフッ素化オリゴマーには、官能化オレフィンが含まれる。いくつかの実施態様において、官能化オレフィンには、官能化環状オレフィンが含まれる。

【００６６】

ＩＩ．Ｃ．フルオロオレフィンをベースにした材料　さらに、いくつかの実施態様において、本明細書中で使用される材料は、参照により全体として本明細書中に組み込まれるTangの米国特許第6,512,063号に記載されているような、高度にフッ素化されたフッ素エラストマー、例えば、少なくとも５８重量パーセントのフッ素を含むフッ素エラストマーから選択される。このようなフッ素エラストマーは、部分フッ素化、或いは過フッ素化が可能であり、フッ素エラストマーの重量を基準にして２５～７０重量パーセントの第一モノマーの共重合単位、例えばフッ化ビニリデン（VF_2）又はテトラフルオロエチレン（ＴＦＥ）を含むことができる。フッ素エラストマーの残りの単位は、第一モノマーと異なり、フッ素含有オレフィン、フッ素含有ビニルエーテル、炭化水素オレフィン、及びそれらの組合せからなる群から選択される１種以上のさらなる共重合モノマーを含む。

【００６７】

これらのフッ素エラストマーとしては、Ungerらの米国特許第6,408,878号にマイクロ流体工学の応用について記載されているように、VITON（登録商標）（DuPont Dow Elastomers、米国デラウェア州Wilmington）及びＫｅｌ－Ｆ型ポリマーが挙げられる。しかし、これらの市販のポリマーは、それらのポリマーに粘着性のガム様粘度を与える約４０～６５（121℃でＭＬ　1＋10）の範囲のムーニー粘度（Mooney viscosity）を有する。硬化すると、これらのポリマーは、堅い不透明の固体になる。現在入手可能な、VITON（登録商標）及びＫｅｌ－Ｆは、マイクロスケール成型において限られた有用性がある。本明細書に記載する応用分野の技術分野では、類似の組成物に属するが、粘度がより低く、光学的透明性がより大きい硬化可能な種が必要とされる。より低い粘度（例えば２～３２（121℃でＭＬ　1＋10））又はより好ましくは２０℃で80～2000cSt程度の組成物は、流し込むことのできる、より効率的に硬化する液体を作り出す。

【００６８】

より詳細には、フッ素含有オレフィンとしては、限定はしないが、フッ化ビニリジン、ヘキサフルオロプロピレン（ＨＦＰ）、テトラフルオロエチレン（ＴＦＥ）、1,2,3,3,3

－ペンタフルオロプロペン（1－HPFP）、クロロトリフルオロエチレン（CTFE）及びフッ化ビニルが挙げられる。

【００６９】

フッ素含有ビニルエーテルとしては、限定はしないが、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル（PAVE）類が挙げられる。より詳細には、モノマーとして使用するためのペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル類としては、次式

【化１１】

$$CF_2=CFO(R_fO)_n(R_fO)_mR_f$$

（式中、各R_fは、独立に直鎖又は分枝鎖のC_1～C_6ペルフルオロアルキレン基であり、m及びnは、それぞれ独立に０～１０の整数である。）のペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル類が挙げられる。

【００７０】

いくつかの実施態様において、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテルには、次式

【化１２】

$$CF_2=CFO(CF_2CFXO)_nR_f$$

（式中、Xは、F又はCF_3であり、nは、０～５の整数であり、R_fは、直鎖又は分枝鎖のC_1～C_6ペルフルオロアルキレン基である。）のモノマーが含まれる。いくつかの実施態様において、nは、０又は１であり、R_fは、１～３個の炭素原子を含む。このようなペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル類の代表的な例としては、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル（PMVE）及びペルフルオロ（プロピルビニル）エーテル（PPVE）が挙げられる。

【００７１】

いくつかの実施態様において、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテルには、次式

【化１３】

$$CF_2=CFO[(CF_2)_mCF_2CFZO)_nR_f$$

（式中、R_fは、１～６個の炭素原子を有するペルフルオロアルキル基であり、mは０～１の整数であり、nは０～５の整数であり、Zは、F又はCF_3である。）のモノマーが含まれる。いくつかの実施態様において、R_fはC_3F_7であり、mは０であり、nは１である。

【００７２】

いくつかの実施態様おいて、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテルモノマーには、式

【化１４】

$$CF_2=CFO[(CF_2CF\{CF_3\}O)_n(CF_2CF_2CF_2O)_m(CF2)_p]C_xF_{2x+1}$$

（式中、m及びnは、それぞれ独立に０～１０の整数であり、pは０～３の整数であり、

ｘは１～５の整数である。）の化合物が含まれる。いくつかの実施態様において、ｎは０又は１であり、ｍは０又は１であり、Ｘは１である。

【００７３】

有用なペルフルオロ（アルキルビニルエーテル）のその他の例には、

【化１５】

$$CF_2=CFOCF_2CF(CF_3)O(CF_2O)_mC_nF_{2n+1}$$

（式中、ｎは１～５の整数であり、ｍは１～３の整数であり、いくつかの実施態様において、ｎは１である。）が含まれる。

【００７４】

本明細書記載のフッ素エラストマー中に、ペルフルオロ（アルキルビニル）エーテル（PAVE）に属する共重合単位が存在する実施態様において、そのPAVE含有量は、フッ素エラストマーの総重量を基準にして一般に２５～７５重量パーセントの範囲である。PAVEがペルフルオロ（メチルビニル）エーテル（PMVE）であるなら、そのフッ素エラストマーは、30～55wt%の共重合したPMVE単位を含む。

【００７５】

本明細書記載のフッ素エラストマーに有益な炭化水素オレフィンとしては、限定はしないが、エチレン（Ｅ）及びプロピレン（Ｐ）が挙げられる。本実施態様において、本明細書記載のフッ素エラストマー中に、炭化水素オレフィンに属する共重合単位が存在するなら、その炭化水素オレフィンの含有量は、一般に４～３０重量パーセントである。

【００７６】

さらに、本明細書記載のフッ素エラストマーは、いくつかの実施態様において、１種以上の架橋点モノマーを含むことができる。適切な架橋点モノマーの例としては、ｉ）臭素含有オレフィン、ｉｉ）ヨウ素含有オレフィン、ｉｉｉ）臭素含有ビニルエーテル、ｉｖ）ヨウ素含有ビニルエーテル、ｖ）ニトリル基を有するフッ素含有オレフィン、ｖｉ）ニトリル基を有するフッ素含有ビニルエーテル、ｖｉｉ）1,1,3,3,3－ペンタフルオロプロペン（2－HPFP）、viii）ペルフルオロ（2－フェノキシプロピルビニル）エーテル、及びｉｘ）非共役ジエンが挙げられる。

【００７７】

臭素化された架橋点モノマーは、他のハロゲン、好ましくはフッ素を含んでいてもよい。臭素化されたオレフィン架橋点モノマーの例には、$CF_2=CFOCF_2CF_2CF_2OCF_2CF_2Br$；ブロモトリフルオロエチレン；4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1（BTFB）；及びその他臭化ビニル、1－ブロモ－2,2－ジフルオロエチレンなど；臭化ペルフルオロアリル；4－ブロモ－1,1,2－トリフルオロブテン－1；4－ブロモ－1,1,3,3,4,4－ヘキサフルオロブテン；4－ブロモ－3－クロロ－1,1,3,4,4－ペンタフルオロブテン；6－ブロモ－5,5,6,6－テトラフルオロヘキセン；4－ブロモペルフルオロブテン－1、及び臭化3,3－ジフルオロアリルなどがある。臭素化されたビニルエーテル架橋点モノマーとしては、2－ブロモ－ペルフルオロエチルペルフルオロビニルエーテル、及び$CF_2BrCF_2O-CF=CF_2$など、部類$CF_2Br-R_f-O-CF=CF_2$（ここでR_fはペルフルオロアルキレン基である）に属するフッ素化化合物、並びに$CH_3OCF=CFBr$又は$CF_3CH_2OCF=CFBr$など、部類ROCF＝CFBr又はROCBr＝CF_2（ここでRは低級アルキル基又はフルオロアルキル基である）に属するフルオロビニルエーテルが挙げられる。

【００７８】

適切なヨウ素化された架橋点モノマーとしては、式CHR＝CH－Z－CH_2CHR－Iに属するヨウ素化オレフィンが挙げられ、ここで、Ｒは－Ｈ又は－CH_3であり、Ｚは、米国特許第5,674,959号に開示されているような、C_1～C_{18}の直鎖又は分枝鎖で場合によっては１個以上のエーテル酸素原子を含む（ペル）フルオロアルキレン基、或いは（ペル）フルオロポリオキシアルキレン基である。有用なヨウ素化された架橋点モノマーのその他の例

には、米国特許第5,717,036号に開示されているような、式$I(CH_2CF_2CF_2)_nOCF=CF_2$及び$ICH_2CF_2O[CF(CF_3)CF_2O]_nCF=CF_2$（ここで、ｎは１～３の整数である。）などに属する不飽和エーテルがある。さらに、ヨードエチレン、4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1（ITFB）；3－クロロ－4－ヨード－3,4,4－トリフルオロブテン；2－ヨード－1,1,2,2－テトラフルオロ－1－（ビニルオキシ）エタン；2－ヨード－1－（ペルフルオロビニルオキシ）－1,1,2,2－テトラフルオロエチレン；1,1,2,3,3,3－ヘキサフルオロ－2－ヨード－1－（ペルフルオロビニルオキシ）プロパン；2－ヨードエチルビニルエーテル；3,3,4,5,5,5－ヘキサフルオロ－4－ヨードペンテン；及びヨードトリフルオロエチレンを始めとする適切なヨウ素化された架橋点モノマーが、米国特許第4,694,045号に開示されている。ヨウ化アリル及び2－ヨード－ペルフルオロエチルペルフルオロビニルエーテルも、有用な架橋点モノマーである。

【００７９】

有用なニトリル含有架橋点モノマーとしては、下式のモノマー、

【化１６】

$$CF_2=CF–O(CF_2)_n–CN$$

（式中、ｎは２～１２の整数である。いくつかの実施態様において、ｎは２～６の整数である。）、

【化１７】

$$CF_2=CF–O[CF_2-CF(CF)–O]_n–CF_2–CF(CF_3)–CN$$

（式中、ｎは０～４の整数である。いくつかの実施態様において、ｎは０～２の整数である。）、

【化１８】

$$CF_2=CF–[OCF_2CF(CF_3)]_x–O–(CF_2)_n–CN$$

（式中、ｘは１又は２であり、ｎは１～４の整数である。）、及び

【化１９】

$$CF_2=CF–O–(CF_2)_n–O–CF(CF_3)–CN$$

（式中、ｎは２～４の整数である。）が挙げられる。いくつかの実施態様において、架橋点モノマーは、ニトリル基及びトリフルオロビニルエーテル基を有する過フッ化ポリエーテルである。

【００８０】

いくつかの実施態様において、架橋点モノマーは、

【化２０】

$$CF_2=CFOCF_2CF(CF_3)OCF_2CF_2CN$$

すなわち、ペルフルオロ（8－シアノ－5－メチル－3,6－ジオキサ－1－オクテン）又は8－CNVEである。

【００８１】

非共役ジエン架橋点モノマーの例としては、限定はしないが、1,4－ペンタジエン；1,5－ヘキサジエン；1,7－オクタジエン；3,3,4,4－テトラフルオロ－1,5－ヘキサジエン；及びその他カナダ特許第2,067,891号及び欧州特許第0784064A1号に開示されているようなモノマーが挙げられる。適切なトリエンは、8－メチル－4－エチリデン－1,7－オクタジエンである。

【００８２】

フッ素エラストマーをペルオキシドで硬化する実施態様では、架橋点が、4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1（BTFB）；4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1（ITFB）；ヨウ化アリル；ブロモトリフルオロエチレン及び8－CNVEからなる群から選択されるのが好ましい。フッ素エラストマーをポリオールで硬化する実施態様では、2－HPFP又はペルフルオロ（2－フェノキシプロピルビニル）エーテルが好ましい架橋点モノマーである。フッ素エラストマーをテトラアミン、ビス（アミノフェノール）又はビス（チオアミノフェノール）で硬化する実施態様では、8－CNVEが好ましい架橋点モノマーである。

【００８３】

架橋点モノマーの単位は、本明細書で開示するフッ素エラストマー中に存在するなら、典型的には、0.05～10wt%、好ましくは0.05～5wt%、及び最も好ましくは0.05～3wt%（フッ素エラストマーの総重量を基準にして）の濃度で存在する。

【００８４】

本明細書で開示する主題中において使用できるフッ素エラストマーとしては、限定はしないが、少なくとも58wt%のフッ素を有し、かつ、ｉ）フッ化ビニリデン及びヘキサフルオロプロピレン、ｉｉ）フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン及びテトラフルオロエチレン、ｉｉｉ）フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン、テトラフルオロエチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、ｉｖ）フッ化ビニリデン、ヘキサフルオロプロピレン、テトラフルオロエチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、v）フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、ｖｉ）フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、ｖｉｉ）フッ化ビニリデン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、テトラフルオロエチレン及び1,1,3,3,3－ペンタフルオロプロペン、viii）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及びエチレン、ｉｘ）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、エチレン及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、ｘ）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、エチレン及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、ｘｉ）テトラフルオロエチレン、プロピレン及びフッ化ビニリデン、ｘｉｉ）テトラフルオロエチレン及びペルフルオロ（メチルビニル）エーテル、xiii）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及びペルフルオロ（8－シアノ－5－メチル－3,6－ジオキサ－1－オクテン）、ｘｉｖ）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ(メチルビニル)エーテル及び4－ブロモ－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、xv）テトラフルオロエチレン、ペルフルオロ（メチルビニル）エーテル及び4－ヨード－3,3,4,4－テトラフルオロブテン－1、並びにｘｖｉ）テトラフルオロエチレン、ペル

フルオロ(メチルビニル)エーテル及びペルフルオロ（2－フェノキシプロピルビニル）エーテルの共重合単位を含むフッ素エラストマーが挙げられる。

【００８５】

さらに、フッ素エラストマーを調製する際に連鎖移動剤又は分子量調節剤を使用する結果として、フッ素エラストマーのポリマー鎖末端の一端又は両端に、ヨウ素含有末端基、臭素含有末端基又はそれらの組合せが存在していてもよい。連鎖移動剤の量は、採用するなら、フッ素エラストマー中のヨウ素又は臭素濃度が0.005～5wt%、好ましくは0.05～3wt%の範囲になるように計算される。

【００８６】

連鎖移動剤の例としては、結果としてポリマー分子の一端又は両端に結合したヨウ素を組み込むことになるヨウ素含有化合物が挙げられる。ヨウ化メチレン、1,4－ジヨードペルフルオロ－n－ブタン、及び1,6－ジヨード－3,3,4,4－テトラフルオロヘキサンが、このような薬剤の代表である。その他のヨウ素化された連鎖移動剤としては、1,3－ジヨードペルフルオロプロパン、1,6－ジヨードペルフルオロヘキサン、1,3－ジヨード－2－クロロペルフルオロプロパン、1,2－ジ（ヨードジフルオロメチル）ペルフルオロシクロブタン、モノヨードペルフルオロエタン、モノヨードペルフルオロブタン、2－ヨード－1－ヒドロペルフルオロエタンなどが挙げられる。また、欧州特許第0868447A1号に開示されているシアノ－ヨウ素連鎖移動剤も挙げられる。特に好ましいのは、二ヨウ素化された連鎖移動剤である。

【００８７】

臭素化された連鎖移動剤の例としては、1－ブロモ－2－ヨードペルフルオロエタン、1－ブロモ－3－ヨードペルフルオロプロパン、1－ヨード－2－ブロモ－1,1－ジフルオロエタン及び米国特許第5,151,492号に開示されているようなその他の連鎖移動剤が挙げられる。

【００８８】

使用するのに適したその他の連鎖移動剤としては、米国特許第3,707,529号に開示されているものが挙げられる。このような薬剤の例としては、イソプロパノール、マロン酸ジエチル、酢酸エチル、四塩化炭素、アセトン及びドデシルメルカプタンが挙げられる。

【００８９】

ＩＩＩ．熱フリーラジカル硬化法によるマイクロ流体デバイスの形成方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、官能性液状ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体材料を、パターン基板すなわち原版（マスター）と接触させ、フリーラジカル開始剤を使用して熱で硬化させる、マイクロ流体デバイスの形成方法を提供する。以下、本明細書中でより詳細に示すように、いくつかの実施態様では、液状PFPE前駆体材料を完全に硬化させ、完全硬化PFPEネットワークを形成する。次いで、このネットワークをパターン基板から取り外し、第二の基板と接触させて可逆的な密閉シールを形成できる。

【００９０】

いくつかの実施態様では、液状PFPE前駆体材料を部分的に硬化させ、部分硬化PFPEネットワークを形成する。いくつかの実施態様では、部分硬化ネットワークを、第二の部分硬化PFPE材料層と接触させ、硬化反応を完結させ、それによってPFPE層間に永続的接着を形成する。

【００９１】

さらに、部分硬化PFPEネットワークを、ポリ（ジメチルシロキサン）又は他のポリマーなど、別のポリマー材料を含む層又は基板と接触させ、次いで、PFPEネットワークが他のポリマー材料に接着するように熱硬化させることができる。さらに、部分硬化PFPEネットワークを、ガラス、水晶、又はケイ素などの固体基板と接触させ、次いで、シランカップリング剤を使用することによりその基板に結合させることができる。

【００９２】

ＩＩＩ．Ａ．エラストマー材料のパターン層の形成方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、エラストマー材料のパターン層の形成方法を提供する。本

明細書で開示する方法は、セクションＩＩ．Ａ及びＩＩ．Ｂ記載のペルフルオロポリエーテル材料及びセクションＩＩ．Ｃ記載のフルオロオレフィンをベースにした材料に対して使用するのに適している。より高粘度のPFPE材料を使用することの利点により、中でも、架橋結合の間により大きな分子量を見込むことが可能になる。架橋結合の間のより大きな分子量は、材料のエラストマー特性を向上させることができ、その特性によって、中でも、亀裂が形成するのを防止できる。そこで、図１Ａ～１Ｃを参照して、本明細書で開示する主題に属する実施態様を概略的に説明する。一段高くなった突出部１０４を含むパターン表面１０２を有する基板１００が描かれている。したがって、基板１００のパターン表面１０２は、パターン形状を形成する少なくとも１つの一段高くなった突出部１０４を含む。いくつかの実施態様において、基板１００のパターン表面１０２は、複雑なパターンを形成する複数の一段高くなった突出部１０４を含む。

【００９３】

図１Ｂで最もよくわかるように、液状前駆体材料１０６を、基板１００のパターン表面１０２上に配分する。図１Ｂに示すように、液状前駆体材料１０２を処理法T_rで処理する。液状前駆体材料１０６を処理すると、エラストマー材料のパターン層１０８（図１Ｃに記載）が形成される。

【００９４】

図１Ｃに示すように、エラストマー材料のパターン層１０８は、パターン層１０８の底部表面に形成された凹部１１０を含む。凹部１１０の寸法は、基板１００のパターン表面１０２の一段高くなった突出部１０４の寸法に対応する。いくつかの実施態様において、凹部１１０は、少なくとも１つのチャネル１１２を含み、本明細書で開示する主題のいくつかの実施態様において、該チャネルには、マイクロスケールのチャネルが含まれる。基板１００のパターン表面１０２からパターン層１０８を取り外し、マイクロ流体デバイス１１４を得る。

【００９５】

いくつかの実施態様において、パターン基板には、エッチングされたシリコンウェハーが含まれる。いくつかの実施態様において、パターン基板には、フォトレジストでパターン化された基板が含まれる。本明細書で開示する主題の目的の場合、パターン基板は、限定はしないが、フォトリソグラフィー、電子ビームリソグラフィー、及びイオンミリングを始めとする当技術分野で周知の加工方法のいずれかによって作製できる。

【００９６】

いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、厚さが約0.1μm～約100μmである。いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、厚さが約0.1mm～約10mmである。いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、厚さが約1μm～約50μmである。いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、厚さが約20μmである。いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、厚さが約５ｍｍである。

【００９７】

いくつかの実施態様において、ペルフルオロポリエーテルのパターン層は、複数のマイクロスケールチャネルを含む。いくつかの実施態様において、チャネルは、約0.01μm～約1000μmの範囲の幅を、約0.05μm～約1000μmの範囲の幅を、かつ／又は約1μm～約1000μmの範囲の幅を有する。いくつかの実施態様において、チャネルは、約1μm～約500μmの範囲の幅を、約1μm～約250μmの範囲の幅を、かつ／又は約10μm～約200μmの範囲の幅を有する。典型的なチャネル幅としては、限定はしないが、0.1μm、１μｍ、２μｍ、５μｍ、10μm、20μm、30μm、40μm、50μm、60μm、70μm、80μm、90μm、100μm、110μm、120μm、130μm、140μm、150μm、160μm、170μm、180μm、190μm、200μm、210μm、220μm、230μm、240μm、及び250μmが挙げられる。

【００９８】

いくつかの実施態様において、チャネルは、約1μm～約1000μmの範囲の深さを、かつ／又は約1μm～約100μmの範囲の深さを有する。いくつかの実施態様において、チャネル

は、約0.01μm～約1000μmの範囲の深さを、約0.05μm～約500μmの範囲の深さを、約0.2μm～約250μmの範囲の深さを、約１μm～約100μmの範囲の深さを、約２μm～約20μmの範囲の深さを、かつ／又は約５μm～約10μmの範囲の深さを有する。典型的なチャネル深さとしては、限定はしないが、0.01μm、0.02μm、0.05μm、0.1μm、0.2μm、0.5μm、１μm、２μm、３μm、４μm、５μm、7.5μm、10μm、12.5μm、15μm、17.5μm、20μm、22.5μm、25μm、30μm、40μm、50μm、75μm、100μm、150μm、200μm、及び250μmが挙げられる。

【００９９】

いくつかの実施態様において、チャネルは、約０．１：１～約１００：１の範囲の幅／深さ比を有する。いくつかの実施態様において、チャネルは、約１：１～約５０：１の範囲の幅／深さ比を有する。いくつかの実施態様において、チャネルは、約２：１～約２０：１の範囲の幅／深さ比を有する。いくつかの実施態様において、チャネルは、約３：１～約１５：１の範囲の幅／深さ比を有する。いくつかの実施態様において、チャネルは、約１０：１の範囲の幅／深さ比を有する。

【０１００】

当業者は、本明細書で開示する主題のチャネルの寸法は、上述の典型的範囲に限定されるものではなく、幅及び深さを変化させ、チャネルを通って材料を流すのに、かつ／又はバルブを作動させてその中の材料の流れを制御するのに要求される力の大きさに影響を与えることができることを認識するであろう。さらに、以下、本明細書中でより詳細に述べるように、流体リザーバー、反応チャンバー、混合チャネル、分離領域などとして使用するためには、より幅の広いチャネルが考えられる。

【０１０１】

ＩＩＩ．Ｂ．多層パターン材料の形成方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、多層パターン材料、例えば、多層パターン化されたPFPE材料の形成方法を記載する。いくつかの実施態様では、多層パターン化ペルフルオロポリエーテル材料を使用して、PFPEをベースにしたモノリシックマイクロ流体デバイスを作製する。

【０１０２】

そこで、図２Ａ～２Ｄを参照して、本明細書で開示する主題の実施態様での調製を概略的に説明する。パターン層２００及び２０２を準備する。いくつかの実施態様において、その層はそれぞれ、約100cStを超える粘度を有する液状PFPE前駆体材料から調製されるペルフルオロポリエーテル材料を含む。この例では、パターン層２００及び２０２のそれぞれが、複数のチャネル２０４を含む。本明細書で開示する主題のこの実施態様において、複数のチャネル２０４にはマイクロスケールチャネルが含まれる。図２Ａ～２Ｃで、パターン層２００のチャネルは、断続線すなわち影で表される。パターン層２０２を、所定の位置に調整してパターン層２００の上に重ねる。この例で、所定の位置調整は、パターン層２００及び２０２中のチャネル２０４が、互いに実質上垂直であるような調整である。図２Ａ～２Ｄに示すように、いくつかの実施態様では、パターン層２００を、非パターン層２０６の上に重ねる。非パターン層２０６はペルフルオロポリエーテルを含んでもよい。

【０１０３】

図２Ａ～２Ｄを参照して続けると、パターン層２００及び２０２、並びにいくつかの実施態様では非パターン層２０６を、処理法T_rで処理する。以下、本明細書中でより詳細に説明するように、層２００及び２０２、並びにいくつかの実施態様では非パターン層２０６を、処理法T_rで処理して、パターン層２００及び２０２の相互接着を、及び、いくつかの実施態様では図２Ｃ及び２Ｄに示すように、パターン層２００と非パターン層２０６の接着を促進する。得られるマイクロ流体デバイス２０８は、図２Ｄの断面図で最もよくわかるように、所定の交差部分２１２で交差するマイクロスケールチャネル２０４を含む統合ネットワーク２１０を含む。また、図２Ｄには、パターン層２０２のチャネル２０４とパターン層２００のチャネル２０４を隔てる、パターン層２００のチャネル２０４の上部表面を構成する膜２１４が示されている。

【０１０４】
図２Ａ～２Ｃを参照して続けると、いくつかの実施態様において、パターン層２０２は複数の開口部を含み、その開口部は、入口開口部２１６及び出口開口部２１８と呼ばれる。いくつかの実施態様において、孔、例えば入口開口部２１６及び出口開口部２１８は、チャネル２０４と流体連絡の状態にある。いくつかの実施態様において、開口部は、隣接するチャネル（示さず）の流れを制限するように作動できる、PFPE材料を含む薄膜を含む側面作動バルブ構造を含む。
【０１０５】
いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第一パターン層は、厚さが、PFPE構造に対してある程度の機械的安定性を付与するように型取られる。したがって、いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第一パターン層は、厚さが約50μmから数ｃｍである。いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第一パターン層は、厚さが50μmから約10mmである。いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第一パターン層は、厚さが５ｍｍである。いくつかの実施態様において、PFPE材料の第一パターン層は、厚さが約４ｍｍである。さらに、いくつかの実施態様において、PFPE材料の第一パターン層の厚さは、約0.1μｍ～約10cm、約１μｍ～約５ｃｍ、約10μｍ～約２ｃｍ、及び約100μｍ～約10mmの範囲である。
【０１０６】
いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第二パターン層は、厚さが約１μｍから約100μｍである。いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第二パターン層は、厚さが約１μｍから約50μｍである。いくつかの実施態様において、光硬化PFPE材料の第二パターン層は、厚さが約20μｍである。
【０１０７】
図２Ａ～２Ｃは、PFPE材料の２つのパターン層を組み合わせたマイクロ流体デバイスの構成を開示しているが、本明細書で開示する主題のいくつかの実施態様では、PFPE材料の、１つのパターン層と１つの非パターン層を含むマイクロ流体デバイスを形成することが可能である。したがって、第一パターン層は、マイクロスケールチャネル又はマイクロスケールチャネルを含む統合ネットワークを含むことが可能であり、次いで、その第一パターン層を、非パターン層の上部に重ね、本明細書に開示するように紫外光の適用などの光硬化段階を利用して非パターン層に接着し、層に封入されたチャネルを含むモノリシック構造体を形成できる。
【０１０８】
したがって、いくつかの実施態様において、光硬化ペルフルオロポリエーテル材料の第一及び第二パターン層、或いは別法として、光硬化ペルフルオロポリエーテル材料の第一パターン層及び光硬化ペルフルオロポリエーテル材料の非パターン層は、互いに接着し、それによって、PFPEをベースにしたモノリシックマイクロ流体デバイスを形成する。
【０１０９】
ＩＩＩ．Ｃ．熱フリーラジカル硬化法によるパターン化PFPE層の形成方法　いくつかの実施態様において、限定はしないが、過酸化物及び／又はアゾ化合物を始めとする熱フリーラジカル開始剤を、限定はしないが、アクリレート、メタクリレート、及びスチレン系単位を始めとする重合が可能な基で官能化された液状ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体と混合し、ブレンドを形成する。図１Ａ～１Ｃに示すように、次いで、ブレンドを、パターン基板、すなわち「原版（マスター）」と接触させ、そして加熱し、PFPE前駆体を硬化してネットワークにする。
【０１１０】
いくつかの実施態様では、PFPE前駆体を完全に硬化させ、完全に硬化したPFPE前駆体を形成する。いくつかの実施態様では、フリーラジカル硬化反応をほんの部分的に進行させて、部分硬化ネットワークを形成する。
【０１１１】
ＩＩＩ．Ｄ．熱フリーラジカル硬化法による基板へのPFPE材料層の接着方法　いくつか

の実施態様では、完全に硬化したPFPE前駆体を、パターン基板、すなわち原版から取り外し（例えば剥がして）、第二基板と接触させて、可逆的密封シールを形成する。

いくつかの実施態様では、部分硬化ネットワークを、PFPE材料の第二部分硬化層と接触させ、次いで、硬化反応を完結させ、それによって、PFPEの層間に永続的接着を形成する。

【０１１２】

いくつかの実施態様では、部分的フリーラジカル硬化法を利用して、部分硬化PFPE材料の少なくとも１つの層を基板に接着する。いくつかの実施態様では、部分的フリーラジカル硬化法を利用して、部分硬化PFPE材料の複数の層を基板に接着する。いくつかの実施態様において、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、基板をシランカップリング剤で処理する。

【０１１３】

PFPE材料層を基板に接着するための本明細書で開示する方法の実施態様を、図３Ａ～３Ｃに例示する。そこで、図３Ａを参照して、基板３００を準備する。いくつかの実施態様において、その基板３００は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。基板３００を処理法T_{r1}で処理する。いくつかの実施態様において、処理法T_{r1}は、基板を塩基／アルコール混合物、例えばＫＯＨ／イソプロパノールで処理して、基板３００にヒドロキシル官能性を付与することを含む。

【０１１４】

ここで、図３Ｂを参照して、官能化された基板３００を、シランカップリング剤、例えば$R-SiCl_3$又は$R-Si(OR_1)_3$（ここで、Ｒ及びR_1は、本明細書に記載するような官能基を表す）と反応させてシラン化された基板３００を形成する。いくつかの実施態様において、シランカップリング剤は、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、ここで、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランは、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される部分で官能化される。

【０１１５】

ここで、図３Ｃを参照して、シラン化基板３００を、部分硬化PFPE材料のパターン層３０２と接触させ、処理方法T_{r2}で処理して、PFPE材料のパターン層３０２と基板３００の間に永続的な接着を形成する。

【０１１６】

いくつかの実施態様では、部分フリーラジカル硬化を利用して、PFPE層を、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）材料、ポリウレタン材料、シリコーン含有ポリウレタン材料、及びPFPE－PDMSブロックコポリマー材料などの第二ポリマー材料に接着する。いくつかの実施態様で、第二ポリマー材料には、官能化ポリマー材料が含まれる。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、重合性の基でキャップされている。いくつかの実施態様において、重合性の基は、アクリレート、スチレン、及びメタクリレートからなる群から選択される。さらに、いくつかの実施態様では、第二ポリマー材料を、プラズマ及びシランカップリング剤で処理して、第二ポリマー材料に望ましい官能性を導入する。

【０１１７】

PFPE材料のパターン層をポリマー材料の他のパターン層に接着するための本明細書で開示する方法の実施態様を、図４Ａ～４Ｃに例示する。そこで、図４Ａを参照して、第一ポリマー材料のパターン層４００を準備する。いくつかの実施態様において、第一ポリマー材料は、PFPE材料の。いくつかの実施態様において、第一ポリマー材料は、ポリ（ジメチルシロキサン）材料、ポリウレタン材料、シリコーン含有ポリウレタン材料、及びPFPE－

PDMSブロックコポリマー材料の群から選択されるポリマー材料の。第一ポリマー材料のパターン層４００を処理法T_{r1}で処理する。いくつかの実施態様において、処理法T_{r1}は、第一ポリマー材料のパターン層４００を、O_3及びＲ官能基の存在下でＵＶ光に暴露して、ポリマー材料のパターン層４００にＲ官能基を付加することを含む。

【０１１８】

そこで、図４Ｂを参照して、第一ポリマー材料の官能化されたパターン層４００を、PFPE材料の官能化されたパターン層４０２の上部表面と接触させ、次いで、処理法T_{r2}で処理して、二層混成アッセンブリー４０４を形成する。このようにして、第一ポリマー材料の官能化されたパターン層４００をPFPE材料の官能化されたパターン層４０２に接着する。

【０１１９】

そこで、図４Ｃを参照して、二層混成アッセンブリー４０４を、いくつかの実施態様では、基板４０６と接触させて、多層混成構造物４１０を形成する。いくつかの実施態様では、基板４０６を、液状PFPE前駆体材料の層４０８で被覆する。多層混成構造物４１０を処理法T_{r3}で処理して、二層アッセンブリー４０４を基板４０６に接着する。

【０１２０】

Ｉｖ．二成分硬化法によるマイクロ流体デバイスの形成方法　本明細書で開示する主題は、官能性ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体を、パターン表面と接触させ、次いで、エポキシ／アミン、ヒドロキシル／イソシアネート、ヒドロキシル／酸塩化物、及びヒドロキシル／クロロシランなどの、２つの成分の反応により硬化させて、完全硬化又は部分硬化PFPEネットワークを形成する。いくつかの実施態様では、部分硬化PFPEネットワークを、他の基板と接触させ、次いで、硬化を完結させて、PFPEネットワークを基板に接着する。この方法を利用して、PFPE材料の複数の層を基板に接着できる。

【０１２１】

さらに、いくつかの実施態様において、基板は、PDMS又は他のポリマーなどの第二ポリマー材料の。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン（Kraton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性材料の。

【０１２２】

いくつかの実施態様では、PFPE層を、シランカップリング剤によって、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、及び溶融シリカ材料などの固体基板に接着する。

【０１２３】

Ｉｖ．Ａ．二成分硬化法によるパターン化されたPFPE層の形成方法　いくつかの実施態様において、PFPEネットワークは、二成分官能性液状前駆体系の反応により形成される。図１Ａ～１Ｃに示すような、ポリマー材料のパターン層を形成するための一般的方法を利用して、二成分系の液状前駆体材料を、パターン基板と接触させ、PFPE材料のパターン層を形成する。いくつかの実施態様において、二成分液状前駆体系は、エポキシ／アミン系、ヒドロキシル／イソシアネート系、アミン／イソシアネート系、ヒドロキシル／酸塩化物系、及びヒドロキシル／クロロシラン系からなる群から選択される。官能性液状前駆体を、適切な比率で混合し、次いで、パターン表面又は原版と接触させる。熱、触媒などを利用し、ネットワークが形成されるまで硬化反応を起こさせる。

【０１２４】

いくつかの実施態様では、完全硬化PFPE前駆体を形成する。いくつかの実施態様では、二成分反応を部分的にのみ進行させ、それによって、部分硬化PFPEネットワークを形成する。

【０１２５】

ＩＶ．Ｂ．二成分硬化法による基板へのPEPE層の接着方法

ＩＶ．Ｂ．１．二成分硬化法を用いる完全硬化　いくつかの実施態様では、完全に硬化したPFPE二成分前駆体を、原版から取り外し（例えば剥がして）、基板と接触させて、可逆的密封シールを形成する。いくつかの実施態様では、部分硬化ネットワークを、別のPFPE部分硬化層と接触させ、そして反応を完結させ、それによって、層間に永続的接着を形成する。

【０１２６】

ＩＶ．Ｂ．２．二成分系を用いる部分硬化　図３Ａ～３Ｃに示すように、いくつかの実施態様では、部分的二成分硬化法を利用して、部分硬化PFPE材料の少なくとも１つの層を基板に接着する。いくつかの実施態様では、部分的二成分硬化法を利用して、部分硬化PFPE材料の複数の層を基板に接着する。いくつかの実施態様において、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、基板をシランカップリング剤で処理する。

【０１２７】

図４Ａ～４Ｃに示すように、いくつかの実施態様では、部分的二成分硬化を利用して、PFPE層を、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）材料などの第二ポリマー材料に接着する。いくつかの実施態様において、PDMS材料は、官能化PDMS材料を含む。いくつかの実施態様では、PDMSをプラズマ及びシランカップリング剤で処理して望ましい官能性をPDMS材料に導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を、重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の基には、エポキシドが含まれる。いくつかの実施態様において、重合性の基には、アミンが含まれる。

【０１２８】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン（Kraton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性材料を含む。

【０１２９】

ＩＶ．Ｂ．３．二成分系を用いる過剰硬化　本明細書で開示する主題は、官能性ペルフルオロポリエーテル（PFPE）前駆体を、パターン基板と接触させ、次いで、エポキシ／アミン、ヒドロキシル／イソシアネート、ヒドロキシル／酸塩化物、及びヒドロキシル／クロロシランなどの、２つの成分の反応により硬化させて、硬化したPFPE材料層を形成するマイクロ流体デバイスの形成方法を提供する。この特殊な方法では、ある成分を過剰に有する層を完全に硬化させること、及び、その硬化したPFPE材料層を、第二成分を過剰に含む第二基板と、その過剰な基が反応して層を接着するような仕方で接触させることによって、硬化したPFPE材料層を第二基板に接着できる。

【０１３０】

したがって、いくつかの実施態様では、エポキシ／アミン系、ヒドロキシル／イソシアネート系、アミン／イソシアネート系、ヒドロキシル／酸塩化物系、又はヒドロキシル／クロロシラン系などの二成分系を混合する。いくつかの実施態様において、二成分系の中の少なくとも１つの成分は、他方の成分より過剰である。次いで、加熱、触媒の使用などによって、反応を完結させると、過剰成分の存在によって生じる多数の官能基を含む硬化ネットワークが残ることになる。

【０１３１】

いくつかの実施態様において、相補的に過剰な基を含む完全硬化PFPE材料の２つの層を互いに接触させ、そこで、その過剰な基を反応させ、それによって、層間に永続的な接着を形成する。

【０１３２】
図３Ａ～３Ｃに示すように、いくつかの実施態様では、過剰な官能基を含む完全硬化PFPEネットワークを基板と接触させる。いくつかの実施態様で、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、基板を、カップリング剤の官能基が完全硬化ネットワーク上の過剰官能基に対して相補的であるようなシランカップリング剤で処理する。このようにして、基板に対して永続的な接着が形成される。

【０１３３】
図４Ａ～４Ｃに示すように、いくつかの実施態様では、二成分過剰硬化を使用し、PFPEネットワークを、ポリ（ジメチルシロキサン）PDMS材料などの第二ポリマー材料に結合する。いくつかの実施態様において、PDMS材料は、官能化されたPDMS材料を含む。いくつかの実施態様では、PDMS材料をプラズマ及びシランカップリング剤で処理して望ましい官能性を導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の材料は、エポキシドを含む。いくつかの実施態様において、重合性の材料は、アミンを含む。

【０１３４】
いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなどPDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性材料を含む。

【０１３５】
Ｖ．マイクロ－及び／又はナノ－スケールデバイスの表面を官能化する方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、マイクロ流体デバイス中のチャネル及び／又はマイクロタイターウェルを官能化するための材料及び方法を提供する。いくつかの実施態様において、このような官能化としては、限定はしないが、マイクロ流体デバイス中のチャネル内部表面へのペプチド及びその他天然ポリマーの合成及び／又は結合が挙げられる。したがって、本明細書で開示する主題は、その開示を全体として参照により本明細書に組み込まれる、Rolland,J.らの論文,JACS 2004,126,2322～2323に記載されているようなマイクロ流体デバイスに応用できる。

【０１３６】
いくつかの実施態様で、該方法は、マイクロ流体チャネルの内部表面又はマイクロタイターウェルの表面に小さな分子を結合することを含む。このような実施態様では、いったん結合すると、その小さな分子は、様々な官能を提供することができる。いくつかの実施態様で、小さな分子は、活性化されると、チャネルの極性を、それ故にチャネルの濡れやすさを変えることができる、開裂性の基として機能する。いくつかの実施態様で、小さな分子は、結合部位として機能する。。いくつかの実施態様で、小さな分子は、触媒、薬剤、薬剤用基質、分析対象物、及びセンサーの中の１つに対する結合部位として機能する。いくつかの実施態様で、小さな分子は、反応性のある官能基として機能する。いくつかの実施態様では、反応性のある官能基を反応させて双性イオンを得る。いくつかの実施態様で、双性イオンは、極性のあるイオン性チャネルを提供する。

【０１３７】
マイクロ流体チャネルの内部表面及び／又はマイクロタイターウェルを官能化するための本明細書で開示する方法の実施態様を、図５Ａ及び５Ｂに例示する。そこで、図５Ａを参照して、マイクロ流体チャネル５００を準備する。いくつかの実施態様では、マイクロ流体チャネル５００を、本明細書中で説明するようなＲ官能基を含む官能性PFPE材料から形成する。いくつかの実施態様で、マイクロチャネル５００はPFPEネットワークを含み、

硬化後の処理工程にかけられ、それによってマイクロ流体チャネル５００の内部表面５０２に官能基Ｒが導入される。

【０１３８】

そこで、図５Ｂを参照して、マイクロタイターウェル５０４を準備する。いくつかの実施態様では、マイクロタイターウェル５０４を、Ｒ官能基を含む官能化PFPE材料の層５０６で被覆し、マイクロタイターウェル５０４に官能性を付与する。

【０１３９】

Ｖ．Ａ．PFPEネットワークへの官能基の結合方法　いくつかの実施態様で、過剰な官能性を含むPFPEネットワークを使用し、マイクロ流体チャネルの内部表面又はマイクロタイターウェルの表面を官能化する。いくつかの実施態様では、マイクロ流体チャネルの内部表面又はマイクロタイターウェルの表面を、タンパク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、リガンド、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更できる能力のある帯電種からなる群から選択される官能部分を結合することによって官能化する。

【０１４０】

いくつかの実施態様では、完全硬化PFPEネットワーク中に潜在的官能基を導入する。いくつかの実施態様において、潜在的メタクリレート基は、フリーラジカル的に、光化学的に又は熱的に硬化させたPFPEネットワークの表面に存在する。次いで、複数の完全硬化PFPE層をPFPEネットワークの官能化された表面と接触させてシールを形成し、例えば熱で反応させ、潜在的官能基が反応し、層間に永続的接着を形成することを可能にする。

【０１４１】

いくつかの実施態様において、潜在的官能基は、硬化PFPE前駆体に対して使用されるのとは異なる波長で光化学的に互いに反応する。いくつかの実施態様において、この方法は、完全硬化層を基板に接着するのに使用される。いくつかの実施態様において、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、基板を、潜在的官能基に対して相補的なシランカップリング剤で処理する。

【０１４２】

いくつかの実施態様において、このような潜在的官能基は、完全硬化PFPEネットワークを、ポリ（ジメチルシロキサン）PDMS材料などの第二ポリマー材料に接着するのに使用される。いくつかの実施態様において、PDMS材料は、官能化PDMS材料を含む。いくつかの実施態様において、PDMS材料をプラズマ及びシランカップリング剤で処理して、望ましい官能性を導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の基は、アクリレート、スチレン、及びメタクリレートからなる群から選択される。

【０１４３】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン（Ktaton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１４４】

Ｖ．Ｂ．液状PFPE前駆体を作製する際に官能性を導入する方法　本明細書で開示する主題は、光化学的に硬化させたPFPE層を第二基板と共形接触（comformal contact）の状態に重ね、それによってシールを形成することによる、マイクロ流体デバイスの形成方法を提供する。次いで、PFPE層を高温で加熱し、潜在的官能基により層を基板に接着する。いくつかの実施態様において、第二基板も、硬化PFPE層を含む。いくつかの実施態様において、第二基板は、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）材料などの第二ポリマー材料を含

む。

【０１４５】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン（Kraton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１４６】

いくつかの実施態様において、潜在基は、光硬化工程中に反応しないメタクリレート単位を含む。さらに、いくつかの実施態様において、該潜在基は、液状PFPE前駆体を作製する際に導入される。例えば、いくつかの実施態様では、メタクリレート単位が、グリシジルメタクリレートの使用によってPFPEジオールに付加され、ヒドロキシ基とエポキシ基の反応により、化学官能性を導入するための取っ掛かりとして使用できる第二級アルコールが生じる。いくつかの実施態様では、これらの潜在的官能基によって、複数の完全硬化PFPE層を互いに接着する。いくつかの実施態様では、潜在的官能基を利用して、完全硬化PFPE層を基板に接着する。いくつかの実施態様において、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、基板を、シランカップリング剤で処理する。

【０１４７】

さらに、この方法を使用して、完全硬化PFPE層を、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）材料などの第二ポリマー材料に接着することができる。いくつかの実施態様において、PDMS材料は、官能化されたPDMS材料を含む。いくつかの実施態様では、PDMS材料をプラズマ及びシランカップリング剤で処理して、望ましい官能性を導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の材料は、アクリレート、スチレン、及びメタクリレートからなる群から選択される。

【０１４８】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１４９】

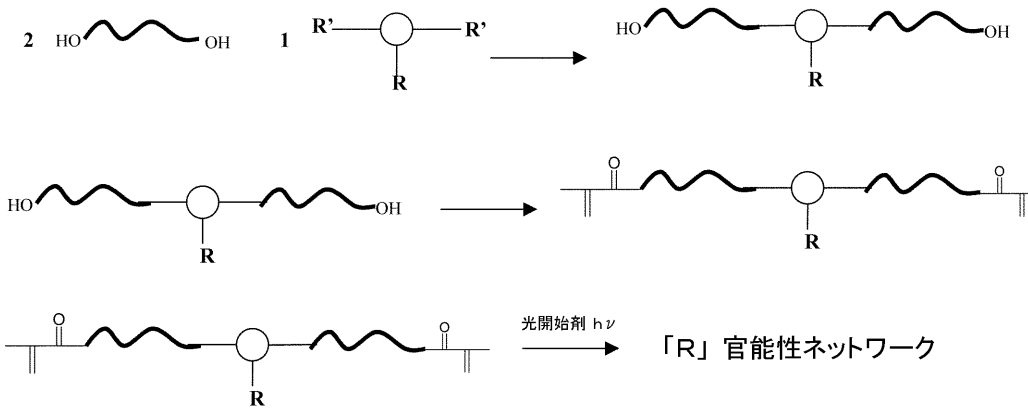
いくつかの実施態様では、潜在的官能基を含むPFPEネットワークを利用して、マイクロ流体チャネルの内部表面又はマイクロタイターウェルを官能化する。例としては、タンパク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、リガンド、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更する能力のある帯電種の結合が挙げられる。

【０１５０】

Ｖ．Ｃ．官能性リンカー基で複数のPFPE材料鎖を連結する方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する方法は、エラストマー自体に化学的「リンカー」部分を付加することによって、マイクロ流体チャネル又はマイクロタイターウェルに官能性を付加する。いくつかの実施態様では、前駆体材料の骨格に沿って官能基を付加する。この方法の例をスキーム６に例示する。

【０１５１】

【化２１】



スキーム６．前駆体材料の骨格に沿って官能基を付加する代表的な方法

【０１５２】

いくつかの実施態様において、前駆体材料は、ヒドロキシル官能基を含む巨大分子を含む。いくつかの実施態様では、スキーム６に示したように、ヒドロキシル官能基には、ジオール官能基が含まれる。いくつかの実施態様では、２つ以上のジオール官能基が、三官能性「リンカー」分子を介して連結される。いくつかの実施態様において、三官能性リンカー分子が、２つの官能基Ｒ及びＲ’を有する。いくつかの実施態様において、Ｒ’基は、巨大分子のヒドロキシル基と反応する。スキーム６で、円は、連結用分子を表すことができ、波線はPFPE鎖を表すことができる。

【０１５３】

いくつかの実施態様において、Ｒ基は、マイクロ流体チャネルの内部表面又はマイクロタイターウェルの表面に所望の官能性を提供する。いくつかの実施態様において、Ｒ’基は、限定はしないが、酸塩化物、イソシアネート、ハロゲン、及びエステル部分を含む群から選択される。いくつかの実施態様において、Ｒ基は、限定はしないが、保護アミン及び保護アルコールの１つから選択される。いくつかの実施態様において、巨大分子ジオールは、重合性のメタクリレート基で官能化される。いくつかの実施態様では、その開示が参照によりその全体で本明細書に組み込まれるRolland,J.らの論文,JACS 2004,126,2322～2323に記載されているように、官能化された巨大分子ジオールを光化学的方法によって硬化及び／又は成型する。

【０１５４】

したがって、本明細書で開示する主題は、官能性リンカー基を介して光硬化性PFPE材料に潜在的官能基を組み込む方法を提供する。したがって、いくつかの実施態様では、複数のPFPE材料鎖を一緒に連結した後に、その鎖を重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の基は、メタクリレート、アクリレート、及びスチレン系からなる群から選択される。いくつかの実施態様では、潜在的官能基を、このような「リンカー」分子に、該官能基が完全硬化ネットワーク中に存在するような仕方で化学的に結合させる。

【０１５５】

いくつかの実施態様では、この手法で導入された潜在的官能基を使用して、複数のPFPE層を結合し、完全硬化PFPE層をシランカップリング剤で処理したガラス材料又はケイ素材料などの基板に結合し、或いは、完全硬化PFPE層をPDMS材料などの第二ポリマー材料に結合する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を、プラズマ及びシランカップリング剤で処

理して所望の官能性を導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を、重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の基は、アクリレート、スチレン、及びメタクリレートからなる群から選択される。

【０１５６】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１５７】

いくつかの実施態様では、「リンカー」分子に結合した官能基を含むPFPEネットワークを利用して、マイクロ流体チャネルの内部表面及び／又はマイクロタイターウェルの表面を官能化する。いくつかの実施態様おいて、マイクロ流体チャネルの内部は、タンパク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更できる能力のある帯電種からなる群から選択される官能性部分を結合することによって官能化される。

【０１５８】

ＶＩ．PFPE前駆体材料に官能性モノマーを付加する方法　いくつかの実施態様において、該方法は、未硬化の前駆体材料に官能性モノマーを付加することを含む。いくつかの実施態様において、官能性モノマーは、官能性のスチレン、メタクリレート、及びアクリレートからなる群から選択される。いくつかの実施態様において、前駆体材料は、フッ素ポリマーを含む。いくつかの実施態様において、官能性モノマーは、高度にフッ素化されたモノマーを含む。いくつかの実施態様において、高度にフッ素化されたモノマーは、ペルフルオロエチルビニルエーテル(EVE)を含む。いくつかの実施態様において、前駆体材料は、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）エラストマーを含む。いくつかの実施態様において、前駆体材料は、ポリウレタンエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、該方法は、さらに、硬化段階で官能性モノマーをネットワーク内に組み込むことを含む。

【０１５９】

いくつかの実施態様では、官能性モノマーを、架橋結合によりネットワーク内に組み込む予定の液状PFPE前駆体に直接添加する。例えば、モノマーを、後硬化を起こす能力のあるネットワークに組み込んで、複数のPFPE層を接着し、完全硬化PFPE層をシランカップリング剤で処理したガラス材料又はケイ素材料などの基板に結合し、或いは、完全硬化PFPE層をPDMS材料などの第二ポリマー材料に結合する。いくつかの実施態様ではPDMS材料を、プラズマ及びシランカップリング剤で処理して所望の官能性を導入する。いくつかの実施態様では、PDMS材料を、重合性の基でキャップする。いくつかの実施態様において、重合性の材料は、アクリレート、スチレン、及びメタクリレートからなる群から選択される。

【０１６０】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１６１】

いくつかの実施態様では、官能性モノマーが、液状PFPE前駆体に直接添加され、タンパ

ク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更できる能力のある帯電種からなる群から選択される官能性部分を結合するのに使用される。

【０１６２】

このようなモノマーとしては、限定はしないが、tert－ブチルメタクリレート、tert－ブチルアクリレート、ジメチルアミノプロピルメタクリレート、グリシジルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレート、アミノプロピルメタクリレート、アリルアクリレート、シアノアクリレート、シアノメタクリレート、トリメトキシシランアクリレート、トリメトキシシランメタクリレート、イソシアナトメタクリレート、ラクトン含有アクリレート及びメタクリレート、糖含有アクリレート及びメタクリレート、ポリエチレングリコールメタクリレート、ノルノルナン含有メタクリレート及びアクリレート、多面オリゴマー性シルセスキオキサンメタクリレート、2－トリメチルシロキシエチルメタクリレート、1H,1H,2H,2H－フルオロオクチルメタクリレート、ペンタフルオロスチレン、ビニルピリジン、ブロモスチレン、クロロスチレン、スチレンスルホン酸、フルオロスチレン、スチレンアセテート、アクリルアミド、及びアクリロニトリルが挙げられる。

【０１６３】

いくつかの実施態様では、上記薬剤を既に結合させたモノマーを、架橋結合によってネットワーク内に組み込む予定の液状PFPE前駆体と直接混合する。いくつかの実施態様において、該モノマーは、重合性の基、所望の薬剤、及びPFPE液状前駆体との混和を可能にするためのフッ素化された部分からなる群から選択される基を含む。いくつかの実施態様において、該モノマーは、重合性の基、望ましい薬剤、及びPFPE液状前駆体との混和を可能にするためのフッ素化部分を含まない。

【０１６４】

いくつかの実施態様では、モノマーを添加して、完全硬化エラストマーの機械的特性を調節する。このようなモノマーとしては、限定はしないが、ペルフルオロ（2,2－ジメチル－1,3－ジオキソール）、ヒドロキシル、ウレタン、ウレア、又はその他のこのような部分を含む水素結合モノマー、tert－ブチルメタクリレートなど、かさばった側基を含むモノマーが挙げられる。

【０１６５】

いくつかの実施態様では、上述のモノマーのような官能性種を、硬化によってネットワーク中に導入し、機械的に、すなわち共有結合させないで絡ませる。例えば、いくつかの実施態様において、重合性のモノマーを含まないPFPE鎖に官能基を導入し、このようなモノマーを硬化可能なPFPE種と混合する。いくつかの実施態様において、２つの種が、エポキシ／アミン、ヒドロキシ／酸塩化物、ヒドロキシ／イソシアネート、アミン／イソシアネート、アミン／ハライド、ヒドロキシ／ハライド、アミン／エステル、及びアミン／カルボン酸のように、反応性であるなら、このような絡まった種を使用して、複数の硬化PFPE層を一緒に接着できる。加熱により、官能基が反応し、２つの層を一緒に接着する。

【０１６６】

さらに、このような絡まった種を使用して、PFPE層を、ガラス、ケイ素、水晶、PDMS、クラトン（Kraton）類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなどの別な材料の層に接着できる。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）を始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１６７】

いくつかの実施態様では、このような絡まった種を使用して、これまでに記載してきた目的のために、マイクロ流体チャネルの内部を官能化できる。

【０１６８】

ＶＩＩ．PFPE表面に官能性を導入するその他の方法　いくつかの実施態様では、参照によりその全体を本明細書中に組み込むChen,Y.及びMomose,Y.の論文,Surf.Interface.Anal.1999,27,1073～1083に記載されているように、ポリ（テトラフルオロエチレン）表面を官能化する方法を利用して、アルゴンプラズマを使用して完全硬化PFPEの表面に沿って官能性を導入する。より詳細には、なんらかの特定の理論に制約されるものではないが、完全硬化PFPE材料をある時間アルゴンプラズマに暴露すると、フッ素化された骨格に沿って官能性が付加される。

【０１６９】

このような官能性を利用して、複数のPFPE層を接着することが、完全硬化PFPE層をシランカップリング剤で処理したガラス材料又はケイ素材料などの基板に結合することが、或いは完全硬化PFPE層をPDMS材料などの第二ポリマー材料に結合することができる。いくつかの実施態様において、PDMS材料は、官能化された材料を含む。いくつかの実施態様では、PDMS材料をプラズマ及びシランカップリング剤で処理して所望の官能性を導入する。このような官能性を利用して、タンパク質、オリゴヌクレオチド、薬剤、触媒、染料、センサー、分析対象物、及びチャネルの濡れやすさを変更する能力のある帯電種を結合できる。

【０１７０】

いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性プラスチックを含む。

【０１７１】

いくつかの実施態様では、完全硬化PFPE層を、固い基板と共形接触の状態にする。いくつかの実施態様において、固い基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。いくつかの実施態様では、Vurens,G.らの論文,Langmuir 1992,8,1165～1169に記載されているように、骨格からフッ素原子を引き抜き基板に対して化学結合を形成できるＵＶ光、例えば185nmのＵＶ光でPFPE材料を照射する。かくして、いくつかの実施態様では、フッ素原子の抜き取りに続くラジカルカップリングによって、PFPE層を固い基板に共有結合で結合する。

【０１７２】

ＶＩＩＩ．ポリマーのキャッピングによる基板へのマイクロスケール又はナノスケールデバイスの接着　いくつかの実施態様では、完全硬化デバイスを共形接触で基板に載せ、デバイス全体に「封止用ポリマー」を注ぐことによって、マイクロスケールデバイス、ナノスケールデバイス、又はそれらの組合せを基板に接着する。いくつかの実施態様において、エンケーシングポリマーは、液状エポキシ前駆体及びポリウレタンからなる群から選択される。次いで、エンケーシングポリマーを、硬化又はその他の方法で固化する。エンケーシングは、層を機械的に一緒に固定し、層を基板に固定するのに役立つ。

【０１７３】

いくつかの実施態様において、マイクロスケールデバイス、ナノスケールデバイス、又はそれらの組合せは、前述のセクションＩＩ．Ａ及びセクションＩＩ．Ｂに記載したようなペルフルオロポリエーテル材料及びセクションＩＩ．Ｃに記載したようなフルオロオレフィンをベースにした材料の中の１種を含む。

【０１７４】

いくつかの実施態様において、基板は、ガラス材料、水晶材料、ケイ素材料、溶融シリカ材料、及びプラスチック材料の群から選択される。さらに、いくつかの実施態様において、基板は、ポリ（ジメチルシロキサン）（PDMS）、又はその他のポリマーなどの第二ポ

リマー材料を含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、クラトン類、ブナゴム、天然ゴム、フッ素エラストマー、クロロプレン、ブチルゴム、ニトリルゴム、ポリウレタン、又は熱可塑性エラストマーなど、PDMS以外のエラストマーを含む。いくつかの実施態様において、第二ポリマー材料は、限定はしないが、ポリスチレン、ポリ（メチルメタクリレート）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリカーボネートなどのポリエステル、ポリイミド、ポリアミド、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、ポリ（ケトン）、ポリ（エーテルエーテルケトン）、及びポリ（エーテルスルホン）などを始めとする硬質熱可塑性材料を含む。いくつかの実施態様では、エンケーシングポリマーと反応して非可逆結合を形成するように、基板の表面をシランカップリング剤で官能化する。

【０１７５】

ＩＸ．犠牲層を利用するマイクロ構造の形成方法　本明細書で開示する主題は、分解性又は選択溶解性材料を含む犠牲層を利用することによって、マイクロ流体デバイスとして使用するためのマイクロチャネル又はマイクロ構造を形成する方法を提供する。いくつかの実施態様において、この方法は、液状前駆体材料を二次元又は三次元犠牲層と接触させること、前駆体材料を処理、例えば硬化すること、及び犠牲構造を除去してマイクロ流体チャネルを形成することを含む。

【０１７６】

したがって、いくつかの実施態様において、PFPE液状前駆体は、PFPEネットワークを硬化させた後に分解又は除洗が可能な材料から作製される多次元足場上に配分される。これらの材料は、その上に別のエラストマー層が流し込まれた際に、チャネルが充填されるのを防止する。このような分解性又は選択溶解性材料の例としては、限定はしないが、ワックス、フォトレジスト、ポリスルホン、ポリラクトン、セルロースファイバー、塩類、又は任意の固体有機又は無機化合物が挙げられる。いくつかの実施態様では、犠牲層を、熱的に、光化学的に、或いは溶剤洗浄によって除去する。重要なことであるが、本明細書に開示する材料及びデバイスの有機溶剤との相容性が、マイクロ流体デバイスにおいて犠牲ポリマー構造を利用できる可能性を提供する。

【０１７７】

犠牲層を利用してマイクロ構造を形成するのに使用されるPFPE材料としては、本明細書で開示する主題のセクションＩＩに記載したような、それらPFPE及びフルオロオレフィンをベースにした材料が挙げられる。

【０１７８】

図６Ａ～６Ｄ及び図７Ａ～７Ｃは、分解性又は選択溶解性材料の犠牲層を使用することによってマイクロ構造を形成するための本明細書で開示する方法の実施態様を示す。

【０１７９】

そこで、図６Ａを参照して、パターン基板６００を準備する。パターン基板６００上に液状PFPE前駆体材料６０２を配分する。いくつかの実施態様では、スピンコーティング法により、パターン基板６００上に液状PFPE前駆体材料６０２を配分する。液状PFPE前駆体材料６０２を処理法Tr_1で処理して、処理された液状PFPE前駆体材料層６０４を形成する。

【０１８０】

そこで、図６Ｂを参照して、処理された液状PFPE前駆体材料層６０４を、パターン基板６００から除去する。いくつかの実施態様では、処理された液状PFPE前駆体材料層６０４を、基板６０６と接触させる。いくつかの実施態様において、基板６０６には、平面基板又は実質的に平らな基板が含まれる。いくつかの実施態様では、処理された液状PFPE前駆体材料層を処理法Tr_2で処理して、二層アッセンブリー６０８を形成する。

【０１８１】

そこで、図６Ｃを参照して、所定量の分解性又は選択溶解性材料６１０を二層アッセンブリー６０８上に配分する。いくつかの実施態様では、スピンコーティング法により、所定量の分解性又は選択溶解性材料６１０を二層アッセンブリー６０８上に配分する。再度図６Ｃを参照して、液状前駆体材料６０２を二層アッセンブリー６０８上に配分し、そし

て処理して、所定量の分解性又は選択溶解性材料６１０を覆うPFPF材料層６１２を形成する。

【０１８２】

そこで、図６Ｄを参照して、所定量の分解性又は選択溶解性材料６１０を処理法T_{r3}で処理し、所定量の分解性又は選択溶解性材料６１０を除去し、それによってマイクロ構造６１６を形成する。いくつかの実施態様において、マイクロ構造６１６は、マイクロ流体チャネルを含む。いくつかの実施態様において、処理法T_{r3}は、熱処理、照射処理、及び溶解処理からなる群から選択される。

【０１８３】

いくつかの実施態様において、パターン基板６００には、エッチングされたシリコンウェハーが含まれる。いくつかの実施態様において、パターン基板には、フォトレジストパターン基板が含まれる。本明細書で開示する主題の目的の場合、パターン基板は、限定はしないが、フォトリソグラフィー、電子ビームリソグラフィー、及びイオンミリングを含む当技術分野で周知の処理法のいずれかによって作製できる。

【０１８４】

いくつかの実施態様において、分解性又は選択溶解性材料６１０は、ポリオレフィンスルホン、セルロースファイバー、ポリラクトン、及び高分子電解質からなる群から選択される。いくつかの実施態様において、分解性又は選択溶解性材料６１０は、分解又は溶解除去が可能な材料から選択される。いくつかの実施態様において、分解性又は選択溶解性材料６１０は、塩、水溶性ポリマー、及び溶媒可溶性ポリマーからなる群から選択される。

【０１８５】

単純なチャネルに加え、本明細書で開示する主題は、「射出成型」又は迅速な作製が可能であり、かつ材料への付着及び上述のような取り外しが可能である複合的で複雑な構造の作製を提供する。

【０１８６】

図７Ａ～Ｃは、犠牲層の使用による、マイクロチャネル又はマイクロ構造を形成するための本明細書で開示する方法の実施態様を例示する。そこで、図７Ａを参照して、基板７００を準備する。いくつかの実施態様では、基板７００を液状PFPE前駆体材料７０２で被覆する。基板７００の上に犠牲層７０４を載せる。いくつかの実施態様では、液状PFPE前駆体材料７０２を処理法T_{r1}で処理する。

【０１８７】

そこで、図７Ｂを参照して、第二液状PFPE前駆体材料７０６を犠牲構造７０４の上に、犠牲構造７０４を第二液状前駆体材料７０６の中に入れるような仕方で配分する。次いで、第二液状前駆体材料７０６を処理法T_{r2}で処理する。そこで、図７Ｃを参照して、犠牲構造７０４を処理法T_{r3}で処理して、犠牲構造を分解及び／又は除去し、それによって、マイクロ構造７０８を形成する。いくつかの実施態様において、マイクロ構造７０８は、マイクロ流体チャネルを含む。

【０１８８】

いくつかの実施態様において、基板７００には、シリコンウェハーが含まれる。いくつかの実施態様において、犠牲構造７０４は、分解性又は選択溶解性材料を含む。いくつかの実施態様において、犠牲構造７０４は、ポリオレフィンスルホン、セルロースファイバー、ポリラクトン、及び高分子電解質からなる群から選択される。いくつかの実施態様において、犠牲構造７０４は、分解又は溶解除去が可能な材料から選択される。いくつかの実施態様において、犠牲構造７０４は、塩、水溶性ポリマー、及び溶媒可溶性ポリマーからなる群から選択される。

【０１８９】

Ｘ．マイクロ流体工学の単位操作　マイクロ流体制御デバイスは、効果的なラボオンチップ（lab-on-chip）操作を開発するのに必須である。バルブの構造及び作動、マイクロスケールレベルでの流体制御、混合、分離、及び検出は、微小化への大規模な転換がある

ように設計すべきである。このようなデバイスを構築するためには、溶媒及び溶質を完全に制御できるように、共通プラットフォーム上の個別要素の統合を発展させるべきである。

【０１９０】

マイクロ流体フローコントローラーは、伝統的には、流体力学式、往復動式、音波式、及び蠕動式ポンプを含む外部ポンプを基本にし、シリンジと同じように単純なものでよい。（Mcbrideらの米国特許第6,444,106号、Blakleyの米国特許第6,811,385号、Koらの米国特許出願公開第20040028566号参照）。より最近では、電気浸透、すなわち、移動部分を必要としない方法が、流体流の駆動体として実験的に成功している（Molesの米国特許第6,406,605号、Parseの米国特許第6,568,910号参照）。移動部分を必要としないその他の流体流用デバイスは、重力を（Weiglらの米国特許第6,743,399号参照）、遠心力を（Sanaeらの米国特許第6,632,388号参照）、毛管作用を（McNeelyらの米国特許6,591,852号参照）、又は熱を（Itoの米国特許出願公開第20040257668号参照）使用して、液体をマイクロチャネルを介して追いやる。その他の発明は、翼などの外部力を適用することによって液体の流れを生み出す（Neukermansの米国特許第6,068,751号参照）。

【０１９１】

流体の流れを制御するにはバルブも使用される。バルブは、エラストマー性チャネルに対して、羽根、片持ち翼、又はプラグなどの外部力を適用することによって作動させることができる（Neukermansの米国特許第6,068,751号参照）。弾性チャネルは、空気圧及び／又は液体圧、例えば水圧で、静電的に、又は磁気的に偏向させることのできる膜を含むことができる（Ungerらの米国特許第6,408,878号参照）。その他の二方向バルブは、光で（Halasらの米国特許出願公開第20030156991号参照）、圧電性結晶で（DavisらのＰＣＴ国際出願公開WO2003／089,138参照）、粒子偏向で（Marrらの米国特許第6,802,489号参照）、又はチャネル内に電気化学的に形成される泡で（HuaらのＰＣＴ国際出願公開WO2003/046,256参照）作動させることができる。一方向又は「逆止弁」も、ボール、フラップ、又はダイアフラムを用いてマイクロチャネル内に形成できる（Coxらの米国特許第6,817,373号、Daiらの米国特許第6,554,591号、JeonらのＰＣＴ国際出願公開WO2002/053,290参照）。回転式切換バルブは、複雑な反応に使用される（PowellらのＰＣＴ国際出願公開WO2002/055,188参照）。

【０１９２】

マイクロスケールの混合及び分離用素子は、反応を促進し、かつ生成物の評価に必須である。マイクロ流体デバイスにおいて、混合は、長さが長く、湾曲し、幅が可変であるか、乱流を引き起こす特徴的形状を有するチャネル中での拡散によってなされるのが最も多い（O'Connerらの米国特許第6,729,352号、Hansenらの米国特許出願公開第20030096310号参照）。混合は、電気浸透的に（Yagerらの米国特許第6,482,306号参照）、又は超音波的にも（Northrupらの米国特許第5,639,423号参照）達成できる。マイクロスケールチャネル中での分離は、典型的には、３つの方法、すなわち、電気泳動、チャネル内の充填カラム若しくはゲル、又はチャネル壁の官能化を利用する。電気泳動は、核酸、ペプチド、タンパク質、酵素、及び抗体などの帯電分子に対して一般的に行われ、最も単純な技術である（Regnierらの米国特許第5,958,202号、Chowらの米国特許第6,274,089号参照）。チャネルカラムには、多孔性の又は固定相を被覆したビーズ又はゲルを充填し、分離を促進することができる（KoehlerらのＰＣＴ国際出願公開WO2003/068,402、Quakeらの米国特許出願公開第20020164816号、Koehlerらの米国特許第6,814,859号参照）。考え得る充填材料としては、ケイ酸塩、タルク、フラー土、ガラスウール、炭、活性炭、セライト、シリカゲル、アルミナ、紙、セルロース、デンプン、ケイ酸マグネシウム、硫酸カルシウム、ケイ酸、フロリジル、酸化マグネシウム、ポリスチレン、p－アミノベンジルセルロース、ポリテトラフルオロエチレン樹脂、ポリスチレン樹脂、SEPHADEX（商標）（Amersham Biosciences,Corp.、米国ニュージャージー州Piscataway）、SEPHAROSE（商標）（Amersham Biosciences,Corp.、米国ニュージャージー州Piscataway）、制御細孔ガラスビーズ、アガロース、当業者に周知のその他の固体樹脂、及び前記いずれかの2種以上の組合せが挙

げられる。酸化鉄、酸化ニッケル、バリウムフェライト又は酸化第一鉄などの磁化性材料も、固相充填材料中に付着、封じ込め、或いは組み込むことができる。

【０１９３】

マイクロ流体チャンバーの壁は、分析対象物に、又は分析対象物溶液中の汚染物質に対して相互作用、又は結合が可能な各種のリガンドで官能化することもできる。このようなリガンドとしては、親水性又は疎水性の小型分子、ステロイド、ホルモン、脂肪酸、ポリマー、ＲＮＡ、ＤＮＡ、ＰＮＡ、アミノ酸、ペプチド、タンパク質（プロテインＧなどの抗体結合タンパク質を含む）、抗体若しくは抗体フラグメント（ＦＡＢ類など）、抗原、酵素、炭水化物（糖タンパク質又は糖脂質を含む）、レクチン、細胞表面受容体（又はその部分）、正又は負電荷を含む種などが挙げられる（Liuらの米国特許出願公開第20040053237号、AugustineらのＰＣＴ国際出願公開WO2004/007,582、Blackburnの米国特許出願公開第20030190608号参照）。

【０１９４】

したがって、いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイス中で、材料を流す方法及び／又は２つ以上の材料を混合する方法を記載する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、限定はしないが、ＤＮＡなどの生体高分子を合成することを始めとする、化学反応を実施する方法を記載する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、サンプルの特性をスクリーニングする方法を記載する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、材料を分注する方法を記載する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、材料を分離する方法を記載する。

【０１９５】

Ｘ．Ａ．PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイス中で材料を流す方法及び／又は２つの材料を混合する方法　そこで、図８を参照して、本明細書で開示する主題のマイクロ流体デバイスの概略平面図を示す。マイクロ流体デバイスとは、一般に８００を指す。マイクロ流体デバイス８００は、パターン層８０２、及び複数の孔810A、810B、810C、及び810Dを含む。これらの孔は、さらに、入口開口部810A、入口開口部810B、入口開口部810C、及び出口開口部810Dとして説明される場合もある。開口部810A、810B、810C、及び810Dのそれぞれは、好ましくは可逆性シールである、シール820A、820B、820C、及び820Dで覆われている。シール820A、820B、820C、及び820Dは、限定はしないが、溶媒、化学試薬、生化学系の成分、サンプル、インク、及び反応生成物を含む材料、及び／又は、溶媒、化学試薬、生化学系の成分、サンプル、インク、反応生成物、及びそれらの組合せの混合物を含む材料を、貯蔵、輸送できるように、或いは望むならマイクロ流体デバイス８００中に維持できるように用意される。シール820A、820B、820C、及び820Dは、化学反応又はその他の用途のためにマイクロ流体デバイス８００を使用し、次いで、望むなら再シールできるように、可逆的、すなわち取り外しが可能である。

【０１９６】

引き続き図８を参照して、いくつかの実施態様において、開口部810A、810B、及び810Cは、さらに、開口部と連結したマイクロ流体チャネル（交差、重なったフローチャネルを含む、図示なし）を封止するように作動できる圧力作動バルブを含む。

【０１９７】

引き続き図８を参照して、マイクロ流体デバイス８００のパターン層８０２は、マイクロスケールチャネルを含む統合ネットワーク８３０を含む。場合によっては、パターン層８０２は、図５Ａに示したような官能化された表面を含む。統合ネットワーク８３０は、次の参照記号８３１、８３２、８３３、８３４、８３５、８３６、８３７、８３８、８３９、及び８４０で示される一連の流体的に連結したマイクロスケールチャネルを含むことができる。したがって、入口開口部810Aは、開口部810Aから伸びているマイクロスケールチャネル８３１と流体的に連絡した状態にあり、かつ、屈曲部を経由してマイクロスケールチャネル８３２と流体的に連絡した状態にある。図８に描かれた統合ネットワーク８３０には、便宜上、一連の９０°の屈曲部が示されている。しかし、統合ネットワーク８３

０のチャネル内に準備される通路及び屈曲部は、任意の所望する配置、角度、又はその他の特徴（限定はしないが蛇行領域など）を包含できることに留意されたい。実際、望むなら、流体リザーバー850A及び850Bを、それぞれマイクロスケールチャネル８３１、８３２、８３３、及び８３４に沿って具備できる。図８に示すように、流体リザーバー850A及び850Bは、それらに直接隣接するチャネルの寸法よりも大きな少なくとも１方向の寸法を含む。

【０１９８】

次いで、引き続き図８を参照して、マイクロスケールチャネル８３２及び８３４は、交差部分860Aで交差し、１本のマイクロスケールチャネル８３５に進む。マイクロスケールチャネル８３５は、図８に示した実施態様では、マイクロスケールチャネル８３５よりも幅を広くしたチャンバー８７０に進む。いくつかの実施態様において、チャンバー８７０は、反応チャンバーを構成する。いくつかの実施態様において、チャンバー８７０は混合領域を構成する。いくつかの実施態様において、チャンバー８７０は分離領域を構成する。いくつかの実施態様において、分離領域は所定寸法（例えば、長さ）のチャネルから構成され、そのチャネル中で、材料は、電荷、大きさ、若しくはそれらの組合せ、又は所定寸法にわたって分離を起こさせることのできるその他任意の物理的特性によって分離される。いくつかの実施態様において、分離領域は、活性材料８８０を含む。当業者が理解するように、本明細書中で、用語「活性材料」は、便宜のために使用され、その材料を活性化してその意図した目的に使用しなければならないことを意味しない。いくつかの実施態様において、活性材料は、クロマトグラフィー材料を含む。いくつかの実施態様において、活性材料は、標的材料を含む。

【０１９９】

図８を参照して続けると、チャンバー８７０は、必ずしも、隣接するマイクロスケールチャネルより広い寸法である必要はないことに留意されたい。実際、チャンバー８７０は、少なくとも２つの材料が分離、混合及び／又は反応する、マイクロスケールチャネルの所定部分を含むだけの場合もある。チャンバー８７０からマイクロスケールチャネル８３５の実質上反対側に、マイクロスケールチャネル８３６が伸びている。マイクロスケールチャネル８３６は、マイクロスケールチャネル８３７とＴ型合流点を形成し、チャネル８３７はそこから遠く伸びて、開口部810Cと流体で連絡した状態にある。したがって、マイクロスケールチャネル８３６と８３７の合流点は交差部分860Bを形成する。マイクロスケールチャネル８３８は、交差部分860Bからマイクロスケールチャネル８３７と実質上反対の方向に流体リザーバー850Cに向かって伸びる。流体リザーバー850Cは、所定の長さにわたってマイクロスケールチャネル８３８よりも広い寸法である。しかし、上で指摘したように、マイクロスケールチャネルの所定領域が、マイクロスケールチャネルの領域の寸法を必ずしも変更しないで、流体リザーバーとして機能する場合もある。さらに、マイクロスケールチャネル８３８は、その中で、マイクロスケールチャネル８３７から交差部分860Bへ流れる試薬が、マイクロスケールチャネル８３６から交差部分860B及びマイクロスケールチャネル８３８内へ移動する試薬と反応できる反応チャンバーとしての機能を果たす可能性がある。

【０２００】

図８を参照して続けると、マイクロスケールチャネル８３９は、流体リザーバー850Cから、マイクロ流体チャネル８３８の実質上反対側に伸び、屈曲部を通ってマイクロスケールチャネル８４０に進む。マイクロスケールチャネル８４０は、出口開口部810Dと流体的に連結される。出口開口部810Dは、上述のように、場合によっては、シール820Dにより可逆的に封止される。また、反応生成物を、マイクロ流体デバイス８００中で形成し、マイクロ流体デバイス８００中の他の位置に輸送することが望まれる実施態様の場合には、出口開口部810Dの可逆的封止が望ましい場合もある。

【０２０１】

当技術分野で周知の圧力作動バルブ、例えば、参照によりその全体で本明細書に組み込まれるUngerらの米国特許第6,408,878号に記載されているバルブなどを使用することによ

り、チャネル、流体リザーバー、及び反応チャンバーを含むマイクロスケールチャネルを含む統合ネットワーク８３０の中で材料の流れを指示できる。したがって、本明細書で開示する主題は、材料を、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスの中に流す方法を提供する。いくつかの実施態様において、該方法は、（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料はフリーラジカルで光硬化できるPFPE材料ではない）、（ｉｉ）官能化されたPFPE材料、（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー、及び（ｉｖ）それらの組合せを含むマイクロ流体デバイス（該マイクロ流体デバイスは１つ以上のマイクロスケールチャネルを含む）を提供すること、並びにそのマイクロスケールチャネルに材料を流すことを含む。

【０２０２】

２つ以上の材料を混合する方法も提供される。いくつかの実施態様において、該方法は、（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度、約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料はフリーラジカル的に光硬化できるPFPE材料ではない）、（ｉｉ）官能化されたPFPE材料、（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー、及び（ｉｖ）それらの組合せを含むマイクロスケールデバイスを提供すること、並びに第一材料と第二材料をデバイス中で接触させて第一及び第二材料を混合することを含む。場合によっては、該マイクロスケールデバイスは、マイクロ流体デバイス及びマイクロタイタープレートからなる群から選択される。

【０２０３】

いくつかの実施態様において、該方法は、材料をマイクロ流体デバイスに配分することを含む。いくつかの実施態様では、図１０に最も詳しく示し、以下、本明細書中でより詳細に考察するように、該方法は、駆動力を加えて材料をマイクロスケールチャネルに沿って移動させることを含む。

【０２０４】

いくつかの実施態様において、PFPE材料層は、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の少なくとも１つの表面を覆う。場合によっては、PFPE材料層が、官能化された表面を含む。いくつかの実施態様において、マイクロ流体デバイスは、PFPE材料の１つ以上のパターン層を含み、PFPE材料の１つ以上のパターン層は、１つ以上のマイクロスケールチャネルの輪郭を定める。この場合、PFPEパターン層は、官能化された表面を含むことができる。いくつかの実施態様において、マイクロ流体デバイスは、さらに、第二ポリマー材料のパターン層を含むことが可能であり、第二ポリマー材料のパターン層は、PFPE材料の１つ以上のパターン層中の少なくとも１つと影響を及ぼす連絡関係にある。図２参照。

【０２０５】

いくつかの実施態様において、該方法は、少なくとも１つのバルブを含む。いくつかの実施態様において、バルブは、圧力作動バルブであり、圧力作動バルブは、（ａ）マイクロスケールチャネル、及び（ｂ）複数の孔中の少なくとも１つで規定される。いくつかの実施態様では、（ａ）マイクロスケールチャネル、及び（ｂ）複数の孔中の少なくとも１つのいずれかに加圧流体を導入することによって圧力作動バルブを作動させる。

【０２０６】

いくつかの実施態様において、加圧流体は、約68.9kPa（10psi）～約275.8kPa（40psi）の圧力を有する。いくつかの実施態様において、圧力は約172.4kPa（25psi）である。いくつかの実施態様において、材料には流体が含まれる。いくつかの実施態様において、流体には溶媒が含まれる。いくつかの実施態様において、溶媒には有機溶媒が含まれる。いくつかの実施態様において、材料は、マイクロスケールチャネルに沿って所定の方向に流れる。

【０２０７】

いくつかの実施態様において化学反応を起こすために２つの反応物を混合することを含

み得て、２つの材料を混合する場合には、第一材料と第二材料の接触を、１つ以上のマイクロスケールチャネル内の規定された混合領域で実施される。混合領域は、Ｔ型合流点、蛇行部、伸長したチャネル、マイクロスケールチャンバー、及び狭窄部からなる群から選択される幾何学的形状を含む。場合によっては、第一材料及び第二材料をマイクロ流体デバイスの個別のチャネルに配分する。また、第一材料と第二材料の接触は、チャネルの交差によって規定される混合領域で実施できる。

【０２０８】

混合方法に続いて、該方法には、第一材料及び第二材料をマイクロ流体デバイス中で所定の方向に流すことを含めてもよく、混合された材料をマイクロ流体デバイス中で所定の方向に流すことを含めてもよい。いくつかの実施態様において、混合された材料を、第三材料と接触させて第二の混合材料を形成できる。いくつかの実施態様において、混合された材料は反応生成物を含み、その反応生成物は続いて第三の試薬と反応できる。本明細書で開示する主題を総覧すると、当業者は、直前に提供した混合方法の説明は、例示目的のためであり限定のためではないことを認識するであろう。したがって、材料の混合に関する本明細書で開示する方法を使用して、複数の材料を混合し、複数の混合された材料及び／又は複数の反応反応生成物を形成できる。限定はしないが、反応生成物を始めとする混合された材料を、マイクロ流体デバイスの出口開口部に流すことができる。駆動力を加えてマイクロ流体デバイス中で材料を移動することができる。図１０参照。いくつかの実施態様において、混合された材料を回収する。

【０２０９】

マイクロタイタープレートを使用する実施態様において、マイクロタイタープレートは、１つ以上のウェルを含むことができる。いくつかの実施態様において、PFPE材料層は、１つ以上のウェルの少なくとも１つの表面を覆う。PFPE材料層は、官能性表面を含むことができる。図５Ｂ参照。

【０２１０】

Ｘ．Ｂ．PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイス中で生体高分子を合成する方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示するPFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスは、生体高分子の合成に、例えば、オリゴヌクレオチド、タンパク質、ペプチド、ＤＮＡなどを合成するのに使用できる。いくつかの実施態様において、このような生体高分子の合成系は、リザーバー配列、特定のリザーバーからの流れを選択するための流体ロジック、チャネル配列、リザーバー、及び合成を実行する反応チャンバーの配列、並びに選択した試薬をどちらのチャネルに流すかを決定するための流体ロジックを含む統合された系を含む。

【０２１１】

そこで、図９を参照すると、複数のリザーバー、例えばリザーバー910A、910B、910C、及び910Dは、示したように、その中にそれぞれ配分された基剤Ａ、Ｃ、Ｔ、及びＧを有する。４つのフローチャネル920A、920B、920C、及び920Dは、リザーバー910A、910B、910C、及び910Dに連結される。４つのコントロールチャネル922A、922B、922C、及び922D（点線で示す）は、十字形に交差して配分され、コントロールチャネル922Aは、コントロールチャネル922Aが加圧された場合に、フローチャネル920Aを通過する流れのみを許可する（すなわち、フローチャネル920B、920C、及び920Dを封止する）。同様に、コントロールチャネル922Bは、加圧された場合に、フローチャネル920Ｂを通過する流れのみを許可する。かくして、コントロールチャネル922A、922B、922C、及び922Dを選択的に加圧すると、結果として、所望のリザーバー910A、910B、910C、又は910Dから所望の基剤Ａ、Ｃ、Ｔ、及びＧを選択する。次いで、流体は、フローチャネル920Eを通ってマルチプレックスチャネルフローコントローラー９３０（例えば、図８に示したような任意の装置を含む）に入り、該コントローラーは、次いで、流体の流れを、固相合成を実行できる複数の合成チャネル又は反応チャンバー940A、940B、940C、940D、又は940Eの１つ以上に向ける。

【０２１２】

いくつかの実施態様において、所望する基剤Ａ、Ｃ、Ｔ、及びＧから出発する代わりに

、ヌクレオチド及びポリヌクレオチドの１つから選択される試薬をリザーバー910A、910B、910C、及び910Dの少なくとも１つに配分する。いくつかの実施態様において、反応生成物は、ポリヌクレオチドを含む。いくつかの実施態様において、ポリヌクレオチドはＤＮＡである。

【０２１３】

したがって、本発明の開示を総覧して、当業者は、本明細書で開示するPFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスは、Ungerらの米国特許第6,408,878号及び0'Connerらの同第6,729,352号に記載されているように、生体高分子を合成するために、及び／又はvan Damらの米国特許第6,508,988号に記載されているように、コンビナトリアル合成系で使用可能であることを理解されよう。該特許のそれぞれは、参照によりその全体で本明細書に組み込まれる。

【０２１４】

Ｘ．Ｃ．PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスを統合流体フローシステム中に組み込む方法

いくつかの実施態様において、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイス内で化学反応を実施する方法、又は材料を流す方法は、統合流体フローシステム内にマイクロ流体デバイスを組み込むことを含む。そこで、図１０を参照して、マイクロ流体デバイス中で材料を流す方法及び／又は本明細書で開示する主題に従って化学反応を実施する方法を実行するためのシステムを概略的に示す。システム自体を総体的に1000と称する。システム1000は、中央処理装置1002、１つ以上の駆動力アクチュエーター1010A、1010B、1010C、及び1010D、コレクター1020、及び検出器1030を含むことができる。いくつかの実施態様において、検出器1030は、マイクロ流体デバイスと流体的に連絡している（点線で示す）。図１０では、図８の装置マイクロ流体デバイス1000、及び図８のこれら参照数字を採用する。中央処理装置（ＣＰＵ）1002は、例えば、関連モニター、キーボード又はその他の所望のユーザーインターフェイスを具備した一般用パーソナルコンピュータでよい。駆動力アクチュエーター1010A、1010B、1010C、及び1010Dは、本明細書で開示する主題を総覧すると、当業者にとって明らかであるようななんらかの適切な駆動力アクチュエーターでよい。例えば、駆動力アクチュエーター1010A、1010B、1010C、及び1010Dは、ポンプ、電極、インジェクター、シリンジ、又は材料をマイクロ流体デバイスの中に押し込むために使用できるようなその他のデバイスでよい。したがって、代表的な駆動力自体としては、毛管作用、ポンプ駆動流体流、電気泳動に基づく流体流、ｐＨ勾配駆動流体流、又はその他の勾配駆動流体流が挙げられる。

【０２１５】

図１０の概略図で、駆動力アクチュエーター1010Dは、溶液、試薬などの所望の流れの末端点で駆動力の少なくとも一部を供給できることを示すために、以下で説明する様に、出口開口部810Dで連結されているように示される。コレクター1020は、以下で考察するように、システム流の末端点で反応生成物1048を収集可能であることを示すために具備されている。いくつかの実施態様において、コレクター1020は、流体リザーバーを含む。いくつかの実施態様において、コレクター1020は、基板を含む。いくつかの実施態様において、コレクター1020は、検出器を含む。いくつかの実施態様において、コレクター1020は、治療処置を必要とする対象を含む。便宜上、図１０中で、システム流は、方向を示す矢印Ｆ１、Ｆ２、及びＦ３で概ね表される。

【０２１６】

図１０を参照して続けると、いくつかの実施態様において、化学反応は、統合フローシステム1000中で実施する。いくつかの実施態様において、材料1040、例えば化学試薬を、開口部810Aを通してマイクロ流体デバイス1000に導入し、一方、第二の材料1042、例えば第二の化学試薬を、入口開口部810Bを経由してマイクロ流体デバイス中に導入する。場合によっては、マイクロ流体デバイス1000が、官能化された表面を有する（図５Ａ参照）。駆動力アクチュエーター1010A及び1010Bは、化学試薬1040及び1042をそれぞれマイクロ流体チャネル８３１及び８３３に進める。化学試薬1040及び1042の流れは、流体リザーバー

850A及び850Bへ続き、そこで、試薬1040及び1042の予備が集積される。化学試薬1040及び1042の流れは、マイクロ流体チャネル８３２及び８３４の中を交差部分860Aまで続き、そこで、化学試薬1040と1042の間の最初の接触が起こる。次いで、化学試薬1040及び1042の流れはチャンバー８７０まで続き、そこにおいて化学試薬1040と1042の間の化学反応が進行する。

【０２１７】

図１０を参照して続けると、反応生成物1044は、マイクロスケールチャネル８３６へ、そして交差部分860Bへ流れる。次いで、化学試薬1046は、反応生成物1044と、交差部分860Bを始点に反応チャンバー８３８を通って流体リザーバー850Cまで反応する。二次反応生成物1048が形成される。二次反応生成物1048の流れは、マイクロスケールチャネル８４０を通って開口部810Dに、そして最終的にはコレクター1020に続く。したがって、CPU1002は、化学試薬1046が、適切な時間に放出され、交差部分860Bで反応生成物1044と接触するように、駆動力アクチュエーター1010Cを作動させることに留意されたい。

【０２１８】

Ｘ．Ｄ．マイクロ流体デバイスの代表的な応用　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、サンプルをある特性についてスクリーニングする方法を開示する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、材料を分注する方法を開示する。いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、材料を分離する方法を開示する。したがって、当業者は、本明細書に記載するマイクロ流体デバイスは、限定はしないが、ゲノムマッピング、迅速分離、センサー、ナノスケール反応、インクジェット印刷、薬剤送達、ラブオンチップ（Lab-on-a-chip）、インビトロ診断、インジェクションノズル、生物学研究、高スループットスクリーニング技術（薬剤発見及び材料科学で使用するためなど）、診断及び治療用ツール、研究用ツール、並びに食品及び天然資源（土壌、水、及び／又は携帯又は定置式モニタリング装置を用いて集められる空気サンプルなど）の生化学的モニタリングを含む多くの応用に適用できることを認識するであろう。

【０２１９】

Ｘ．Ｄ．１．サンプル特性のスクリーニング法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、サンプルをある特性についてスクリーニングする方法を開示する。いくつかの実施態様において、該方法は：

（ａ）以下を含むマイクロスケールデバイスを準備すること：

（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度及び約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカル的に光硬化性PFPE材料ではない。）；

（ｉｉ）官能化されたPFPE材料；

（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー；及び

（ｉｖ）それらの組合せ；

（ｂ）標的材料を準備すること；

（ｃ）該マイクロスケールデバイスにサンプルを配分すること；

（ｄ）該サンプルを標的材料と接触させること；及び

（ｅ）サンプルと標的の間の相互作用を検出すること

を含み、相互作用の存在又は不在がサンプルの特性を示す。

【０２２０】

再度図１０を参照すると、材料1040及び1042の中の少なくとも１つは、サンプルを含む。いくつかの実施態様において、材料1040及び1042の中の少なくとも１つは、標的材料を含む。したがって、「サンプル」とは、一般に、特性に関連する情報が求められているなんらかの材料を指す。また、「標的材料」とは、標的材料とサンプルの間の相互作用に基づいて、サンプルの特性に関連する情報を提供するのに使用できるなんらかの材料を指すことができる。いくつかの実施態様において、例えば、サンプル1040が標的材料1042と接触すると、相互作用が発生する。いくつかの実施態様において、相互作用は反応生成物10

44を生成する。いくつかの実施態様において、相互作用には、結合事象が含まれる。いくつかの実施態様において、結合事象には、例えば、抗体と抗原の間の、酵素と基質の間の、又はより詳細には受容体とリガンドの間の、或いは触媒と１種以上の化学試薬との間の相互作用が含まれる。いくつかの実施態様において、反応生成物は検出器1030によって検出される。

【０２２１】

いくつかの実施態様において、該方法は、標的材料を複数のチャネル中の少なくとも１つに配分することを含む。再度図１０を参照すると、いくつかの実施態様において、標的材料には活性材料８８０が含まれる。いくつかの実施態様では、標的材料、サンプル、又は標的及びサンプルの双方を官能化された表面に結合する。いくつかの実施態様において、標的材料には、基板、例えば非パターン層が含まれる。いくつかの実施態様において、基板には、半導体材料が含まれる。いくつかの実施態様において、マイクロ流体デバイスの複数チャネル中の少なくとも１つは、基板例えば非パターン層と流体で連絡した状態にある。いくつかの実施態様において、標的材料は、基板上、例えば非パターン層に配分される。いくつかの実施態様において、マイクロ流体デバイスの１つ以上のチャネル中で、その少なくとも１つは、基板上に配分された標的材料と流体で連絡した状態にある。

【０２２２】

いくつかの実施態様において、該方法は、複数のサンプルを複数チャネルの中の少なくとも１つに配分することを含む。いくつかの実施態様において、サンプルは、治療用薬剤、診断用薬剤、研究用試薬、触媒、金属リガンド、非生物学的有機材料、無機材料、食品、土壌、水、及び空気を含む群から選択される。いくつかの実施態様において、サンプルは、化学又は生物学的化合物又は成分を含む１つ以上のライブラリーに属する１つ以上のメンバーを含む。いくつかの実施態様において、サンプルは、核酸テンプレート、シーケンシング試剤、プライマー、プライマー伸長生成物、制限酵素、ＰＣＲ試薬、ＰＣＲ反応生成物、又はそれら組合せの１つ以上を含む。いくつかの実施態様において、サンプルは、抗体、細胞受容体、抗原、受容体リガンド、酵素、基質、免疫性化学物質、免疫グロブリン、ウイルス、ウイルス結合成分、タンパク質、細胞因子、増殖因子、阻害剤、又はそれら組合せの１つ以上を含む。

【０２２３】

いくつかの実施態様において、標的材料は、抗原、抗体、酵素、制限酵素、染料、蛍光染料、シーケンシング剤、ＰＣＲ試薬、プライマー、受容体、リガンド、化学試薬、又はそれら組合せの１つ以上を含む。

いくつかの実施態様において、相互作用には、結合事象が含まれる。いくつかの実施態様において、相互作用の検出は、分光光度計、蛍光計、フォトダイオード、光電子増倍管、顕微鏡、シンチレーションカウンター、カメラ、ＣＣＤカメラ、フィルム、光学検出装置、温度センサー、導電率計、電位差計、電流測定計、ｐＨメーター、又はそれら組合せの少なくとも１つ以上によって実施される。

【０２２４】

したがって、本開示を総覧すると、当業者は、本明細書で開示する、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスが、参照によりその全体で本明細書に組み込まれるBerghらの米国特許第6,749,814号、Berghらの同6,737,026号、Parceらの同6,630,353号、Wolkらの同6,620,625号、Parceらの同6,558,944号、Kopf-Sillらの同6,547,941号、Wadaらの同6,529,835号、Kercsoらの同6,495,369号、及びParceらの同6,150,180号のような、各種スクリーニング技術で使用できることを認識するであろう。さらに、本開示を総覧すると、当業者は、本明細書で開示する、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスが、例えば、参照によりその全体で本明細書に組み込まれQuakeらの米国特許第6,767,706号に記載されているように、ＤＮＡ、タンパク質、又は特定の生化学系に関連するその他の分子を検出するのに使用できることを認識するであろう。

【０２２５】

Ｘ．Ｄ．２．材料の分注方法

さらに、本明細書で開示する主題は、材料の分注方法を記載する。いくつかの実施態様において、該方法は：
（ａ）以下を含むマイクロ流体デバイスを準備すること：
（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度及び約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカル的に光硬化性PFPE材料ではない。）；
（ｉｉ）官能化されたPFPE材料；
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー；
（ｉｖ）それらの組合せ（ここで、マイクロ流体デバイスは１つ以上のマイクロスケールチャネルを含み、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の少なくとも１つは出口開口部を含む。）；
（ｂ）少なくとも１つの材料を準備すること；
（ｃ）少なくとも１つの材料を１つ以上のマイクロスケールチャネル中の少なくとも１つに配分すること；及び
（ｄ）出口開口部を通して少なくとも１つの材料を分注すること
を含む。

【０２２６】

いくつかの実施態様において、PFPE材料の層は、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の少なくとも１つの表面を覆う。

再度図１０を参照すると、いくつかの実施態様において、材料、例えば材料1040、第二材料1042、化学試薬1046、反応生成物1044、及び／又は反応生成物1048は、出口開口部810Dを通って流れ、コレクター1020の中又は上に分注される。いくつかの実施態様において、標的材料、サンプル、又は標的とサンプルの双方が官能化された表面に拘束される。

【０２２７】

いくつかの実施態様において、材料は薬剤を含む。いくつかの実施態様において、該方法は、薬剤の所定投与量を計量供給することを含む。いくつかの実施態様において、該方法は、薬剤の所定投与量を分注することを含む。

いくつかの実施態様において、材料はインク組成物を含む。いくつかの実施態様において、該方法は、インク組成物を基板上に分注することを含む。いくつかの実施態様において、インク組成物を基板上に分注すると、印刷画像を形成する。

【０２２８】

したがって、本開示を総覧すれば、当業者は、本明細書で開示する、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスが、そのそれぞれが参照によりその全体で本明細書に組み込まれるKaszczukらの米国特許第6,334,676号、DeBoerらの同6,128,022号、及びWenの同6,091,433号に記載されているように、マイクロ流体印刷に使用できることを認識するであろう。

【０２２９】

Ｘ．Ｄ．３．材料の分離方法　いくつかの実施態様において、本明細書で開示する主題は、材料の分離方法を記載するものであり、該方法は：
（ａ）以下を含むマイクロ流体デバイスを準備すること：
（ｉ）約１００センチストークス（ｃＳｔ）を超える粘度及び約100cSt未満の粘度からなる群から選択される特性を有するペルフルオロポリエーテル（PFPE）材料（但し、100cSt未満の粘度を有する液状PFPE前駆体材料は、フリーラジカル的に光硬化性PFPE材料ではない。）；
（ｉｉ）官能化されたPFPE材料；
（ｉｉｉ）フルオロオレフィンをベースにしたエラストマー；及び
（ｉｖ）それらの組合せ（ここで、マイクロ流体デバイスは１つ以上のマイクロスケールチャネルを含み、１つ以上のマイクロスケールチャネル中の少なくとも１つは分離領域を含む。）；
（ｂ）少なくとも第一材料及び第二材料を含む混合物をマイクロ流体デバイスに配分する

こと；
（ｃ）該混合物を分離領域を通して流すこと；及び
（ｄ）分離領域で第一材料を第二材料から分離して少なくとも１種の分離された材料を形成すること
を含む。
【０２３０】
再度図１０を参照すると、いくつかの実施態様において、材料1040及び第二材料1042の中の少なくとも１つは、混合物を含む。例えば、材料1040（例えば混合物）は、マイクロ流体装置を通ってチャンバー８７０に流れ、いくつかの実施態様において、該チャンバーは分離領域を含む。いくつかの実施態様において、分離領域は、活性材料８８０（例えば、クロマトグラフ材料）を含む。材料1040（例えば混合物）は、チャンバー８７０（例えば分離チャンバー）内で分離され、第三の材料1044（例えば分離された材料）を形成する。いくつかの実施態様において、分離された材料1044は検出器1030で検出される。
【０２３１】
いくつかの実施態様において、分離領域はクロマトグラフ材料を含む。いくつかの実施態様において、クロマトグラフ材料は、サイズ分離用マトリックス、アフィニティー分離用マトリックス、及びゲル排除用マトリックス、或いはそれらの組合せからなる群から選択される。
【０２３２】
いくつかの実施態様において、第一又は第二材料は、化学又は生物学的化合物又は成分を含む１つ以上のライブラリーに属する１つ以上のメンバーを含む。いくつかの実施態様において、第一又は第二材料は、核酸テンプレート、シーケンシング剤、プライマー、プライマー伸長生成物、制限酵素、ＰＣＲ試薬、ＰＣＲ反応生成物、又はそれらの組合せの１つ以上を含む。いくつかの実施態様において、第一又は第二材料は、抗体、細胞受容体、抗原、受容体リガンド、酵素、基質、免疫性化学物質、免疫グロブリン、ウイルス、ウイルス結合成分、タンパク質、細胞内因子、増殖因子、阻害剤、又はそれらの組合せの１つ以上を含む。
【０２３３】
いくつかの実施態様において、該方法は、分離された材料の検出を含む。いくつかの実施態様において、分離された材料の検出は、分光光度計、蛍光計、フォトダイオード、光電子増倍管、顕微鏡、シンチレーションカウンター、カメラ、ＣＣＤカメラ、フィルム、光学検出装置、温度センサー、導電率計、電位差計、電流測定計、ｐＨメーター、又はそれらの組合せの少なくとも１つ以上によって実施される。
【０２３４】
したがって、本開示を総覧すれば、当業者は、本明細書で開示する、PFPEをベースにしたマイクロ流体デバイスが、そのそれぞれが参照によりその全体で本明細書に組み込まれるHuangらの米国特許第6,752,922号、Chowらの同6,274,089号、及びKnappらの同6,444,461号に記載されているように、材料を分離するのに使用できることを認識するであろう。
【０２３５】
ＸＩ．官能化マイクロ流体デバイスへの応用　流体マイクロチップ技術は、化学及び生物学の伝統的な実験室機能に対する代替としての使用が増加している。単一デバイス上で複雑な化学反応、分離、及び検出を実行するマイクロチップが作製されている。これらの「ラボオンチップ」への応用は、時間短縮、化学薬品の消費量低減、及び自動化の容易さへの利点と共に、流体及び分析対象物の輸送を容易にする。
【０２３６】
各種の生化学的分析、反応、及び分離が、マイクロチャネル装置内で実施されている。合成分子及び天然物の高スループットスクリーニングアッセイは、大きな関心を呼んでいる。広範な種類の分子を、酵素と蛍光標識基質の相互作用を阻害するその能力に基づいてスクリーニングするためのマイクロ流体デバイスが記載されている（Parseらの米国特許第6,046,056号）。Parseらが記載しているように、このようなデバイスは、薬剤の可能性

がある天然又は合成分子のライブラリーを、それらの拮抗薬又は作用薬としての特性によってスクリーニングすることを可能にする。スクリーニングが可能な分子の種類としては、限定はしないが、小さな有機又は無機分子、多糖類、ペプチド、タンパク質、核酸、又はバクテリア、真菌、酵母、植物及び動物細胞などの生物学的材料の抽出物が挙げられる。分析対象化合物は、溶液中で遊離していてもよいし、アガロース、セルロース、デキストラン、ポリスチレン、カルボキシメチルセルロース、ポリエチレングリコール（ＰＥＧ）、濾紙、ニトロセルロース、イオン交換樹脂、プラスチックフィルム、ガラスビーズ、ポリアミンメチルビニルエーテル－マレイン酸コポリマー、アミノ酸コポリマー、エチレン－マレイン酸コポリマー、ナイロン、シルクなどの固体支持体に付着していてもよい。化合物は、純粋化合物として又は集合物の状態で試験できる。例えば、Nelsonらの米国特許第6,007,690号は、全血サンプルからＤＮＡを精製するマイクロ流体分子診断に関する。そのデバイスは、分析対象サンプルを浄化又は濃縮する濃縮チャネルを使用する。例えば、濃縮チャネルは、各種細胞部分をそれらの抗原性成分を介して除去するため、抗体で被覆されたビーズを保持することが可能であり、或いは、イオン交換樹脂又は疎水性若しくは親水性膜などのクロマトグラフィー成分を保持することができる。デバイスは、標識化反応又は分析対象物がタンパク質である場合の消化反応など、分析対象物に対して様々な反応を実施できる反応チャンバーを含むこともできる。さらに、Beebeらの米国特許出願公開第20040256570号は、抗体と、リポソームの外側に被覆した抗原性分析対象材料との相互作用を、その相互作用がリポソームの溶解及び検出可能分子の放出を引き起こす場合に検出するデバイスを記載している。Millerらの米国特許出願公開第20040132166号は、細胞の増殖に不可欠なｐＨ、湿度、及び酸素濃度などの環境因子を感知できるマイクロ流体デバイスを提供している。これらデバイス内の反応チャンバーは、細胞を増殖する能力のあるバイオリアクターとして機能することが可能であり、それらを使用して、細胞をＤＮＡでトランスフェクトしタンパク質を産生させること、或いはCACO－2細胞層を横断しての薬剤物質吸光度を測定することによって、その薬剤物質の潜在的バイオアベイラビリティーについて試験することが可能となる。

【０２３７】

細胞を増殖することに加え、マイクロ流体デバイスは、細胞を区分けするのにも使用されている。Wadaらの米国特許第6,592,821号は、細胞、及び細胞下成分（核酸、ポリペプチド若しくはその他有機分子などの個々の分子、或いは細胞小器官のような大型細胞構成要素を含む）を区分するための流体集束を記載している。該方法は、細胞生存率又は、その細胞発現機能を区分できる。

【０２３８】

核酸及びタンパク質の増幅、分離、シーケンシング、及び同定は、マイクロ流体デバイスの一般的な応用分野である。例えば、Loewyらの米国特許5,939,291号は、静電技術を利用して等温核酸増幅を実施するマイクロ流体デバイスを例示している。このデバイスは、ＰＣＲ（ポリメラーゼ連鎖反応）、ＬＣＲ（リガーゼ連鎖反応）、ＳＤＡ（ストランド置換増幅）、NASBA（核酸配列に基礎をおいた増幅）、及びＴＭＡ（転写介在増幅）を含む、多くの一般的な増幅反応方法と結合して使用できる。Moroneyらの米国特許第5,993,611号は、静電容量性充電（capacitive charging）を利用して核酸を分析、増幅或いは操作するデバイスを記載している。デバイスは、大きさ、制限断片長多型分析によってＤＮＡを区分するように設計されている（Quakeらの米国特許6,833,242号参照）。このデバイスは、ＤＮＡ指紋法など、法医学分野での特殊な用途も考えられる。Jensenらの米国特許6,447,724号は、混合物中のメンバーに付けた標識の蛍光寿命の差異に基づいて混合物の成分を同定するマイクロ流体工学を記載している。このようなデバイスは、核酸、タンパク質又はオリゴ糖の配列反応の解析に、或いは有機分子の組み合わせライブラリーに属するメンバーを検査又は調べるのに使用できる可能性がある。

【０２３９】

特定タンパク質への応用に向けたその他のマイクロ流体デバイスとしては、マイクロ流体チャネル中でタンパク質の結晶成長を促進するデバイスが挙げられる（Weiglらの米国

特許6,409,832号参照）。このデバイスでは、タンパク質サンプル及び溶媒を、十分に規定された結晶化を提供する拡散ゾーンを形成する薄い層流特性を備えたチャネルに送る。Pugiaらの米国特許出願公開第2004/0121449号は、５μＬ程度の少ないサンプル量に最小限の遠心力を加えて血漿から赤血球細胞を分離できるデバイスを例示している。このデバイスは、臨床診断において特に有用である可能性があり、また、液体から任意の粒子状物体を分離するのに使用できる可能性もある。

【０２４０】

これまで部分的に述べてきたように、マイクロ流体デバイスは、各種の化学及び生物学的応用のためのマイクロリアクターとして利用されている。これらデバイス中のチャンバーは、シーケンシング、制限酵素の消化、制限断片長多型（RFLP）解析、核酸増幅、又はゲル電気泳動に使用できる（Handiqueらの米国特許第6,130,098号参照）。酸滴定、又は沈殿（例えば、Cl^-、Br^-、I^-、若しくはSCN^-を用いたＡｇ（Ｉ））、錯体形成（例えば、CN^-を用いたＡｇ（Ｉ））、又はレドックス反応（Ce(III)／Ce(IV)を用いたFe(II)／Fe(III)など）に基づく滴定を始めとする、多くの化学滴定反応をデバイス中で行うことができる（Leeらの米国特許出願公開第20040258571号参照）。さらに、デバイスには、電位差測定、電流測定、分光測光、濁り測定、蛍光測定又は熱量測定のためのセンサーを取り付けることができる。物理的又は生物学的特性に基づくタンパク質の分別（Gilbertらの米国特許出願公開第20040245102号参照）は、タンパク質発現の解析において有用である（分子マーカーの発見、疾患状態に関する分子的根拠若しくはプロフィールの判定、又はタンパク質の構造／機能相関の解釈）。各種の電気泳動技術（キャピラリー等電点電気泳動、キャピラリーゾーン電気泳動、及びキャピラリーゲル電気泳動を含む）が、タンパク質を分別するためのマイクロ流体デバイス中で採用されている（Schneiderらの米国特許第6,818,112号参照）。タンパク質をさらに分離するために、定量を助けるための標識化段階を含めて又は含めないで、及び各種の溶離技術（流体塩移動、ｐＨ移動、又は電気泳動流）と併せて、様々な電気泳動技術を連続して使用できる。マイクロ流体デバイス中の分離過程を補助するために、各種のその他材料が使用されている。このような材料は、デバイス中のチャネル壁に付着しているか、チャネル内部の分離マトリックスとして存在してもよい（Paulの米国特許第6,581,441号、Wadaらの同第6,613,581号参照）。多くのサンプルを同時に分離するために、平行した分離チャネルが存在できる。固体の分離媒体は、別々の粒子として、或いは多孔性の一体となった固体として存在できる。考えられる材料としては、シリカゲル、アラロースをベースにしたゲル、ポリアクリルアミドゲル、コロイド溶液（ゼラチン、デンプンなど）、非イオン性巨大網状及びマクロポーラス樹脂（AMBERCHROM（商標）（Rohm and Haas Co.、米国ペンシルバニア州フィラデルフィア）、AMBERLITE（商標）（Rohm and Haas Co.、米国ペンシルバニア州フィラデルフィア）、DOWEX（商標）（The Dow Chemical Company、米国ミシガン州ミッドランド）、DUOLITE（登録商標）（Rohm and Haas Co.、米国ペンシルバニア州フィラデルフィア）など）、又はビーズとして存在する材料（ガラス、金属、シリカ、アクリル、SEPHAROSE（商標）、セルロース、セラミック、ポリマーなど）が挙げられる。これらの材料は、分離を助けるために、それらの表面に生物学に基づいた各種の分子が存在してもよい（例えば、レクチンは炭水化物に結合し、抗体は異なるタンパク質の抗原性基に結合する）。マイクロチャネル内の膜は、電気浸透分離に使用されている（Molesの米国特許第6,406,605号参照）。好適な膜は、トラックエッチングを行ったポリカーボネート又はポリイミドなどの材料を含むことができる。

【０２４１】

マイクロ流体デバイス中での分離を助けるために、温度、濃度及び流れの勾配も採用されている。Kirkらの米国特許出願公開第20040142411号は、走化性（溶解可能な走化性刺激物の濃度勾配によって誘導される細胞の運動）、走触性（基質に結合した刺激物の濃度勾配に応答した細胞の運動）、及び化学侵入（chemical invasion）（刺激物に応答した障壁又はゲルマトリックスの、内部へのかつ／又は通過する細胞の運動）の使用を開示している。走化性刺激物には、化学忌避剤及び化学誘引剤が含まれる。化学誘引剤は、細胞

を誘引する任意の物質である。例としては、限定はしないが、エピネフリン及びバソプレッシンなどのホルモン；インターロイキン－2などの免疫学的薬剤；増殖因子、ケモカイン、サイトカイン、及び各種のペプチド、小型分子及び細胞が挙げられる。化学忌避剤としては、塩化ベンザルコニウム、プロピレングリコール、メタノール、アセトン、ドデシル硫酸ナトリウム、過酸化水素、1－ブタノール、エタノール及びジメチルスルホキシドなどの刺激物；シアン化物、シアン化カルボニル、クロロフェニルヒドラゾンなどの毒物、エンドトキシン及び細菌性リポ多糖；ウイルス；病原体；及びピロゲンが挙げられる。これらの技術で操作できる細胞の例としては、限定はしないが、リンパ球、単球、白血球、マクロファージ、マスト細胞、T－細胞、B－細胞、好中球、好塩基球、繊維芽細胞、腫瘍細胞、及びその他多くの細胞が挙げられる。

【０２４２】

センサーとしてのマイクロ流体デバイスは、この数年注目を集めている。このようなマイクロ流体センサーとしては、染料に基づいた検出システム、親和性に基づいた検出システム、微小に作成された重量アナライザー、ＣＣＤカメラ、光学検出器、光学顕微鏡システム、電気システム、熱電対、熱抵抗器、及び圧力センサーを挙げることができる。このようなデバイスは、ポリヌクレオチド、タンパク質を含む生体分子及びウイルスを、電気化学的シグナルを提供する能力のあるプローブ分子とそれらとの相互作用によって検出するのに使用されている（AlthausらのＰＣＴ国際出願公開WO2004/094,986参照）。例えば、ドキソルビシンなどのプローブ分子による核酸サンプルのインターカレーションは、電極と接触している遊離ドキソルビシンの量を低下させ、結果として電気シグナルを変化させることができる。湿度、ｐＨ、溶存O_2及び溶存CO_2など、デバイス反応チャンバー内部の環境因子を検出及び調節するためのセンサーを含むデバイスが記載されている（RodgersらのＰＣＴ国際出願公開WO2004/069,983参照）。このようなデバイスは、細胞を増殖及び維持するのに特に使用される。デバイス中でサンプルの炭素含有量を測定することが可能であり（Thomasらの米国特許第6,444,474号参照）、そこでは、ＵＶ照射により有機物をCO_2まで酸化し、次いで、伝導度測定又は赤外法によってCO_2を定量する。マイクロ流体デバイス中で使用される静電容量センサー（XieらのＰＣＴ国際出願公開WO2004/085,063参照）を利用して、圧力、流量、流体レベル、及びイオン濃度を測定できる。

【０２４３】

マイクロ流体システムに関するもう１つの応用として、細胞の高スループット注入が挙げられる（GarmanらのＰＣＴ国際出願公開WO00/20554参照）。このようなデバイスにおいて、細胞はニードルに送り込まれ、そこでは、その細胞を、分子及び巨大分子、遺伝子、染色体、又は細胞小器官を含む広範な種類の材料と共に注入できる。デバイスは、細胞から材料を取り出すのにも使用可能であり、遺伝子治療、医薬又は農業化学の研究、及び診断など、多様な分野で有用である。マイクロ流体デバイスは、インクジェット印刷におけるインクの送達手段として（Andersonらの米国特許第6,575,562号参照）、及び質量分析のためのエレクトロスプレーイオン化用チップにサンプル溶液を送るためにも使用されている（Bousseらの米国特許第6,803,568号参照）。分光法の応用分野で使用するための光変換素子を含むデバイス（Nagleらの米国特許第6,498,353号参照）に加え、経皮的に薬剤を送達するためのシステムも報告されている（CormierらのＰＣＴ国際出願公開WO2002/094,368参照）。

【０２４４】

ＸＩＩ．官能化マイクロタイタープレートへの応用　本明細書で開示する材料及び方法は、マイクロタイタープレート方式で使用する予定のデバイスの設計及び製造へ適用することもできる。マイクロタイタープレートは、プロテオミクス、ゲノミクス及び薬剤発見、環境化学アッセイ、並列合成、細胞培養、分子生物学及び免疫アッセイのための高スループットスクリーニングの分野で多様な用途を有する。マイクロタイタープレートに使用される一般的な基本材料としては、ポリスチレン及びポリプロピレンなどの疎水性材料、ガラスなどの親水性材料が挙げられる。また、ケイ素、金属、ポリエステル、ポリオレフィン及びポリテトラフルオロエチレンの表面もマイクロタイタープレートに使用されてい

る。

【０２４５】

表面の溶媒及び温度に対する適合性に基づく特定の応用に合わせて、及び表面がが、アッセイされる或いは操作される分子又は生体分子と相互作用する能力（又は能力の欠如）に合わせて、表面を選択できる。基本材料の化学修飾は、表面特性を変更することによって、又は分子若しくは生体分子が共有結合するための部位を提供することによって、そのマイクロタイタープレートをその所望する官能に仕立てるのに有用であることが多い。本明細書で開示する材料の官能化可能な性質は、これらの目的に対して十分適している。

【０２４６】

いくつかの応用では、低い結合特性を有する表面が要求される。タンパク質及び多くのその他生体分子（真核生物及び微生物の細胞など）は、疎水性又はイオン性相互作用によりポリスチレンに対して消極的に吸着する可能性がある。この問題に取り組むために、いくつかの表面修飾基本材料が開発されている。Corning（登録商標）Ultra Low Attachment（Corning Incorporated-Life Science、米国マサチューセッツ州Acton）は、ヒドロゲルで被覆されたポリスチレンである。ヒドロゲルで被覆すると、表面が中性かつ親水性になり、ほとんどすべての細胞の付着を防止する。その表面で作られた容器は、血清タンパク質吸着の防止、足場依存性細胞（MDCK、VERO、Ｃ６など）の分離防止、非付着コロニーとしての腫瘍又はウイルス性形質転換細胞の選択的培養、幹細胞の付着介在分化の防止、及びマクロファージの活性化及び不活性化機構の研究での用途を有する。NUNC MINISORP（商標）（Nalgene Nunc International、米国イリノイ州Naperville）は、ポリエチレンをベースにした低タンパク質親和性の製品であり、ＤＮＡプローブ、及び非特異的結合が問題である血清に基づいたアッセイのための用途を有する。

【０２４７】

その他の応用の基材については、材料を修飾して、細胞及びその他の生体分子に接着できる基材の能力を強化している。NUNCLON Δ（商標）（Nalgene Nunc International）は、表面にカルボキシル基を付加し、材料を親水性にし、負に帯電させるために、コロナ又はプラズマ放電で処理されたポリスチレン表面である。この材料は、各種細胞の細胞培養で使用されている。ポリオレフィン及びポリエステル材料も、それらの親水性を強化するために処理されており、それによって細胞の接着及び増殖のための良好な表面となる（例えば、PERMANOX（商標）及びTHERMANOX（商標）、これもNalgene Nunc Internationalから）。基本材料を、ポリ－Ｄ－リシン、コラーゲン又はフィブロネクチンで被覆し、細胞の付着、増殖及び分化を強化することもできる正に帯電した表面を作り出すことができる。

【０２４８】

さらに、その他の分子をマイクロタイター様プレートに吸着できる。Nunc MAXISORP（商標）（Nalgene Nunc）は、極性分子に対して高親和性を有し、多くのELISAアッセイの場合のように、表面に抗体を吸着させる必要のある表面に対して推奨される修飾ポリスチレン基材である。より特殊な方式で分析対象物と相互作用するように表面を修飾することもできる。このような官能性修飾の例としては、ヒスチジンタグ融合タンパク質を定量及び検出するための、ニッケルキレートで修飾した表面、及びGSTタグ融合タンパク質を捕捉するための、グルタチオンで修飾した表面が挙げられる。ストレプトアビジンで被覆された表面は、ビオチン化タンパク質と一緒に取り扱う場合に使用できる。

【０２４９】

いくつかの修飾表面は、各種分子又は生体分子の共有結合性付着のための部位を提供する。COVALINK（商標）NH Secondary Amine表面（Nalgene Nunc International）は、カルボジイミドの化学作用によりそれらのカルボキシル基を介してタンパク質及びペプチドに結合できる、又は5’ホスホルアミジエート結合（再びカルボジイミドの化学作用を利用して）の形成を介してＤＮＡに結合できる第二級アミンで覆われたポリスチレン表面である。カルボキシレート基を含む又は含むように修飾された、その他の分子、炭水化物、ホルモン、小型分子などを表面に結合することもできる。エポキシドは、表面に基を共有結

合で連結するためのもう１つの有用な部分である。エポキシドで修飾した表面を利用し、アミノで修飾されたオリゴヌクレオチドと表面との反応によりＤＮＡチップが作り出されている。固定化されたオリゴヌクレオチドを有する表面は、高スループットＤＮＡ及びＲＮＡ検出システムに、及び自動化ＤＮＡ増幅への応用に有用である可能性がある。

【０２５０】

マイクロタイタープレートの他の用途は、表面をより疎水性にして有機溶媒とより適合するように、或いは通常小さな有機分子である薬物の吸着を低減するように、表面を修飾することを対象とする。例えば、Total Drug Analysisアッセイは、一般に、血漿又は血清サンプルからタンパク質及び塩類を沈殿させるアセトニトリルを使用することに依拠する。アッセイされる薬物は、次の定量化に備えて溶液のままでなければならない。有機溶媒と適合するマイクロタイタープレートは、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）、又は液体クロマトグラフィー／質量分析／質量分析（ＬＣ／ＭＳ／ＭＳ）分取デバイスとしての、及びコンビナトリアル化学又は並列合成の反応容器（溶液をベースにした又は固相化学のための）としての用途を有する。これらの種の用途のための表面の例としては、MULTICHEM（商標）マイクロプレート（Whatman,Inc.、米国ニュージャージー州Florham Park）、及びMULTISCREEN（登録商標）Solvinert（Millipore、米国マサチューセッツ州Billerica）が挙げられる。

【０２５１】

ＸＩＩＩ．気体分離膜としての官能化ペルフルオロポリエーテルネットワークの使用方法　本明細書で開示する主題は、気体分離膜としての官能化ペルフルオロポリエーテル（PFPE）ネットワークの使用を提供する。いくつかの実施態様において、官能化PFPEネットワークは、CO_2、メタン、水素、ＣＯ、ＣＦＣ、ＣＦＣ代替物、有機物、窒素、メタン、H_2S、アミン、フルオロカーボン、フルオロオレフィン、及びO_2からなる群から選択される気体を分離するための気体分離膜として使用される。いくつかの実施態様において、官能化PFPEネットワークは、水の精製過程で気体を分離するのに使用される。いくつかの実施態様において、気体分離膜は、独立型フィルムを含む。いくつかの実施態様において、気体分離膜は、複合フィルムを含む。

【０２５２】

いくつかの実施態様において、気体分離膜は、コモノマーを含む。いくつかの実施態様において、コモノマーは、気体分離膜の透過特性を調節する。さらに、このような膜の機械的強度及び耐久性は、シリカ粒子などの複合充填材及びその他を膜に添加することによって微細に調整できる。したがって、いくつかの実施態様において、膜は、さらに、複合充填材を含む。いくつかの実施態様において、複合充填材は、シリカ粒子を含む。

【実施例】

【０２５３】

以下の実施例は、本明細書で開示する主題の代表的な実施態様を実施に関して、当業者に対して手引きを提供するために包含される。本発明の開示及び当業界の技術水準に照らして、当業者は、以下の実施例が、単に例示的なものであることを意図したものであり、多くの変化、改良、及び変更が、本明細書で開示する主題の範囲から逸脱することなしに採用できることを認識するであろう。

【０２５４】

一般的考察　PFPEマイクロ流体デバイスは、以前に、参照によりその全体で本明細書に組み込まれる、Rolland,J.らの論文,JACS 2004,126,2322～2323によって報告されている。Rolland,J.らの論文,に開示されている具体的なPFPE材料は、伸長した鎖ではなく、それ故、PFPEがジイソシアネートリンカーを用いて伸長した鎖である場合に存在する多数の水素結合を持たない。その材料は、マイクロ流体工学の各種応用に不可欠であるモジュラス及び引裂き強度などの機械的特性を改善するのに必要とされる架橋結合間により大きな分子量を有さない。さらに、この材料は、官能化されておらず、帯電種、生体高分子、又は触媒などの各種部分を組み込むことができない。

【０２５５】

本明細書では、これらの問題に取り組むための各種方法を説明する。これらの改善には、湿潤特性を変更できる、又は触媒、生体分子若しくはその他の種を結合できる官能性モノマーを組み込むことのできる能力に加え、鎖の伸長、複数のPFPE層に対する、及びガラス、ケイ素、水晶、及びその他ポリマーなどのその他の基板に対する接着性の改善を記述する諸方法が含まれる。また、熱フリーラジカル硬化、二成分硬化の化学、及び光酸発生剤を使用する光硬化を伴う、PFPEエラストマーの改善された硬化法を説明する。

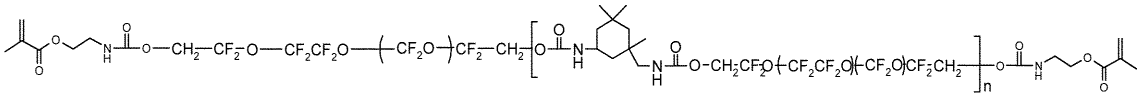
【０２５６】

（実施例１）

下記に示す構造を有する液状PFPE前駆体（ｎ＝２）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このスライドをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、層をオーブンに入れ、120℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の完全硬化PFPE平滑層上に載せ、120℃で１５時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２５７】

【化２２】



【０２５８】

（実施例２）

熱フリーラジカル　ガラス　メタクリレート基でキャップされた液状PFPE前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、ウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２０時間入れておく。次いで、硬化した層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、層を清浄なスライドガラスの上面に載せ、入口孔を通して流体を導入する。

【０２５９】

（実施例３）

熱フリーラジカル－部分硬化　層と層の接着　メタクリレート基でキャップされた液状PFPE前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピ

ン塗布する。次いで、このウェハーを６５℃のオーブンに窒素パージ下で２～３時間入れておく。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、より厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、層をオーブンに入れ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６０】

（実施例４）

熱フリーラジカル－部分硬化　ポリウレタンへの接着　メタクリレート基を含む光硬化性液状ポリウレタン前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、より厚い方の層を取り出し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、層をオーブンに入れ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用い、流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６１】

（実施例５）

熱フリーラジカル－部分硬化　シリコーン含有ポリウレタンへの接着　PDMSブロック及びメタクリレート基を含む光硬化性液状ポリウレタン前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、より厚い方の層を取り出し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間加

熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６２】

（実施例６）

熱フリーラジカル－部分硬化

PFPE－PDMSブロックコポリマーへの接着　メタクリレート基でキャップされたPFPE及びPDMSブロックを含む液状前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、より厚い方の層を取り出し、切り揃え、ルアースタブを用い、層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、層をオーブンに入れ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６３】

（実施例７）

熱フリーラジカル－部分硬化　ガラス接着　メタクリレート基でキャップされた液状PFPE前駆体を、1wt%の2,2－アゾビスイソブチロニトリルと混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。ウェハーから部分硬化の済んだ層を取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、シランカップリング剤、トリメトキシシリルプロピルメタクリレートで処理したスライドガラスの上面に載せる。次いで、層をオーブンに入れ、６０℃で２０時間加熱したままにして、PFPE層をスライドガラスに永続的に結合する。次いで、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入してもよい。

【０２６４】

（実施例８）

熱フリーラジカル－部分硬化　PDMS接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体を、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。次いで、このウェハーを８０℃のオーブン中に３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、メタクリレート単位でキャップされた液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、PDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、酸素プラズマで２０分間処理し、続いてシランカップリング剤、トリメトキシシリルプロピルメタクリレートで処理する。次いで、処理したPDMS層を、部分硬化PFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で１０時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間

加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６５】

（実施例９）

熱フリーラジカル　SYLGARD184（登録商標）及び官能性PDMSを使用するPDMS接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体は、それが、基剤の一部又はSYLGARD184（登録商標）の硬化成分でよいように設計される。前駆体は、エポキシ、メタクリレート、又はアミンなどの潜在的官能基を含み、標準的硬化剤と混合され、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込まれる。次いで、このウェハーを、８０℃のオーブン中に３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、メタクリレート単位でキャップされた液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に窒素パージ下で２～３時間入れておく。次いで、PDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、PDMS層を、部分硬化PFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で１０時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、スライドガラス上の部分硬化PFPE平滑層上に載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２６６】

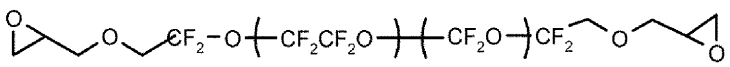
（実施例１０）

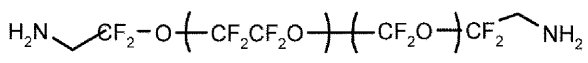
エポキシ／アミン

PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、化学量論的比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に注ぎ込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、硬化した層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、清浄なスライドガラスの上面に載せ、入口孔を通して流体を導入する。

【０２６７】

【化２３】





【０２６８】

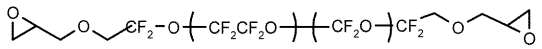
（実施例１１）

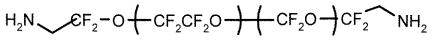
エポキシ／アミン－過剰　ガラスへの接着　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、エポキシが過剰であるような４：１のエポキシ：アミン比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入

れる。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、硬化した層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理した清浄なスライドガラスの上面に載せる。次いで、このスライドを６５℃で５時間加熱し、スライドガラスにデバイスを永続的に結合する。入口孔を通して流体を導入する。

【０２６９】

【化２４】





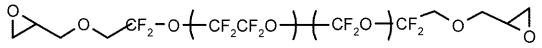
【０２７０】

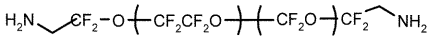
（実施例１２）

エポキシ／アミン－過剰　PFPE層への接着　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、アミンが過剰であるような１：４のエポキシ：アミン比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版を、エポキシ単位が過剰であるような４：１のエポキシ：アミン比率で混合された液状PFPE前駆体の小滴で被覆し、そして3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、厚い方の層を、硬化PFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で５時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃のオーブン中で５時間加熱し、デバイスをスライドガラスに接着する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２７１】

【化２５】





【０２７２】

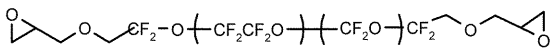
（実施例１３）

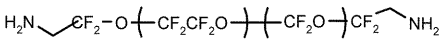
エポキシ／アミン－過剰　PDMS層への接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体を、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。次いで、このウェハーを８０℃のオーブン中に３時間入れておく。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版を、エポキシ単位が過剰であるような４：１のエポキシ：アミン比率で混合された液状PFPE前駆体の小滴で被覆し、そして、3700rpmで１分間、約20

μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、PDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、酸素プラズマで２０分間処理し、続いて、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理する。次いで、処理したPDMS層をPFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で１０時間加熱し、２つの層を接着する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２７３】

【化２６】





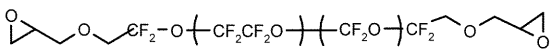
【０２７４】

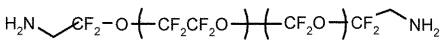
（実施例１４）

エポキシ／アミン－過剰　PFPE層への接着、生体分子の結合　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、アミンが過剰であるような１：４のエポキシ：アミン比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版を、エポキシ単位が過剰であるような４：１のエポキシ：アミン比率で混合された液状PFPE前駆体の小滴で被覆し、そして3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、厚い方の層を、硬化したPFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で５時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃のオーブン中で５時間加熱し、デバイスをスライドガラスに接着する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルがタンパク質で官能化されるような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化されたタンパク質を含む水溶液を流す。

【０２７５】

【化２７】





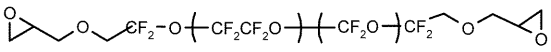
【０２７６】

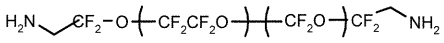
（実施例１５）

エポキシ／アミン－過剰　PFPE層への接着、帯電種の結合　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、アミンが過剰であるような１：４のエポキシ：アミン比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版を、エポキシ単位が過剰であるような４：１のエポキシ：アミン比率で混合された液状PFPE前駆体の小滴で被覆し、そして3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に５時間入れておく。次いで、厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、厚い方の層を、硬化したPFPEの薄い層の上面に載せ、６５℃で５時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃のオーブン中で５時間加熱し、デバイスをスライドガラスに接着する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルを帯電分子で官能化するような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化された帯電分子を含む水溶液を流す。

【０２７７】

【化２８】



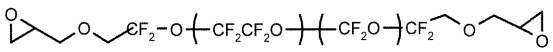


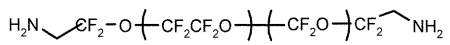
【０２７８】

（実施例１６）

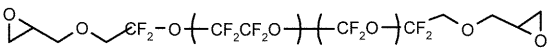
エポキシ／アミン－部分硬化　ガラスへの接着　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、化学量論的比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に注ぎ込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、それが部分的に硬化されるように、６５℃のオーブン中に０．５時間入れておく。次いで、部分硬化した層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、層がスライドガラスに接着するように、６５℃で５時間加熱したままにする。次いで、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入してもよい。

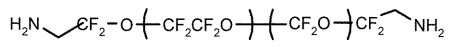
【０２７９】
【化２９】





【０２８０】
（実施例１７）
エポキシ／アミン－部分硬化　層と層の接着　PFPEジエポキシ及びPFPEジアミンを含む下記に示すような二成分液状PFPE前駆体系を、化学量論的比率で一緒に混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に注ぎ込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーを、それが部分的に硬化されるように、６５℃のオーブン中に０．５時間入れておく。次いで、部分硬化した層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、それが部分的に硬化されるように、６５℃のオーブン中に０．５時間入れておく。次いで、厚い方の層を、厚さ20μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で１時間加熱したままにして２つの層を接着する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。
【０２８１】
【化３０】



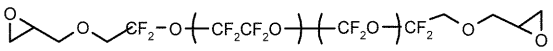


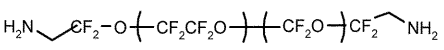
【０２８２】
（実施例１８）
エポキシ／アミン－部分硬化　PDMSの接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体を、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。次いで、このウェハーを８０℃のオーブン中に３時間入れておく。次いで、硬化したPDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を酸素プラズマで２０分間処理し、続いて、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理する。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版に、化学量論的比率で混合した液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーを、６５℃のオーブン中に０．５時間入れておく。次いで、処理済みのPDMS層を、部分的に硬化したPFPEの薄い層の上面に載せ、６５

℃で１時間加熱する。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１０時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２８３】

【化３１】





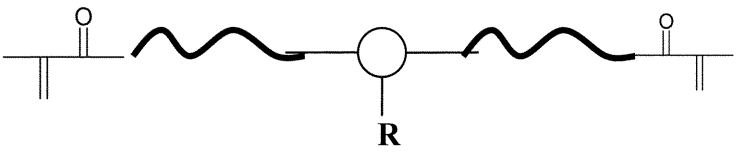
【０２８４】

（実施例１９）

後硬化に利用可能な潜在的官能基を用いる光硬化　ガラスへの接着　下記に示す構造を有する液状PFPE前駆体（Ｒはエポキシ基であり、波線はPFPE鎖であり、円は連結用分子である）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。このデバイスを、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラス上に載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。入口に小さなニードルを置いて、流体を導入してもよい。

【０２８５】

【化３２】



【０２８６】

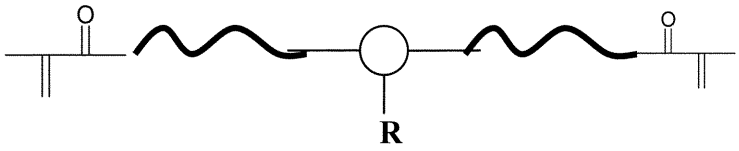
（実施例２０）

後硬化に利用できる潜在的官能基を用いる光硬化　PFPEへの接着　下記に示す構造を有する液状PFPE前駆体（Ｒはエポキシ基であり、波線はPFPE鎖であり、円は連結用分子である）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体（Ｒはアミノ基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層

を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２８７】

【化３３】



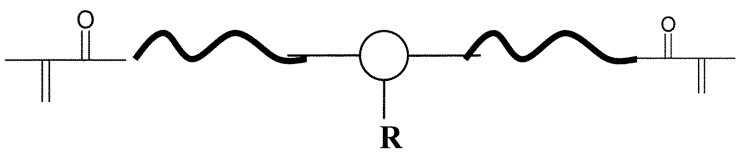
【０２８８】

（実施例２１）

後硬化に利用できる潜在的官能基を用いる光硬化　PDMSへの接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体を、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。次いで、このウェハーを８０℃のオーブン中に３時間入れておく。次いで、硬化したPDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を酸素プラズマで２０分間処理し、続いて、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理する。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体（Ｒはエポキシである）の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚いPDMS層を厚さ20μmの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合した層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２８９】

【化３４】



【０２９０】

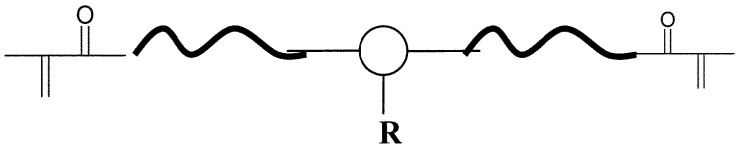
（実施例２２）

後硬化に利用できる潜在的官能基を用いる光硬化　生体分子の結合　下記に示す構造を

有する液状PFPE前駆体（Ｒはアミン基であり、波線はPFPE鎖であり、円は連結用分子である）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体（Ｒはエポキシ基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルをタンパク質で官能化するような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化されたタンパク質を含む水溶液を流す。

【０２９１】

【化３５】

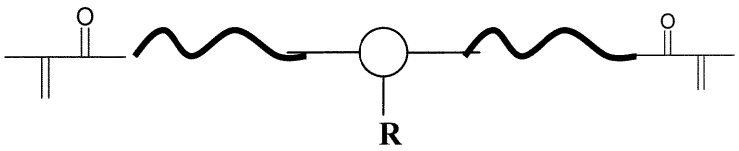


【０２９２】

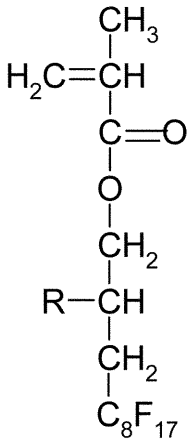
（実施例２３）

後硬化に利用できる潜在的官能基を用いる光硬化　帯電種の結合　下記に示す構造を有する液状PFPE前駆体（Ｒはアミン基であり、波線はPFPE鎖であり、円は連結用分子である）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体（Ｒはエポキシ基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を、厚さ20μmの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルを帯電分子で官能化するような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化された帯電分子を含む水溶液を流す。

【０２９３】
【化３６】



【０２９４】
（実施例２４）
後硬化に利用できる官能性モノマーを用いる光硬化　ガラスへの接着　液状PFPEジメタクリレート前駆体又はモノメタクリレートPFPEマクロモノマーを、下記に示す構造（Ｒはエポキシ基である）を有しかつ1wt%のフリーラジカル光開始剤とブレンドしたモノマーと混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。このデバイスを、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。入口に小さなニードルを置いて、流体を導入してもよい。
【０２９５】
【化３７】

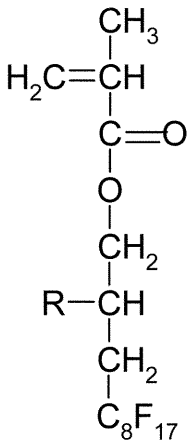


【０２９６】
（実施例２５）
後硬化に利用できる官能性モノマーを用いる光硬化　PFPEへの接着　液状PFPEジメタクリレート前駆体を、下記に示す構造（Ｒはエポキシ基である）を有しかつ1wt%のフリーラジカル光開始剤とブレンドしたモノマーと混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体＋官能性モノマー（Ｒはアミン基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、

より厚い方の層を、厚さ２０μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２９７】

【化３８】



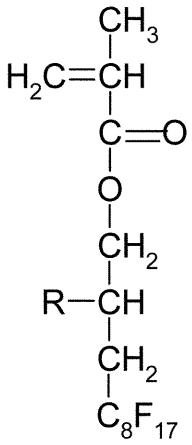
【０２９８】

（実施例２６）

後硬化に利用できる官能性モノマーを用いる光硬化　PDMSへの接着　液状ポリ（ジメチルシロキサン）前駆体を、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。次いで、このウェハーを８０℃のオーブン中に3時間入れておく。次いで、硬化したPDMS層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を酸素プラズマで２０分間処理し、続いて、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理する。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPEジメタクリレート前駆体＋官能性モノマー（Ｒはエポキシである）＋光開始剤の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方のPDMS層を、厚さが20μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで、薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０２９９】

【化３９】



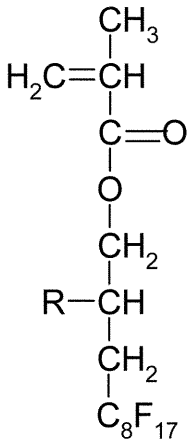
【０３００】

（実施例２７）

後硬化に利用できる官能性モノマーを用いる光硬化　生体分子の結合　液状PFPEジメタクリレート前駆体を、下記に示す構造（Ｒはアミン基である）を有しかつ1wt%のフリーラジカル光開始剤とブレンドしたモノマーと混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体＋官能性モノマー（Ｒはエポキシ基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を、厚さ20μｍの層の上部に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルをタンパク質で官能化するような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化されたタンパク質を含む水溶液を流す。

【０３０１】

【化４０】



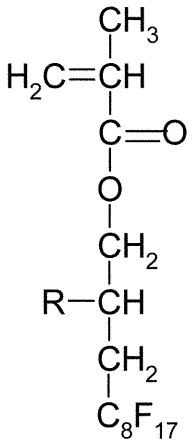
【０３０２】

（実施例２８）

後硬化に利用できる潜在的官能基を用いる光硬化　帯電種の結合　液状PFPEジメタクリレート前駆体を、下記に示す構造（Ｒはアミン基である）を有しかつ1wt%のフリーラジカル光開始剤とブレンドしたモノマーと混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、完全に硬化した層を原版から取り外し、ルアースタブを用いて入口孔を打ち抜く。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体＋官能性モノマー（Ｒはエポキシ基である）の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を、厚さ20μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、６５℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シランカップリング剤、アミノプロピルトリエトキシシランで処理したスライドガラスに載せ、６５℃で１５時間加熱したままにして、デバイスをスライドガラスに永続的に結合する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、該チャネルを帯電分子で官能化するような仕方で、未反応のエポキシ部分で内張りされたチャネルに、遊離アミンで官能化された帯電分子を含む水溶液流す。

【０３０３】

【化４１】



【０３０４】
（実施例２９）
犠牲チャネルを利用するPFPEマイクロ流体デバイスの作製
ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPEジメタクリレート前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このスライドをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。平らで平滑なPFPE層の上面にチャネル形状のポリ（乳酸）を含む足場を重ねる。液状PFPEジメタクリレート前駆体を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と合わせ、足場の上全面に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、装置をＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、デバイスを150℃で２４時間加熱し、ポリ（乳酸）を分解し、それによってチャネル形状で残る空隙を顕在化する。
【０３０５】
（実施例３０）
185nmの光を利用するPFPEデバイスのガラスへの接着　液状PFPEジメタクリレート前駆体を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。別途、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ２０μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、120℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シールを形成するような仕方で清浄なスライドガラスに載せる。装置を185nmのＵＶ光に２０分間暴露し、デバイスとガラスの間に永続的な接着を形成する。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。
【０３０６】
（実施例３１）
デバイスをカプセル化するための「エポキシ封止」法　液状PFPEジメタクリレート前駆体を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μｍフィーチャーを含

むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を、取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ20μmの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、120℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、シールを形成するような仕方で、清浄なスライドガラスに載せる。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。次いで、デバイス上に流し込まれ硬化可能な液状エポキシ前駆体で装置全体を完全に包む。ケースに入れることは、デバイスを基板に機械的に結合するのに貢献する。

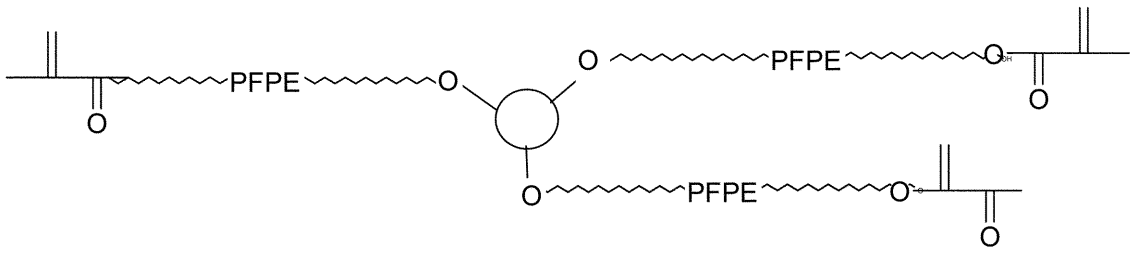
【０３０７】

（実施例３２）

三肢PFPE前駆体からのPFPEデバイスの作製　下記に示す構造を有する液状PFPE前駆体（円は連結用分子を表す）を、1wt%のフリーラジカル光開始剤と混合し、チャネル形状の100μmフィーチャーを含むマイクロ流体工学原版上に流し込む。PDMSの型を使用して、所望の領域に約３ｍｍの厚さまで液体を入れる。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。別途、チャネル形状の100μmフィーチャーを含む第二原版の上面に、液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μmの厚さまでスピン塗布する。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。三番目に、ドクターブレードをスライドガラスの全域で液状PFPE前駆体の小滴と交差して滑らすことによって、平滑で平らなPFPE層を生み出す。次いで、このスライドをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、より厚い方の層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、この層を、厚さ２０μｍの層の上面に載せ、所望の領域に位置を調整し、シールを形成する。次いで、この層をオーブンに入れ、１２０℃で２時間加熱したままにする。次いで薄い方の層を切り揃え、接着の済んだ層を原版から剥離する。ルアースタブを用いて流体入口孔及び出口孔を打ち抜く。次いで、結合された層を、スライドガラス上の完全に硬化したPFPEの平滑な層上に載せ、１２０℃で１５時間加熱したままにする。次いで、Unger,M.らの論文,Science 2000,288,113～6で報告されているように、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入、及び膜バルブを作動させてもよい。

【０３０８】

【化４２】



【０３０９】

（実施例３３）

光硬化PFPE／PDMSハイブリッド　チャネル形状の100μmフィーチャーを含む原版の上面

に、光開始剤を含む液状PFPE前駆体の小滴を3700rpmで１分間、約20μｍの厚さまでスピン塗布する。次いで、光開始剤を含むPDMSジメタクリレートを、薄いPFPE層の上面に３ｍｍの厚さまで流し込む。次いで、このウェハーをＵＶチャンバーに入れ、窒素パージ下でＵＶ光（λ＝３６５）に１０分間暴露する。次いで、層を取り外し、切り揃え、ルアースタブを用いて層を貫通して入口孔を打ち抜く。次いで、このハイブリッドデバイスをスライドガラスに載せ、シールを形成する。次いで、入口に小さなニードルを置いて、流体を導入してもよい。

【０３１０】

本明細書で開示する主題の様々な細目は、本明細書で開示する主題の範囲から逸脱することなしに、変更できることを理解されたい。さらに、これまでの説明は、単に例示するのが目的であり、限定するのが目的ではない。

【図面の簡単な説明】

【０３１１】

【図１Ａ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料のパターン層の構成を描いた概略端面図である。

【図１Ｂ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料のパターン層の構成を描いた概略端面図である。

【図１Ｃ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料のパターン層の構成を示す概略端面図である。

【図２Ａ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料の２つのパターン層を含むマイクロ流体デバイスの構成を示す概略端面図である。

【図２Ｂ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料の２つのパターン層を含むマイクロ流体デバイスの構成を示す概略端面図である。

【図２Ｃ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料の２つのパターン層を含むマイクロ流体デバイスの構成を示す概略端面図である。

【図２Ｄ】本明細書で開示する主題に従った、ポリマー材料の２つのパターン層を含むマイクロ流体デバイスの構成を示す概略端面図である。

【図３Ａ】処理基板に官能性マイクロ流体デバイスを接着するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図３Ｂ】処理基板に官能性マイクロ流体デバイスを接着するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図３Ｃ】処理基板に官能性マイクロ流体デバイスを接着するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図４Ａ】多層マイクロ流体デバイスを作製するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図４Ｂ】多層マイクロ流体デバイスを作製するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図４Ｃ】多層マイクロ流体デバイスを作製するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図５Ａ】マイクロ流体チャネルの内部表面を官能化するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図５Ｂ】マイクロタイターウェルの表面を官能化するために、本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図６Ａ】マイクロ構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図６Ｂ】マイクロ構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図６Ｃ】マイクロ構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。

【図６Ｄ】マイクロ構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する

本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。
【図７Ａ】マイクロ及び／又はナノスケールのデバイスにおける複雑な構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。
【図７Ｂ】マイクロ及び／又はナノスケールのデバイスにおける複雑な構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。
【図７Ｃ】マイクロ及び／又はナノスケールのデバイスにおける複雑な構造を作製するための、分解性及び／又は選択溶解性材料を使用する本明細書で開示する方法の実施態様概略図である。
【図８】本明細書で開示する主題に従った、マイクロ流体デバイスの概略平面図である。
【図９】生体高分子合成用の統合マイクロ流体システムの概略図である。
【図１０】本明細書で開示する主題に従った、マイクロ流体デバイス中で溶液を流し、或いは化学反応を実施するための概略システム図である。マイクロ流体デバイス８００は、図８に示したように概略平面図として示した。

【図１Ａ】

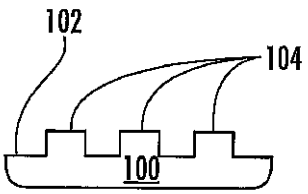


FIG. 1A

【図１Ｂ】

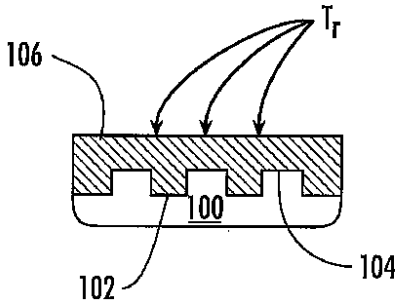


FIG. 1B

【図１Ｃ】

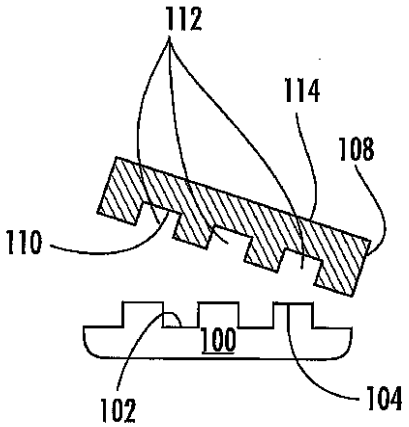


FIG. 1C

【図２Ａ】

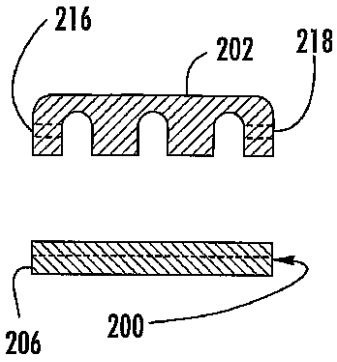


FIG. 2A

【図２Ｂ】

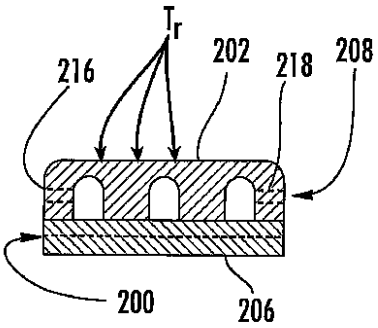


FIG. 2B

【図２Ｃ】

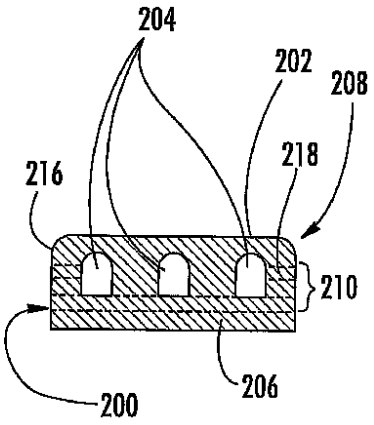


FIG. 2C

【図２Ｄ】

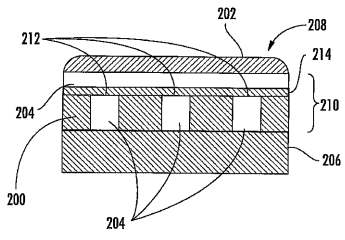


FIG. 2D

【図３Ａ】

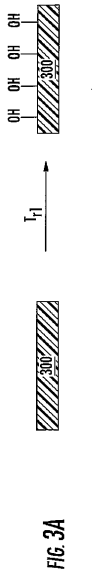


FIG. 3A

【図３Ｂ】

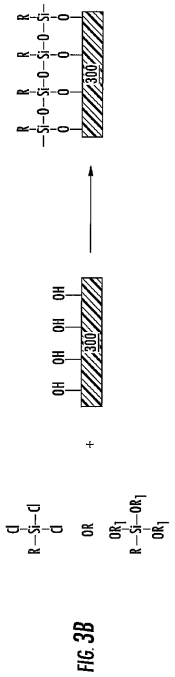


FIG. 3B

【図３Ｃ】

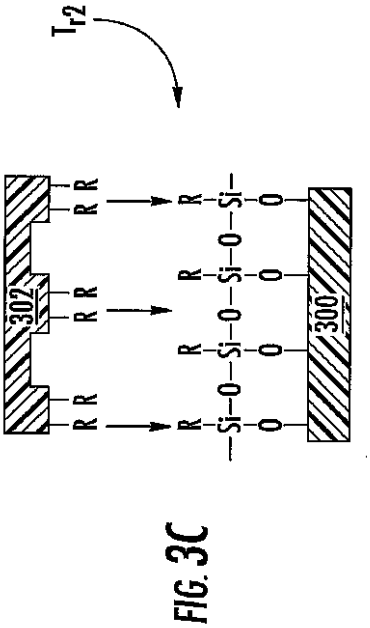


FIG. 3C

【図４Ａ】

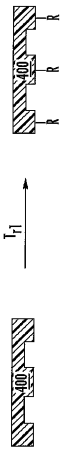


FIG. 4A

【図４Ｂ】

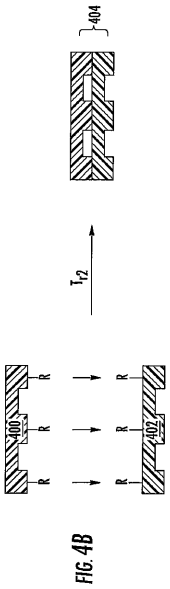


FIG. 4B

【図４Ｃ】

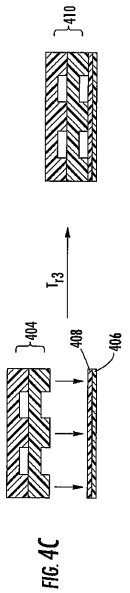


FIG. 4C

【図５Ａ】

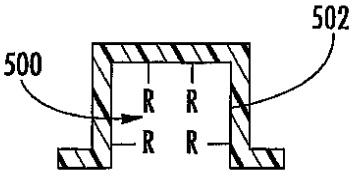


FIG. 5A

【図５Ｂ】

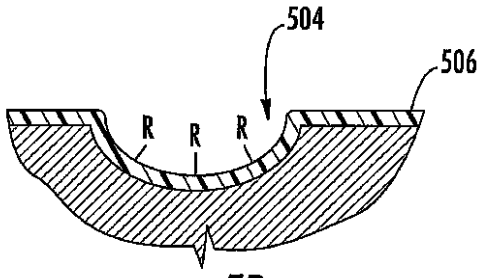


FIG. 5B

【図６Ａ】



FIG. 6A

【図６Ｂ】

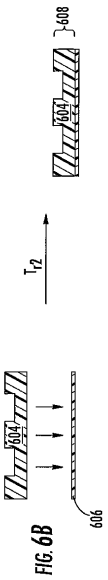


FIG. 6B

【図６Ｃ】



FIG. 6C

【図６Ｄ】

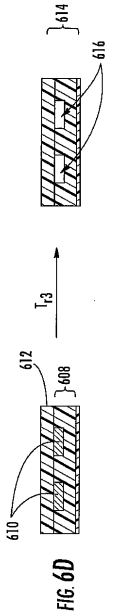


FIG. 6D

【図７Ａ】

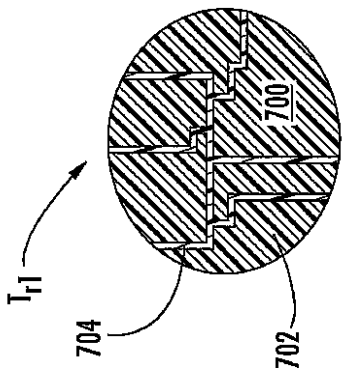


FIG. 7A

【図７Ｂ】

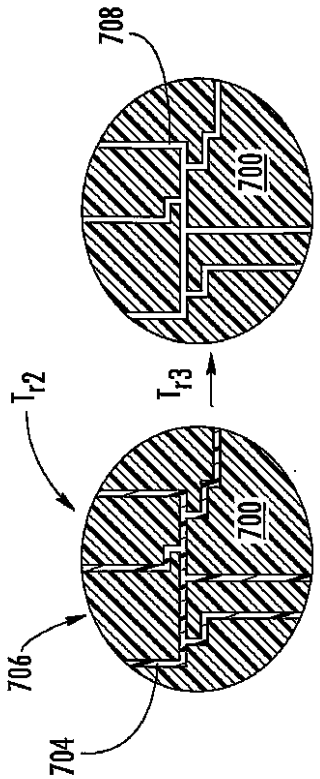


FIG. 7B

FIG. 7C

【図７Ｃ】

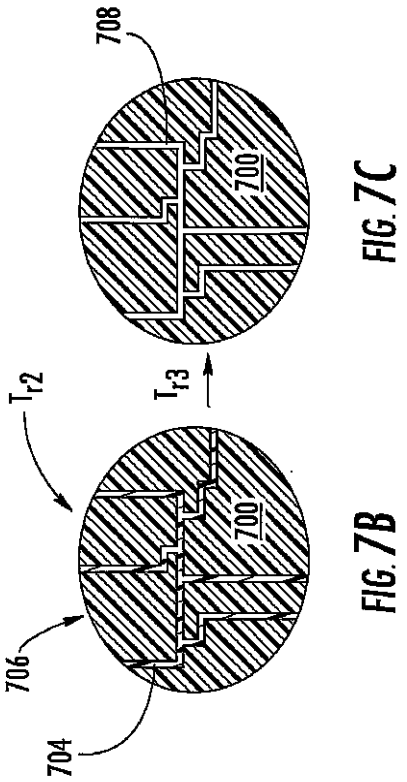


FIG. 7C

FIG. 7B

【図８】

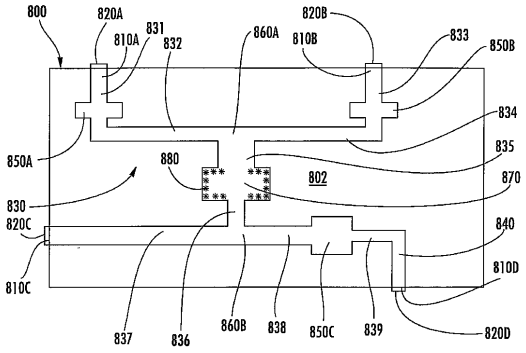


FIG. 8

【図９】

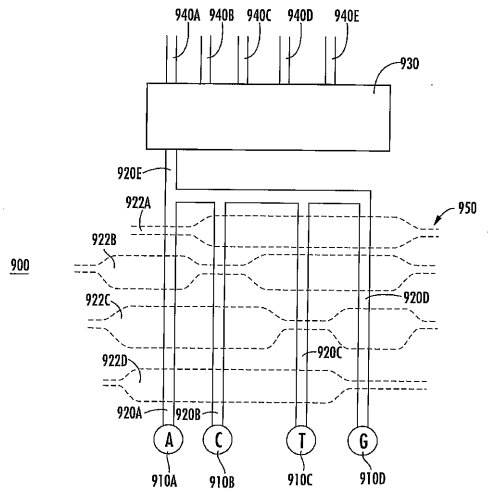


FIG. 9

【図１０】

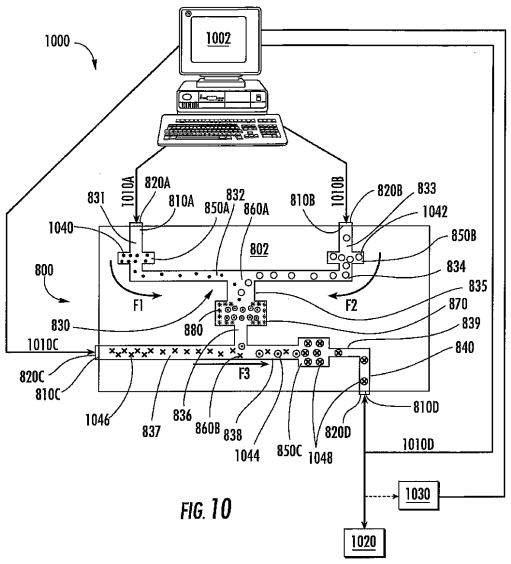


FIG. 10

【手続補正書】
【提出日】平成18年11月8日(2006.11.8)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】請求項５９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項５９】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され；かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される一部分で官能化される、請求項５８記載の方法。

【手続補正２】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】請求項７１
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項７１】
シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され；かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される一部分で官能化される、請求項７０記載の方法。
【手続補正３】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】請求項８８
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項８８】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される一部分で官能化される、請求項８７記載の方法。
【手続補正４】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】請求項９９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項９９】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択さ

れ、該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される一部分で官能化される、請求項９８記載の方法。
【手続補正５】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】請求項１０６
【補正方法】変更
【補正の内容】
【請求項１０６】
該シランカップリング剤が、モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランからなる群から選択され、かつ該モノハロシラン、ジハロシラン、トリハロシラン、モノアルコキシシラン、ジアルコキシシラン、及びトリアルコキシシランが、アミン、メタクリレート、アクリレート、スチレン系、エポキシ、イソシアネート、ハロゲン、アルコール、ベンゾフェノン誘導体、マレイミド、カルボン酸、エステル、酸塩化物、及びオレフィンからなる群から選択される一部分で官能化される、請求項１０５記載の方法。
【手続補正６】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００９３
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００９３】
図１Ｂで最もよくわかるように、液状前駆体材料１０６を、基板１００のパターン表面１０２上に配分する。図１Ｂに示すように、液状前駆体材料１０６を処理法T_rで処理する。液状前駆体材料１０６を処理すると、エラストマー材料のパターン層１０８（図１Ｃに記載）が形成される。

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,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,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,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

(71)出願人 506207532
ノース カロライナ ステイト ユニバーシティ
アメリカ合衆国 ２７６９５－８２１０ ノース カロライナ州 ラレイグフ キャンパス ボックス ８２１０ リサーチ ドライブ ２４０１ スイテ １１２２
(74)代理人 100097456
弁理士 石川 徹
(72)発明者 ジョセフ エム. デシモネ
アメリカ合衆国 ２７５１６ ノース カロライナ州 チャペル ヒル クレスセント リドゲ ドライブ ７３１５
(72)発明者 ジャソン ピー. ロルランド
アメリカ合衆国 ２７７１３ ノース カロライナ州 ドゥルハム ホルロウ オアク ドライブ １０２
(72)発明者 ギンゲル エム. デニソン
アメリカ合衆国 ２７７０７ ノース カロライナ州 ドゥルハム メエチングホウセ レーン ５

Ｆターム(参考) 4G075 AA13 AA61 BA10 BB05 DA02 FA01 FA05 FA12 FB12
4J036 AB01 AB10 AK09 DC03 DC14 FB12 HA02 JA15
4J127 AA01 AA03 AA06 BB031 BB032 BB111 BB112 BB221 BB222 BC021
BC022 BC141 BC151 BC152 BD292 BD332 BD401 BE34Y BE342 BE51Y
BE511 BF14Y BF141 BF62Y BF621 BF71X BF712 BG04Y BG041 BG07Y
BG071 BG08Y BG081 BG12Y BG121 BG13Y BG131 BG14Y BG141 BG17Y
BG171 BG172 BG27Y BG271 BG28Y BG281 BG38X BG382 CB151 CC061
FA14 FA43