

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7678775号
(P7678775)

(45)発行日 令和7年5月16日(2025.5.16)

(24)登録日 令和7年5月8日(2025.5.8)

(51)国際特許分類	F I	
B 8 1 B 3/00 (2006.01)	B 8 1 B 3/00	
G 0 1 N 35/08 (2006.01)	G 0 1 N 35/08	A
G 0 1 N 37/00 (2006.01)	G 0 1 N 37/00	1 0 1
B 0 1 J 19/00 (2006.01)	B 0 1 J 19/00	3 2 1
B 0 5 D 3/14 (2006.01)	B 0 5 D 3/14	
請求項の数 8 (全20頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2022-27189(P2022-27189)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和4年2月24日(2022.2.24)	(74)代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(65)公開番号	特開2022-130345(P2022-130345 A)	(74)代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫
(43)公開日	令和4年9月6日(2022.9.6)	(74)代理人	100106183 弁理士 吉澤 弘司
審査請求日	令和6年1月25日(2024.1.25)	(74)代理人	100136799 弁理士 本田 亜希
(31)優先権主張番号	特願2021-28797(P2021-28797)	(72)発明者	松川 顕久 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ ヤノン株式会社内
(32)優先日	令和3年2月25日(2021.2.25)	(72)発明者	深津 慎
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 マイクロ流路デバイス及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

多孔質基材の内部に、流路壁で挟まれた流路が形成されたマイクロ流路デバイスであって、

前記流路壁は、熱可塑性樹脂およびワックスを含有しており、

前記流路壁の流路と対向する面側の領域における前記ワックスの割合が、前記流路壁の内部における前記ワックスの割合よりも高いことを特徴とするマイクロ流路デバイス。

【請求項2】

前記ワックスのSP値が、前記熱可塑性樹脂のSP値よりも低い請求項1に記載のマイクロ流路デバイス。

【請求項3】

前記ワックスのSP値を $SP(W) (cal/cm^3)^{1/2}$ とし、前記熱可塑性樹脂のSP値を $SP(B) (cal/cm^3)^{1/2}$ としたとき下記式(1)を満たす請求項1に記載のマイクロ流路デバイス。

$$SP(B) - SP(W) \geq 0.5 \quad (1)$$

【請求項4】

前記ワックスの重量平均分子量が300以上10,000以下である請求項1~3のいずれか一項に記載のマイクロ流路デバイス。

【請求項5】

前記流路壁の流路と対向する面側の領域におけるワックスの割合が、下記規定を満たす

領域 X におけるワックスの割合よりも高い、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のマイクロ流路デバイス。

領域 X : 流路壁の流路と対向していない領域であって、且つ、多孔質基材の表面およびその近傍の領域。

【請求項 6】

前記領域 X におけるワックスの割合が 15% 以下である請求項 5 に記載のマイクロ流路デバイス。

【請求項 7】

前記領域 X におけるワックスの割合が 8% 以下である請求項 5 に記載のマイクロ流路デバイス。

【請求項 8】

多孔質基材の内部に、流路壁で挟まれた流路が形成されたマイクロ流路デバイスの製造方法であって、

前記多孔質基材の表面に、電子写真方式で、熱可塑性樹脂およびワックスを含有する流路壁形成材料を載せて、前記多孔質基材の表面に流路パターンを形成する工程、および

前記流路パターンを形成する前記流路壁形成材料を熱により熔融させて、前記流路壁形成材料を前記多孔質基材の内部に浸透させて、前記多孔質基材の内部に流路壁を形成する工程、を有し、

前記ワックスの S P 値が、前記熱可塑性樹脂の S P 値よりも低い、ことを特徴とするマイクロ流路デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多孔質基材の内部にマイクロ流路を形成したマイクロ流路デバイス及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、マイクロサイズの微細流路を利用して、生化学における分析を 1 つのチップ内で効率的（微量、迅速、簡便）に行うことができるマイクロ流路デバイスの開発が、幅広い分野で注目されている。具体的には、生化学の研究はもとより医療、創薬、ヘルスケア、環境、食品などの各分野において注目されている。その中でも、紙をベースとしたペーパーマイクロ分析チップは、従来のデバイスと比べて軽量かつ低コストであり、又、電源も使う必要がなく、更には廃棄性も高いという利点を有する。このため、医療設備の整っていない途上国や僻地ならびに災害現場での医療活動や、感染症の広がりを水際で食い止めなければならない空港等での検査デバイスとして期待されている。又、安価でかつ取り扱いが容易なことから、自身の健康状態を管理・モニタリングできるヘルスケアデバイスとしても注目を集めている。

【0003】

1990 年代前半にフォトリソグラフィ法や金型等を用いてガラスやシリコン上にマイクロサイズの微細流路を形成し、サンプルの前処理、攪拌、混合、反応、検出を 1 チップ上で行うマイクロ分析チップが開発された。その結果、検査システムの小型化や迅速分析、ならびに検体や試薬や廃液の低減を実現した。しかし、これらフォトリソグラフィの技術を使って作製されたマイクロ流路は非常に高い精度を持つ一方、その製造コストは非常に高くなり、又、焼却も難しいため、廃棄性が低いものとなっていた。又、検査液を流路内に送る際、シリンジポンプ等の付帯装置が必要であるため、設備が整った環境での使用に限られており、主に生化学系の研究機関にて使用されてきた。

【0004】

これらの課題に対しペーパーマイクロ分析チップは、基材として紙や布のような安価な材料を用いてかつ、材料自体の毛細管現象を利用することで、検体や検査液を駆動させることができるため、低コストでかつ無電環境での使用が可能となる。又、持ち運び（流通

10

20

30

40

50

）が容易で、廃棄性も高い（燃やすだけで廃棄完了）。更に装置のメンテナンスも不要であるため、誰でも（知識がない老人や子供でも）、何処でも（電源が無い場所でも場所を問わず）、簡単にPOC（point of care）による診断を低コストで実現することが可能となる。よって現在、様々な感染症や特定疾病ならびにヘルスケア（持病管理、健康管理）を対象としたペーパーマイクロ流路デバイスの研究・開発が、世界中の研究機関で進められている。

【0005】

マイクロ流路デバイスは検体や検査液として液体を使用するため、液体の流路壁への染み出し防止や高湿度環境下でのデバイス使用時の吸水による流路壁の膨潤防止のために流路を形成する材料には高い疎水性が求められる。特に、流路壁の流路側の側面部の疎水性が重要であり、検体の流速や、流路壁への滲みに大きな影響がある。

10

【0006】

特許文献1では、熱転写方式のプリンタを用いて、多孔質基材（紙など）中に流路壁を形成したマイクロ流路デバイスが提案されている。この提案においては、熱圧着することで、多孔質基材の空孔に、溶融した流路壁形成材料を充填して流路壁を形成している。そして、流路壁形成材料としては、熱可塑性材料や油脂（ワックス）が用いられている。

【0007】

しかしながら、特許文献1には、流路壁内部に偏りなくワックスを存在させることしか開示されていない。流路壁内部のワックス量を多くした場合には、流路壁の疎水性は十分となるが、流路壁の柔軟性が失われ、折り曲げなどに対する耐性が低くなる。逆に、流路壁内部のワックス量を少なくした場合には、良好な柔軟性を有する流路壁となるため、折り曲げなどに対する耐性は良好となるが、流路壁の疎水性が不十分となる傾向がある。そのため、流路壁内部のワックス量を均一とした場合には、疎水性と折り曲げなどに対する耐性との両立が困難であった。尚、流路壁の疎水性が不十分である場合には、流路の外側へ試料液が、滲んでしまうリスクや、試料液に乱流が発生し、流速の低下による感度低下などが起こる可能性がある。

20

これらのことから本発明は、折り曲げに対する耐性に優れ、且つ高疎水性が保たれる流路壁を形成することで、流路内を流れる検体や検査液が流路壁から滲みでたり、流速が変わることで起こる感度低下などを抑制するマイクロ流路デバイスを提案するものである。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0008】

【文献】特開2015-131257号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、折り曲げに対する耐性に優れ、且つ検査精度の低下が抑制されたマイクロ流路デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

40

多孔質基材の内部に、流路壁で挟まれた流路が形成されたマイクロ流路デバイスであって、

前記流路壁は、熱可塑性樹脂およびワックスを含有しており、

前記流路壁の流路と対向する面側の領域における前記ワックスの割合が、前記流路壁の内部における前記ワックスの割合よりも高いことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、折り曲げに対する耐性に優れ、且つ検査精度の低下が抑制されたマイクロ流路デバイスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施例 1 における流路壁形成材料 T 1 を多孔質基材 S 1 に浸透させることにより形成されたマイクロ流路デバイスの断面図である。

【図 2】実施例 1 に係る画像形成ユニット 1 0 0 の構成図である。

【図 3】実施例 1 に係るプロセスカートリッジ P の構成図である。

【図 4】実施例 1 に係る画像形成ユニット 1 0 0 の概略制御態様を示すブロック図である。

【図 5】実施例 1 における流路パターン図である。

【図 6】実施例 1 における流路壁の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の実施形態は例示であり、本発明を実施形態の内容に限定するものではない。また、以下の各図においては、実施形態の説明に必要な構成要素については図から省略する。

本発明に係るマイクロ流路デバイスは、多孔質基材の内部に、流路壁で挟まれた流路が形成されている。

前記流路壁は、熱可塑性樹脂およびワックスを含有している。

前記ワックスの割合は、前記流路壁の内部よりも前記流路壁の流路と対向する面側の領域の方が高い。

【 0 0 1 4 】

「ワックスの割合」とは、マイクロ流路デバイス断面を観察したときの、ワックスが占める面積割合を意味する。

「流路壁の流路と対向する面」とは、流路と対向している流路壁の表面であって、基材内部に存在している面を意味する。

「流路壁の内部」とは、多孔質基材表面でない、且つ流路と対向していない流路壁の内側を意味する。

尚、「ワックスの割合」を測定する際には、流路と流路壁とを横断する断面を作成する。「流路壁の流路と対向する面側」のワックスの割合を測定する場合には、流路壁の流路と対向する面のできるだけ流路側におけるワックスの割合を測定する。また、「流路壁の内部」のワックスの割合を測定する場合には、流路壁の流路と対向する面から十分に離れた部分であって、また基材表面部からも離れた流路壁におけるワックスの割合を測定する。

【 0 0 1 5 】

「流路壁の流路と対向する面側の領域のワックスの割合が、流路壁の内部におけるワックスの割合よりも高い」とは、流路壁内部における流路壁材料中のワックスの存在比率を X とし、流路壁の流路と対向する面側の領域における流路壁材料中のワックスの存在比率を Y としたとき、 $Y > X$ であることを意味する。

マイクロ流路デバイスの断面において観察される流路壁材料由来の面積を基準として、X は、3 ~ 20 % であることが好ましく、5 ~ 15 % であることがより好ましく、Y は、25 ~ 95 % であることが好ましく、27 ~ 88 % であることがより好ましい。この場合に、耐折り曲げ性能と高い検査精度との両立がより良好に達成される。

【 0 0 1 6 】

本発明のマイクロ流路デバイスは、例えば、電子写真方式で以下の工程を経て製造することができる。

(i) 形成したい流路パターンに応じた潜像を感光体上に形成し、流路壁形成材料の粒子を用いて、該潜像を現像する。

(i i) 現像された像を多孔質基材の表面に転写し、多孔質基材上に流路パターンを形成する。

(i i i) 多孔質基材上に形成された流路パターンを熱により溶融して、多孔質基材の内部に浸透させ、多孔質基材の内部に流路壁を形成する。

【 0 0 1 7 】

< 流路壁形成材料 >

10

20

30

40

50

流路壁形成材料は、熱可塑性樹脂とワックス（油脂）を含有している。

流路壁形成材料を用いて多孔質基材の表面に流路パターンを形成し、流路パターンを熱により溶解することによって流路壁形成材料を多孔質基材の内部に浸透させて流路壁を形成する。

【0018】

- 熱可塑性樹脂 -

熱可塑性樹脂は、特に限定されることはないが、非晶性樹脂であることが好ましい。例えば、以下に挙げる公知の熱可塑性樹脂を用いることができる。ポリエステル樹脂、ビニル系樹脂、アクリル系樹脂、スチレンアクリル系樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリオレフィン、エチレン-酢酸ビニル共重合樹脂、エチレン-アクリル酸共重合樹脂など。

10

熱可塑性樹脂の中でも、ポリエステル樹脂またはスチレンアクリル系樹脂が好ましく、スチレンアクリル系樹脂がより好ましい。

【0019】

該ポリエステル樹脂としては、公知のポリエステル樹脂を用いることができる。

ポリエステル樹脂を製造する方法の具体例として、以下の方法が挙げられる。二塩基酸やその誘導体と二価のアルコールとを必須として、必要に応じて三価以上の多塩基酸及びその誘導体（カルボン酸ハロゲン化物、エステル、酸無水物）、一塩基酸、三価以上のアルコール、一価のアルコールなどを脱水縮合する方法。

【0020】

20

二塩基酸としては、例えば、以下のものが挙げられる。マレイン酸、フマル酸、イタコン酸、蔞酸、マロン酸、コハク酸、ドデシルコハク酸、ドデセニルコハク酸、アジピン酸、アゼライン酸、セバシン酸、デカン-1,10-ジカルボン酸などの脂肪族二塩基酸；フタル酸、テトラヒドロフタル酸、ヘキサヒドロフタル酸、テトラプロムフタル酸、テトラクロルフタル酸、ヘット酸、ハイミック酸、イソフタル酸、テレフタル酸、2,6-ナフタレンジカルボン酸などの芳香族の二塩基酸；など。

また、二塩基酸の誘導体としては、上記脂肪族二塩基酸及び芳香族二塩基酸のカルボン酸ハロゲン化物、エステル化物及び酸無水物などが挙げられる。

【0021】

一方、二価のアルコールとしては、例えば、以下のものが挙げられる。エチレングリコール、1,2-プロパンジオール、1,3-プロパンジオール、1,4-ブタンジオール、1,5-ペンタンジオール、1,6-ヘキサジオール、ジエチレングリコール、ジプロピレングリコール、トリエチレングリコール、ネオペンチルグリコールなどの非環式の脂肪族ジオール類；ビスフェノールA、ビスフェノールFなどのビスフェノール類；ビスフェノールAのエチレンオキサイド付加物、ビスフェノールAのプロピレンオキサイド付加物などのビスフェノールAのアルキレンオキサイド付加物；キシリレンジグリコールなどのアラルキレングリコール類；など。

30

三価以上の多塩基酸やその無水物としては、例えば、トリメリット酸、無水トリメリット酸、ピロメリット酸、無水ピロメリット酸などが挙げられる。

【0022】

40

該スチレンアクリル系樹脂を形成し得る重合性単量体としては、以下のものが挙げられる。スチレン、 α -メチルスチレン、ジビニルベンゼンのようなスチレン系単量体；アクリル酸メチル、アクリル酸ブチル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸2-ヒドロキシエチル、メタクリル酸 t -ブチル、メタクリル酸2-エチルヘキシルのような不飽和カルボン酸エステル；アクリル酸、メタクリル酸のような不飽和カルボン酸；マレイン酸のような不飽和ジカルボン酸；マレイン酸無水物のような不飽和ジカルボン酸無水物；アクリロニトリルのようなニトリル系ビニル単量体；塩化ビニルのような含ハロゲン系ビニル単量体；ニトロスチレンのようなニトロ系ビニル単量体；など。これらは単独で又は複数種を組み合わせ用いることができる。

【0023】

50

該スチレンアクリル系樹脂は必要に応じて、スチレン系重合性単量体とアクリル酸エステルまたはメタクリル酸エステルとの共重合体を形成する際に、架橋剤を添加してもよい。例えば、以下のものが挙げられる。

ジビニルベンゼン、ビス(4-アクリロキシポリエトキシフェニル)プロパン、エチレングリコールジアクリレート、1,3-ブチレングリコールジアクリレート、1,4-ブタンジオールジアクリレート、1,5-ペンタンジオールジアクリレート、1,6-ヘキサジオールジアクリレート、ネオペンチルグリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、テトラエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコール#200ジアクリレート($\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{=O})\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_4\text{C}(\text{=O})\text{CH}=\text{CH}_2$ 、分子量308)、ポリエチレングリコール#400ジアクリレート($\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{=O})\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_9\text{C}(\text{=O})\text{CH}=\text{CH}_2$ 、分子量508)、ポリエチレングリコール#600ジアクリレート($\text{CH}_2=\text{CHC}(\text{=O})\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{14}\text{C}(\text{=O})\text{CH}=\text{CH}_2$ 、分子量708)、ジプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、ポリエステル型ジアクリレート(MANDA 日本化薬)、及び以上のアクリレートをメタクリレートに変えたもの。

【0024】

3官能以上の架橋性単量体としては以下のものが挙げられる。ペンタエリスリトールトリアクリレート、トリメチロールエタントリアクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、テトラメチロールメタンテトラアクリレート、オリゴエステルアクリレート及びそのメタクリレート、2,2-ビス(4-メタクリロキシ・ポリエトキシフェニル)プロパン、ジアクリルフタレート、トリアリルシアヌレート、トリアリルイソシアヌレート、トリアリルトリメリテート、ジアリールクロレンデート。

【0025】

熱可塑性樹脂の重量平均分子量(Mw)の好ましい範囲は、3,000以上500,000以下であり、より好ましくは5,000以上300,000以下であり、さらに好ましくは、7,500以上100,000以下である。

【0026】

-ワックス(油脂)-

本発明のワックスとして用いられる材料としては、特に限定されるものではなく、下記のようなトナーに用いられる公知のワックスを用いることができる。

【0027】

ベヘン酸ベヘニル、ステアリン酸ステアリル、パルミチン酸パルミチルのような1価のアルコールと脂肪族カルボン酸のエステル、又は、1価のカルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；エチレングリコールジベヘネート、ヘキサジオールジベヘネートのような2価のアルコールと脂肪族カルボン酸のエステル；セバシン酸ジベヘニルのような2価のカルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；グリセリントリベヘネートのような3価のアルコールと脂肪族カルボン酸のエステル、又は、3価のカルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；ペンタエリスリトールテトラステアレート、ペンタエリスリトールテトラパルミテートのような4価のアルコールと脂肪族カルボン酸のエステル、又は、4価のカルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；ジペンタエリスリトールヘキサステアレート、ジペンタエリスリトールヘキサパルミテートのような6価のアルコールと脂肪族カルボン酸のエステル、又は、6価のカルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；ポリグリセリンベヘネートのような多価アルコールと脂肪族カルボン酸のエステル、又は、多価カルボン酸と脂肪族アルコールのエステル；カルナバワックス、ライスワックスのような天然エステルワックス；炭化水素ワックス(パラフィンワックス、マイクロクリスタリンワックス、ペトロラタムのような石油系ワックス及びその誘導体；フィッシュアトロプシユ法によるワックス及びその誘導体；ポリエチレンワックス、ポリプロピレンワックスのようなポリオレフィンワックス及びその誘導体)；高級脂肪族アルコール；ステアリン酸、パルミチン酸のような脂肪酸；酸アミドワックス。これらのワックスを単独で用いても良いし、複数

10

20

30

40

50

の種類を用いても良い。

【0028】

この中でも、炭素数2以上6以下のジオールと炭素数14以上22以下の脂肪族モノカルボン酸とのエステル化合物であることが好ましく、炭素数2のジオールと炭素数14以上22以下の脂肪族モノカルボン酸とのエステル化合物を含有することがより好ましい。また、炭化水素ワックスも好ましいワックスである。

【0029】

該ワックスの、流路壁形成材料中の含有量としては、1.0質量%以上25.0質量%以下であることが好ましく、3.0質量%以上20.0質量%以下であることがより好ましい。上記範囲にあることで、優れた低温定着性と優れた耐熱保存性との両立が可能である。より好ましい範囲としては5.0質量%以上15.0質量%以下である。

10

ワックスの重量平均分子量は、300以上10,000以下であることが好ましい。

ワックスの重量平均分子量が、300未満であると、ワックスの浸透性が大きくなりすぎて、流路壁部の表面側からの滲みが大きくなり、流路壁が流路内側に形成され、流路自体を狭くしてしまう恐れがある。

ワックスの重量平均分子量が、10,000を超えると、ワックスが流路壁形成材料の内部に留まりやすく、流路壁の流路と対向する面側にワックスが出てこない可能性がある。

【0030】

<溶解度パラメータ(SP値)の計算方法>

溶解度パラメータ(SP値)は、Fedorsの式(2)を用いて求める。

20

下記 e_i 、及び、 v_i の値は、「コーティングの基礎科学、54～57頁、1986年(槇書店)の表3-9に記載された、原子及び原子団の蒸発エネルギーとモル体積(25)

」を参考にする。
なお、SP値の単位は、 $(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ であるが、 $1(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2} = 2.046 \times 10^3 (\text{J}/\text{m}^3)^{1/2}$ によって $(\text{J}/\text{m}^3)^{1/2}$ の単位に換算することができる。

$$i = (E_v / V)^{1/2} = (e_i / v_i)^{1/2} \quad \text{式(2)}$$

E_v : 蒸発エネルギー

V : モル体積

e_i : i 成分の原子又は原子団の蒸発エネルギー

30

v_i : i 成分の原子又は原子団のモル体積

【0031】

ワックスのSP値は、熱可塑性樹脂のSP値よりも低いことが好ましい。

ワックスのSP値を $SP(W) (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ とし、熱可塑性樹脂のSP値を $SP(B) (\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ としたとき下記式(1)を満たすことが好ましい。

$$SP(B) - SP(W) \leq 0.5 \quad (1)$$

樹脂のSP値とワックスのSP値との差が0.5以下では、樹脂とワックスとが相溶してしまい、流路壁の流路と対向する面側の領域のワックス量が不十分になり、流路壁の疎水性が不十分になる可能性がある。そのために、検体などを滴下したときに、流路から検体が滲んでしまう可能性がある。

40

【0032】

<分子量分布及びピーク分子量の測定方法>

分子量分布及びピーク分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)により、以下のようにして測定する。

まず、測定サンプルをテトラヒドロフラン(THF)に溶解する。そして、得られた溶液を、ポア径が $0.2 \mu\text{m}$ の耐溶剤性メンブランフィルター「マイショリディスク」(東ソー社製)で濾過してサンプル溶液を得る。なお、サンプル溶液は、THFに可溶性成分の濃度が0.8質量%となるように調整する。このサンプル溶液を用いて、以下の条件で測定する。

装置 : 高速GPC装置「HLC-8220GPC」[東ソー(株)製]

50

カラム：L F - 6 0 4 の 2 連 [昭 和 電 工 (株) 製]

溶離液：T H F

流速：0 . 6 m L / m i n

オープン温度：4 0

試料注入量：0 . 0 2 0 m L

【 0 0 3 3 】

試料の分子量の算出にあたっては、下記の標準ポリスチレン樹脂を用いて作成した分子量校正曲線を使用する。得られた分子量分布から、最も大きなピークをメインピークとして、該ピークの分子量の値をピーク分子量とした。

標準ポリスチレン樹脂：商品名「T S KスタンダードポリスチレンF - 8 5 0、F - 4 5 0、F - 2 8 8、F - 1 2 8、F - 8 0、F - 4 0、F - 2 0、F - 1 0、F - 4、F - 2、F - 1、A - 5 0 0 0、A - 2 5 0 0、A - 1 0 0 0、A - 5 0 0」東ソー社製

【 0 0 3 4 】

< 画像 (流路パターン) 形成ユニット >

図 2、図 3 および図 4 を参照して、画像形成ユニット全体の構成について説明する。

図 2 は本発明の実施例に係る画像形成ユニット 1 0 0 の概略構成を断面的に示したものであり、各構成について簡略的に示している。

図 3 は本発明の実施例に係るプロセスカートリッジ P の模式的断面図である。

図 4 は本実施例における画像形成ユニット 1 0 0 の要部の概略制御態様を示すブロック図である。

【 0 0 3 5 】

はじめに、画像形成ユニットの構成、画像形成プロセスと各部材について説明する。図 2 を用いて、画像形成プロセスに係わる各部材に関して画像形成プロセスの順番に則して説明する。

【 0 0 3 6 】

画像形成ユニット 1 0 0 には、プロセスカートリッジ P が収容される。プロセスカートリッジ P は像担持体として感光ドラム 1 1 を備えている。感光ドラム 1 1 の周囲には、感光ドラム 1 1 の表面を帯電するための帯電ローラ 1 2、感光ドラム 1 1 の表面に形成された静電潜像を現像剤 (流路壁形成用粒子) により現像する現像装置 2 0、感光ドラム 1 1 の表面をクリーニングするためのクリーニング部材 1 4 が設けられている。現像装置 2 0 は現像容器 2 1 と現像ブレード 2 5 を有する。画像形成に際して必要となる電圧は、帯電高圧電源 7 1、現像高圧電源 7 2、転写高圧電源 7 4 によって印加することができ、制御部 2 0 2 (図 4) によって制御されている。

【 0 0 3 7 】

画像形成が始まると、帯電ローラ 1 2 に画像形成用である帯電として - 9 4 6 V の電圧を印加することで、感光ドラム 1 1 の表面は - 4 6 0 V に一様に帯電される。帯電ローラ 1 2 には D C (直流) 電圧が印加されており、放電によって感光ドラム 1 1 上を帯電電位 V d で一様に帯電する。このときの V d を暗部電位といい、 - 4 6 0 V である。

【 0 0 3 8 】

帯電ローラ 1 2 によって感光ドラム 1 1 の表面を帯電した後、感光ドラム 1 1 の表面には露光ユニット 7 3 からレーザー光 9 が照射される。レーザー光 9 が照射された感光ドラム 1 1 の表面は明部電位である V 1 として - 1 0 0 V へと表面電位が変化し、静電潜像が形成される。

図 4 に示したように、露光ユニット 7 3 には、コントローラ 2 0 0 からインターフェース 2 0 1 を介して制御部 2 0 2 に入力し、画像処理された画像情報の時系列電気デジタル画素信号が入力する。

露光ユニット 7 3 は、入力する時系列電気デジタル画素信号に対応して変調したレーザー光 9 を出力するレーザー出力部、回転多面鏡 (ポリゴンミラー)、f レンズ、反射鏡等を有しており、レーザー光 9 で感光ドラム 1 1 の表面を主走査露光する。この主走査露光と、感光ドラム 1 1 の回転による副走査により、画像情報に対応した静電潜像を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

< 画像（流路パターン）形成プロセス >

画像形成ユニット 1 0 0 は、現像装置 2 0 の位置を制御する接離手段 7 5 を有しており、画像形成時と非画像形成時とで現像装置 2 0 の位置を異なる位置に制御することができる。接離手段 7 5 は、図 4 に示した制御部 2 0 2 によって動作を制御される。

現像装置 2 0 は感光ドラム 1 1 の回転開始後に、感光ドラム 1 1 から離間していた現像剤担持体としての現像ローラ 2 3 が、接離手段 7 5 により感光ドラム 1 1 と当接するように移動する。

【 0 0 4 0 】

続いて、現像ローラ 2 3 は図 3 中の矢印 C 方向に、現像剤（流路壁形成用粒子）の供給部材としての供給ローラ 2 4 は図 3 中の矢印 D 方向に、それぞれ接続されているモータ M 2（不図示）の駆動によって回転を始める。そして、現像ローラ 2 3 用の現像高圧 7 2 から現像ローラ 2 3 へ、現像電圧として - 3 0 0 V の電圧が印加されることで、感光ドラム 1 1 上に形成された静電潜像、すなわち、上記の V 1 部に対して現像ローラ 2 3 によって現像剤が供給されて現像される。なお、このときの感光ドラム 1 1 表面の移動速度と現像ローラ 2 3 表面の移動速度の比（現像ローラ 2 3 表面の移動速度 / 感光ドラム 1 1 表面の移動速度）を現像周速比と呼ぶ。この現像周速比を制御することで、感光ドラム 1 1 上に現像される現像剤の量を制御することができる。例えば現像周速比が 2 . 5 であれば、現像ローラ 2 3 上の現像剤が全て感光ドラム 1 1 上の静電潜像の現像に使用された場合、感光ドラム 1 1 表面の単位面積当たりの現像剤量は、現像ローラ 2 3 表面の単位面積当たりの現像剤量に比べて 2 . 5 倍になる。後述の実施例では多孔質基材 S 1 内部に流路壁を形成するために適した現像剤量を現像できるように現像周速比を制御した。

【 0 0 4 1 】

多孔質基材 S 1 は給紙トレイ 1 に載置されており、ピックアップローラ 2 によって一枚ずつピックアップされる。現像された現像剤像（流路パターン）は、転写高圧 7 4 によって + 2 0 0 0 V が印加された転写ローラ 4 との電位差により、多孔質基材 S 1 に転写される。転写ローラ 4 は、導電性の軸心体（以下、芯金とも記載する。）と感光ドラム 1 1 への圧接部分が弾性体である N B R ヒドリングゴムを主成分とした半導電性スポンジを用いており、イオン導電材を用いて抵抗調整を行っている。外径 1 2 . 5 mm で、芯金径 6 mm である。

【 0 0 4 2 】

現像剤像を転写された多孔質基材 S 1 は、現像剤像を重力方向上側としたまま画像形成ユニットの外部に排出される。なお、転写ローラ 4 を通過した後の感光ドラム 1 1 は、当接しているクリーニング部材 1 4 によって、転写されなかった現像剤を掻き取られる。帯電ローラ 1 2 による帯電からの一連のプロセスが繰り返されることで、連続的に像形成が行われる。

【 0 0 4 3 】

< 加熱プロセス >

流路パターンが転写された多孔質基材 S 1 は、加熱ユニット（不図示）による加熱プロセスを経る。加熱プロセスを経ることによって流路壁形成材料が溶融し、多孔質基材 S 1 へと浸透し、疎水性の流路壁となる。

よって、加熱温度としては、流路壁形成材料が溶融し、多孔質基材 S 1 に対して浸透する温度にする必要がある。後述の実施例の構成においては 1 4 0 以上において流路壁形成材料は多孔質材 S 1 へ浸透した。

【 0 0 4 4 】

加熱時間は、溶融した流路壁形成材料が多孔質基材 S 1 の厚さ方向に完全に浸透しきる時間が必要であるが、長すぎると必要以上に拡散してしまい、印刷によって形成した流路パターンに比べて、加熱プロセス後の流路 8 2 が細くなってしまう可能性がある。本実施例の構成においては、加熱時間を 1 ~ 1 0 分とすることによって適度な流路壁が形成できた。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

以上を鑑みて、後述の実施例における加熱条件としては200 環境において2分間とした。加熱ユニットとしては、オープン（ヤマト科学（株） 送風定温恒温器 DN610H）を用いた。ただし、加熱方式はこれに限らず、遠赤外線ヒータやホットプレート等を用いても良いし、加熱条件も流路壁形成材料や多孔質基材S1の物性に合わせて選択すべきものである。

【 0 0 4 6 】

上記の条件における加熱プロセスを図1（a）、図1（b）を用いて説明する。

加熱前後の流路壁形成材料を表す図として、図5中の破線80aの位置における断面概略図を図1に示す。図1（a）は加熱前の断面図、図1（b）は加熱後の断面図である。図1（c）は図1（b）中の一部を拡大した図である。

加熱前の流路壁形成材料は、図1（a）に示すように、多孔質基材S1の表面に付着しただけの状態である。この後の加熱によって流路壁形成材料が溶融し、多孔質基材S1との毛細管現象によって多孔質基材S1の内部に浸透し、図1（b）、図1（c）に示されるように、流路壁が形成される。こうして、多孔質基材内に、流路壁に挟まれた流路82を有するマイクロ流路デバイスが得られる。

【 0 0 4 7 】

< 流路 >

流路は、流路壁（詳細は以下に記載する。）によって挟まれた多孔質基材の領域であり、毛細管現象によって試料液が流れる領域である。

後述の実施例においては、流路パターン画像形成ユニット100を用いて多孔質基材S1に対し、図5（a）に示す流路パターン80を形成した。

図5（b）は図5（a）中の破線80aの位置における断面概略図を示す。図5（c）は図5（b）中の一部を拡大した図である。

【 0 0 4 8 】

マイクロ流路デバイスとして使用するにあたり、試薬部83、検査液部84及び流路82をそれぞれ囲う流路壁形成用粒子部81を形成した。試薬部83は試薬を付着させるためのものであり、検査液部84は検査液（試料液）を付着させるためのものであり、流路82は試薬部83と検査液部84とを結ぶものである。流路82を挟む部分の流路壁形成用粒子部81の幅L1は4mm、流路82の幅L2は1.5mmとした。また、検査液部84の直径L3は7mm、流路の最長部L4は40mmとした。マイクロ流路デバイスとしての使用例として、例えば試薬部83へ呈色反応を示す薬品を付着させておき、その後検査液部84へ検査液を付着させることで、検査液が流路82を通過して試薬部83まで拡散し、呈色反応が起こるかを検査することができる。ただし、流路パターンの形状やサイズ等はもちろんこれに限るものではなく、直線や曲線の組み合わせ、分岐を用いた形状であっても良く、流路の幅を流路の途中で変えても良い。

【 0 0 4 9 】

< 流路壁 >

流路壁は、前記流路壁形成材料から構成されており、高い疎水性を有している。特に、流路として機能させるには、流路壁の流路と対向する面（側面部）の疎水性が高いことが重要であり、疎水性を高めることによって、検体の流速を高め、流路壁への滲みを抑制することができる。

流路壁の流路と対向する面の疎水性を高めるため、当該部分のワックスの割合を高めることが有効である。

【 0 0 5 0 】

多孔質基材の表面に流路パターンを形成する際に、流路と対向する面となる領域と、流路壁の内部となる領域とにおいて、ワックス量の異なる現像剤（流路壁形成用粒子）を用いることもできる。具体的には、流路と対向する面となる領域（例えば、幅1mm程度）を形成するための現像剤として、ワックス量が多い現像剤を用い、流路壁内部となる領域を形成するための現像剤として、ワックス量が少ない、あるいはワックスを含有していな

い現像剤を用いる。このような流路パターンを用いて流路壁を形成した場合、流路壁の流路と対向する面の疎水性を十分に確保しつつ、マイクロ流路デバイス表面およびその近傍におけるワックス量を低減することができる。マイクロ流路デバイス表面には、保護層や電極といった他の層や部材を重ねることがあり、表面およびその近傍のワックス量を低減することにより、重ねられた部材が剥離することを抑制できる。

即ち、流路壁の流路と対向する面側の領域におけるワックスの割合が、下記規定を満たす領域X（流路壁の流路と対向していない領域であって、且つ、多孔質基材の表面およびその近傍の領域。）におけるワックスの割合よりも高いことが好ましい。さらに、領域Xにおけるワックスの割合が15%以下であることがより好ましく、8%以下であることが特に好ましい。

10

【0051】

<多孔質基材>

多孔質基材S1としては、適度な空隙率と親水性を示すものが好適である。多孔質構造としては、連泡並びに網目（ナノファイバー等）状の構造等のものが良く、濾紙、普通紙、上質紙、水彩紙、ケント紙、合成紙、合成樹脂多孔質フィルム、布地、繊維製品、などが挙げられる。これらの中でも、高い空隙率と良好な親水性を有する点から、濾紙が好ましい。

空隙率は、目的に応じて適宜選択することができるが、20%~90%が好ましい。前記空隙率が、90%を超えると、基材としての強度が保てなくなることがあり、20%未満であると、試料液の浸透性が悪くなることがある。

20

【0052】

親水性は、試料液として血液、尿、唾液のような、水を含む生体液が、基材内に拡散することを可能にするために必要な性質である。

多孔質基材の平均厚さは、0.01mm~0.3mmがよく使用される。前記平均厚さが、0.01mm未満であると、基材としての強度を保てなくなることがある。用途によっては厚さ0.6mm程度の厚いものを使用する場合があるが、本発明は厚い多孔質基材に流路壁を作るため、このような場合にも好適である。したがって、本発明に用いられる多孔質基材の平均厚さは好ましくは、0.01~1.0mmである。

見掛け密度（ g/cm^3 ）は、（坪量（ g/m^2 ）/厚さ（mm）×1000）、空隙率（%）は、（（真密度 - 見掛け密度）/真密度×100）として計算した。

30

後述の実施例中に使用した多孔質基材S1の坪量等を表1に示す。

【0053】

【表1】

表1

基材	坪量 (g/m^2)	厚み (mm)	見掛け密度 (g/cm^3)	真密度 (g/cm^3)	空隙率 (%)
S1	55	0.08	0.69	1.5	54

【0054】

<流路壁の断面>

流路壁形成材料には、熱可塑性樹脂とワックスとが含まれている。本実施例の場合、上記のように加熱プロセスにより流路壁形成材料を熱により溶融し、多孔質基材S1へ浸透させることによって、多孔質基材S1に流路壁を形成する。後述の実施例の構成においては図1(c)に示すようにワックスWが流路壁の外側に出てくる。これは、熱可塑性樹脂BとワックスWとの表面自由エネルギーの違いにより、SP値が低いワックスWの方が、流路82側の流路壁の流路と対向する面側の領域に存在しやすくなるためである。

40

【0055】

また、ワックスWの方が、多孔質基材に対しての毛細管現象においても浸透速度が速くなるため、流路壁の外側を覆いやすくなる。従って、図1(c)に示すように流路82側

50

の側面部のワックスWの存在比率が多くなる。それによって流路壁の疎水性が向上し、検体などの液体が流路82の外側（流路壁の内側）へ滲んでしまうリスクを軽減できる。

また、樹脂のSP値とワックスのSP値との差が大きいほど、ワックスが流路壁の流路と対向する面側（外縁）に行きやすくなる。

【実施例】

【0056】

以下、実施例及び比較例を挙げて、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。なお、文中「部」及び「%」とあるのは特に断りのない限り質量基準である。

【0057】

<実施例1>

実施例1においては、熱可塑性樹脂B1（非晶性樹脂）とワックスW1を含む流路壁形成用粒子T1を用いて、前述した条件でマイクロ流路デバイスを作製した。

尚、流路壁形成用粒子T1は、以下のようにして懸濁重合法によって製造した。

【0058】

[重合性単量体組成物の調製]

スチレン 70.0質量部

n-ブチルアクリレート 30.0質量部

ジビニルベンゼン 0.3質量部

ワックスW1（エチレングリコールジベヘネート）12.0質量部

上記材料を65に保温し、T.K.ホモミクサー（特殊機化工業株式会社製）を用いて、500rpmにて均一に溶解、分散し、重合性単量体組成物を調製した。

【0059】

[分散安定剤の調製]

高速攪拌装置T.K.ホモミクサー（プライミクス社製）を取り付けた2L用四つ口フラスコ中にイオン交換水710部と0.1mol/L-リン酸ナトリウム水溶液450部を添加し、回転数12000rpmで攪拌しながら、60に加熱した。ここに1.0mol/L-塩化カルシウム水溶液68.0部を添加し、難水溶性分散安定剤（リン酸カルシウム）を含む水系分散媒体を調製した。

【0060】

[造粒・重合]

上記水系分散媒体中に前記重合性単量体組成物を投入し、回転数12000rpmを維持しつつ15分間造粒した。その後、高速攪拌機からプロペラ攪拌羽根に攪拌機を交換し、内温を60に昇温し、60に維持して重合反応を5時間継続させた。さらに、内温を80に昇温し、80に維持して、3時間重合反応を継続させた。重合反応終了後、80、減圧下で残存単量体を留去した後、30まで冷却して、重合体微粒子分散液を得た。

【0061】

[洗浄]

上記重合体微粒子分散液を洗浄容器に移し、攪拌しながら、希塩酸を添加し、pH1.5に調整した。分散液を2時間攪拌後、ろ過器で固液分離し、重合体微粒子を得た。これをイオン交換水1200部中に投入して攪拌し、再び分散液とした後、ろ過器で固液分離した。この操作を3回行い流路壁形成用粒子T1の母粒子を得た。

【0062】

[流動性向上剤の外添]

得られた母粒子100.0部に対し、ヘキサメチルジシラザンで表面処理された流動性向上剤（一次粒子の個数平均粒径7nmのシリカ）1.0部をヘンシェルミキサーで5分間乾式混合して、重量平均粒径（D4）が6.8μmの流路壁形成用粒子T1を得た。

【0063】

<実施例2>

10

20

30

40

50

実施例 2 においては、流路壁形成用粒子 T 2 を用いる以外は実施例 1 と同様にして、マイクロ流路デバイスを作製した。

流路壁形成用粒子 T 2 は、以下の熱可塑性樹脂 B 2 とワックス W 2 とを用いて、粉碎法（材料を混練・粉碎して製造）により製造した。重量平均粒径は、7.0 μm であった。

- ・熱可塑性樹脂 B 2（非晶性樹脂）：ジオール成分としてビスフェノール A - PO 2 モル付加物とビスフェノール A - EO 2 モル付加物とを用い、ジカルボン酸成分として、テレフタル酸を用いて合成したポリエステル樹脂 100 質量部
 - ・ワックス W 2（日本精蠟製炭化水素ワックス「FNP90」） 10 質量部
- 【0064】

粉碎法による製造条件を以下に示す。上記の熱可塑性樹脂 B 2 とワックス W 2 とを二軸混練機（PCM-30 型、株式会社池貝製）を用いて 120 で混練し、混練物を得た。得られた混練物を冷却し、ハンマーミルにて 1mm 以下に粗粉碎し、粗砕物を得た。得られた粗砕物を、機械式粉碎機（T-250、ターボ工業（株）製）にて微粉碎した。さらに回転型分級機（200 TSP、ホソカワミクロン社製）を用いて、分級ローター回転数 50.0 s⁻¹ の分級条件で分級を行い、流路壁形成用粒子 T 2 を得た。

【0065】

< 実施例 3 >

実施例 3 においては、流路壁形成用粒子 T 3 を用いる以外は実施例 1 と同様にして、マイクロ流路デバイスを作製した。

流路壁形成用粒子 T 3 は、ワックス W 2 に変えてワックス W 3（HNP9：日本精蠟、パラフィンワックス）を用いた以外は流路壁形成用粒子 T 2 と同様にして製造した。

得られた流路壁形成用粒子 T 3 の重量平均粒径（D4）は 7.1 μm であった。

【0066】

< 比較例 1 >

比較例 1 においては、流路壁形成用粒子 T 4 を用いる以外は実施例 1 と同様にして、マイクロ流路デバイスを作製した。

流路壁形成用粒子 T 4 は、ワックス W 1 を用いないこと以外は流路壁形成用粒子 T 1 と同様にして製造した。得られた流路壁形成用粒子 T 4 の重量平均粒径（D4）は 7.2 μm であった。

表 2 A に、実施例 1 ~ 3、比較例 1 において用いた、樹脂の種類及び SP 値、ワックスの種類、SP 値及び重量平均分子量、並びに ΔSP 値を示す。また、表 2 B に、実施例 1 ~ 3、比較例 1 で製造されたマイクロ流路デバイスにおけるワックスの割合を示す。

【0067】

【表 2 A】

表 2A

	流路壁形成用粒子	熱可塑性樹脂			油脂(ワックス)			ΔSP値	
		樹脂材料	SP値 SP(B)	ワックス	SP値 SP(W)	重量平均分子量 (Mw)			
実施例1	T1	B1	スチレン アクリル 系樹脂	9.80	W1	エチレン グリコール ジベヘネート	8.81	707	0.99
実施例2	T2	B2	PES系樹脂	10.54	W2	FNP90	8.39	771	2.15
実施例3	T3	B2	PES系樹脂	10.54	W3	HNP9	8.28	469	2.26
比較例1	T4	B1	スチレン アクリル 系樹脂	9.80	—				

表 2 A 中の SP 値の単位は、(cal/cm³)^{1/2} である。

【0068】

【表 2 B】

表2B

	ワックスの割合	
	流路壁内部	流路壁の流路と対向する面側の領域
実施例1	15%	27%
実施例2	10%	55%
実施例3	9%	88%
比較例1	検出されず	検出されず

10

【0069】

< マイクロ流路デバイスの性能評価 >

実施例1～3と比較例1の流路壁形成材料を用いて作製したマイクロ流路デバイスの性能評価として、図5に示す試薬部83に水を0.05mL垂らし、流路全体に水が浸透するまでの時間を計測した。時間が短くなればなるほど、検査液等を注入したときの液漏れ抑制や流路内の流路壁面の撥水性向上により液進行をよりスムーズにできることを表している。

表3に実施例1～3と比較例1のマイクロ流路デバイスの浸透時間の結果を示す。

20

【0070】

【表 3】

表3

	流路壁形成用粒子	流路全てを満たすまでに要する時間(s)
実施例1	T1	260
実施例2	T2	245
実施例3	T3	225
比較例1	T4	290、わずかな滲みあり

30

【0071】

表3に示すように、ワックス成分のない比較例1の流路壁形成材料により作製したマイクロ流路デバイスは、流路内を全て水で満たすために、290秒かかった。また、水を満たした後の、流路壁面を光学顕微鏡により、拡大して観察すると、わずかな滲みがあることが確認された。

これに対して、実施例1の流路壁形成材料を用いて作製したマイクロ流路デバイスでは、260秒で流路内を全て水で満たすことができ、比較例1よりも30秒速く浸透した。

【0072】

これは、実施例1では、疎水性の高いワックスが、図6に示す流路壁Wの位置に存在しており、流路82に流れる水をブロックして、より滲みなく効率的に液体を流すことができる流路デバイスであることを示している。

40

また、実施例2は、熱可塑性樹脂とワックスのSP値差を実施例1よりも大きくした流路壁形成材料を用いて、マイクロ流路デバイスを作製した。実施例2では、水が流路全てを満たすために245秒かかり、実施例1よりもさらに15秒速く浸透した。

【0073】

また、下記の「流路壁断面におけるワックスに関する測定方法」によって観察したところ、実施例1よりも実施例2の方が、流路壁の流路に対向する面側の領域(図6のWの位置)に存在するワックスの量が多いことを確認できた。つまり、実施例2のようにSP値差が大きい熱可塑性樹脂とワックスとを含む流路壁形成材料を用いることによって、より疎水性の高い流路デバイスが作れることを確認できた。

50

【 0 0 7 4 】

さらに、実施例 3 は、熱可塑性樹脂とワックスとの S P 値差を実施例 2 よりさらに大きくした流路壁形成材料を用いて、マイクロ流路デバイスを作製した。また、ワックス W 3 の重量平均分子量 (M w) は実施例 1、2 で用いたワックスの重量平均分子量よりも小さい。実施例 3 においては、性能評価において、水が流路全てを満たすまでの時間が、225 秒とさらに短くなった。

【 0 0 7 5 】

< 流路壁断面におけるワックスに関する測定方法 >

本発明においては、結晶相 (ワックス) と非晶相 (熱可塑性樹脂) との微細構造の相違を利用して、重金属により一方の成分の電子密度を高めて材料間のコントラストを付ける電子染色法を用いる。

10

具体的には、四酸化オスミウム (O s O 4) 修飾を施した流路デバイスを光硬化性のエポキシ樹脂中で硬化させる。その後、得られた硬化物から、ダイヤモンドナイフを備えたウルトラマイクロトム (U C 7、ライカ社製) を用いて、流路デバイスの図 6、9 1 と 9 2 の流路壁断面部が観察できるように斜め方向 (図 6 中の破線方向、角度) に 5 0 0 μ m 四方、厚さ 2 0 μ m の薄片状のサンプルを切り出す。

【 0 0 7 6 】

次いで、四酸化ルテニウム (R u O 4) を併用して電子染色を施す。

具体的には、真空電子染色装置 (F i l g e n 社製 V S C 4 R 1 H) を用い、薄片状にしたサンプルをチャンバーに入れ、R u O 4 ガス 5 0 0 P a 雰囲気、染色時間 1 5 m i n で染色処理を行う。

20

染色されたサンプルを走査透過型電子顕微鏡 (J E M 2 8 0 0、J E O L 社) の走査像モードを用いて、1 0 , 0 0 0 倍の倍率で拡大し、図 6 の流路デバイスの断面における、流路壁の流路と対向する面側の領域 W , 流路壁内部 B の画像を取得する。

【 0 0 7 7 】

このとき走査透過型電子顕微鏡 (S T E M) のプローブサイズは 1 n m、画像サイズは 2 0 4 8 ピクセル × 2 0 4 8 ピクセル、加速電圧 2 0 0 K V にて断面の画像を取得した。

断面画像におけるワックスの特定はエネルギー分散型 X 線分光分析機 (E D X) などを用いて行った。

流路壁の流路と対向する面側の領域のワックスの割合の測定は、流路側から測定し、ワックス成分が検出され始めた位置 (0 地点 ; 図 6 の 9 5) から 9 6 に向けて 2 0 μ m 進んだ位置 9 1 における 1 0 μ m 四方に対して行った。

30

2 0 μ m としたのは、流路壁の撥水効果として、流路壁の流路側と接触する界面から 2 0 μ m の流路壁の状態が、流路を流れる検体の流速に影響するからである。

尚、0 地点 (図 6 の 9 5) から、基材表面 9 6 までの距離が、2 0 0 μ m 以上であるサンプルを測定対象とする。

【 0 0 7 8 】

ワックス部分は、四酸化ルテニウム (R u O 4) に染色される量が、周囲の樹脂に対して異なるため、コントラストが明瞭になり、容易にワックス部を特定できる。

また、流路壁の内部のワックスの割合の測定は、上記の 9 6 から地点 0 に向けて 2 0 / c s (μ m) 以上離れた位置、且つ多孔質基材の表面から 1 0 μ m 以上離れた位置における 1 0 μ m 四方に対して行った。

40

更に、領域 X (流路壁の流路と対向していない領域であって、且つ、多孔質基材の表面およびその近傍の領域) におけるワックスの割合に関しては、多孔質基材表面から深さ 1 0 μ m までの領域におけるワックスの割合を用いた。

そして、全ての場合において、ワックスの割合は、流路壁材料 (ワックスを含む。多孔質基材は含まない。) が占める面積を C、ワックスが占める面積を D として、下記の式 (3) を用いて算出する。

$$\text{ワックスの割合} = D / C \times 1 0 0 \quad (3)$$

【 0 0 7 9 】

50

<疎水性 流路デバイスの接触角の確認>

実施例 1 で作製したマイクロ流路デバイスの表面の水に対する接触角を、C A - W 型接触角測定装置（協和界面科学社製）を用いて測定した。

図 6 に示す表面 9 3 にはワックスが存在しており、接触角は 1 2 0 度であった。

また、表面 9 3 のワックス成分をヘキサンにより溶かし、表面から除去した後に測定した際の表面の水に対する接触角は 1 0 0 度であった。一般的に接触角が高ければ、撥水性が高いことを示しており、この結果からも、流路壁の内部に対して流路壁の表面側の撥水性が高くなっていることを表している。従って、流路中の検体が接する流路壁の面（流路と流路壁との境界面）も、撥水性が高いと考えられる。

また、得られたマイクロ流路デバイスの耐折り曲げ性を確認したところ、いずれのデバイスも良好な耐折り曲げ性を示した。

【 0 0 8 0 】

<製造方法について>

以上のように、電子写真方式を用いて、熱可塑性樹脂と該熱可塑性樹脂の S P 値よりも S P 値が低いワックスとを含む流路壁形成材料を多孔質基材の表面に載せて流路パターンを形成し、それを熱により溶融させてマイクロ流路デバイスの流路を形成することによって、流路壁の流路に対向する表面側領域のワックスの存在比率が高くなり、流路壁の疎水性が向上する。従って、検体が流路壁に滲みを起こすリスクを抑制し、より効率的に検体を毛細管現象により進めることができる安定したマイクロ流路デバイスを作製することができる。

【 0 0 8 1 】

<実施例 4 >

流路壁形成用樹脂粒子 T 3 におけるワックス量を 1 5 質量部に変更した流路壁形成用樹脂粒子 T 5 と、ワックス量を 7 質量部に変更した流路壁形成用樹脂粒子 T 6 を用意した。

多孔質基材表面に形成される流路パターンにおいて、流路壁となる領域の流路側の幅 1 . 0 mm の領域においては樹脂粒子 T 5 を使い、流路壁を形成する領域のそれ以外の部分においては、樹脂粒子 T 6 を用いた。次いで、加熱することによって、形成された流路パターンを多孔質基材に浸透させて、マイクロ流路デバイスを作製した。

作製されたマイクロ流路デバイスは、疎水性に優れた流路壁が形成されていることに加えて、表面のワックス量が少なく、他の層や部材を重ねる構成に対して、良好に対応できるものであった。

【 0 0 8 2 】

<実施例 5 >

流路壁形成用樹脂粒子 T 3 におけるワックス量を 1 5 質量部に変更した流路壁形成用樹脂粒子 T 5 と、流路壁形成用樹脂粒子 T 1 におけるワックス量を 3 質量部に変更した流路壁形成用樹脂粒子 T 7 を用意した。

多孔質基材表面に形成される流路パターンにおいて、流路壁となる領域の流路側の幅 1 . 0 mm の領域においては樹脂粒子 T 5 を使い、流路壁を形成する領域のそれ以外の部分においては、樹脂粒子 T 7 を用いた。次いで、加熱することによって、形成された流路パターンを多孔質基材に浸透させて、マイクロ流路デバイスを作製した。

作製されたマイクロ流路デバイスは、疎水性に優れた流路壁が形成されていることに加えて、実施例 4 で作製したデバイスよりもより表面のワックス量が更に少ないため、他の層や部材を重ねる構成に対して、より良好に対応できるものであった。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表4

	ワックスの存在割合		
	流路壁内部	流路壁の流路と対向する 面側の領域	流路壁の多孔質基材表面 及びその近傍
実施例4	5%	95%	15%
実施例5	3%	95%	8%

10

【符号の説明】

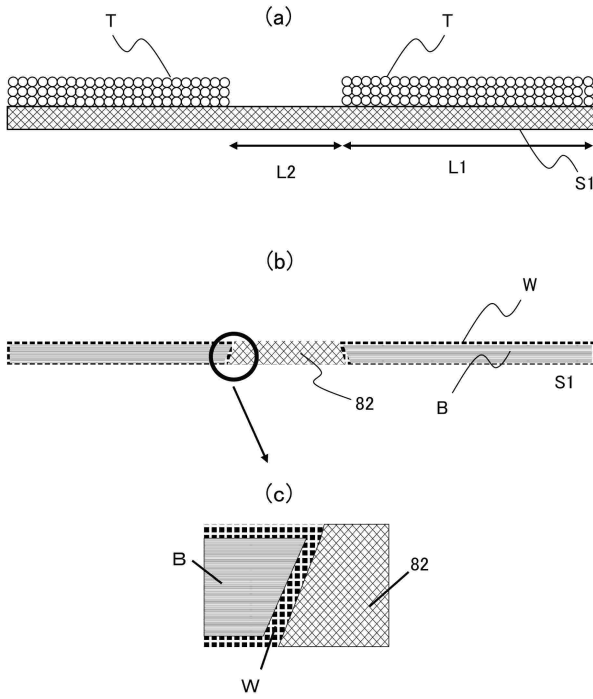
【 0 0 8 4 】

4	転写ローラ	
5	中間転写体	
6	1次転写ローラ	
7	2次転写ローラ	
P	プロセスカートリッジ	
1 1	感光ドラム	
1 2	帯電ローラ	20
1 4	クリーニングブレード	
1 5	メモリ	
2 0	現像装置	
2 1	現像容器	
2 3	現像ローラ	
2 4	樹脂粒子供給ローラ	
2 5	現像ブレード	
7 1	帯電高圧電源	
7 2	現像高圧電源	
7 3	露光ユニット	30
7 4	転写高圧電源	
7 5	接離手段	
7 6	現像周速	
8 0	流路パターン	
8 1	流路壁形成用粒子像	
8 2	流路	
8 3	試薬部	
8 4	検査液部	
1 0 0	流路パターン画像形成ユニット	
T	流路壁形成用粒子	40
B	熱可塑性樹脂	
W	ワックス	

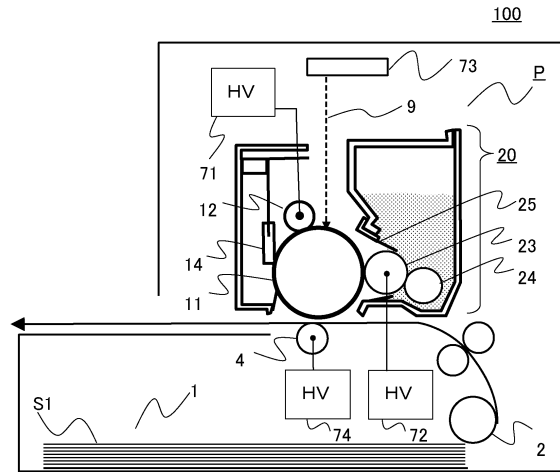
50

【図面】

【図 1】



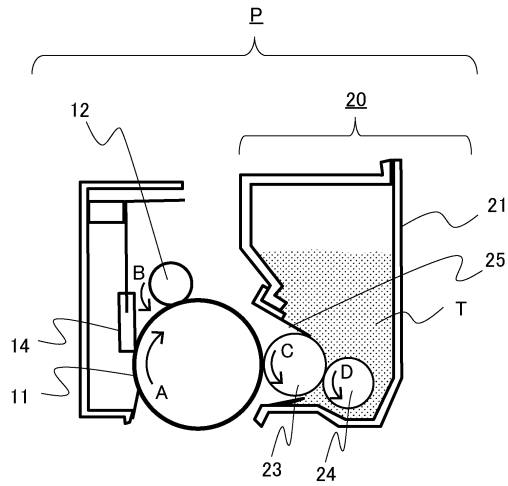
【図 2】



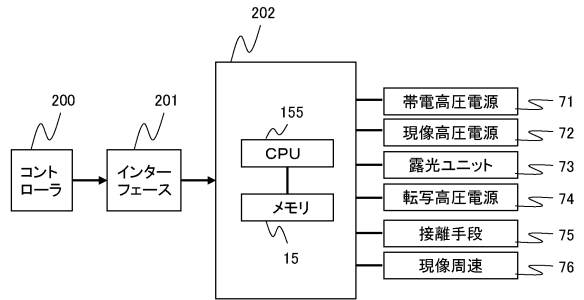
10

20

【図 3】



【図 4】

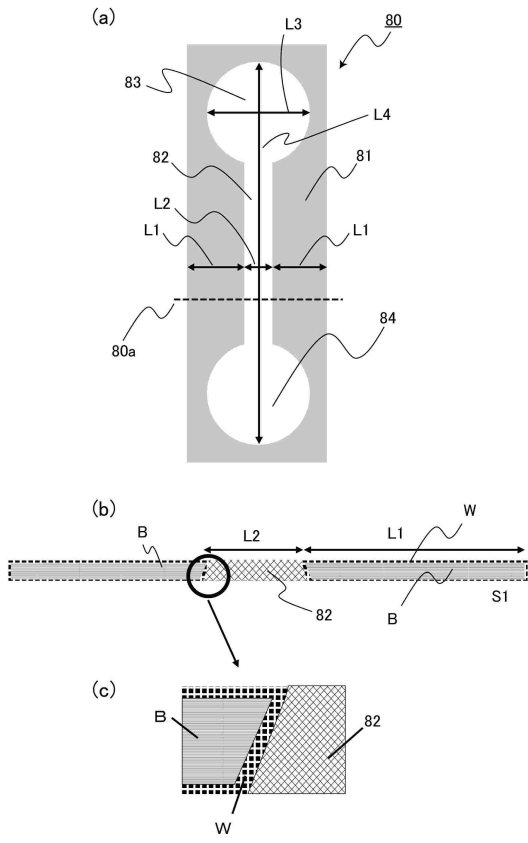


30

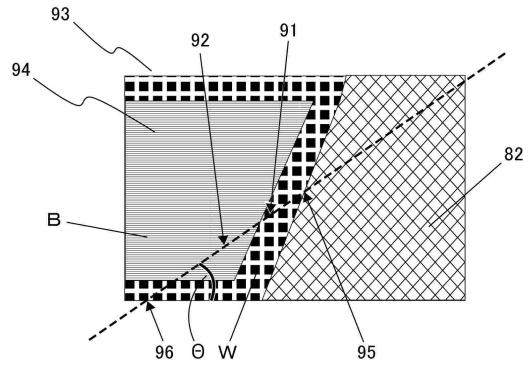
40

50

【 図 5 】



【 図 6 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
B 0 5 D	7/24 (2006.01)	B 0 5 D	7/24	3 0 1 W
B 0 5 D	3/02 (2006.01)	B 0 5 D	3/02	Z
B 0 5 D	7/00 (2006.01)	B 0 5 D	7/00	B
B 8 1 C	1/00 (2006.01)	B 8 1 C	1/00	

- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
田中 正典
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
山本 毅
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
宮 崎 啓司
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
三浦 淳
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
前田 晴信
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
榎戸 風花
- (72)発明者 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
照井 雄平

審査官 飯田 義久

- (56)参考文献 特開2015-17604(JP,A)
米国特許出願公開第2018/120312(US,A1)
特開2017-067558(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- B 8 1 B 1 / 0 0 - 7 / 0 0
- G 0 1 N 3 5 / 0 8
- G 0 1 N 3 7 / 0 0
- B 0 1 J 1 9 / 0 0
- B 0 5 D 3 / 1 4
- B 0 5 D 7 / 2 4
- B 0 5 D 3 / 0 2
- B 0 5 D 7 / 0 0
- B 8 1 C 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0