

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年9月19日(19.09.2019)



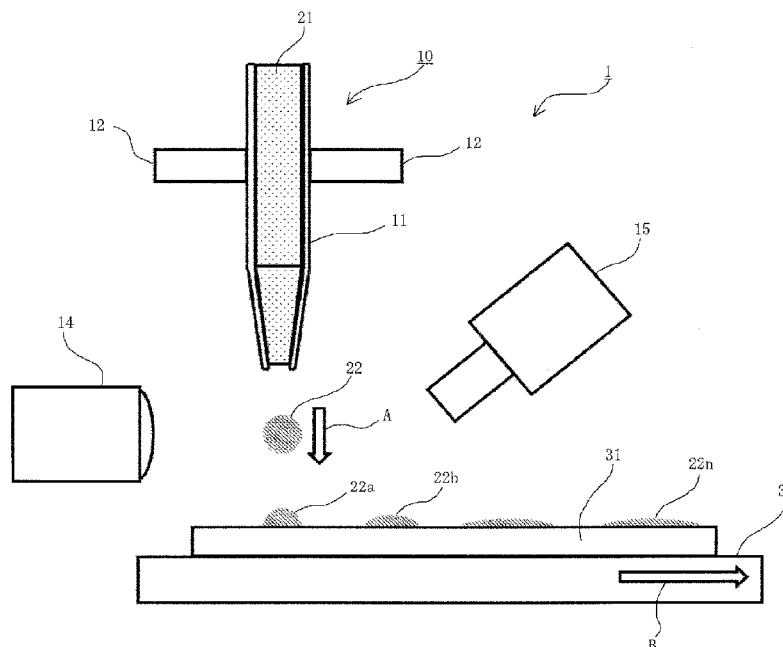
(10) 国際公開番号

WO 2019/176191 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 13/00 (2006.01) *G01N 11/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/044852
- (22) 国際出願日: 2018年12月6日(06.12.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-044886 2018年3月13日(13.03.2018) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東京大学 (THE UNIVERSITY OF TOKYO) [JP/JP]; 〒1130033 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 酒井 啓司(SAKAI Keiji); 〒1130033 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 俊明(AOKI Toshiaki); 〒1010053 東京都千代田区神田美土代町7番地10 大園ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: PHYSICAL PROPERTY MEASUREMENT DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 物性の計測装置及び方法



(57) Abstract: To make it possible to measure a physical property with a time resolution of 100 μ s or finer continuously for at least multiple seconds, a physical property measurement device is provided with a droplet production device (10) for emitting a sample liquid as a droplet (22), a strobe illumination device (14) for intermittently irradiating light, a photography device (15) for photographing the droplet (22) intermittently irradiated with light by the strobe illumination device (14), a target (31) to which the droplet (22) adheres, and a target drive device (32) for continuously moving the

[続葉有]

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

target (31), and the physical property measurement device measures a physical property of the sample liquid (21), target (31), or both by observing the form of the droplet (22) adhered to the target (31).

(57) 要約: 物性を100 [μ s]以上の時間分解能で、かつ、数[s]以上の時間まで継続して計測することができるようにする。そのため、試料液体を液滴(22)として射出する液滴生成装置(10)と、間欠的に光を照射するストロボ照明装置(14)と、該ストロボ照明装置(14)によって間欠的に光が照射された液滴(22)を撮影する撮影装置(15)と、前記液滴(22)が付着する標的(31)と、該標的(31)を連続して移動させる標的駆動装置(32)とを備え、前記標的(31)に付着した液滴(22)の形態を観察することによって前記試料液体(21)及び/又は前記標的(31)の物性を計測する。

明 細 書

発明の名称：物性の計測装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、物性の計測装置及び方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、様々な液体の物性は、時間の経過とともに変化することが知られている。例えば、液体の表面張力は、新しい表面が形成された後、時々刻々に変化し得る。

[0003] その典型的な例は界面活性剤の溶液であって、新しい表面が形成された後、界面活性剤の分子が液中を拡散して表面に至って該表面に吸着し、これにより、徐々に溶液の表面エネルギー、すなわち、表面張力が小さくなるという現象はよく知られている。界面活性剤の溶液は工業的に非常に重要な材料であり、例えば、インクジェット式のプリンタで使用されるインクには、射出されたインクの粒が紙に付着した時にすぐに紙に濡れて浸み込むように、界面活性剤が配合されていることが多い。

[0004] このように、例えば、インクジェット技術においてインクを射出するノズルを設計したり、紙に付着してから後のインクの濡れ性を知ったりする上で、射出後に変化していくインク液滴の表面張力の時間変化を知ることは、極めて重要である。

[0005] 前述の吸着による表面張力変化に要する典型的な時間は、工業的によく使用される界面活性剤の場合、実用的な濃度の溶液において、 μs （マイクロ秒）単位から s （秒）単位の程度である。特に、十分に実用的な濃度の溶液においては、 $10 [\mu s]$ から $100 [ms]$ の程度である。

[0006] 一方、時間的に変化する表面張力を測定する方法又は装置がいくつか存在する（例えば、特許文献 1～3 及び非特許文献 1～3 参照。）。具体的には、振動ジェット法、最大泡圧法、表面張力波測定法、空中における液滴振動法、射出した液滴の形状変化を高速度カメラで観察する手法等の方法が知ら

れている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-252072号公報

特許文献2：特開2013-228242号公報

特許文献3：特開2008-46110号公報

非特許文献

[0008] 非特許文献1：シリーズ「デジタルプリンタ技術」インクジェット、第1版、日本画像学会編、東京電機大学出版局、2008年9月10日発行、第2～9頁

非特許文献2：山田辰也、酒井啓司、「振動励振法による基板上液滴の物性観察」第58回応用物理学関係連合講演会講演予稿集、p18-013、2011.03

非特許文献3：山田辰也、酒井啓司、「微小液滴による不溶性液体間的高速濡れ現象観察」'11.07.28～07.29 第56回音波と物性討論会講演論文集、(IEICE Technical Report) Vol. 111、No. 158、pp US2011-40-97-100、2011.07

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、前記従来の振動ジェット法及び最大泡圧法では、液体の表面が形成された後、1[m s]までの表面張力は測定不能であり、また、10[m s]までの表面張力は精密な測定が困難である。例えば、振動ジェット法及び最大泡圧法では、液体の粘性及び慣性の影響によって、その時間分解能は、最高で、1[m s]程度である。さらに、十分な精度で測定することができる実用的な範囲では、その時間分解能は10[m s]程度である。

[0010] また、表面張力波測定法では、その時間分解能は数[μ s]にまで及ぶも

の、その測定対象は、 100 [mN/m] 以下の表面弾性率を持つ液体表面である必要があり、適用対象が極めて限定される。さらに、数 [W] 以上の出力を持つコヒーレンシーのよいレーザー機器等を使用することが必須であり、装置が高価格化、かつ、大型化してしまう。

[0011] なお、以上で説明した表面張力に加え、粘性も、液体の重要な物性であるが、インクジェット等によって液滴が生成された後の液滴を構成する液体の粘性の時間変化を測定する方法は従来存在しなかった。

[0012] また、空中における液滴振動法では、 $10 \sim 1000$ [μs] の時間領域では表面張力を計測することができるものの、液滴の軌道が不安定となる 1000 [μs] 以降の時間領域では測定が困難である。

[0013] さらに、液滴が、例えば、ガラスや金属、紙の表面などの固体基板に付着した後の液滴の形状変化を高速度カメラで測定する方法は、基板と液滴とが作る接触角の測定や、それが時間とともに濡れ広がっていく様子から、動的な界面張力や表面張力の測定に用いられる。しかし、 $[\mu\text{s}]$ の時間分解能を有する高速度カメラは、一般的に非常に高価であり汎用の実験装置には装備することができないという難点、あるいは、高速度カメラの撮影に非常に強力な照明が必要であり、このため光を照射される液滴の温度が上昇して液滴が瞬時に蒸発してしまうといった欠点があった。

[0014] これを解決するために、ストロボ照明により多くの液滴を順次時間をずらして撮影するという方法があるが、単位時間当たりに多数の液滴が生成される場合、それらが順番に空中を飛翔する様子を捉えることはできても、例えば、これが固体基板箇所に付着して濡れ広がる様子を観察しようとする、基板上の同一箇所に次々にやってくる液滴が融合してしまい、単一の液滴の形状が計測することができないという困難があった。

[0015] 本開示は、前記従来の問題点を解決して、物性を 100 [μs] 以上の時間分解能で、かつ、数 [s] 以上の時間まで継続して計測することができる物性の計測装置及び方法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

- [0016] そのために、物性の計測装置においては、試料液体を液滴として射出する液滴生成装置と、間欠的に光を照射するストロボ照明装置と、該ストロボ照明装置によって間欠的に光が照射された液滴を撮影する撮影装置と、前記液滴が付着する標的と、該標的を連続して移動させる標的駆動装置とを備え、前記標的に付着した液滴の形態を観察することによって前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測する。
- [0017] 他の物性の計測装置においては、さらに、前記標的に順次付着した複数の液滴の形態を観察することによって前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測する。
- [0018] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記標的駆動装置は、前記液滴生成装置から前記標的に液滴が到達する位置までの距離を一定に保持する。
- [0019] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記液滴生成装置が射出する液滴の単位時間当たりの個数は、毎秒 100 個以下である。
- [0020] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記標的駆動装置は、前記標的に付着した液滴が直線的に移動する、又は、円軌道若しくは螺旋軌道に沿って移動するように、前記標的を移動させる。
- [0021] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記標的は、前記試料液体と混じり合わない液体である。
- [0022] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記液滴の空中での半径を R 、前記液滴生成装置が単位時間当たりに射出する液滴の個数を f 、前記標的の移動する速度を v とすると、 $v > 2 f R$ の関係を満足する。
- [0023] 更に他の物性の計測装置においては、さらに、前記試料液体及び／又は前記標的の物性は、表面張力、界面張力、粘性、弾性、接触角、濡れ性、浸透性、及び／又は、蒸発速度である。
- [0024] 物性の計測方法においては、試料液体を液滴として射出し、連続して移動する標的に前記液滴を付着させ、ストロボ照明装置によって間欠的に光が照射された液滴を撮影し、前記標的に付着した液滴の形態を観察することによ

って前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測する。

発明の効果

[0025] 本開示によれば、物性を100 [μ s]以上の時間分解能で、かつ、数[s]以上の時間まで継続して計測することができる物性の計測装置及び方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]第1の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

[図2]第1の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を示す図である。

[図3]第1の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を撮影した写真である。

[図4]第2の実施の形態における標的の移動態様を示す図である。

[図5]第3の実施の形態における標的の移動態様を示す図である。

[図6]第4の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

[図7]第4の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を撮影した写真である。

[図8]第5の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0028] 図1は第1の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

[0029] 図において、1は、本実施の形態における物性の計測装置であり、大気中又は真空中に初速度を持って射出された液体21の液滴22が標的31に接触した後の前記液滴22の形態を観察することによって、前記液体21及び標的31を構成する物体の物性を計測する装置であり、より具体的には、標的31に接触した液滴22の形状及び該形状の時間変化に基づいて液滴22を構成する液体21及び標的31を構成する物体の物性を計測する装置である。なお、図に示される例において、物性の計測装置1は、液滴22を生成して飛翔させる液滴生成装置10、及び、標的31に接触した液滴22の形

状及び該形状の時間変化を観察する液滴観察装置も含んでいる。

[0030] そして、11は、液滴生成装置10の一部である液滴生成ユニットとしてのノズルであり、望ましくは、市販されているガラス製のノズルである。そして、該ノズル11の内部には、試料液体である液体21を収容し、該液体21の微小な滴（しずく）である液滴22を外側の空間である大気中又は真空中に射出する。なお、前記ノズル11の先端の孔の径は、5～200〔 μ m〕である。また、前記ノズル11の側面には、 piezo素子等の圧電素子12が接触しており、該圧電素子12に電圧を印加すると前記圧電素子12が伸長し、ノズル11の側面を圧迫するので、ノズル11の形状が変形する。これにより、ノズル11内の液体21がノズル11の先端の孔から液滴22として射出される。

[0031] 前記液体21は、いかなる種類の材料から成るものであってもよく、例えば、導電性を備えるものであってもよいし、導電性を備えないものであってもよい。前記液体21は、典型的には、界面活性剤の溶液であるが、水、油等であってもよいし、一般的なインクジェットプリンタに使用されるインクであってもよいし、ゲル状のインクであってもよいし、水溶液、有機溶媒、シリコンオイル等であってもよい。

[0032] 図に示される例において、圧電素子12の数は2つであり、これらによってノズル11を挟む形に配置されているが、圧電素子12の数は、1つであってもよいし、3つ以上の複数であってもよい。例えば、圧電素子12が1つの場合には、ノズル11を挟んで圧電素子12の反対側を固定する治具を準備すればよい。また、液滴22を射出する時間間隔を短くする場合には、複数の圧電素子12を、同時にではなく、順次伸長させることによって、ノズル11を圧迫する単位時間当たりの回数を増やすことができる。

[0033] ここで、圧電素子12の駆動信号として、例えば、パルス状の電圧信号を発生する励振電圧回路を準備することによって、前記駆動信号を圧電素子12に付与して該圧電素子12を作動させる。これにより、ノズル11から射出された液滴22は、直線状の飛翔経路に沿って、矢印Aで示される方向に

飛翔する。なお、前記液滴 2 2 の飛翔速度は、例えば、 $1 \sim 10$ [m/s] 程度である。また、前記液滴 2 2 の単位時間当たりの個数は、例えば、 100 [個/秒] 以下であるが、それ以上であってもよい。

[0034] 本実施の形態において、液滴観察装置は、ストロボ光源を有するストロボ照明装置 1 4 と、撮影装置としてのカメラ 1 5 とを備える。前記ストロボ照明装置 1 4 は、ノズル 1 1 を圧迫する圧電素子 1 2 に印加する電圧パルスの立ち上がりから適当な遅延時間を経たタイミングで発光するように制御され、光を間欠的に照射する。これにより、ノズル 1 1 が圧迫されて変形し、その内部の液体 2 1 がノズル 1 1 の先端の孔から液滴 2 2 として射出される様子がストロボ光によって照明される。カメラ 1 5 は、ストロボ光の一回の発光が持続する時間よりも長く、かつ、ストロボ光の発光間隔より短い露光時間（シャッターを開けている時間）で液滴 2 2 を撮影する。これにより、カメラ 1 5 は、1 個の液滴 2 2 の像を撮影することができる。すなわち、射出後の液滴 2 2 の運動の一瞬の形状を、静止画として捉えることができる。

[0035] このとき、ストロボ光の発光の遅延時間を固定すれば、射出された後、同じ位置にある液滴 2 2 の像を連続して撮影することができ、また、遅延時間を徐々に長くすれば飛翔や標的 3 1 の移動によって、位置を徐々に変える液滴 2 2 の像を連続して撮影することができる。

[0036] なお、前記液滴観察装置は、図示されないパーソナルコンピュータ等のデータ処理装置と通信可能に接続され、カメラ 1 5 が撮影した画像等のデータを前記データ処理装置が備える半導体メモリ、ハードディスク等の記憶手段に記憶することができるようになっていることが望ましい。

[0037] このように、本実施の形態におけるストロボ照明装置 1 4 は、液滴 2 2 が射出されて飛翔し、さらに、対象物である標的 3 1 に着弾して濡れや浸透を示すその過程を、あたかも連続画像のように撮影するためのものであるが、実際には、一回の発光ごとに照明する液滴 2 2 はすべて異なっている。このため、個々の液滴 2 2 の状態を鮮明に観察するためには、ストロボ光の閃光の継続時間は十分に短い必要がある。例えば、速度 1.0 [m/s] で飛翔

する直径10 [μm] の液滴22の形状を明瞭に捉えるためには、液滴22の直径の少なくとも1/10の距離である1 [μm] を移動する間のみ照明されることが望ましい。このため、ストロボ光の発光時間は、1/1000000秒、すなわち、1 [μs] 以下であることが望ましく、さらに、より明瞭に液滴22の形状を観察するためには、100 [ns] 以下であることが望ましい。

[0038] 従来、高速度カメラによって同一の液滴を連続的に撮影する際にも、ストロボ光源を用いる場合がある（例えば、特許文献4参照。）。しかし、この場合のストロボ照明は、高速度カメラが撮影を継続する比較的長い時間、例えば、1 [ms] に亘って1個の液滴を照射し続けるものであり、本実施の形態とは、使用方法が異なる。このような従来のストロボ照明の使用は、長時間に亘って、すなわち、高速度カメラが撮影している前後も含めて高速度カメラでの撮影に必要な光量で連続して照明を続けた場合、これにより、射出ノズル、基板及びその他の実験器具の温度が大きく上昇することを避けるためである。この点で、液滴1個の射出につき、適当なタイミングで1回のみストロボ光が発光する本実施の形態における照明方法とは、使用方法及び目的が全く異なる。

特許文献4：特開2004-290799号公報

[0039] 本実施の形態におけるストロボ発光を行った場合、高速度カメラ、又は、これに加えてストロボ光源を用いる前記従来の方法に比べて、液滴観察上、以下のような利点を期待することができる。すなわち、従来のように高速度カメラによって1個の液滴の現象を観察する場合、例えば、液滴が着弾した対象物の着弾地点が、たまたま傷を有していたとき、その画像はすべて不良の実験結果となる。これに対して、本実施の形態における撮影では、まれに傷などを有する不良な地点に液滴が着弾したとしても、その像は前後に撮影される良好な地点に着弾した液滴の像とは全く異なったものになり、不良の場合の像を容易に排除することができる。

[0040] 本実施の形態において、射出された液滴22は空中を飛翔し、ノズル11

の先端部分に隣接して配置された標的 3 1 に到達して接触、付着する。図に示される例において、前記標的 3 1 は、平滑な固体の基板であり、標的駆動装置としての自動ステージ 3 2 によって矢印 B で示される方向に直線的に一定速度で移動している。すなわち、前記標的 3 1 は、一定速度で直線運動を行う。そのため、標的 3 1 に付着した液滴 2 2 a ~ 2 2 n (n は自然数) は標的 3 1 の移動とともに連続的に移動する。この移動速度 v は、次に射出された液滴 2 2 が標的 3 1 に到達するまでに、先に付着した液滴 2 2 b ~ 2 2 n が十分な距離を移動し、次に付着した液滴 2 2 a が液滴 2 2 b と接触しないように定められる。すなわち、単位時間当たりに射出される液滴 2 2 の個数を f 、空中での液滴 2 2 の半径を R としたとき、少なくとも、 $v > 2 f R$ である必要がある。より厳密には、液滴 2 2 が標的 3 1 に付着している際の接触半径を R' とすると、 $v > 2 f R'$ である必要がある。例えば、 $n = 100$ [個/秒]、 $R' = 100$ [μm] であるとき、 $v > 1$ [mm/s] である。

[0041] ストロボ照明装置 1 4 及びカメラ 1 5 は、標的 3 1 に付着した後の液滴 2 2 a ~ 2 2 n の形状及びその時間変化も計測し、その形状から、液滴 2 2 の物性及び液滴 2 2 が付着した標的 3 1 の材料との組み合わせによって決まる物性を計測する。本実際の形態において、液滴 2 2 の付着する標的 3 1 は固体の基板である。この場合、該基板を、液滴 2 2 の液体 2 1 が完全濡れを示さない材料で作製すると、液滴 2 2 の形状から接触角の時間依存性を知ることができる。前記接触角は、当該液体 2 1 の表面張力及び当該標的 3 1 の材料と液体 2 1 との界面張力の関数であるから、それらを計測することができる。また、液滴 2 2 の形状の時間変化から、例えば、液体 2 1 が界面活性剤を含む場合、界面活性剤が表面又は界面に吸着することに伴って時間的に変化する表面張力及び界面張力の時間変化を計測することができる。

[0042] さらに、標的 3 1 の液滴 2 2 に電界を印加することによって、又は、機械的な振動を印加することによって、液滴 2 2 を部分球の形状から変形させ、その後に、液滴 2 2 が表面張力を復元力として振動する際の振動周波数から

、液滴 2 2 の表面張力を計測することも可能である。

[0043] 次に、液滴 2 2 の形状の時間変化の計測及びこれによる物性計測の例を説明する。

[0044] 図 2 は第 1 の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を示す図である。なお、図において、(a) は側面図、(b) は平面図である。

[0045] 図に示されるように、矢印 B で示される方向に移動する平面形状が矩形的標的 3 1 の表面に着弾して付着した液滴 2 2 a ~ 2 2 n は、前記標的 3 1 の上で徐々に濡れ広がる。最終的に安定となる液滴 2 2 の形状は、試料である液体 2 1 の種類と固体基板である標的 3 1 の材料の種類との組み合わせによって異なる。すなわち、液滴 2 2 の表面張力、液滴 2 2 と標的 3 1 との間の界面張力、及び、標的 3 1 の表面張力によって決定される。したがって、十分に時間が経過して形状が変化しなくなった液滴 2 2 の形状によって、特に接触角により、これらの表面張力又は界面張力を求めることができる。

[0046] また、安定な形状に至るまでの形状の時間変化によって、例えば、液滴 2 2 内部に溶解している界面活性剤分子が液滴 2 2 の表面に吸着することによって時々刻々変化する表面張力又は界面張力を求めることができる。

[0047] 次に、本実施の形態における液滴観察装置を使用して発明者が行った実験結果について説明する。

[0048] 図 3 は第 1 の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を撮影した写真である。

[0049] 図において、左端の液滴 2 2 は、標的 3 1 である清浄なガラス基板上に着弾後すぐの純水の液滴 2 2 であり、中央の液滴 2 2 はそれよりひとつ前に射出されて着弾した後、右方向に移送された液滴 2 2 であり、右端はさらにそのひとつ前に射出されて着弾した後、右方向に移送された液滴 2 2 である。このときの液滴 2 2 の射出の時間間隔は 0.1 [s] である。この図より、着弾直後から接触角が低下し、さらに、蒸発によって液滴 2 2 の体積が減少していくことがわかる。この図は、ある瞬間を撮影した写真であるが、液滴 2 2 が着弾して濡れ広がりながら右方に移送されていく様子を滑らかな動画

として観察することも、もちろん可能である。

[0050] このように、本実施の形態における物性の計測装置 1 は、液体 2 1 を液滴 2 2 として射出する液滴生成装置 1 0 と、間欠的に光を照射するストロボ照明装置 1 4 と、ストロボ照明装置 1 4 によって間欠的に光が照射された液滴 2 2 を撮影するカメラ 1 5 と、液滴 2 2 が付着する標的 3 1 と、標的 3 1 を連続して移動させる自動ステージ 3 2 とを備え、標的 3 1 に付着した液滴 2 2 の形態を観察することによって液体 2 1 及び／又は標的 3 1 の物性を計測する。

[0051] また、本実施の形態における物性の計測方法においては、液体 2 1 を液滴 2 2 として射出し、連続して移動する標的 3 1 に液滴 2 2 を付着させ、ストロボ照明装置 1 4 によって間欠的に光が照射された液滴 2 2 を撮影し、標的 2 1 に付着した液滴 2 2 の形態を観察することによって液体 2 1 及び／又は標的 3 1 の物性を計測する。

[0052] さらに、標的 3 1 に順次付着した複数の液滴 2 2 の形態を観察することによって液体 2 1 及び／又は標的 3 1 の物性を計測する。さらに、液滴生成装置 1 0 が射出する液滴 2 2 の単位時間当たりの個数は、毎秒 1 0 0 個以下である。さらに、自動ステージ 3 2 は、標的 3 1 に付着した液滴 2 2 が直線的に移動するように、標的 3 1 を移動させる。さらに、液滴 2 2 の空中での半径を R 、液滴生成装置 1 0 が単位時間当たりに射出する液滴 2 2 の個数を f 、標的 3 1 の移動する速度を v とすると、 $v > 2 f R$ の関係を満足する。さらに、液体 2 1 及び／又は標的 3 1 の物性は、表面張力、界面張力、粘性、弾性、接触角、濡れ性、浸透性、及び／又は、蒸発速度である。

[0053] これにより、液体 2 1 及び／又は標的 3 1 の物性を 1 0 0 [μs] 以上の時間分解能で、かつ、数 [s] 以上の時間まで継続して計測することができる。

[0054] 次に、第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 1 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果について

も、その説明を省略する。

[0055] 図4は第2の実施の形態における標的の移動態様を示す図である。なお、図において、(a)は拭取り機構のない例を示す図、(b)は拭取り機構を備える例を示す図である。

[0056] 前記第1の実施の形態においては標的31の平面形状が矩形であるのに対し、本実施の形態における標的31は、平滑な固体の基板であるが、図4(a)に示されるように、平面形状が円形である。また、標的駆動装置としての自動ステージ32は、前記標的31を矢印Cで示される方向に一定の回転速度で回転運動させる。そして、ノズル11から射出された液滴22を、X印で示されるような回転運動の中心から離れた位置に着弾させる。これにより、標的31に付着した液滴22a～22nは、回転運動の中心を中心とする円軌道33に沿って矢印Cで示される方向に一定の回転速度で移動する。次に、射出された液滴22は同じ位置に着弾して標的31に付着した液滴22aとなるが、ひとつ前に射出されて標的31に付着した液滴22bは、円軌道33に沿って所定の距離だけ移動している。このように、1つずつ射出されて標的31に付着した液滴22a～22nは、円軌道33上に配置される。

[0057] 前記標的31が一周回転する前の時間内に、液滴22nが完全に蒸発するのであれば、この方法により、連続して液滴22a～22nの形状変化を計測することができる。

[0058] 一方、液滴22には不揮発性の成分、例えば、顔料など、が含まれることがある。このとき、固体の基板である標的31上には、不揮発成分が残留してしまう。このように不揮発成分が付着したままの個所に、新たに液滴22が付着すると、その影響により、吸着の形状が変化することがある。これを避けるために、図4(b)に示される例では、拭取り機構34を備えている。該拭取り機構34によって、標的31上の残留物を拭き取って除去することにより、標的31上を清浄に保つことができる。

[0059] その他の点の構成及び動作については、前記第1の実施の形態と同様であ

るので、その説明を省略する。

[0060] このように、本実施の形態において、自動ステージ 3 2 は、標的 3 1 に付着した液滴 2 2 が円軌道に沿って移動するように、標的 3 1 を移動させる。

[0061] 次に、第 3 の実施の形態について説明する。なお、第 1 及び第 2 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 及び第 2 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

[0062] 図 5 は第 3 の実施の形態における標的の移動態様を示す図である。

[0063] 前記第 2 の実施の形態においては平面形状が円形の標的 3 1 を回転運動させるのに対し、本実施の形態においては平面形状が円形の標的 3 1 を回転運動させるとともに水平方向に移動させるようになっている。具体的には、標的駆動装置としての自動ステージ 3 2 は、前記標的 3 1 を矢印 B で示される方向に一定の速度で直線運動させつつ、矢印 C で示される方向に一定の回転速度で回転運動させる。そして、ノズル 1 1 から射出された液滴 2 2 を、X 印で示されるような回転運動の中心から離れた位置に着弾させる。すると、標的 3 1 に連続して付着した液滴 2 2 a ~ 2 2 n は、螺旋軌道 3 5 に沿って配置される。

[0064] このように、前記第 2 の実施の形態における円軌道 3 3 よりも長い螺旋軌道 3 5 に沿って液滴 2 2 a ~ 2 2 n が配置されるので、拭取り機構 3 4 を備えていなくても、長時間に亘って液滴 2 2 a ~ 2 2 n の観察を行うことができる。例えば、標的 3 1 の半径が 5 [cm] であり、螺旋間の動径方向の間隔が 100 [μ m] であれば、螺旋の総延長の長さは 30 [m] 以上になり、このとき付着する液滴 2 2 間の距離が 100 [μ m] であるとすれば、付着可能な液滴 2 2 の総数は 300,000 個であり、1 秒間に 30 個の液滴 2 2 が付着するとすれば、10,000 [秒] $\div$ 3 時間以上に亘って連続した計測が可能である。

[0065] その他の点の構成及び動作については、前記第 1 及び第 2 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

[0066] このように、本実施の形態において、自動ステージ 3 2 は、標的 3 1 に付着した液滴 2 2 が螺旋軌道に沿って移動するように、標的 3 1 を移動させる。

[0067] 次に、第 4 の実施の形態について説明する。なお、第 1 ～第 3 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 ～第 3 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

[0068] 図 6 は第 4 の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

[0069] 本実施の形態における物性の計測装置 1 は、標的 3 1 の表面位置を計測する計測装置としてのセンサー 1 6 を備える。該センサー 1 6 は、例えば、レーザー測距計であって、ノズル 1 1 から射出された液滴 2 2 が着弾する箇所における標的 3 1 の表面位置、具体的には、上下方向の位置を計測する。また、本実施の形態における物性の計測装置 1 は、標的駆動装置として、自動ステージ 3 2 に加えて、位置制御装置 3 6 を備える。該位置制御装置 3 6 は、前記センサー 1 6 によって計測された標的 3 1 の表面位置のデータに基づき、前記標的 3 1 を、矢印 D で示されるように、上下方向に駆動して前記標的 3 1 の表面位置を制御し、液滴 2 2 が標的 3 1 の表面に接触する位置が、標的 3 1 の表面の凹凸に依らずに、ノズル 1 1 から観て一定の位置に安定的に保持されるようにする。すなわち、ノズル 1 1 の先端の孔から液滴 2 2 が標的 3 1 の表面に接触する位置までの距離が変化しないように制御する。

[0070] これにより、計測対象となる物体である標的 3 1 の表面が凹凸であっても、液滴 2 2 の形状を安定して観察することができる。前記標的 3 1 の表面が、例えば、凹凸の多い紙の表面であったり、葉の表面であったりしても、液滴 2 2 の濡れ広がり速度、浸透速度等の物性を計測することも可能である。

[0071] 次に、本実施の形態における液滴観察装置を使用して発明者が行った実験結果について説明する。

[0072] 図 7 は第 4 の実施の形態における標的に付着した液滴の形状変化を撮影した写真である。

[0073] 図には、標的 3 1 である汎用の印刷用紙に着弾したエチレングリコールの液滴 2 2 の形状の時間変化が示されている。本実施の形態においては、このように、液滴 2 2 が徐々に紙に浸透していく様子を観察することができる。なお、図に示されるのは、ある瞬間を撮影した写真であるが、液滴 2 2 が着弾し、その後、紙に浸透しながら移送されていく様子を滑らかな動画として観察することも、もちろん可能である。

[0074] その他の点の構成及び動作については、前記第 1 ～第 3 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

[0075] このように、本実施の形態において、位置制御装置 3 6 は、液滴生成装置 1 0 から標的 3 1 に液滴 2 2 が到達する位置までの距離を一定に保持する。

[0076] 次に、第 5 の実施の形態について説明する。なお、第 1 ～第 4 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 ～第 4 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

[0077] 図 8 は第 5 の実施の形態における物性の計測装置の構成を示す図である。

[0078] 本実施の形態において、標的 3 1 は液体である。該液体は、液滴 2 2 の液体 2 1 とは混じり合わない液体であって、例えば、液滴 2 2 の液体 2 1 が純水であるとき、標的 3 1 は純水とは混じり合わない油、例えば、ヘキサデカンである。

[0079] そして、液体である標的 3 1 は、上面が開放された容器 3 7 に収容され、該容器 3 7 の底部に接続された循環流路 3 8 を通って循環している。なお、該循環流路 3 8 の途中には標的駆動装置としてのポンプ 3 9 が配設され、該ポンプ 3 9 によって前記標的 3 1 は、矢印 E で示される方向に流れて循環する。これにより、容器 3 7 に収容された液体である標的 3 1 は、矢印 E で示される方向に直線的に一定速度で移動し、液面である標的 3 1 の表面 3 1 a も、矢印 E で示される方向に直線的に一定速度で移動する。そして、ノズル 1 1 から射出された液滴 2 2 も標的 3 1 の表面 3 1 a に付着して、矢印 E で示される方向に直線的に一定速度で移動する。なお、都合により、図におい

ては、液滴観察装置であるストロボ照明装置 14 及びカメラ 15 の描画が省略されている。

[0080] ここで、液滴 22 は十分に小さいために、仮に液滴 22 の液体 21 の比重が付着する液体である標的 31 の比重より小さい場合でも、表面 31a に付着した後に重力によって沈降することはなく、液面である表面 31a に留まる。このとき、液滴 22 の形状は、液滴 22 を構成する液体 21（試料液体）の表面張力、標的 31 を構成する液体の表面張力、及び、試料液体と標的 31 を構成する液体との間の界面張力により決定される。

[0081] 図において、F は、標的 31 の表面 31a に付着した液滴 22b とその周囲の表面 31a とを示す要部拡大側面図である。液滴 22b の形状を観察することによって、表面 31a の上側の液滴 22b の角度 θ 、及び、表面 31a の下側の液滴 22b の角度 ϕ とを計測することができる。そして、試料液体の表面張力を σ_D 、標的 31 を構成する液体の表面張力を σ_S 、及び、試料液体と標的 31 を構成する液体との間の界面張力を σ_I とすると、次の式（1）及び（2）の関係が成立する。

$$\sigma_S = \sigma_D \cos \theta + \sigma_I \cos \phi \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$\sigma_D \sin \theta = \sigma_I \sin \phi \quad \cdots \text{式 (2)}$$

そして、上記式（1）及び（2）から、 σ_D と σ_S と σ_I との間の比を一意に定めることができる。

[0082] 液滴 22 を構成する液体 21 が界面活性剤を含む場合には、表面張力及び界面張力の時間変化によって液滴 22 の形状が変化し、その計測によって σ_D と σ_S と σ_I との間の比の時間変化を決めることができる。さらに、そのとき、標的 31 を構成する液体として、当該界面活性剤が表面 31a に展開せず、このため表面張力 σ_S が時間変化しない液体を選択するならば、これを基準として、 σ_I 及び σ_D の値を一意に定めることができる。このような標的 31 を構成する液体の種類としては、例えば、ヘキサデカンが該当する。

[0083] その他の点の構成及び動作については、前記第 1～第 4 の実施の形態と同

様であるので、その説明を省略する。

[0084] このように、本実施の形態において、標的 3 1 は、液体 2 1 と混じり合わない液体である。

[0085] 以上説明したように、本開示における物性の計測装置及び方法によれば、必ずしも良好な平面ではなく、又は、良好な平滑性を持たないような、例えば、印刷用紙のような標的 3 1 であっても、安定して液滴 2 2 の着弾及び付着を持続することが可能である。また、時間を徐々に掃引しながら多数の画像を連続して見ることによって、付着後の標的 3 1 上での濡れ広がりや、標的 3 1 中への浸透現象を、あたかも、一回の現象の連続撮影の結果のように観察することができる。この際、稀に標的 3 1 の着弾箇所には傷などがある場合でも、その前後の多数の良好な観察例と比較することによって不良の観察像を除外することができ、言わば、多数の現象の平均の動画像を観察することができるという点で、平滑性のない標的 3 1 と液滴 2 2 との動的な相互作用を観察することに、非常に適している。

[0086] さらに、標的 3 1 の凹凸を検出し、その情報をフィードバックして標的 3 1 の位置を駆動し、これによってカメラ 1 5 による液滴 2 2 の観察位置を安定させるので、標的 3 1 の表面が相当の凹凸を有していても、そこに付着した液滴 2 2 を安定して観察することが可能となり、これにより、例えば、植物の葉の上を濡れ広がり、又は、浸透する農薬の微小液滴の挙動を安定して観察することができる。前記標的 3 1 は、植物の表面に限定されるものでなく、例えば、人の皮膚上における薬剤の浸透や濡れ広がり性を観察することにも応用が可能である。

[0087] また、本開示における物性の計測装置及び方法は、凸凹の表面を有する家屋等の壁の上のペンキ等の塗料の濡れ広がり、浸透、乾燥等の動的挙動を観察することに適しており、これにより、スプレー等を用いて散布される塗料による塗装の過程等の予測に、重要な情報を供することができる。

[0088] さらに、陶器又は磁器の製造過程において、素焼きの段階の多孔質のセラミック表面に塗布された釉薬等の濡れ広がり、浸透等の動的挙動を観察する

のに適している。

[0089] さらに、インクジェット、又は、他の細線描画技術等を用いて作製されるプリントエレクトロニクスデバイスの作製過程の観察にも有効である。

[0090] なお、本明細書の開示は、好適で例示的な実施の形態に関する特徴を述べたものである。ここに添付された特許請求の範囲内及びその趣旨内における種々の他の実施の形態、修正及び変形は、当業者であれば、本明細書の開示を総覧することによって、当然に考え付くことである。

産業上の利用可能性

[0091] 本発明は、物性の計測装置及び方法に適用することができる。

符号の説明

- [0092] 1 物性の計測装置
- 1 0 液滴生成装置
 - 1 4 ストロボ照明装置
 - 1 5 カメラ
 - 2 1 液体
 - 2 2、2 2 a、2 2 b、2 2 n 液滴
 - 3 1 標的
 - 3 2 自動ステージ
 - 3 3 円軌道
 - 3 5 螺旋軌道
 - 3 6 位置制御装置
 - 3 9 ポンプ

請求の範囲

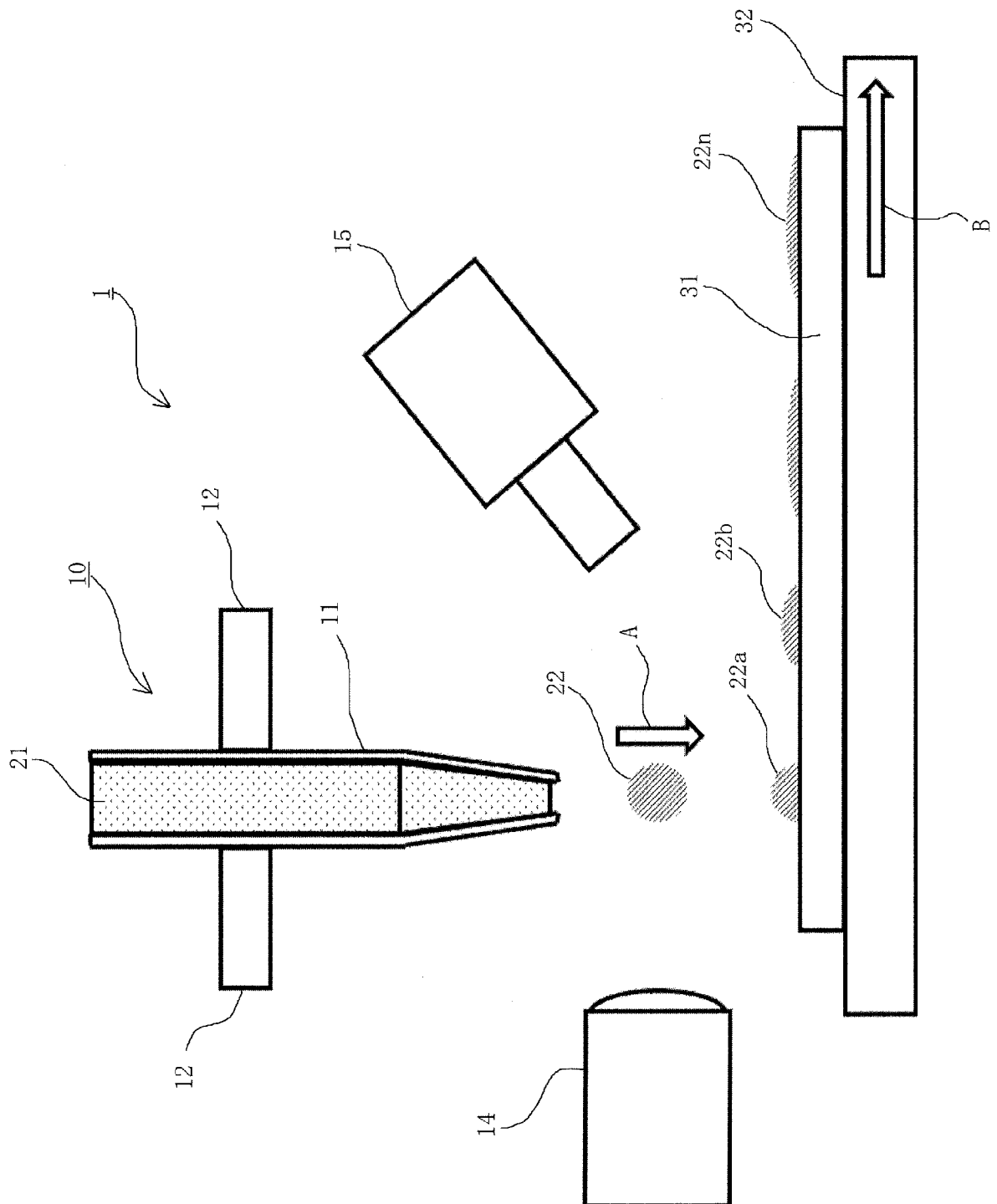
- [請求項1] 試料液体を液滴として射出する液滴生成装置と、
間欠的に光を照射するストロボ照明装置と、
該ストロボ照明装置によって間欠的に光が照射された液滴を撮影する撮影装置と、
前記液滴が付着する標的と、
該標的を連続して移動させる標的駆動装置とを備え、
前記標的に付着した液滴の形態を観察することによって前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測することを特徴とする物性の計測装置。
- [請求項2] 前記標的に順次付着した複数の液滴の形態を観察することによって前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測する請求項1に記載の物性の計測装置。
- [請求項3] 前記標的駆動装置は、前記液滴生成装置から前記標的に液滴が到達する位置までの距離を一定に保持する請求項1又は2に記載の物性の計測装置。
- [請求項4] 前記液滴生成装置が射出する液滴の単位時間当たりの個数は、毎秒100個以下である請求項1～3のいずれか1項に記載の物性の計測装置。
- [請求項5] 前記標的駆動装置は、前記標的に付着した液滴が直線的に移動する、又は、円軌道若しくは螺旋軌道に沿って移動するように、前記標的を移動させる請求項1～4のいずれか1項に記載の物性の計測装置。
- [請求項6] 前記標的は、前記試料液体と混じり合わない液体である請求項1～5のいずれか1項に記載の物性の計測装置。
- [請求項7] 前記液滴の空中での半径を R 、前記液滴生成装置が単位時間当たりに射出する液滴の個数を f 、前記標的の移動する速度を v とすると、 $v > 2 f R$
の関係を満たす請求項1～6のいずれか1項に記載の物性の計測装

置。

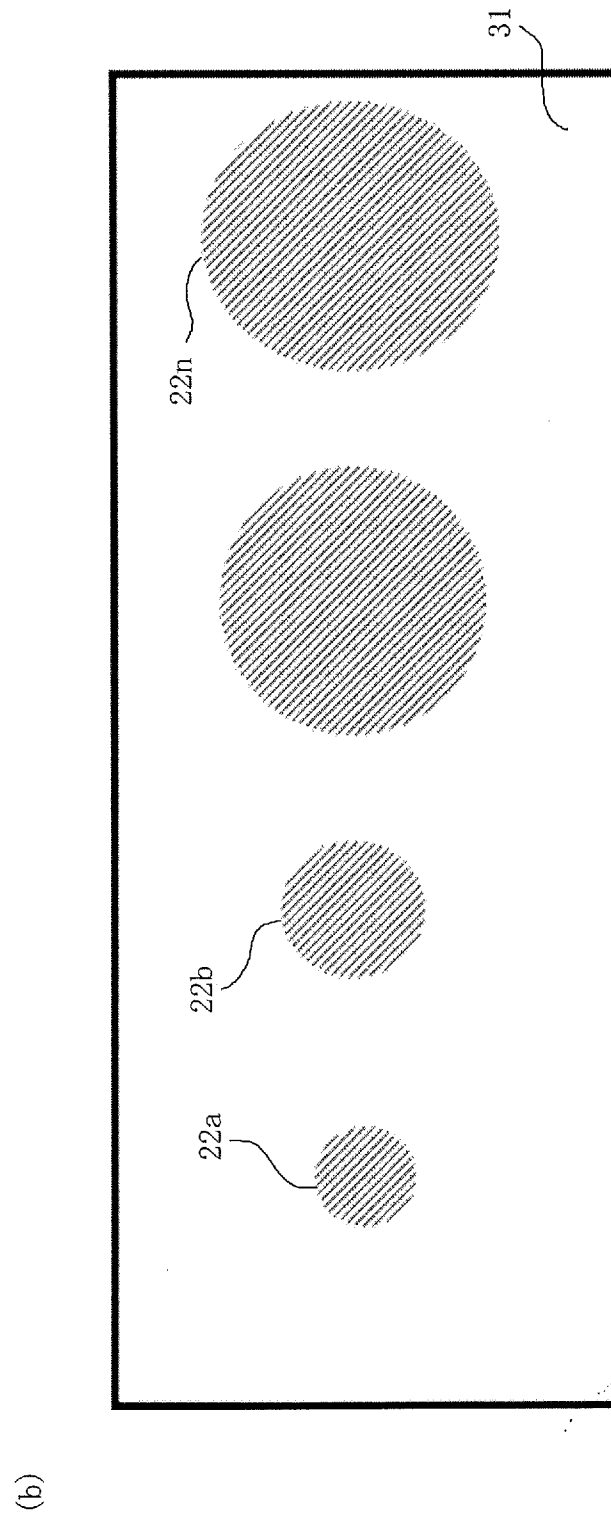
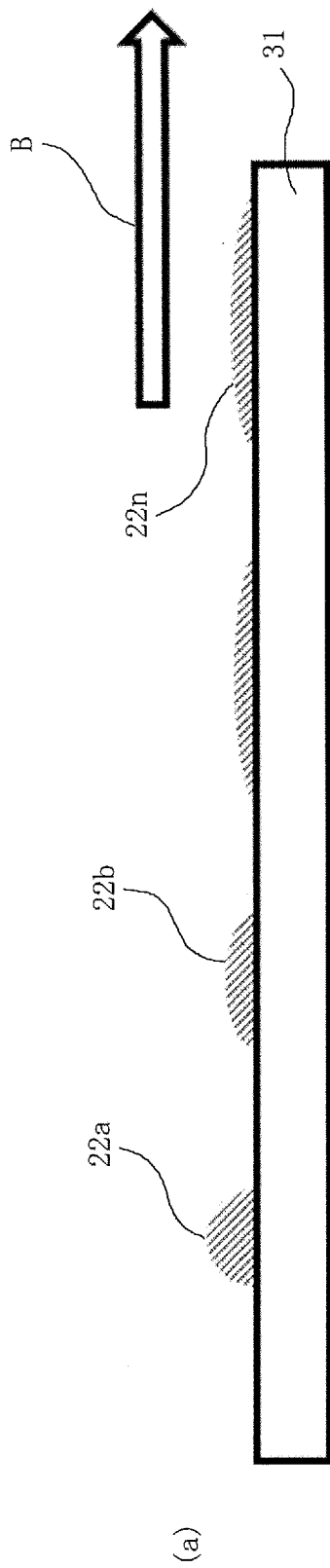
[請求項8] 前記試料液体及び／又は前記標的の物性は、表面張力、界面張力、粘性、弾性、接触角、濡れ性、浸透性、及び／又は、蒸発速度である請求項1～7のいずれか1項に記載の物性の計測装置。

[請求項9] 試料液体を液滴として射出し、
連続して移動する標的に前記液滴を付着させ、
ストロボ照明装置によって間欠的に光が照射された液滴を撮影し、
前記標的に付着した液滴の形態を観察することによって前記試料液体及び／又は前記標的の物性を計測することを特徴とする物性の計測方法。

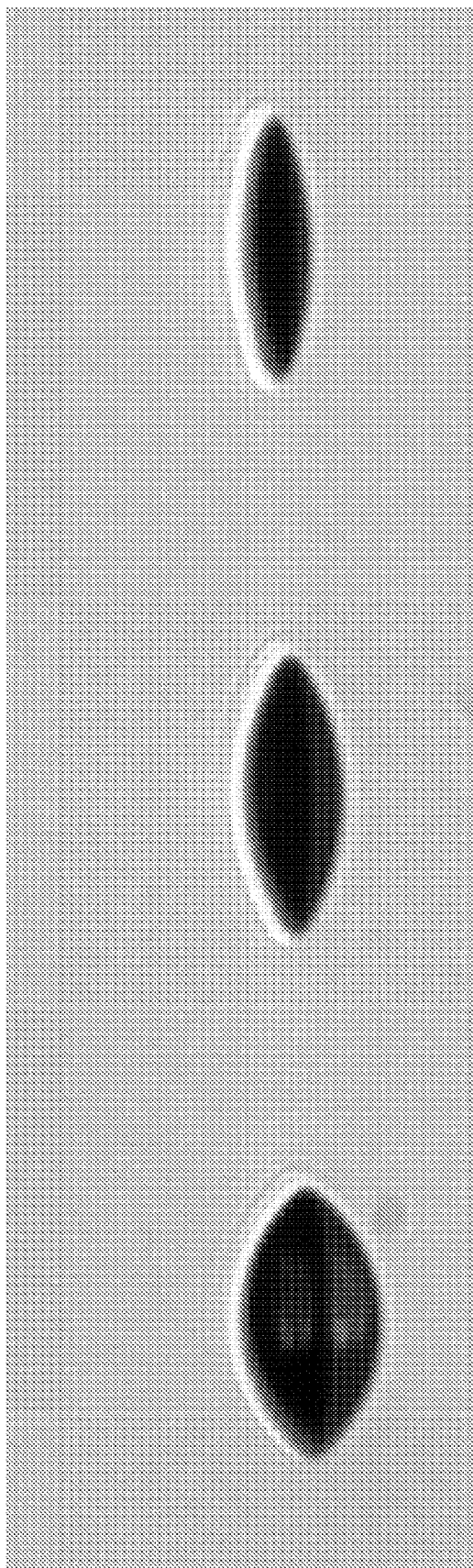
[図1]



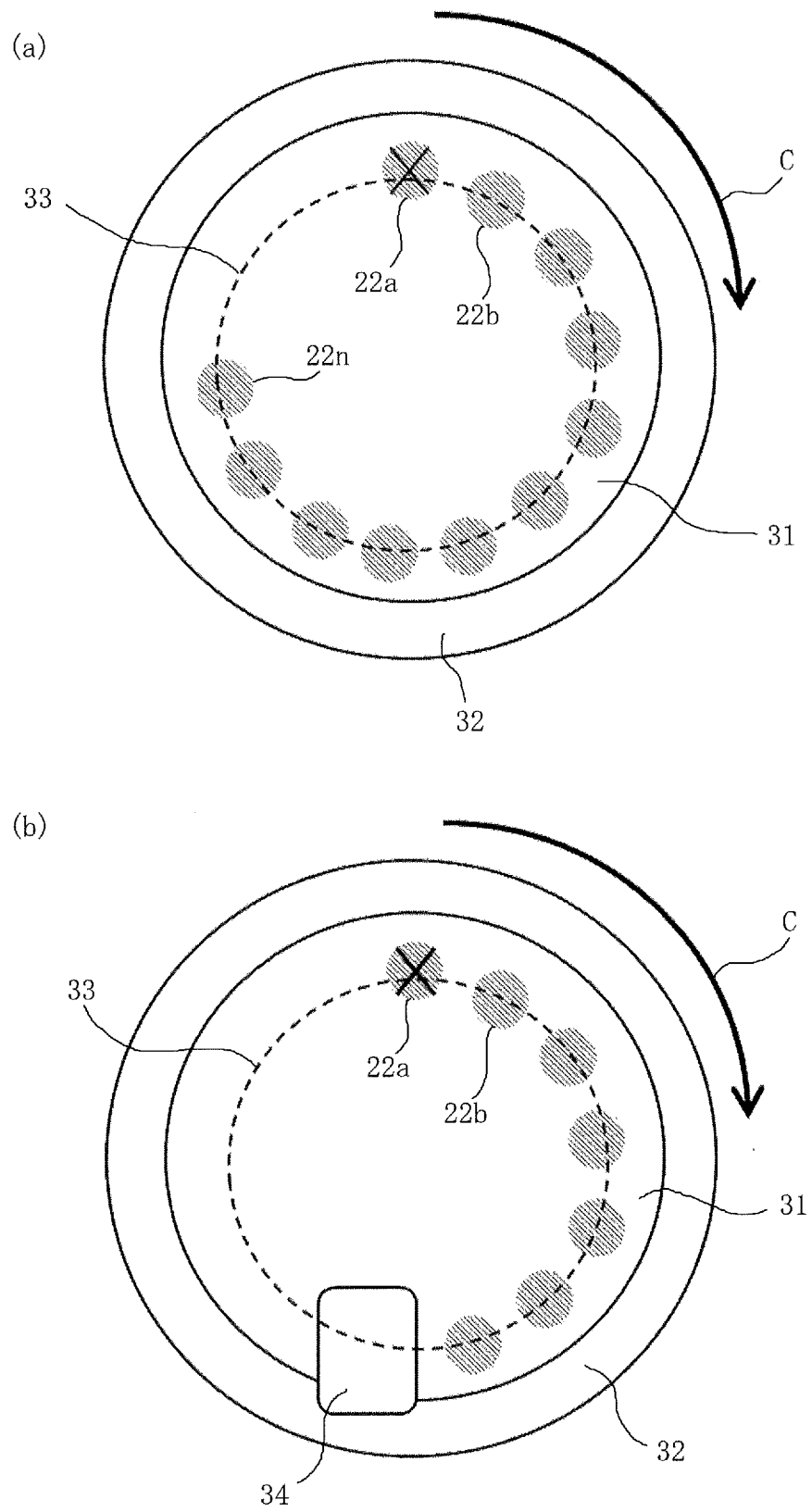
[図2]



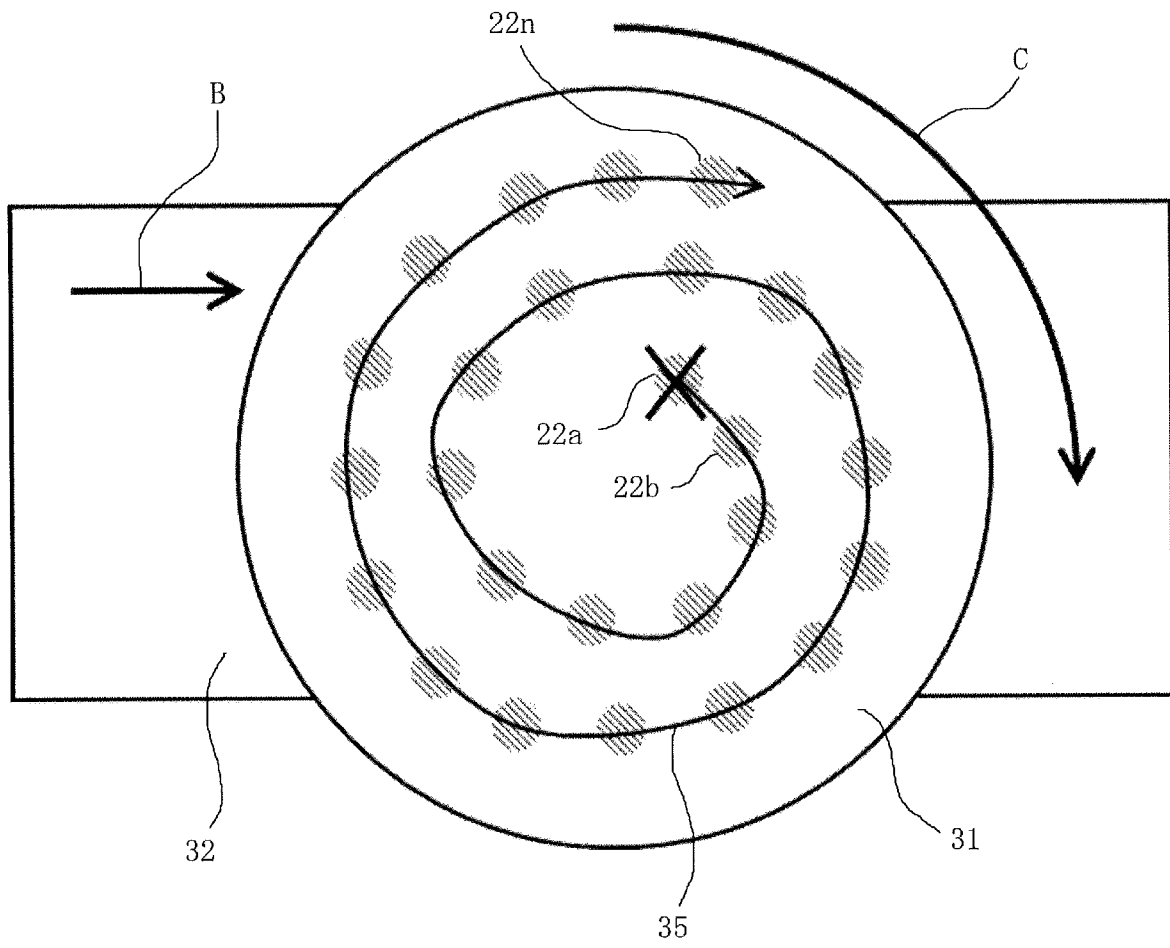
[図3]



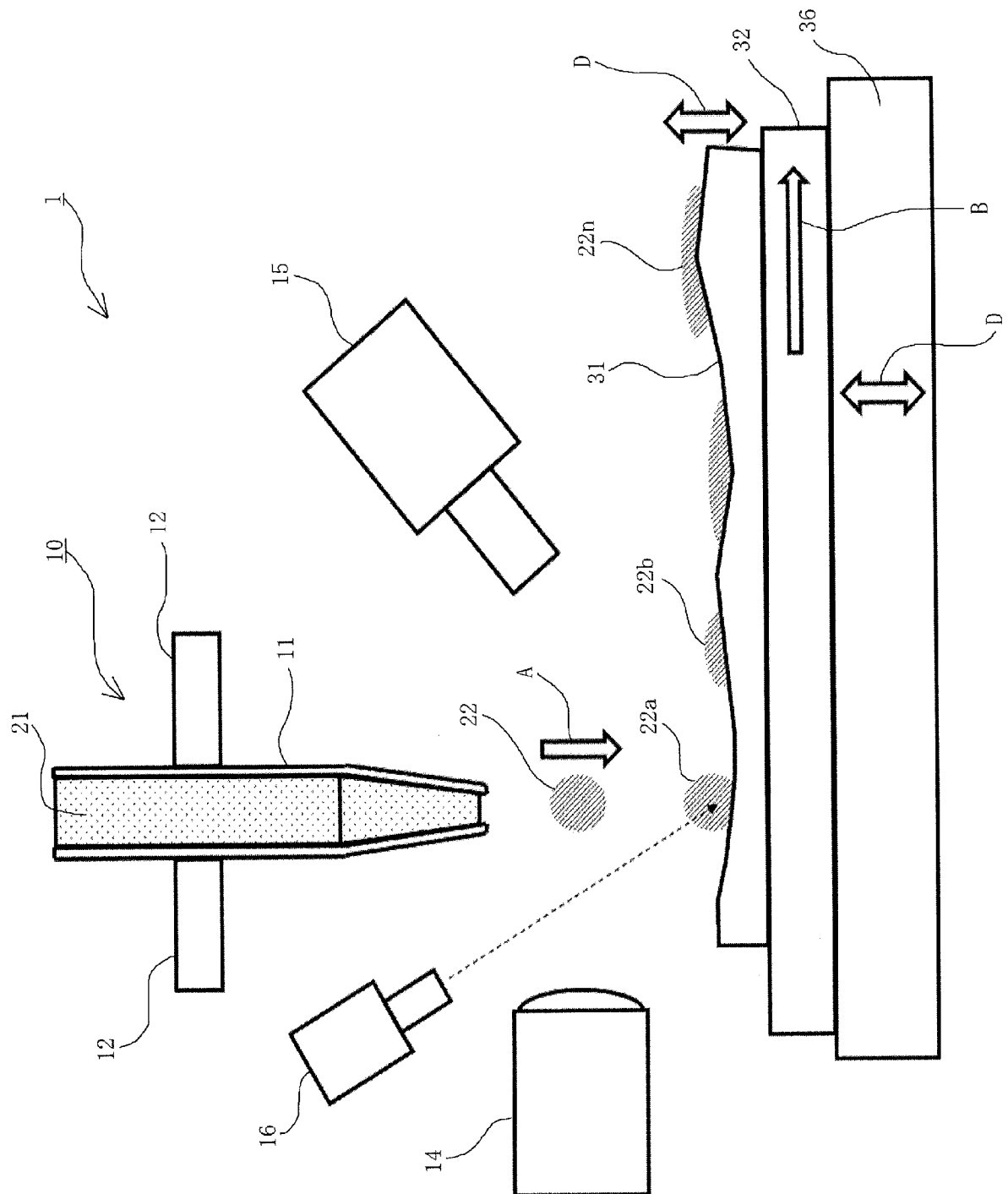
[図4]



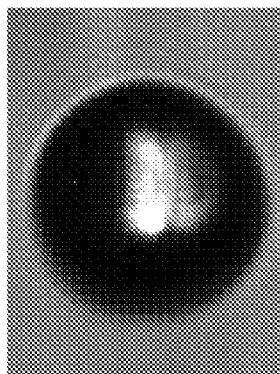
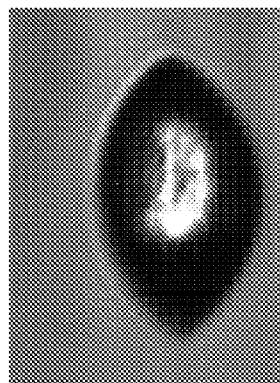
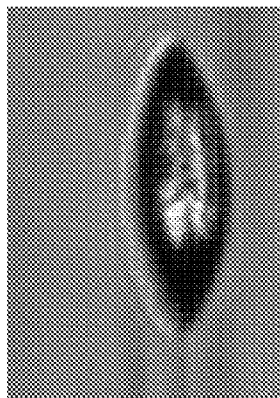
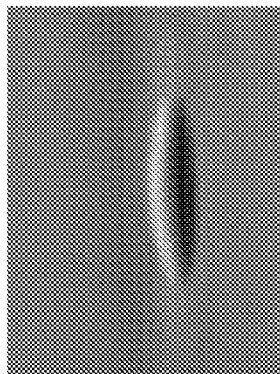
[図5]



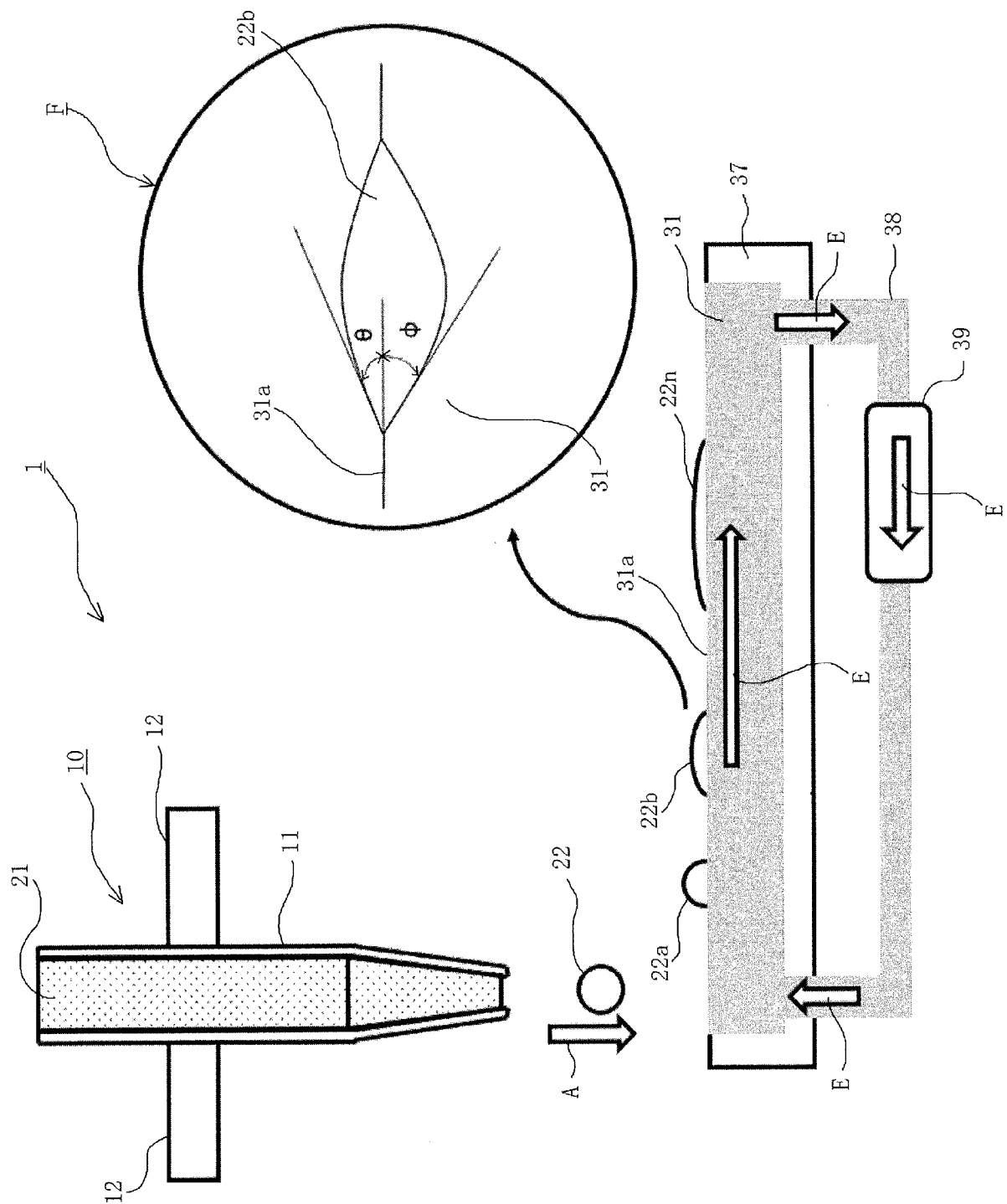
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/044852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01N13/00 (2006.01) i, G01N11/00 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01N13/00-13/04, G01N11/00-11/16, G01N19/00, G01N21/84-21/958

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-284295 A (ISHII HYOKI CORP.) 19 October 2006, entire text, all drawings & US 2008/0309698 A1 & US 2012/0069079 A1 & WO 2006/022217 A1 & CN 101022893 A & CN 101706629 A & KR 10-1256424 B1	1-9
A	JP 2005-147829 A (SEIKO EPSON CORP.) 09 June 2005, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2013-228242 A (THE UNIVERSITY OF TOKYO) 07 November 2013, entire text, all drawings & US 2015/0068290 A1 & WO 2013/161391 A1	1-9
A	US 2017/0307536 A1 (BRIGHTON TECHNOLOGIES LLC) 26 October 2017, entire text, all drawings & WO 2016/065369 A1	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04.03.2019

Date of mailing of the international search report

12.03.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/044852

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	岡山隆之, 木村重昭, 大江礼三郎, "紙の動的ぬれの測定について", 紙パ技協誌, 01 December 1985, vol. 39, no. 12, pp. 57-63 (1157-1163) (OKAYAMA, Takayuki, KIMURA, Shigeaki, OYE, Raysaburo. Measurement on Dynamic Wettability of Paper Surface. Japan Tappi Journal.)	1-9
A	山田辰也, 酒井啓司, "微小液滴による不溶性液体間的高速濡れ現象観察", 電子情報通信学会技術研究報告, 21 July 2011, vol. 111, no. 158, pp. 97-100 (YAMADA, Tatsuya, SAKAI, Keiji. Observation of ultra-fast wetting behavior of immiscible liquid droplets. IEICE Technical Report.)	1-9
P, A	US 2018/0291717 A1 (SAUDI ARABIAN OIL COMPANY) 11 October 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
P, A	横田涼輔, 平野太一, 美谷周二朗, 酒井啓司, "インクジェット液滴の基板上高速濡れ現象", 電子情報通信学会技術研究報告, 24 July 2018, vol. 118, no. 167, pp. 1-4 (YOKOTA, Ryohsuke, HIRANO, Taichi, MITANI, Shujiro, SAKAI, Keiji. Observation of fast wetting of inkjet droplets on substrate. IEICE Technical Report.)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N13/00(2006.01)i, G01N11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01N13/00-13/04, G01N11/00-11/16, G01N19/00, G01N21/84-21/958

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-284295 A（株式会社石井表記） 2006.10.19 全文、全図 & US 2008/0309698 A1 & US 2012/0069079 A1 & WO 2006/022217 A1 & CN 101022893 A & CN 101706629 A & KR 10-1256424 B1	1-9
A	JP 2005-147829 A（セイコーエプソン株式会社） 2005.06.09 全文、全図（ファミリーなし）	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.03.2019

国際調査報告の発送日

12.03.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山口 剛

2 J

9806

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-228242 A (国立大学法人 東京大学) 2013. 11. 07 全文、全図 & US 2015/0068290 A1 & WO 2013/161391 A1	1 - 9
A	US 2017/0307536 A1 (BRIGHTON TECHNOLOGIES LLC) 2017. 10. 26 全文、全図 & WO 2016/065369 A1	1 - 9
A	岡山隆之、木村重昭、大江礼三郎, “紙の動的ぬれの測定について”, 紙パ技協誌, 1985. 12. 01, 第 3 9 巻, 第 1 2 号, p p . 5 7 - 6 3 (1 1 5 7 - 1 1 6 3)	1 - 9
A	山田辰也、酒井啓司, “微小液滴による不溶性液体間的高速濡れ現象観察”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2011. 07. 21, Vol. 111, No. 158, pp. 97-100	1 - 9
P, A	US 2018/0291717 A1 (SAUDI ARABIAN OIL COMPANY) 2018. 10. 11 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 9
P, A	横田涼輔、平野太一、美谷周二朗、酒井啓司, “インクジェット液滴の基板上高速濡れ現象”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2018. 07. 24, Vol. 118, No. 167, pp. 1-4	1 - 9