

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年1月8日 (08.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/004839 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 13/02 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/054789
- (22) 国際出願日: 2008年3月14日 (14.03.2008)
- (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2007-173513 2007年6月29日 (29.06.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人静岡大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市駿河区大谷 8 3 6 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 齋藤 隆之 (SAITO,

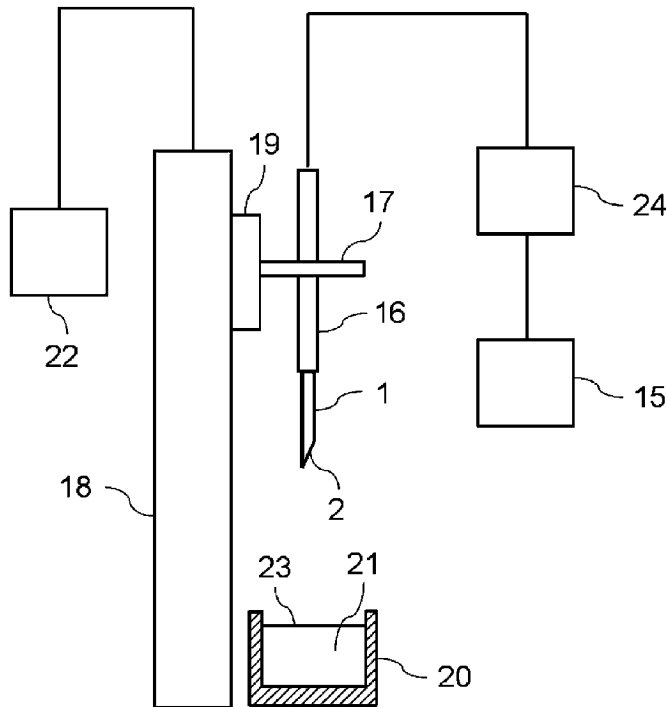
- Takayuki) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国立大学法人静岡大学創造科学技術大学院内 Shizuoka (JP). 真田 俊之 (SANADA, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国立大学法人静岡大学工学部内 Shizuoka (JP). 小澤 佑輔 (OZAWA, Yusuke) [JP/JP]; 〒4328561 静岡県浜松市中区城北 3 丁目 5 - 1 国立大学法人静岡大学工学部内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 英知国際特許事務所 (EICHI PATENT & TRADEMARK CORP.); 〒1120001 東京都文京区白山 5 丁目 1 4 番 7 号 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,

[続葉有]

(54) Title: INTERFACE PROPERTY MEASURING DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 界面物性測定装置及び方法

[図4]



(57) Abstract: Low-cost interface property measuring device and method enabling high-precision and simple measurement of an interface property. The interface property measuring device comprises an optical fiber probe (1) having a first end face (2) at least part of which is inclined with respect to a direction perpendicular to a fiber axis, a light supplying means (24) for supplying light from a second end face on the side opposite to the first end face of the optical fiber probe, a reflected light amount measuring means (24) for measuring the reflected light amount obtained by the light supplied by the light supplying means being reflected by the first end face and returning to the second end face, and a moving means (18) for moving at least one of the optical fiber probe and an object (21) to be measured such that the first end face of the optical fiber probe passes through an interface (23) of the object (21) at a constant speed, and the interface property measuring device acquires the interface property of the object to be measured according to the result of measurement of the reflected light amount when the first end face of the optical fiber probe passes through the interface of the object to be measured.

(57) 要約: 界面物性を高精度かつ簡便に計測でき、かつ低コストな界面物性測定装置及び方法を提供する。ファイバー軸に垂直な方向に対して少なくとも一部が傾斜している第1の

[続葉有]

WO 2009/004839 A1



MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,

規則4.17に規定する申立て:

- 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則4.17(ii))

添付公開書類:

- 国際調査報告書

端面2を有する光ファイバプローブ1と、光ファイバプローブの第1の端面とは反対側の第2の端面から光を供給する光供給手段24と、光供給手段により供給された光が第1の端面で反射して第2の端面に戻ってくる反射光量を計測する反射光量計測手段24と、光ファイバプローブの第1の端面が測定対象物21の界面23に対して一定速度で通過するように、光ファイバプローブと測定対象物との少なくとも一方を移動させる移動手段18とを有し、光ファイバプローブの第1の端面が測定対象物の界面を通過する際の、反射光量の計測結果に基づいて測定対象物の界面物性を求める。

明 細 書

界面物性測定装置及び方法

技術分野

[0001] 本発明は、気体と液体との間、または異なる液体間で生じる界面における界面物性、特に表面張力を測定する界面物性測定装置及び方法に関するものである。

背景技術

[0002] 気体と液体との間、または異なる液体間で生じる界面では表面張力が生じる。表面張力は基礎物性の1つであり、これを測定することにより液体の挙動を予測することができ、液体の混合や循環などを伴う産業分野においては重要な物理パラメータの1つである。また、表面張力に関連した界面物性(濡れ性、界面汚れ度など)も重要なパラメータである。

[0003] 従来の表面張力を測定する方法として、特許文献1で開示されているような液滴法がある。この方法は、細管から滴下する液滴を観察するものであるが、液滴の滴下の制御のためにビデオカメラで撮った画像を画像処理したり、細管に試料を吸入する際に圧力制御をしており、間便な方法であるとは言い難い。加えて、細管内に被測定サンプルを充満させることが必要となり、サンプル液量が必然的に多くなる。さらに、細管などの液供給系の洗浄が必要など、不合理な点が多い。

また、特許文献2で開示されているような光ファイバーを利用した方法が考えられている。この方法は、マイケルソン干渉計等の光干渉計の信号アームの光路中に配置された光ファイバーの先端に液体試料を付着させ、その液体試料の表面から反射された信号光と参照光を干渉させて得られた干渉信号から、液体試料の物性を測定することを特徴とする方法である。この方法は光干渉計を必要とするので簡便な方法とは言い難い。加えて、この方法では、水のように表面張力が高い液体を光ファイバーに均一に付着させるににくいという欠点がある。

[0004] 特許文献3及び4は、本発明者らによる従来技術である。これらの文献には先端面が傾斜したファイバーを用いて気泡の並進速度、界面速度、気泡弦長及び気泡体積率を測定する気泡検出用プローブが記載されているが、界面における表面張力を

測定することは記載されていない。界面がファイバー先端に接触した時の界面変形は無視小として扱っており(特許文献3の段落0011)、表面張力による影響は考慮されていない。

特許文献1:特開平8-152396号公報

特許文献2:特開2005-249696号公報

特許文献3:特開2000-136962号公報

特許文献4:特開2006-226703号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] 本発明は上記従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、界面物性、特に表面張力を高精度かつ簡便に測定でき、かつ低コストな界面物性測定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

- [0006] 上記目的を達成するため、本発明は以下の構成を有する。

ファイバー軸に垂直な方向に対して少なくとも一部が傾斜している第1の端面を有する光ファイバースローブと、

前記光ファイバースローブの第1の端面とは反対側の第2の端面から光を供給する光供給手段と、

前記光供給手段により供給された光が前記第1の端面で反射して前記第2の端面に戻ってくる反射光量を計測する反射光量計測手段と、

前記光ファイバースローブの第1の端面が測定対象物の界面に対して一定速度で通過するように、前記光ファイバースローブと前記測定対象物との少なくとも一方を移動させる移動手段とを有し、

前記光ファイバースローブの第1の端面が前記測定対象物の界面を通過する際の、前記反射光量の計測結果に基づいて前記測定対象物の界面物性を求めることを特徴とする、界面物性測定装置。

ファイバー軸に垂直な方向に対して少なくとも一部が傾斜している第1の端面を有する光ファイバースローブを用い、

前記光ファイバースローブの第1の端面とは反対側の第2の端面から光を供給する光供給工程と、

前記光供給工程により供給された光が前記第1の端面で反射して前記第2の端面に戻ってくる反射光量を計測する反射光量計測工程と、を有し、

前記光ファイバースローブの第1の端面が測定対象物の界面に対して一定速度で通過する際の、前記反射光量の計測結果に基づいて前記測定対象物の界面物性を求めることを特徴とする、界面物性測定方法。

[0007] また好ましくは、以下の実施態様が有り得る。

前記界面物性は、表面張力である。

少なくとも、前記反射光量が増加もしくは減少し始めた時間と前記反射光量が再び一定となる時間との差 Δt 、を用いて前記界面物性を求める。

前記反射光量の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ (ただし、 ΔL は前記第1の端面が測定対象物の界面を通過する前後での前記反射光量の差)を用いて前記界面物性を求める。

前記光ファイバースローブの第1の端面の濡れ性を高めるため、前記第1の端面には、濡れ性の高い薄膜が塗布または蒸着されている。

前記光ファイバースローブの第1の端面の濡れ性を高めるため、前記第1の端面に表面構造が付与されている。

前記光ファイバースローブの第1の端面が前記測定対象物の界面に接触する際の前記第1の端面と前記界面との間のメニスカスの成長を促進するため、前記移動手段は、前記光ファイバースローブを前記界面に対して所定の角度で通過させる。

発明の効果

[0008] 本発明の界面物性測定装置及び方法は上記構成を採用したことにより、界面物性、特に表面張力を高精度かつ簡便に測定できる。表面張力としては、動的表面張力及び静的表面張力が測定できる。また、濡れ性、界面の汚れ度(コンタミネーション)など、表面張力に関連する界面物性の測定も可能である。本発明は、光ファイバーの端面を界面に対して通過させるだけなので、安価かつ操作が簡単である。さらに、端面が汚れたり劣化した場合も、光ファイバー先端を切断して再び端面を形成させればよいので経済的であり、また光ファイバーの取替えも容易である。光ファイバー

の材質は通常は石英であるので、腐食に対して強く、腐食性の強い測定対象物に対しても利用することができる。また、光ファイバー内部の反射率変化により界面物性を求めているので、測定対象物が光を通さない液体の場合でも界面物性を測定できる。さらに、細径の光ファイバープローブを用いているため、奥まった場所や狭いところにある測定対象物の界面物性を測定することも可能である。

[0009] 本発明者は実験を重ねた結果、傾斜した端面を有する光ファイバープローブが界面に接触する瞬間の界面の挙動を、光ファイバー内での反射率(反射光量)変化により計測することで、界面物性、特に表面張力を測定できることを見出した。特に、 Δt (反射光量が増加もしくは減少し始めた時間と反射光量が再び一定となる時間との差)と表面張力との間に一定の相関があることを見出し、この関係を利用することにより表面張力を測定できることを見出した。本発明は、これらの新たな知見により、従来技術に比べて界面物性、特に表面張力を高精度かつ簡便に測定できるようになった。

また、光ファイバープローブの端面(第1の端面)の濡れ性が向上するような加工を行うことにより、測定対象物の表面張力が大きくてプローブ端面が濡れにくい場合でもメニスカス成長速度を大きくすることができ、界面物性(表面張力)を測定しやすくなる。同様に、界面に対する光ファイバープローブ端面の進入角度を調節することによっても光ファイバープローブ端面と測定対象物の界面との間のメニスカス成長速度を擬似的に大きくすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]界面物性測定用光ファイバープローブの構造を示す図である。

[図2]界面物性測定用光ファイバープローブに光源から光を導入し、界面検出端面からの反射光を計測する実施形態の概略図である。

[図3]界面物性測定用光ファイバープローブで計測した反射光量の信号処理系の概略ブロック図である。

[図4]界面物性を測定する測定装置の概略図である。

[図5]界面物性測定用光ファイバープローブで計測した反射光量の一例である。

[図6]界面物性測定用光ファイバープローブの界面検出端面が測定対象物の界面を

通過する際の反射光量の時間変化率と表面張力との関係を示す図である。

[図7](a) 光ファイバークローブを界面に対して垂直に進入させた例、(b) 光ファイバークローブを界面に対して一定の傾斜角をもって進入させた例、を示す図である。

[図8] 図7(b)の接触角度で、界面物性測定用光ファイバークローブの界面検出端面が測定対象物の界面を通過する際の反射光量の時間変化率と表面張力との関係を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

本実施形態で使用される界面物性測定用光ファイバークローブの先端、すなわち界面検出端面における端面(第1の端面)は、図1に示すようにファイバー軸に垂直な方向に対して傾斜するように形成されている。該端面とファイバー軸との成す角度は、測定対象物の界面をなす2物質の屈折率と、使用する光ファイバーのコア部の屈折率とを考慮し、該光ファイバーに入射された光が該端面において効率的に反射・屈折する角度とすることが望ましい。該角度は、使用する光ファイバーの径に依存しない。また、該光ファイバーの後端、すなわち光入出力部における端面(第2の端面)は、ファイバー軸に対して垂直に形成されることが望ましい。本実施形態において、ファイバー軸に対し垂直な方向に対して傾斜している端面に光を供給する光源としてはレーザー光源を用いることができる。また、該端面から反射される光量を計測する光量計測手段としては、反射光量を計測し得るものであれば何でも良く、例えば光電子増倍管、フォトランジスター等が使用される。なお、界面検出端面(第1の端面)は図1の形状が好ましいが、傾斜面を有していればこの形状に限定されず、例えば、端部が円錐状に尖っている形状などでも良い。

[0012] 本実施形態の光ファイバークローブは、測定対象物の界面に対して垂直な方向に一定速度で通過させて使用される。光ファイバーに入射された光は光ファイバー界面検出端面に達し、該端面において反射し、光ファイバー内を戻っていく。反射光量は、界面検出端面が覆われている物質の屈折率によって変化する。したがって、屈折率の異なる物質が作り出す界面を界面検出端面が通過する前後で、該端面から反射される光量に差が生じる。界面検出端面はファイバー軸に垂直な方向に対して

傾斜しているため、界面を通過する際、該端面が徐々に測定対象物に覆われ、該端面からの反射光量は徐々に増加もしくは減少する。

さらに、光ファイバプローブが測定対象物の界面を通過する際の光ファイバプローブと界面との接触過程は、測定対象物の表面張力によって変化する。したがって、上記反射光量の時間変化率は被検体の表面張力の変化にともない変化する。すなわち、本発明は表面張力の変化により生じる該時間変化率の変化により、表面張力を求めることを特徴とするものである。

[0013] 光ファイバ界面検出端面が測定対象物の界面を通過する際の該端面における反射光量は、一定の状態から増加もしくは減少し、その後再び一定となる。該反射光量が増加もしくは減少し始めた時間と該反射光量が再び一定となる時間との差を Δt 、該端面が界面を通過する前後での該反射光量の差 ΔL とすれば、該反射光量の時間変化率 g_{rd} は、

$$g_{rd} = \Delta L / \Delta t$$

となる。以上により求めた時間変化率 g_{rd} と校正曲線を用いて表面張力を算出する。校正曲線は、表面張力が既知の試薬を、本実施形態の光ファイバプローブにより予め測定しておくことにより、作成しておく。これにより、本光ファイバプローブで表面張力を測定することができる。上記の各演算は、パーソナルコンピュータ等公知の演算手段を用いて演算させることができる。

[0014] なお、 ΔL は、光ファイバプローブの先端形状や、測定対象物の屈折率などで決まるものであり、表面張力に大きく依存するのは Δt の方であるので、 Δt のみからでも表面張力を算出することが可能である。また、反射光量計測手段や演算手段に余裕があれば、反射光量が増加する瞬間の過渡曲線を計測することも可能であり、この過渡曲線から表面張力を求めることもできる。

[0015] さらに、本発明の実施形態について図面を用いて詳しく説明する。図1は、ファイバ軸に垂直な方向に対して傾斜した端面を持つ界面物性測定用光ファイバの構造を示すもので、上側がその側面図、下側がその平面図である。図中1は界面物性測定用光ファイバであり、本例では、界面物性測定用光ファイバ1の先端、すなわち界面検出端面(第1の端面)2は、界面検出端面2とファイバ軸の成す角度 θ

が35度となるように形成されている。一方、界面物性測定用光ファイバー1の後端、すなわち光入出力端面(第2の端面)3は、光入出力端面3とファイバー軸の成す角度が90度となるように形成されている。本例での界面物性測定用光ファイバー1の径は230 μ m程度である。

[0016] 例えば、図2に示すように、光源4から発せられた光は、ビームスプリッター5を経て、レンズ6で集光され、界面物性測定用光ファイバー1の後端3からその中に入射され、その先端2に達する。先端2に達した光は先端2の端面で反射し、前記光ファイバー内を戻り、レンズ6を経て、ビームスプリッター5でその進行方向を変え、散乱光除去用の偏光子7を経て、光電子増倍管8に入り、その光量が計測される。

計測した光量の信号処理系の一例を概略ブロック図で図3に示す。光電子増倍管8、出力アンプ及び高圧直流印加回路9、アンプ電源10、直流電圧11で構成される光量計測装置12と、A/D変換器13、パーソナルコンピュータ14で構成される演算装置15とで信号処理系は構成される。

[0017] 図4に界面物性測定装置の概略を示す。界面物性測定用光ファイバー1を、好ましくはステンレス鋼製の細管16内に固定し、さらに固定治具17を用いて自動ステージ18のスライドテーブル19に設置する。界面物性測定用光ファイバー1の直下に、容器20内に満たした測定対象物21を配置する。自動ステージ制御装置22を操作し、界面物性測定用光ファイバー1の界面検出端面2を、測定対象物の界面23に通過させて表面張力の測定を行う。図中24は光導入・光量計測システム、15は演算装置である。なお、本例では界面物性測定用光ファイバー1を移動させているが、測定対象物の界面の方を移動させても良い。

[0018] 次に、本発明の実験例及び計測例を示す。実験では、外径230 μ m、コア部屈折率1.46の石英光ファイバーを加工し、 $\theta = 35$ 度の傾斜端面を有する光ファイバープローブを製作した。また、このプローブに入射する光源として波長635nm、最大出力3mWの半導体レーザーを用いた。純水に界面活性剤1-ペンタノールを徐々に加え、表面張力を変化させ、測定対象物とした。温度は20度であった。その際の1-ペンタノール濃度と表面張力との関係を表1に示す。本光ファイバープローブの傾斜端面を、100 μ m/sの一定速度で測定対象物の界面に通過させた。その結果、図5

に示すように出力信号の時間増加率 g_{rd} ($= \Delta L / \Delta t$)に差が生じた(図中の σ は表面張力を表す)。表面張力と出力信号の時間変化率 g_{rd} の関係の一例が図6である。これを校正曲線とし、出力信号の時間変化率 g_{rd} を求めることにより表面張力を算出することができる。

[表1]

表1 1-ペンタノール濃度と表面張力 (20℃)

1-ペンタノール濃度 [ppm]	0	500	1200	2500	4500	7000	10000	14000	18000
表面張力 [mN/m]	75.7	71.4	66.1	57.2	51.1	44.2	39.5	35.0	31.1

[0019] 図6において、表面張力が約55mN/m以上のところで、表面張力に対する出力信号の時間変化率 g_{rd} の変化が鈍化している。これは、表面張力が大きいと、プローブ先端部が濡れにくくなり、プローブ端面におけるメニスカスの成長速度が小さくなるためである。その結果、表面張力に対する時間変化率 g_{rd} の変化が鈍化する。これを解決するためには、メニスカスの成長速度が大きくなるようにすれば良い。その解決方法として、(1)光ファイバースローブの先端部の端面に濡れ性の高い薄膜を塗布または蒸着する(例えば、二酸化チタンの光触媒コーティングを紫外線で光励起して水酸基として超濡れ性被膜を生成する)、(2)光ファイバースローブの先端部の端面に細孔や凹凸などの表面構造が付与して濡れ性を高める(例えば、プローブ端面をダイヤモンドプレートで研磨した後、端面に極短パルスレーザーを照射して、ファイバーの光軸と平行に微細な溝(幅:数百nm、深さ:数百nm)をつける)、(3)光ファイバースローブ先端の傾斜面と界面との間の角度を小さくしてメニスカスの成長速度を擬似的に大きくする(表面張力の大きさに依存するが、例えば表面張力が55mN/m~80mN/mの場合、プローブ先端の傾斜面と界面とのなす角度を10度~30度程度(プローブ中心軸と界面とのなす角度:45度~65度程度)とすると良い)、などがある。図7は、前記(3)に関するものである。上記の実験では図7(a)のように光ファイバースローブを界面に対して垂直に進入させたが、図7(b)のように光ファイバースローブを傾けることにより、光ファイバースローブ先端の傾斜面と界面との間の角度が小さくなり、メニスカスの成長速度を擬似的に大きくできる。

図8に、図7(b)の接触角度(プローブ先端の傾斜面と界面とのなす角度:15度、プ

ローブ中心軸と界面とのなす角度:50度)で、光ファイバプローブ先端と界面とを接触させた場合の、出力信号の時間変化率 g_{rd} と表面張力 σ との関係の実験結果を示す。図6においては、表面張力 σ が約55mN/m以上のところで表面張力 σ に対する時間変化率 g_{rd} の変化が鈍化してしまい時間変化率 g_{rd} から表面張力 σ を算出するのが困難であったが、図8においては表面張力 σ に対する時間変化率 g_{rd} の増加分が十分であり、時間変化率 g_{rd} から表面張力 σ を算出することができる。したがって、表面張力 σ が大きくて時間変化率 g_{rd} の変化が検出しにくい場合でも、光ファイバプローブ先端の界面に対する接触角度を調整することにより擬似的にメニスカス成長速度を高めることができ、時間変化率 g_{rd} の検出精度を高めてより正確に表面張力 σ を測定することができる。

[0020] 以上、本発明の実施形態の一例を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇において各種の変更が可能であることは言うまでもない。上記実施形態では主に表面張力の測定を行っているが、これ以外に表面張力に関連した界面物性、例えば濡れ性、界面の汚れ度(コンタミネーション)などの測定も可能である。

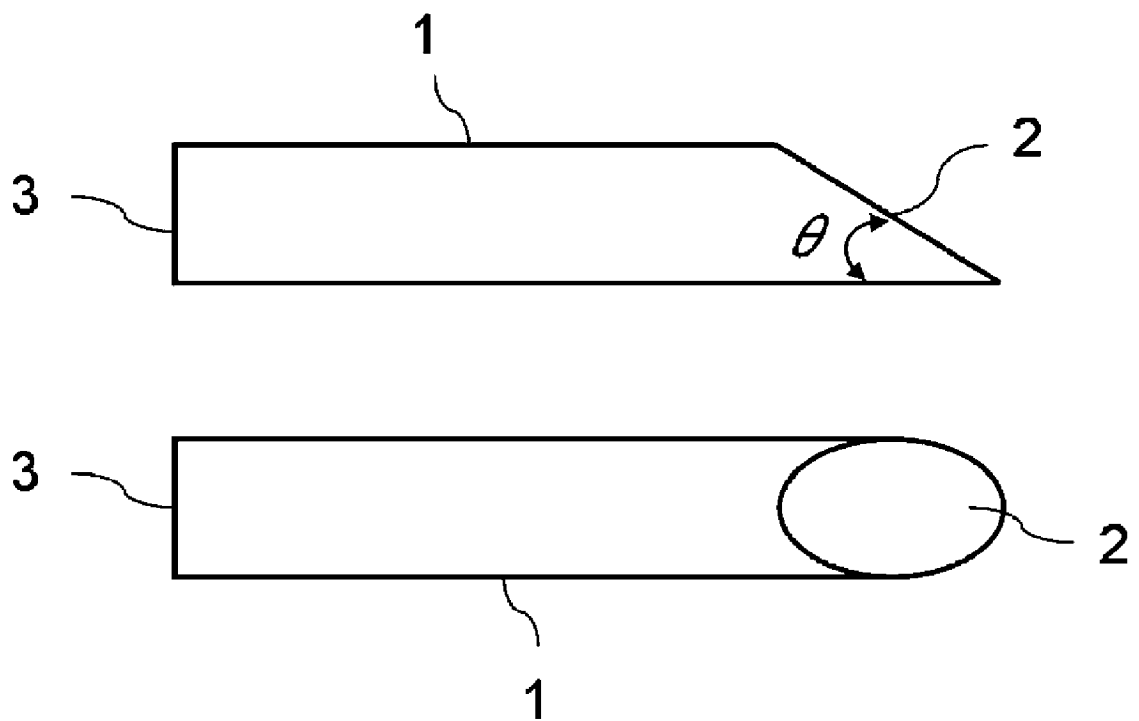
請求の範囲

- [1] ファイバー軸に垂直な方向に対して少なくとも一部が傾斜している第1の端面を有する光ファイバープローブと、
前記光ファイバープローブの第1の端面とは反対側の第2の端面から光を供給する光供給手段と、
前記光供給手段により供給された光が前記第1の端面で反射して前記第2の端面に戻ってくる反射光量を計測する反射光量計測手段と、
前記光ファイバープローブの第1の端面が測定対象物の界面に対して一定速度で通過するように、前記光ファイバープローブと前記測定対象物との少なくとも一方を移動させる移動手段とを有し、
前記光ファイバープローブの第1の端面が前記測定対象物の界面を通過する際の、前記反射光量の計測結果に基づいて前記測定対象物の界面物性を求めることを特徴とする、界面物性測定装置。
- [2] 前記界面物性は、表面張力であることを特徴とする請求項1記載の界面物性測定装置。
- [3] 少なくとも、前記反射光量が増加もしくは減少し始めた時間と前記反射光量が再び一定となる時間との差 Δt 、を用いて前記界面物性を求めることを特徴とする、請求項1または2記載の界面物性測定装置。
- [4] 前記反射光量の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ (ただし、 ΔL は前記第1の端面が測定対象物の界面を通過する前後での前記反射光量の差)を用いて前記界面物性を求めることを特徴とする、請求項3記載の界面物性測定装置。
- [5] 前記光ファイバープローブの第1の端面の濡れ性を高めるため、前記第1の端面には、濡れ性の高い薄膜が塗布または蒸着されていることを特徴とする請求項1乃至4いずれか記載の界面物性測定装置。
- [6] 前記光ファイバープローブの第1の端面の濡れ性を高めるため、前記第1の端面に表面構造が付与されていることを特徴とする請求項1乃至5いずれか記載の界面物性測定装置。
- [7] 前記光ファイバープローブの第1の端面が前記測定対象物の界面に接触する際の

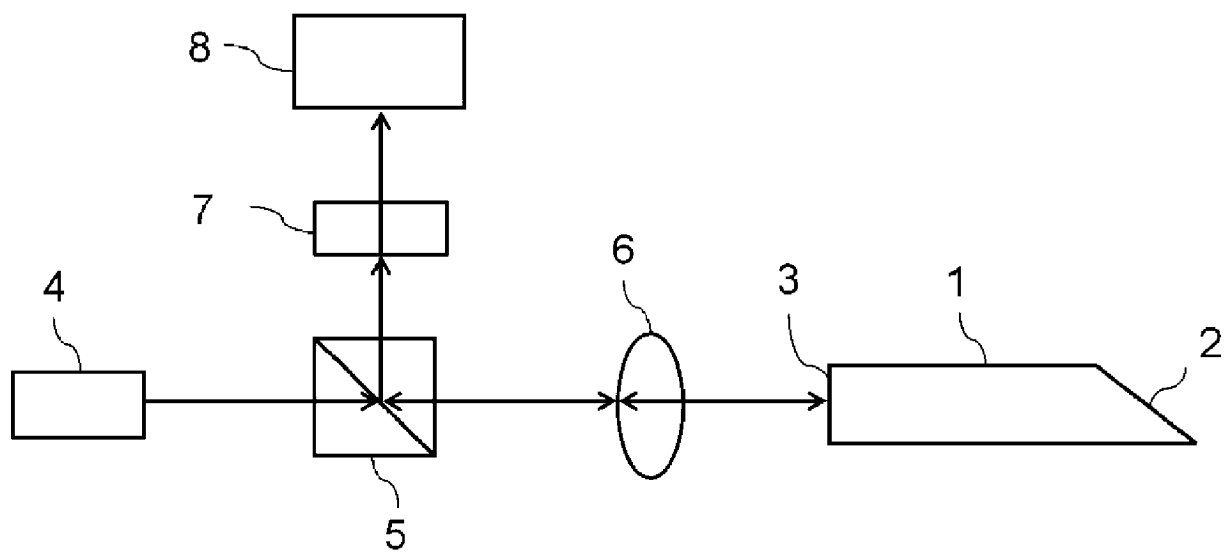
前記第1の端面と前記界面との間のメニスカスの成長を促進するため、前記移動手段は、前記光ファイバースプロブを前記界面に対して所定の角度で通過させることを特徴とする請求項1乃至6いずれか記載の界面物性測定装置。

- [8] ファイバー軸に垂直な方向に対して少なくとも一部が傾斜している第1の端面を有する光ファイバースプロブを用い、
前記光ファイバースプロブの第1の端面とは反対側の第2の端面から光を供給する光供給工程と、
前記光供給工程により供給された光が前記第1の端面で反射して前記第2の端面に戻ってくる反射光量を計測する反射光量計測工程と、を有し、
前記光ファイバースプロブの第1の端面が測定対象物の界面に対して一定速度で通過する際の、前記反射光量の計測結果に基づいて前記測定対象物の界面物性を求めることを特徴とする、界面物性測定方法。
- [9] 前記界面物性は、表面張力であることを特徴とする請求項8記載の界面物性測定方法。
- [10] 少なくとも、前記反射光量が増加もしくは減少し始めた時間と前記反射光量が再び一定となる時間との差 Δt 、を用いて前記界面物性を求めることを特徴とする、請求項8または9記載の界面物性測定方法。
- [11] 前記反射光量の時間変化率 $\Delta L / \Delta t$ (ただし、 ΔL は前記第1の端面が測定対象物の界面を通過する前後での前記反射光量の差)を用いて前記界面物性を求めることを特徴とする、請求項10記載の界面物性測定方法。
- [12] 前記光ファイバースプロブの前記第1の端面が測定対象物の界面に接触する際の前記第1の端面と前記界面との間のメニスカスの成長を促進するため、前記光ファイバースプロブを前記界面に対して所定の角度で通過させることを特徴とする請求項8乃至11いずれか記載の界面物性測定方法。

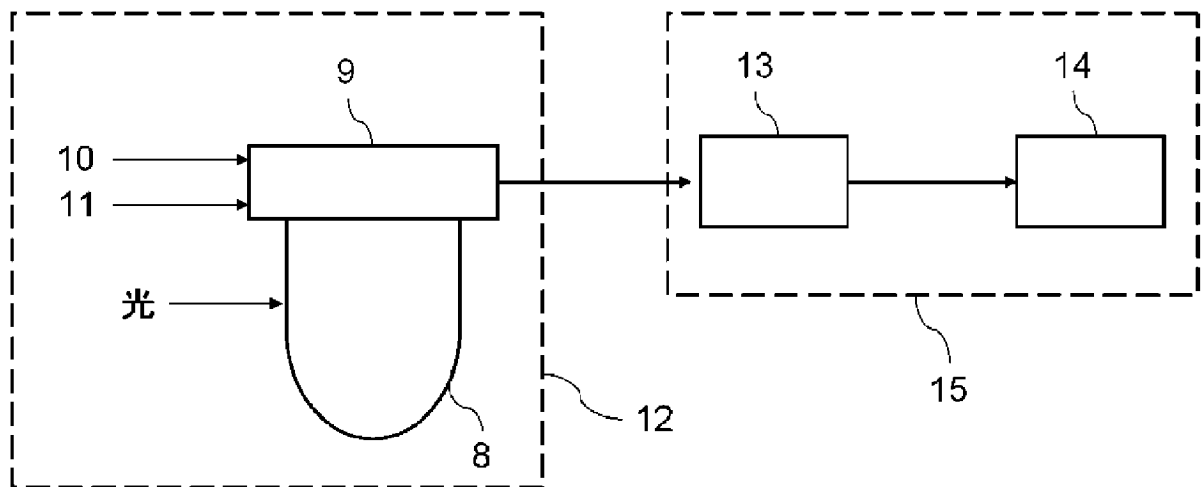
[図1]



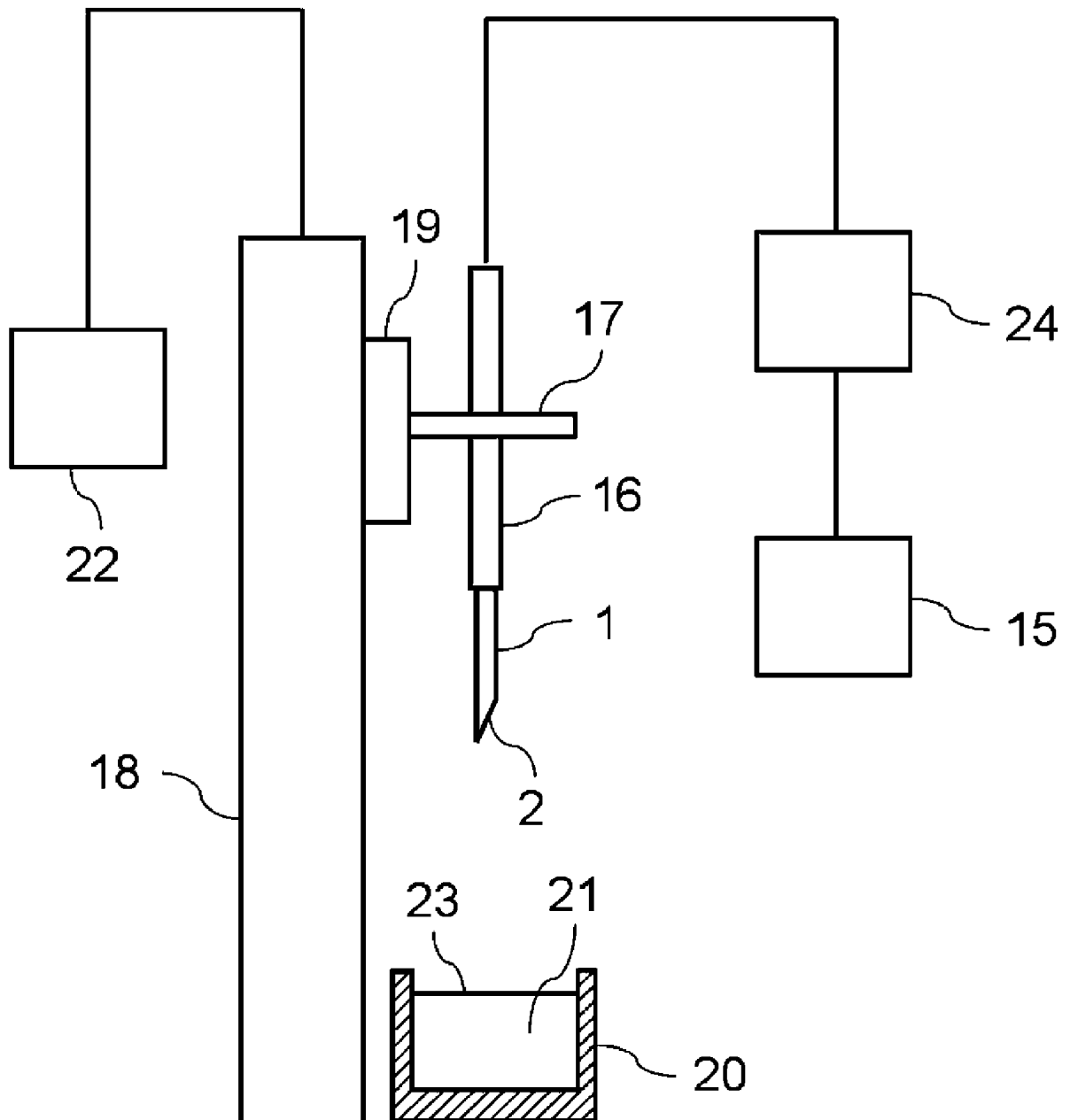
[図2]



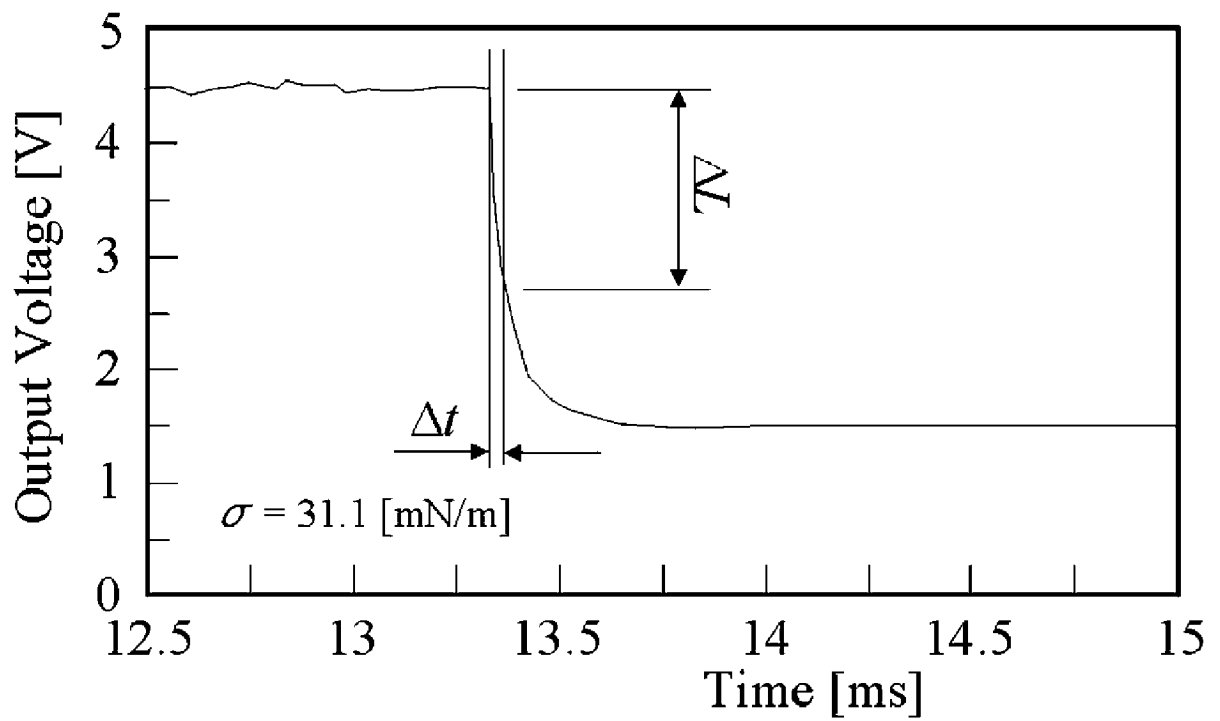
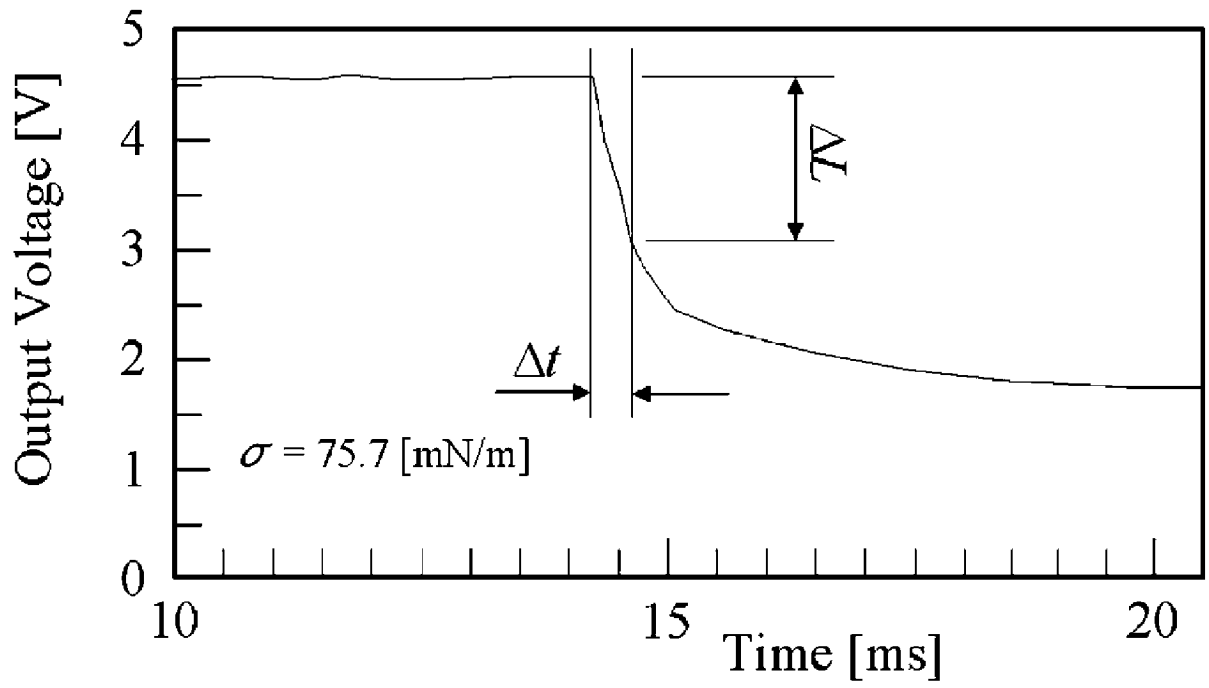
[図3]



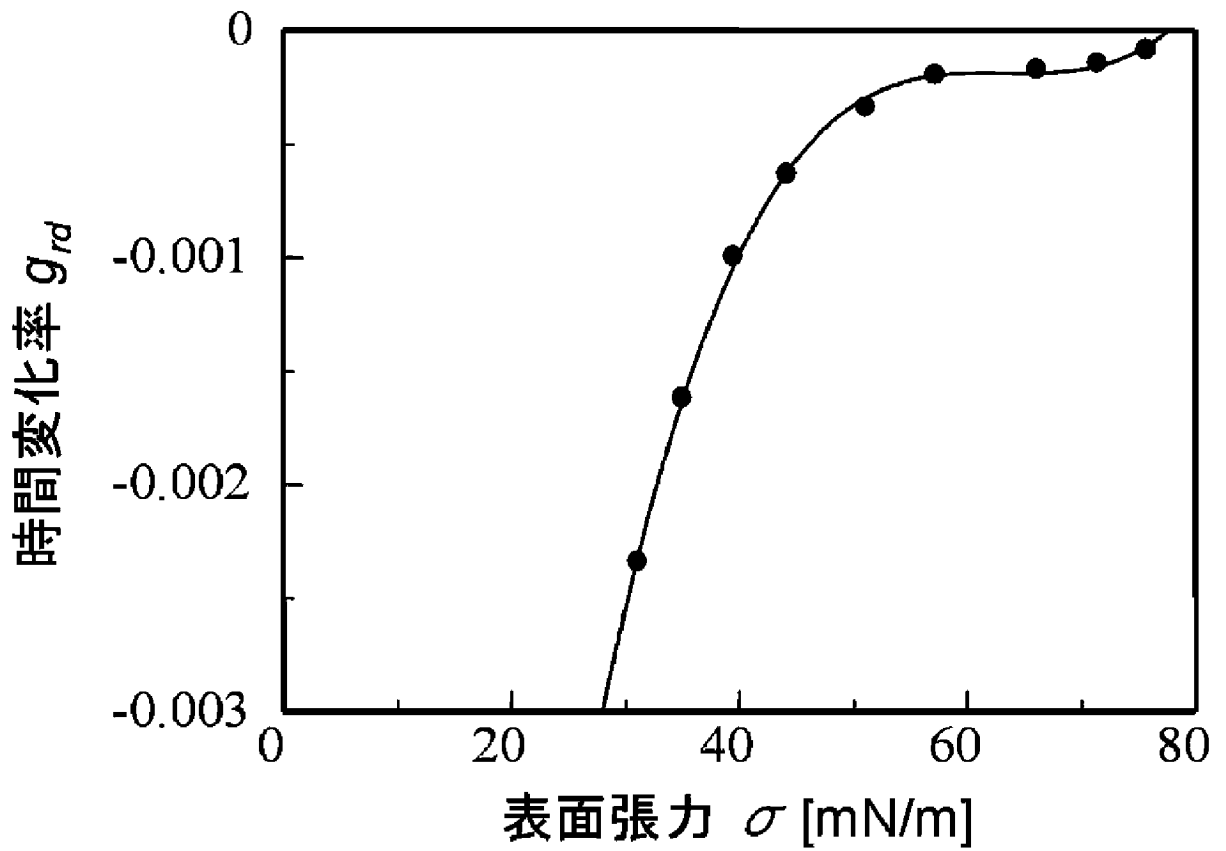
[図4]



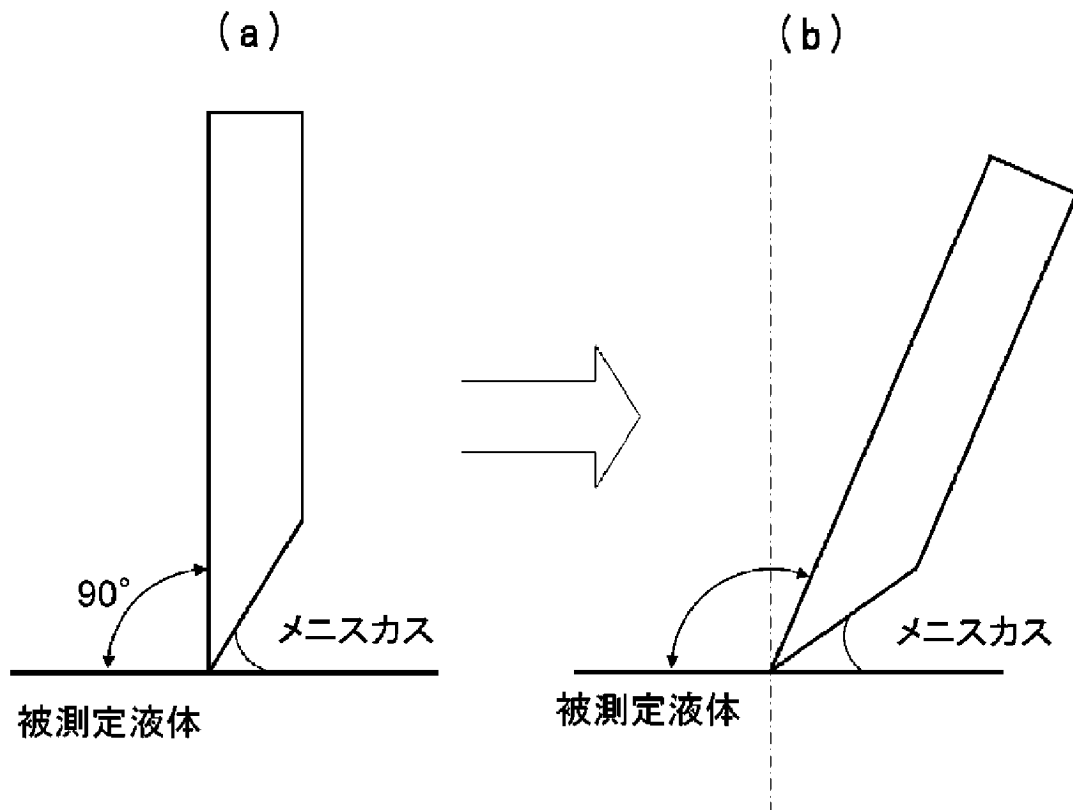
[図5]



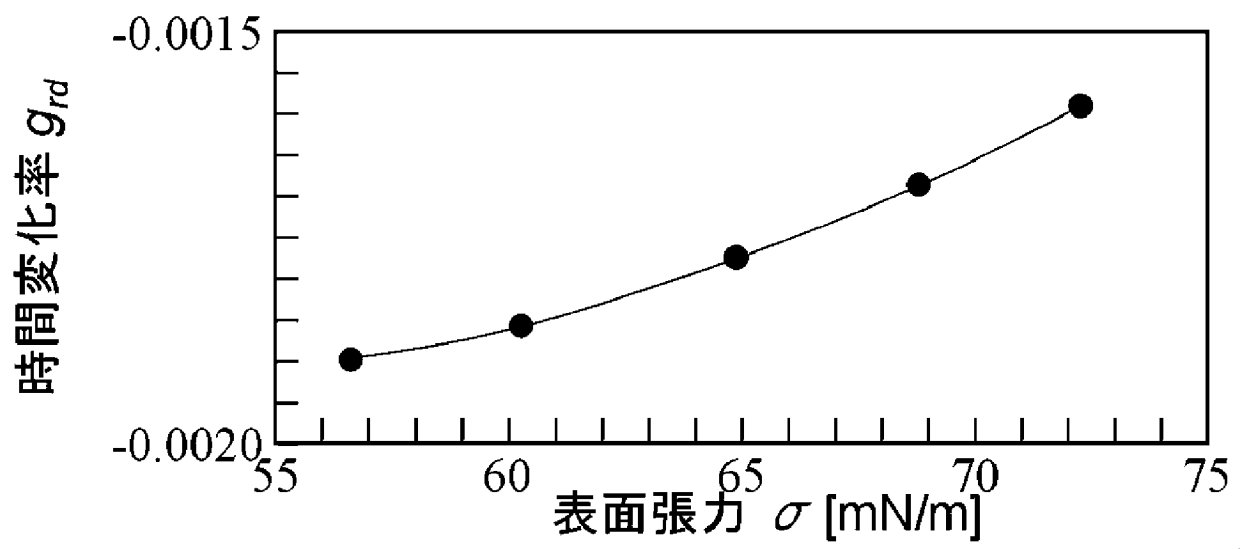
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/054789

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N13/02(2006.01) i, G01N21/17(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)
G01N13/02, G01N21/17

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	Yusuke OZAWA, Takayuki SAITO, Toshiyuki SANADA, "Tan'itsu Hikari Fiber Probe Keisoku ni Okeru Hyomen Choryoku to Nuresei no Eikyo", Nihon Konso Ryu Gakkai Nenkai Koenkai Koen Ronbunshu, 22 June, 2007 (22.06.07), Vol.2007, pages 10 to 11	1-4, 7-12 5, 6
X Y	Yusuke OZAWA, Toshiyuki SANADA, Takayuki SAITO, "Hikari Fiber Probe Sokutei ni Okeru Hyomen Choryoku no Eikyo", Abstracts of Annual Meeting of the Society of Chemical Engineers, Japan, 19 February, 2007 (19.02.07), Vol.72nd, page 292	1-4, 7-12 5, 6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 May, 2008 (29.05.08)	Date of mailing of the international search report 10 June, 2008 (10.06.08)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/054789

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-286702 A (Sumitomo Bakelite Co., Ltd.), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text; all drawings (Family: none)	5,6
A	JP 8-152396 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 11 June, 1996 (11.06.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N13/02(2006.01)i, G01N21/17(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. G01N13/02, G01N21/17

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	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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(JDreamII)

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 請求の範囲の番号
X Y	小澤佑輔, 齋藤隆之, 真田俊之, 単一光ファイバープローブ計測における表面張力とぬれ性の影響, 日本混相流学会年会講演会講演論文集, 2007.06.22, Vol.2007, Page.10-11	1-4, 7-12 5, 6
X Y	小澤佑輔, 真田俊之, 齋藤隆之, 光ファイバープローブ測定における表面張力の影響, 化学工学会年会研究発表講演要旨集, 2007.02.19, Vol.72nd, Page.292	1-4, 7-12 5, 6

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

29.05.2008

国際調査報告の発送日

10.06.2008

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)

▲高▼見 重雄

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2 J

9 1 1 6

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-286702 A (住友ベークライト株式会社) 2004. 10. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5, 6
A	JP 8-152396 A (住友金属工業株式会社) 1996. 06. 11, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-12