

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-146291

(P2017-146291A)

(43) 公開日 平成29年8月24日(2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/01 (2006.01)	GO 1 N 21/01 B	2 G O 5 9
GO 1 N 21/3586 (2014.01)	GO 1 N 21/3586	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-117452 (P2016-117452)	(71) 出願人	515130555 フェムトディプロイメンツ株式会社 岡山県岡山市北区津島中一丁目1番1号 岡山大インキュベータ213号
(22) 出願日	平成28年6月13日(2016.6.13)	(74) 代理人	100105784 弁理士 橘 和之
(31) 優先権主張番号	特願2016-24561 (P2016-24561)	(72) 発明者	渡部 明 岡山県岡山市東区君津483番地 フェム トディプロイメンツ株式会社内
(32) 優先日	平成28年2月12日(2016.2.12)	(72) 発明者	土井 文平 岡山県岡山市北区蕃山町9-15-140 2
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	Fターム(参考)	2G059 BB04 EE01 EE12 GG01 HH01 HH03 JJ13 JJ14 MM01

(54) 【発明の名称】 液膜生成装置およびこれに用いる液膜カートリッジ

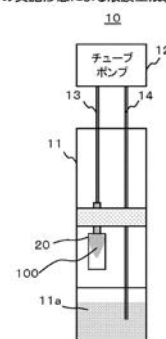
(57) 【要約】

【課題】テラヘルツ波が適切に透過するような液膜を生成でき、かつ、気泡が原因の液体の飛散がノズルの先端で発生することを防止できるようにする。

【解決手段】ポンプ12により回収タンク11aから吸い上げて加圧した液体を液膜カートリッジ20のノズルから噴出することによって液膜100を生成し、当該生成された液膜100を、当該液膜100の表面に沿って液膜カートリッジ20のスロープ壁に触れさせ、スロープ壁から流れ落ちる液体を回収して回収タンク11aに貯蔵するようにすることにより、減速した状態でスロープ壁をつたって流れ落ちる液体が回収タンク11aに回収されるようにすることで、液体が回収タンク11aに入るときに、回収タンク11aの液体内に攪拌によって気泡が発生しないようにする。

【選択図】図1

第1の実施形態による液膜生成装置の構成例



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電磁波が伝播する経路中に液体試料を配置し、当該液体試料を透過した電磁波の特性を計測するシステムに用いられ、上記液体試料としての液膜を生成するための液膜生成装置であって、

液体を噴出して、表面が平坦な板状の液膜を空間上に生成するノズルと、

上記ノズルにより生成された上記液膜を、当該液膜の表面に沿って触れさせるスロープ壁と、

上記スロープ壁から流れ落ちる液体を回収して貯蔵する回収タンクと、

上記回収タンクに貯蔵された液体を吸い上げて、当該液体を加圧して上記ノズルから噴出させるポンプとを備えたことを特徴とする液膜生成装置。

10

【請求項 2】

上記スロープ壁の壁面がサイクロイド曲面となっていることを特徴とする請求項 1 に記載の液膜生成装置。

【請求項 3】

上記ノズルの開口部から噴出した液体により形成される 2 本の流体柱の間に液体の表面張力によって生成される液膜の、上記ノズルの開口部から上記 2 本の流体柱が衝突する流体柱集合点までの長さの略 $1/3$ またはそれよりも下流側の位置に、上記スロープ壁を配置したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液膜生成装置。

20

【請求項 4】

上記ノズルを装着して使用するノズルカバーを備え、

上記ノズルカバーは、

上記ノズルにより生成された上記液膜に透過させる電磁波が通過するための窓と、

上記窓より下流側に設けられた上記スロープ壁とを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の液膜生成装置。

【請求項 5】

上記回収タンクは、その先端の開口部を上記ノズルカバーの底部に着脱可能に構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の液膜生成装置。

【請求項 6】

上記ノズルの開口部における液体の突沸による飛散を防止するための飛散防止壁を、上記ノズルの開口部の周囲に更に備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の液膜生成装置。

30

【請求項 7】

上記飛散防止壁は、上記ノズルから噴出された液体の出口側の開口部が、上記ノズル側から上記スロープ壁側に向かって傾斜していることを特徴とする請求項 6 に記載の液膜生成装置。

【請求項 8】

上記ノズルを挿入して固定するためのノズル支持体を更に備え、

上記ノズルおよび上記ノズル支持体は、上記ノズル支持体内における上記ノズルの固定角度を常に一定とするための位置決め構造を有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の液膜生成装置。

40

【請求項 9】

上記位置決め構造は、上記ノズルの円筒状管において互いに対向する位置に設けられた平坦面と、上記ノズル支持体の互いに対向する位置に設けられた平坦面とにより構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の液膜生成装置。

【請求項 10】

上記ノズルカバーを、当該ノズルカバーの外部から内部を撮影可能な透明材料により構成したことを特徴とする請求項 4 に記載の液膜生成装置。

【請求項 11】

電磁波が伝播する経路中に液体試料を配置し、当該液体試料を透過した電磁波の特性を

50

計測するシステムに用いられ、上記液体試料としての液膜を生成するための液膜カートリッジであって、

液体を噴出して、表面が平坦な板状の液膜を空間上に生成するノズルと、

上記ノズルにより生成された上記液膜を、当該液膜の表面に沿って触れさせるスロープ壁とを備えたことを特徴とする液膜カートリッジ。

【請求項 1 2】

上記スロープ壁の壁面がサイクロイド曲面となっていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の液膜カートリッジ。

【請求項 1 3】

上記ノズルの開口部から噴出した液体により形成される 2 本の流体柱の間に液体の表面張力によって生成される液膜の、上記ノズルの開口部から上記 2 本の流体柱が衝突する流体柱集合点までの長さの略 1 / 3 またはそれよりも下流側の位置に、上記スロープ壁を配置したことを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 に記載の液膜カートリッジ。

10

【請求項 1 4】

上記ノズルを装着して使用するノズルカバーを備え、

上記ノズルカバーは、

上記ノズルにより生成された上記液膜に透過させる電磁波が通過するための窓と、

上記窓より下流側に設けられた上記スロープ壁とを備えることを特徴とする請求項 1 1 ~ 1 3 の何れか 1 項に記載の液膜カートリッジ。

【請求項 1 5】

20

上記ノズルの開口部における液体の突沸による飛散を防止するための飛散防止壁を、上記ノズルの開口部の周囲に更に備えたことを特徴とする請求項 1 1 ~ 1 4 の何れか 1 項に記載の液膜カートリッジ。

【請求項 1 6】

上記飛散防止壁は、上記ノズルから噴出された液体の出口側の開口部が、上記ノズル側から上記スロープ壁側に向かって傾斜していることを特徴とする請求項 1 5 に記載の液膜カートリッジ。

【請求項 1 7】

上記ノズルを挿入して固定するためのノズル支持体を更に備え、

上記ノズルおよび上記ノズル支持体は、上記ノズル支持体内における上記ノズルの固定角度を常に一定とするための位置決め構造を有することを特徴とする請求項 1 1 ~ 1 6 の何れか 1 項に記載の液膜カートリッジ。

30

【請求項 1 8】

上記位置決め構造は、上記ノズルの円筒状管において互いに対向する位置に設けられた平坦面と、上記ノズル支持体の互いに対向する位置に設けられた平坦面とにより構成されていることを特徴とする請求項 1 7 に記載の液膜カートリッジ。

【請求項 1 9】

上記ノズルカバーを、当該ノズルカバーの外部から内部を撮影可能な透明材料により構成したことを特徴とする請求項 1 4 に記載の液膜カートリッジ。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、液膜生成装置およびこれに用いる液膜カートリッジに関し、特に、電磁波が伝播する経路中に液体試料を配置し、当該液体試料を透過した電磁波の特性を計測するシステムにおいて、液体試料としての液膜を生成する装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、紫外線、赤外線、マイクロ波、テラヘルツ波などの電磁波を用いて物質の特性を計測する分光装置が提供されている。分光法は、電磁波によって計測される物理量によって、吸収分光法または発光分光法に分類される。吸収分光法では、分光計測の対象となる

50

試料に電磁波を透過させ、試料を通過中に電磁波と試料とが相互作用することによって生じる電磁波の変化から、試料の物理的性質あるいは化学的性質を計測する。一方、発光分光法では、何らかの方法で試料から電磁波を放出させ、その電磁波の強さを計測する。

【 0 0 0 3 】

分光計測の試料として用いる被計測物質には、ガス状、固体状、液体状などの形態がある。それぞれの形態に応じて、電磁波が適切に透過するように被計測物質の設置方法が工夫されている。例えば、液体状の試料について精度の高い計測を行うには、分光装置に配置する試料は、電磁波が透過する程度に薄く形成する必要がある。特に、液体試料をテラヘルツ波で分光計測する場合には、水分子によるテラヘルツ波の吸収効果が強いいため、計測信号の S N 比の悪化を防ぐために、液体を板状の均一な薄膜にし、板状の部分にテラヘルツ波を透過させて計測を行う必要がある。

10

【 0 0 0 4 】

一般に、液体試料の計測では、ガラスなどの電磁波を透過する材料で作られた容器（一般的には溶液セルと呼ばれる）に試料を挟みこみ、溶液セルの外部から電磁波を入射し、溶液セルを透過した電磁波を計測している。しかしながら、液体試料を溶液セルに挟み込んで計測すると、液体試料の分光情報に対してセル材料の分光情報がノイズとして重畳し、真の分光情報を計測する妨げとなる。

【 0 0 0 5 】

従来、このような問題に鑑みて、溶液セルを用いることなく、ノイズの少ない分光情報を計測可能にすること目的とした装置が提案されている（例えば、特許文献 1 , 2 参照）。この特許文献 1 , 2 に記載の装置では、特別な構造のノズルを用い、ポンプの圧力によってノズルから液体試料を噴出することにより、薄い平坦な板状の液膜を生成するようになされている。

20

【 0 0 0 6 】

しかしながら、液体をポンプで加圧してノズルから噴出させると、ノズルの開口部から液体が飛散してしまう。そして、この飛散した液体が、ノズルに接近して配置されている光学系を汚してしまうという問題があった。なお、ノズルにより生成された液膜を電磁波が通過する部分には、被計測対象の液体以外のものを介在させない必要がある。そのため、ノズルの周辺を閉空間にすることができず、液体の飛び散りを完全に防ぐための壁を設けることは難しい。

30

【 0 0 0 7 】

ノズル開口部での液体の飛散は、噴出される液体内に含まれている気泡が原因で発生すると考えられる。すなわち、ノズルから噴出された計測対象の液体を回収タンクに貯蔵して、それをポンプによって循環させて利用する場合、加圧されてノズルから噴出された液体が回収タンクに入るときに、貯蔵されている液体の表面で反射して飛散が生じる。このとき、回収タンクに貯蔵された液体内には、攪拌によって気泡が発生する。そして、この気泡を含んだ液体がポンプにより吸い上げられ、再び加圧してノズルに送り込まれる。この液体内の気泡がノズル口での突沸の原因となり、液体の飛散を発生させてしまうのである。

【 0 0 0 8 】

40

なお、吐水口から吐水される際の水の飛散を防止できるようにした技術が提案されている（例えば、特許文献 3 参照）。この特許文献 3 には、給水源から吐水口へ向かう通水路の上面側に流路拡張部を形成することにより、気泡混合水のうちの空気が選択的に流路拡張部の上壁面に導かれ、その後、拡張部から通常部へ流路が縮小される部分の段差に衝突することによって、気泡が細分化または消滅し、その結果、吐水口から吐水される際の水の飛散を防止できることが開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】特開 2 0 1 1 - 1 2 7 9 5 0 号公報

50

【特許文献2】特開2015-219088号公報

【特許文献3】特開2005-213880号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記特許文献3に記載の技術によれば、液体の飛散の原因となる気泡を細分化または消滅させることができる。しかしながら、給水源から吐水口へ向かう通水路の途中に形成した流路拡張部により、吐水前の水流に変化が生じる。そのため、この特許文献3の技術を分光装置に適用した場合、電磁波が適切に透過するような薄くて平坦な液膜を生成することが難しくなってしまうという問題がある。

10

【0011】

本発明は、このような問題を解決するために成されたものであり、電磁波が適切に透過するような薄くて平坦な液膜を生成でき、かつ、気泡が原因の液体の飛散がノズルの先端で発生することを防止できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記した課題を解決するために、本発明では、ポンプにより回収タンクから吸い上げて加圧した液体をノズルから噴出することによって液膜を生成し、当該生成した液膜を、当該液膜の表面に沿ってスロー壁に触れさせ、スロー壁から流れ落ちる液体を回収して回収タンクに貯蔵するようにしている。

20

【発明の効果】

【0013】

上記のように構成した本発明によれば、ポンプにより加圧された液体がノズルから勢いよく噴出することによって生成された液膜が、スロー壁に触れて減速する。そして、減速した状態でスロー壁をつたって流れ落ちる液体が回収タンクに回収されるようになる。このため、液体が回収タンクに入るときに、回収タンクの液体内に攪拌によって気泡が発生しないようにすることができる。これにより、回収タンク内の液体をポンプにより吸い上げて再び加圧してノズルから噴出する場合に、噴出する液体内に気泡が含まれない状態とすることができるので、気泡が原因の飛散がノズルの先端で発生することを防止することができる。

30

【0014】

また、本発明では、ノズルから噴出することによって生成された液膜が、その噴出後にスロー壁に触れて減速するので、ノズルから噴出される前（液膜が生成される前）の液体の流路上に余計な凹凸構造を設ける必要がない。また、本発明では、ポンプの圧力を下げて液体の流速を落としているわけではなく、薄くて平坦な液膜を生成するために必要な圧力をかけて液体をノズルから強く噴出しつつ、噴出された液体のスロー壁への接触により流速を落としているので、電磁波が適切に透過する液膜をノズルによって生成することができる。

【0015】

以上により、本発明によれば、電磁波が適切に透過するような薄くて平坦な液膜を生成でき、かつ、気泡が原因の液体の飛散がノズルの先端で発生することを防止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1の実施形態による液膜生成装置の構成例を示す図である。

【図2】第1の実施形態の液膜生成装置に用いられる液膜カートリッジの構成例を示す図である。

【図3】本実施形態の液膜生成装置を適用した分光装置の一例であるテラヘルツ時間分解分光装置の構成例を示す図である。

【図4】本実施形態のノズルにより生成される試料液膜の空間的な配置を説明するための

50

図である。

【図 5】本実施形態のスロープ壁に試料液膜を触れさせた状態を示す図である。

【図 6】試料液膜に生じるスジ状の波を説明するための図である。

【図 7】第 2 の実施形態による液膜生成装置の構成例を示す図である。

【図 8】第 2 の実施形態の液膜生成装置に用いられる液膜カートリッジの構成例を示す図である。

【図 9】第 2 の実施形態による液膜カートリッジと回収タンクとの着脱構造例を示す図である。

【図 10】本実施形態によるノズルおよびノズル支持体の構成例を示す図である。

【図 11】第 2 の実施形態による液膜生成装置の変形例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

(第 1 の実施形態)

以下、本発明の第 1 の実施形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、第 1 の実施形態による液膜生成装置の構成例を示す図である。図 2 は、第 1 の実施形態の液膜生成装置に用いられる液膜カートリッジの構成例を示す図であり、(a) は正面図、(b) は側面図である。図 3 は、第 1 の実施形態による液膜生成装置を適用した分光装置の一例であるテラヘルツ時間分解分光装置の構成例を示す図である。

【0018】

まず、図 3 を参照して、テラヘルツ時間分解分光装置の構成を説明する。本実施形態のテラヘルツ時間分解分光装置は、テラヘルツ波が伝播する経路中に液体試料を配置し、当該液体試料を透過したテラヘルツ波の特性を時間分解計測するものである。具体的には、液体試料を透過したテラヘルツ波の時間波形を検出し、その検出信号をフーリエ変換して、テラヘルツ波の周波数毎の振幅と位相の情報を得る。光源としては、励起光であるフェムト秒レーザパルスを用いる。

20

【0019】

図 3 に示すように、本実施形態のテラヘルツ時間分解分光装置 30 は、フェムト秒レーザ光源 31、レーザ光分光部 32、テラヘルツ波発生用半導体 33、第 1 および第 2 の放物面ミラー 34、35、テラヘルツ波検出用半導体 36、テラヘルツ信号検出装置 37 および可変光学遅延部 38 を備えて構成されている。

30

【0020】

レーザ光分光部 32 は、フェムト秒レーザ光源 31 から放射されるレーザ光 (フェムト秒レーザパルス) を、テラヘルツ光源であるテラヘルツ波発生用半導体 33 を動作させるためのポンプ光と、テラヘルツ波検出部であるテラヘルツ波検出用半導体 36 に入射しているテラヘルツ波が作り出す微弱電流を増大させるためのサンプリング光との 2 つに分ける。具体的に、レーザ光分光部 32 は、半透過ミラーにより構成される。テラヘルツ波発生用半導体 33 は、レーザ光分光部 32 により分光されたポンプ光をもとに、テラヘルツ波を発生する。

【0021】

第 1 の放物面ミラー 34 は、テラヘルツ波発生用半導体 33 から発生されたテラヘルツ波を反射し、収差なく平行な光線束として出力する。第 1 の放物面ミラー 34 で反射したテラヘルツ波は、試料液膜 100 を透過して、第 2 の放物面ミラー 35 に至る。第 2 の放物面ミラー 35 は、試料液膜 100 を透過して平行に入射する光線束を反射し、テラヘルツ波検出用半導体 36 の焦点に集める。

40

【0022】

テラヘルツ波検出用半導体 36 は、第 2 の放物面ミラー 35 により集束されたテラヘルツ波を検出し、その波形を表すテラヘルツ波信号を出力する。テラヘルツ信号検出装置 37 は、このテラヘルツ波信号を検出し、当該検出信号をフーリエ変換することにより、テラヘルツ波の周波数毎の振幅と位相の情報を得る。

【0023】

50

可変光学遅延部 38 は、レーザ光分光部 32 により分光されたサンプリング光が伝播する経路中に設けられ、当該サンプリング光の遅延量を可変設定する。この可変光学遅延部 38 は、2つの反射ミラー 38a, 38b を有しており、この反射ミラー 38a, 38b が矢印 A の方向に物理的に平行移動可能に構成されている。これにより、サンプリング光の遅延時間を可変にしている。この可変光学遅延部 38 は、サンプリング光がテラヘルツ波検出部 36 に到達するタイミングをずらしながらテラヘルツ波の時間変化を計測するために用いられる。

【0024】

次に、図 1 を参照して、試料液膜 100 を生成するための液膜生成装置 10 の概要について説明する。なお、図 1 では、液膜生成装置 10 の内部を図示している。第 1 の実施形態による液膜生成装置 10 は、容器 11、チューブポンプ 12 (特許請求の範囲のポンプの一例)、往路配管 13、復路配管 14 および液膜カートリッジ 20 を備えて構成されている。容器 11 には、液体の回収タンク 11a が設けられている。詳細は図 2 を用いて説明するが、液膜カートリッジ 20 には、液体を噴出して試料液膜 100 を生成するノズルと、ノズルにより生成された試料液膜 100 を接触させるスロー壁とが設けられている。

10

【0025】

チューブポンプ 12 は、回収タンク 11a から復路配管 14 を介して計測対象の液体を吸い上げて、吸い上げた液体を加圧し、往路配管 13 を介して液膜カートリッジ 20 に導出する。

20

【0026】

液膜カートリッジ 20 は、チューブポンプ 12 により回収タンク 11a から導出された液体をノズルから噴出することにより、表面が平坦な板状の試料液膜 100 を空間上に生成する。そして、ノズルにより生成された試料液膜 100 を空間上でスロー壁に触れさせることにより、液膜を液滴化する。この液膜カートリッジ 20 は、容器 11 に対して着脱可能に構成されている。

【0027】

回収タンク 11a は、液膜カートリッジ 20 のスロー壁から緩やかに流れ落ちる液体を回収して貯蔵する。回収タンク 11a に貯蔵された液体は、チューブポンプ 12 によって再び吸い上げられ、加圧されて液膜カートリッジ 20 のノズルから噴出される。このように、第 1 の実施形態の液膜生成装置 10 では、回収タンク 11a 内の液体が循環し、その循環の過程でノズルにより試料液膜 100 が生成されるようになっている。

30

【0028】

次に、図 2 を参照して、第 1 の実施形態による液膜カートリッジ 20 の構成について説明する。図 2 に示すように、第 1 の実施形態による液膜カートリッジ 20 は、ノズル部 210 と、当該ノズル部 210 を装着して使用するノズルカバー 220 とにより構成されている。このノズルカバー 220 は、液膜カートリッジ 20 の筐体を構成している。

【0029】

ノズルカバー 220 は、ノズル部 210 内のノズル 21 により生成された試料液膜 100 に透過させるテラヘルツ波が通過するための窓 23 と、窓 23 より下流側に設けられたスロー壁 24 と、スロー壁 24 から延伸する流路 25 と、窓 23 より上流側に設けられた飛散防止壁 26 とを備えている。なお、図 2 に示した窓 23 の形状は一例であり、この形状に限定されるものではない。

40

【0030】

ノズル 21 は、上述のように、チューブポンプ 12 から加圧して供給された液体を噴出して、表面が平坦な板状の試料液膜 100 を空間上に生成する。このノズル 21 は、例えば特許文献 2 に記載のものをを用いることができる。なお、ノズル 21 は、これを支持する筐体であるノズル支持体 22 の中に挿入されて固定されるようになっている。そして、このノズル支持体 22 がノズルカバー 220 に固定されている。

【0031】

50

図4は、ノズル21により生成される液膜の空間的な配置を説明するための図である。この図4は、スロープ壁24がない場合に形成される液膜の様子を示している。ここでは、空間を定義する3次元座標軸を $x-y-z$ で示す。ノズル21の中心軸21aは、 y 軸方向に向いているものとする。ノズル21の先端には、中心軸21aに直交するスリット状の開口部21bが設けられおり、このスリットは x 軸と平行であるものとする。

【0032】

図4に示すように、ノズル21の先端に設けられた開口部21bより噴出した液体は、互いに直交する複数の液膜面101~103を順次形成する。第1の液膜面101は、ノズル21の開口部21bから噴出した液体で、 $z-y$ 平面内に流れる2本の紐状の流体柱111の間に液体の表面張力により形成される。すなわち、2本の紐状の流体柱111は、滑らかな弧を描きながら流体柱集合点121で衝突し、ノズル21の開口部21bから流体柱集合点121までの間に液体の表面張力により第1の液膜面101を形成する。よって、第1の液膜面101は、 x 軸に垂直で $z-y$ 平面に平行な面である。

10

【0033】

流体柱集合点121で衝突した2本の紐状の流体柱111は、90度角度を変えて、 $x-y$ 平面内に流れる2本の紐状の流体柱112となり、滑らかな弧を描きながら次の流体柱集合点122で衝突する。これにより、1つ目の流体柱集合点121から2つ目の流体柱集合点122までの間に液体の表面張力により第2の液膜面102が形成される。よって、第2の液膜面102は、第1の液膜面101に対して垂直であり、 x 軸に垂直で $x-y$ 平面に平行な面となる。

20

【0034】

第3の液膜面103も第1の液膜面101や第2の液膜面102と同様に、2つ目の流体柱集合点122から3つ目の流体柱集合点123までの間に液体の表面張力により形成される。第3の液膜面103は、第2の液膜面102に対して垂直であり、 x 軸に垂直で $z-y$ 平面に平行な面となる。

【0035】

図2に示すスロープ壁24は、ノズル21により生成された平面状の試料液膜100を、当該試料液膜100の表面に沿って触れさせる。加圧されている試料液膜100をそのまま回収タンク11aにて回収すると、回収タンク11aに液体が入るときに、貯蔵されている液体の表面で反射が生じ、回収タンク11a内の液体に攪拌によって気泡が混入しまう。この気泡の混入を防ぐために、試料液膜100をスロープ壁24に触れさせて減速させ、スロープ壁24をつたって流路25から緩やかに流れ落ちる液体を回収タンク11aにて回収するようにしている。

30

【0036】

なお、流路25の少なくとも末端部（液膜カートリッジ20の端部）が、回収タンク11aに貯蔵されている液体に触れるように、液膜カートリッジ20を配置するようにしてもよい。このようにすれば、流路25から流れ落ちる液体が回収タンク11aに回収される際に、液体表面上での反射が全く起こらないようにすることができる。

【0037】

図5は、試料液膜100をスロープ壁24に触れさせた状態を示す図である。図5に示すように、本実施形態では、ノズル21の開口部21aから噴出した液体により形成される2本の流体柱111の間に液体の表面張力によって生成される第1の液膜面101を、スロープ壁24に接触させる。これにより、第1の液膜面101の上流側は表面が平坦な板状の液膜となっているが、下流側はスロープ壁24に触れて液滴化されている。この上流側の平坦な部分が、テラヘルツ波が通過する窓23のところに位置するようにする。

40

【0038】

ところで、加圧されている試料液膜100がスロープ壁24に当たったときに飛散すると、飛散した液体が窓23に付着したり、窓23から外に飛び出して周囲の光学素子に付着したりすることがある。よって、この液体の飛散を防ぐために、試料液膜100をスロープ壁24に対して滑らかに接触させるのが望ましい。そのために、スロープ壁24の壁

50

面には、試料液膜 100 が接触するときの衝撃を吸収することが可能な角度を持たせる。本実施形態では、スロープ壁 24 の壁面を滑らかな曲面により形成している。具体的には、スロープ壁 24 の壁面はサイクロイド曲面またはそれに近い曲面となっている。

【0039】

飛散防止壁 26 は、ノズル 21 の開口部 21a における液体の突沸による飛散を防止するための壁であり、当該開口部 21a の周囲に配置される。

【0040】

以上詳しく説明したように、第 1 の実施形態では、チューブポンプ 12 により回収タンク 11a から吸い上げて加圧した液体をノズル 21 から噴出することによって試料液膜 100 を生成し、当該生成された試料液膜 100 を、当該試料液膜 100 の表面に沿ってスロープ壁 24 に触れさせ、スロープ壁 24 から流れ落ちる液体を回収して回収タンク 11a に貯蔵するようにしている。

10

【0041】

このように構成した第 1 の実施形態によれば、加圧された液体がノズル 21 から勢いよく噴出することによって生成された試料液膜 100 が、スロープ壁 24 に触れて液滴となり、減速する。そして、減速した状態でスロープ壁 24 をつたって流れ落ちる液体が回収タンク 11a に回収されるようになる。このため、液体が回収タンク 11a に入るときに、回収タンク 11a の液体内に攪拌によって気泡が発生しないようにすることができる。これにより、回収タンク 11a 内の液体をチューブポンプ 12 により吸い上げて再び加圧してノズル 21 から噴出する場合に、噴出する液体内に気泡が含まれない状態とすることができるので、ノズル 21 の先端で気泡が原因の飛散が発生することを防止することができる。

20

【0042】

また、第 1 の実施形態では、ノズル 21 から噴出することによって生成された試料液膜 100 が、その噴出後に空間上でスロープ壁 24 に触れて減速するので、ノズル 21 から噴出される前（液膜が生成される前）の液体の流路上に余計な凹凸構造を設ける必要がない。また、第 1 の実施形態では、チューブポンプ 12 の圧力を下げて液体の流速を落としているわけではなく、薄くて平坦な試料液膜 100 を生成するために必要な圧力をかけて液体をノズル 21 から強く噴出しつつ、噴出された液体のスロープ壁 24 への接触により流速を落としているので、テラヘルツ波が適切に透過する試料液膜 100 を生成することができる。

30

【0043】

すなわち、ノズル 21 により生成される試料液膜 100 のスピードを減速させるためだけであれば、チューブポンプ 12 の圧力を下げれば良いのであるが、チューブポンプ 12 の圧力を下げると、テラヘルツ波の計測として扱えるような液膜を作れなくなってしまう。すなわち、循環の途中に高圧を必要とするノズル 21 が存在するため、加圧力の低いポンプを用いて循環全体のループを全て低圧にすることはできない。これに対し、第 1 の実施形態によれば、循環ループの一部では高圧となり、一部では回収タンク 11a の液体内に気泡が生じないくらいまで低速となるような液体の循環系を構成することができる。

【0044】

以上により、第 1 の実施形態によれば、テラヘルツ波が適切に透過するような薄くて平坦な試料液膜 100 を生成でき、かつ、気泡が原因の液体の飛散がノズル 21 の先端で発生することを防止することができる。なお、第 1 の実施形態では、液膜生成装置をテラヘルツ時間分解分光装置 30 に適用する例について説明したが、赤外線等の他の電磁波を用いた分光装置に適用することも可能であり、その場合に、それらの電磁波が適切に透過するような薄くて平坦な試料液膜を生成でき、かつ、気泡が原因の液体の飛散がノズル 21 の先端で発生することを防止することができる。

40

【0045】

また、第 1 の実施形態では、スロープ壁 24 の壁面をサイクロイド曲面またはそれに近い面としているので、接触の衝撃によって液体を飛散させることなく、試料液膜 100 を

50

接触させて急速に減速することができる。このため、ノズル 2 1 から噴出した試料液膜 1 0 0 のスピードが長い流路上で自然に減速するのを待つ必要がなく、液膜カートリッジ 2 0 をコンパクトに構成することができる。すなわち、ノズル 2 1 とスロープ壁 2 4 との距離は第 1 の液膜面 1 0 1 の長さよりも短くてよく、スロープ壁 2 4 の先に延伸する流路 2 5 も長くする必要がないので、ノズル 2 1 から流路 2 5 の先端までの空間的距離が短くなり、液膜カートリッジ 2 0 をコンパクトにすることができる。

【 0 0 4 6 】

また、第 1 の実施形態によれば、試料液膜 1 0 0 の液膜面にスジ状の波が生じることを防ぐことができるというメリットも有する。スジ状の波が生じないようにすることで、それに起因したノイズが計測信号に重畳しないようにすることができる。このメリットは、特にテラヘルツ波を用いた分光装置に有効である。

10

【 0 0 4 7 】

図 4 において、ノズル 2 1 によって平坦な液膜を生成すると説明したが、実際には、全く平坦な液体状薄膜を作ることは困難である。実際には、図 6 に示すように、液膜面にはスジ状の波が生じる。すなわち、上述したように、試料液膜 1 0 0 は、2 の流体柱 1 1 1 の間に表面張力で形成されている。このとき、液膜の上部の半分付近（ノズル 2 1 の開口部 2 1 a から 2 本の流体柱 1 1 1 が衝突する流体柱集合点 1 2 1 までの長さの 1 / 3 付近）から、スジ状の波が液膜の表面に発生する。この波は、2 本の流体柱 1 1 1 から発生し、液膜の下部にいくほど、その数は増える。このスジ状の波の幅の大きさは、テラヘルツ波の波長と同程度となるため、テラヘルツ波が通過する付近にスジ状の波が存在する場合には、干渉効果が生じ、それに起因したノイズが計測信号に重畳してしまう。

20

【 0 0 4 8 】

これに対して、第 1 の実施形態では、図 5 に示したように、試料液膜 1 0 0 （第 1 の液膜面 1 0 1 ）をスロープ壁 2 4 に接触させることにより、試料液膜 1 0 0 の上流側だけが平坦な板状の液膜となるようにし、下流側はスロープ壁 2 4 に触れて液滴化されるようにしている。このため、加圧された液体をスロープ壁 2 4 によって減速させると同時に、液膜上に生じるスジ状の波を減少させることができ、テラヘルツ波の計測信号に重畳するノイズを減少させることができる。

【 0 0 4 9 】

スジ状の波の低減効果を高めるために、第 1 の液膜面 1 0 1 の長さ（すなわち、ノズル 2 1 の開口部 2 1 a から 2 本の流体柱 1 1 1 が衝突する流体柱集合点 1 2 1 までの長さ）の略 1 / 3 の位置で試料液膜 1 0 0 が接触するように、スロープ壁 2 4 を配置するのが好ましい。なお、上述のように、スジ状の波は液膜の下部にいくほど増えるので、上記略 1 / 3 の位置よりも下流側にスロープ壁 2 4 を配置するようにしてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

なお、上記第 1 の実施形態では、ノズルカバー 2 2 0 内にスロープ壁 2 4 を設け、このノズルカバー 2 2 0 にノズル部 2 1 0 を装着して成るカートリッジ構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、容器 1 1 の一部としてスロープ壁 2 4 を設けるようにしてもよい。ただし、液膜カートリッジ 2 0 の構成としてスロープ壁 2 4 を設けることにより、ディスポーザブルにして不純物フリーの計測を行うことができるようになる点で好ましい。

40

【 0 0 5 1 】

（第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態を図面に基づいて説明する。図 7 は、第 2 の実施形態による液膜生成装置 1 0 ' の構成例を示す図である。図 8 は、第 2 の実施形態の液膜生成装置 1 0 ' に用いられる液膜カートリッジ 2 0 ' の構成例を示す図であり、（ a ）は正面図、（ b ）は側面図である。なお、図 7 および図 8 では、説明の便宜上、液膜カートリッジ 2 0 ' の内部を図示している。また、図 7 および図 8 において、図 1 および図 2 に示した構成要素と同一の機能を有する構成要素には同一の符号を付している。

【 0 0 5 2 】

50

図 7 に示すように、第 2 の実施形態による液膜生成装置 10' は、液体の回収タンク 11'、チューブポンプ 12、往路配管 13、復路配管 14 および液膜カートリッジ 20' を備えて構成されている。液膜カートリッジ 20' は、筒状の筐体の中にノズル部 210 やスロープ壁 24 (図 7 では図示せず)などを備えたものである。回収タンク 11' は、例えば円筒形状をしており、その先端の開口部を液膜カートリッジ 20' (当該液膜カートリッジ 20' の筐体であるノズルカバー 220')の底部に着脱可能に構成されている。

【0053】

例えば、図 9 に示すように、ノズルカバー 220' の底部に、回収タンク 11' の先端における円筒形の開口部 91 が嵌合するリング部 93 を設けるとともに、そのリング部 93 の下方にネジ部 94 を設ける。一方、回収タンク 11' の開口部 91 の外周にもネジ部 92 を設ける。これにより、回収タンク 11' の開口部 91 をノズルカバー 220' のリング部 93 に嵌めて、回収タンク 11' を一方向に回転させることにより、ネジ部 92, 94 が噛み合い、回収タンク 11' をノズルカバー 220' の底部に固定することができる。また、回収タンク 11' を逆方向に回転させることにより、ノズルカバー 220' から回収タンク 11' を取り外すことができる。なお、回収タンク 11' とノズルカバー 220' とを着脱可能にする構造は、図 9 の例に限定されるものではない。

【0054】

チューブポンプ 12 は、回収タンク 11' から復路配管 14 を介して計測対象の液体を吸い上げて、吸い上げた液体を加圧し、往路配管 13 を介して液膜カートリッジ 20' のノズル 21 (図 8 および図 4 参照)に導出する。ノズル 21 は、チューブポンプ 12 により回収タンク 11' から導出された液体を噴出することにより、表面が平坦な板状の試料液膜 100 を空間上に生成する。そして、ノズル 21 により生成された試料液膜 100 を空間上でスロープ壁 24 (図 8 参照)に触れさせることにより、液膜を液滴化する。

【0055】

回収タンク 11' は、液膜カートリッジ 20' のスロープ壁 24 から流路 25' を介して緩やかに流れ落ちる液体を回収して貯蔵する。回収タンク 11' に貯蔵された液体は、復路配管 14 を介してチューブポンプ 12 によって再び吸い上げられて加圧され、往路配管 13 を介して液膜カートリッジ 20' のノズル 21 から噴出される。このように、第 2 の実施形態の液膜生成装置 10' では、回収タンク 11' 内の液体が循環し、その循環の過程でノズル 21 により試料液膜 100 が生成されるようになっている。

【0056】

第 2 の実施形態では、往路配管 13 は、液膜カートリッジ 20' の内部を通してノズル 21 に接続されている。また、復路配管 14 は、液膜カートリッジ 20' の内部を通り、液膜カートリッジ 20' の底部から抜けて回収タンク 11' 内に挿入される。

【0057】

次に、図 8 を参照して、第 2 の実施形態による液膜カートリッジ 20' の構成について説明する。図 8 に示すように、第 2 の実施形態の液膜カートリッジ 20' は、ノズルカバー 220' の中に、ノズル部 210 と、スロープ壁 24 と、スロープ壁 24 から延伸する流路 25' と、飛散防止壁 26' とを備えて構成されている。ノズルカバー 220' は、ノズル部 210 内のノズル 21 により生成された試料液膜 100 に透過させるテラヘルツ波が通過するための窓 23 を有している。スロープ壁 24 は窓 23 より下流側に設けられ、飛散防止壁 26' は窓 23 より上流側に設けられている。

【0058】

図 8 に示すように、ノズル部 210 は、少なくとも中央部が開口された固定用板 27 に固定されている。スロープ壁 24 および飛散防止壁 26' は、固定用板 27 に固定された支持板 81 に立設されている。支持板 81 は、テラヘルツ波が通過するための窓 23 には対向しない位置、具体的には、ノズルカバー 220' の壁面付近に配置されている。図 8 (b) に示すように、第 2 の実施形態では、飛散防止壁 26' は、ノズル 21 から噴出された液体の出口側の開口部 26a が、上方から下方(ノズル 21 側からスロープ壁 24 側

10

20

30

40

50

）に向かって傾斜している。傾斜の最下部には、支持板 8 1 がある。

【 0 0 5 9 】

これにより、ノズル 2 1 の開口部 2 1 b における液体の突沸によって飛散防止壁 2 6 ' に付着した液滴は、その自重により開口部 2 6 a の傾斜を伝って支持板 8 1 に至り、支持板 8 1 から更に下方に伝っていく。このため、飛散防止壁 2 6 ' に付着した液滴が窓 2 3 に落ちて、窓 2 3 の外側にあるテラヘルツ波の光学素子に付着することを防止することができる。

【 0 0 6 0 】

以上のように、第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態で説明した容器 1 1 をなくし、回収タンク 1 1 ' を液膜カートリッジ 2 0 ' (ノズルカバー 2 2 0 ') に取り付けて使用するように構成したので、全体の構成をコンパクトにすることができる。また、回収タンク 1 1 ' および液膜カートリッジ 2 0 ' の全てをディスポーザブルにして、不純物フリーの計測を行うことができるようになる。

【 0 0 6 1 】

また、第 2 の実施形態では、飛散防止壁 2 6 ' の出口側の開口部 2 6 a に、上方から下方に向かう傾斜を設けているので、飛散防止壁 2 6 ' に付着した液滴が傾斜を伝って支持板 8 1 に流れていくようにすることができる。これにより、飛散防止壁 2 6 ' に付着した液滴が窓 2 3 に落ちて、窓 2 3 の外側にあるテラヘルツ波の光学素子に付着することを防止することができる。

【 0 0 6 2 】

以上、第 1 および第 2 の実施形態において、加圧した液体をノズル 2 1 から噴出することによって生成した試料液膜 1 0 0 を、当該試料液膜 1 0 0 の表面に沿ってスロープ壁 2 4 に触れさせる構成について説明したが、試料液膜 1 0 0 をスロープ壁 2 4 に適切に触れさせるための工夫について、以下に説明する。まず、第 1 の工夫点を図 1 0 に基づいて説明する。

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、ノズル 2 1 およびノズル支持体 2 2 の構成例を示す図である。この図 1 0 は、ノズル 2 1 の先端側から見た状態を示している。図 1 0 に示すように、ノズル 2 1 の円筒状管の周面の互いに対向する位置に、平坦面 2 1 c , 2 1 c を形成する。一方、このノズル 2 1 が挿入されるノズル支持体 2 2 にも、平坦面 2 1 c , 2 1 c に対向する平坦面 2 2 c , 2 2 c を設ける。

【 0 0 6 4 】

ノズル 2 1 の円筒状管およびノズル支持体 2 2 の断面形状が円形であると、ノズル支持体 2 2 の中に挿入するノズル 2 1 の角度、ひいては開口部 2 1 b の向きが一定に定まらない。これに対し、図 1 0 のように構成すれば、ノズル支持体 2 2 の中で固定されるノズル 2 1 の角度が常に同じとなるようにすることができる。これにより、ノズル 2 1 によって生成される試料液膜 1 0 0 を、スロープ壁 2 4 に対して常にまっすぐに接触させることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、ノズル支持体 2 2 内におけるノズル 2 1 の固定角度を常に一定とするための位置決め構造は、上記のように平坦面 2 1 c , 2 2 c を設ける構成に限定されるものではない。例えば、ノズル 2 1 およびノズル支持体 2 2 の何れか一方に凸部を設けるとともに、他方に凹部を設け、これらの凸部と凹部とを嵌合させる構成としてもよい。

【 0 0 6 6 】

ただし、ノズル 2 1 の構成は、対称性を有するものとするのが好ましい。ノズル 2 1 の構成が非対称になると、ノズル 2 1 の開口部 2 1 b から液体が傾いた状態で噴出され、生成される試料液膜 1 0 0 がスロープ壁 2 4 に対して傾いた状態で接触することになってしまう可能性があるからである。

【 0 0 6 7 】

次に、第 2 の工夫点を図 1 1 に基づいて説明する。図 1 1 は、第 2 の実施形態による液

10

20

30

40

50

膜生成装置 10' の変形例を示す図である。なお、ここでは第 2 の実施形態による液膜生成装置 10' の変形例としての構成を示すが、第 1 の実施形態による液膜生成装置 10 の変形例としても同様の構成を採用することが可能である。

【0068】

図 11 に示す例において、ノズルカバー 220' は、透明材料（例えば、透明樹脂）により構成されている。ノズルカバー 220' の外側には、カメラ 111 が設置されている。カメラ 111 は、ノズルカバー 220' の内部にあるノズル 21 から噴出される試料液膜 100 を撮影する。カメラ 111 により撮影された画像データは、制御部 112 に送られる。

【0069】

制御部 112 は、画像データを解析して試料液膜 100 の状態を判定し、その結果に応じてチューブポンプ 12 を適宜制御する。例えば、試料液膜 100 がスロー壁 24 に当たっている場合、制御部 112 は、スロー壁 24 に当たっている部分の試料液膜 100 の幅を画像処理により計測し、試料液膜 100 の幅が規定の幅よりも狭い場合は、チューブポンプ 12 の回転数を増加させる。逆に、試料液膜 100 の幅が規定の幅よりも広い場合は、チューブポンプ 12 の回転数を減少させる。

【0070】

また、制御部 112 は、試料液膜 100 が短すぎてスロー壁 24 まで届いていないことを画像処理により検出した場合は、チューブポンプ 12 の回転数を増加させる。逆に、試料液膜 100 が広がりすぎて、スロー壁 24 に当たる前に液膜が消えてしまっていることを画像処理により検出した場合、制御部 112 は、チューブポンプ 12 の回転数を減少させる。

【0071】

このように、ノズルカバー 220' を透明樹脂とすることにより、試料液膜 100 の状態をノズルカバー 220' の外側からカメラ 111 で撮影することができる。そして、制御部 112 が撮影画像を解析することにより、試料液膜 100 がスロー壁 24 に適切に当たっているか否かを判定し、スロー壁 24 に適切に当たるようにチューブポンプ 12 の駆動を制御して、適切な試料液膜 100 を生成することができる。

【0072】

なお、上記第 1 および第 2 の実施形態では、スロー壁 24 の壁面をサイクロイド曲面またはそれに近い面とする例について説明したが、本発明はこれに限定されない。すなわち、試料液膜 100 の表面が滑らかに接触可能な面であれば、サイクロイド曲面以外の面を採用することも可能である。

【0073】

その他、上記第 1 および第 2 の実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

【0074】

- 10, 10' 液膜生成装置
- 11a, 11' 回収タンク
- 12 チューブポンプ
- 20, 20' 液膜カートリッジ
- 21 ノズル
- 22, 22' ノズル支持体
- 23 窓
- 24 スロー壁
- 26, 26' 飛散防止壁
- 210 ノズル部

10

20

30

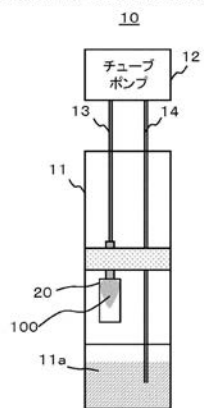
40

50

220, 220' ノズルカバー

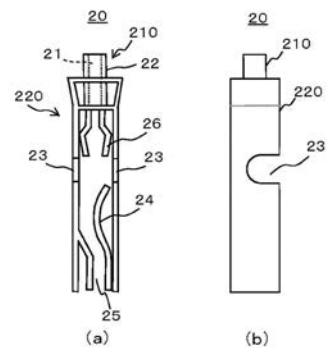
【図1】

第1の実施形態による液膜生成装置の構成例



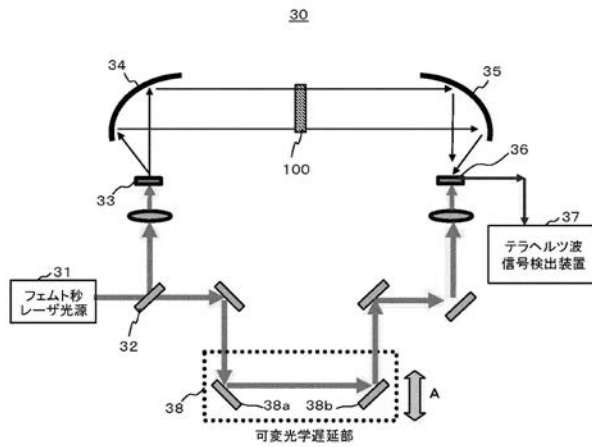
【図2】

第1の実施形態による液膜カートリッジの構成例



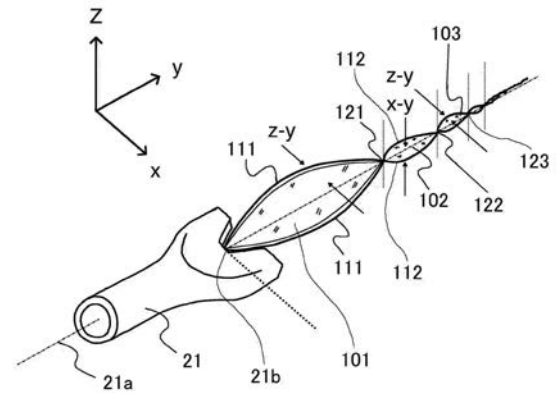
【図 3】

本実施形態によるテラヘルツ時間分解分光装置の構成例



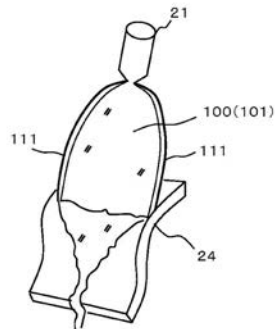
【図 4】

本実施形態のノズルにより生成される試料液膜の空間的な配置



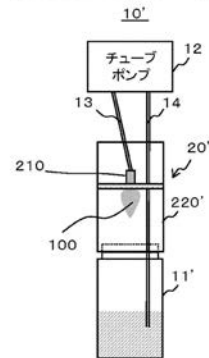
【図 5】

本実施形態のスロープ壁に試料液膜を触れさせた状態



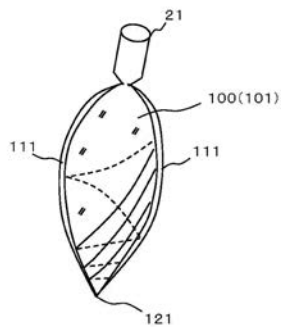
【図 7】

第2の実施形態による液膜生成装置の構成例

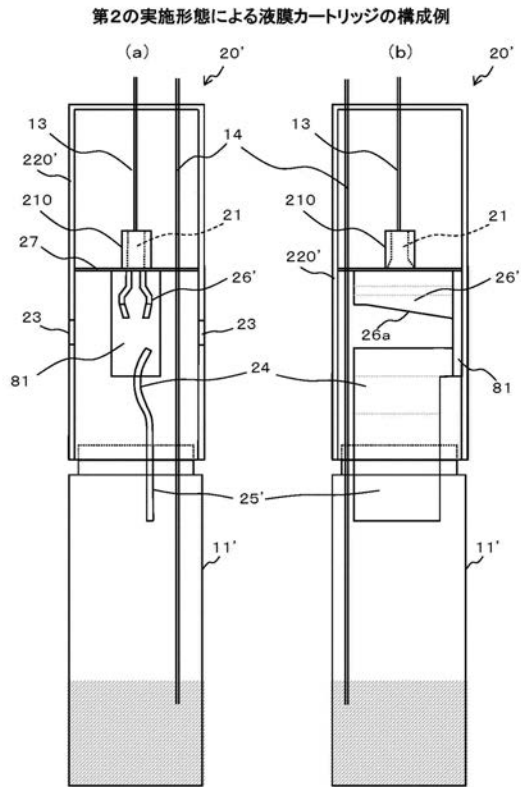


【図 6】

試料液膜に生じるスジ状の波

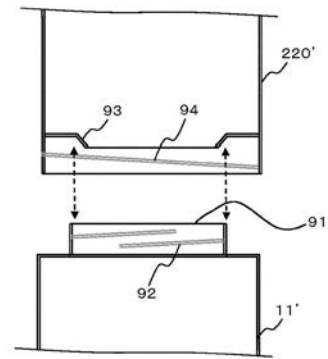


【図 8】



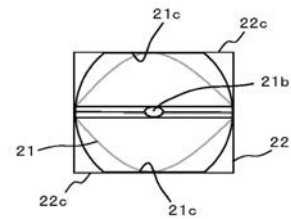
【図 9】

液膜カートリッジと回収タンクとの着脱構造例



【図 10】

本実施形態によるノズルおよびノズル支持体の構成例



【図 11】

第2の実施形態による液膜生成装置の変形例

