

(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2010-54424

(P2010-54424A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.
G01N 21/41 (2006.01)F I
G O I N 21/41テーマコード (参考)
2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-221266 (P2008-221266)
(22) 出願日 平成20年8月29日 (2008.8.29)(71) 出願人 000133582
株式会社 ツーデン
神奈川県相模原市東橋本1丁目8番9号
(74) 代理人 100078776
弁理士 安形 雄三
(74) 代理人 100114269
弁理士 五十嵐 貞喜
(74) 代理人 100093090
弁理士 北野 進
(72) 発明者 林田 建一
東京都町田市南成瀬4丁目14番6号
Fターム(参考) 2G059 AA05 CC09 CC14 DD13 EE04
JJ12 JJ17 KK01 PP02

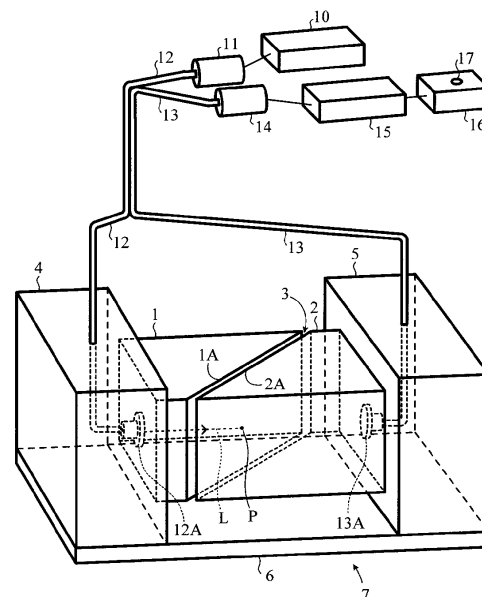
(54) 【発明の名称】 漏液センサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】簡単な構造を持った安価な装置で、薄い油膜を含む油の漏液を検出することができる漏液センサの提供。

【解決手段】光を照射する発光器11と照射された光が入射するようになっているプリズム1とプリズム1を透過した光を受光するプリズム2とプリズム2から出射した光を受光するための受光器14と受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部15とを具備し、プリズム1の面Aとプリズム2の面Bは互いに向かい合っており、両面の間隙部3では間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき毛細管現象によって液面が上昇するようになっており、プリズム1に入射した光は面Aに入射角 α で入射するようになっており、入射した光が面Aに入射する位置において面Aが空気又は水と接しているときプリズム1に入射した光が面Aで全反射、面Aが油と接しているときプリズム1に入射した光が面Aを透過してプリズム2に入射し受光器に受光される。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっているプリズム 1 と、前記プリズム 1 を透過した光を受光するプリズム 2 と、前記プリズム 2 から出射した光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサであって、

前記プリズム 1 の面 A と前記プリズム 2 の面 B は互いに向かい合っており、前記面 A と前記面 B の間の間隙部では、前記間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっており、

前記発光器から照射され前記プリズム 1 に入射した光は、前記面 A に入射角 α で入射するようになっており、

前記入射角 α と前記プリズム 1 の屈折率は、前記プリズム 1 に入射した光が前記面 A に入射する位置において前記面 A が空気又は水と接しているとき、前記プリズム 1 に入射した光が前記面 A で全反射すると共に、前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記プリズム 1 に入射した光が前記面 A を透過するように設定し、

前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A を透過し、前記面 B から前記プリズム 2 に入射して前記プリズム 2 を出射し、前記受光器は前記プリズム 2 を出射した光を受光するようになっており、前記位置において前記面 A が空気又は水と接しているときに、前記プリズム 1 に入射して前記面 A で全反射した光を前記受光器は受光しないようになっていることを特徴とする漏液センサ。

【請求項 2】

発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっているフロート部と、前記フロート部からの光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサであって、

前記フロート部は、プリズム 1 と、プリズム 2 と、前記プリズム 1 と前記プリズム 2 の高さを一致させるための支持部材とを具備し、

前記プリズム 1 の面 A と前記プリズム 2 の面 B は互いに向かい合っており、前記面 A と前記面 B の間の間隙部では、前記間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっており、

前記発光器から照射された光は前記プリズム 1 に入射して、前記面 A に入射角 α で入射するようになっており、

前記フロート部が水に浮いているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A に入射する位置において、前記面 A は空気又は水と接し、前記フロート部が油又は油が浸入した水に浮いているとき、前記位置において前記面 A は油と接するように前記フロート部の比重が設定され、

前記入射角 α と前記プリズム 1 の屈折率は、前記位置において前記面 A が空気又は水と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A で全反射すると共に、前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A を透過するように設定し、

前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A を透過し、前記面 B から前記プリズム 2 に入射して前記プリズム 2 を出射し、前記受光器は前記プリズム 2 を出射した光を受光するようになっており、前記位置において前記面 A が空気又は水と接しているときに、前記発光器から照射され前記面 A で全反射した光を前記受光器は受光しないようになっていることを特徴とする漏液センサ。

【請求項 3】

前記発光器から照射された光を誘導して前記プリズム 1 に入射させる光ファイバ 1 と、前記プリズム 2 を出射した光を誘導して前記受光器に受光させる光ファイバ 2 とを具備した請求項 1 又は 2 に記載の漏液センサ。

発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっているプリズムと、前記プリズムから出射した光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサであって、

前記漏液センサは前記プリズムの前記辺 A B を含む面 X との間に間隙部を形成する面を具備した部材を具備し、前記間隙部内では、前記間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになり、

前記位置において前記面 X が空気又は水と接しているとき、前記光は前記反射鏡で反射され前記辺 AD から前記プリズムを出射して前記受光器に受光されるようになっていると共に、前記位置において前記面 X が油と接しているとき、前記光は前記受光器に受光されないようになっていることを特徴とする漏液センサ。

前記発光器から照射された光を誘導して前記プリズムの前記辺 A D に入射させる光ファイバ 1 と、前記プリズムの前記辺 A D を出射した光を誘導して前記受光器に受光させる光ファイバ 2 とを具備した請求項 4 に記載の漏液センサ。

【 0 0 0 1 】

【背景技術】

干一タヤハ

どの工場の配管ライン系や排水系では、油の漏液が発生する恐れがあり、油の漏液を監視する必要が有る。また、石油の備蓄タンクや石油精製プラント、電力プラントにおいても油の漏液を監視する必要が有る。その他、河川や湖沼、海からの取水段階、公園やプール等では、水に浮遊する油を監視する必要が有る。このような油の漏液や水に浮遊する油を自動的に検出して報知するために、様々な種類の漏液センサが開発されている。

【 0 0 0 3 】

従来の油の漏液を検出するための漏液センサとして、例えば光ファイバを用いた漏液センサがある。この漏液センサでは、発光部から光ファイバを通過する光を照射し、光ファイバを通過した光を受光部で受光するようにしている。光ファイバのセンシング部に油が付着すると、そこから光が漏れて、受光部での受光量が発光量に比べて減少するため、水に浮遊する油や水面上の油の膜を検出することができる。

【 0 0 0 4 】

この他に、静電容量によって水面上の油の漏液を検出する漏液センサがある。この漏液センサでは、水に浮くフロートに検知電極を設置し、検知電極に高周波電圧を印加し、検知電極周囲の静電容量の変化を検出する。水面上に油が流入し、検知電極に接すると、電極周囲の静電容量が大きく変化するため、水面上の油を検出することができる。

【 0 0 0 5 】

また、水面が波立っている場合や、水が流れている場合でも、水面上の油の膜を検出できるようにした漏液センサとして、レーザ走査式の漏液センサがある。レーザ光の反射率は水に比べて油の方が大きいため、水面にレーザ光を当てて反射光強度の変化を検出することによって、水面上に浮遊する油の膜を検出することができる。更に、この漏液センサでは、レーザ光を走査するようにしているので、水面が波立っている場合や、水が流れている場合でも、水面上の油の膜を検出することができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述の従来の油の漏液を検出するための漏液センサは全て、高価であるという問題がある。

10

【0007】

また、上述の光ファイバを用いた漏液センサでは、光ファイバのセンシング部に油が付着しないと油の漏液を検出できず、漏液センサをフロートで浮かせる場合にフロートの比重の設定を厳密に行わないといけないという問題がある。

【0008】

また、上述の静電容量による漏液センサは、検出する油の層の厚さによっては検出電極を交換する必要がある、油の層の厚さに関係なく油の漏液を検出できる漏液センサが望まれる。

【0009】

本発明は上述のような事情によりなされたものであり、本発明の目的は、簡単な構造を持った安価な装置で、0.2mm～0.4mm程度の非常に薄い油の膜を含む油の漏液を検出できると共に、液面が波打っていても油の漏液を検出することのできる漏液センサを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっているプリズム1と、前記プリズム1を透過した光を受光するプリズム2と、前記プリズム2から出射した光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサに関し、本発明の上記目的は、前記プリズム1の面Aと前記プリズム2の面Bは互いに向かい合っており、前記面Aと前記面Bの間の間隙部では、前記間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっていると、前記発光器から照射され前記プリズム1に入射した光は、前記面Aに入射角 α で入射するようになっていると、前記入射角 α と前記プリズム1の屈折率は、前記プリズム1に入射した光が前記面Aに入射する位置において前記面Aが空気又は水と接しているとき、前記プリズム1に入射した光が前記面Aで全反射すると共に、前記位置において前記面Aが油と接しているとき、前記プリズム1に入射した光が前記面Aを透過するように設定し、前記位置において前記面Aが油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面Aを透過し、前記面Bから前記プリズム2に入射して前記プリズム2を出射し、前記受光器は前記プリズム2を出射した光を受光するようになっていると、前記位置において前記面Aが空気又は水と接しているときに、前記プリズム1に入射して前記面Aで全反射した光を前記受光器は受光しないようになっていることによって達成される。

30

40

【0011】

本発明は、発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっているフロート部と、前記フロート部からの光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサに関し、本発明の上記目的は、前記フロート部はプリズム1とプリズム2とを具備し、前記プリズム1と前記プリズム2

50

10

20

20

30

30

40

40

50

水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっており、前記発光器から照射された光は前記プリズムに入射して前記面 A に入射角 α で入射するようになっており、前記フロート部が水に浮いているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A に入射する位置において、前記面 A は空気又は水と接し、前記フロート部が油又は油が浸入した水に浮いているとき、前記位置において前記面 A は油と接するように前記フロート部の比重が設定され、前記入射角 α と前記プリズムの屈折率は、前記位置において前記面 A が空気又は水と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A で全反射すると共に、前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A を透過するように設定し、前記位置において前記面 A が油と接しているとき、前記発光器から照射された光が前記面 A を透過し、前記面 B に入射して前記プリズムを出射し、前記受光器は前記プリズムを出射した光を受光するようになっており、前記位置において前記面 A が空気又は水と接しているときに、前記発光器から照射され前記面 A で全反射した光を前記受光器は受光しないようになっていることによって達成される。

【 0 0 1 5 】

また、本発明は、発光駆動部によって駆動され光を照射する発光器と、前記発光器から照射された光が入射するようになっていているプリズムと、前記プリズムから出射した光を受光するための受光器と、前記受光器での受光量から油の有無を判定する受光処理部と、前記判定の結果に応じて警報を発する警報部とを具備した漏液センサに関し、本発明の上記目的は、前記プリズムに入射した光が進む前記プリズムの断面が四角形 A B C D であり、前記四角形 A B C D は B が 90° で、前記発光器から照射された光は辺 A D に入射すると共に、前記光は辺 A B に入射角 α で入射するようになっており、前記プリズムは辺 B C を含む面 Y に反射鏡を貼着し、前記漏液センサは前記プリズムの前記辺 A B を含む面 X との間に間隙部を形成する面を具備した部材を具備し、前記間隙部内では、前記間隙部の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けたとき、毛細管現象によって水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっており、前記入射角 α と前記プリズムの屈折率は、前記光が前記辺 A B に入射する位置において前記面 X が空気又は水と接しているとき、前記光は前記面 X で全反射し、前記位置において前記面 X が油と接しているとき、前記光は前記面 X を透過するように設定し、前記位置において前記面 X が空気又は水と接しているとき、前記光は前記反射鏡で反射され前記辺 A D から前記プリズムを出射して前記受光器に受光されるようになっていていると共に、前記位置において前記面 X が油と接しているとき、前記光は前記受光器に受光されないようになっていていることによって達成される。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明に係る漏液センサによれば、空気と水と油の光の屈折率の違い、及び毛細管現象による水や油の液面の上昇を利用して油の漏液を検出するようにしているので、簡単な構造を持った安価な装置で、0.2 mm ~ 0.4 mm 程度の非常に薄い油の膜を含む油の漏液を検出することができると共に、液面が波打っていても油の漏液を検出することができる。そのため、油流出の環境汚染から見ても、早期の対応が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

本発明に係る漏液センサでは、プリズムに間隙部を設けて、プリズムの下部を水、油又は油の浸入した水に浸けた場合に、水、油又は油の浸入した水が間隙部で毛細管現象を起こし、水、油又は油の浸入した水の液面が上昇するようにする。そして、プリズムに光を照射し、その光が間隙部に入射角 α で入射するようにし、入射角 α 及びプリズムの屈折率を、光が間隙部に入射する位置において、プリズムが空気又は水と接している場合には光が全反射し、プリズムが油と接している場合には光が間隙部を透過するように設定する。従って、間隙部を透過する光を検出することによって、油の漏液を検出することができる。また、本発明に係る漏液センサでは、毛細管現象を利用しているので、薄い油の膜でも検出することができるようになっている。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る漏液センサでは、毛細管現象による水や油の液面の上昇を利用する。毛細管現象は、細い管状の物体の内側で液体が上昇（場合によっては下降）する現象であり、液体の表面張力、壁面のぬれ易さ、液体の密度によって液面の上昇する高さが決まる。ここで、毛細管現象によって水や油の液面が上昇する高さを測定した実験結果を示す。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されるように、半径 r のアクリル製の円筒 4 0 を水や各種の油の液体 2 3 に入れる。毛細管現象によって、アクリル製の円筒 4 0 の外側の液面 2 3 A に対して、アクリル製の円筒 4 0 内での液面 2 3 B は高さ h だけ上昇する。この液面の上昇する高さ h を、円筒 4 0 の半径 r が 1 mm、2 mm、3 mm の場合について測定した。測定結果は表 1 のようになる。表 1 で示されるそれぞれの液体及びアクリル製の円筒 4 0 の半径 r に対する、液面の上昇する高さ h の単位は、mm である。

10

【 0 0 2 0 】

【表 1】

	$r = 1$ (mm)	$r = 2$ (mm)	$r = 3$ (mm)
水	1. 5	0. 9	0. 3
軽油	6. 0	3. 0	2. 0
マシン油	5. 5	3. 5	2. 0
サラダ油	4. 5	3. 0	1. 5
オリーブ油	4. 0	3. 0	2. 0
ごま油	5. 5	3. 5	2. 5

20

表 1 から実験を行った全ての水又は油の液体 2 3 について、アクリル製の円筒 4 0 内での液面 2 3 B がアクリル製の円筒 4 0 の外側の液面 2 3 A よりも高くなっており、毛細管現象が起こっていることが分かる。液面の上昇する高さ h は、水又は各種の油の全ての液体に対してアクリル製の円筒 4 0 の半径 r が小さいほど大きくなっており、全ての油は水に比べて液面の上昇する高さ h が大きくなっている。

30

【 0 0 2 1 】

次に図 2 に示されるように、板 4 1 の上に水又は各種の油の液滴 2 4 を作成し、液滴 2 4 の接触角 θ を測定する。固体の上に形成される液滴の接触角 θ は、下記数 1 の関係を満たす。

(数 1)

$$\gamma_s = \gamma_L \cdot \cos \theta - \gamma_{sL}$$

40

数 1 において、 γ_s は固体の表面張力、 γ_L は液体（液滴）の表面張力、 γ_{sL} は固体と液体の界面張力である。接触角 θ は液体の固体へのぬれを表す指標として用いられ、接触角 θ が小さいと液体は固体にぬれ易く、接触角 θ が大きいと液体は固体にぬれにくいと評価される。実験では板 4 1 の材質として透明で油等に強いものを選び、アクリル、ポリプロピレン、テフロン（登録商標）（フッ素樹脂）、ポリエチレンの板 4 1 について、液滴 2 4 の接触角 θ を測定する。また、実験では $\theta / 2$ 法によって接触角 θ を求める。 $\theta / 2$ 法では図 2 に示されるように、液滴の直径 d と、液滴の高さ h を測定し、液滴の左右端点と頂点を結ぶ直線の固体表面に対する角度 θ_1 を求める。微小液滴形状は円の一部分と仮定できるため、幾何学の定理より $\theta = 2 \theta_1$ が成り立つ。表 2 は、板 4 1 上に作成した水又は各種の油の液滴 2 4 の、直径 d と、高さ h と、 $\theta / 2$ 法によって求めた接触角 θ を示し

50

ており、表 2 の (a)、(b)、(c)、(d) は、それぞれ板 4 1 がアクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの場合を示している。

【 0 0 2 2 】

【表 2】

(a) アクリル

	d (mm)	h (mm)	θ
水	7. 2	1. 8	53. 2°
軽油	9. 0	0. 3	7. 6°
マシン油	7. 5	0. 6	18. 2°
サラダ油	7. 0	0. 4	13. 0°
オリーブ油	8. 5	0. 6	16. 0°
ごま油	8. 0	0. 5	14. 2°

10

(b) ポリプロピレン

	d (mm)	h (mm)	θ
水	6. 5	2. 0	63. 2°
軽油	15. 0	0. 7	10. 6°
マシン油	12. 0	0. 6	11. 4°
サラダ油	9. 0	0. 7	17. 6°
オリーブ油	12. 0	0. 8	15. 2°
ごま油	14. 0	0. 9	14. 6°

20

(c) テフロン

	d (mm)	h (mm)	θ
水	7. 0	2. 4	68. 8°
軽油	7. 5	0. 9	27. 0°
マシン油	7. 0	1. 0	31. 8°
サラダ油	6. 5	0. 8	27. 6°
オリーブ油	8. 0	0. 9	25. 4°
ごま油	8. 0	1. 2	33. 4°

30

(d) ポリエチレン

	d (mm)	h (mm)	θ
水	7. 0	2. 6	73. 2°
軽油	15. 0	0. 2	3. 1°
マシン油	12. 0	0. 4	7. 6°
サラダ油	14. 0	0. 4	6. 6°
オリーブ油	12. 0	0. 2	3. 8°
ごま油	12. 0	0. 4	7. 6°

40

表 2 より、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの全ての板 4 1 につい

50

て、全ての油の液滴の接触角 θ は水の液滴の接触角 θ より大きくなっている。テフロンについては、実験で用いた他の材料に比べて油の液滴の接触角 θ が大きい、全ての油の液滴の接触角 θ が水の液滴の接触角 θ より大きいという性質は持っている。従って、各種の油は、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの板に、水よりもぬれ易いことが分かる。

【 0 0 2 3 】

こんどは図 3 に示されるように、2 枚の板 4 2 を 1 mm だけ離して液体 2 3 に入れ、この 2 枚の板 4 2 の間にできる間隙部 4 3 で起こる毛細管現象について調べる。図 3 (a) は板 4 2 の広い面を正面とする方向から見た場合の図で、図 3 (b) は 2 枚の板 4 2 の間にできる間隙部 4 3 を正面とし、下方において板 4 2 が液体に浸かっている方向から見た場合の図である。液体 2 3 は、水又は水に油を垂らした液体である。毛細管現象によって、2 枚の板 4 2 の間にできる間隙部 4 3 内での液体 2 3 の液面 2 3 B は、2 枚のアクリル板 4 2 の外側の液面 2 3 A に対して上昇する。このときの液面上昇の高さ h を、水（油を垂らさなかった場合）と、水に各種の油を垂らした場合について測定する。また、板 4 2 の材料の種類については、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの場合について実験を行う。それぞれの板 4 2 の材料の種類、及び液体の種類に対する、液面上昇の高さ h は表 3 に示される。表 3 では液面上昇の高さ h の単位は mm である。

10

【 0 0 2 4 】

【 表 3 】

20

	水	軽油	サラダ油	オリーブ油	マシン油	ごま油
アクリル	2. 0	6. 0	4. 0	6. 0		
アクリル (約 5℃)		6. 0	5. 0	6. 0		
ポリプロピレン	0. 5	6. 0	6. 0	5. 5	5. 5	5. 0
テフロン	0. 5	4. 5	3. 5	3. 0	3. 5	3. 0
ポリエチレン	1. 0	6. 5	7. 0	7. 0	4. 5	6. 0

表 3 の 2 段目と 3 段目は板 4 2 がアクリルの場合で、2 段目には室温で測定した場合の液面上昇の高さ h が示され、3 段目には水温を 5℃ にして測定した場合の液面上昇の高さ h が示されている。表 3 より、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの全ての板 4 2、及び実験で調べた全ての液体 2 3 について、間隙部 4 3 内での液面 2 3 B は、板 4 2 の外側の液面 2 3 A に対して上昇しており、毛細管現象が起きていることが分かる。また、液面上昇の高さ h は、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの全ての板 4 2 に対して、水に各種の油を垂らした液体の方が、油を垂らさなかった水よりも大きくなっている。

30

【 0 0 2 5 】

以上の実験結果から分かるように、水又は各種の油は、アクリル管内、及びアクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの 2 枚の板の間隙部内で、毛細管現象によって液面が上昇する。また、各種の油は水よりもアクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンにぬれ易く、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレンの 2 枚の板の間隙部内での液面上昇の高さは、水よりも各種の油の方が大きい。以上の性質を利用した、油の漏液を検出するための本発明に係る漏液センサの原理を、図面を参照しながら説明する。

40

【 0 0 2 6 】

本発明に係る漏液センサでは、図 4 (a) に示されるような 2 つのプリズム 1 とプリズム 2 を用いて、プリズム 1 の面 1 A とプリズム 2 の面 2 A とが間隙部 3 を形成するようにする。面 1 A と面 2 A は平行であっても、非平行であっても良いが、間隙部 3 の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けた場合に、毛細管現象によって間隙部 3 内で水、油又は油

50

が浸入した水の液面が上昇するようにする。前述の実験結果から、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 の間隔（面 1 A と面 2 A の間の距離）は、1 mm 程度が望ましい。また、プリズム 1 及びプリズム 2 の材料には、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができる。

【0027】

図 4 (b) はプリズム 1 及びプリズム 2 の上面図である。本発明では、図 4 (b) に示されるように、このプリズム 1 及びプリズム 2 に光 L を照射する。光 L は面 1 A の入射位置 P に入射角 α で入射し、入射角 α 及びプリズムの屈折率を、入射位置 P においてプリズム 1 が空気又は水と接している場合に光 L が面 1 A で全反射し、入射位置 P においてプリズム 1 が油と接している場合に光 L が面 1 A を透過するように設定する。

10

【0028】

光が屈折率 n_1 の媒質から屈折率 n_2 の媒質に入射するときの全反射の臨界角は、下記数 2 で与えられる。

(数 2)

$$\sin \theta = n_2 / n_1$$

プリズム 1 の屈折率を $n = 1.5$ とすると、水の屈折率は 1.33 、油（軽油）の屈折率は 1.45 であるから、入射角 α は下記数 3 を満たす必要が有る。

(数 3)

$$1.33 / 1.5 \quad \sin \alpha < 1.45 / 1.5$$

従って、入射角 α は下記数 4 に示される範囲にあれば良い。

20

(数 4)

$$62.5^\circ < \alpha < 75^\circ$$

光 L がプリズム 1 の面 1 B に対して垂直に入射し、プリズム 1 の Q が直角であるとする、面 1 A の傾き角 β は下記数 5 に示される範囲にあれば良い。

(数 5)

$$15^\circ < \beta < 27.5^\circ$$

図 5 は、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 が空気の場合と、プリズム 1 及びプリズム 2 の下部が水又は油に浸かっている場合の、プリズム 1 に入射する光 L の進路及び水又は油の液面の様子について説明する模式図である。

【0029】

プリズム 1 及びプリズム 2 が地面 20 の上に置かれて、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 が空気の場合は、図 5 (a) に示されるようになる。この場合、光 L はプリズム 1 の面 1 A で全反射するため、光 L はプリズム 2 を透過しない。

30

【0030】

プリズム 1 及びプリズム 2 の下部が水 21 に浸かっている場合は、図 5 (b) に示されるようになる。水 21 は、プリズム 1 とプリズム 2 の間隙部 3 内で毛細管現象を起こし、間隙部 3 内で水 21 の液面 21 A は上昇する。光 L がプリズム 1 の面 1 A に入射する位置 P においてプリズム 1 は水 21 又は空気に接するようになり、光 L は面 1 A で全反射し、プリズム 2 を透過しない。

【0031】

プリズム 1 及びプリズム 2 の下部が油 22 に浸かっている場合は、図 5 (c) に示されるようになる。油 22 は、プリズム 1 とプリズム 2 の間隙部 3 内で毛細管現象を起こし、間隙部 3 内で油 22 の液面 22 A は上昇する。そのため、光 L がプリズム 1 の面 1 A に入射する位置 P において、プリズム 1 は油と接するようになる。従って、この場合は光 L は面 1 A で全反射せず、プリズム 2 を透過する。

40

【0032】

図 6 は、光 L の進路について説明するプリズム 1 及びプリズム 2 の上面図である。光 L がプリズム 1 の面 1 A に入射する位置 P において、プリズム 1 が空気又は水と接している場合、光 L の進路は図 6 (a) に示されるようになる。この場合、光 L が面 1 A に入射角 α で入射すると、光 L は面 1 A で全反射するので、光 L はプリズム 2 を透過しない。光 L

50

がプリズム 1 の面 1 A に入射する位置 P において、プリズム 1 が油と接している場合は、光 L の進路は図 6 (b) に示されるようになる。この場合、光 L が面 1 A に入射角 α で入射すると、光 L は面 1 A で屈折し、プリズム 2 の面 2 A に入射して、プリズム 2 を透過する。面 2 A が面 1 A と平行であり、プリズム 2 の屈折率がプリズム 1 の屈折率と同じ場合、光 L はプリズム 2 内ではプリズム 1 内の光 L の進行方向と同じ向きに進行する。

【 0 0 3 3 】

本発明に係る漏液センサでは以上に説明した原理を利用して、プリズム 2 を透過する光を受光するための受光部を設け、その受光量によって油の漏液の有無を検出する。本発明に係る漏液センサでは、毛細管現象を利用しているので、薄い油の膜でも検出することができる。

10

【 0 0 3 4 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 3 5 】

図 7 は本発明の第 1 実施形態に係る漏液センサの斜視図である。

【 0 0 3 6 】

この漏液センサは、発光駆動部 1 0 によって駆動され光を照射する発光器 1 1 と、発光器 1 1 から照射された光をフロート部 7 の発光部 1 2 A まで誘導する光ファイバ 1 2 と、フロート部 7 の受光部 1 3 A において受光された光を受光器 1 4 まで誘導する光ファイバ 1 3 と、光ファイバ 1 3 によって誘導された光を受光するための受光器 1 4 と、受光器 1 4 での受光量から油の漏液の有無を判定する受光処理部 1 5 と、受光処理部 1 5 の判定の結果に応じて警報を発する警報部 1 6 とを具備している。警報部 1 6 によって発せられる警報は、例えば警告灯 1 7 を点灯或いは点滅する、又は警告音を発する等である。

20

【 0 0 3 7 】

漏液センサのフロート部 7 は、2 つのプリズム 1 及びプリズム 2 と、プリズム 1 が取り付けられたフロート 4 と、プリズム 2 が取り付けられたフロート 5 と、フロート 4 の底面及びフロート 5 の底面に取り付けられ、フロート 4 及びフロート 5 を支持して、プリズム 1 の位置とプリズム 2 の位置を一定に保つための支持部材 6 とを具備している。

【 0 0 3 8 】

プリズム 1 の面 1 A とプリズム 2 の面 2 A は互いに向かい合って間隙部 3 を形成し、間隙部 3 の下部が水、油又は油が浸入した水に浸かった場合、間隙部 3 内で水、油又は油が浸入した水は毛細管現象を起こし、水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっている。面 1 A と面 2 A は互いに平行であっても良いし、非平行であっても良い。間隙部 3 の間隔 (面 1 A と面 2 A の間の距離) は、1 mm 程度であることが望ましい。また、プリズム 1 及びプリズム 2 の材料には、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができる。

30

【 0 0 3 9 】

光ファイバ 1 2 はフロート 4 内の発光部 1 2 A まで発光器 1 1 から照射された光を誘導し、発光部 1 2 A から照射された光 L はプリズム 1 に入射し、プリズム 1 の面 1 A の入射位置 P に入射角 α で入射するようにする。

【 0 0 4 0 】

フロート 4 及びフロート 5 によってフロート部 7 の比重が調節され、フロート部 7 が水に浮いている場合には、入射位置 P においてプリズム 1 が空気又は水に接し、フロート部 7 が油又は油が浸入した水に浮いている場合には、入射位置 P においてプリズム 1 が油に接するようにフロート部 7 の比重が設定される。

40

【 0 0 4 1 】

また、光 L の面 1 A への入射角 α とプリズム 1 の屈折率は、入射位置 P においてプリズム 1 が空気又は水と接している場合には光 L が面 1 A で全反射し、入射位置 P においてプリズム 1 が油と接している場合には光 L が面 1 A を透過するように設定する。

【 0 0 4 2 】

入射位置 P においてプリズム 1 が油と接している場合に面 1 A を透過した光 L は、プリ

50

ズム 2 に面 2 A から入射する。このときプリズム 2 に入射した光 L を受光するように、受光部 1 3 A をフロート 5 内に設置する。受光部 1 3 A で受光された光は、光ファイバ 1 3 に誘導され、受光器 1 4 に受光される。

【 0 0 4 3 】

なお、発光部 1 2 A 及び受光部 1 3 A は、必ずしもフロート 4 内及びフロート 5 内に設置しなくても良い。発光部 1 2 A から照射した光 L がプリズム 1 の面 1 A に入射する入射位置 P においてプリズム 1 が空気又は水と接している場合に、光 L が面 1 A で全反射し、入射位置 P においてプリズム 1 が油と接している場合に、光 L が面 1 A を透過し、プリズム 2 に入射して受光部 1 3 A に受光されるようになっていれば良い。また、支持部材 6 はプリズム 1 の位置とプリズム 2 の位置を一定に保つように設置すれば良く、フロート 4 の底面及びフロート 5 の底面に取り付けるようになっていなくても良い。

10

【 0 0 4 4 】

図 8 は、本実施形態に係る漏液センサのフロート部 7 を、水、油又は油が浸入した水に浮かせた場合の、水、油又は油が浸入した水の液面及び発光部 1 2 A から照射される光 L の進路について説明する模式図である。

【 0 0 4 5 】

フロート部 7 を水 2 1 に浮かべた場合は、図 8 (a) に示されるようになる。間隙部 3 内では水 2 1 の液面 2 1 A は、毛細管現象のため上昇する。発光部 1 2 A から照射される光 L のプリズム 1 の面 1 A への入射位置 P において、プリズム 1 は水 2 1 又は空気と接するようになる。従ってこの場合、光 L は面 1 A で全反射し、受光部 1 3 A には受光されず、受光処理部 1 5 は受光器 1 4 の受光量から油の漏液は無いと判定し、警報部 1 6 は警報を発しない。

20

【 0 0 4 6 】

フロート部 7 を油 2 2 に浮かべた場合は、図 8 (b) に示されるようになる。間隙部 3 内では油 2 2 の液面 2 2 A は毛細管現象のため上昇し、発光部 1 2 A から照射される光 L のプリズム 1 の面 1 A への入射位置 P において、プリズム 1 は油 2 2 と接するようになる。従ってこの場合、光 L は面 1 A を透過し、プリズム 2 に面 2 A から入射し、受光部 1 3 A に受光され、受光処理部 1 5 は受光器 1 4 の受光量から油の漏液が有ると判定し、警報部 1 6 は警報を発する。

【 0 0 4 7 】

30

フロート部 7 を油 2 2 の浸入した水 2 1 に浮かべた場合は、図 8 (c) に示されるようになる。間隙部 3 内で油 2 2 の液面 2 2 A が毛細管現象によって上昇すると共に、油 2 2 が浸入することによって水 2 1 が排除され、図 8 (a) に示されるよりも水 2 1 の液面 2 1 A が低くなる。このため、発光部 1 2 A から照射される光 L のプリズム 1 の面 1 A への入射位置 P において、プリズム 1 は油 2 2 と接するようになる。従ってこの場合、光 L は面 1 A を透過し、プリズム 2 に面 2 A から入射し、受光部 1 3 A に受光され、受光処理部 1 5 は受光器 1 4 の受光量から油の漏液が有ると判定し、警報部 1 6 は警報を発する。

【 0 0 4 8 】

本実施形態では、毛細管現象を利用しているので、水面上に薄い油の膜が有る場合でも油が間隙部 3 内を上昇すると共に間隙部内の水が排除され、発光部 1 2 A から照射される光 L のプリズム 1 の面 1 A への入射位置 P においてプリズム 1 は油と接するようになり、油の漏液が有ることを検出することができる。また、油の膜の厚さに関係なく油の漏液を検出することができ、フロート部 7 は油に浮いても沈んでも良いので、フロート 4 及びフロート 5 の比重の設定が容易にできる。

40

【 0 0 4 9 】

以下に、本実施形態に係る漏液センサによって、どの程度の量の油を検出することができるかを測定した実験について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 9 は本実験について説明する図である。本実験では、横 1 5 0 m m 、縦 1 2 0 m m の容器 1 9 に水 2 1 を入れ、水 2 1 に漏液センサのフロート部 7 を浸ける。フロート 4 及び

50

フロート 5 の比重は、プリズム 1 及びプリズム 2 の間隙部 3 以外の面で、プリズム 1 及びプリズム 2 の高さの 1 / 3 までが水に浸かるように設定する。間隙部 3 の間隔は 1 mm にする。

【 0 0 5 1 】

本実験では、光線スイッチ 1 8 の光線出力 1 8 A から光が照射され、その光は光ファイバ 1 2 によって発光部 1 2 A まで誘導される。そして、受光部 1 3 A で受光された光は、光ファイバ 1 3 によって光線スイッチ 1 8 の光線入力 1 8 B まで誘導され、光線スイッチ 1 8 は光線入力 1 8 B での受光量に応じて電圧を出力する。光線スイッチ 1 8 の出力電圧の最大値は 2 . 8 V であり、油が検出されたとする閾値となる電圧（スレッシュホールド電圧）は 1 . 2 V である。

10

【 0 0 5 2 】

本実験では、容器 1 9 内の水 2 1 に所定量の油を加えて、光線スイッチ 1 8 の出力電圧を測定する。各種の油の、加えられた油の量に対する光線スイッチ 1 8 の出力電圧は表 4 のようになる。

【 0 0 5 3 】

【表 4】

	油の量 (c c)	出力電圧 (V)		油の量 (c c)	出力電圧 (V)
軽油	2	0 . 2	サラダ油	2	0 . 2
	4	0 . 2		4	0 . 2
	6	0 . 3		6	0 . 4
	8	2 . 8		8	2 . 8
マシン油	2	0 . 2	オリーブ油	2	0 . 2
	4	0 . 3		4 0	0 . 2
	6	2 . 8		4 2	0 . 9
紅椿(刃物 手入れ油)	2	0 . 2		7 6	2 . 8
	4	0 . 2			
	6	0 . 2			
	8	2 . 8			

20

30

表 4 より、オリーブ油以外の油については、油を 8 c c 又は 6 c c 加えただけで漏液センサによって油が検出されていることが分かる。従って、本実施形態に係る漏液センサは、厚さ 0 . 2 mm ~ 0 . 4 mm 程度の薄い油の膜でも検出することができることが分かる。従来の水と油の静電容量の違いによって油を検出する漏液センサでは、油の膜の厚さが 3 mm 程度以上にならないと油の漏液を検出することができなかった。これに比較して、本実施形態に係る漏液センサは、非常に薄い油の膜でも検出することができる。

【 0 0 5 4 】

40

図 1 0 は本発明の第 2 実施形態に係る漏液センサを示す図である。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 (a) は本実施形態の漏液センサの斜視図である。本実施形態の漏液センサのプリズム部 3 0 は、断面が四角形のプリズム 3 1 と、プリズム 3 1 の Z 面に貼着され、発光器 1 1 から照射される光を発光部 1 2 A まで誘導する光ファイバ 1 2 の発光部 1 2 A と受光部 1 3 A から受光した光を受光器 1 4 まで誘導する光ファイバ 1 3 の受光部 1 3 A を固定すると共に、板状部材 3 3 を固定する固定部材 3 2 と、プリズム 3 1 の X 面との間に間隙部 3 5 を形成する板状部材 3 3 と、プリズム 3 1 の Y 面に貼着された光を反射するための反射鏡 3 4 とを具備している。本実施形態の漏液センサのプリズム部 3 0 以外の構成は、第 1 実施形態の漏液センサと同じである。

50

【 0 0 5 6 】

板状部材 3 3 のプリズム 3 1 の X 面と向かい合う面は、X 面と平行であっても X 面と非平行であっても良いが、プリズム部 3 0 の下部を水、油又は油が浸入した水に浸けた場合に、板状部材 3 3 と X 面との間の間隙部 3 5 内で水、油又は油が浸入した水が毛細管現象を起こし、水、油又は油が浸入した水の液面が上昇する必要がある。間隙部 3 5 の間隔 (X 面と板状部材 3 3 の X 面と向かい合う面との距離) は、1 mm 程度であることが望ましい。また、プリズム 3 1 及び板状部材 3 3 の材料には、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができる。

【 0 0 5 7 】

発光部 1 2 A と受光部 1 3 A が有る面におけるプリズム部 3 0 の断面図を、図 1 0 (b) に示す。プリズム 3 1 の断面は四角形 A B C D であり、四角形 A B C D の B は直角で、プリズム 3 1 の Z 面上の辺 A D には発光部 1 2 A と受光部 1 3 A が有り、プリズム 3 1 の X 面上の辺が辺 A B、プリズム 3 1 の Y 面上の辺が辺 B C になる。

【 0 0 5 8 】

発光部 1 2 A からプリズム 3 1 に照射された光 L 1 は、辺 A B 上の入射位置 P に入射角 α で入射するようにする。発光部 1 2 A から照射される光 L 1 の方向が辺 A D に対して垂直である場合、 α の大きさを α にすれば良い。入射角 α 及びプリズム 2 1 の屈折率は、入射位置 P においてプリズム 3 1 が空気又は水と接している場合に、光 L 1 が X 面で全反射し、入射位置 P においてプリズム 3 1 が油と接している場合に、光 L 1 が X 面を透過するように設定する。

【 0 0 5 9 】

入射位置 P においてプリズム 3 1 が空気又は水と接している場合、図 1 0 (b) に示されるように、光 L 1 は X 面上で全反射して光 L 2 となり、反射鏡 3 4 が貼着されている Y 面上の辺 B C に入射する。光 L 2 が反射鏡 3 4 で反射されると、反射された光 L 3 の進行方向は光 L 1 の進行方向と平行で逆向きになる。受光部 1 3 A は、光 L 3 を受光できる位置に設けるようにする。

【 0 0 6 0 】

本実施形態では、漏液センサのプリズム部 3 0 の下部を水に浸けた場合、水は間隙部 3 5 で毛細管現象を起こし、間隙部 3 5 内で水の液面は上昇する。発光部 1 2 A からプリズム 2 1 に入射した光 L が X 面に入射する入射位置 P において、プリズム 2 1 は水又は空気と接する。そのため光 L は、図 1 0 (b) に示されるように、X 面で全反射されてから反射鏡で反射され、受光部 1 3 A に受光される。そして、受光処理部 1 5 は受光器 1 4 での受光量から油の漏液は無いと判定し、警報部 1 7 は警報を発しない。

【 0 0 6 1 】

漏液センサのプリズム部 3 0 の下部を油又は油が浸入した水に浸けた場合、毛細管現象により間隙部 3 5 内で油の液面が上昇し、発光部 1 2 A からプリズム 3 1 に入射した光 L が X 面に入射する入射位置 P において、プリズム 3 1 は油と接するようになる。この場合、光 L の進路は図 1 1 に示されるようになり、光 L は X 面を透過して、板状部材 3 3 に入射する。板状部材 3 3 が光を透過する透明又は半透明の部材である場合、光 L は更に板状部材 3 3 を透過し、プリズム部 3 0 の外側に進行する。従って、受光部 1 3 A には光 L は受光されず、受光処理部 1 5 は受光器 1 4 の受光量から油の漏液があると判定し、警報部 1 6 は警報を発する。

【 0 0 6 2 】

このように本実施形態では、プリズム 3 1 の X 面と板状部材 3 3 との間の間隙部 3 5 で、水、油又は油が浸入した水が毛細管現象を起こし、間隙部 3 5 内で水、油又は油が浸入した水の液面が上昇するようになっているので、薄い油の膜でも油の漏液を検出することができる。

【 0 0 6 3 】

図 3 に示されるように、2 枚の平行な板 4 2 の下部を水に油を垂らした液体に浸けた場合、2 枚の板 4 2 の間にできる間隙部 4 3 内での液面 2 3 B は、垂らした油の種類及び油

10

20

30

40

50

の量によっては、板 4 2 の両端部付近で高くなり、板 4 2 の中央付近では低くなる。第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係る漏液センサでは、間隙部 3、3 5 の両端部付近で液面が高くなって中央付近で液面が低くなるより、中央付近で液面が最も高くなるようにした方が良い。

【0064】

そこで、図 1 2 に示されるような 2 枚のポリエチレンの板 4 2 で間隙部 4 3 を形成し、2 枚の板 4 2 の下部を水に各種の油を垂らした液体 2 3 に浸けて、液体 2 3 の間隙部 4 3 内における液面 2 3 B を観察する実験を行った。図 1 2 (a) は板 4 2 の広い面を正面とする方向から見た図で、図 1 2 (b) は板 4 2 を上方から見た上面図である。図 1 2 (b) に示されるように、2 枚の板 4 2 は共に湾曲しており、間隙部 4 3 の両端部での間隙部 4 3 の間隔は 2 mm になっており、間隙部 4 3 の中央での間隙部 4 3 の間隔は 1 mm になっている。このようにした場合、毛細管現象によって間隙部 4 3 内では液面 2 3 B は、間隙部 4 3 の外側の液面 2 3 A より高くなると共に、図 1 2 (a) に示されるように、液面 2 3 B は、間隙部 4 3 の中央付近で最も高く、間隙部 4 3 の両端部付近では低い、山形になる。

10

【0065】

次に、図 1 3 に示されるように、2 枚の板 4 2 A、4 2 B の内、一方のポリエチレンの板 4 2 A を湾曲させて、もう一方のアクリルの板 4 2 B を平らにした場合に、2 枚の板 4 2 A、4 2 B の下部を水に油を垂らした液体 2 3 に浸けて、2 枚の板 4 2 A、4 2 B の間にできる間隙部 4 3 内での液面 2 3 B を観察する実験を行った。図 1 3 (a) は板 4 2 A、4 2 B の広い面を正面とする方向から見た図で、図 1 3 (b) は板 4 2 A、4 2 B を上方から見た上面図である。図 1 3 (b) に示されるように、2 枚の板 4 2 A と板 4 2 B の間にできる間隙部 4 3 は、間隙部 4 3 の両端部では 2 mm になっており、間隙部 4 3 の中央では 1 mm になっている。この場合、図 1 3 (a) に示されるように、毛細管現象によって間隙部 4 3 内では液面 2 3 B は、間隙部 4 3 の外側の液面 2 3 A より高くなる。更に、液面 2 3 B は、図 1 2 に示される実験結果と同様に、間隙部 4 3 の中央付近で最も高く、間隙部 4 3 の両端部付近では低い、山形になる。

20

【0066】

図 1 2 及び図 1 3 に示される実験の結果を利用して、第 1 実施形態に係る漏液センサのプリズム 1 及びプリズム 2 で、プリズム 2 の面 2 A を傾きの異なる複数の面で構成する、或いは面 2 A を湾曲させることによって、プリズム 1 とプリズム 2 の間にできる間隙部 3 の両端部での間隙部 3 の間隔を、間隙部 3 の中央部での間隙部 3 の間隔より大きくするようにしても良い。例えば、プリズム 1 及びプリズム 2 の形状を図 1 4 に示されるようにしても良い。図 1 4 は発光部 1 2 A 側のプリズム 1 と受光部 1 3 A 側のプリズム 2 の上面図である。図 1 4 では、受光部 1 3 A 側のプリズム 2 の間隙部 3 に面する面を、面 2 A と面 2 B と面 2 C の 3 つの面で構成し、面 2 B のプリズム 2 の面 2 D に対する傾き角を面 2 A の面 2 D に対する傾き角より大きくし、面 2 C の面 2 D に対する傾き角を面 2 A の面 2 D に対する傾き角より小さくしている。その結果、プリズム 1 とプリズム 2 の間にできる間隙部 3 の中央部における間隙部 3 の間隔が、間隙部 3 の両端部における間隙部 3 の間隔より大きくなっている。ここで、発光部 1 2 A 側のプリズム 1 の面 1 A は平らな面にする。間隙部 3 の間隔は例えば、間隙部 3 の中央部での間隙部 3 の間隔 (面 1 A と面 2 A の距離) を 1 mm、間隙部 3 の両端部での間隙部 3 の間隔を 2 mm にする。

30

40

【0067】

このようにすることによって、プリズム 1 及びプリズム 2 の下部を水、油又は油の浸入した水に浸けたとき、間隙部 3 の中央付近での液面の上昇する高さは、間隙部 3 の両端部付近での液面の上昇する高さより大きくなる。このため、間隙部 3 に面するプリズム 1 とプリズム 2 の面を互いに平行にして、間隙部 3 の中央部と両端部で間隙部 3 の間隔を一定にするより、より薄い油の膜でも油の漏液を検出することができる。

【0068】

第 2 実施形態において同様の効果を得るには、第 2 実施形態における漏液センサのプリ

50

ズム 3 1 の面 X と板状部材 3 3 の間にできる間隙部 3 5 の中央付近における間隙部 3 5 の間隔を、間隙部 3 5 の両端部付近の間隙部 3 5 の間隔より小さくする。このために、板状部材 3 3 の間隙部 3 5 に面する面を複数の面で構成するか、湾曲させるようにして、プリズム 3 1 の面 X は平らな面にする。このようにすることによって、プリズム 3 1 の X 面と板状部材 3 3 の X 面に面する面を互いに平行にして、間隙部 3 5 の中央部と両端部で間隙部 3 5 の間隔を一定にするより、より薄い油の膜でも油の漏液を検出することができる。

【 0 0 6 9 】

毛細管現象によって最適な液面上昇を起こすための間隙部の条件は、検出する液体、即ち油の種類によって異なる。そこで、第 1 実施形態に係る漏液センサにおいて、発光部 1 2 A 側のプリズム 1 と、受光部 1 3 A 側のプリズム 2 の間にできる間隙部 3 に、取り外しができて光を透過する透明板 8 を挿入するようにして、検出する油の種類に応じて透明板 8 を交換するようにしても良い。

10

【 0 0 7 0 】

図 1 5 (a) は、プリズム 1、プリズム 2、及びプリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 に挿入された透明板 8 の上面図である。プリズム 1、プリズム 2 及び透明板 8 の下部を、水、油又は油の浸入した水の液体に浸けた場合、液体はプリズム 1 と透明板 8 の間の間隙部 3 A と、プリズム 2 と透明板 8 の間の間隙部 3 B において毛細管現象を起こす。透明板 8 は、プリズム 1 とプリズム 2 の間にできる間隙部 3 の中央に配置する。透明板 8 の下面の高さと、プリズム 1 及びプリズム 2 の下面の高さは同じにする。

20

【 0 0 7 1 】

図 1 5 (b) は透明板 8 の形状の例を示す透明板 8 の上面図であり、図 1 5 (c) はこの透明板 8 を間隙部 3 に挿入した場合のプリズム 1、プリズム 2、及び透明板 8 の上面図である。図 1 5 (b) に示される透明板 8 は、透明板 8 の中央部での幅を 2 mm にし、透明板の両端部での幅を 1 mm にしている。図 1 5 (c) では、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隔 (面 1 A と面 2 A の距離) を 3 mm にして、プリズム 1 と透明板 8 の間の間隙部 3 A の中央部での間隙部 3 A の間隔と、プリズム 2 と透明板 8 の間の間隙部 3 B の中央部での間隙部 3 B の間隔が共に 1 mm になるように、透明板 8 を配置する。このようにすると、間隙部 3 A の両端部での間隙部 3 A の間隔は、間隙部 3 A の中央部での間隙部 3 A の間隔より大きくなると共に、間隙部 3 B の両端部での間隙部 3 B の間隔は、間隙部 3 B の中央部での間隙部 3 B の間隔より大きくなる。そのため、間隙部 3 A 及び間隙部 3 B の間隔を間隙部 3 A 及び間隙部 3 B の中央部と両端部で一定にした場合に比べて、より薄い油の膜でも油の漏液を検出することができる。なお、透明板 8 の材料には、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができる。

30

【 0 0 7 2 】

このように、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 に透明板 8 を挿入することによって、検出する油の毛細管現象による液面上昇を最適化できる。また、透明板 8 の厚さ及び形状を調節することによって、漏液センサが検出できる油の膜の厚さを調節することができる。

【 0 0 7 3 】

第 1 実施形態に係る漏液センサにおいて、プリズム 1 及びプリズム 2 を中身の詰まったものとして製造する場合、金型成型を行うのが困難である。そこで、プリズム 1 及びプリズム 2 を、光を透過する中空部材で製造しても良い。図 1 6 は、プリズム 1 及びプリズム 2 が中空部材から成る場合の、プリズム 1 とプリズム 2 の同じ高さの面における断面図である。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材の内部には、検出する油と同じ又は検出する油とほぼ同じ屈折率を有する液体 2 5 が封入されている。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材の材料にはアクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができ、中空部材は厚さがほぼ均一で、できるだけ薄い方が良い。このようにするとプリズム 1 及びプリズム 2 の屈折率は封入した液体 2 5 の屈折率と同じになる。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材は厚さがほぼ均一になっているので、金型成型によってプリズム 1 及びプリズム 2 を製造するのが容易にできる。

40

50

【 0 0 7 4 】

発光部 1 2 A からプリズム 1 に入射した光 L が、プリズム 1 の面 1 A に入射する入射位置 P においてプリズム 1 が油と接している場合、プリズム 1 の屈折率はその油と同じ又はほぼ同じ屈折率を持っているので、光 L は直進して受光部 1 3 A に受光される。光 L の入射位置 P においてプリズム 1 が水又は空気と接している場合に、光 L は面 1 A で全反射する必要がある。この条件は、光 L の面 1 A への入射角を α 、液体 2 5 の屈折率を 1 . 4 5 とすると、 $\sin \alpha = 1 . 3 3 / 1 . 4 5$ で与えられ、入射角 α は、 $\alpha = 6 6 . 5 ^{\circ}$ を満たせば良い。従って、プリズム 1 の面 1 A の傾き角 β は、 $\beta = 2 3 . 5 ^{\circ}$ を満たせば良い。例えば、プリズム 1 の面 1 A の傾き角を $\beta = 2 3 ^{\circ}$ とすることができる。

【 0 0 7 5 】

第 1 実施形態に係る漏液センサのプリズム 1 及びプリズム 2 の、別の実施例を図 1 7 に示す。図 1 7 (a) はプリズム 1 及びプリズム 2 の同じ高さの面における断面図である。プリズム 1 及びプリズム 2 は中空部材から成る。プリズム 1 の中空部材の内側には、プリズム 1 の面 1 A に沿って、発光部 1 2 A からプリズム 1 に入射する光 L が垂直に入射する方向を向いた複数の面 1 B と、面 1 B に対して垂直な方向を向いた複数の面 1 C から成る階段状の構造が形成されている。プリズム 2 の中空部材の内側にも、プリズム 2 の面 2 A に沿って、光 L の進行方向に対して垂直な方向を向いた複数の面 2 B と、面 2 B に対して垂直な方向を向いた複数の面 2 C から成る階段状の構造が形成されている。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材の内部は、空気又は光を透過する液体を封入しても良いし、真空にしても良い。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材の材料にはアクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等を用いることができる。この場合も、プリズム 1 及びプリズム 2 が厚さがほぼ均一な中空部材から成るので、プリズム 1 及びプリズム 2 を金型成型で製造するのが容易にできる。

【 0 0 7 6 】

発光部 1 2 A からプリズム 1 に入射する光 L は、中空部材の面 1 B に垂直に入射するため、光 L は中空部材に入射しても屈折せず直進する。プリズム 1 の面 1 A の傾き角 β は、プリズム 1 の中空部材を構成する物質の屈折率が 1 . 5 である場合、数 5 の条件を満たせばよい。従って、例えばプリズム 1 の面 1 A の傾き角は、 $\beta = 2 4 ^{\circ}$ とすることができる。

【 0 0 7 7 】

光 L がプリズム 1 の面 1 B 及び面 1 A に入射する際の反射光の弊害を除くために、図 1 7 (b) に示されるようにプリズム 1 の面 1 C に光を遮蔽するための遮蔽板 9 を貼着しても良い。

【 0 0 7 8 】

第 1 実施形態に係る漏液センサのプリズム 1 及びプリズム 2 の、更に別の実施例を図 1 8 に示す。図 1 8 (a) はプリズム 1 及びプリズム 2 の同じ高さの面における断面図である。プリズム 1 及びプリズム 2 は、アクリル、ポリプロピレン、テフロン、ポリエチレン等の光を透過する中空部材から成る。発光部 1 2 A からプリズム 1 に入射した光 L は、中空部材の内側の面 1 C に入射し、面 1 C に入射した光 L は、中空部材の面 1 A に入射角 α で入射するようにする。面 1 A は複数の面に分割されており、隣り合う面 1 A の間には光 L の進行方向を向いた面 1 B がある。プリズム 1 の面 1 A を透過した光 L は、プリズム 2 の面 2 A に入射する。プリズム 2 の面 2 A は複数の面に分割されており、プリズム 1 の面 1 A に平行な方向を向いている。隣り合う面 2 A の間には、プリズム 1 の面 1 B に平行な方向を向いた面 2 B がある。プリズム 2 の面 2 A に入射した光 L は面 2 C からプリズム 2 の中空部材の内部に入射する。プリズム 1 及びプリズム 2 の中空部材の内部は、空気又は光を透過する液体を封入しても良いし、真空にしても良い。この実施例も、プリズム 1 及びプリズム 2 が厚さがほぼ均一な中空部材から成るので、プリズム 1 及びプリズム 2 を金型成型で製造するのが容易にできる。

【 0 0 7 9 】

プリズム 1 の中空部材を構成する物質の屈折率が 1 . 5 である場合、光 L のプリズム 1

の面 1 A への入射角 α は、数 4 の条件を満たせば良い。従って、面 1 A の傾き角 β は、数 5 の条件を満たせば良い。例えばプリズム 1 の面 1 A の傾き角は、 $\beta = 24^\circ$ とすることができる。

【0080】

光 L がプリズム 1 の面 1 A に入射する際の反射光の弊害を除くために、図 18 (b) に示されるようにプリズム 1 の面 1 B に光を遮蔽するための遮蔽板 9 を貼着しても良い。

【0081】

図 16 及び図 17 に示されるプリズム 1 及びプリズム 2 において、受光部 13 A 側のプリズム 2 の面 2 A を、図 14 に示されるように傾きの異なる複数の面で構成するようにする、或いは湾曲させることによって、プリズム 1 とプリズム 2 の間にできる間隙部 3 の両端部での間隙部 3 の間隔を、間隙部 3 の中央部での間隙部 3 の間隔より大きくしても良い。このようにすることによって、より薄い油の層でも油の漏液を検出することができる。また、図 15 に示されるように、プリズム 1 とプリズム 2 の間の間隙部 3 に透明板 8 を挿入するようにして、毛細管現象によって最適な液面の上昇を起こすように、検出する液体に応じて透明板 8 を交換するようにしても良い。

【0082】

第 1 実施形態に係る漏液センサでは、プリズム 1 及びプリズム 2 をフロートに取り付けるようにしているが、空のタンク又は床面上で油の漏液を検出する場合には、図 19 に示されるように、プリズム 1 及びプリズム 2 をフロートに取り付けずに構成にしても良い。この場合、プリズム 1 及びプリズム 2 は床面 20 上に置かれ、発光部 11 から照射された光ファイバ 12 によって誘導された光は、発光部 12 A からプリズム 1 に入射するようになっている。プリズム 2 には光を受光するための受光部 13 A が設けられ、受光された光は受光部 13 A から光ファイバ 13 によって誘導され受光器 14 に受光される。

【0083】

第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係る漏液センサでは、発光器 11 から照射された光を光ファイバ 12 で発光部 12 A まで誘導し、受光部 13 A で受光された光を光ファイバ 13 で受光器 14 まで誘導するようにしている。しかし、発光駆動部 12、受光処理部 15 及び警報部 16 の備えられている位置から漏液を検出する位置が離れていて、光を光ファイバで誘導することができない場合、また防爆の危険がない場合には、プリズムに直接、発光器 11 からの光を入射させるようにすると共に、プリズムからの光を直接、受光器 14 に受光させるようにしても良い。

【0084】

以上、本発明の実施形態について具体的に説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【図面の簡単な説明】

【0085】

【図 1】アクリル製の円筒を液体に入れた場合の毛細管現象について示す図である。

【図 2】板の上に形成された液滴を示す図である。

【図 3】間隙部を形成する 2 枚の板を液体に入れた場合の毛細管現象について示す図である。

【図 4】毛細管現象を起こすように間隙部を形成するようにしたプリズムを示す図である。

【図 5】プリズムの間隙部が空気の場合及びプリズムの下部が水又は油に浸かっている場合の、プリズムに入射する光の進路と水又は油の液面の様子について説明する模式図である。

【図 6】光の進路について説明するプリズムの上面図である。

【図 7】本発明の第 1 実施形態に係る漏液センサの斜視図である。

【図 8】第 1 実施形態に係る漏液センサのフロート部を、水、油又は油が浸入した水に浮かせた場合の、水、油又は油が浸入した水の液面及び光の進路について説明する模式図である。

10

20

30

40

50

【図 9】第 1 実施形態に係る漏液センサが、どの程度の量の油を検出することができるかを測定する実験について説明する図である。

【図 10】本発明の第 2 実施形態に係る漏液センサを示す図である。

【図 11】第 2 実施形態に係る漏液センサのプリズム部の下部を油又は油が浸入した水に浸けた場合の光の進路を示す図である。

【図 12】2 枚の湾曲した板の間で起こる毛細管現象を観察する実験について説明する図である。

【図 13】一方の板を湾曲させ、もう一方の板を平らにした場合の、2 枚の板の間で起こる毛細管現象を観察する実験について説明する図である。

【図 14】2 つのプリズムの間にできる間隙部の中央部で、毛細管現象による液面上昇の高さが大きくなるようにしたプリズムの実施例について示す図である。

【図 15】2 つのプリズムの間にできる間隙部で起こる毛細管現象による液面上昇を最適化するために、2 つのプリズムの間にできる間隙部に透明板を挿入するようにした実施例について示す図である。

【図 16】プリズムを中空部材から成るようにしたプリズムの実施例を示す図である。

【図 17】プリズムを中空部材から成るようにしたプリズムの別の実施例を示す図である。

【図 18】プリズムを中空部材から成るようにしたプリズムの更に別の実施例を示す図である。

【図 19】第 1 実施形態に係る漏液センサで、プリズムをフロートに取り付けないようにした場合の漏液センサを示す図である。

【符号の説明】

【0086】

1、2、3 1	プリズム
3、3 A、3 B、3 5、4 3	間隙部
4、5	フロート
6	支持部材
7	フロート部
8	透明板
9	遮蔽板
10	発光駆動部
11	発光器
12、13	光ファイバ
12 A	発光部
13 A	受光部
14	受光器
15	受光処理部
16	警報部
17	警告灯
18	光線スイッチ
19	容器
20	地面、床
21	水
22	油
23、25	液体
24	液滴
30	プリズム部
32	固定部材
33	板状部材
34	反射鏡

10

20

30

40

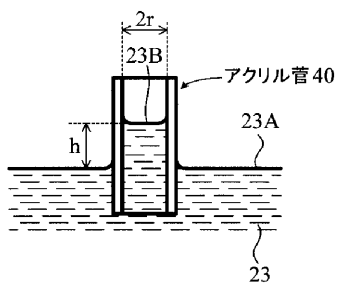
50

4 0

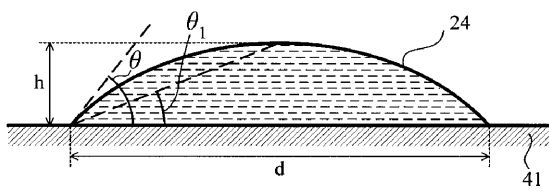
4 1、4 2、4 2 A、4 2 B

アクリル製の円筒
板

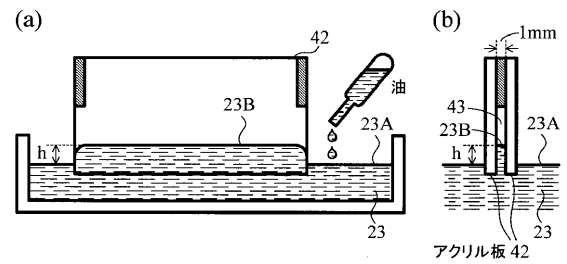
【 図 1 】



【 図 2 】

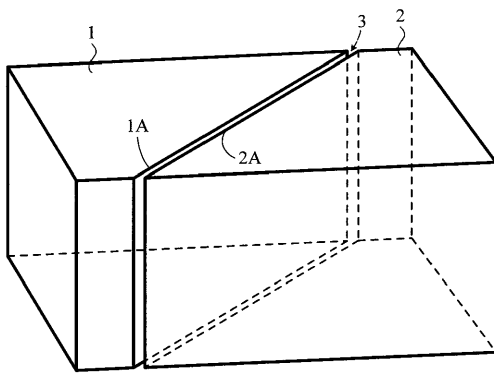


【 図 3 】

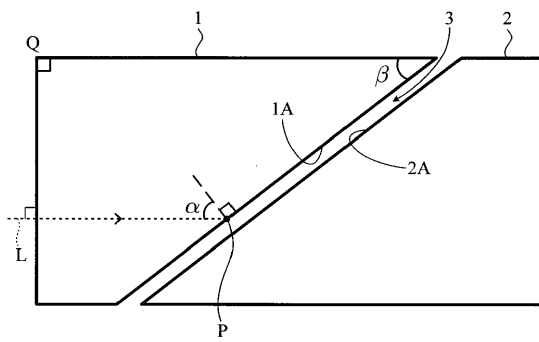


【図 4】

(a)

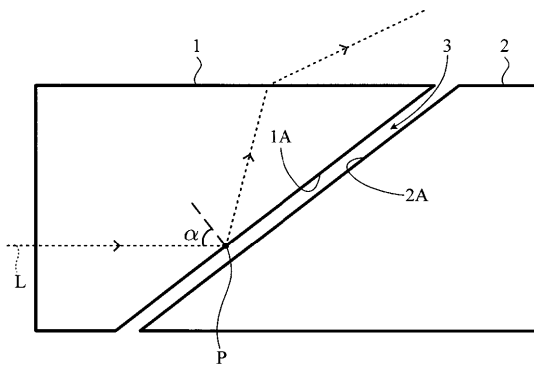


(b)

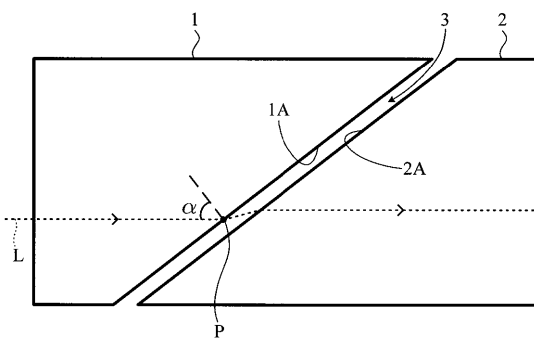


【図 6】

(a)

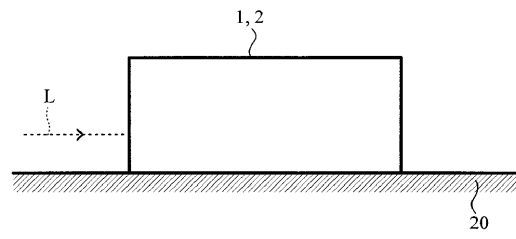


(b)

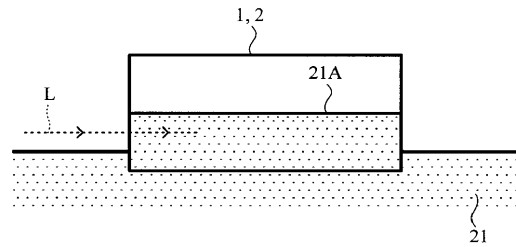


【図 5】

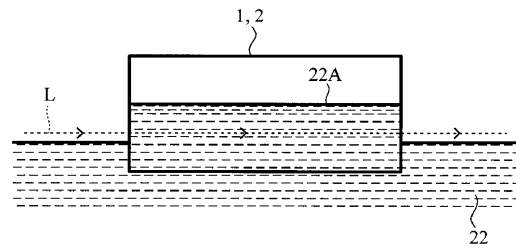
(a)



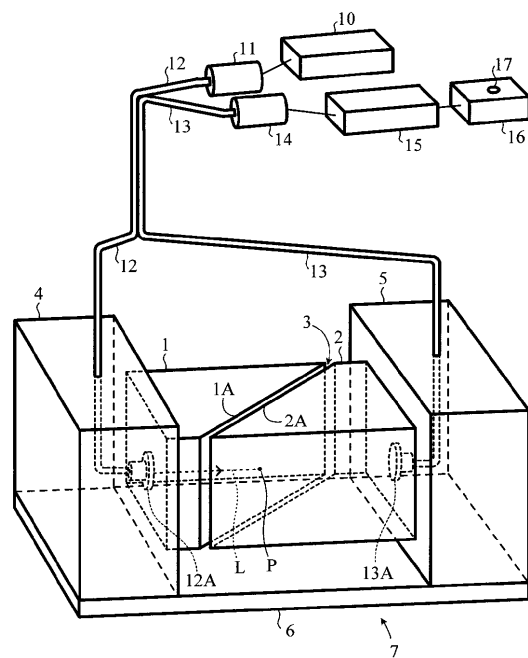
(b)



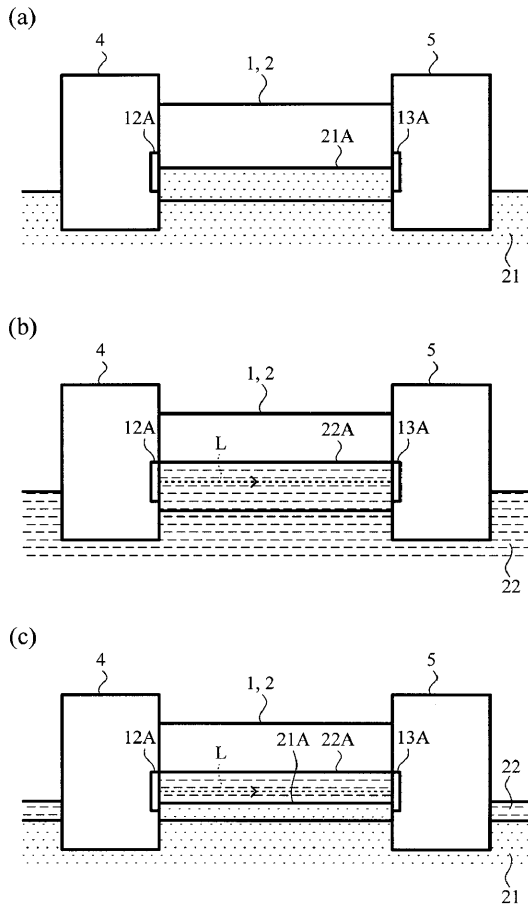
(c)



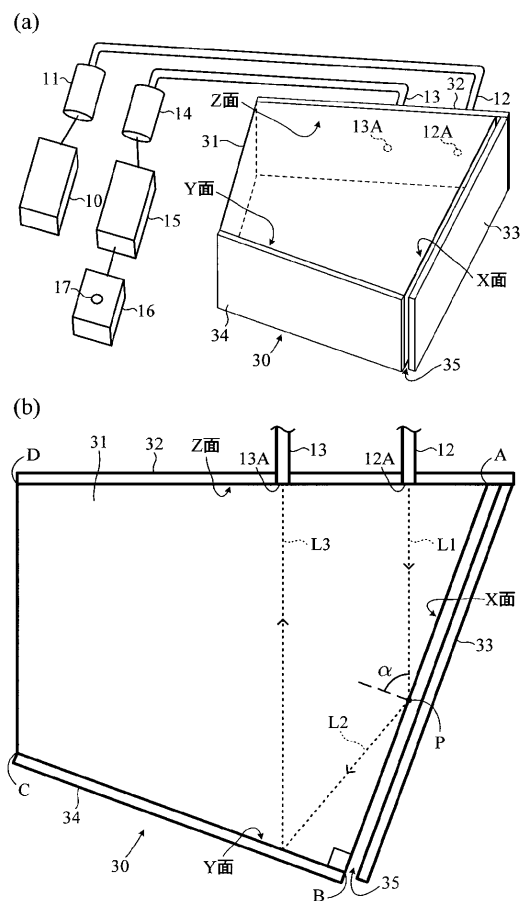
【図 7】



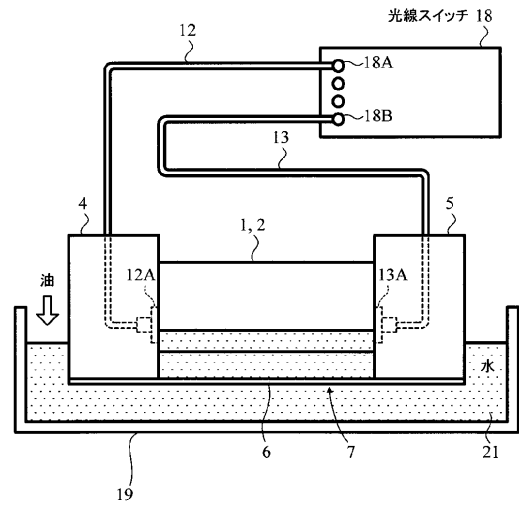
【 圖 8 】



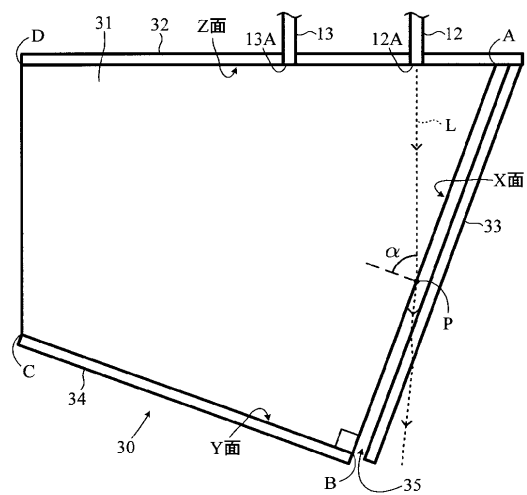
【 図 1 0 】



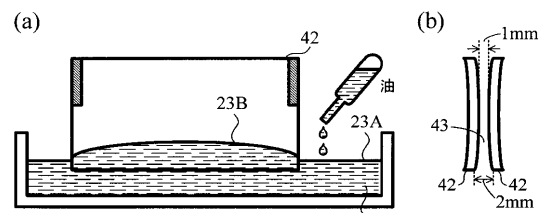
【 図 9 】



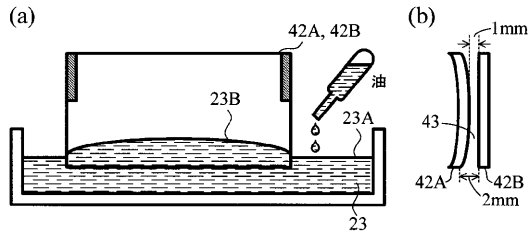
【 ㄨ 1 1 】



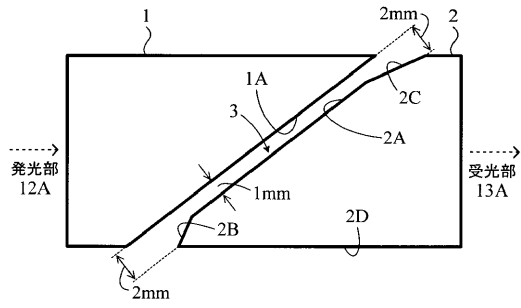
【 ㊦ 1 2 】



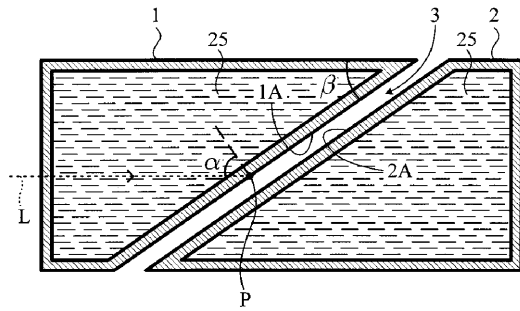
【図 13】



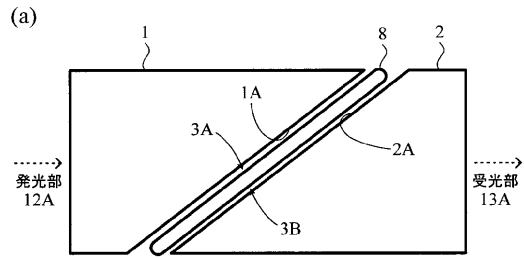
【図 14】



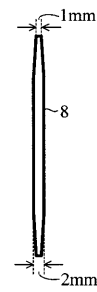
【図 16】



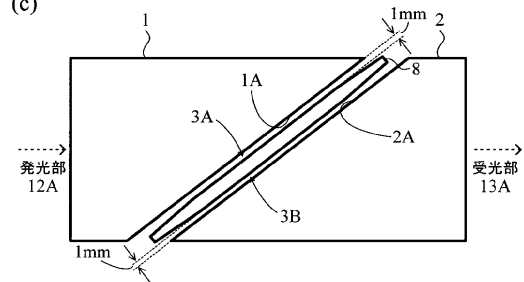
【図 15】



(b)

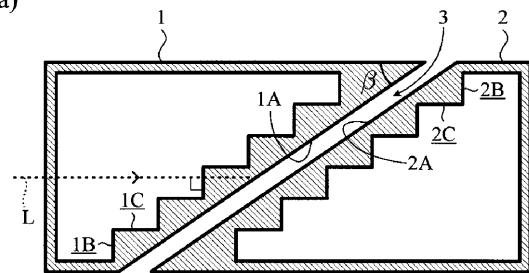


(c)

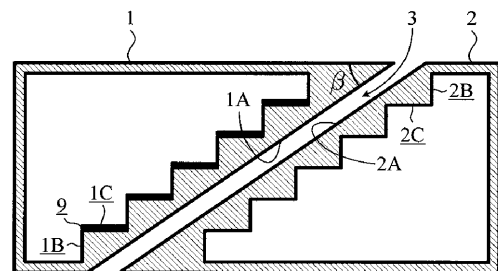


【図 17】

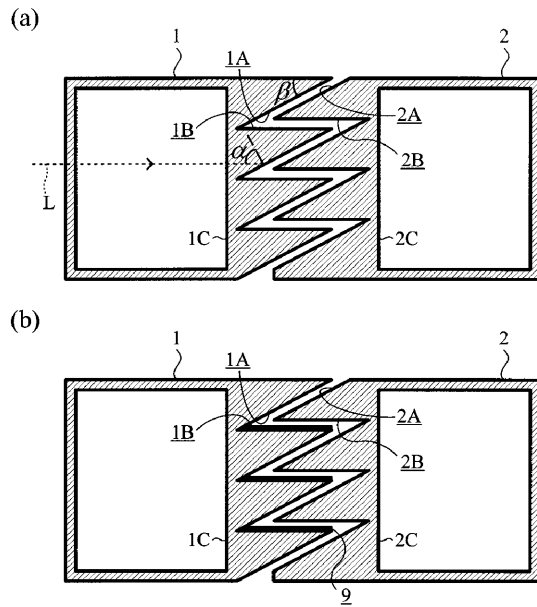
(a)



(b)



【図 18】



【図 19】

