

(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2007-147585  
(P2007-147585A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 N 21/27 (2006.01)</b>	GO 1 N 21/27 C	2 GO 5 9
<b>GO 1 N 21/41 (2006.01)</b>	GO 1 N 21/41 A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-67904 (P2006-67904)	(71) 出願人	504258527 国立大学法人 鹿児島大学 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号
(22) 出願日	平成18年3月13日 (2006.3.13)	(71) 出願人	398045348 株式会社佑和 鹿児島県阿久根市赤瀬川2660番地4
(31) 優先権主張番号	特願2005-77394 (P2005-77394)	(74) 代理人	100090273 弁理士 國分 孝悦
(32) 優先日	平成17年3月17日 (2005.3.17)	(72) 発明者	肥後 盛秀 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	滴塩 勝 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目21番24号 国立大学法人 鹿児島大学内
(31) 優先権主張番号	特願2005-322428 (P2005-322428)		
(32) 優先日	平成17年11月7日 (2005.11.7)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

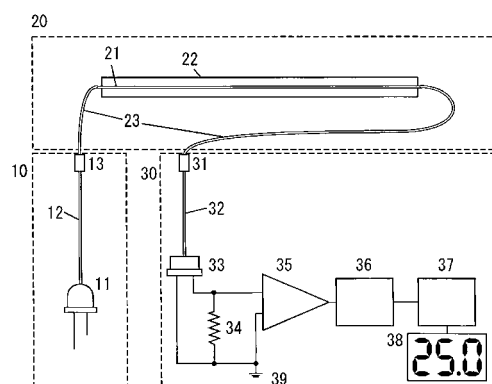
(54) 【発明の名称】 液体屈折率測定装置

(57) 【要約】

【課題】 幅広い産業分野に適用でき、容易に小型化することができ、且つ、安全性、信頼性及び精度が高い屈折率測定装置を提供する。

【解決手段】 液体屈折率測定装置には、光源部10、センサー部20及び表示部30が設けられている。発光ダイオード11からの信号伝達用光ファイバー12への光の入射は、端面を劈開処理した光ファイバー12を発光ダイオード11に直接密接又は近接させることで実現可能である。屈折率測定用センサー21は、薬品によりコア(光ファイバーコア)を露出させた光ファイバーの表面上に真空蒸着法により金属薄膜層を形成することにより作製されている。屈折率測定用センサー21に液体サンプルが接触すると、表面プラズモン共鳴現象が発生する。即ち、液体サンプルの屈折率に応じて屈折率測定用センサー21から出力される光の強度が変化する。光ファイバーコアの代わりにガラス棒を用いてもよい。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

発光ダイオードと、  
前記発光ダイオードにより発せられた光に対して、その表面に接触している液体試料の屈折率に応じた表面プラズモン共鳴現象を発生させる検出手段と、

前記検出手段から出力された光に基づいて前記液体試料の屈折率を求める演算手段と、  
を有することを特徴とする液体屈折率測定装置。

## 【請求項 2】

前記検出手段は、

光伝達部材と、

前記光伝達部材の表面に形成された金属膜と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の液体屈折率測定装置。

10

## 【請求項 3】

前記光伝達部材は、光ファイバーコア又はガラス棒であることを特徴とする請求項 2 に記載の液体屈折率測定装置。

## 【請求項 4】

前記屈折率を表示する表示手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の液体屈折率測定装置。

## 【請求項 5】

前記検出手段は、前記発光ダイオード及び前記演算手段からなる群から選択された少なくとも一方から遠隔の位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の液体屈折率測定装置。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、アルコール等の屈折率の測定に好適な液体屈折率測定装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

特開 2001-083084 号公報（特許文献 1）に光ファイバーによる溶液の屈折率測定法が開示されている。この公報には、「入射光に角度幅を持たせると、光伝達の原理よりファイバー周囲の液体の屈折率に応じた一定の入射角内の光線しか伝達されず、それ以上の入射角の光線はファイバーから漏れる原理に基づくものである。」という記載がある。

30

## 【0003】

特開 2004-191110 号公報（特許文献 2）には、金を蒸着した光ファイバーコアによる屈折率測定用センサーが開示されている。この公報には、「光源部としてレーザとレンズ、センサー部としてガラス管に金蒸着光ファイバーと試料導入用のチューブを固定したセンサーを持ち、検出部として検出器とマルチメーター、記録部としてレコーダーとコンピュータを持ったものである。」という記載がある。

40

## 【0004】

学術論文分析化学、52 巻、第 6 号、433～438 ページ、2003 年（非特許文献 1）には、露出させたコアを 90 度ずつ回転させ、金蒸着を 4 回繰り返した光ファイバーを用いたセンサーによるアルコールの屈折率測定が開示されている。

## 【0005】

学術論文 Analytical Sciences、18 巻、第 3 号、261～265 ページ、2002 年（非特許文献 2）には、プリズム上に真空蒸着した金薄膜層に被覆膜層を形成した表面プラズモン共鳴センサーによるアミンの高感度検出が開示されている。

## 【0006】

学術論文 Analytical Sciences、第 20 巻、第 4 号、689～69

50

4 ページ、2004 年（非特許文献 3）には、レーザと単球面レンズを光源部とし、センサーとしてコア上に金を一回蒸着した光ファイバーを用いることにより、市販のアップ屈折率計よりも高い感度を持った屈折率測定装置が示されている。

【0007】

【特許文献 1】特開 2001 - 083084 号公報（第 2 頁）

【特許文献 2】特開 2004 - 191110 号公報（第 4 頁）

【非特許文献 1】満塩勝、他 2 名、「金蒸着光ファイバー屈折率センサーシステムによるアルコールの定量分析」、分析化学、日本、日本分析化学会、平成 15 年 6 月、第 52 巻、第 6 号、433 ~ 438 ページ

【非特許文献 2】西村聡、吉留俊史、他 3 名、「Application of a Surface Plasmon Resonance Sensor to Analyses of Amine Compounds with the Use of a Polymer Film and an Acid-base Reaction」、Analytical Sciences、日本、日本分析化学会、平成 14 年 3 月、第 18 巻、第 3 号、261 ~ 265 ページ

【非特許文献 3】満塩勝、肥後盛秀、「Simplification and Evaluation of a Gold-deposited SPR Optical Fiber Sensor」、Analytical Sciences、日本、日本分析化学会、平成 16 年 4 月、第 20 巻、第 4 号、689 ~ 694 ページ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献 1 には、複数のレンズを用いて複雑な光学系とし、平行光に角度幅を持たせて入射する必要があるという問題点があり、光学系の調整が難しい。その結果、収差等により精度及び再現性に問題がある。

【0009】

特許文献 2 は、レーザ、単球面レンズとからなる光源部と、屈折率測定用センサーとこれを固定するガラス管と試料を流入・排出するチューブとを主な構成とするセンサー部と、サンプル容器とポンプから構成される試料部を必要とするため、小型化するためには制約がある。また、レーザ光は目に与える負担が大きく、取り扱いに注意を要する。さらにレーザは発光時の消費電力が大きいため、電池等の小電力で稼働するシステムを構築するには不都合である。

【0010】

非特許文献 1 は光ファイバーへ金を 4 回蒸着するのに高い技術を要すること、また測定の精度のさらなる向上が望まれる。

【0011】

非特許文献 2 は、プリズムや角度を調整するための装置が必要であり、光ファイバーを用いていないため、遠隔分析するためにはさらなる改良が必要であり、装置を使用できる場所が制限される。

【0012】

非特許文献 3 は、レーザを光源とし、光ファイバー上に金を一回蒸着することで非特許文献 1 で示された屈折率測定装置の性能向上に成功しているが、光源にレーザを用いるために扱いが難しく、更に小型化が望まれる。

【0013】

本発明は、幅広い産業分野に適用でき、容易に小型化することができ、且つ、安全性、信頼性及び精度が高い屈折率測定装置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】

【0014】

本願発明者は、鋭意研究の結果、発光ダイオードでも表面プラズモン共鳴効果が得られることを見出し、光ファイバーへの光の入射方法を工夫することで上記問題を解決した。即ち、光源に発光ダイオードを用いることにより、人体に与える影響をなくすると同時に消費電力を減らすことに成功した。更に、金属薄膜層を形成する媒体としてガラス棒を使用しても光ファイバーと同等の結果が得られることを見出し、用途に応じて光ファイバー

10

20

30

40

50

とガラス棒とを使い分けることで、幅広い産業分野に適用できるセンサー部を開発した。更に、光ファイバーを光源に直接密接又は近接させることによってレンズや光軸合わせを不要とし、センサーを透過してきた光信号を演算処理した後に表示部にてデジタル表示にすることにより、装置の小型化に成功した。また、光源部と表示部を一つの回路上に形成することにより、更に小型で取り扱いの容易な液体屈折率測定装置を提供することができる。

#### 【0015】

本発明に係る液体屈折率測定装置は、発光ダイオードと、前記発光ダイオードにより発せられた光に対して、その表面に接触している液体試料の屈折率に応じた表面プラズモン共鳴現象を発生させる検出手段と、前記検出手段から出力された光に基づいて前記液体試料の屈折率を求める演算手段と、を有することを特徴とする。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0016】

本発明によれば、発光ダイオードを光源として用いているため、小型化が可能となると共に、消費電力を抑制することができる。また、発光ダイオードは出力が安定しているため、高い信頼性及び精度を得ることができる。また、レーザと比較して高い安全性も得ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0017】

以下に、本発明の実施形態に係る液体屈折率測定装置及びその使用方法について、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明の実施形態に係る液体屈折率測定装置の概略構成を示す図である。本実施形態に係る液体屈折率測定装置には、光源部10、センサー部20及び表示部30が設けられている。但し、本発明はこれに限定されるものではない。ここでは液体の屈折率を測定し、これによって液体の混合比や濃度、酒類のアルコール度数を求めることができる。

20

#### 【0018】

光源部10には、発光ダイオード11、信号伝達用光ファイバー12及び光ファイバー接続用器具13が設けられている。発光ダイオード11からの信号伝達用光ファイバー12への光の入射は、端面を劈開処理した光ファイバー12を発光ダイオード11に直接密接又は近接させることで実現可能である。

30

#### 【0019】

センサー部20には、屈折率測定用センサー21、補強材22及び信号伝達用光ファイバー23が設けられている。屈折率測定用センサー21は、例えば、薬品によりコア（光ファイバーコア）を露出させた光ファイバーの表面上に真空蒸着法により金属薄膜層を形成することにより作製されている。屈折率測定用センサーの長さは3～100mm程度であるが、例えば、光ファイバーコアをアセトンで脱脂し、固定器具で蒸着源から適切な距離に設置することにより、短い屈折率測定用センサーへもムラのない金属薄膜層として金属薄膜を形成することができる。そして、このようにして作製された屈折率測定用センサー21が補強材22に固定されている。なお、光ファイバーコアの代わりにガラス棒を用いてもよい。このような屈折率測定用センサー21に液体サンプルが接触すると、表面プラズモン共鳴現象が発生する。即ち、液体サンプルの屈折率に応じて屈折率測定用センサー21から出力される光（屈折率測定用センサー21を透過する光）の強度が変化する。なお、屈折率測定用センサー21が液体サンプルと接触すれば応答が得られるので、補強材22は管状である必要はなく、また、補強材22自体が設けられていなくてもよい。信号伝達用光ファイバー23は、光ファイバー接続用器具13及び後述の光ファイバー接続用器具31を介して、それぞれ光源部10及び表示部30に接続される。

40

#### 【0020】

表示部30には、光ファイバー接続用器具31、信号伝達用光ファイバー32、受光素子33、抵抗素子34、増幅部35、A/Dコンバータ36、演算部37、ディスプレイ38及びアース39が設けられている。接続用器具31及び光ファイバー32を介して受

50

光素子 33 に光が入射すると、その強度に応じて電流が発生する。そして、この電流が抵抗素子 34 によって電圧に変換され、増幅部 35 により増幅され、A/Dコンバータ 36 へと入力される。A/Dコンバータ 36 によってデジタル信号に変換された信号は演算部 37 に入力され、演算部 37 は入力されたデジタル信号を用いて液体サンプルの屈折率及びアルコール度数を計算し、ディスプレイ 38 にて結果を表示する。演算部 37 の動作はプログラムで制御を行うことが可能であり、警告音を用いた屈折率監視及び/又はバルブの開閉等による機器（図示せず）の制御を行うことも可能である。

**【0021】**

このような液体屈折率測定装置においては、光源部 10 の発光ダイオード 11 から発せられた光がセンサー部 20 へ入射する。センサー部 20 では、屈折率測定用センサー 21 において、表面プラズモン共鳴現象が発生するため、センサー部 20 からの透過光が変化する。そして、この透過光の変化が受光素子 33 にて検出され、検出された透過光の変化が増幅部 35、A/Dコンバータ 36 及び演算部 37 を経てディスプレイ 38 へ出力される。

10

**【0022】**

このような液体屈折率測定装置によれば、単純な光学系で広い範囲の屈折率の測定を行うことができる。特に、発光ダイオード 11 で十分であり、レーザは不要であるため、小型化に適しており、また、取り扱いも容易である。更に、光ファイバーを使用することによって、中継や増幅を行わずに遠隔地における連続的屈折率測定も可能である。即ち、このような液体屈折率測定装置を用いて、液体の製造ラインにおける屈折率測定による分析及び/又は品質遠隔管理システムを構築することも可能である。例えば、センサー部 20 からの信号が、予め設定された条件を満たした場合に、ブザー等の音で警告をする屈折率監視機構及び/又はバルブの開閉等による機器制御機構を構成してもよい。

20

**【0023】**

なお、屈折率測定用センサー 21 に光ファイバーコアを使用する場合、光ファイバーコアとしては、例えば、高屈折率の光伝達媒体を低屈折率のポリマー等で被覆して構成された市販の光ファイバーから、被覆した部分（低屈折率のポリマー等）を取り除いたものを用いることができる。

**【0024】**

屈折率測定用センサー 21 としては、例えば、金、銀、銅若しくはアルミニウムの単膜、又は、銀、銅及び/若しくはアルミニウムの膜と金膜との多層構造の金属膜を光ファイバーコア又はガラス棒の表面上に蒸着したものを用いることができる。金属膜の厚さの合計は、10nm～70nmとすることが好ましい。また、その端面は劈開処理しておくことが好ましい。

30

**【0025】**

屈折率測定用センサー 21 を構成する光伝達部材の材質を、機械的強度に優れた石英ガラス棒と小型センサーを構築できる光ファイバーコアとから用途に応じて選択することにより、幅広い産業分野に適用できる屈折率測定用センサーを提供できる。

**【0026】**

また、発光ダイオード 11 としては、単色光又は白色光を発するものを用いることができる。

40

**【0027】**

また、受光素子 33 として、フォトダイオード等を使用することができる。

**【0028】**

また、光源部 10 とセンサー部 20 との間にレンズは不要である。

**【0029】**

また、表示部 30 は、液体サンプルの屈折率そのものだけでなく、屈折率から求められたアルコール度数等を表示してもよい。

**【0030】**

また、発光ダイオード 11 又は受光素子 33 を屈折率測定用センサー 21 に密接させる

50

か、又は接近させることが可能であれば、信号伝達用光ファイバー 12 及び 32、並びに、光ファイバー接続用器具 13、23 及び 31 を設けなくてもよい。即ち、発光ダイオード 11 から屈折率測定用センサー 21 に直接光を入射したり、屈折率測定用センサー 21 からの出力を直接測定したりしてもよい。

#### 【0031】

液体サンプルとしては、水及び/又は有機物を溶媒としたものを用いることが好ましく、センサーを腐食しないことがより好ましい。

#### 【実施例 1】

#### 【0032】

本発明において、色又は光の放射の形状が異なる直径 5 mm の発光ダイオード 11 を用いた場合の屈折率に対する応答特性を図 2 に示す。屈折率測定用センサー 21 として、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用した。図 2 の赤色の発光ダイオードにおいて広指向タイプと中指向タイプがあるが、広指向タイプでは光が発光点から放射状に広がり、中指向タイプでは光が特定の方向に集光するようになっており、どちらも市販のものである。屈折率はエチレングリコールのメタノール溶液の濃度を変化させることにより調節した。本実験により、発光ダイオードの色を変えるだけで応答範囲や感度などのセンサーの特性を制御できることが示された。

10

#### 【0033】

##### (比較例 1)

光源部 10 の代わりに He - Ne レーザを用い、センサーを透過してきた光の強度を Si 検出器を用いて測定し、光マルチメーター及びデジタルマルチメーターを介してコンピュータで解析を行った場合の屈折率に対する応答特性を図 3 に示す。屈折率測定用センサーとして、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用し、各種アルコールのメタノール溶液を用いて測定を行った。実施例 1 に類似した応答特性を持っているが、装置が非常に大きく、携帯には不向きである。

20

#### 【実施例 2】

#### 【0034】

光源を直径 3 mm の発光ダイオード 11 とし、屈折率を変化させた場合のセンサーを透過してきた光の強度変化を測定したものを図 4 に示す。屈折率測定用センサー 21 として、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用し、測定試料としてエチレングリコールのメタノール溶液を使用した。直径の小さい発光ダイオード 11 でも十分な応答が得られた。また、白色の発光ダイオード 11 においてもセンサーシステムを構築することができた。

30

#### 【実施例 3】

#### 【0035】

本発明による直径 5 mm の赤色発光ダイオード 11 (広指向タイプ) を用いた場合の 1.330 ~ 1.353 の範囲の屈折率の微小な変化に対する応答特性(検量線)を図 5 に示す。屈折率測定用センサーとして、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用した。測定試料として、ベンジルアルコールのメタノール溶液を用いた。相関係数が 0.996 の直線上に乗っており、小さな屈折率の変化も定量的に測定が可能であることが示された。

40

#### 【実施例 4】

#### 【0036】

図 6 に、本発明を用いた蒸留酒のエタノール濃度測定の結果を示す。光源には直径 5 mm の赤色発光ダイオードを使用した。本実施例では、15 で 0 ~ 50 度の検量線を、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着した屈折率測定用センサー 21 を用いて予め作成しておき、その後、試料を測定して濃度を算出した。本発明においては、あらかじめ検量線を演算部に登録しておくことで瞬時に度数を測定することも可能である。表面プラズモン共鳴現象を用いているために、試料の着色の有無にかかわらずエタノール濃度を求めることができる。本実施例において、焼酎 2 銘柄(白波(商標)、

50

伊佐錦（商標））、ウィスキー、ブランデー、ジン、ウォッカ、ラム、テキーラの濃度を正確に求めることに成功しており、産業への応用も可能であることが示された。

【実施例 5】

【0037】

図 7 に直径 5 mm の赤色発光ダイオード 11（広指向タイプ）を用いて測定した 15 におけるエタノール水溶液の検量線と 3 回の測定における相対標準偏差を示す。屈折率測定用センサー 21 として、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用した。エタノール濃度の増加に応じて応答曲線が単調に減少している。各点の相対標準偏差は最大で 0.07% であり、高い精度で濃度の測定を行うことができた。

10

【0038】

（比較例 2）

図 8 に光源に He-Ne レーザを用い、光ファイバーを透過してくる光の強度変化を観測した場合の 25 におけるエタノール水溶液の検量線と 3 回の測定における相対標準偏差を示す。屈折率測定用センサーとして、長さが 10 cm の光ファイバーコアの表面に 45 nm の金膜を蒸着したものを使用した。濃度に応じた単調減少の応答曲線が得られたが、各点の相対標準偏差は最大で 1.8% であり、精度の点でやや不満がある。

【実施例 6】

【0039】

図 9 に、屈折率測定用センサー 21 として、直径が 1 mm、2 mm、2.5 mm、5 mm の石英ガラス棒の表面に金膜を形成したものを使用し、この屈折率測定用センサー 21 を発光ダイオード 11 及び受光素子 33 に直接接触させたセンサーシステムによる屈折率に対する応答特性を示す。屈折率はエタノール水溶液又はエチレングリコールのメタノール溶液を用いて調整した。なお、2 mm のものは、広屈折率範囲にわたって測定された結果の抜粋である。図 9 に示すように、すべての直径のガラス棒において屈折率の増加に伴って透過光の強度が減少しており、ガラス棒においても良好な応答が得られた。また、2 mm 以下のガラス棒において、高い感度が得られた。これらの結果から、ガラス棒でも十分な応答が得られることを確かめることができ、更にガラス棒の直径を選択することで最適な強度や感度を選択できることが示された。

20

【実施例 7】

【0040】

本発明において、色が異なる直径 5 mm の発光ダイオード 11 を用いた場合の屈折率に対する応答特性を図 10 に示す。屈折率測定用センサー 21 として、直径 2 mm の石英ガラス棒の表面に 45 nm の金膜を形成したものを使用した。屈折率はエチレングリコールのメタノール溶液の濃度を変化させることにより調節した。発光ダイオードの色を変えることにより光ファイバーの場合と同様に高い感度を持ちながら応答特性を変化させることができた。

30

【実施例 8】

【0041】

本発明において、屈折率測定用センサー 21 として、直径 2 mm の石英ガラス棒を加熱して U 字型に変形させ、その下面に 45 nm の金膜を形成したセンサーの屈折率に対する応答特性を図 11 に示す。光源には直径 5 mm の赤色発光ダイオード 11 を使用した。屈折率はエチレングリコールのメタノール溶液の濃度を変化させることにより調節した。これらの結果から、曲率半径が大きくなると良好な応答が得られ、適度な曲率なら変形したガラス棒をセンサーとして使用できることがわかった。

40

【0042】

（比較例 3）

図 12 に曲率半径 2.1 mm で金を蒸着していないガラス棒の屈折率に対する応答特性を示す。屈折率はエチレングリコールのメタノール溶液の濃度を変化させることにより調節した。ガラス棒において、金薄膜を蒸着しない場合は表面プラズモン共鳴効果が起こらず

50

、応答を示さないことが示された。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施形態に係る液体屈折率測定装置の基本構成を示す図である。

【図2】発光ダイオード11の色による応答特性の相違を示すグラフである。

【図3】光源にHe-Neレーザ、光強度の検出にSi検出器、光マルチメータ、デジタルマルチメータを用いた場合の屈折率に対する応答特性を示すグラフである。

【図4】光源に発光ダイオード、光強度の検出にSi検出器、光マルチメータ、デジタルマルチメータを用いた場合の屈折率に対する応答特性を示すグラフである。

【図5】屈折率：1.330～1.353の範囲における応答特性（検量線）を示すグラフである。 10

【図6】本発明の実施形態に係る装置を用いた蒸留酒中のエタノール濃度の測定結果を示す図である。

【図7】本発明の実施形態に係る装置を用いた場合に得られるエタノール水溶液の検量線及び相対標準偏差を示すグラフである。

【図8】光源にHe-Neレーザ、光強度の検出にSi検出器、光マルチメータ、デジタルマルチメータを用いた場合のエタノール水溶液の検量線及び相対標準偏差を示すグラフである。

【図9】屈折率測定用センサー21として石英ガラス棒の表面に金属膜を形成したものを使用した場合のエタノール水溶液の応答特性を示すグラフである。 20

【図10】屈折率測定用センサー21として石英ガラス棒の表面に金属膜を形成したものを使用し、様々な色の発光ダイオードによる屈折率に対する応答特性を示すグラフである。

【図11】屈折率測定用センサー21としてU字型に変形させた石英ガラス棒の表面に金属膜を形成したものを使用した場合の屈折率に対する応答特性を示すグラフである。

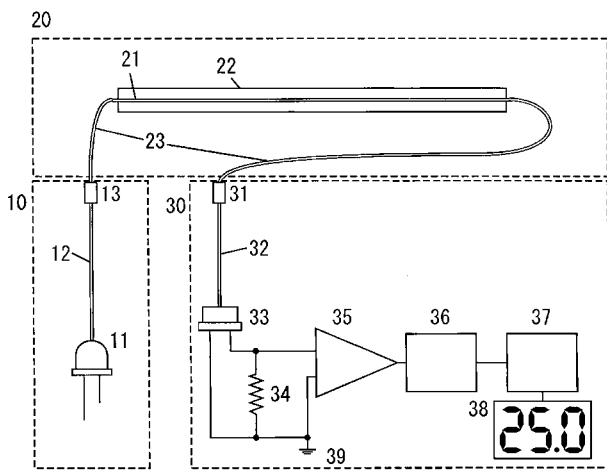
【図12】屈折率測定用センサー21としてU字型に変形させ、金を蒸着していない石英ガラス棒を使用した場合の屈折率に対する応答特性を示すグラフである。

【符号の説明】

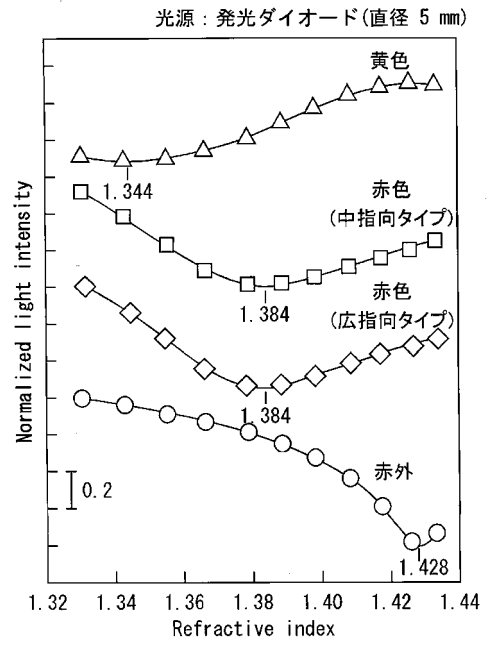
【0044】

- |    |               |    |
|----|---------------|----|
| 10 | 光源部           | 30 |
| 20 | センサー部         |    |
| 30 | 表示部           |    |
| 11 | 発光ダイオード       |    |
| 12 | 信号伝達用光ファイバー   |    |
| 13 | 光ファイバー接続用器具   |    |
| 21 | 屈折率測定用センサー    |    |
| 22 | 屈折率測定用センサー補強材 |    |
| 23 | 信号伝達用光ファイバー   |    |
| 31 | 光ファイバー接続用器具   |    |
| 32 | 信号伝達用光ファイバー   | 40 |
| 33 | 受光素子          |    |
| 34 | 抵抗素子          |    |
| 35 | 増幅部           |    |
| 36 | A/Dコンバータ      |    |
| 37 | 演算部           |    |
| 38 | ディスプレイ        |    |
| 39 | アース           |    |

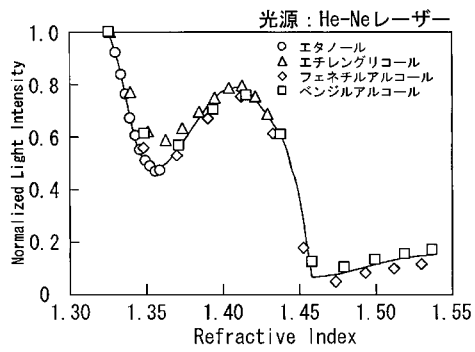
【 図 1 】



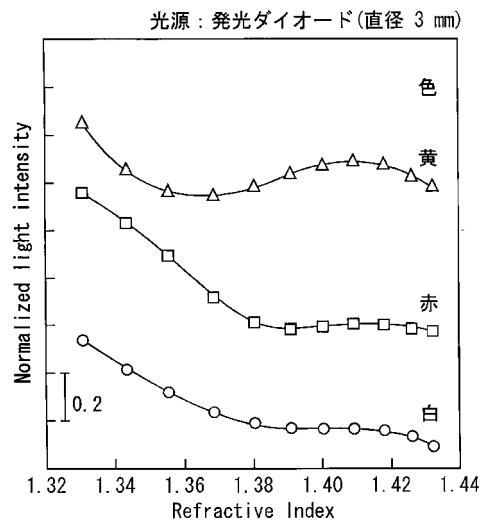
【 図 2 】



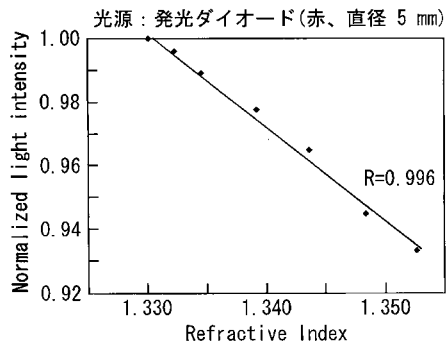
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



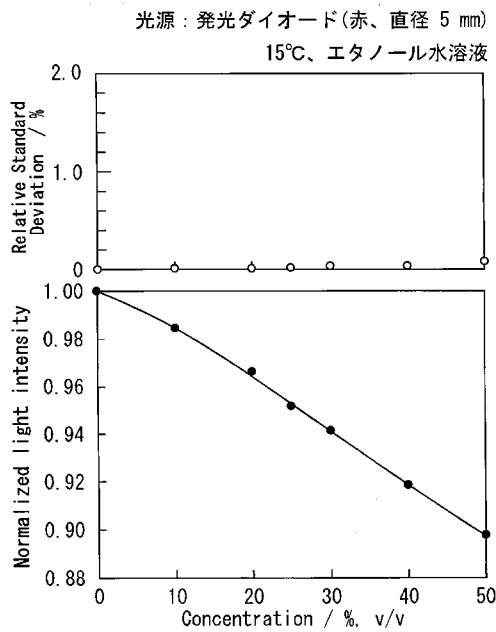
【 図 6 】

エタノール度数の測定結果

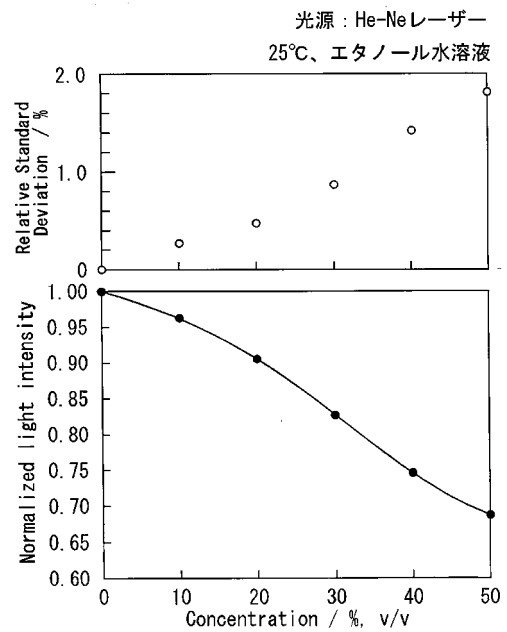
種別	濃度 (15°C、体積%)	公称値
焼酎(白波)	25.3	25度
焼酎(伊佐錦)	25.3	25度
ウイスキー	40.5	40%
ブランデー	40.5	40%
ジン	37.6	37%
ウォッカ	41.1	40%
ラム	41.8	40%
テキーラ	38.3	37%

光源：発光ダイオード(赤、直径 5 mm)

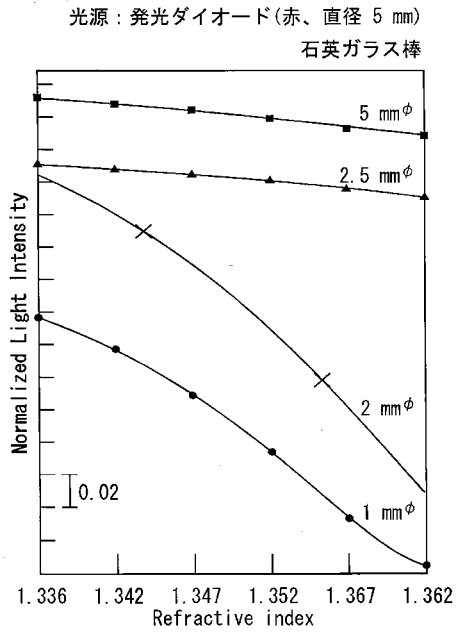
【 図 7 】



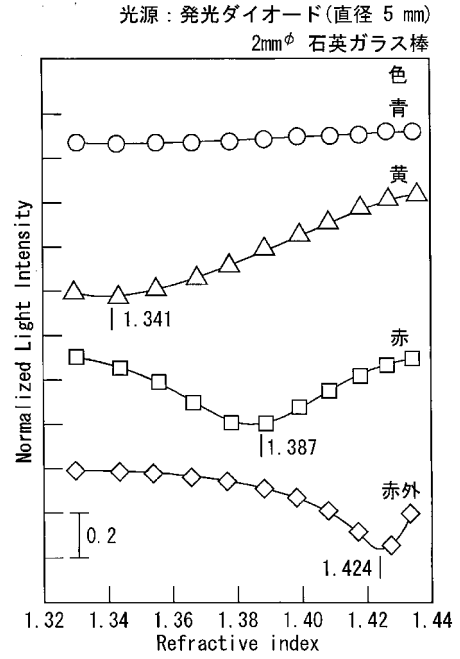
【 図 8 】



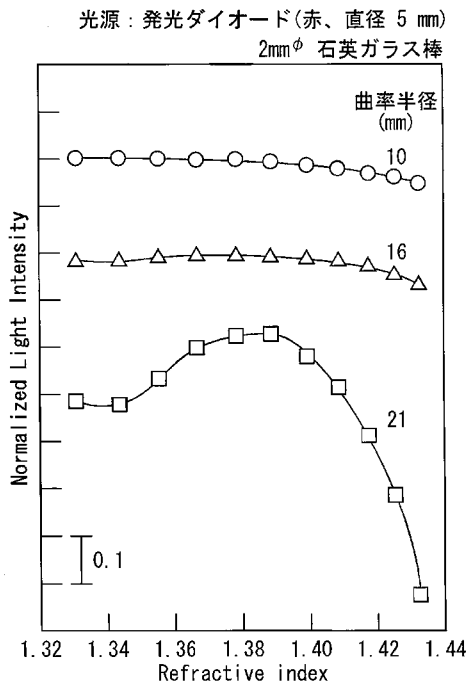
【 図 9 】



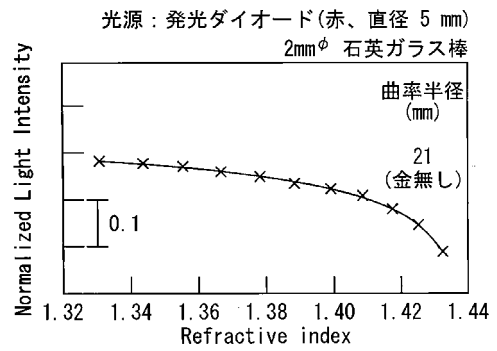
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 平岡 まり子

鹿児島県阿久根市赤瀬川 2 6 6 0 - 4 株式会社佑和内

(72)発明者 川原 稔広

鹿児島県阿久根市赤瀬川 2 6 6 0 - 4 株式会社佑和内

(72)発明者 新垣 直三

鹿児島県阿久根市赤瀬川 2 6 6 0 - 4 株式会社佑和内

Fターム(参考) 2G059 AA02 BB04 DD13 EE04 FF07 GG02 HH02 JJ17 KK01 MM01  
PP04