

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4368535号  
(P4368535)

(45) 発行日 平成21年11月18日(2009.11.18)

(24) 登録日 平成21年9月4日(2009.9.4)

(51) Int. Cl. F I  
 GO 1 N 21/03 (2006.01) GO 1 N 21/03 Z  
 GO 1 N 21/27 (2006.01) GO 1 N 21/27 C

請求項の数 11 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2001-92666 (P2001-92666)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社
(22) 出願日	平成13年3月28日 (2001. 3. 28)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(65) 公開番号	特開2002-296172 (P2002-296172A)	(74) 代理人	100073184 弁理士 柳田 征史
(43) 公開日	平成14年10月9日 (2002. 10. 9)		
審査請求日	平成18年1月13日 (2006. 1. 13)	(74) 代理人	100090468 弁理士 佐久間 剛
(31) 優先権主張番号	特願2000-138604 (P2000-138604)	(72) 発明者	久保 隆 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
(32) 優先日	平成12年5月11日 (2000. 5. 11)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	納谷 昌之 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-212125 (P2000-212125)		
(32) 優先日	平成12年7月13日 (2000. 7. 13)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2001-16633 (P2001-16633)	審査官	横井 亜矢子
(32) 優先日	平成13年1月25日 (2001. 1. 25)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 測定チップ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体ブロックと、  
 この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる薄膜層と、  
 光ビームを発生させる光源と、  
 前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面  
 で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と、  
 前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して全反射減衰の状態を検出する光検出手  
 段とを備えてなる、全反射減衰を利用した測定装置に用いられる測定チップであって、  
 前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記薄膜層が形成される  
 一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形され  
 た1つのブロックとして形成され、  
 この誘電体ブロックに前記薄膜層が一体化されてなることを特徴とする測定チップ。

【請求項2】

誘電体ブロックと、  
 この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜からなる薄膜層と、  
 光ビームを発生させる光源と、  
 前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記金属膜との界面  
 で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と、

前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して、表面プラズモン共鳴による全反射減衰の状態を検出する光検出手段とを備えてなる、全反射減衰を利用した測定装置に用いられる測定チップであって、

前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記金属膜が形成される一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形された1つのブロックとして形成され、

この誘電体ブロックに前記金属膜が一体化されてなることを特徴とする測定チップ。

【請求項3】

誘電体ブロックと、

この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層、およびその上に形成されて試料に接触させられる光導波層からなる薄膜層と、

光ビームを発生させる光源と、

前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記クラッド層との界面で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と

、  
前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して、前記光導波層での導波モードの励起による全反射減衰の状態を検出する光検出手段とを備えてなる、全反射減衰を利用した測定装置に用いられる測定チップであって、

前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記クラッド層が形成される一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形された1つのブロックとして形成され、

この誘電体ブロックに前記クラッド層および光導波層が一体化されてなることを特徴とする測定チップ。

【請求項4】

前記試料保持機構が、前記薄膜層の上側において側方が閉じられた空間を画成する部材からなり、

この部材の内面が、薄膜層から上方に離れるのにつれて側外方に離れる形状とされていることを特徴とする請求項1から3いずれか1項記載の測定チップ。

【請求項5】

前記薄膜層の上側において側方が閉じられた空間を画成する部材の内面と、前記誘電体ブロックの薄膜層が形成される一面とが、滑らかな曲面を介して連続していることを特徴とする請求項4記載の測定チップ。

【請求項6】

前記誘電体ブロックが、ブロックの上下方向に垂直な面内の断面外形形状がほぼ多角形のものでされていることを特徴とする請求項4または5記載の測定チップ。

【請求項7】

前記誘電体ブロックの上下方向に垂直な少なくとも一つの面内で、前記多角形の隅部が丸みを帯びた形状とされていることを特徴とする請求項6記載の測定チップ。

【請求項8】

前記誘電体ブロックが、前記多角形が上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えていることを特徴とする請求項6または7記載の測定チップ。

【請求項9】

前記テーパ状の外形部分をなすブロック側面の、ブロック上下方向軸に対する角度が3~15°の範囲にあることを特徴とする請求項8記載の測定チップ。

【請求項10】

前記誘電体ブロックが、ガラスおよび透明樹脂のいずれかからなることを特徴とする請求項1から9いずれか1項記載の測定チップ。

【請求項11】

前記薄膜層の上に、試料中の特定物質と結合反応を示すセンシング媒体が固定されていることを特徴とする請求項1から10いずれか1項記載の測定チップ。

10

20

30

40

50

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、表面プラズモンの発生を利用して試料中の物質を定量分析する表面プラズモン共鳴測定装置等に用いられる測定チップに関するものである。

【0002】

## 【従来の技術】

金属中においては、自由電子が集団的に振動して、プラズマ波と呼ばれる粗密波が生じる。そして、金属表面に生じるこの粗密波を量子化したものは、表面プラズモンと呼ばれている。

10

【0003】

従来より、この表面プラズモンが光波によって励起される現象を利用して、試料中の物質を定量分析する表面プラズモン共鳴測定装置が種々提案されている。そして、それらの中で特に良く知られているものとして、Kretschmann配置と称される系を用いるものが挙げられる(例えば特開平6-167443号参照)。

【0004】

上記の系を用いる表面プラズモン共鳴測定装置は基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射条件となり、かつ、表面プラズモン共鳴条件を含む種々の入射角が得られるように入射させる光学系と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して表面プラズモン共鳴の状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

20

【0005】

なお上述のように種々の入射角を得るためには、比較的細い光ビームを偏向させて上記界面に入射させてもよいし、あるいは光ビームに種々の角度で入射する成分が含まれるように、比較的太い光ビームを上記界面に収束光あるいは発散光の状態に入射させてもよい。前者の場合は、光ビームの偏向にともなって反射角が変化する光ビームを、光ビームの偏向に同期移動する小さな光検出器によって検出したり、反射角の変化方向に沿って延びるエリアセンサによって検出することができる。一方後者の場合は、種々の反射角で反射した各光ビームを全て受光できる方向に延びるエリアセンサによって検出することができる。

30

【0006】

上記構成の表面プラズモン共鳴測定装置において、光ビームを金属膜に対して全反射角以上の特定入射角  $\theta_{sp}$  で入射させると、該金属膜に接している試料中に電界分布をもつエバネッセント波が生じ、このエバネッセント波によって金属膜と試料との界面に表面プラズモンが励起される。エバネッセント光の波数ベクトルが表面プラズモンの波数と等しくて波数整合が成立しているとき、両者は共鳴状態となり、光のエネルギーが表面プラズモンに移行するので、誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射した光の強度が鋭く低下する。この光強度の低下は、一般に上記光検出手段により暗線として検出される。

【0007】

なお上記の共鳴は、入射ビームがp偏光のときにだけ生じる。したがって、光ビームがp偏光で入射するように予め設定しておく必要がある。

40

【0008】

この全反射減衰(ATR)が生じる入射角  $\theta_{sp}$  より表面プラズモンの波数が分かると、試料の誘電率が求められる。すなわち表面プラズモンの波数を  $K_{sp}$ 、表面プラズモンの角周波数を  $\omega$ 、 $c$  を真空中の光速、 $n_m$  と  $n_s$  をそれぞれ金属、試料の誘電率とすると、以下の関係がある。

【0009】

【数1】

$$K_{SP}(\omega) = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_m(\omega) \epsilon_s}{\epsilon_m(\omega) + \epsilon_s}}$$

試料の誘電率  $\epsilon_s$  が分かれば、所定の較正曲線等に基づいて試料中の特定物質の濃度が分かるので、結局、上記反射光強度が低下する入射角  $\theta_{sp}$  を知ることで、試料中の特定物質を定量分析することができる。

【0010】

上記の系を用いる従来の表面プラズモン共鳴測定装置において、実用上は、試料に接触させる金属膜を測定毎に交換する必要がある。そこで従来は、この金属膜を平坦な板状の誘電体ブロックに固定し、それとは別に前記全反射を生じさせるための光カップラーとしてのプリズム状誘電体ブロックを設け、この後者の誘電体ブロックの一面に前者の誘電体ブロックを一体化するという手法が採用されていた。そのようにすれば、後者の誘電体ブロックは光学系に対して固定としておき、前者の誘電体ブロックと金属膜とを測定チップとして、この測定チップのみを試料毎に交換することが可能となる。

10

【0011】

また、全反射減衰(ATR)を利用する類似の測定装置として、例えば「分光研究」第47巻第1号(1998)の第21~23頁および第26~27頁に記載がある漏洩モードセンサーも知られている。この漏洩モードセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層と、このクラッド層の上に形成されて、試料に接触させられる光導波層と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを上記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックとクラッド層との界面で全反射条件が得られるように種々の角度で入射させる光学系と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して導波モードの励起状態、つまり全反射減衰状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

20

【0012】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、光ビームを誘電体ブロックを通してクラッド層に対して全反射角以上の入射角で入射させると、このクラッド層を透過した後に光導波層においては、ある特定の波数を有する特定入射角の光のみが導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層に取り込まれるので、上記界面で全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。そして導波光の波数は光導波層の上の試料の屈折率に依存するので、全反射減衰が生じる上記特定入射角を知ることによって、試料の屈折率や、それに関連する試料の特性を分析することができる。

30

【0013】

なおこの漏洩モードセンサーを用いる場合も、前述の表面プラズモン共鳴測定装置を用いる場合と同様に、装置の光学系に対して1つの誘電体ブロックを固定する一方、別の誘電体ブロックにクラッド層および光導波層を形成して測定チップとし、この測定チップのみを試料毎に交換することが可能である。

40

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、この交換可能とされた従来の測定チップを用いる場合は、その誘電体ブロックとプリズム状誘電体ブロックとの間に空隙が生じて屈折率が不連続となることを防止するため、それら両誘電体ブロックを屈折率マッチング液を介して一体化する必要が生じる。そのようにして両誘電体ブロックを一体化する作業は非常に煩雑であり、そのため、この従来の測定チップは、測定に際しての取扱い性が良くないものとなっている。特に、測定チップをターゲット等の上に自動装填し、このターゲットを回転させることにより、測定チップを光ビームを受ける測定位置に自動供給して測定を自動化するような場合は、測定チップの装填、取外しに手間取り、それが自動測定の能率向上を妨げる原因となりやすい。

50

## 【0015】

またこの従来の測定チップは、屈折率マッチング液を使用することから、環境に与える悪影響も懸念されている。

## 【0016】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、屈折率マッチング液を使用する必要がなく、そして測定用光学系に対して簡単に交換することができる測定チップを提供することを目的とする。

## 【0017】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による1つの測定チップは、  
前述したような誘電体ブロックと、  
この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる薄膜層と、  
光ビームを発生させる光源と、  
前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と、  
前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して全反射減衰の状態を検出する光検出手段とを備えてなる、全反射減衰を利用した測定装置に用いられる測定チップであって、  
前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記薄膜層が形成される一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形された1つのブロックとして形成され、  
この誘電体ブロックに前記薄膜層が一体化されてなることを特徴とするものである。

## 【0018】

また本発明による別の測定チップは、特に前述の表面プラズモン共鳴測定装置を対象として構成されたものであり、  
誘電体ブロックと、  
この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜からなる薄膜層と、  
光ビームを発生させる光源と、  
前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記金属膜との界面で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と、  
前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して、表面プラズモン共鳴による全反射減衰の状態を検出する光検出手段とを備えてなる表面プラズモン共鳴測定装置に用いられる測定チップにおいて、  
前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記金属膜が形成される一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形された1つのブロックとして形成され、  
この誘電体ブロックに前記金属膜が一体化されてなることを特徴とするものである。

## 【0019】

また本発明によるさらに別の測定チップは、特に前述の漏洩モードセンサーを対象として構成されたものであり、  
誘電体ブロックと、  
この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層、およびその上に形成されて試料に接触させられる光導波層からなる薄膜層と、  
光ビームを発生させる光源と、  
前記光ビームを前記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと前記クラッド層との界面で全反射条件となり、かつ、種々の入射角成分を含むようにして入射させる光学系と、  
前記界面で全反射した光ビームの強度を測定して、前記光導波層での導波モードの励起による全反射減衰の状態を検出する光検出手段とを備えてなる漏洩モードセンサーに用いられる測定チップにおいて、

前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射面、出射面および前記クラッド層が形成される一面の全て、並びに前記薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構を含んで一体成形された1つのブロックとして形成され、

この誘電体ブロックに前記クラッド層および光導波層が一体化されてなることを特徴とするものである。

【0020】

なお上記試料保持機構として具体的には、前記薄膜層の上側において側方が閉じられた空間を画成する部材からなり、この部材の内面が、薄膜層から上方に離れるのにつれて側方に離れる形状とされているものを好適に用いることができる。この形状を採用する場合、薄膜層の上側において側方が閉じられた空間を画成する部材の内面と、誘電体ブロックの薄膜層が形成される一面とは、滑らかな曲面を介して連続していることが望ましい。

10

【0021】

また本発明による測定チップにおいて、上記誘電体ブロックは、ブロックの上下方向（使用状態に配した場合の上下方向。以下、同様）に垂直な面内の断面外形形状が四角形等の多角形となる形とされるのが望ましい。

【0022】

そして、誘電体ブロックにそのような多角形の外形を採用する場合は、誘電体ブロックの上下方向に垂直な少なくとも一つの面内で、その多角形の隅部が丸みを帯びた形状となっていることが望ましい。なお、このように「多角形の隅部が丸みを帯びた」形状として具体的には、誘電体ブロックの隣接する2つの側面どうしが共有する端縁の部分が丸みを帯びた形状と、誘電体ブロックの隣接する2つの側面と底面とが共有する隅部が丸みを帯びた形状とがあり、勿論、それら双方の形状が併せて採用されてもよい。

20

【0023】

また上述のような多角形の外形を採用する場合、誘電体ブロックは、その多角形が上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えていることが望ましい。そして、そのように多角形とテーパ状の外形を採用する場合、テーパ状の外形部分をなすブロック側面の、ブロック上下方向軸に対する角度は3～15°の範囲にあることが望ましい。

【0024】

他方、上記誘電体ブロックを形成するのに好適な材料としては、例えばガラスや透明樹脂を挙げることができる。透明樹脂を用いる場合は、上記試料保持機構も該誘電体ブロックと一体的に成形するのが望ましい。

30

【0025】

一方前記薄膜層の上には、試料中の特定物質と結合反応を示すセンシング媒体が固定されていることが望ましい。

【0026】

【発明の効果】

本発明による測定チップは、誘電体ブロックが、光ビームの入射面、出射面および薄膜層が形成される一面の全てを含む1つのブロック（これは、上述の通り光ビームの入射面および出射面を備えているので、光カップラーとしても機能するものである）として形成され、この誘電体ブロックに薄膜層が一体化されてなるので、この測定チップ全体を光学系に対して装脱するだけで簡単に交換可能となる。

40

【0027】

つまり、従来技術におけるように、光学系に対して固定した光カップラー単体としての誘電体ブロックに別の誘電体ブロックを一体化する構成ではないので、両誘電体ブロックを屈折率マッチング液を介して一体化する必要がなく、この屈折率マッチング液を用いることによる取扱い性の悪さを解消することができる。

【0028】

また、屈折率マッチング液を用いる必要が無ければ、それが環境に悪影響を与えることも防止される。

【0029】

50

一方、特に前述した薄膜層の上に試料を保持する試料保持機構が設けられ、この試料保持機構が、薄膜層の上側において側方が閉じられた空間を画成する部材からなり、この部材の内面が、薄膜層から上方に離れるのにつれて側外方に離れる形状とされている場合は、薄膜層の厚みを均一化する効果を得ることもできる。すなわち、金属膜等からなるこの薄膜層は一般に蒸着によって形成されるので、その場合に試料保持機構を上述のような形状としておけば、蒸着に際して蒸着材料が試料保持機構に遮られて薄膜層の厚みが不均一になることを防止可能である。

【0030】

そして、上記空間を画成する部材の内面に上述の形状を採用する場合、特にこの部材の内面と、誘電体ブロックの薄膜層が形成される一面とが滑らかな曲面を介して連続しているものにあつては、それらを樹脂を用いて一体的に射出成形する際に、成形型からの抜けが良くなるので、不良品の発生が少なく抑えられるようになる。

10

【0031】

一方誘電体ブロックが、その上下方向に垂直な面内の断面外形形状が多角形となる形とされた場合においても、その多角形の隅部が丸みを帯びた形状とされていれば、それを樹脂を用いて一体的に射出成形する際に、成形型からの抜けが良くなるので、不良品の発生が少なく抑えられるようになる。

【0032】

また本発明の測定チップにおいて、上記誘電体ブロックが、ブロックの上下方向に垂直な面内の断面形状が四角形等の多角形で、かつこの多角形が上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えている場合は、このチップを測定装置にセットする際の位置決めが容易化される。

20

【0033】

すなわち、測定装置側の水平な測定台等に四角形等の多角形の孔を形成して、上記テーパ状の外形部分をそこに上から挿し込み、嵌合させてチップをセットするように構成すれば、多角形部分どうしの嵌合であることから、誘電体ブロックがその上下方向に垂直な面内で(つまり水平面内で)自ずと所定の向きにセットされ、そこから動いてしまうこともなくなる。

【0034】

また、上記テーパ状の外形部分を、測定台等に形成された多角形の孔に上から挿し込めば、誘電体ブロックは上述の多角形部分どうしの嵌合がなされる高さ位置で自ずと止まって保持されるから、チップの高さ方向の位置決めも容易になされ得る。

30

【0035】

本発明者の研究によると、上述のように誘電体ブロックのテーパ状の外形部分を利用して位置決めを行なう場合、ブロック側面のブロック上下方向軸に対する角度が3~15°の範囲にあると、位置決め精度が特に高くなることが判明した。その理由は、後に発明の実施の形態に即して詳しく説明する。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップ(以下、単に測定チップという)10を用いる表面プラズモン共鳴測定装置の全体形状を示すものである。また図2はこの装置の要部の側面形状を示し、図3は測定チップ10の斜視形状を示している。

40

【0037】

図1に示す通りこの表面プラズモン共鳴測定装置は、複数の測定チップ10を支持するターンテーブル20と、測定用の光ビーム(レーザビーム)30を発生させる半導体レーザ等のレーザ光源31と、入射光学系を構成する集光レンズ32と、光検出器40と、上記ターンテーブル20を間欠的に回転させる支持体駆動手段50と、この支持体駆動手段50の駆動を制御するとともに、上記光検出器40の出力信号Sを受けて後述の処理を行なうコントローラ60と、試料自動供給機構70とを有している。

50

## 【0038】

上記測定チップ10は図2および図3に示す通り、例えば直方体状に形成された透明誘電体ブロック11と、この誘電体ブロック11の上面に形成された例えば金、銀、銅、アルミニウム等からなる金属膜12と、この金属膜12の上に側方が閉じられた空間を画成する筒状部材からなる試料保持枠13とから構成されている。誘電体ブロック11は、上記金属膜12が形成される面（後述の界面11aを構成する面）と、光ビーム30が入射する面11bと、光ビーム30が出射する面11cとを全てを含む1つのブロックとして形成されている。試料保持枠13の中には、後述のようにして例えば液体の試料15が貯えられる。

## 【0039】

測定チップ10は、誘電体ブロック11と試料保持枠13とを例えば透明樹脂等から一体成形してなるものであり、ターンテーブル20に対して交換可能とされている。交換可能とするためには、例えばターンテーブル20に形成された貫通孔に、測定チップ10を嵌合保持させる等すればよい。なお本例では、金属膜12の上にセンシング媒体14が固定されているが、それについては後に詳述する。

10

## 【0040】

上記透明樹脂の好ましいものとしては、PMMA、ポリカーボネート、非晶性ポリオレフィン、シクロオレフィン等を挙げることができる。その他に、誘電体ブロック11と試料保持枠13とを一体成形する材料として、ガラスも好適である。また誘電体ブロック11を形成する材料として一般には、屈折率が1.45~2.5程度の範囲内にあるものを用いるのが望ましい。その理由は、この屈折率範囲で実用的なSPR共鳴角が得られるからである。

20

## 【0041】

ターンテーブル20は複数（本例では11個）の上記測定チップ10を、その回動軸20aを中心とする円周上に等角度間隔で支持するように構成されている。支持体駆動手段50はステッピングモータ等から構成され、ターンテーブル20を測定チップ10の配置角度と等しい角度ずつ間欠的に回動させる。

## 【0042】

集光レンズ32は図2に示す通り、光ビーム30を集光して収束光状態で誘電体ブロック11に通し、誘電体ブロック11と金属膜12との界面11aに対して種々の入射角が得られるように入射させる。この入射角の範囲は、上記界面11aにおいて光ビーム30の全反射条件が得られ、かつ、表面プラズモン共鳴が生じ得る角度範囲を含む範囲とされる。

30

## 【0043】

なお光ビーム30は、界面11aに対してp偏光で入射する。そのようにするためには、予めレーザ光源31をその偏光方向が所定方向となるように配設すればよい。その他、波長板や偏光板で光ビーム30の偏光の向きを制御してもよい。

## 【0044】

光検出器40は、多数の受光素子が1列に配されてなるラインセンサーから構成されており、受光素子の並び方向が図2中の矢印X方向となるように配されている。

## 【0045】

一方コントローラ60は、支持体駆動手段50からその回動停止位置を示すアドレス信号Aを受けるとともに、所定のシーケンスに基づいてこの支持体駆動手段50を作動させる駆動信号Dを出力する。またこのコントローラ60は、上記光検出器40の出力信号Sを受けるとして信号処理部61と、この信号処理部61からの出力を受けるとして表示部62とを備えている。

40

## 【0046】

試料自動供給機構70は、例えば液体試料を所定量だけ吸引保持するピペット71と、このピペット71を移動させる手段72とから構成されたものであり、所定位置にセットされた試料容器73から試料をピペット71に吸引保持し、所定の停止位置にある測定チップ10の試料保持枠13内にその試料を滴下供給する。

## 【0047】

以下、上記構成の表面プラズモン共鳴測定装置による試料分析について説明する。試料分析に際してターンテーブル20は、前述のように支持体駆動手段50によって間欠的に回動さ

50



れる。そして、ターンテーブル20が停止したとき所定位置に静止した測定チップ10の試料保持枠13に、上記試料自動供給機構70によって試料15が供給される。

【0048】

その後ターンテーブル20が何回か回転してから停止すると、試料保持枠13に試料15を保持している測定チップ10が、その誘電体ブロック11に前記光ビーム30が入射する測定位置（図2中の右側の測定チップ10の位置）に静止する状態となる。この状態のとき、コントローラ60からの指令でレーザ光源31が駆動され、そこから発せられた光ビーム30が前述のように収束する状態で、誘電体ブロック11と金属膜12との界面11aに入射する。この界面11aで全反射した光ビーム30は、光検出器40によって検出される。

【0049】

光ビーム30は、上述の通り収束光状態で誘電体ブロック11に入射するので、上記界面11aに対して種々の入射角  $\theta$  で入射する成分を含むことになる。なおこの入射角  $\theta$  は、全反射角以上の角度とされる。そこで、光ビーム30は界面11aで全反射し、この反射した光ビーム30には、種々の反射角で反射する成分が含まれることになる。ここで、上記集光レンズ32等の光学系は、光ビーム30を界面11aにデフォーカス状態で入射させるように構成されてもよい。そのようにすれば、表面プラズモン共鳴の状態検出（例えば前記暗線の位置測定）の誤差が平均化されて、測定精度が高められる。

【0050】

上述のように光ビーム30が全反射するとき、界面11aから金属膜12側にエバネッセント波がしみ出す。そして、光ビーム30が界面11aに対してある特定の入射角  $\theta_{sp}$  で入射した場合は、このエバネッセント波が金属膜12の表面に励起する表面プラズモンと共鳴するので、この光については反射光強度  $I$  が鋭く低下する。なお図4には、この全反射減衰現象が生じた際の入射角  $\theta$  と反射光強度  $I$  との関係を概略的に示してある。

【0051】

そこで、光検出器40が出力する光量検出信号  $S$  から各受光素子毎の検出光量を調べ、暗線を検出した受光素子の位置に基づいて上記入射角（全反射減衰角）  $\theta_{sp}$  を求め、予め求めておいた反射光強度  $I$  と入射角  $\theta$  との関係曲線に基づけば、試料15中の特定物質を定量分析することができる。コントローラ60の信号処理部61は、以上の原理に基づいて試料15中の特定物質を定量分析し、その分析結果が表示部62に表示される。

【0052】

測定を1つの試料15に対して1回だけ行なう場合は、以上の操作で測定が完了するので、測定を終えた測定チップ10をターンテーブル20から手操作により、あるいは自動排出手段を用いて排出すればよい。一方、1つの試料15に対して測定を複数回行なう場合は、測定終了後も測定チップ10をそのままターンテーブル20に支持させておけば、ターンテーブル20の1回転後に、その測定チップ10に保持されている試料15を再度測定にかけることができる。

【0053】

以上説明した通り、この表面プラズモン共鳴測定装置は、複数の測定チップ10をターンテーブル20に支持させ、このターンテーブル20を移動させて各測定チップ10を順次測定位置に配置するように構成されているから、複数の測定チップ10の各試料保持枠13に保持させた試料15を、ターンテーブル20の移動にともなって次々と測定に供することができる。それにより、この表面プラズモン共鳴測定装置によれば、多数の試料15についての測定を短時間で済ませることが可能になる。

【0054】

また本例の表面プラズモン共鳴測定装置においては、試料自動供給機構70を設けたことにより試料供給に要する時間も短縮して、多数の試料15についての測定をより一層短時間で済ませることが可能になる。

【0055】

また本例では、誘電体ブロック11、金属膜12および試料保持枠13を一体化して測定チップ10を構成し、この測定チップ10をターンテーブル20に対して交換可能としているので、測

10

20

30

40

50

定が終了した試料15を保持している測定チップ10をターンテーブル20から取り外して新しい測定チップ10を該ターンテーブル20に支持させることにより、新しい試料15を次々と測定に供することができ、多数の試料15についての測定をより一層短時間で行なうことが可能になる。

【0056】

この測定チップ10は、従来なされていたように誘電体ブロック11を屈折率マッチング液を介して他の誘電体ブロックと光学的に結合させるような必要はないものである。したがって、この測定チップ10は取扱い性が良く、また屈折率マッチング液が環境に及ぼす悪影響から無縁のものとなり得る。

【0057】

なお金属膜12の表面に固定されているセンシング媒体14は、試料15中の特定物質と結合するものである。このような特定物質とセンシング媒体14との組合せとしては、例えば抗原と抗体とが挙げられる。その場合は、全反射減衰角  $\theta_{sp}$  に基づいて抗原抗体反応を検出することができる。

【0058】

次に、図5を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。図5は、本発明の第2の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップ10'と、それを用いる表面プラズモン共鳴測定装置の側面形状を示すものである。なおこの図5において、図2中の要素と同等の要素には同番号を付し、それらについての説明は特に必要のない限り省略する(以下、同様)。

【0059】

この第2の実施形態による測定チップ10'は、図2および図3に示した測定チップ10と比較すると、センシング媒体14が除かれている点のみが異なるものである。したがってこの場合は、試料15中の特定物質とセンシング媒体14との結合はなされず、試料15中の被測定物質について通常に定量分析がなされる。

【0060】

上述の点以外、測定チップ10'は図2および図3に示した測定チップ10と同じ構成を有するものであり、したがってこの測定チップ10'を用いる場合も、測定チップ10を用いる場合と同様の効果を得ることができる。

【0061】

以上、ターンテーブル20を利用して測定チップを光ビームの照射を受ける測定位置に自動供給し、またそこから自動排出させる場合について説明したが、本発明による測定チップは、そのような自動供給および排出は行なわない表面プラズモン共鳴測定装置において使用することも可能である。例えば図6に側面形状を示す表面プラズモン共鳴測定装置は、レーザ光源31、集光レンズ32および光検出器40に対してアタッチメント80が固定されてなるものであり、この種の装置においては、測定チップ10を手作業でアタッチメント80にセットして測定を行ない、測定終了後は同様に手作業で測定チップ10をアタッチメント80から排出させればよい。

【0062】

また本発明による測定チップは、以上説明した以外の形状に形成することも可能である。図7~10には、本発明のその他の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示してある。

【0063】

図7に側断面形状を示す第3実施形態の測定チップ110は、図3に示した測定チップ10と比べると、誘電体ブロック11の部分の形状は同じで、試料保持枠113の形状が変えられたものである。すなわちこの試料保持枠113の部分は、その内面が、金属膜12から上方に離れるのにつれて側外方に離れるテーパ形状とされている。金属膜12は一般に蒸着によって誘電体ブロック11の上に形成されるが、試料保持枠113を上述のような形状としておけば、この蒸着に際して蒸着金属が試料保持枠113に遮られて金属膜12の厚みが不均一になるような不具合を防止できる。

10

20

30

40

50

## 【0064】

次に図8に斜視形状を示す第4実施形態の測定チップ210は、図3に示した測定チップ10と比べると、誘電体ブロック11の部分の形状は同じで、試料保持枠213の形状が円筒形に変えられたものである。またそれに応じて、金属膜212は円形に形成されている。

## 【0065】

次に図9に斜視形状を示す第5実施形態の測定チップ310において、試料保持枠313は、円柱状の内部空間を画成する形状とされている。それに応じて、金属膜312は円形に形成されている。また誘電体ブロック311は、光入射面311bおよび光出射面311cがそれぞれ球面の一部をなす形状とされている。誘電体ブロック311をこのような形状とすれば、光入射面311bおよび光出射面311cにおいて、光ビーム30に対するレンズ効果を持たせることができる。

10

## 【0066】

次に図10に斜視形状を示す第6実施形態の測定チップ410は、図8に示した測定チップ210と比べると、誘電体ブロック411の部分の形状が変えられたものである。すなわちこの誘電体ブロック411は、光ビーム30の光路から外れた部分が切り取られた形状とされている。誘電体ブロック411をこのような形状とすれば、その材料、つまり例えば前述したガラスや透明樹脂等の使用量を節減することができる。

## 【0067】

次に図11を参照して、本発明の第7実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップ510について説明する。この第7実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ510は、例えば先に挙げたような透明樹脂から形成された誘電体ブロック511からなるものである。この誘電体ブロック511は概略、四角錐の一部を切り取った形状のものであり、したがって、上方(図示のように使用状態に配した場合の上方。以下、同様)に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えたものとなっている。

20

## 【0068】

そしてこの誘電体ブロック511の4つの側面のうち2面は、それぞれ光入射面511b、光出射面511cとされている。これらの光入射面511bおよび光出射面511cは、全体的に透明に形成されてもよいし、光ビームが通過する一部領域のみ透明に形成されてもよい。他方、残りの2つの側面は、光入射面511bおよび光出射面511cと同様に形成されてもよいし、あるいは半透明に形成されてもよい。

30

## 【0069】

また誘電体ブロック511の上面には、上方に向かって次第に径が拡大する、断面円形の試料保持穴511mが形成されている。そしてこの試料保持穴511mの底面には、金属膜512が形成されている。つまり本例では、試料保持穴511mの周囲に位置する誘電体ブロック511の部分が、そのまま試料保持枠を構成している。

## 【0070】

この表面プラズモン共鳴測定チップ510を使用する表面プラズモン共鳴測定装置のターンテーブル20(図1参照)は、図示のように四角形のチップ保持孔20wを有している。このチップ保持孔20wは、誘電体ブロック511の外形に合わせて、上方に向かって断面形状が次第に大きくなるテーパ状とされている。

40

## 【0071】

表面プラズモン共鳴測定チップ510は、上記チップ保持孔20wに上方から挿し込み、嵌合させることによって、ターンテーブル20に保持される。こうして、四角形のチップ保持孔20wと断面四角形の誘電体ブロック511とを嵌合させるのであれば、誘電体ブロック511はその上下方向に垂直な面内で(つまりターンテーブル20の表面と平行な水平面内で)自ずと所定の向きにセットされ、そこから動いてしまうことも無くなる。このように本実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ510は、水平面内での位置決めが極めて容易になされるものである。

## 【0072】

また、上述のようにテーパ状の外形部分を有する誘電体ブロック511をチップ保持孔20w

50

に上方から押し込むと、誘電体ブロック511はチップ保持孔20wと嵌合する高さ位置で自ずと止まって保持されるから、この測定チップ510の高さ方向の位置決めも極めて容易になされ得る。なお本例では、測定チップ510が高さ方向に位置決めされたとき、誘電体ブロック511の、図中に示した2点鎖線よりも下の部分がターンテーブル20から下方に突出するようになっている。

【0073】

次に、本発明の第8実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップについて説明する。図12の(1)および(2)はそれぞれ、本発明の第8実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップ610の斜視形状、側断面形状を示すものである。

【0074】

この第8実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ610は、図11に示したものと比較すると、誘電体ブロック611の上方に試料保持枠613が形成されている点が基本的に異なるものである。この試料保持枠613は誘電体ブロック611と一体的に形成され、円錐の一部を切り取ってその内部にテーパ状の試料保持穴613aを設けた形とされている。そしてこの試料保持穴613aの底面には、金属膜612が形成されている。

【0075】

誘電体ブロック611は、図11に示した誘電体ブロック511と基本的に同様の外形を有するものであり、その4つの側面のうち2面は、それぞれ光入射面611b、光出射面611cとされている。誘電体ブロック611がこのような形状とされているので、本実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ610を図11に示したターンテーブル20のチップ保持孔20wに嵌合、保持させる場合も、先に説明したのと全く同様に、水平面内での位置決めも、また高さ方向の位置決めも容易になされ得る。

【0076】

次に、図13を参照して本発明の第9の実施形態について説明する。この図13は、本発明の第9の実施形態による漏洩モードセンサー用測定チップ700と、それをを用いる漏洩モードセンサーの側面形状を示すものである。

【0077】

この漏洩モードセンサーは基本的に、図2に示した表面プラズモン共鳴測定装置と同様の構成を有するものである。一方測定チップ700は、誘電体ブロック11の一面(図中の上面)にクラッド層701が形成され、さらにその上に光導波層702が形成されてなるものである。

【0078】

誘電体ブロック11は、例えば合成樹脂やBK7等の光学ガラスを用いて形成されている。一方クラッド層701は、誘電体ブロック11よりも低屈折率の誘電体や、金等の金属を用いて薄膜状に形成されている。また光導波層702は、クラッド層701よりも高屈折率の誘電体、例えばPMM Aを用いてこれも薄膜状に形成されている。クラッド層701の膜厚は、例えば金薄膜から形成する場合で36.5nm、光導波層702の膜厚は、例えばPMM Aから形成する場合で700nm程度とされる。

【0079】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、レーザ光源31から出射した光ビーム30を誘電体ブロック11を通してクラッド層701に対して全反射角以上の入射角で入射させると、該光ビーム30が誘電体ブロック11とクラッド層701との界面11aで全反射するが、クラッド層701を透過して光導波層702に特定入射角で入射した特定波数の光は、該光導波層702を導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層702に取り込まれるので、上記界面11aで全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。

【0080】

光導波層702における導波光の波数は、該光導波層702の上の試料15の屈折率に依存するので、全反射減衰が生じる上記特定入射角を知ることによって、試料15の屈折率や、それに関連する試料15の特性を分析することができる。信号処理部61は、以上の原理に基づいて

10

20

30

40

50

試料15中の特定物質を定量分析し、その分析結果が図示外の表示部に表示される。

【0081】

本実施形態の測定チップ700も図2に示した測定チップ10と同様に、誘電体ブロック11を屈折率マッチング液を介して他の誘電体ブロックと光学的に結合させる必要がないものである。したがって、この測定チップ700も取扱い性が良く、また屈折率マッチング液が環境に及ぼす悪影響から無縁のものとなり得る。

【0082】

次に、本発明の第10の実施形態について説明する。図14は本発明の第10の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップ810の斜視形状を示すものであり、また図15の(1)および(2)はそれぞれ、この表面プラズモン共鳴測定チップ810の平面形状、側断面形状を示すものである。

10

【0083】

この第10実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ810は、図11に示したものと比較すると、試料保持穴811mの形が違う点だけが基本的に異なるものである。すなわちこの表面プラズモン共鳴測定チップ810は、例えば先に挙げたような透明樹脂から形成された誘電体ブロック811と金属膜812とからなるものである。誘電体ブロック811は概略、四角錐の一部を切り取った形状のものであり、したがって、上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えたものとなっている。

【0084】

そしてこの誘電体ブロック811の4つの側面のうち2面は、それぞれ光入射面811b、光出射面811cとされている。これらの光入射面811bおよび光出射面811cは、全体的に透明に形成されてもよいし、光ビームが通過する一部領域のみ透明に形成されてもよい。他方、残りの2つの側面は、光入射面811bおよび光出射面811cと同様に形成されてもよいし、あるいは半透明に形成されてもよい。

20

【0085】

また誘電体ブロック811の上面には、上方に向かって次第に径が拡大する、椀形の試料保持穴811mが形成されている。そしてこの試料保持穴811mの底面には、金属膜812が形成されている。つまり本例でも、試料保持穴811mの周囲に位置する誘電体ブロック811の部分が、そのまま試料保持枠を構成している。

【0086】

上記のように誘電体ブロック811を透明樹脂から形成する場合は通常、射出成形が適用されるが、その際には、成形品である誘電体ブロック811が成形から良好に抜けることが求められる。この成形型からの抜けが悪いと、その誘電体ブロック811は不正な形をした不良品になってしまう。図11に示した誘電体ブロック511も、試料保持穴511mがテーパ状に形成されているため、成形型からの抜けはかなり良好である。しかし、試料保持穴511mの周囲のブロック内周面と該穴511mの底面とが急に折れ曲がる形状となっているため、この折れ曲がり部分の成形型からの抜けが悪くなることもある。

30

【0087】

それに対して本実施形態では、試料保持穴811mが椀形に形成されて、試料保持穴811mの周囲のブロック内周面と該穴811mの底面とが滑らかな曲面を介して連続しているので（つまり上述のような折れ曲がり部分は存在しないので）、誘電体ブロック811を射出成形する際に、成形型からの抜けも極めて良好なものとなる。それによりこの誘電体ブロック811は、不良品の発生が少なく抑えられて、歩留まりが高いものとなり得る。

40

【0088】

また本実施形態では、試料保持穴811mが椀形に形成されていることにより、試料保持枠13の内面部分をテーパ形状とした図7の測定チップ110と同様に、誘電体ブロック811の上に金属膜812を蒸着によって形成する際に、蒸着金属が試料保持穴811mの周囲部分に遮られて金属膜812の厚みが不均一になる不具合を防止できる。

【0089】

次に、本発明の第11の実施形態について説明する。図16は本発明の第11の実施形態

50

による表面プラズモン共鳴測定チップ910の斜視形状を示すものであり、また図17の(1)および(2)はそれぞれ、この表面プラズモン共鳴測定チップ910の平面形状、側断面形状を示すものである。

【0090】

この第11実施形態の表面プラズモン共鳴測定チップ910は、図14および図15に示したものと比較すると、試料保持穴911mの形、並びに誘電体ブロック911の外形形状が違う点が基本的に異なるものである。すなわちこの表面プラズモン共鳴測定チップ910は、例えば先に挙げたような透明樹脂から形成された誘電体ブロック911と金属膜912とからなるものである。

【0091】

誘電体ブロック911は概略、四角錐の一部を切り取った形状のものであり、したがって、上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えたものとなっている。この誘電体ブロック911の4つの側面のうち2面は、それぞれ光入射面911b、光出射面911cとされている。

【0092】

そして誘電体ブロック911の上記4つの側面のうち、隣接する2つの側面どうしが共有する端縁の部分は、図17(1)に矢印R1で示すように丸みを帯びた形状とされている。さらに、上記4つの側面と底面とが共有する隅部も、図17(2)に矢印R2で示すように丸みを帯びた形状とされている。つまり誘電体ブロック911の上下方向に垂直な面内の断面外形形状を考えると、図17(2)に矢印V1で示す位置、矢印V2で示す断面位置の双方において、この断面外形形状は隅部が丸みを帯びた四角形状となっている。

【0093】

誘電体ブロックを樹脂を用いて射出成形によって形成する場合、上記隣接する2つの側面どうしが共有する端縁の部分や、4つの側面と底面とが共有する隅部が角張った形になっていると、誘電体ブロックの成形型からの抜けが悪いことがある。それに対して本実施形態の誘電体ブロック911は、上記端縁や隅部が丸みを帯びた形状とされているので、射出成形の際の成形型からの抜けが極めて良好なものとなる。それによりこの誘電体ブロック911は、不良品の発生が少なく抑えられて、歩留まりが高いものとなり得る。

【0094】

なお、以上説明した第10および11の実施形態における誘電体ブロック811、911の外形形状は、表面プラズモン共鳴測定チップに限らず、図13に示したような漏洩モードセンサー用測定チップに対しても適用可能であって、その場合にも上述と同様の効果を奏するものである。

【0095】

次に、上記図11、12、14、16図の測定チップのように、誘電体ブロックを、その上下方向に垂直な面内の断面外形形状がほぼ多角形となり、かつ該多角形が上方に向かって次第に大きくなるテーパ状の外形部分を備えるように構成する場合の、好ましいテーパ角の範囲について説明する。

【0096】

この、好ましいテーパ角の範囲を調べるために、図18に示す測定系を使用した。この測定系は、基本的には図1に示した表面プラズモン共鳴測定装置と同様のものであり、ターンテーブル20のチップ保持孔20wに図16、17に示した測定チップ910を保持し、該ターンテーブル20を回転させて測定チップ910を測定位置（光ビーム30の照射を受ける位置）に順次配置する。なお、光ビーム30を発する図示外の光源や光検出器40は、図2に示したものと同一のものである。

【0097】

そして表面プラズモン共鳴測定チップ910として、それを構成する誘電体ブロック911の4つの側面とブロック上下方向軸とがなす角度（テーパ角度）がそれぞれ1, 3, 7, 10, 15, 20°のものを用意するとともに、この角度が0°つまりテーパ形状ではないものを用意し、この角度に合わせて上記チップ保持孔20wの傾斜角を定めた7種のターン

10

20

30

40

50

テーブル20を各測定チップ毎に取り替えて使用した。またこの際、測定チップ910の金属膜912の上にはセンシング媒体14を固定し、それと結合する特定物質を含む試料15を使用した。

【0098】

光ビーム30のうち、図4に示す全反射減衰角  $\theta_{sp}$  で誘電体ブロック911と金属膜912との界面に入射した成分については反射光強度が極端に低下し、それは全反射光内での暗線Dとして観察される。そして、上記試料15中の特定物質とセンシング媒体14とが結合すると、センシング媒体14の屈折率が変化することにより、結合前と比較して全反射減衰角  $\theta_{sp}$  が変化する。この全反射減衰角  $\theta_{sp}$  の変化は通常0.1~1.0°程度であり、これを正しく検出するためには、測定チップ910の位置変動等による全反射減衰角  $\theta_{sp}$  の測定値の変動を0.1~1.0°の1/10以下に抑えることが必要である。つまり、広範な表面プラズモン共鳴測定に対応可能とするためには、測定値の変動を0.1°の1/10以下である0.01°以下に抑えることが必要である。

10

【0099】

ターンテーブル20のチップ保持孔20wに対して測定チップ910は、そのテーパ状の外形形状を利用して位置決めされるが、ターンテーブル20が回動されるのに伴って該測定チップ910が微小ながら上下方向に動いてしまうことがある。この測定チップ910の位置変動は、上記全反射減衰角  $\theta_{sp}$  の測定値の変動となって現れる。前述のように各々構成された6通りの測定チップ910およびテーパ状の外形形状を持たない測定チップについて、センシング媒体14と試料15中の特定物質との結合が安定した後、ターンテーブル20を1回転させて、その前後の全反射減衰角  $\theta_{sp}$  の測定値の変動を調べた結果を図19に示す。ここに示される通り、測定値の変動が上述の0.01°以下に抑えられるのは上記テーパ角度  $\theta$  が3~15°の範囲にある場合であるから、正確な測定値を得るといふ観点からは、この範囲にテーパ角度  $\theta$  を設定するのが望ましい。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを用いる表面プラズモン共鳴測定装置の全体図

【図2】図1の表面プラズモン共鳴測定装置の要部を示す一部破断側面図

【図3】本発明の第1の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図

【図4】表面プラズモン共鳴測定装置における光ビーム入射角と、光検出器による検出光強度との概略関係を示すグラフ

30

【図5】本発明の第2の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを用いる表面プラズモン共鳴測定装置の要部を示す一部破断側面図

【図6】本発明の表面プラズモン共鳴測定チップを用いる表面プラズモン共鳴測定装置の他の例を示す一部破断側面図

【図7】本発明の第3の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す側断面図

【図8】本発明の第4の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図

【図9】本発明の第5の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図

【図10】本発明の第6の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図

【図11】本発明の第7の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図

40

【図12】本発明の第8の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す斜視図(1)と側断面図(2)

【図13】本発明の第9の実施形態による測定チップと、それを用いる漏洩モードセンサーの要部を示す一部破断側面図

【図14】本発明の第10の実施形態による測定チップを示す斜視図

【図15】上記第10の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す平面図(1)と側断面図(2)

【図16】本発明の第11の実施形態による測定チップを示す斜視図

【図17】上記第11の実施形態による表面プラズモン共鳴測定チップを示す平面図(1)と側断面図(2)

50

【図18】誘電体ブロックの好ましいテーパ角度を調べる装置を示す一部破断側面図

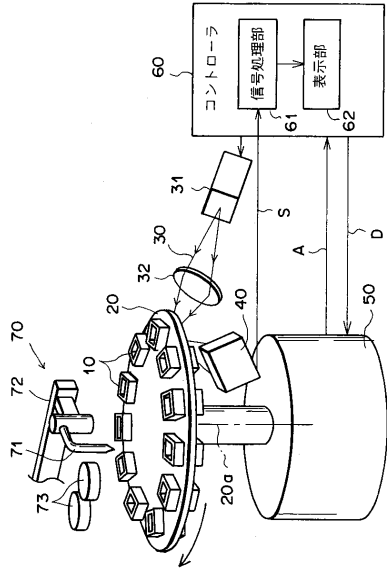
【図19】上記好ましいテーパ角度を調べた結果を示すグラフ

【符号の説明】

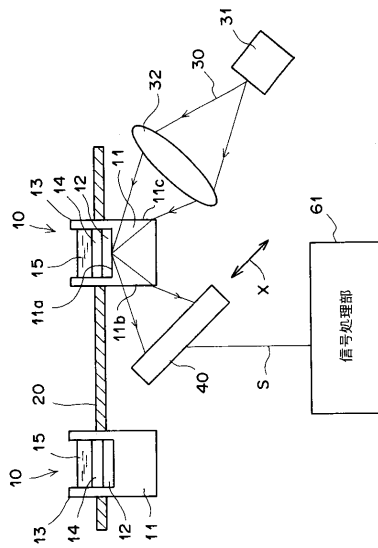
- |                                     |                 |    |
|-------------------------------------|-----------------|----|
| 10、10'                              | 表面プラズモン共鳴測定チップ  |    |
| 11                                  | 誘電体ブロック         |    |
| 11 a                                | 誘電体ブロックと金属膜との界面 |    |
| 11 b                                | 誘電体ブロックの光入射面    |    |
| 11 c                                | 誘電体ブロックの光出射面    |    |
| 12                                  | 金属膜             |    |
| 13                                  | 試料保持枠           | 10 |
| 14                                  | センシング媒体         |    |
| 15                                  | 試料              |    |
| 20                                  | ターンテーブル         |    |
| 20 w                                | ターンテーブルのチップ保持孔  |    |
| 30                                  | 光ビーム            |    |
| 31                                  | レーザ光源           |    |
| 32                                  | 集光レンズ           |    |
| 40                                  | 光検出器            |    |
| 50                                  | 支持体駆動手段         |    |
| 60                                  | コントローラ          | 20 |
| 61                                  | 信号処理部           |    |
| 62                                  | 表示部             |    |
| 70                                  | 試料自動供給機構        |    |
| 80                                  | アタッチメント         |    |
| 110、210、310、410、510、610、810、910     | 表面プラズモン共鳴測定チップ  |    |
| 113、213、313、613                     | 試料保持枠           |    |
| 212、312、512、612、812、912             | 金属膜             |    |
| 311、411、511、611、811、911             | 誘電体ブロック         |    |
| 311 b、411 b、511 b、611 b、811 b、911 b | 誘電体ブロックの光入射面    |    |
| 311 c、411 c、511 c、611 c、811 c、911 c | 誘電体ブロックの光出射面    | 30 |
| 511 m、613 a、811 m、911 m             | 試料保持穴           |    |
| 700                                 | 漏洩モードセンサー用測定チップ |    |
| 701                                 | クラッド層           |    |
| 702                                 | 光導波層            |    |



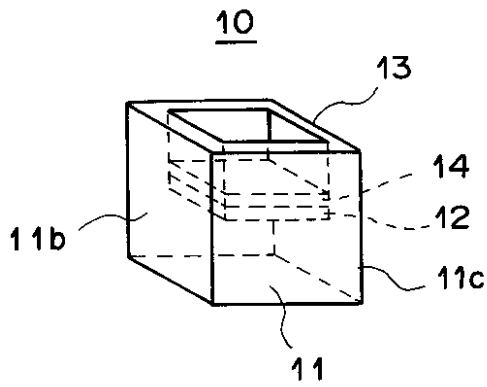
【図1】



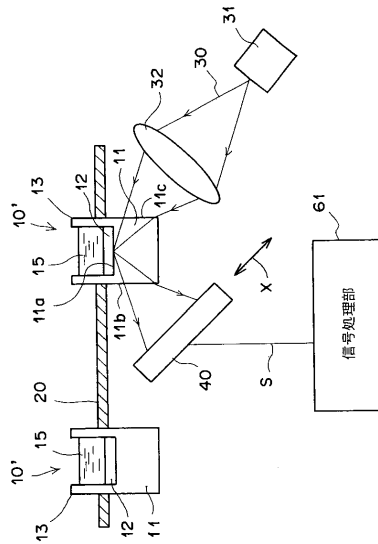
【図2】



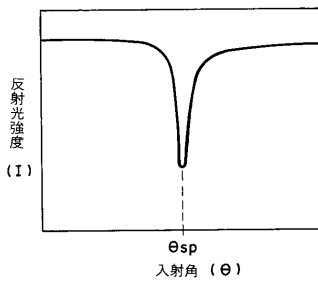
【図3】



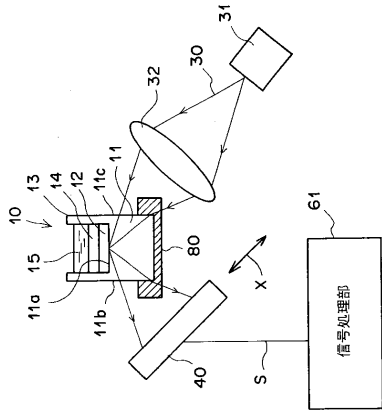
【図5】



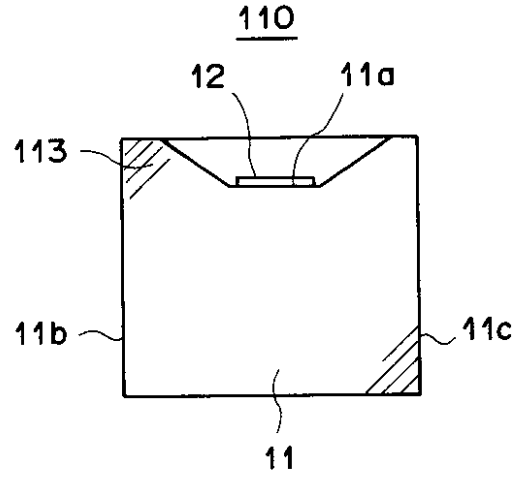
【図4】



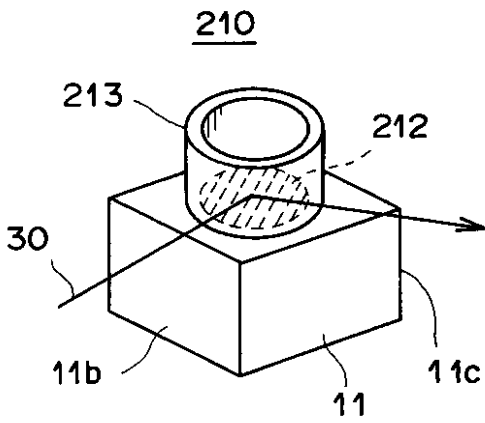
【図6】



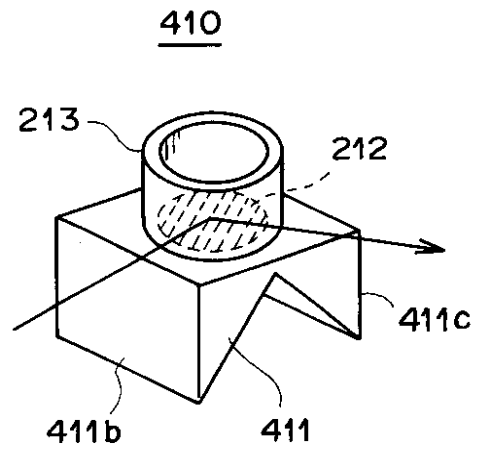
【図7】



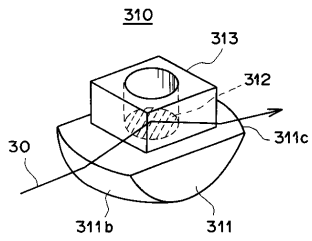
【図8】



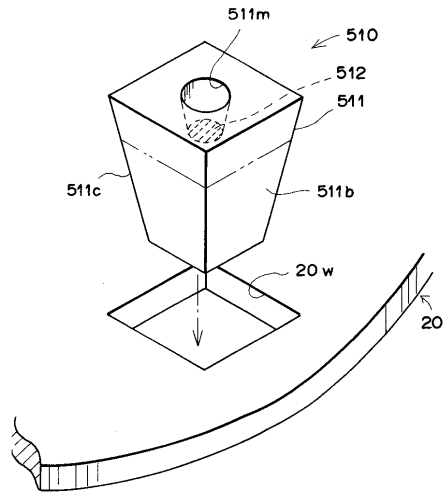
【図10】



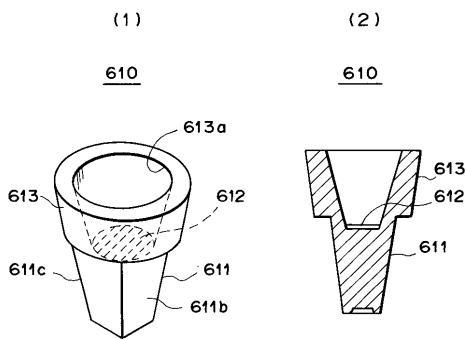
【図9】



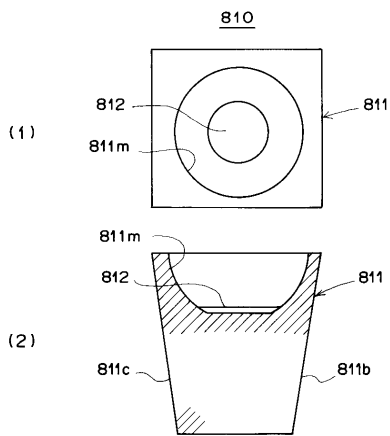
【図 1 1】



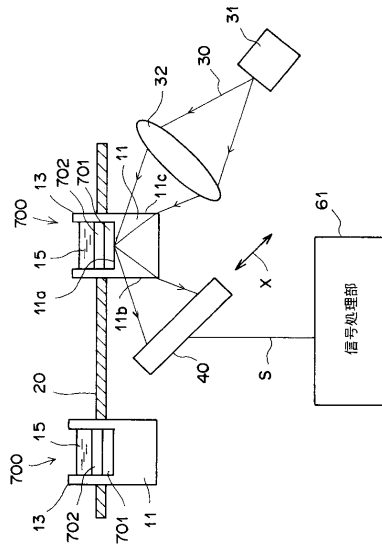
【図 1 2】



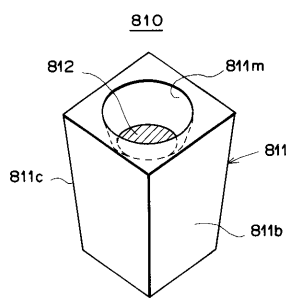
【図 1 5】



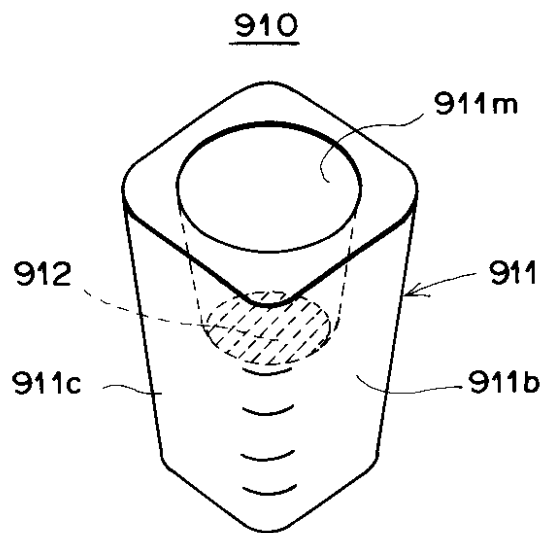
【図 1 3】



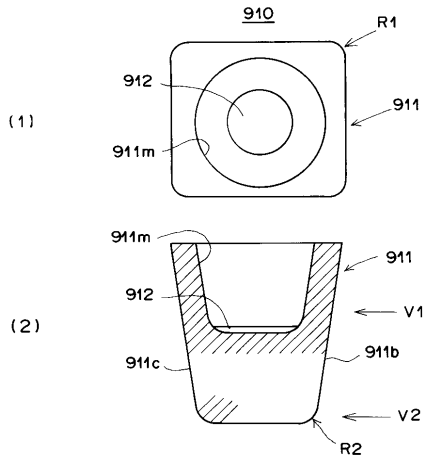
【図 1 4】



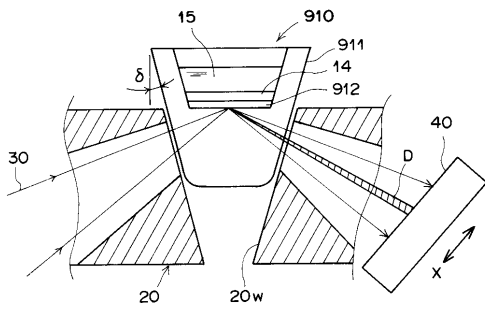
【図 1 6】



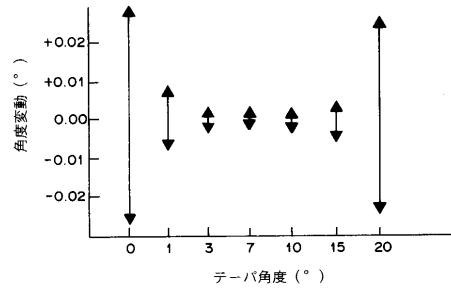
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-174693(JP,A)  
特開平09-257701(JP,A)  
特開平01-308946(JP,A)  
特開平10-300667(JP,A)  
特開平08-261925(JP,A)  
特開昭62-045733(JP,A)  
特開2000-065730(JP,A)  
特開2000-065729(JP,A)  
特開2000-019100(JP,A)  
特表平04-503566(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00-21/74