

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I        | テ-マコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|------------|--------------------------|
| G01N 21/27                |      | G01N 21/27 | C 2G059                  |
| 21/01                     |      | 21/01      | Z                        |

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全7頁)

|          |                                 |         |  |
|----------|---------------------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願2002 - 14701( P 2002 - 14701) | (71)出願人 | 396020800<br>科学技術振興事業団<br>埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号            |
| (22)出願日  | 平成14年 1 月23日(2002.1.23)         | (71)出願人 | 591243103<br>財団法人神奈川科学技術アカデミー<br>神奈川県川崎市高津区坂戸 3 丁目 2 番 1 号 |
|          |                                 | (71)出願人 | 392017303<br>システム・インスツルメンツ株式会社<br>東京都八王子市小宮町776 - 2        |
|          |                                 | (74)代理人 | 100066452<br>弁理士 八木田 茂 (外3名)                               |

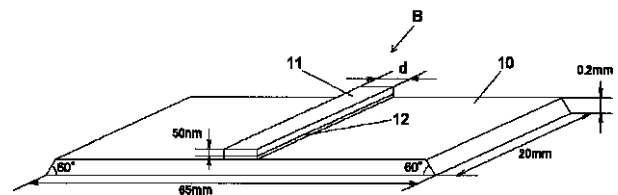
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表面プラズモン共鳴測定装置並びに表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置

(57) 【要約】

【課題】 表面プラズモン共鳴現象以外の測定、具体的には、光吸収スペクトルの測定を同じ装置内で行うことが可能になる表面プラズモン共鳴測定装置及び実際に表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトルの両方を測定可能にした表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置を提供すること。

【解決手段】 本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置は、金属薄膜が形成されたスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記金属薄膜上に試料を配置し、前記光源手段を用いてスラブ型導波路内に白色光を入射してスラブ型導波路を伝搬させ、試料が配置された金属薄膜において表面プラズモン現象を生じさせ、前記光検出手段を用いて該スラブ型導波路から出射した光から表面プラズモン現象による白色光のスペクトル変化を検出し、該検出結果から試料の屈折率を測定するように構成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】金属薄膜が形成されたスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路と、  
前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、  
前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、  
前記金属薄膜上に試料を配置し、  
前記光源手段を用いてスラブ型導波路内に白色光を入射してスラブ型導波路を伝搬させ、  
試料が配置された金属薄膜において表面プラズモン現象を生じさせ、  
前記光検出手段を用いて該スラブ型導波路から出射した光から表面プラズモン現象による白色光のスペクトル変化を検出し、  
該検出結果から試料の屈折率を測定するように構成したことを特徴とする表面プラズモン共鳴測定装置。

【請求項 2】スラブ型導波路の光入射面及び光出射面を斜めに傾斜させたことを特徴とする請求項 1 に記載の表面プラズモン共鳴測定装置。

【請求項 3】前記光入射面及び光出射面の傾斜角度が 60°であることを特徴とする請求項 2 に記載の表面プラズモン共鳴測定装置。

【請求項 4】スラブ型導波路を着脱可能に取り付けできる測定部と、  
前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、  
前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、  
前記測定部に、  
金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる表面プラズモン共鳴測定用スラブ型導波路と、  
金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる光吸収スペクトル測定用スラブ型導波路とを交換可能に配置できるように構成したことを特徴とする表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置。

【請求項 5】スラブ型導波路を配置できる測定部と、  
前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、  
前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、  
前記測定部に、  
金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成された表面プラズモン共鳴測定部分と、  
金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成された光吸収スペクトル測定部分とを有するスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路を設け、

光がスラブ型導波路内で表面プラズモン共鳴測定部分又は光吸収スペクトル測定部の何れか一方を選択的に通過できるように測定部及びノ又は光源手段を移動可能に構成したことを特徴とする表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スラブ型導波路を用いて試料の屈折率を測定するように構成した表面プラズモン共鳴センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、金や銀等の金属薄膜表面に発生する表面プラズモン共鳴現象を利用して物質の状態測定を行うことが提案されている。表面プラズモンとは、金属 - 誘電体界面に生じる電子の疎密波の一種であり、その波数は試料の厚さや光学特性（誘電率、屈折率）によって変化する。この変化を直接測定することはできないため、表面プラズモン共鳴を利用した測定方法では、プリズムの底面に金や銀等の金属を堆積して金属薄膜を形成し、その金属薄膜の表面に試料を直接接触させた状態で、タングステンランプ、ハロゲンランプ、発光ダイオード（LED）、スーパーミネッセントダイオード（SLD）、レーザーなどの光を前記金属薄膜の裏面、即ち、試料の反対面から当ててエバネッセント波を発生させ、このエバネッセント波が表面プラズモンと共鳴することに起因した減光により生じる暗線の角度の角度変化から屈折率の変化を測定することで金属薄膜表面に接触させた試料の状態変化を間接的に測定するのが一般的な方法となっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】最近、光吸収変化に基づく表面プラズモン共鳴測定が、バイオ・化学センシングや材料評価で大変有効であることが示されている。その場合、上記した従来の表面プラズモン共鳴センサー装置は屈折率の実部変化を測定する装置として設計されているため、光吸収変化による複素屈折率変化を測定する原理に基づいた表面プラズモン共鳴センサーには必ずしも適した設計となっていない問題点があった。発明者等は、上記した問題点を考慮しながら、表面プラズモン共鳴現象以外にも、光吸収に関する測定を同じ装置で行うことが可能な表面プラズモン共鳴測定の研究を進め本発明を発明するに至った。本発明は、表面プラズモン共鳴現象以外の光吸収に関係する測定、具体的には、光吸収スペクトルの測定を同じ装置内で行うことが可能になる表面プラズモン共鳴測定装置及び実際に表面プラズモン共鳴測定及び光吸収スペクトル測定の両方を測定可能にした表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置を提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成する

ために、本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置は、金属薄膜が形成されたスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記金属薄膜上に試料を配置し、前記光源手段を用いてスラブ型導波路内に白色光を入射してスラブ型導波路を伝搬させ、試料が配置された金属薄膜において表面プラズモン現象を生じさせ、前記光検出手段を用いて該スラブ型導波路から出射した光から表面プラズモン現象による白色光のスペクトル変化を検出し、該検出結果から試料の屈折率を測定するように構成したことを特徴としている。また、本発明に係る表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置は、スラブ型導波路を着脱可能に取り付けできる測定部と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記測定部に、金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる表面プラズモン共鳴測定用スラブ型導波路と、金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる光吸収スペクトル測定用スラブ型導波路とを交換可能に配置できるように構成したことを特徴とする。また、本発明に係る別の表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置は、スラブ型導波路を配置できる測定部と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記測定部に、金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成された表面プラズモン共鳴測定部分と、金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成された光吸収スペクトル測定部分とを有するスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路を設け、光がスラブ型導波路内で表面プラズモン共鳴測定部分又は光吸収スペクトル測定部の何れか一方を選択的に通過できるように測定部及び/又は光源手段を移動可能に構成したことを特徴とするものである。

#### 【 0 0 0 5 】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に示した幾つかの実施例を参照して本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置の実施の形態について説明する。

【 0 0 0 6 】図 1 は、本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置の一実施例の構成を示す模式図である。図面に示すように、この測定装置は、光源手段 A、スラブ型導波路 B 及び光検出手段 C とを備えている。光源手段 A は、光源 1 からレンズ 2、光チョッパー 3、レンズ 4、

入射用光ファイバ 5、及び集光レンズ 6 を介して白色光をスラブ型導波路内に入射できるように構成されている。本実施例では、前記光ファイバ 5 は、コア径が 4 0 0  $\mu\text{m}$  のものを用いた。スラブ型導波路 B は、図 2 に示すように、断面台形の透明基板 1 0 上に、金属薄膜層 1 1 を形成してなる。本実施例では、基板 1 0 は長さが 6 5 mm、幅が 2 0 mm の石英のガラス板を厚さが 0 . 2 mm になるまで研磨したものを使用した。基板 1 0 の光入射面及び光出射面は図 2 に示すように 6 0 ° の角度で斜めに傾斜した。このように光入射面を傾斜させておくことにより、光の入射角度を制御し易くなり、プリズム等を別途設ける必要がなくなる。また、金属薄膜層 1 1 は、金から成り、基板 1 0 上にチタン 1 2 を介して設けられている。尚、本実施例では、チタン 1 2 の厚みは 3 nm であり、金属薄膜層 1 1 の厚みは 5 0 nm である。光検出手段 C は、出射用ファイバ 2 0、出射用レンズ 2 1、分光器 2 2、光電子増倍管 2 3、増幅器 2 4 及びコンピュータ 2 5 からなる。上記したように構成された測定装置においては、光源 1 から発射された白色光がレンズ 2、光チョッパー 3 及びレンズ 4 を介して光ファイバ 5 に導入される。導入された光は光ファイバ 5 を通り集光レンズ 6 で集光された後、直線偏光子 7 を介して P 偏光の光に偏光されて適当な角度でスラブ型導波路 B 内に入射される。導波路 B 内に入射された光は、導波路 B 内で全反射を繰り返した後、導波路 B から出射する。この導波路 B 内を通過する過程において、P 偏光の光が金属薄膜層 1 1 で反射する時に表面プラズモン共鳴現象が生じる。導波路 B から出射した光は、出射用レンズ 2 1 を介して出射用ファイバ 2 0 に導入され、この光ファイバ 2 0 によって分光器 2 2 に送られ、分光器 2 2 によって分光された後、光電子増倍管 2 1 及び増幅器 2 2 を介してコンピュータ 2 5 に入力される。コンピュータ 2 5 では入力データに基づいて、白色光のスペクトル変化を検出し、このスペクトル変化に基づいて、金属薄膜層 1 1 上にのせられた試料の屈折率を算出する。

【 0 0 0 7 】図 3 ~ 図 5 に、上記したように構成された測定装置を用いて、水の屈折率を測定した実験結果を示す。図 3 は、金属薄膜層 1 1 の幅 d を 1 . 0 mm とし、入射光の入射面に対する角度を 1 ° 単位で 7 ° ~ 1 6 ° まで振った実験結果であり、図 4 は、金属薄膜層 1 1 の幅 d を 1 . 5 mm とし、入射光の入射面に対する角度を 1 ° 単位で 4 ° ~ 1 7 ° まで振った実験結果であり、図 5 は、金属薄膜層 1 1 の幅 d を 2 . 0 mm とし、入射光の入射面に対する角度を 1 ° 単位で 3 ° ~ 1 6 ° まで振った実験結果である。図 3 ~ 図 5 に示すように、各実験共、表面プラズモン共鳴現象による反射率の谷間が顕著に表れ、これにより金属薄膜層 1 1 上にのせた試料の屈折率が測定できることが分かる。

【 0 0 0 8 】以上説明した実施例では、測定装置を表面プラズモン共鳴測定用として用いた例を示しているが、

図 1 に示す構成を備えた測定装置であれば、スラブ型導波路 B を、図 6 に示す構造のものに取り替えるだけで、光吸収スペクトルを測定することが可能である。図 6 に示すスラブ型導波路は、基板 30 上に帯状に試料 31 を載せた部分と、試料を載せていない参照部分 32 とを備え、試料 31 を載せた部分と載せていない参照部分 32 を比較することで試料の光吸収スペクトルがコンピュータ 25 で算出できる。また、スラブ型導波路を、図 7 に示すように構成すれば、一枚のスラブ型導波路で、表面プラズモン共鳴測定と光吸収スペクトル測定の両方を行うことができる。図 7 に示すスラブ型導波路は、基板 40 上に、金属薄膜層を形成した表面プラズモン共鳴測定部分 41 と、金属薄膜層を備えていない光吸収スペクトル測定部分 42 とを備えているので、スラブ型導波路を幅方向に移動可能に構成するか、又は、光源手段 A 及び光検出手段 C を導波路の幅方向に移動可能に構成するだけで、表面プラズモン共鳴測定と光吸収スペクトル測定の両方を行うことが可能になる。

【0009】スラブ型導波路の寸法及び金属薄膜層の寸法は、本実施例に限定されることなく、好ましくは、以下の寸法範囲から任意に選択され得る。

スラブ型導波路

幅 : 3mm ~ 200mm

厚み : 0.01mm ~ 10mm

金属薄膜層

厚さ : 20nm ~ 80nm

幅 : 0.01mm ~ 10mm

【0010】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置は、金属薄膜が形成されたスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記金属薄膜上に試料を配置し、前記光源手段を用いてスラブ型導波路内に白色光を入射してスラブ型導波路を伝搬させ、試料が配置された金属薄膜において表面プラズモン現象を生じさせ、前記光検出手段を用いて該スラブ型導波路から出射した光から表面プラズモン現象による白色光のスペクトル変化を検出し、該検出結果から試料の屈折率を測定するように構成しているため、単にスラブ型導波路を金属薄膜層がないものに変更するだけで、光吸収スペクトル測定を行うことが可能になるので、従来のように表面プラズモン測定専用の装置を組み立てる必要がなくなり、測定装置を多目的に利用することが可能になるという効果を奏する。また、本発明に係る表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置は、スラブ型導波路を着脱可能に取り付けできる測定部と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段

と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記測定部に、金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる表面プラズモン共鳴測定用スラブ型導波路と、金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成されたスラブ型の透明な基板からなる光吸収スペクトル測定用スラブ型導波路とを交換可能に配置できるように構成しているので、実際に、一つの装置で表面プラズモン共鳴と光吸収スペクトルの両方を測定することが可能になるという効果を奏する。さらに、本発明に係る別の表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトル測定装置は、スラブ型導波路を配置できる測定部と、前記スラブ型導波路に光ファイバを介して白色光を導入するように構成された光源手段と、前記スラブ型導波路内を伝搬した後、該スラブ型導波路から出射する光を検出し分析する光検出手段とを備え、前記測定部に、金属薄膜層を備え、該金属薄膜上に試料を配置できるように構成された表面プラズモン共鳴測定部分と、金属薄膜層を備えてなく、その上に直接試料を配置できるように構成された光吸収スペクトル測定部分とを有するスラブ型の透明な基板からなるスラブ型導波路を設け、光がスラブ型導波路内で表面プラズモン共鳴測定部分又は光吸収スペクトル測定部の何れか一方を選択的に通過できるように測定部及び/又は光源手段を移動可能に構成しているため、基板の取り替え作業の必要なしに表面プラズモン共鳴と光吸収スペクトルの測定を行うことが可能になり、完全に同じ条件下で同一の試料についての表面プラズモン共鳴及び光吸収スペクトルの測定を行うことが可能になるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る表面プラズモン共鳴測定装置の一実施例の公正を示す模式図

【図 2】 スラブ型導波路の概略斜視図

【図 3】 金属薄膜層 11 の幅 d を 1.0mm として水を測定した結果を示すグラフ

【図 4】 金属薄膜層 11 の幅 d を 1.5mm として水を測定した結果を示すグラフ

【図 5】 金属薄膜層 11 の幅 d を 2.0mm として水を測定した結果を示すグラフ

【図 6】 光吸収スペクトル測定用のスラブ型導波路の概略斜視図

【図 7】 スラブ型導波路の別の実施例の概略斜視図

【符号の説明】

A 光源手段

1 光源

2 レンズ

3 光チョッパー

4 レンズ

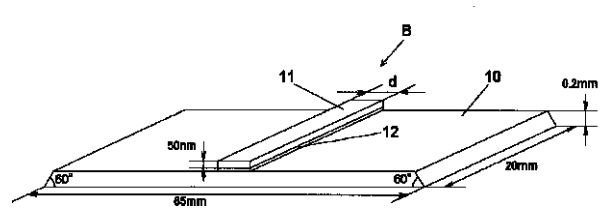
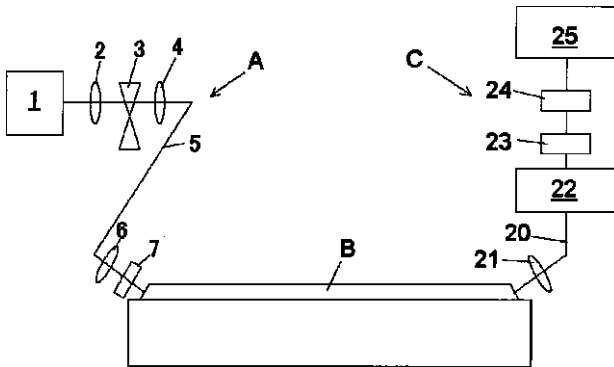
5 入射用光ファイバ

- 6 集光レンズ
- B スラブ型導波路
- 10 基板
- 11 金属薄膜層
- 12 チタン層
- C 光検出手段
- 20 出射用ファイバ
- 21 出射用レンズ
- 22 分光器

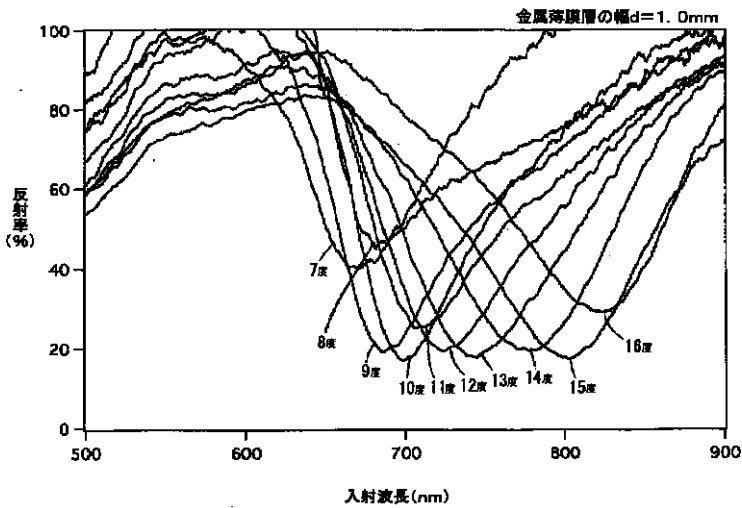
- 23 光電子増倍管
- 24 増幅器
- 25 コンピュータ
- 30 基板
- 31 試料
- 32 参照部分
- 40 基板
- 41 表面プラズモン共鳴測定部分
- 42 光吸収スペクトル測定部分

【図1】

【図2】

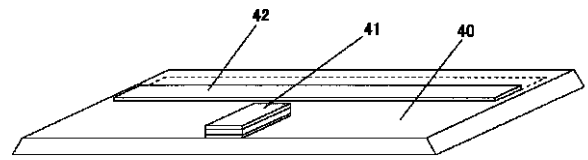
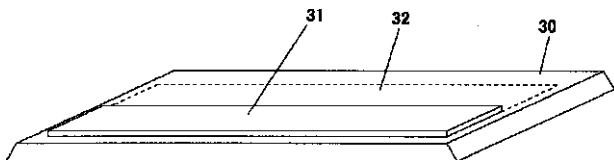


【図3】

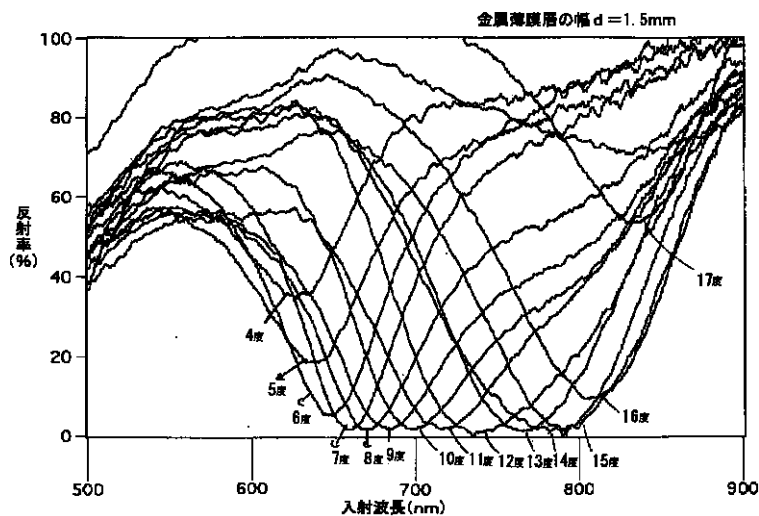


【図6】

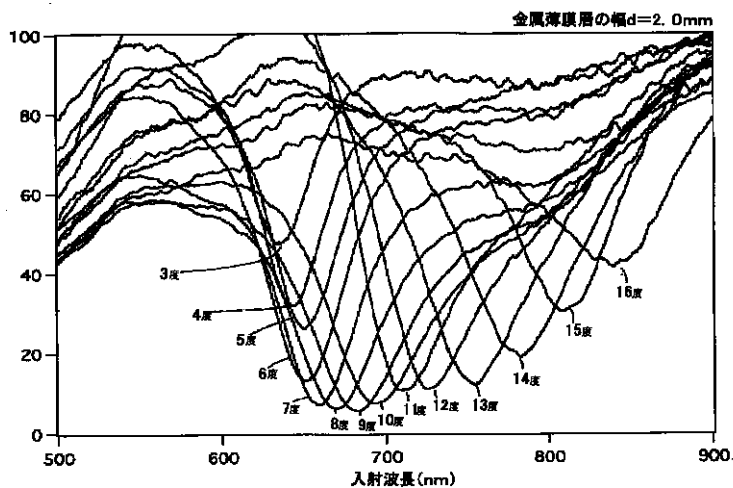
【図7】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (71)出願人 000102739  
エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社  
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号
- (72)発明者 鈴木 孝治  
神奈川県川崎市幸区小倉1-1-A705
- (72)発明者 栗原 一嘉  
神奈川県川崎市中原区井田杉山町4-1-305 クレールメゾン大瀬戸
- (72)発明者 高橋 浩三  
東京都小金井市前原町三丁目27番地13号

- (72)発明者 加藤 健次  
千葉県我孫子市つくし野五丁目16番2号
- (72)発明者 飛田 達也  
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社内
- (72)発明者 田部井 久男  
東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社内

F ターム(参考) 2G059 AA02 EE02 EE05 EE12 GG04  
GG10 JJ01 JJ11 JJ17 JJ19  
JJ24 KK01