

SPRセンサの基礎と応用

Principle and Application of Spreeta

ビー・エー・エス株式会社

営業

倉元健二郎

紹介

このセクションはセンサーの形状、取り扱い、注意点について記載しています。また、Spreeta センサーから得られる信号、SPR 曲線の定量法について記載されています。他にセンサー性能に関連する項目も記載しています。

センサーデザイン

ダイオード(LED)からの近赤外光 (840nm) は表面プラズモン効果を増幅させます。光ビームは金感応表面から反射され、リニア-シリコンフォトダイオードアレーの真上にある金鏡面に向かいます。システムは光学的に透明なケースに収納されています。感応面を除いて、センサーは外部光を遮断した不透明な材質で皮膜されています。

金フィルムの感応面上で入射角が発生し、フォトダイオードアレーの特定位置で検出されます。金フィルム感応面の液体の屈折率に依存し、ある角度で反射光強度が表面プラズモン効果(SPR)が起こる点に相当し、最小値となります。図2 は反射光強度 vs. ピクセルのプロットで、一般的に本マニュアルでは"SPR 曲線"と呼びます。SPR 曲線の変動値はセンサー間の誤差範囲で、評価キットの性能には影響しません。

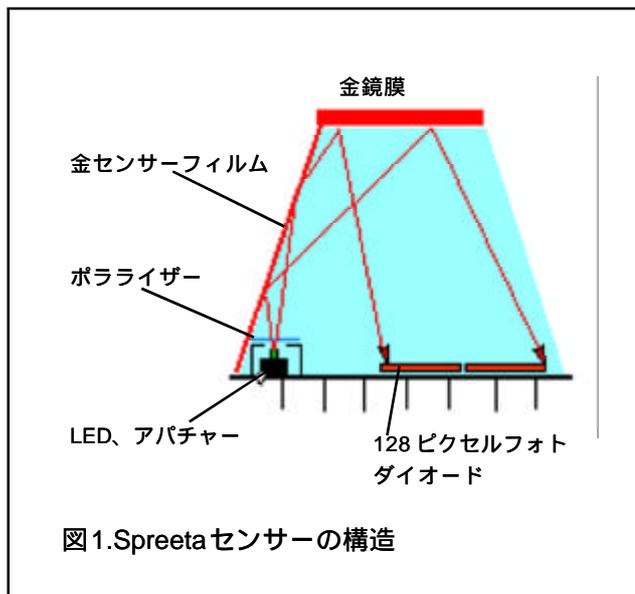


図1.Spreetaセンサーの構造

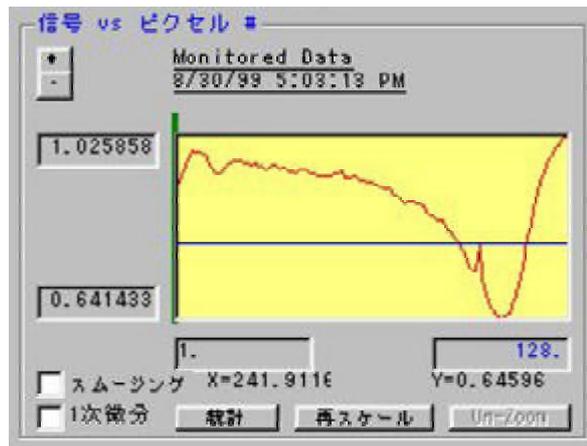


図2 SPR 曲線例

感応領域

感応面は薄い金で被膜されており、小さい範囲です。感応領域は液体が感応する金薄層フィルム領域です。感応面の大きさは、約 4.5×0.1 mm となります。図3参照して下さい。この領域はセンサーを最適に働かせるために完全に浸漬する必要があります。この部分が浸漬していませんと、SPR 曲線の測定は行えません。

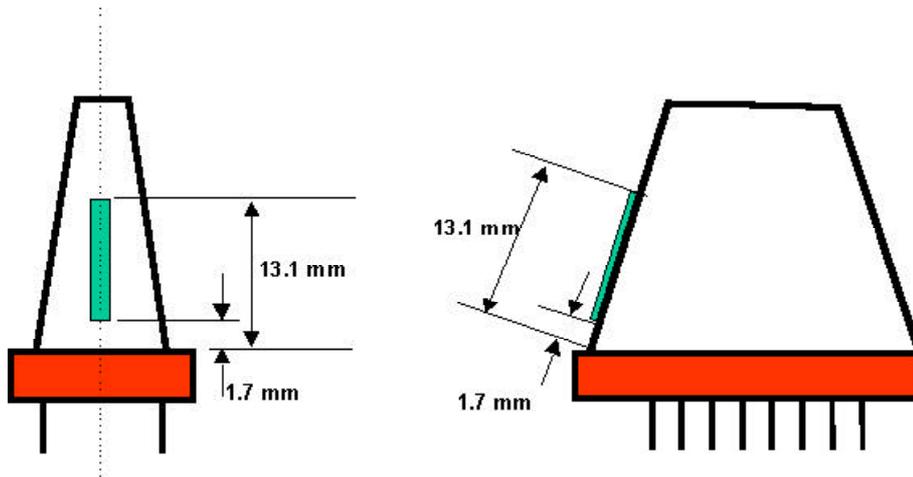


図 3: 感応領域のサイズと位置

感応領域に液体を添加するには、2つのテクニックがあります。浸漬とフローセルです。図4は浸漬法を示しています。センサーを液中に浸漬するか、液を滴下します。図5はフローセルの取り付けについて説明しています。フローセルは流路に液体を流します。液体と感応領域に通液し、測定する場合流速に制限があります。

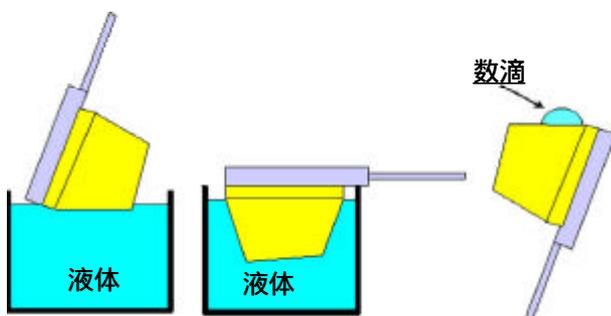


図3.4 液中にセンサー表面を浸す3つのテクニック

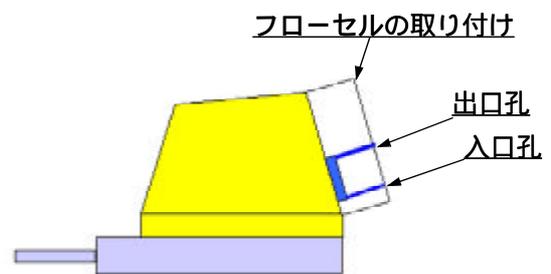


図 3.5はフローセルの取り付け

センサー信号と分析

信号強度のプロット (最適に標準化された時) vs. ピクセル位置は SPR 曲線として参照できます。(図 6 参照) 最小値は入射角にて発生します (ピクセル数で表されます)赤外線光は金表面の表面プラズモン波形で吸収されます。これら プラスモン波形の同期周波数は液体の屈折率に関係します。そして、SPR 曲線の最小値は液体の屈折率に関係します。

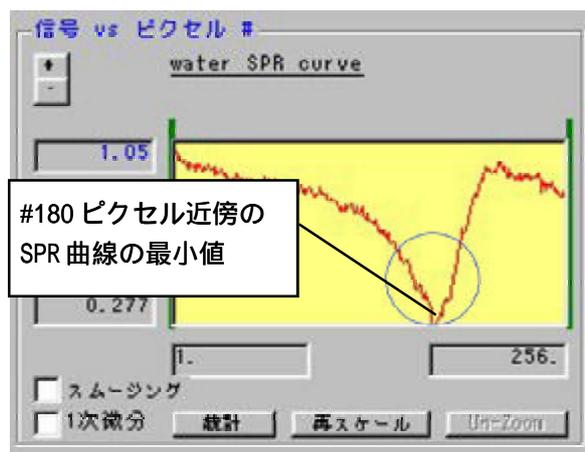


図 6: SPR 曲線例

SPR 曲線を得るために、処理に一定量のセンサー信号が必要です。これを参照して見ます。図 3.7 に水に浸漬した時のセンサー信号を示します。信号に入射角が示されています

と、SPR 曲線には何も無いように見えます。これはセンサー固有な非均一から生じます。これは光源、光学材料、表面、検出器、迷光考えられます。

これら非均一性を説明する場合、センサーを空气中で最初に操作します。空気の屈折率は近接値です。SPR 曲線の最小値は Spreeta 範囲外になります。続いて、金フィルムの光の反射は固有なセンサーの非均一性を反映します。

SPR 曲線は空気信号で液体信号を正常化して調べられます。:

$$\frac{\text{Signal (in liquid)}}{\text{Signal (in air)}}$$

例えば、図 7A と 7B は水と空気のセンサー信号を示します。図 6 は上記式を用いた SPR 曲線をです。

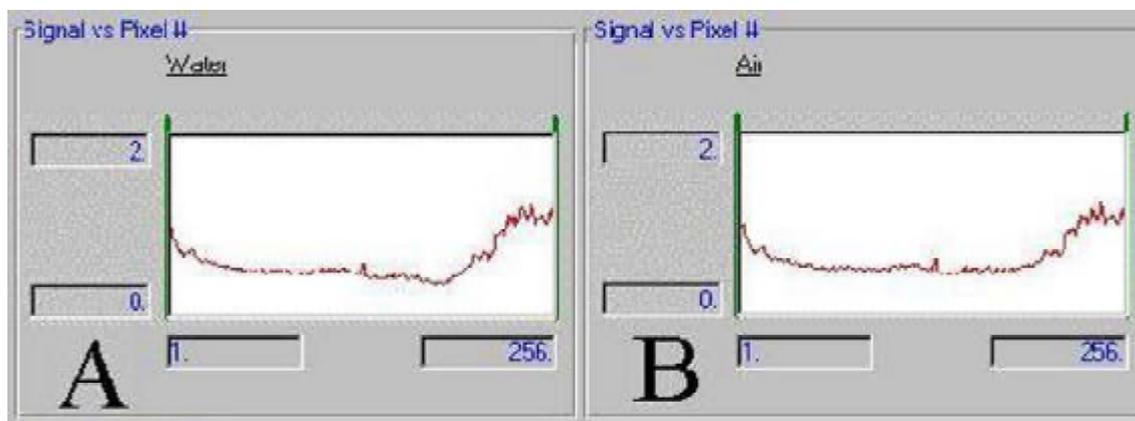


図 7: SPR 曲線を作成するための生データ

センサー寿命

センサーピンを曲げることがあります。これは珍しいトラブルです。ソケットにセンサーを取り付ける場合、ピンを曲げないように注意して下さい。

SPRは金感応面に近い材料に敏感ですので、センサー寿命は特定用途の金表面の汚れまたは洗浄法に依存します。

表面プラズモン効果の深度

表面プラズモン曲線(反射 vs. ピクセル #)の深度は25 ~ 80%以内です。この変動は最小分解屈折率変化に影響しません。

屈折率の分解能

Spreeta センサーは屈折率の小さな変化を感応できます。最小分解屈折率変化は測定条件、平均数、迷光レベル、分析法により異なります。

例えば、16ヶの平均を使用しますと、遮光容器に封印されたセンサーは1次分析法を使用すると、 $3 \sim 5 \times 10^{-6}$ R.I.U(屈折率単位)の標準偏差となります。一方経時的に安定な液体をモニターできます。

応用

図8、9には瓶、缶入りコーラとフレンチフライ用オイルの経時変化のモニター結果です。センサー表面にバイオ層を作成しました。Spreetaをバイオセンサーとして使用し、特異的に物質の定量、検出が行えます。図10、11には心筋関連酵素と土壌から抽出した毒性物質の検出に利用しました。後者は低分子用の競合反応測定を用いました。

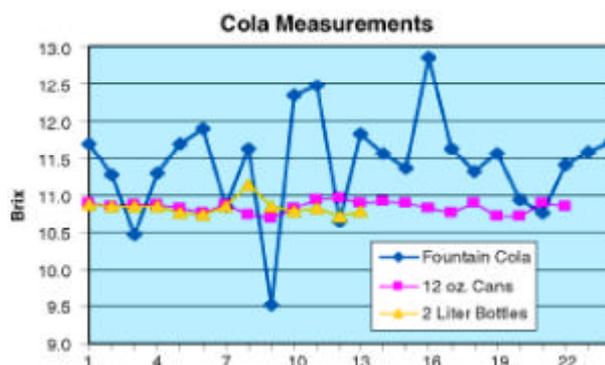


図8. 製造工場からサンプリングしたコーラを計測したBrix値をプロットしました。全てのコーラは同一ブランド製品です。

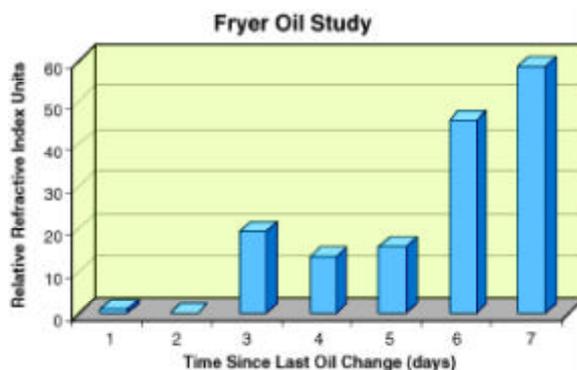


図9. 屈折率(相対値) 対 オイルの経時変化、このデータにはオイルを不定期に追加した影響もあることに注意して下さい。

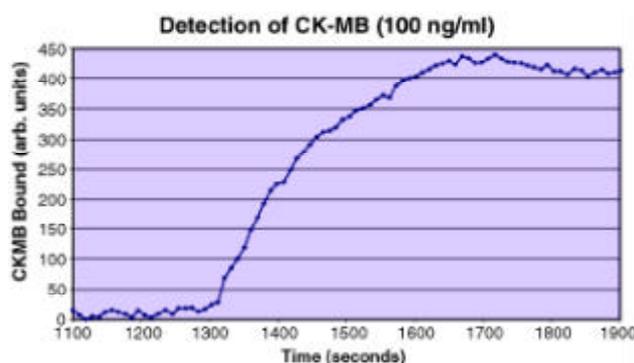


図10.Spreeta表面に結合したCK-MB 対 時間のプロット、バイオフィルムは直接Spreeta金センサー表面に抗CK-MB抗体を結合しました。

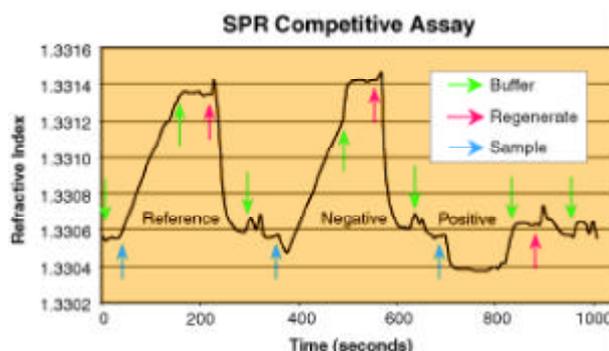


図11.テストサンプルの屈折率 対 時間のプロットです。最初は目的の物質を含まない緩衝液です。2番目に分析物質をを含まない土壌サンプルです。3番目に1ppmの分析物質を含む土壌サンプルの抽出物です