

光ヘテロダイン検波法による血糖センシングのための光学系

Optical system for blood glucose sensing using optical heterodyne detection method

阪府大院・工 〇阪野翔太, 岡井雅晃, 村尾文弥, 和田健司, 堀中博道

Osaka Pref. Univ. 〇S. Sakano, M. Okai, F. Murao, K. Wada, H. Horinaka

E-mail:sakano0616@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、非侵襲な血糖モニターをめざして、グルコース濃度変化に伴う透過光の位相変化を光ヘテロダイン検波法により計測する手法について検討してきた。今回は、測定系の全光ファイバー化をめざす観点から、より簡易な測定系を用いて基礎実験を行ったので報告する。

2. 実験

Fig. 1 に測定系を示す。He-Ne レーザーからの出力光を二分し、一方は試料（グルコース溶液を含むイントラリピッド 10%水溶液の 3%水溶液）に、もう一方は AO 変調器に入射した。両透過光を合波干渉することにより式(1)で表されるビート信号を計測した。

$$E_S = A_S \cos(\omega_A + \Delta\phi) \quad (1)$$

A_S は振幅, ω_a は AO 変調器の変調周波数(110 MHz), $\Delta\phi$ はグルコース濃度変化に伴う位相変化である。試料に屈折率変化 Δn が生じると、式(2)で表される光学長変化にもとづく位相変化 $\Delta\phi$ が観測される。

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \cdot \Delta n = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot d \cdot a \cdot \Delta C \quad (2)$$

ここで、 λ は波長(632.8 nm), d は試料幅(10 mm), a はグルコースの屈折率変化係数(1.4×10^{-6} rad·dl/mg), ΔC はグルコース濃度変化である。この位相変化を連続観測することにより、グルコース濃度変化の検出が可能となる。

これまでは、温度揺らぎ等にもとづく試料以外の経路で生じる位相変化を相殺するために、試料経路に隣接して試料を通過しない光学経路を設け、ビート信号を発生させ参照信号としていた。今回は、付加的な光学経路を除去し、AO 変調器

から参照信号を直接に RF ロックインアンプに入力する簡易な測定系を用いて実験を行った。

3. 結果

試料容器にグルコース水溶液を滴下してグルコース濃度 ΔC を 0 から 200 mg/dl まで約 60 分かけて変化させた。このとき、ビート信号の位相変化を測定した結果の一例を Fig. 2 に示す。グルコース濃度の増加に対して、線形な位相シフトが得られており、これは、ほぼ式(2)に従うことを確認した。この結果は、参照信号を得るために、試料経路に隣接して付加的な光学経路を設けた前回までの結果と同等であった。したがって、実験室の環境下では、試料以外の経路で生じる位相変化の影響は深刻な問題にはならないことがわかった。この結果を受けて、試料部以外の光学系の光ファイバー化を進める予定である。

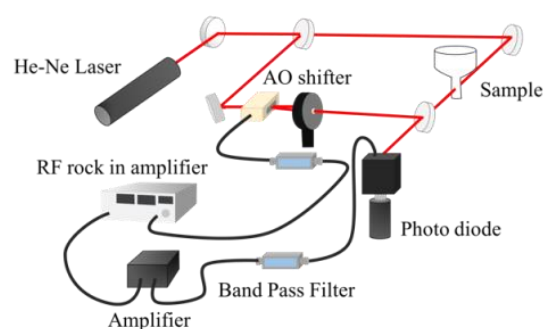


Fig.1. Experimental setup.

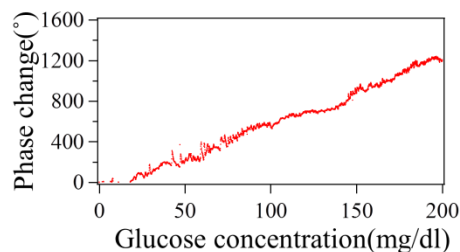


Fig. 2. Phase change in the transmitted light as a function of the glucose concentration.