

31p-Q-13 フェムト秒パルス干渉法を用いたグルコース濃度測定法の開発

Optical glucose monitoring based on femtosecond pulse interferometry
 阪大院・基礎工 ○堀 泰明、安井武史、荒木 勉
 Graduate school of Engineering Science, Osaka University, Y. Hori, T. Yasui and T. Araki
 e-mail:hori@sml.me.es.osaka-u.ac.jp

光学的血糖測定法(グルコース濃度測定法)は、採血不要な非観血型血糖測定法としてこれまでも様々な手法が提案されているが、実用化に至るまで成熟した手法はない。その一つの要因が、血液中の多重散乱光の影響である。我々はこのような多重散乱光を除去する手段としてフェムト秒パルス光に注目し、これを用いた多重散乱光除去型血糖測定法に関する研究を行っている¹⁾²⁾³⁾。今回は、グルコース濃度測定の高精度化と散乱光除去能力の向上を目的にした、フェムト秒パルス干渉法によるグルコース濃度測定法を報告する。

本手法では、グルコース溶液の群屈率が濃度に比例することを利用し、フェムト秒パルス干渉法を用いた飛行時間法によりグルコース濃度の定量を行う。図1はグルコース濃度(光路長=10mm)と時間遅延の関係を示しており、良好な線形相関が得られていることが分かる。この結果から、本手法の精度と再現性は各々38.3mg/dlと3.79mg/dlになった。次に、多重散乱場における本手法の有用性を評価するため、血液を模したグルコース含有イントラリピッド溶液(イントラリピッド濃度=1%)を準備し、グルコース濃度測定(光路長=1mm)を行った。ここで、多重散乱光はパルス干渉のコヒーレンスゲートにより除去する。その結果を、図2に示す。図1同様、線形相関は得られており、多重散乱光除去型グルコース濃度測定法として有用であることが分かった。しかし、精度及び再現性は57.4mg/dl及び140mg/dlまで低下した。この原因としては、(1)光路長の短縮、(2)多重散乱によるパルス干渉信号の歪みが考えられる。

- 1) 堀 泰明, 安井武史, 荒木 勉, Optics Japan 2001 講演予稿集, pp.319-320 (2001).
- 2) Y. Hori, T. Yasui and T. Araki, Proc. SPIE, Vol.4829, pp.539-540 (2002).
- 3) 堀 泰明, 安井武史, 荒木 勉, 第50回応用物理学関係連合講演会予稿集, 27a-YQ-6, p.1094 (2003)

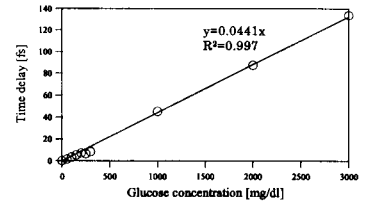


図1 グルコース濃度と時間シフトの関係

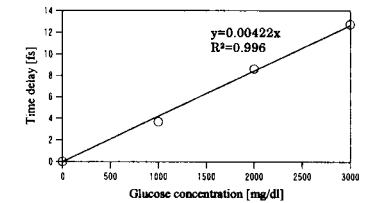


図2 散乱体中グルコース濃度測定結果

31p-Q-14 光アシスト弾性定数イメージング法による生体組織診断のための基礎実験

Basic Experiment of Elastography Assisted by Light for Tissue Characterization
 阪府大工¹, アロカ² ○西中文彦¹, 金高康博¹, 中谷友美¹, 小路口義史¹, 松山哲也¹, 和田健司¹, 堀中博道¹, 松中敏行²
 Osaka Prefecture Univ.¹, Aloka² ○H. Nishinaka¹, Y. Kanetaka¹, Y. Nakatani¹, Y. Syojiguchi¹, T. Matsuyama¹, K. Wada¹, H. Horinaka¹, T. Matsunaka²
 email nisinaka@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに:我々は、既に、医療診断のために光・超音波相互作用を用いた光CTによって高散乱媒質中で光吸収断層画像を得ている。¹⁾ 本研究では、生体組織の光吸収による弾性定数の変化に注目し、組織診断を目的としたイメージング法を提案し、基礎実験を行った。

実験:図1に実験装置の概略を示す。中心周波数が20MHzの超音波トランスデューサーを送受信に用い、試料上部で、左右、上下に走査する。水中における超音波ビームの最小の幅は約0.4mmである。透明容器の下部から、半導体レーザー光(810nm)を、ビームを拡げて照射し、光照射による超音波パルスの時間変化を測定した。図2に、水中に置かれた黒インクを入れた厚さ5mmの容器の表面と裏面からの反射パルスの波形を示す。光照射(0.5W/cm²)によって、試料表面からの反射パルスはシフトしていないが、裏面からの反射パルスは光吸収体を伝搬するためにシフトしている。光吸収による水の密度変化は小さく、弾性定数の変化によるものと考えられる。

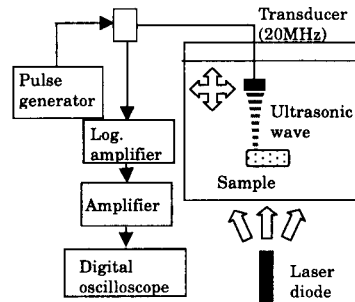


図1 実験装置

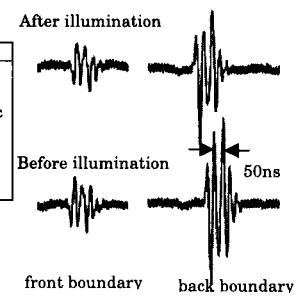


図2 反射パルスの光によるシフト

1a-Q-1 金属微小開口による光プロセッシングに関する検討

Study on Optical Processing through Subwavelength Metal Slit Arrays
 慶大理工 ○衆樹昭文、北野利一、小原寛、津田裕之
 Keio University, Akifumi Moroki, Riichi Kitano, Minoru Obara and Hiroyuki Tsuda
 AM@tsud.elec.keio.ac.jp

従来、波長以下の微小開口では回折限界のため光はほとんど透過しないとされ、ナノスケールでの微細加工は困難とされていた。しかし、近年、波長以下のナノスケール微小開口に対しても一定の割合で透過強度が得られることが報告されている[1]。そこで、我々は、次世代光学素子を形成するプロセスとして、フェムト秒レーザー光を金属微小開口に照射する光プロセッシングを提案する。これに先立ち、Fig.1のような、SiO₂基板上に金属Taを蒸着したナノスリット構造に光を垂直入射した場合について、FDTD法を用いて透過特性を解析したことを報告する。パラメータには、基板長 a→∞、スリット幅 b=200~800[nm]、金属厚さ h=200~800[nm]、光源波長 λ=826.6[nm]を与え、Drude分散を考慮し、二次元によるFDTD計算を行った。

入射光強度を基準としたとき、伝播光強度の位置依存性がFig.2に示されている。波長より微小なサブ波長開口においては、TE、TM波ともに、開口から波長程度伝播した付近での強度はエネルギーの集中により増大するのに対し、わずか数μm伝播するだけで急激な減衰効果をもたらすことがわかった。これは、光の波数ベクトルが虚数となる結果、近接場光としてふるまう事が原因と考えられる。

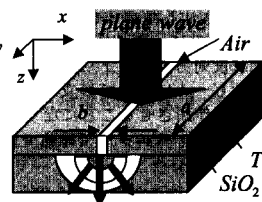


Fig.1 シミュレーションする光学系

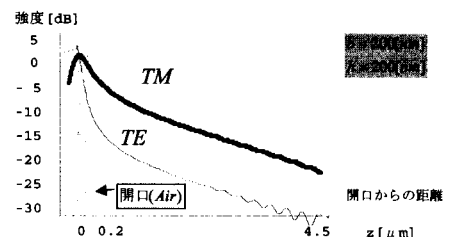


Fig.2 開口中心に沿って伝播する光の透過特性

[1]T.W.Ebbesen et al,"Extraordinary optical transmission through sub-wavelength hole arrays"Nature391,667, (1998)