

テラヘルツ時間領域分光による毛髪を検出に関する研究

Study on Detection of a Human Hair with THz-Time Domain Spectroscopy

静大工¹, 味の素イノベ研², 静大創造院³ ○柴 直孝¹, 山本 健², 廣本 宣久³Eng., Shizuoka Univ.¹, Ajinomoto Co., Inc.², GSST, Shizuoka Univ.³,○Naotaka Shiba¹, Ken Yamamoto², Norihisa Hiromoto³

E-mail: dnhirom@ipc.shizuoka.ac.jp

【概要】

毛髪のテラヘルツ分光は、生体高分子繊維の生化学、食品等の非破壊検査、健康状態のモニターなどの分野において興味を持たれている。本研究では、テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) を用いて、0.2~3 THz 帯で、2つの偏光方向について毛髪を測定し、スペクトルに大きな差が存在することを検出した。また、測定結果は、毛髪固有のスペクトルバンドを特定できる可能性を示唆している。特に、本方法により1本の毛髪を検出さえ可能であることを実証したことは重要と考えられる。

はじめに

テラヘルツ(THz)波はX線よりも小さなエネルギー、ある程度の透過性、指紋スペクトルの観測など多くの応用が期待される電磁波であるが、発振器、検出器の性能など様々な困難のために未だ発展途上にある。とりわけ毛髪検査のような生体組織の測定に関しては、そのための確立された検出装置も検出方法も報告例が少ない。本研究は近年開発されたテラヘルツ時間領域分光法 (THz-TDS) を用いて毛髪検出方法について研究を行ったものである。

測定方法

我々が開発した THz 時間領域分光装置の概略図を Fig. 1 に示す。エミッタは LT-GaAs PC アンテナ、ディテクタは ZnTe による EO 検出である。THz 波の照射経路は窒素置換を施してある。測定は毛髪に THz 波を直接照射し、その透過波を検出している。測定誤差を防ぐために、1つのサンプルで8回測定し、平均値を結果として算出した。毛髪サンプルの方向は THz 放射電界に対して平行方向および垂直方向に分けて測定を行った。

サンプル

毛髪サンプルは外径φ25mm、内径φ9mmの保持リング上でワイヤーグリッド状に固定した。実際の写真を Fig. 2(a)に示す。毛髪には太さや色などが多種存在するが、今回は特に限定せず、日本人の毛髪を使用した。サンプルは4種類の密度(φ9mmのアパーチャーに約80本、約40本、10本、1本)で2つずつ、計8個用意した。

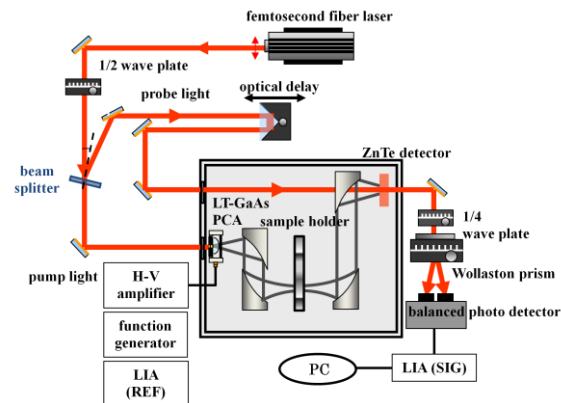


Fig. 1: Schematic configuration of THz-TDS system.

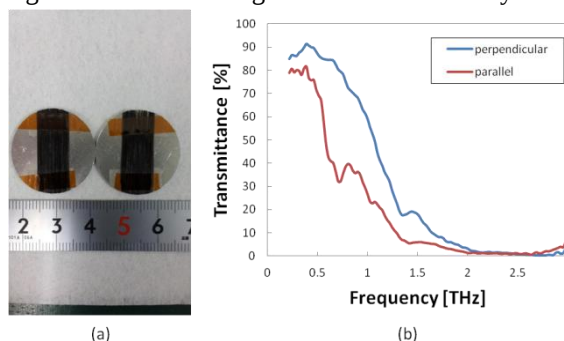


Fig. 2: (a)Photo and (b)Transmittance of the samples on which about 80 hairs are arranged.

結果

Fig. 2(b)は約80本のサンプルにおける2方向の透過率である。透過率はサンプルの方向 (THz波の偏光方向) によって差があり、測定値には方向依存性があることが確認された。また、電界に平行方向が垂直方向よりも低い透過率を示す傾向が全サンプルで確認でき、毛髪が偏光格子として作用していることも明らかになった。特筆すべきことは、1本のサンプルにおいても同様の結果を検出したことであり、我々の測定方法によって1本の毛髪を検査が可能であることを実証している。また、透過率が凹に変化している部分は、毛髪の固有スペクトルに関係している可能性があり、本発表ではこの固有スペクトルの存在についても報告する。

【謝辞】装置の開発に関して御助言をいただいた元 NiCT の阪井清美博士、斎藤伸吾博士、アイシン精機の廣住和也氏、大竹秀幸博士に感謝します。本研究の推進につきご指導いただきました味の素㈱の鴻池達男氏、北川彰一氏に感謝します。当廣本研究室の武田正典講師、青木誠博士、平野亘一、永島徹に感謝します。