

29a-P8-20 高速変調 THz 電磁波の発生と高感度水分測定への応用

Generation of high-frequency modulated THz electromagnetic wave and application to highly sensitive measurement of water content

阪大院・基礎工 ○安井武史、光成俊泰、荒木勉

Graduate School of Eng. Sci., Osaka Univ., ○ Takeshi Yasui, Toshiyasu Mitsunari and Tsutomu Araki

t-yasui@me.es.osaka-u.ac.jp

THz時間領域分光法 (THz-TDS法) は、物性評価等の科学的応用以外に、非破壊検査や食品検査を始めとした工業計測における新しい手段としても期待されている。実用計測において重要な実時間測定やEOサンプリングでは、レーザーノイズの問題から、MHzオーダーの高速変調によるロックイン検出が望ましい[1]。従来、ポンプ光を音響光学素子 (AOM) で強度変調することにより高速変調THz電磁波を得ていたが、群速度分散によるポンプパルス光の時間的拡がりやAOMドライバーからの電磁誘導ノイズの影響等が問題となる。

本研究では、光スイッチ素子をTHz電磁波放射源として用いる場合の新しい高速変調法として、光スイッチ素子のバイアス電圧に注目した。すなわち、THz電磁波のピーク値がバイアス電圧に対して線形依存することを利用すると、バイアス電圧を高速変調するだけで容易に高速変調THz電磁波を得ることができる。図1は、バイアス変調 (周波数100kHz) されたボウタイ型光スイッチ素子からのTHz電磁波の時間波形を、ZnTe結晶によってEOサンプリング測定 (測定数300ms) したものである。さらに、THz-TDS法の食品検査応用への一例として、ドライフードの含有水分量をリモートで高感度測定した。図2は、ガラス瓶詰インスタントコーヒー粉末の透過スペクトルの比較を表している。0.07THzにおける吸収から含有水分量を見積ると、11.3mg/cm³となった。

本研究は、ネスレ科学振興会及びコニカ画像科学振興財団より研究助成を受けた。

[1] Y. Cai et al, Appl. Phys. Lett., Vol. 73, pp. 444-446(1998).

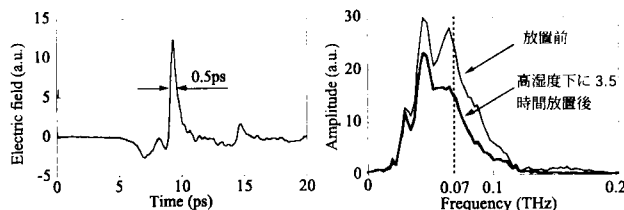


図1 THz電磁波の時間波形

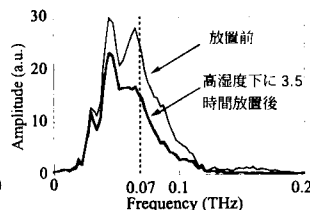


図2 ガラス瓶詰めインスタントコーヒー粉末の透過スペクトル

29a-P8-21 THz 電磁波を用いたインプロセス塗装膜モニタリングシステムの開発

Development of *in-process* monitoring system of paint film using THz electromagnetic wave

阪大院・基礎工 ○光成俊泰、安井武史、荒木勉

Graduate School of Eng. Sci., Osaka Univ., ○Toshiyasu Mitsunari, Takeshi Yasui and Tsutomu Araki

t-yasui@me.es.osaka-u.ac.jp

自動車ボディをはじめとした様々な工業製品においては、素地(下地)の防錆・防錆・防水・色彩効果の目的から、表面塗装が施されている。塗膜の厚さムラ(不均一性)や品質不良(気泡・異物混入・乾燥不十分)はこれらの効果を低下させることから、塗装工程でのインプロセスモニタリングが要求されている。しかし、従来法(超音波法、渦電流法等)は、接触式の一点測定であり、膜厚ムラ分布測定やウェット膜測定は困難である。

最近、新しい非破壊検査法として、THz時間領域分光法 (THz-TDS法) が注目されている。我々は、THz電磁波の(1)優れた透過特性、(2)散乱の影響が小さい、(3)時間軸を用いた測定が可能、(4)水の吸収が大きい、といった特徴に注目し、塗装膜のインプロセスモニタリング(膜厚、乾燥状態他)への応用に関する研究を行っている。

本研究では、THz電磁波のtime-of-flight法により、塗装膜の厚さ測定を行った。図1は、塗装回数異なる塗装膜にTHz電磁波を透過させた時の時間波形変化である。塗装回数の増加と共に、時間遅れが増大している。この時間遅れと塗装回数との関係を表しているのが図2であり、塗装膜の群屈折率を1.5とした場合の膜厚も併せて示されている。各塗装毎に均等な塗膜が形成されていることが分かる。さらにイメージング測定を導入することにより、膜厚ムラ分布の測定結果を報告する予定である。

本研究は、マツダ財団より研究助成を受けた。

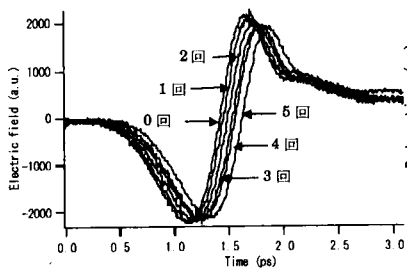


図1 繰り返し塗装した時の時間波形変化

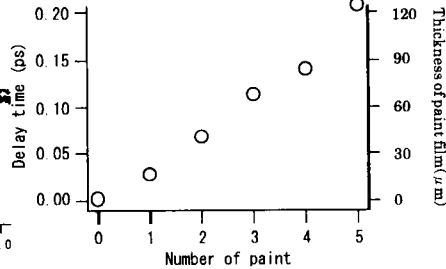


図2 塗装回数と時間遅れ(塗装膜厚さ)の関係

29a-P8-22

パウダーのテラヘルツ イメージング

The characterisation of granular materials with THz radiation

通信総合研究所 関西先端研究センター

Kansai Advanced Research Center (CRL, KARC)

herrmann@crl.go.jp

ヘルマンミハエル、谷正彦、阪井清美、渡辺昌良

M. Herrmann, M. Tani, K. Sakai, M. Watanabe

Granular materials are interesting objects of physics, displaying at the same time properties of the liquid and the solid state. The properties of granular matters are also of practical interest: A customer may want to understand why his newly purchased box of corn flakes is never full, and the producer may want to know what he can do so that the box arrives as full as possible. But just as chaos, granular materials have long been neglected as objects of research. Theories describing the transmission of electromagnetic radiation through granular matter have only recently started showing good agreement with experimental data [1] and experimentalists have long relied on destructive techniques for determining the density of a powder. Knight et al. have used a set of 4 capacitors to nondestructively investigate the powder density in a cylindrical column with some local resolution[2]. THz radiation can sample the same information with a much better resolution of ~1 mm.

As an example, we filled a plastic box with wheat flour and knocked it on a table from a height of 3 cm 100 times in order to achieve a certain level of density relaxation. The powder volume decreased by 30 % during this process. The sample was then inserted into a THz imaging chamber, and vertical scans were recorded. Figure 1 shows the pulse arrival time depending on the vertical position below the top surface of the sample. The time difference between top and bottom (16 mm vertical distance) amounts to 1.4 ps corresponding to a difference in refractive index of 0.060. The average refractive index is ~1.4. The refractive index is related to the powder density. Our result shows not only that the refractive index is greater at the bottom than at the top, it also shows that it increases more strongly near the top surface than in greater depth. The THz amplitude varies accordingly. At the bottom it is 20 % less than at the top.

[1] Kawato, S., Hattori, T., Takemori, T., Nakatsuka, H.: 'Short-range interference effect in the diffusion of light in random media', *Phys. Rev. B*, 1998, 58, (10), 6180-6193.

[2] Knight, J. B., Fandrich, C. G., Lau, C. N., Jaeger, H. M., Nagel, S. R.: 'Density relaxation in a vibrated granular material', *Phys. Rev. B*, 1995, 51, (5), 3957-3963.

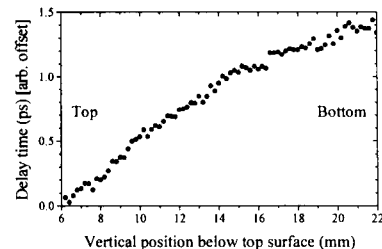


Figure 1