

フーリエ変換型量子吸収分光法による近赤外透過率測定

Near-infrared transmittance measurement by Fourier transform

quantum absorption spectroscopy

京大院工¹ ○向井 佑¹, 荒畑 雅也¹, 田嶋 俊之¹, 岡本 亮¹, 竹内 繁樹¹Kyoto Univ.¹, °Yu Mukai¹, Masaya Arahata¹, Toshiyuki Tashima¹, Ryo Okamoto¹, Shigeki Takeuchi¹

E-mail: mukai.yu.7c@kyoto-u.ac.jp

量子吸収分光法(Quantum absorption spectroscopy; QAS)は光子対発生過程間の量子干渉を利用し、被測定試料へ入射した光子の吸収をペアとなる光子の発生レートの変動を通して評価することができる。本測定手法において可視-赤外光子対を用いることで、技術的制約の多い赤外領域分光を可視域の光源、検出器のみを用いて行うことが可能となる。これまでに報告された赤外量子吸収分光(IR-QAS)の実証実験[1,2]では、分散型分光器により可視光子を波長分解し、各スペクトル成分の量子干渉明瞭度を測定することで対応する赤外域の吸収スペクトルを求めている。このような分散型 QAS に対し、近年、フーリエ型赤外分光 (FTIR) に倣い、可視域量子干渉信号にフーリエ変換を施すことで赤外スペクトルを取得できることが実験的に示された[3]。しかしながら、QAS に対しこのようなフーリエ解析手法が適用可能であるという理論的正当性は保証されていない。

今回我々はフーリエ変換型 QAS に関する計測理論を定式化するとともに、実証実験として近赤外域における分光測定を行った。Fig.1 に Michelson 型非線形干渉計をベースとした IR-QAS 実験系の概略図を示す。波長 532nm の CW レーザーを励起光源として LiNbO₃ 結晶内での自発的パラメトリック下方変換 (SPDC) により可視(シグナル) - 赤外(アイドラー)光子対を発生させた後、これらの光子対を励起光とともに再び LiNbO₃ 結晶へ照射し、二回の SPDC 過程間の量子干渉を観測した。Fig.2(a)はアイドラー発生波長を 1530nm に設定し、アイドラー光路を移動鏡で変調した際のシグナル光強度変化(量子干渉信号)を示している。シグナル光干渉信号のフーリエスペクトルから、設計波長を中心に 30nm 程度の帯域幅で赤外アイドラー光が発生していることが確認できる(Fig.2(b))。講演ではフーリエ解析による近赤外域の透過率測定結果について報告する。本研究の一部は、文部科学省光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP) JPMXS0118067634, JST-CREST (JPMJCR1674)の支援によって行われた。

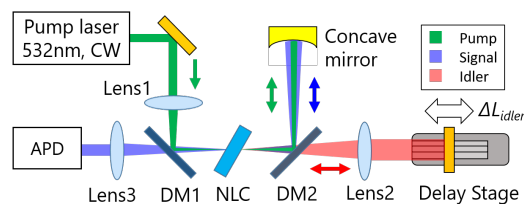


Figure 1. Schematic of IR-QAS system. DM: Dichroic mirror, APD: Avalanche photo detector

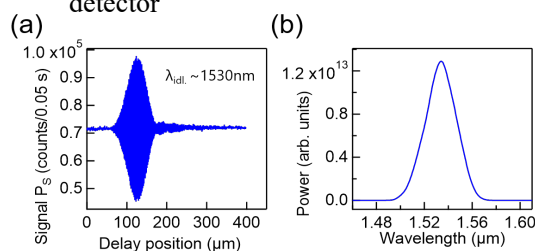


Figure 2. Waveform of quantum interferometric signal (a) and Fourier spectrum (b).

[1] D. A. Kalashnikov *et al.*, Nat. Photonics, 10(2), 98–101 (2016) [2] A. V. Paterova *et al.*, Sci Rep, 7, 42608 (2017) [3] C. Lindner *et al.*, Opt. Express, 28, 4426–4432 (2020)