

2 色レーザー誘起エアプラズマにより発生した THz パルスを用いた振動和周波発生分光法 Vibrational sum frequency generation spectroscopy using tera-hertz pulses generated by two-color laser-induced air-plasma filamentation

東大院理¹, 東大物性研²

○(D) 亀山 理紗子¹, 田中 駿介², 松田 拓也², 室谷 悠太², 神田 夏輝², 松永 隆佑², 吉信 淳²

Graduate School of Science, Univ. of Tokyo¹, ISSP, Univ. of Tokyo²,

○Risako Kameyama¹, Shunsuke Tanaka², Takuya Matsuda², Yuta Murotani², Natsuki Kanda²,
Ryusuke Matsunaga², Jun Yoshinobu²

E-mail: kameyama-risako@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

〔はじめに〕 振動和周波発生(VSFG)分光法

VSFG 分光法は、表面に敏感な振動分光法であり、表面吸着分子系の分析に有用である。一般的な VSFG 分光では、波長一定の可視光に対して、赤外光の波長を分子の振動周波数周辺に掃引(スキャン)し、それらの和周波の振動スペクトルを得るが、その幅は $\sim 400\text{ cm}^{-1}$ と狭い。加えて、従来の VSFG 分光法では、赤外光を固体結晶での差周波発生によって発生させるため、 1000 cm^{-1} 以上の高波数領域での計測が主流であり、基板-吸着種間の振動モードなどが含まれる低波数領域の VSFG 計測には課題があった。そこで本研究では、レーザー誘起エアプラズマによって発生させた広帯域の THz パルス光を利用し、低波数領域を含む広帯域の VSFG 分光法を提案・実証した。

〔実験〕

1. 広帯域 THz パルス光発生

ここでは $\omega-2\omega$ の 2 色光源によるエアプラズマ発生を採用した¹。図 1 に示した光学系で Ti:sapphire レーザー出力の $\sim 90\%$ を BBO 結晶へ導き、発生した第 2 高調波と共に気体 N_2 中に集光し、プラズマを発生させた。プラズマ内での非線形相互作用によって発生した光を Si ウェファフィルターに通し、THz パルス光を得た。

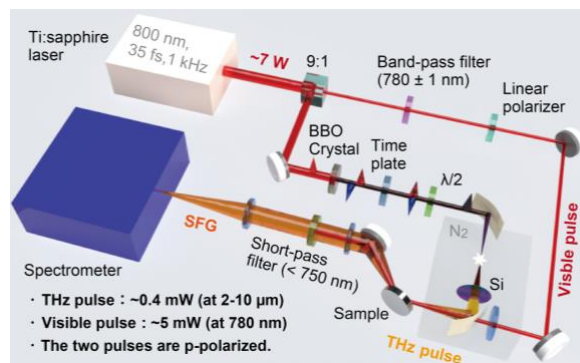


図 1. 構築した VSFG 分光法の光学系

2. VSFG 分光計測

レーザー出力の $\sim 10\%$ を中心波長 780 nm のバンドパスフィルターで狭帯域化し、発生させた

THz パルスと共に試料(GaAs)表面に集光し、表面で発生した SFG 光をショートパスフィルターを通してから分光器へ導入し、SFG スペクトルを得た。次に、この装置を用いてポリマーフィルムの VSFG 分光計測を透過配置で行った。

〔結果〕

図 2 に、本手法によって露光時間 20 秒で取得したポリマーフィルム(ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン)の VSFG スペクトルを、GaAs を用いて評価した THz 光の SFG スペクトルと共に示した。VSFG スペクトルの概形は、発生させた THz 光の SFG スペクトルと概ね一致し、その上に共鳴する振動モードがピークとして観測された²。この結果から、本手法で、従来の VSFG 分光法では観測されていなかった低波数領域を含む $600\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$ の広帯域振動スペクトルを取得できることが示された。

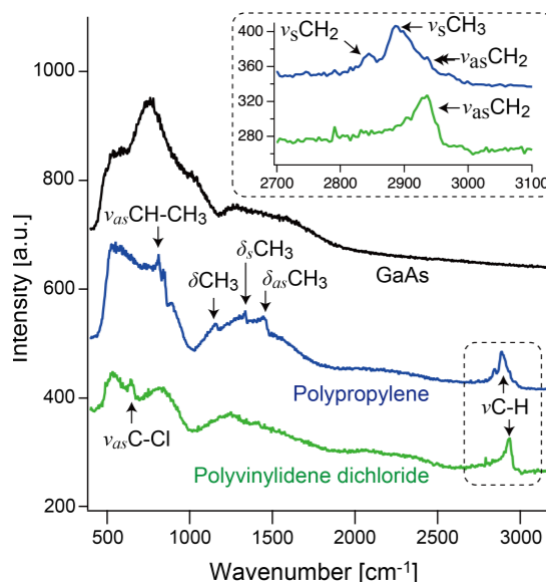


図 2. 計測された SFG スペクトル

黒: GaAs 表面、青: ポリプロピレンフィルム、緑: ポリ塩化ビニリデンフィルム、挿入図: C-H 伸縮振動付近 (2900 cm^{-1}) の拡大図

〔参考文献〕 1. J. Dai *et al.*, PRL **103**, 023001 (2009).

2. X. Lu *et al.*, Anal. Chem. **89**(1), 466-489 (2017).