高速波長走査レーザーを用いた全指紋領域の広帯域高速スペクトル誘導ラマン散乱イメージング

Wide-range and high-speed spectral stimulated Raman scattering imaging in whole fingerprint region using a fast tunable laser

○青木 拓也 [1]、福島 修一郎 [1]、古川 太一 [2]、橋本 守 [1]（1. 阪大基、2. 阪大ナノ）

○Takuya Aoki[1], Shuichiro Fukushima[1], Taichi Furukawa[2], and Mamoru Hashimoto[1]

(1. Graduate school of Engineering Science, 2. Institute for NanoScience Design, Osaka University)

E-mail: mamoru@me.es.osaka-u.ac.jp

ラマン散乱スペクトルにおいて，波数 500 から 1800 cm^{-1} の領域は,指紋領域と呼ばれ，官能基や分子構造に敏感である. 我々は全指紋領域を高速に観測できる誘導ラマン散乱(SRS)顕微鏡 [1, 2]の開発を行っている. 光源にはピコ秒音響光学フィルター(AOTF)レーザーを用いており，AOTF に印加する Radio frequency (RF) 波の周波数と振幅を制御することで，波長と出力強度をリアルタイムに制御することが可能である．ただし，波長を変えると AOTF の高い群速度分散により共振器長が変化し，出力パルス間隔も変動してしまう. 誘導ラマン散乱の誘起には 2 色のパルス光を同時に試料に照射する必要があるため，AOTF レーザーの共振器内に導入した平行平板ペアと，ピエゾ素子を取り付けたエンドミラーで共振器長のフィードバック制御することにより，他のレーザー光源との同期を行っている [3].

これまでに 1200 cm^{-1} の広い帯域を同期しながら計 5 秒で走査することに成功しているが，AOTF レーザーの波長に依存する強度揺らぎにより，高精度でかつ安定して同期させることが困難であった [4]. 本研究では，AOTF に印加する RF 波の振幅を補正し，AOTF レーザーの強度揺らぎを取り除くことで (Fig. 1)，高精度な同期を保ちながら高速波長走査を実現した.

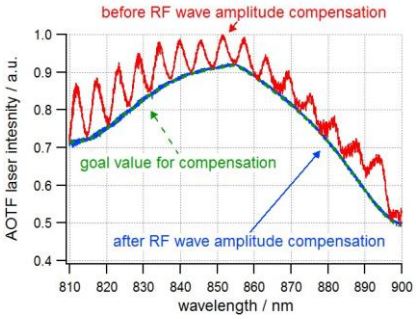
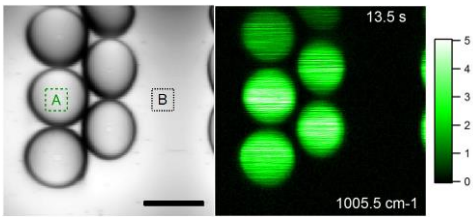
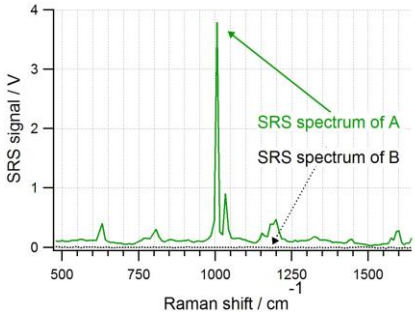


Fig. 1: AOTF laser intensity comparison between RF wave amplitude compensation.

φ45 μm ポリスチレンビーズの 475cm^{-1} から 1642cm^{-1} の領域で，スペクトル SRS イメージ (取得時間 4fps，計 125 images) を取得した. Figure 2 (a-b) に透過イメージおよび 1005.5 cm^{-1} における SRS イメージ，また(c)に領域 A, B で取得した SRS スペクトルの比較を示す. 全指紋領域において広帯域高速スペクトル SRS イメージングが実現された.



(a) (b)



(c)

Fig. 2: (a) Transmission image, (b) SRS image at 1005.5 cm^{-1}, and (c) SRS spectra obtained from 475 cm^{-1} to 1642 cm^{-1} in area A and B. Acquisition time of 125 SRS images was 4 fps. Scale bar: 50 μm.

[1] C. W. Freudiger *et al.*, *Science*, **322**, 1857–1861 (2008)

[2] Y. Ozeki *et al.*, *Nature Photonics*, **6**, 845–851 (2012)

[3] H. Cahyadi *et al.*, *J Biomed Opt*, **18**, 096009(2013)

[4] M. K. Kawamura *et al.*, 応物秋季, 20a-C7-4, (2014)

© 2016年 応用物理学会