

# 空気プラズマからの超広帯域コヒーレント赤外波をもちいた 単結晶シリコンの時間分解ポンププローブ分光

Time-resolved pump-probe spectroscopy in a single crystal of silicon using ultrabroadband coherent infrared pulses generated from air plasma

<sup>1</sup>阪歯大物理, <sup>2</sup>阪大基礎工 °松原 英一<sup>1,2</sup>, 永井 正也<sup>2</sup>, 芦田 昌明<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Osaka Dental Univ., and <sup>2</sup>Osaka Univ. °Eiichi Matsubara<sup>1,2</sup>, Masaya Nagai<sup>2</sup>, and Masaaki Ashida<sup>2</sup>  
E-mail: matsubara@cc.osaka-dent.ac.jp

我々は、時間領域分光が可能な周波数帯域をテラヘルツから赤外全域に拡張するため、中空ファイバー圧縮法で生成した高強度極短光パルス光源とし、空気（大気）を発生および検出用の媒質とすることで、これまでに、1–200 THz の範囲に連続スペクトル成分をもつ超広帯域赤外パルスを発生させ、少なくとも 1–150 THz の範囲で時間領域分光によるコヒーレント電場計測を実現させた[1]。また、この光源を用いた試料の光学測定が可能であることを実証した[2]。今回我々は、この光学系を発展させて、近赤外レーザーパルスを励起光、超広帯域コヒーレント赤外光パルスをプローブ光としたポンププローブ分光を行ったので、その結果について報告する。

光源には時間幅 35 fs、中心波長 800 nm のチタンサファイアレーザー再生増幅器を用い、その出力光を Ar ガス充填したチャンバ内の置かれた中空ファイバーに照射し、スペクトル広帯域化された光パルスをチャープミラーで分散補償した後、第 2 高調波とともに空気中で集光させてプラズマを誘起し、発生する超広帯域コヒーレント赤外パルスを、空気を媒質とした電場誘起第 2 高調波発生（一般に THz-ABCD 法と呼ばれる）により電場検出した。試料として厚さ 50  $\mu\text{m}$  のシリコン単結晶を用い、高抵抗シリコンの窓を取り付けたクライオスタットに入れて測定した。

Fig. 1 は励起光が入射したときとしないときの試料を透過した赤外パルスの時間波形を各遅延時間について測定した結果である。励起パルスの入射により、電場の振幅が小さくなるとともに位相が変化している様子がわかる。また、440 ps までの範囲で顕著な緩和はみられないが、これは従来のテラヘルツ領域でプローブした結果と整合する。Fig. 2 は Fig. 1 で示した電場波形をフーリエ変換し、励起光による過渡吸収変化量を示したものである。励起パルスによってエンハンスされたドルーデ成分が低周波領域でみられ、プラズマ端が 10 THz あたりにある様子がわかる。25 THz より高周波側では光源の揺らぎによるノイズがみられるが、概ね 35 THz 付近までの過渡吸収変化が測定できている様子がわかる。これにより、本手法が時間分解分光に適用できることが確認できた。

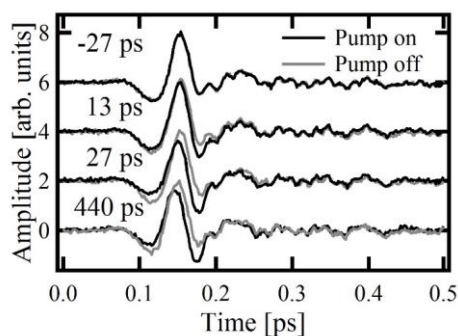


Fig. 1 Temporal electric-field profiles of ultrabroadband coherent infrared pulses transmitted through a silicon sample with and without photo excitation at 800 nm at each delay time.

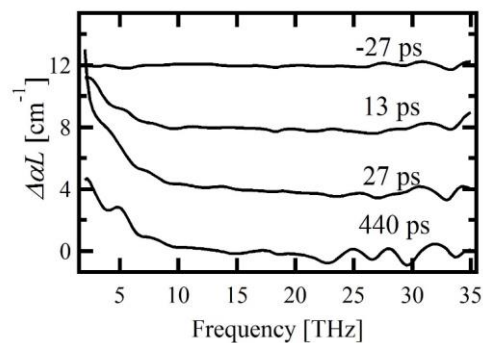


Fig. 2 Photoinduced absorption change spectra at each delay time.

## 参考文献

- [1] E. Matsubara, M. Nagai, and M. Ashida, J. Opt. Soc. Am. **30**, 1627–1630 (2013).
- [2] 松原ら、2014 春季応用物理学会。