

時間分解 STM のための中赤外パルスの高強度化

Intensification of mid-infrared pulses for time resolution STM

○高松 暉, 嵐田 雄介, 畑中 陽, 梅田 直輝, 茂木 裕幸, 武内 修,

吉田 昭二, 重川 秀実 (筑波大学数理物)

○Akira Takamatsu, Yusuke Arashida, Akira Hatanaka, Umeda Naoki, Hiroyuki Mogi, Osamu Takeuchi, Shoji Yoshida, and Hidemi Shigekawa (Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba)

1. 研究背景と目的

近年、ポンプ・プローブ法と走査トンネル顕微鏡 (STM) を組み合わせた時間分解 STM による研究が盛んに行われている。本研究ではプローブ光である中赤外 (MIR) パルスの電場が瞬時的に STM のバイアス電圧を変化させる。MIR パルスを強くすることで、バイアス電圧範囲の拡張を可能にする。

2. 研究アプローチ

本研究ではパルス幅 8 fs の近赤外 (NIR) パルスをセレン化ガリウム (GaSe) に入射し、光整流効果を利用することで 1 周期以下 (サブサイクル) の MIR パルスを発生させている [1]。しかし、GaSe の熱破損の影響で入射光強度には制限があった。そこで、サファイア基板に GaSe を貼付し熱抵抗を下げ、入射光強度を増加させることにより MIR パルスを高強度化した。(エラー! 参照元が見つかりません。)

3. 実験方法

基本光源として Ti:S ベースの光パラメトリックチャープパルス増幅器 (OPCPA) を使用した。基本波は波長範囲 660 ~ 940 nm、パルス幅 8 fs、繰返し周波数 4 MHz、平均パワー 4 W である。

多層状 GaSe からテープを用いて厚さ 40 μm の GaSe 膜を剥離した。厚さ 100 μm のサファイア基板と GaSe を、エタノールを介して吸着させエタノールの自然蒸発によって GaSe をサファイア基板に貼付した [2]。

サファイアによる MIR の吸収を低減するために図 1 の様にサファイア側から NIR を入射した。

4. 結果

エラー! 参照元が見つかりません。は光電子法 [3] で得られた電流波形と定常 IV 特性から再現した中赤外パルスが誘起する探針試料間の電圧の時間波形である。

サファイア無しの波形と比べると電場のピークが 170 mV から 564 mV に増加しており、約 3.3

倍になっていることが分かる。また、1 サイクル以下の広い帯域も保たれていることが分かる。この MIR パルスを用いて時間分解 STM を行うことで、より広いエネルギー範囲で試料の電子状態をプローブすることが可能となる。

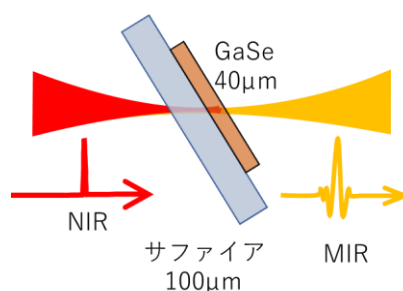


図 1 実験概略図

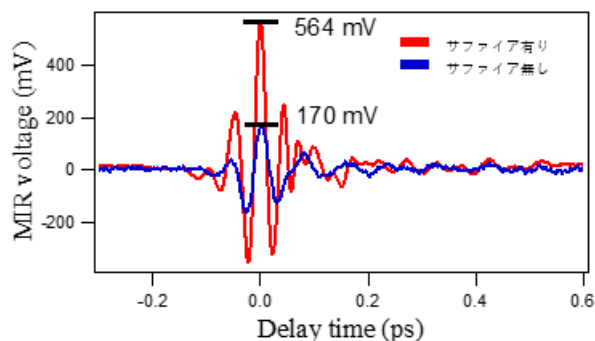


図 2 赤: サファイア有りでの MIR 電場波形
青: サファイア無しでの MIR 電場波形 [4]

参考文献

- [1] C Kubler et al., *Semicond. Sci. Technol*, 2005.
- [2] MATTHIASKNORR et al., *OPTICS EXPRESS*, 23 Jul 2018.
- [3] S. Yoshida, et al., *ACS Photonics*, 2019.
- [4] Yusuke Arasida, et al., *ACS Photonics*, 2022, 9, 9.