

18a-A7-7

Bi₂Te₃ 熱電材料薄膜からのテラヘルツ電磁波発生に見られる超高速ゼーベック効果

Indication of an ultrafast Seebeck effect in terahertz emission from thermoelectric Bi₂Te₃ thin films

パナソニック先端技研 °高橋 宏平, 菅野 勉, 酒井 章裕, 玉置 洋正, 草田 英夫, 山田 由佳

Advanced Technology Research Laboratories, Panasonic Corporation, °Kouhei Takahashi,

Tsutomu Kanno, Akihiro Sakai, Hiromasa Tamaki, Hideo Kusada, and Yuka Yamada

E-mail: takahashi.kohei@jp.panasonic.com

熱電材料は、固体内部において生じた温度差を電気信号に直接変換する機能 (ゼーベック効果) およびその逆の機能 (ペルチェ効果) を有することから、温度計、発電素子、温調素子など多くの応用が提案されている。しかしながら、他の機能性材料とは対照的に、熱電材料における長い歴史の中で、熱電変換の過程における超高速キャリアダイナミクスやそれに付随する機能に関しては不思議と議論されていない。熱電変換の過程を超高速に制御し、キャリアダイナミクスを解明することで、熱電変換による新たなデバイス応用を生み出せる可能性がある。一方、フェムト秒レーザー励起によるテラヘルツ電磁波発生過程は、超短パルス光によって電子材料に誘起される非平衡状態と強く結びついており、固体における電荷ダイナミクスを解明するための有効な手段として用いられてきた。今回我々は、典型的な熱電材料である Bi₂Te₃ において、フェムト秒レーザーを照射することにより、ゼーベック効果に起因すると思われるテラヘルツ電磁波の発生を確認したので報告する。

Bi₂Te₃ 薄膜にパルス幅 100 fs の赤外線レーザーパルス照射したところ、パルス幅約 1 ps のシングルサイクルのパルス電磁波の発生が確認できた。この特性は、フェムト秒レーザー照射により、同様の時間スケールで電荷が過渡的に運動していることを示唆している。一連の実験結果によると、Bi₂Te₃ 薄膜から発生するテラヘルツ電磁波は、一般的な非線形光学効果に起因するものや (光整流)、光励起キャリアの拡散に支配されるもの (photo-Dember 効果) とは異なり、多数キャリアの拡散によって支配されていることが分かった。講演では、多数キャリアの種類、熱的対称性、GaAs 光伝導素子との比較実験により、Bi₂Te₃ 薄膜から発生するテラヘルツ電磁波が、熱拡散に伴って発生する電荷の拡散 (ゼーベック効果) が源になっていることを議論する (図 1 参照)。これはすなわち、ゼーベック効果がピコ秒オーダーで誘起されていることを示唆しており、熱の高速検出など新たな光電子デバイスの開発が期待できる。

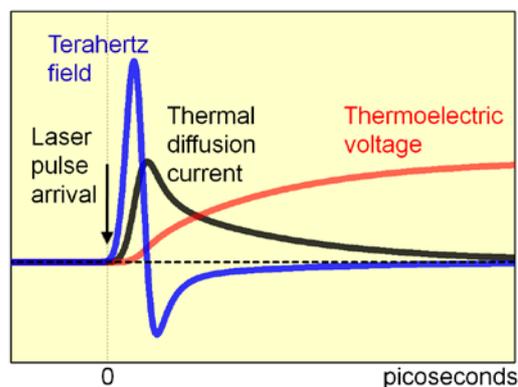


図 1: フェムト秒レーザー照射により誘起される熱起電圧、熱拡散電流、テラヘルツ電磁波の時間プロファイルの模式図。