

様々な電子材料からのテラヘルツ電磁波放射

大阪大学超伝導フォトンクス研究センター 斗内 政吉

Terahertz Radiation from Various Electronic Materials
Masayoshi Tonouchi
Research Center for Superconductor Photonics, Osaka University

【はじめに】本研究では、様々な電子材料（半絶縁性 GaAs 基板、MBE 低温成長 (LT-) GaAs、 α -GaAs 薄膜、 α -Ge 薄膜、高温超伝導薄膜およびペロブスカイト型 Mn 酸化物薄膜）からのテラヘルツ電磁波放射を観測し、それら放射特性から、テラヘルツ電磁波放射機能並びに光励起された電荷の超高速ダイナミクスを露にすることを目的としている。ここでは、特にその実験的手法として、試料温度可変ポンププローブテラヘルツ電磁波励起観測システムも新たに構築し、その有用性を示すとともに、過渡的非平衡状態も議論する。

【実験】従来のテラヘルツ電磁波観測に加えて、テラヘルツ波励起に用いるフェムト秒レーザーを、ポンプパルスとプローブパルスの 2 つに分け、それらの間の時間遅延を制御することで、フォトン入射後に発生する過渡的非平衡状態からのテラヘルツ電磁波放射を観測する試料温度可変ポンププローブテラヘルツ電磁波励起観測システムも開発した。

【結果】図 1 に SI-GaAs 基板からのテラヘルツ電磁波放射の例を示す。LT-GaAs や YBCO 薄膜に比べて、中心周波数はやや低くなっているが、比較的大きな放射パワーを得ている。図 2 に LT-GaAs からのポンププローブテラヘルツ電磁波放射の観測例を示す。プローブパルスの最大振幅点に時間軸を固定し、ポンプとの遅延時間を変化させる。LT-GaAs 中における光励起後の超高速ダイナミクスが観測されており、緩和過程成分として 200fs 以下ものが存在することが示唆されている。また、SI-GaAs の放射温度依存性は、移動度とバレー間遷移によって説明されることも示され、これまで、不明であった温度依存性も説明された。図 3 には、 $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 薄膜上に作製した光スイッチからのテラヘルツ電磁波放射の観測例で、Mn 系酸化物からとしては世界ではじめてのテラヘルツ電磁波放射観測である。その強度・極性は、バイアス電界に依存し、振幅強度の温度依存性は、各種転移温度(T_c , T_N , T_{CA})近傍で、大きな変化を見せ、スピン配列がテラヘルツ電磁波放射に大きく関係していることが見出された。 α -GaAs 薄膜および α -Ge 薄膜からのテラヘルツ電磁波も比較的良好な効率で観測され、異種材料と組み合わせるハイブリッドデバイスの光サブミリ波変換コンポーネントに有用であることも示された。

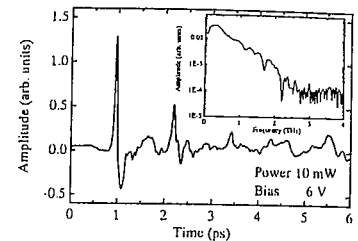


図 1 SI-GaAs からのテラヘルツ電磁波放射の例。

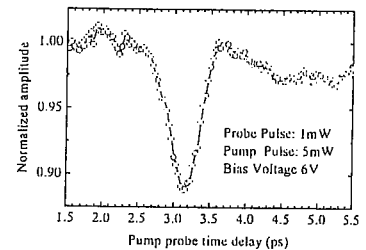
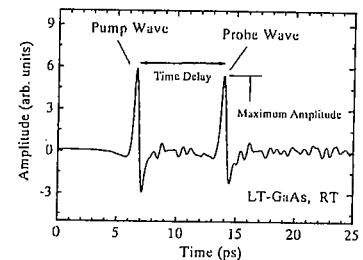


図 2 ポンププローブテラヘルツ電磁波観測例とプローブ最大振の幅時間変化。

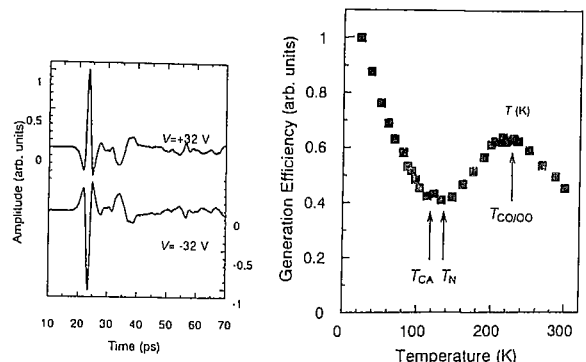


図 3 $\text{Pr}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 薄膜からのテラヘルツ電磁波放射波形と放射振幅の温度依存性。