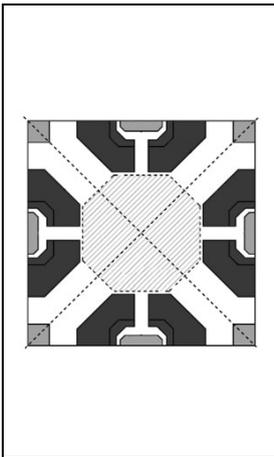


テラヘルツイメージセンサの最新技術

北海道大学
池辺将之, 金澤悠里



1. はじめに

電波と光波の中間領域であるテラヘルツ波帯（100 GHz～10 THz）は幅広い応用可能性のために注目を集めている。テラヘルツ光はプラスチックや繊維、紙など多様な物質を透過し、可視光では発見することができない秘匿物を検知することができる¹⁾³⁾。さらに、テラヘルツ波帯は、指紋スペクトルと呼ばれる物質固有の吸収スペクトルを持ち、物質の特定も行うことができる。この性質を利用して、従来の電波天文や分析科学のみならず、超広帯域通信、医療、薬物・食品分析、危険物探知など幅広い分野での応用が期待されている(図 1)。世界市場は 2022 年に 3 億 3510 万ドル、2027 年に 13 億ドルに成長する予測である³⁾。テラヘルツ光を発生し検出するためには、多くの方法が開発されているが、それらのほとんどは大掛かりなレーザー・光学系を必要とする、低温動作が必要な場合もあり、テラヘルツ波利用の促進を妨げている大きな要因の一つとなっている。このため、室温で動作し、小型・低価格の固体テラヘルツデバイスの実現が切望され、グラフェンなどの新材料やプラズモン共鳴などの新動作原理に基づくデバイスが提案されている。本解説では、テラヘルツ光センサにおいて、「グラフェン・トランジスタによる方式」「遠赤外線検出 MEMS ボロメータ方式」「アンテナアレイ方式」の 3 つを紹介し、CMOS プロセスを用いたピクセルの設計事例について述べる。

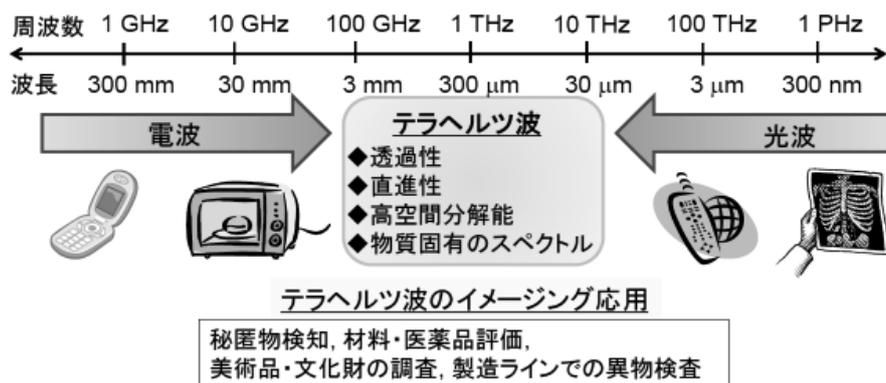


図 1 テラヘルツ帯の特徴

2. CMOS プロセスとテラヘルツ光イメージング

シリコン CMOS の微細化により電流遮断周波数 f_T と最大発振周波数 f_{max} は数 100 GHz まで著しく向上している。CMOS 発振器の発振周波数とテクノロジーノードの関係を図 2 に示す。この図から、将来的には 1 THz を超える発振器は実現されるものと予想される。テラヘルツ帯は、新たな周波数資源として高速無線通信への利用が期待されており、2017 年には無線通信規格 IEEE Std 802.15.3d により 252GHz から 325GHz の周波数帯域のチャンネル割当てが示された。そして、現在、藤島らは