CMOSショットキーダイオードがコストを下げ、電子ディテクタの遠赤外応答を14倍にする

ダラスのテキサス大（UT Dallas）の研究者たちは、独JWGフランクフルト大およびリトアニアのヴィリニュス大と協働し、ショットキーバリアダイオードを130nm CMOSプロセスで使用している。これは、9.74THzテラヘルツ照射の検出に遮断周波数以上で動作する。検出された信号の周波数は電子検出の最高レベルであり、この周波数範囲で使用される熱検出器とは違い、このようなCMOS電子ディテクタは熱的分離を必要としない。

10THz近傍でのCMOSディテクタの光応答性は14V/Wで、これは以前に報告された、*n*チャネル金属酸化物半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）、NMOS（*n*チャネル金属酸化膜半導体）ディテクタを使用した最大9THz三次検出結果と比較して約14倍高い応答性になる。さらに、9.74THzでは、ショットノイズ抑制等価電力は約2nW/Hz$^{0.5}$となっている。ショットキーダイオードの製造はCMOSプロセスの変更を必要としない。そのディテクタは、独ヘルムホルツ・ツェントルムで、30psパルス長の可変自由電子レーザ（FEL）光源を用いて特性を評価した。

ダイレクト・アンテナ整合

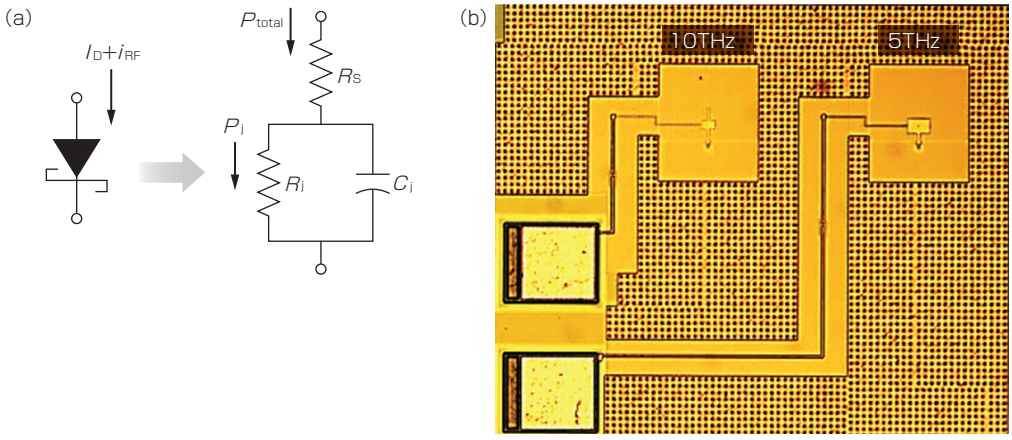
ディテクタ製造のために、10THzに整調したオンチップパッチ型アンテナを作製した。これにはCMOS技術で利用可能な金属層が用いられている。プロセスで2つの金属最下層が短絡されてアンテナ用のグラウンド・プレーンを形成している。このグラウンド・プレーンはまた、下の損失性半導体シリコン基板からの信号を遮断している。90%程度にアンテナ効率を維持しながらテラヘルツ信号の転送長を短くするために、グラウンド・プレーン上約2.4μmに金属層を使用してパッチを作製した。

アンテナからディテクタまでの信号パワー転送を最大化するために従来の共役インピーダンス整合を用いないで、研究チームはダイレクト・アンテナ整合（マッチング）を用いた。このような動作周波数では、整合操作をしないことでディテクタへの信号パワー転送が強まる。これは、共役整合で必要となるネットワークでの伝導損失と放射損失が増えるからである。ピクセルエリアは約8×8μmである。

研究チームによると、この成果は、熱ディテクタよりもコストを下げ、ピクセル密度を向上させた電子的赤外ディテクタに道を開くものである。「10THz信号がCMOS回路を利用して電子的に検出できることは素晴らしい。ナイトビジョンで40THz信号の検出も射程に入っているようだ」と、この成果の主任研究者、テキサス大のテキサスアナログ中核研究拠点メンバーであるゼシャン・アーマンは話している。

テキサス・インスツルメンツの研究戦略マネージャー、ロバート・ドーリング氏は、「この技術は、スペクトルの赤外部分を利用する非常に優れた手段を提供することになる。CMOS集積回路から直接赤外線放射を検出することで、広範な新しい重要アプリケーションが可能になる」と語っている。（Gail Overton）

参考文献
(1) http://bit.ly/1LchVv9.



等価回路は、ポリゲート分離（PGS）ショットキーダイオード（a）と顕微鏡写真の横断面動作が5THzおよび10THz遠赤外ダイオードディテクタ製造後（b）の物理形状を示している（画像提供：テキサス大）。

LFWJ