

S20191219_01、NIST

NIST の光センシングカメラ、ダークマター検出に役立つ

NIST の研究チームは、シングルフォトン、つまり光の粒子をカウントするセンサで構成された最高性能のカメラを作製した。

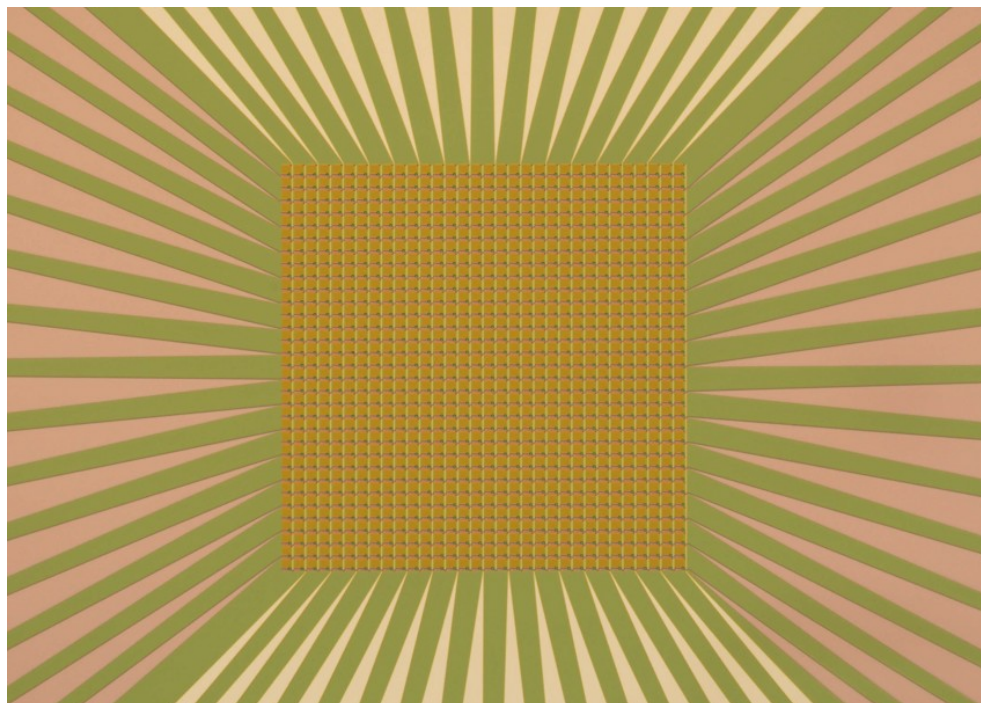


図1 1024 センサでできた NIST の高分解能カメラ、**Micrograph** は、シングルフォトン、光粒子をカウントする。カメラは、他の惑星に生命の化学的兆しを探すための将来の宇宙ベース望遠鏡用に設計された。32×32 センサアレイは、ピンクとゴールドのワイヤで囲まれている。ワイヤは、データを集めるエレクトロニクスに接続されている。

1000 を超えるセンサ、つまりピクセルで、NIST のカメラは、将来の宇宙ベースの望遠鏡で役立つ可能性がある。他の惑星に生命の化学的兆しを探す、また捕まえない「ダークマター」を探すために設計された新しい計測器で役立つ。ダークマターは、宇宙の「物質」のほとんどを構成すると信じられている。

Optics Express に発表されたように、そのカメラは、シングルフォトンを検出できる超伝導ナノワイヤでできている。スピード、効率、色感度の範囲に関して、ナノワイヤはベストのフォトンカウンタである。NIST のチームは、アインシュタインの「不気味な遠隔作用」(spooky action at a distance)を実証するために、これらのディテクタを使った。

ナノワイヤディテクタは、あらゆるフォトンセンサの中で最も遅いダークカウントレートである、つまりフォトンカウントするが、ノイズが原因の疑似信号はカウントしない。この機能は、特にダークマター探求や宇宙ベース天文学に有用である。しかし、以前のものよりも多くのピクセル、大きな物理的寸法が、これらのアプリケーションには必要である。また、現在実用化されているよりも長波長、赤外遠端で光を検出する必要もある。

NIST のカメラは、物理的サイズは小さい、高解像度画像を実現するために一辺 1.6 mm の面積であるが、1024 センサ(32 列×32 行)を詰めている。主要課題は、そんなにも多くのディテクタから、加熱することなく結果を順に並べ、取得することであった。研究チームは、「読出し」アーキテクチャを拡大した。これは、以前にもっと小さな、行と列からのデータを合計する 64 センサのカメラで実証したものである。今回、NASA の要求に一步近づいた。

NIST エレクトロニクスエンジニア、Vaum Verma は、「カメラを作る動機は NASA の Origins Space Telescope プロジェクトである。これは、太陽系外星の軌道を回る惑星の化学成分を分析するためこれらのアレイの利用を検討している」と言う。惑星大気各化学元素は、固有の色を吸収する。

「この考えは、親星の前を通過する際に、太陽系外惑星の大気の端を透過する光のスペクトル吸収を見るものである。吸収シグネチャから大気元素が分かる。特に、水、酸素や二酸化炭素など生命を生み出す元素である。これらの元素のシグネチャは中赤外、遠赤外にあり、そのスペクトル領域では、大面積シングルフォトンカウンティングディテクタアレイは、まだ存在しない。したがって、われわれがその問題解決に役立つかどうかを見るために、NASA から少額の助成金を獲得した」。

研究チームは、量産を成功させた。99.5%のセンサは正常に機能した。しかし、所望の波長でのディテクタの効率は低い。効率を上げることが次の課題である。研究チームは、カメラをもっと大きくすること、100 万センサにすることも考えている。

他のアプリケーションも見込がある。例えば、NIST カメラは、ダークマター発見に役立つ可能性がある。世界中の研究者が、いわゆる WIMPs(物質との相互作用がほとんどない重い粒子)発見には至っておらず、低エネルギーで質量が小さなダークマターを探している。超伝導ナノワイヤディテクタは、珍しい、低エネルギーダークマターの放射カウンティングや、背景雑音から実信号の区別に有望である。

新しいカメラは、NISTのコロラド州 **Microfabrication Facility** で複雑なプロセスで作製された。ディテクタは、シリコンウエファ上に作製され、チップにダイシングされた。ナノワイヤは、タングステンとシリコンの合金でできており、長さが約 3.5 mm、幅 180 nm、厚さ 3 nm。超伝導ニオブで配線されている。

カメラの性能は、ジェット推進研究所(JPL)によって計測された。