

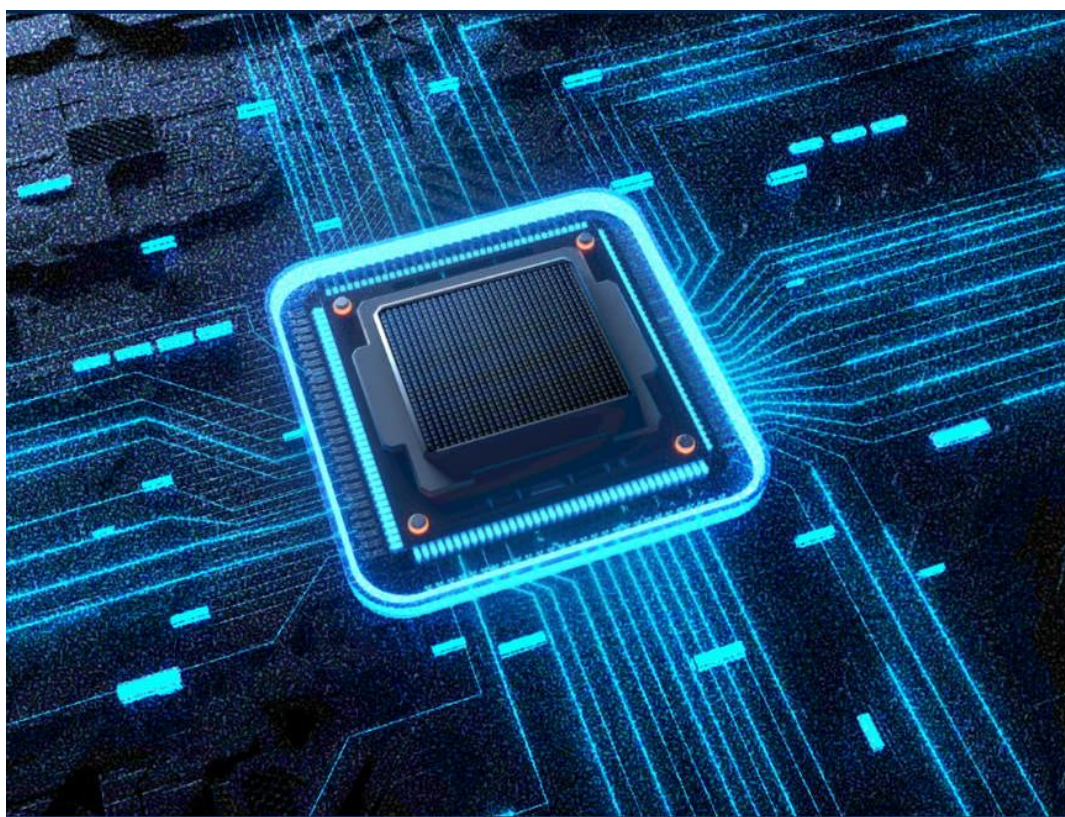
【ナノテクノロジー・材料分野】

仮訳

低光量でも極鮮明な携帯電話カメラ撮像を可能にする 2D 材料(米国) 光センサーと画像処理を統合した新デバイスで省エネを実現

2022 年 12 月 9 日

Jamie Oberdick



単層二硫化モリブデン(MoS₂)ベースの新しいピクセルセンサーは、より優れた撮像機能を提供する。
Credit: Elizabeth Flores-Gomez Murray. All Rights Reserved.

ペンシルベニア州 ユニバーシティーパーク—— 二次元素材を使用した新しいタイプのアクティブピクセルセンサー(APS)が、携帯電話での極鮮明な写真撮影を可能にすると同時に、エネルギー効率の極めて高い新しいクラスのモノのインターネット (IoT) センサーを生み出す可能性があるとして、ペンシルベニア州立大学の研究チームが発表した。

「新しい携帯電話を購入する際に求められるスペックは、多くの場合、鮮明で高解像度の写真の撮れる優れたカメラです」と Nature Materials 誌 11 月 17 日号に掲載された本研究の主著者である engineering science and mechanics の Saptarshi Das 准教授は言う。

そのカメラを使って友人・家族との会合やスポーツイベント等の写真を撮影するが、その際に携帯電話の「裏側」で起こっていることを決して考えることはない。Das 准教授によると、写真撮影の直後にその写真を見られるようにするためにかなり多くのことが起こっており、これには画像処理が関わっている。

「写真を撮る際、ほとんどのカメラでは携帯電話の内部で何らかの処理がなされていて、実際には肉眼で見るよりも写真の方がより鮮明な画像に見ることがあります」と Das 准教授は説明する。「これは、次世代携帯電話カメラに搭載されている画像キャプチャと画像処理によるもので、旧世代のカメラでは不可能でした」。

しかし、この最新カメラによる美しい写真の欠点は、この画像処理にかなりのエネルギーが必要なことである。

「写真を撮るにはエネルギーコストがかかります」と、本研究の実施当時ペンシルベニア州立大学の大学院生の研究助手で、現在は Western Digital 社の研究スタッフであり、本研究の共同第一著者である Akhil Dodda 氏は説明する。「1 万枚の画像を撮ると、その分のエネルギーコストがかかります。このエネルギー量を 1/100 にすることができれば、消費するエネルギー量はそのまま画像を 100 倍多く撮ることができるようになります。旅行先でセルフイー等の写真をより多く撮影できるようになって、写真撮影をより持続可能にします。これには、材料のイノベーションが重要な役割を担います」。

本研究での材料イノベーションは、APS にセンサー内処理を追加することによるエネルギー使用量の低減である。ここでは、薄さが僅か原子 1~数個分の二硫化モリブデン(MoS₂)という新しい二次元材料に着目した。この材料は半導体でもあり、光への感度が高いため、低エネルギーのセンサー内画像処理に向けた材料として理想的である。

「MoS₂ が非常に優れた感光反応を示すことを発見しました」と engineering science and mechanics の大学院生の研究助手であり、本研究の共同第一著者である Darsith Jayachandran 氏は言う。「その後、必要となる別の特性を探しました」。

これらの特性には、センサーのダイナミックレンジに重要となる低光量に対する感度が含まれる。ダイナミックレンジとは、月の光のような低光量と太陽光のような明るい光の両方で物体を「見る」ことのできる能力を指す。人間の目は、優れたダイナミックレンジを持つため、ほとんどのカメラよりも夜空の星をよく見ることができる。

MoS₂ はまた、強力な信号変換、電荷—電圧変換とデータ伝送能力も示した。このことにより、MoS₂ は光センシングとセンサー内画像処理の両方の役割を担う APS を可能にする理想的な材料となる。

「それからセンサーアレイを作りました」と Jayachandran 氏は言う。「私たちが開発した 9 平方ミリメートルのアレイには 900 個のピクセルが含まれ、それぞれのピクセルサイズは約 100 マイクロメートルです。現在の CMOS センサーに比べて光への感度をはるかに高いため、追加的な回路やエネルギーが不要です。それぞれのピクセルの動作に必要なエネルギー量が大幅に低減するため、電池使用量が大幅に低減した優れた携帯電話カメラが実現できます」。

このダイナミックレンジと画像処理により、写真撮影には不利な条件下でも鮮明な写真の撮影ができるようになると Das 准教授は説明する。

「たとえば、夜間の屋外や雨・霧の日にお友達の鮮明な写真を撮ることができるようになります。カメラはノイズを除去して霧を消し去り、ダイナミックレンジによって夜空の星を背景にお友達の写真が撮れるようになるでしょう」。

Das 准教授は、Material Research Institute の 3 つの主要な設備が材料の作製と試験の実施に重要な役割を担ったことを指摘する。

「実験に使用した二次元材料は、アメリカ国立科学財団(NSF)の Materials Innovation Platform (MIP) 施設であるペンシルベニア州立大学の Two-Dimensional Crystal Consortium で作製し、材料の特性評価は Materials Characterization Laboratory で行い、Nanofabrication Laboratory のクリーンルームを使用しました」と Das 准教授は説明する。「キャンパス内のこれらの施設に簡単にアクセスできることは、この研究を成功させる上で大きな役割を果たしました」。

将来的には、最高水準の携帯電話カメラを実現するだけでなく、このセンサー技術が他のアプリケーションにも応用できると考えている。これには、IoT やインダストリー 4.0 アプリケーションに向けたより優れた光センサーが含まれる。インダストリー

4.0 は、従来の産業活動と IoT、クラウドデータストレージ、人工知能(AI)/機械学習(ML)等の最先端のデジタル技術を組み合わせた、成長中のムーブメントを指す用語である。インダストリー4.0の目標は、インテリジェントな自動化によってより効率的なプロセスとプラクティスの開発を通じた製造業の改善であり、これにはセンサーが鍵となる。

「稼働中の設備を監視して不具合を特定できるセンサーは、IoTにおいて非常に重要です」と Dodda 氏は言う。「従来のセンサーではエネルギーの大量消費が問題となっていました。より高機能の ML 等の作動を可能にしてエネルギーコストを大幅に低減する、エネルギー効率の非常に高いセンサーを本研究で開発しました」。

本研究の著者には：Das 准教授、Dodda 氏、Jayachandran 氏の他に、ペンシルベニア州立大学の Andrew Pannone 氏、Nicholas Trainor 氏、Sergei Stepanoff 氏、Megan Steves 氏、Shiva Subbulakshmi Radhakrishnan 氏、Saiphaneendra Bachu 氏、Claudio Ordone 氏、Jeffrey Shallenberger 氏、Joan Redwing 氏、Kenneth Knappenberger 氏および Douglas Wolfe 氏らが含まれる

本研究は、米国国防総省(DoD)と米国立科学財団(NSF)が支援した。

訳：NEDO（担当 技術戦略研究センター）

出典：本資料は、ペンシルベニア州立大学(PennState)の記事 “2D material may enable ultra-sharp cellphone photos in low light”

(<https://www.psu.edu/news/materials-research-institute/story/2d-material-may-enable-ultra-sharp-cellphone-photos-low-light/>) を翻訳したものである。

(Reprinted with permission of the Pennsylvania State University)