

高速光応答タイプのa-Si/MoS₂光検出器

カリフォルニア大学バークレー校(UCバークレー)の2人のエンジニアは、医用画像の高速化を低コストで実現するために、2硫化モリブデン(MoS₂)を追加したアモルファスシリコン(a-Si)金属-半導体-金属ヘテロ接合光検出器を開発した⁽¹⁾。2硫化モリブデンは良く知られた乾燥潤滑剤である。

大面積イメージング装置における多くの光検出器には、光をよく吸収し、加工コストが比較的安価であるという理由で、一般に、a-Siが使われている。しかし、a-Siは、高速で規則的な電子の運動を妨げる欠陥を含むため、動作速度が遅く、照射量が多くなりがちである。優れた性能を得るには、イメージング装置のコストに加えて、より高価な高温処理が必要になる。

セイエフ・サラフディーン氏(Sayeef Salahuddin)とモハマド・エスマイリ・ラッド氏(Mohammad Esmaili-Rad)は、MoS₂薄膜をa-Siシートと対にすること

によって、この問題を解決した。a-Siとともにダイオードを形成することで、MoS₂は、そこで集められた光生成電子がa-Si内を10倍速く通過することを可能にする。この検出器は緑色光に対して210mA/Wの光応答性をもち、通常のa-Siデバイスに比して2~4倍高い。

研究者たちは、これらの材料が取り扱い容易で、安価なので、光検出器の高速化に要するコストを最小にできると語っている。Siなどの従来型半導体と異なり、MoS₂は、本のページのように引き剥がすことができる個々のナノシートから成る。これらのシートは、薄い新規電子デバイスの作製または既存のデバイスの改良に利用されるであろう。

機械的に剥離されたフレーク

この構造は2酸化ケイ素(SiO₂)基板上にあり、60nm厚の機械的に引き剥がされた(剥離された)プラズマ増強

化学蒸着によって100nm厚a-Si薄膜で被覆されたMoS₂フレークから成る(図1)。金(Au)とチタンのコンタクトも電子ビーム蒸着によって追加された。また、MoS₂のない制御デバイスも作製された。

このデバイスの光応答性を標準的な青色、緑色、赤色LEDを光源として約0.4mW/cm²の入射パワーで測定した。3つのLED光に対する応答性はMoS₂含有デバイスの方がかなり高かった。検出器の過渡応答も調べた。a-Siデバイスで3~5msの残留伝導率が測定されたが、MoS₂含有検出器ではこの残留応答は測定されなかった。結論として、新しい検出器のイメージング速度は従来のa-Si検出器に比して10倍速くなったと、研究者たちは語っている。

この新しい光検出器構造は大面積の生物医学イメージングに利用されるであろうと、研究者たちは指摘する。1例でいえば、a-Si/MoS₂光検出器の高速応答によって、フラットパネルX線イメージャは、従来のa-SiベースX線イメージャのフレームレート10~1000Hzよりもかなり速い、最高数千ヘルツのフレームレートを達成するであろう。しかし、実用的用途では、機械的剥離に代わって、化学蒸着などの大面積製造アプローチの開発が必須である。究極的には、MoS₂トランジスタとの集積が達成され、大型でモノリシックな光電子イメージングデバイスが生まれるであろう。

(John Wallace)

参考文献

- (1) M. R. Esmaili-Rad and S. Salahuddin, *Sci. Rep.*, 3, 2345 (Aug. 2, 2013); doi:10.1038/srep02345.

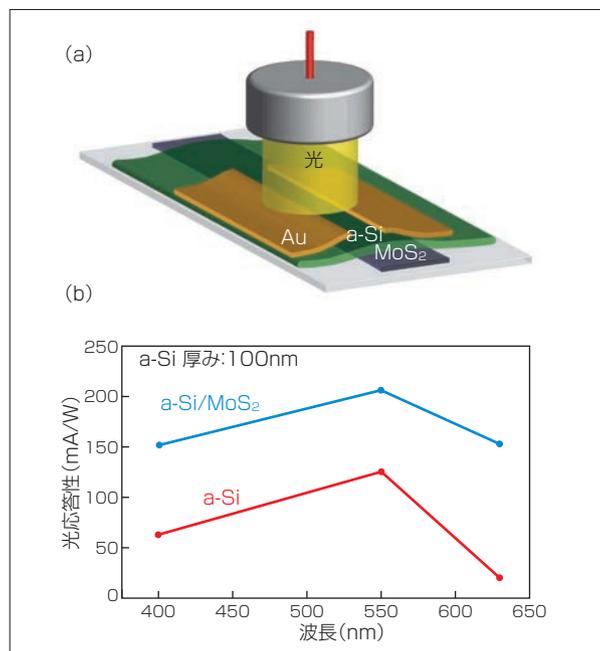


図1 メカニカルに引き剥がされた2硫化モリブデン(MoS₂)フレークは従来のa-Si検出器よりも高速かつ高い光応答性を持つ新しいアモルファスシリコン(a-Si)ベース光検出器の心臓部である(a)。MoS₂有りと無しのa-Si検出器の光応答性を比較し、MoS₂追加の価値を示した(b)。(資料提供:モハマド・エスマイリ・ラッド氏)