

光で動く炭素フィルム

Kagoshima University Aono Masami

Light-driven amorphous carbon films

概要

技術概要

光エネルギーをダイレクトに力学的エネルギーに変換する炭素フィルムです。極薄のポリマーフィルム、紙(ナノペーパー)、金属箔などにスパッタ法を用いてコーティングしたものに、可視光を当てると動きます。赤や緑といった単色光やレーザー光でも変形し、光を切ると元の状態に戻ります。電力不要で遠隔操作可能なスイッチなどに使えます。また、ロール状や半円形にすることで、回転、前進運動も可能です。この炭素系フィルムは、グラファイトと窒素を原料としており、環境にも優しく、原料から製品に至るまで、全く毒性のない材料です。

光で動く炭素フィルムの紹介 / Light-driven carbon films

ダイヤモンドからグラファイトまで、色も硬さも多様な炭素材料。その炭素材料には、アモルファス(非晶質)というダイヤモンドとグラファイトの間状態が存在します。ここでは、炭素フィルムが光で動く珍しい現象についてご紹介いたします。

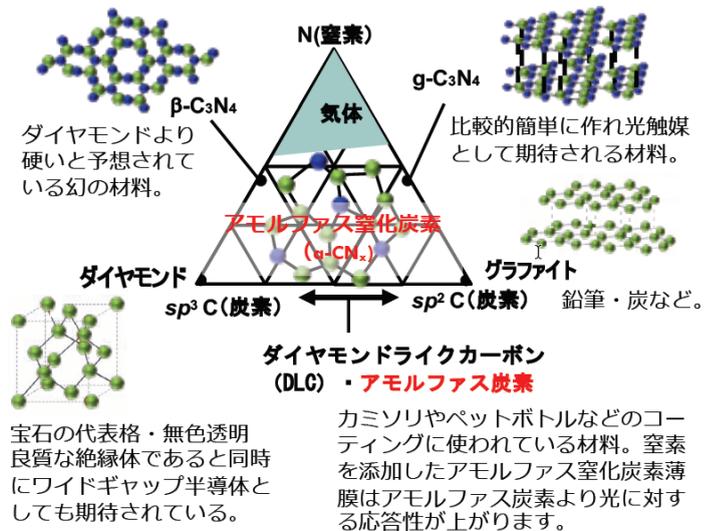
【研究のテーマ】

鉛筆の主原料は炭素(グラファイト)です。鉛筆で黒く塗りつぶした紙は、光エネルギーを一度熱に変換して、その熱が原因で変形することはありますが、直接光エネルギーから力学的エネルギーには変換できません。一方、鉛筆の芯と構造的にはよく似ているアモルファス炭素は可視光のエネルギーを力学的エネルギーに直接変換して動きます。しかし、そのメカニズムはまだよくわかっていません。また、窒素が入るとエネルギー変換効率がアップしますが、その理由もわかっていません。それらの疑問を解決し、新しい光駆動デバイスの開発を目指しています。

【光エネルギー変換】

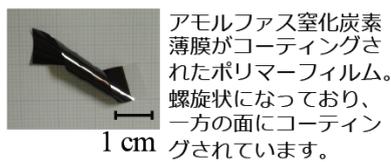


【無機炭素炭素系材料】

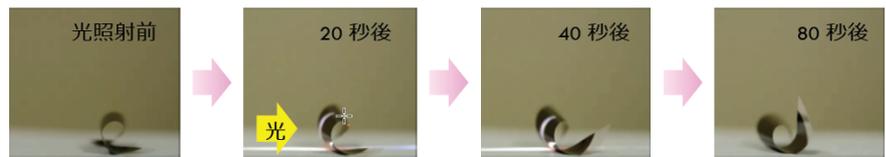


【アモルファス窒素化炭素薄膜の光-力学的エネルギー変換】

〔試料の形状〕



〔試料が回転する様子〕

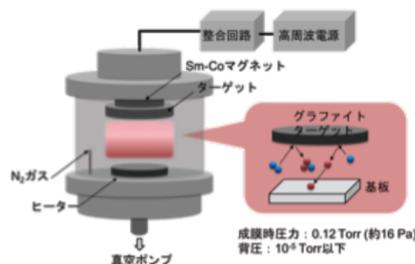


可視光が照射された部分だけ変形し、照射が止まるともとに戻ります。上の図では、試料が螺旋状のため、光照射位置が変化し、回転が生じます。可視光のレーザーを照射しても動きます。

【光で動く炭素膜の作り方】

アモルファス炭素系薄膜は、様々な作製方法で作製されていますが、光で動く薄膜は、現在までのところ反応性高周波マグネトロンスパッタ法で作製したものに限定されています。

この方法は、大面積の試料が比較的容易に作製可能であるため、光量に合わせて自動的に巻き上げられる調光カーテンなどへの応用を検討しています。



【主な発表】

Masami Aono, et al., "Non-uniform Excitation States in Photoinduced Deformation of Amorphous Carbon Nitride Films", Scientific Reports, Vol. 8, p. 15066 (2018).

Masami Aono, et al., "Photoinduced deformation of a-C thin films prepared by RF magnetron sputtering", Diamond and Related Materials, Vol. 108, p. 107844 (2020).

青野祐美, "光で動くアモルファス窒素化炭素薄膜", 応用物理, 第87巻, 282頁 (2018).

青野祐美, 原田人萌, 寺内正己, "可視光-運動エネルギー変換能を有するアモルファス窒素化炭素薄膜", NEW DIAMOND, 第35巻, 30頁 (2019).