

電場を用いた有機無機ハイブリッド材料 内部構造制御手法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2022

■ はじめに

無機フィラーをポリマーに充填することにより、有機無機ハイブリッド材料になる。ハイブリッド材料はポリマーの加工性、フレキシブルなど特性を保持したまま、無機フィラーの特性も追加され、材料の電気特性、機械的性質、熱的性質の改善ができる。その有機無機ハイブリッド材料の実用化においては、材料内部の無機フィラーの分散構造を制御することが重要である。

実際使う場面による、材料の内部構造制御の手法が様々ある。しかし、液体ポリマーの粘度が高い為、液体ポリマーの中で、ナノサイズの無機フィラーを動くことは強い力が必要です。一般的に薄膜状から成るハイブリッド材料においてはせん断力や重力により、フィラーは膜面に対して水平に寝たような構造に成りやすいが、垂直に構造制御が難しいです。フィラーの制御に対して強い力の一つとして電場印加があり、本研究では電場を用いることで膜面に対してフィラーが垂直に制御した構造体を形成する。

■ 研究目的

本研究では、電場を用いた有機無機ハイブリッド材料の内部構造制御システムを開発し、膜面に対して無機フィラーが垂直に制御する構造体を形成する手法を実証する。さらに、当該手法で材料の構造に起因した電気物性メカニズムを解明する。

■ 研究方法

本研究における有機無機ハイブリッド材料の原料は、有機シリコーン樹脂と銀ナノワイヤーである。シリコーン樹脂(Momentive社製、YE5822)は有機ポリマーとして透明、絶縁かつ粘度低い性質がある。銀ナノワイヤーは充填する無機フィラーとして、導電性を持つ。研究室はポリオール法という手法で、ポリオール溶媒のエチレングリコールに銀源の硝酸銀を加え、PVP保護剤の存在下で還元することで特定の面が異方的に成長し、銀ナノワイヤーを合成した。

ハイブリッド材料作製方法として、まず、常温で液体のシリコーン樹脂をと銀ナノワイヤーを一定比率で混ぜ合わせ、懸濁液を電極としてITOガラスの間に入れ、電場処理する。電場処理完了後、懸濁液を80度以上に加熱して固まり、複合材料フィルムになる。さらに、作製されたフィルムは顕微鏡、X線CTスキャン(Bruker社SKYSCAN1172)で構造を観察し、透明度と電気特性を評価する。

■ 研究結果

本研究は、電場を使用して、シリコーン懸濁液中の導電性銀ナノワイヤーを図1のような網の構造に形成した。電場印加したシステムの中で、銀ナノワイヤーを駆動するメカニズムには、電気泳動力、誘電泳動力、および接触の充放電現象の組み合わせとなる。網の構造の複合材料フィルムは、構造制御しないフィルムより、透明度と電気特性の向上になることが明らかとなった。

■ 実用化

有機無機ハイブリッド材料において導電性無機フィラーを用いることで、これを異方性導電ゴム、フレキシブル誘電体など多くの場面に利用する事ができる。本研究は感圧センサーに着目している。網のような内部構造を有する有機無機ハイブリッド材料において、様々な応力感受性を有したこれまでにない新しい感圧センサーを生み出すことが可能である。これとロボット技術を組み合わせることで、人に触れ合うことのできるロボットを生み出し、誰もが快適に暮らせる介護用ロボットを開発する。

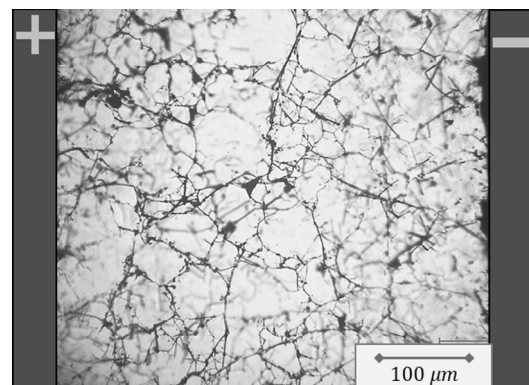


図1 材料内部銀ナノワイヤーは網の構造

代表発表者 沈 志明(ちん しめい)
所 属 長岡技術科学大学
極限エネルギー密度工学研究センター
問合せ先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1
TEL: 0258-47-9884 FAX: 0258-47-9890
205005@stn.nagaokaut.ac.jp

■キーワード: (1)ハイブリッド材料
(2)電場
(3)感圧センサー

■共同研究者: 中山 忠親