

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2023.07.28] [Update : 2023.04.17]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	22TU0133
利用課題名 Title	歪FeCo粒子分散ポリウレタンの内部構造評価 / Microstructure characterization of magnetostrictive FeCo alloy particle dispersed poly-urethane matrix composite
利用した実施機関 Support Institute	東北大学 / Tohoku Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication
重要技術領域 Important Technology Area	革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion
キーワード Keywords	IoTセンサ,磁歪材料

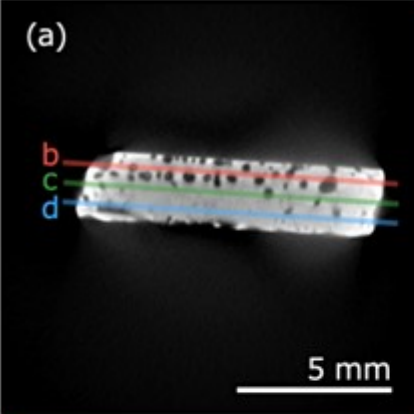
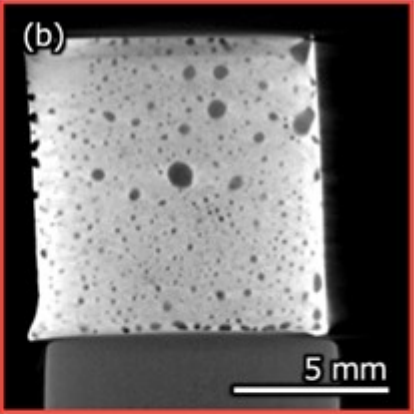
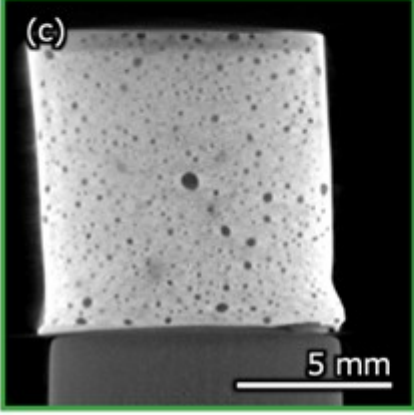
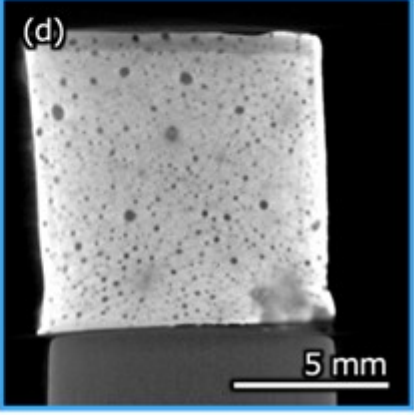
利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	栗田 大樹
所属名 Affiliation	東北大学 大学院環境科学研究科
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	戸津健太郎
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	TU-313 : マイクロX線CT
---------------------------------	-------------------

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>IoT機器の実現には、柔軟な磁歪材料が不可欠である。本研究では、ポリウレタン (PU) マトリクスに磁歪$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金粒子を分散させた (PU-FeCoV) シートを作製した。このフレキシブル磁歪複合シートの片面は負の磁歪を示した。また、PU-FeCoVシートの磁束密度は、繰り返し負荷をかけることで変化することがわかった。したがって、PU-FeCoVシートは、センシングや振動発電デバイスへの応用が期待される。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>PU-FeCoVシートの逆磁歪特性を、25Nロードセル (SMT1-25N, Interface Force Measurement Solutions, USA) と万能試験機 (MST-I type HS/ HR, Shimadzu Corporation, Japan) による繰返し曲げ応力で評価した。曲げ応力は変位量の制御により制御した。磁束密度は、PU-FeCoVシートを固定した金型の上下面に配置された2つのホールセンサによって測定した。そして、三次元X線CT装置 (ScanXmate-D160TS110, コムサンテクノ株式会社、日本) を用いて、PU-FeCoVシートの微細構造を観察した。使用した加速電圧、加速電流、倍率はそれぞれ、161 kV、36 mA、9.153倍とした。蓄積回数と蓄積速度は1回、1.0 f/secとした。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金粒子を40 vol.%添加したPU-FeCoVシートは磁場中において曲げ現象を示した。そこで、三次元X線CT装置によって材料の内部を観察し、その要因を調査した。その観察結果を図1に示す。PU-FeCoVシートの上部領域には、下部領域と比較して大きな孔が観察された。この孔は、製造工程で発生した気泡に起因するものと考えられる。したがって、磁場中におけるPU-FeCoVシートの変形の背後にある曲げ機構を次のように推測する。PU-FeCoVシートの下部領域には、比重が重い$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金粒子が上部領域と比較してより多く存在する。したがって、PU-FeCoVシートの下部領域は、磁歪と、電磁石に対する$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金の引力の両方により膨張する。一方で、$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金粒子が少なく、かつ気孔が多いため圧縮弾性率が低い上部は、下部の膨張も相まって収縮する。本研究では、PU-FeCoVシートの真の磁歪を測定するために、作製プロセスを変更することで全ての気孔を除去することを試みた。しかし、完全に孔を除去することはできなかった。PU-FeCoVシートの透磁率は、気孔の有無にかかわらず$\text{Fe}_{49}\text{Co}_{49}\text{V}_2$合金粒子の体積分率が增加によって向上した。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>(a)</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>(b)</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>(c)</p> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  <p>(d)</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図1 PU-FeCoVシートの三次元X線CT観察結果</p>

<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>三次元X線CT装置による分析にあたり、戸津健太郎教授に深く感謝申し上げます。</p>
---	---

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Hiroki Kurita, Direct and inverse magnetostrictive properties of Fe–Co–V alloy particle-dispersed polyurethane matrix soft composite sheets, <i>Sensors and Actuators A: Physical</i>, 337, 113427(2022). DOI: https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113427</p>
<p>口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>デフォルト口頭発表</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	<p>0件</p>