

公益財団法人 立松財団 御中
様式 2021A1,A2,B

2025 年 3 月 14 日

所属:名古屋工業大学

氏名:宮崎秀俊



2021 年度 助成

研究 経過 ・ 終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	極低温ミリングが生み出す新規非平衡材料の創出と指導原理の解明
研究の結果	(1) 次世代熱電変換材料用 Si-Ge アモルファス材料の合成 Si₈₀Ge₂₀ 合金は高温領域において性能に優れていることから宇宙電源に使用されている。更なる性能向上のため電気特性を維持しつつ熱伝導率を低減することが課題である。そこで、アモルファス Si と Ge を合成しナノ構造化アモルファスにすることで界面散乱と原子配列の乱れからさらに熱伝導率を低減できると考えた。 Si 粉末(粒径 50 nm)と Ge 粉末(粒径数 10 nm)に対してクライオミリング(CM: 320 rpm, 12 h)を行った。透過型電子顕微鏡(TEM)による電子回折と表面観察を行った結果、それぞれの試料でハローパターンと結晶のスポットが観察された。また、表面観察結果から一様にアモルファスが見られるが、赤枠では結晶構造である格子縞が観察された。これらの結果から一部結晶、90 %以上がアモルファスである試料作製に成功した。そこで、得られた粉末を焼結したところ、原子レベルで Si と Ge が混合した固溶体 Si₈₀Ge₂₀ は作製できず、Si と Ge が 2 相に分離した試料が得られ、更なる焼結条件の最適化が必要であり、今後、研究を進める。 (2) アモルファスナノシリコン材料の粒形および形状制御の検討 結晶シリコンは高屈折率誘電体 ($n \geq 3.5$) の特徴を有し、消衰係数は比較的小さい ($k \leq 0.1$)。そのためシリコンナノ結晶は Mie 共鳴による強い光散乱を示す。散乱光波長を粒径により制御できるためカラーインクなど新しい機能材料への応用や、共鳴波長での新奇なナノアンテナ特性が注目されている。 シリコン粉末に CM をおこない、エタノール中で攪拌しながらナノ秒 YAG レーザーを 2 時間照射した後、密度勾配遠心法により Si NC のサイズ分離をおこなった。フルエンスを 100 から 3200 mJ Pulse⁻¹ cm⁻² の間で変化させた場合の各層の光散乱ピーク強度を示す。散乱スペクトルは高シヨ糖濃度層に大きい NC が分離されていることを示していた。レーザー未照射を除くと、フルエンス増大につれて全ての層の光散乱強度が増加し、Si NC の量が増えることを示している。今後は分離した Si NC の形状と粒径の解析を進める予定である。
研究発表 (実績)	遊星型クライオミリング装置を用いた極低温微細化技術の開発 片桐颯也、宮崎秀俊、宮崎怜雄奈、飯尾凌真、岩瀬友希、三上祐史、日原岳彦 2023 年日本金属学会・秋季講演大会 クライオミリングと液中レーザー溶融法を組み合わせた球状シリコンナノ結晶の作製と Mie 共鳴の観測 小林 正稔、岩瀬 友希、宮崎 秀俊、濱中 泰 2024 年応用物理学会・春季講演大会 クライオミリングと液中レーザー溶融法を組み合わせた球状シリコンナノ結晶の作製と Mie 共鳴の観測(II) 小林 正稔、岩瀬 友希、宮崎 秀俊、濱中 泰 2024 年応用物理学会・秋季講演大会 Development of a Planetary Cryo-Milling Ball Milling apparatus and the Amorphization of Si-Ge Powder Ryoma Iio, Hidetoshi Miyazaki The 8th Southeast Asia Conference on Thermoelectrics

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。