

損失低減チーム 排気グループ

熱的・機械的に高耐久な 実用熱電排熱発電システム開発

東京理科大学
基礎工学部材料工学科
向後 保雄・飯田 努

目的・背景・開発概要

本研究は、400～600℃のエンジン排熱を直接電気エネルギーに変換することでCO₂排出抑制を実現する「熱電変換型自動車エンジン排熱発電の実現」を目的とする。

開発が進む環境低負荷型熱電材料のマグネシウム・シリサイド(Mg₂Si)は、欧州で車載予定の熱電変換型自動車排熱発電用の熱電材料3有力候補の1つに挙げられている。

自動車向け熱電排熱発電の実現に必要なMg₂Si熱電発電材料の熱的・機械的耐久性および熱電発電能力のさらなる向上が必要である。

高耐久なシリサイド系熱電発電モジュールの単体性能試験より得られる特性から、GT-POWERによる解析を行うことで、シリサイド系熱電発電モジュールの熱効率への寄与を評価し、その有効性を明らかにする。

具体的な開発項目を以下に示す。

- (1)、破壊靱性値を大幅に向上させた高信頼性Mg₂Si発電モジュール開発
- (2)、高純化Mg₂Si素材で高耐久かつ高出力密度を有する発電素子開発
- (3)、シリサイド系熱電発電モジュールの性能評価とGT-POWERによる熱効率寄与評価

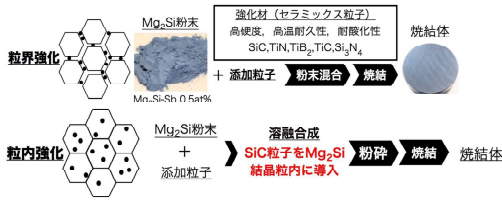


TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

東京理科大学

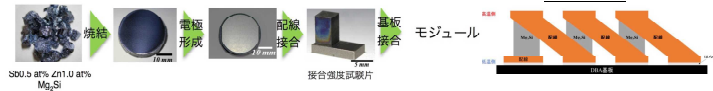
高破壊靱性Mg₂Si発電モジュール開発と 高耐久かつ高出力密度化

粒子分散強化によるMg₂Siの高靱性化、結晶粒微細化再検討



Mg₂Si熱電変換モジュールの作製

素子 / 配線接合方法の検討



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

3

東京理科大学

高破壊靱性Mg₂Si発電モジュール開発と 高耐久かつ高出力密度化

モジュール構造の評価方法

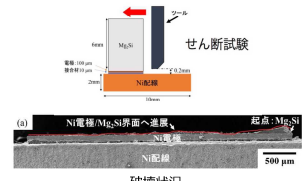
微細組織観察

- 走査型電子顕微鏡
- 光学顕微鏡
- エネルギー分散X線分光器

電極形成後の電極/Mg₂SiのSEM画像

機械的特性評価

➢ ダイシャテスト



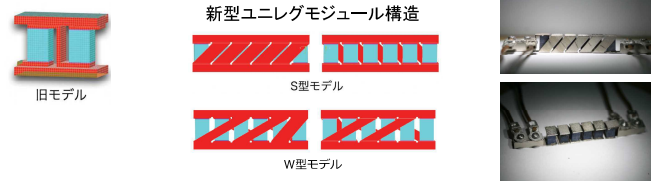
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

5

東京理科大学

熱電発電モジュールの基礎作製

ユニレグモジュールの開発・試作



ANSYSおよびFlow Designerによる実験値と解析値の比較

S型モデル					W型モデル				
測定モデル	Voltage [mV]	Current [A]	Output power [mW]	Output power density [W/cm ²]	Voltage [mV]	Current [A]	Output power [mW]	Output power density [W/cm ²]	
bridge 0.5mm	Experiment	271.13	9.2	624	0.37	296.72	8.7	645	0.37
	Analysis	373.47	15.6	1457	0.83	379.40	15.2	1442	0.76
bridge 1.5mm	Experiment	297.68	11.4	848	0.41	331.05	10.7	886	0.43
	Analysis	380.24	15.7	1492	0.71	381.55	15.2	1450	0.66

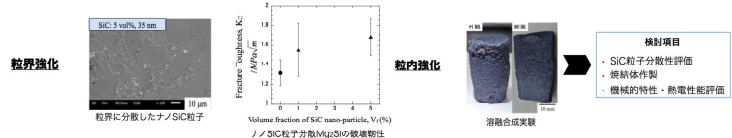
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

7

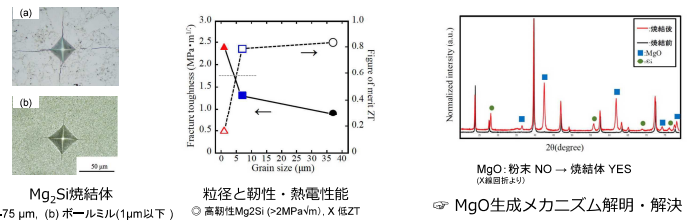
東京理科大学

高破壊靱性Mg₂Si発電モジュール開発と 高耐久かつ高出力密度化

Mg₂Si-SiC焼結体形成プロセスと特性評価



粒微細化方法の再検討



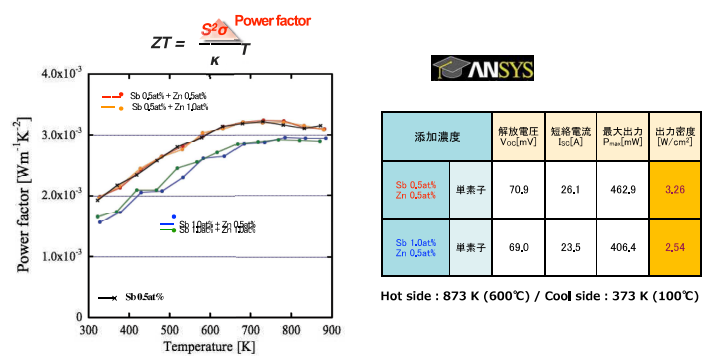
TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

4

東京理科大学

高破壊靱性Mg₂Si発電モジュール開発と 高耐久かつ高出力密度化

高靱性化を行わないMg₂Si発電素子で出力密度



TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

6

東京理科大学

現在までの開発成果のまとめ

研究開発項目(1): 破壊靱性値を大幅に向上させた高信頼性Mg₂Si発電モジュール開発

破壊靱性値 1.8 MPa/m以上のMg₂Si開発

研究開発項目(2): 高靱性化Mg₂Si素材で高耐久かつ高出力密度を有する発電素子開発

高靱性化を行わないMg₂Si発電素子で出力密度2.5 W/cm² 以上

研究開発項目(3): 熱電発電モジュールの単気筒エンジンへの実装と評価

Mg₂Si発電試作モジュール製作のために、モジュール構造最適化

TOKYO UNIVERSITY OF SCIENCE

8