

変形自在で発電出力が高い 熱電発電モジュール

キーワード: 排熱利用, 独立電源, 熱電発電, フレキシブル, IoT, 減災・防災センサー用電源

概要

本モジュールは、陽極酸化アルミニウム基板を用いており、自由に変形できます。さらに従来の高分子基板を使ったフレキシブルモジュールと比較して、基板の熱伝導性に優れていることから、受熱部の熱抵抗が小さくなり、ダイレクトに熱電材料に熱が伝わり、より高い発電出力が期待できます。

アピール ポイント

- ・陽極酸化アルミ基板は絶縁性の高い変形可能な基板
- ・陽極酸化アルミ基板を使うので、
 - パイプなどに巻き付け可能
 - 熱が高分子よりも熱電材料へダイレクトに伝達
- ・既存の設備に装着可能
- ・原理的にはメンテナンスフリー
 - 一度装着するのみで発電を継続

利用・用途 応用分野

◆ 具体例1: 温水配管を熱源とした発電

従来の平板型モジュールと異なり、後から熱源の形に合わせて変形できる。異なる外径のパイプにも装着可能

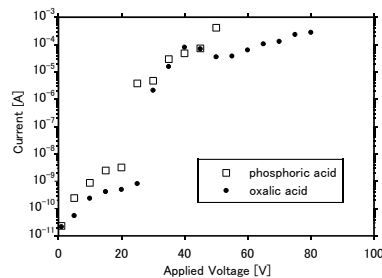
◆ 具体例2: 防災・減災センサー用独立電源

独立電源として太陽光発電もあるが山間部においては植生、斜面の向き(日本海側は北斜面)など十分にパネルに光を当てることが困難



熱電モジュールは温度差のみで発電可能

- ・地面と大気との温度差で発電
- ・地熱がある場所はより有利(メンテナンスフリーであり火山性ガスがあっても稼働可能)



印加電圧と電流の関係

各素材の熱伝導率^{1), 2), 3)}

材料	熱伝導率, $\kappa/\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
ポリイミド	0.2(20°C)
Al_2O_3	21(常温)
Al	237(27°C)

1) 海部宣男, 理科年表(机上版), 丸善 (2000) 478.

2) 大木道則ら, 化学大辞典, 東京化学同人 (1989) 122, 1557.

3) 山根常幸, 繊維と工業, 65, 6 (2009) 212.



陽極酸化Al基板を使った
モジュール

Al_2O_3 基板を使った
モジュール

研究者情報

先進工学部 環境化学科

准教授 桑折 仁

<https://er-web02.sc.kogakuin.ac.jp/search/detail.htm?systemId=94bf76b30281e935&lang=ja&st=researcher&size=10>



お問い合わせ

工学院大学の産学官連携窓口

研究推進課

Tel: 03-3340-0398/042-628-4928

Mail: sangaku@sc.kogakuin.ac.jp



特 許

特願2025-022763

関 連 論 文

■ Kohri, H., Yagasaki, T. Influence of Element Substitution on Corrosion Behavior of Bi_2Te_3 -Based Compounds. J. Electron. Mater. 47, 3164-3170 (2018).

■ Kohri, H., Yagasaki, T. Corrosion Behavior of Bi_2Te_3 -Based Thermoelectric Materials Fabricated by Melting Method. J. Electron. Mater. 46, 2587-2592 (2017).

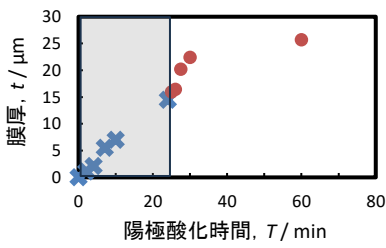
■ Kohri, H., Yagasaki, T. Effect of Element Substitution at V site on Thermoelectric Properties of Aurivillius Phase $\text{Bi}_2\text{VO}_{5.5}$. J. Electron. Mater. 45, 4928-4934 (2016).

関連URL

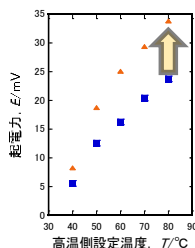
<https://kogakuin-ecce.jp/lab/lab4/>

変形自在で発電出力が高い 熱電発電モジュール(応用編)

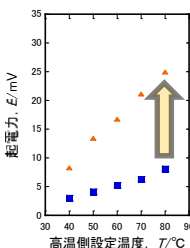
キーワード: 排熱利用, 独立電源, 熱電発電, フレキシブル, IoT, 減災・防災センサー用電源



膜厚 15.95 μm 以上で
皮膜は絶縁

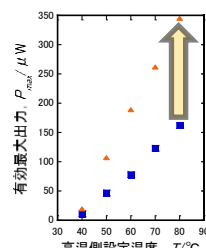


平面熱源

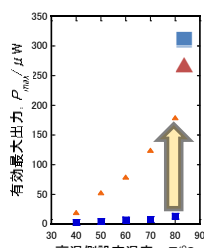


湾曲面熱源

モジュールの熱起電力



平面熱源



湾曲面熱源

モジュールの有効最大出力

Al₂O₃基板
陽極酸化Al基板

例えば・・・

1. 自動車の排気管

2. 住宅設備等の太陽熱給湯器など曲面を有する熱源

平面熱源では約1.5倍、湾曲面熱源では約3倍高い熱起電力

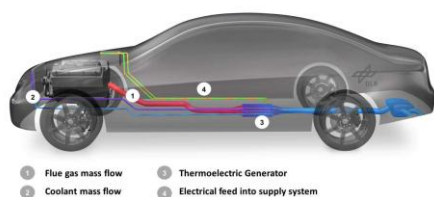
平面熱源では約2倍、湾曲面熱源では約10倍高い有効最大出力

$$E = \alpha \Delta T$$

$$P_{\max} = E^2 / 4r$$

→これらの熱源に本モジュールを装着するだけで発電することができる

自動車排熱



車載熱電発電機コンセプト

Mirko Klein Altstedde et al., Journal of ELECTRONIC MATERIALS, 44, 6 (2015) 1716

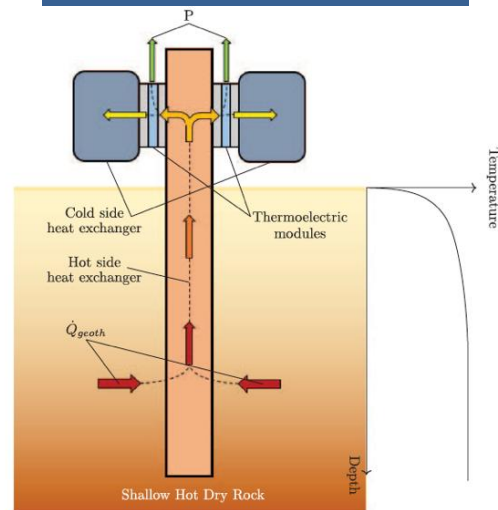


テストモジュール

<https://www.drive.com.au/news/bmw-working-on-turbosteamer-and-thermoelectric-generator-technology/> (2025/8/8 19:30閲覧)

防災・減災センサー用独立電源としても・・・

火山帯の地熱利用



火山地帯地熱利用熱電発電実験概略

Leyre Catalan et al., Energy Conversion and Management 200 (2019) 112061.

地表熱利用

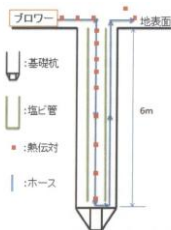


図8 夏季の地中温度測定結果その1
(8月10日14:50 ~ 8月16日15:40)

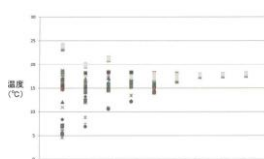


図10 地中の温度分布

図1 実験施設の断面図

村野 昭人ら, 工業技術: 東洋大学工業技術研究所報告, 34 (2012) 45.

膨大な量の排熱を電気として1%でも回収したい!

研究者情報

先進工学部 環境化学科

准教授 桑折 仁

<https://er-web02.sc.kogakuin.ac.jp/search/detail.html?systemId=94bf76b30281e935&lang=ja&st=researcher&size=10>



お問い合わせ

工学院大学の産学官連携窓口

研究推進課

Tel: 03-3340-0398/042-628-4928

Mail: sangaku@sc.kogakuin.ac.jp



特 許

特願2025-022763

機能材料工学研究室

桑折 仁 准教授

専門分野: 機能・構造材料
複合材料
ナノ材料工学



研究室HP
https://www.kogakuin.ac.jp/faculty/lab/ae_lab31.html
<https://kogakuin-ecce.jp/lab/lab4/>

キーワード: 機能材料, エネルギー変換材料, 複合材料, ナノカーボン材料

研究室の概要

材料開発は、さまざまな革新的なシステムを開発するための第一歩。「環境・エネルギー問題を高機能性材料で解決する」をテーマに、エネルギーを効率よく利用するために使われる金属・セラミック・複合材料の開発やその作製プロセスについて研究しています。

研究テーマ

・新規熱電半導体の探索および作製プロセスの検討

廃熱利用の一手段として注目を集める熱電変換システムはわずかな温度差で発電可能です。ナノテクノロジーを駆使した材料開発、材料加工プロセスを研究しています。

・熱電半導体—金属電極—絶縁基板間の接合技術の開発

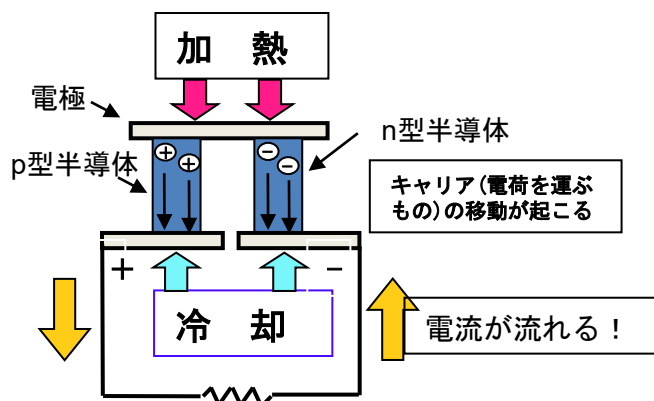
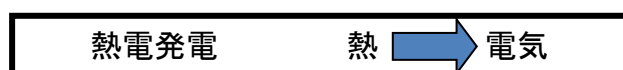
熱電半導体の性能を十分に生かすには、いかに半導体へ温度差を与えるかがポイントになります。機械的強度のみならず熱的、電気的特性をも考慮した接合技術の開発に挑戦しています。

・高熱伝導性絶縁基板の開発

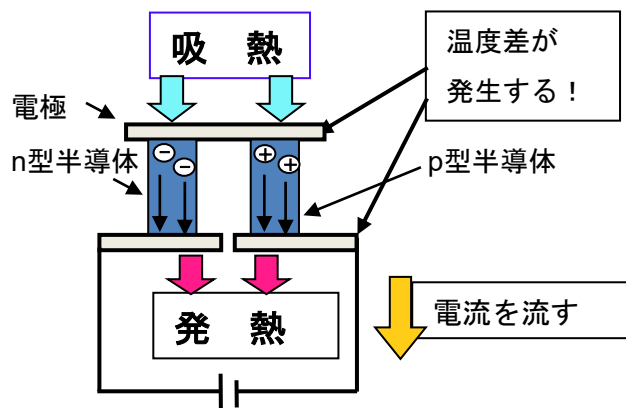
一般的な熱電発電モジュールや熱電冷却モジュール（ペルチェモジュール）はアルミナ製絶縁基板で挟まれた形となっています。しかし、さらに熱伝導性が高い基板が実現すれば、熱電半導体に熱が伝わりやすくなるため、温度差がつきやすくなり、モジュールの効率が上がります。そのための複合材料基板の研究も行っています。



大温度差法による熱電半導体の発電特性



応用例: 惑星探査機、腕時計



応用例: 温冷库、電子機器の冷却

研究支援・社会貢献活動

研究支援: ・1150℃までの熱定数測定 ・広範囲の交流または直流の電子物性測定

社会貢献活動: 真空工業会 真空ウォーキング, 八王子市教育委員会 指導力パワーアップ研修講師 等

研究設備

・焼結装置・レーザーフラッシュ・インピーダンスアナライザ・微小電圧計・超高抵抗計