

導電性ダイヤモンドの熱伝導率測定事例

株式会社ベテル ハドソン研究所 羽鳥 仁人

1. はじめに

本来ダイヤモンドは絶縁体だが、ホウ素をドーピングすることで導電性を付与して、高性能な電極とすることが可能である。広い電位窓による他材質の電極では不可能な酸化還元反応が可能、強酸強アルカリ環境などの厳しい環境でも使えるなど非常にメリットが大きい。

なお、サーモウェーブアナライザの測定原理と装置は、「Application Sheet TA-001 多機能熱拡散率熱伝導率測定装置:サーモウェーブアナライザの測定原理と装置」を参照頂きたい。

2. 測定試料

今回の試料は厚みが $30\mu\text{m}$ と $300\mu\text{m}$ で、試料サイズが $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ ということで、普通の熱伝導率測定装置ではほぼ測定は不可能である。サーモウェーブアナライザによりこのような試料の測定が可能である。図1に厚み $30\mu\text{m}$ 試料、図2に厚み $300\mu\text{m}$ 試料の外観を示す。

厚み $30\mu\text{m}$ 試料は艶消しの黒で表面はなめらかである。厚み $300\mu\text{m}$ 試料も艶消しの黒だが、表面は若干ざらついている。なお、この程度のざらつきは測定には全く影響しない。

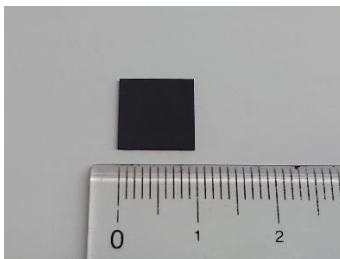


図1. 厚み $30\mu\text{m}$ 試料

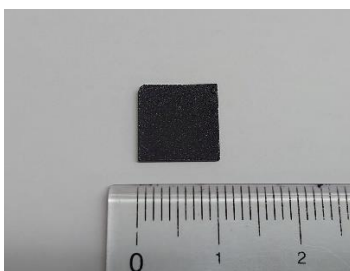


図2. 厚み $300\mu\text{m}$ 試料

どちらの試料も黒く、カーボンスプレーによる黒化は不要で

あった。なお、カーボンスプレーは表面にレーザー光を吸収させて、裏面からの赤外線放射を高めるために塗布する。

3. 測定結果

サーモウェーブアナライザで得られる物性値は熱拡散率である(一般に、試料が小さく熱伝導率も良い材料は、熱伝導率が直接測定できない)。また、熱拡散率は比熱と密度から熱伝導率に換算することが可能である。

炭素系の材料は、温度依存性が大きく、レーザーを照射した際の熱の影響で試料温度が上昇すると、熱伝導率が変化する。今回は、室温付近の熱伝導率を得たいので、レーザーの強度を変えつつ測定を行い、横軸にレーザー強度、縦軸に熱拡散率をプロットして、レーザー強度ゼロで外挿することにより、レーザーの温度上昇による影響を除いた熱拡散率を求める。図3に導電性ダイヤモンドの熱拡散率(厚み $30\mu\text{m}$)を示す。図4に導電性ダイヤモンドの熱拡散率(厚み $300\mu\text{m}$)を示す。

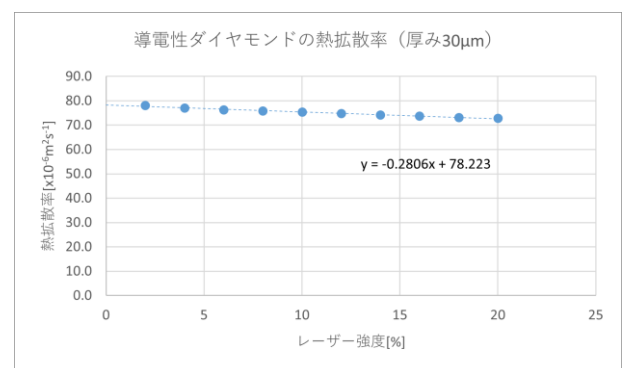


図3. 導電性ダイヤモンドの熱拡散率(厚み $30\mu\text{m}$)

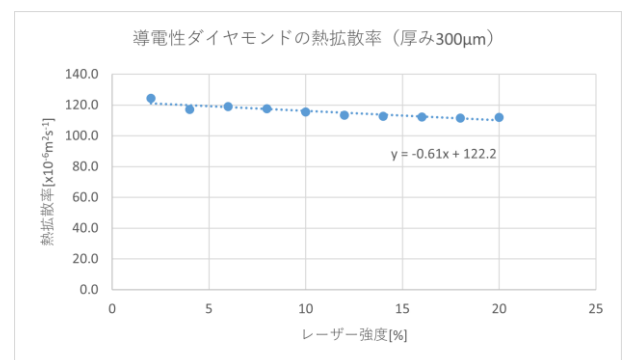


図4. 導電性ダイヤモンドの熱拡散率(厚み $300\mu\text{m}$)

【測定結果のまとめ】

温度依存性を除いてもとめた熱拡散率及び、熱伝導率を下記に示す。

t=30 μ m導電性ダイヤモンド

熱拡散率: $78.2 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$

熱伝導率: 143 W/mK

(比熱と密度の文献値から計算)

t=300 μ m導電性ダイヤモンド

熱拡散率: $122.2 \times 10^{-6} \text{m}^2 \text{s}^{-1}$

熱伝導率: 223 W/mK

(比熱と密度の文献値から計算)

4. まとめ

得られた熱伝導率は、金属の熱伝導率に近い物であった。
材料としての熱伝導率は比較的高く、放熱が必要な部材とし

ても金属と同程度の放熱性が期待できる。一方で、通常のダイヤモンドと比べると10分の一程度の熱伝導率となっており、ホウ素をドーピングしたことにより熱伝導率が低下していると考えられる。

材料の熱伝導率を把握することで、様々な環境で使用するための基礎データが得られる。特に今回は小さくて薄い試料であるので、熱伝導率を把握することは簡単ではないが、サーモウェーブアナライザを用いることで正確な熱伝導率を非破壊で測定できた。

今回測定した試料は、松尾産業株式会社様及びDIAM株式会社からご提供いただいた。この場を借りて御礼致します。

松尾産業株式会社様技術紹介ページ

<https://www.matsuo-sangyo.co.jp/products/conductive-diamond-deposition/>

DIAM株式会社様ホームページ

<https://dia-m.co.jp/>

※本データシートに記載された測定結果は典型的な結果を示したもので、個別の測定結果を保証するものではありません。

※本データシートに記載された製品仕様は予告なく変更することがあります。



株式会社ベテル

ハドソン研究所

〒300-0037

茨城県土浦市桜町4-3-18 土浦ブリックビル1階

TEL : 029-825-2620 FAX : 029-307-8451

E-mail : info@btl-hrd.jp

WEB Site : <https://hrd-thermal.jp/>

Facebook : <https://www.facebook.com/bethel.thermal/>