



Title	Studies on Thermal Conductivity of Organic Thin Films
Author(s)	後北, 寛明
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/55882
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (後北 寛明)	
論文題名	Studies on Thermal Conductivity of Organic Thin Films (有機薄膜の熱伝導特性に関する研究)
論文内容の要旨	
環境に調和した安価で柔軟な熱電変換素子の実現に向けて有機材料の熱電性能に関心が高まっている。熱電材料の性能は熱電性能指数 $ZT = (\sigma \alpha^2 T) / \kappa$ (σ、α、κ、Tはそれぞれ電気伝導率、ゼーベック係数、熱伝導率、温度)に依存し、一般に有機薄膜の場合、σ、αとして膜の面内方向の値を、κとして面直方向の値が用いられることが多い。近年、物性値に異方性がある有機薄膜において、計測方向の異なる物性値を用いるZTの評価に問題があることが指摘されている。熱電性能を正しく議論するためには、面内方向のκが必要であるが、有機薄膜では計測が難しく、これまでほとんど研究が行われていない。本論文では基板上self-heating 3ω法ならびにメンブレンACカロリメトリ法を用いた、有機薄膜の面内方向の熱伝導率の計測について論じている。 1章では、有機熱電材料の研究背景ならびに本論文の概要を、2章では、有機薄膜の熱伝導率計測に用いられている種々の方法について、その計測原理や利点、欠点を概観している。3章では、基板上self-heating 3ω法を用いた導電性高分子膜の熱伝導率の計測について論じている。熱伝導モデルから、測定時の基板への熱流出の試料寸法の影響を導き、それを元に、種々の寸法に加工した高分子薄膜の測定データを解析した。その結果、基板への熱流出の影響がモデルの予測より非常に大きいことがわかり、高分子薄膜のような熱伝導率の小さな材料には、self-heating 3ω法の適用することが困難であることがわかった。4章では、メンブレンACカロリメトリ法を低分子・高分子膜薄膜に適用し、面内方向の熱伝導率ならびに異方性の評価について論じている。高分子膜においては、面内方向の熱伝導率が面直方向の2倍の値を有していることが分かり、電気伝導率が大きい試料においては、電気伝導率の異方性の寄与が構造の異方性にたいして無視できないことを見出した。5章では、本論文のまとめと今後の展望を述べている。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 （ 後 北 寛 明 ）			
論文審査担当者	(職)		氏 名
	主 査	教 授	埴 田 博 一
	副 査	教 授	吉 田 博
	副 査	教 授	田 中 秀 和

論文審査の結果の要旨

軽量で可塑性に富む有機材料を用いて、中低温領域で利用可能な熱電変換素子に応用しようとする研究が国内外で活発化している。熱電変換効率は、無次元性能指数 $ZT = (\sigma \alpha^2) T / \kappa$ (σ 、 α 、 κ 、 T はそれぞれ電気伝導率、ゼーベック係数、熱伝導率、温度) で表される。そのため、電気伝導率が大きく、熱伝導率の小さな材料開発が重要な課題となっている。これらの値は、一般に異方性を示すため、 ZT の正しい導出のためには、異方性を考慮した議論が必要である。しかしながら、有機薄膜材料では、膜面内の熱伝導率の計測が困難であったことから、膜に垂直な方向の熱伝導率の計測値を用いて ZT を算出する方法がとられてきた。本論文では、有機薄膜の膜面内方向の熱伝導率を計測することを目的とし、その手法の開発と妥当性、優位性を評価したものである。

従来の研究では、基板上に製膜した薄膜の面内方向の熱伝導率の計測方法として、Self-heating 3ω 法が用いられているが、熱伝導率の小さな有機薄膜に適用しようとした場合、薄膜の支持基板への熱流出が顕著になり、これを考慮する必要が生じる。本論文では、薄膜の厚みやサイズを系統的に変化させて基板への熱流出の影響を検討し、これまでのモデルでは解析が困難であることを明らかにした。その上で、メンブレンACカロリメトリ法の有用性、優位性を議論し、微細加工技術を用いることで、蒸着膜やスピコート膜など、さまざまな有機薄膜の面内方向の熱伝導率の測定に適用可能であることを示した。ポリ(3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル) (P3HT) や、ポリ[2-メトキシ-5-(2-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンビニレン] (MEH-PPV)、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) : トシラートなどを試料とし、面内方向と面に垂直な方向の熱伝導率を比較したところ約2倍の差が生じることを見出した。これは、 ZT の値としても約2倍の過大評価をもたらすものであり、改めて面内方向での熱伝導率計測が重要であることを示した。以上より、博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認める。