

熱音響システムの実用化に向けたスタックの基礎検討 —ポリイミドチューブで構成されたスタックのヒートポンプ特性—

Basic study of stack for practical use of thermoacoustic system

- Heat pump effect in stack comprised of polyimide tubes -

滋賀県立大工¹, 同志社大生命医科²

○川本 暁¹, 坂本 眞一¹, 高橋 健太¹, 折野 裕一郎¹, 乾 義尚¹, 池之上 卓己¹, 渡辺 好章²

Univ. of Shiga Prefecture¹, Doshisha Univ.², °Satoshi Kawamoto¹, Shin-ichi Sakamoto¹,
Kenta Takahashi¹, Yuichiro Orino¹, Yoshitaka Inui¹, Takumi Ikenoue¹, Yoshiaki Watanabe²

E-mail: ze23skawamoto@ec.usp.ac.jp

1 はじめに

熱音響システムは、熱と音との相互のエネルギー変換である熱音響現象^[1]を利用して、未利用の熱エネルギーの有効活用を目指すシステムである。このシステムには、熱音響現象を実現する要素として、多数の細管からなるスタックと呼ばれるデバイスが欠かせない。スタックの固体壁と細管内の流体との間で行われる熱交換が、音と熱とのエネルギー変換を可能にする。スタックはエネルギー変換に関わる重要な要素であるため、様々な検討が行われてきた^{[2],[3]}。音から熱へのエネルギー変換では、スタックに温度勾配が形成される。すなわち、熱の汲み上げが実現できる。しかしながら、形成された温度勾配は、スタックの熱伝導によって小さくなる。このため、スタックの熱伝導率は低いことが望ましい。本実験では、低い熱伝導率を持つポリイミドチューブを束ねたスタックを作製し、そのヒートポンプ特性を検討した。

2 測定

測定系を Fig. 1 に示す。システムは全長 1500 mm、内径 42 mm の直管で、左端にラウドスピーカーを設置し、右端を閉端とした。管内に設置するスタックには、ポリイミドチューブおよび流路が異なる 3 種類のハニカムセラミックスを用いた。管内に形成された定在波音波によって、スタックの途中右端の温度が変化する。音波入射前後の温度差を、スタックの位置および種類を変更して測定した。

3 測定結果ならびに考察

音波入射前後のスタック右端の温度をそれぞれ T_0 および T_1 とする。スタックの位置および種類を変更したときの温度差 $T_1 - T_0$ を Fig. 2 に示す。ポリイミドチューブで構成されたスタックでは、ハニカムセラミックスに比べて大きな温度差が得られた。

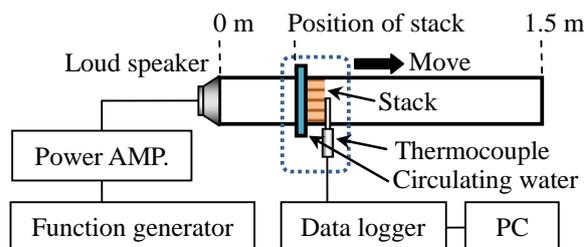


Fig. 1. Schematic diagram of experimental system.

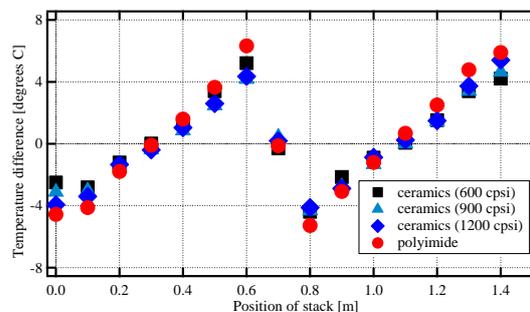


Fig. 2. Temperature difference between before and after inputting sound.

ハニカムセラミックスの熱伝導率が約 $1 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ であるのに対し、ポリイミドは約 $0.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ である。この低い熱伝導率によって熱伝導が抑制されたため、急峻な温度勾配が維持され、結果的に高いヒートポンプ特性が得られたと考えられる。今後は、ヒートポンプ特性が高くなった要因をさらに検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は日本技術振興会科研費若手研究(A)(B)挑戦的萌芽、地域イノベーション戦略支援プログラムならびに JST 研究成果最適展開プログラムの補助を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 富永昭, 熱音響工学の基礎, 株式会社内田老鶴圃, 東京, 1998.
- [2] Y. Tsuji, S. Sakamoto, T. Ishino, Y. Watanabe, and J. Senda: Jpn. J. Appl. Phys. 47 (2008) 4231.
- [3] A. Sakaguchi, S. Sakamoto, Y. Tsuji, and Y. Watanabe, Jpn. J. Appl. Phys. 48 (2009) 07GM13-1.