

貫通孔を有する膜による近接場音響メタマテリアル構造

Sound-proof Near Field Acoustic Metamaterial: Thin Membrane with Through Hole.

富士フイルム株式会社 ○白田 真也, 山添 昇吾, 笠松 直史, 納谷 昌之

Fujifilm Corp., Shinya Hakuta, Shogo Yamazoe, Tadashi Kasamatsu, Masayuki Naya

E-mail: shinya.hakuta@fujifilm.com

<要約>

近接場干渉をメカニズムとする新しい音響メタマテリアル構造について報告する。我々は、枠に固定された膜に貫通孔をあけた構造が、膜振動共鳴より低周波側において共鳴的な防音現象を示すことを発見した。その音響特性と近接場音による物理メカニズムに関して報告する。

従来の防音材は質量則に従うため、低周波を遮蔽するためには大きな質量とサイズが必要となる。特に 1kHz 以下の低周波領域の騒音に対しては軽量小型での防音が困難である。

近年、波長のサイズ未満の構造サイズを基本単位とする人工物であるメタマテリアル研究が音波に対して活発に行われている。特に Ping Sheng らによる錘を付与した振動膜構造による低周波遮音の研究は大きな注目を集めている[1]。今回、我々は錘を用いずに膜に貫通孔を形成した新たな音響メタマテリアル構造を提案する(Fig.1)。本構造の遮蔽メカニズムは錘付き振動膜とは異なる。また、本構造は軽量で風・光・熱を通して音だけを遮蔽する構造につながるものである。

Fig.2 に透過損失測定結果を示した。振動膜構造では膜振動の共鳴現象により透過損失が極小となる周波数が存在する。本構造はそれより低周波側において大きな透過損失の極大値を示した。すなわち、孔を開けたことで低周波側の遮音量が膜単体より大きくなるという特異な現象を示している。この防音周波数は貫通孔径と膜の物性をパラメータとして設計することが可能である。

この特異な遮音現象のメカニズムが、膜振動による透過音位相と貫通孔を通過する透過音位相が反転し、打ち消しあう干渉をすることに起因することを実験と計算で明らかにした。さらにその干渉が構造から波長サイズの 1/30 程度のごく近傍の近接場領域で生じていることも実験・シミュレーション両面より示した。よって、本構造は近接場音の位相を設計することで、近接場干渉で遮音するという新たなメカニズムに基づく音響メタマテリアルであることを明らかにした。

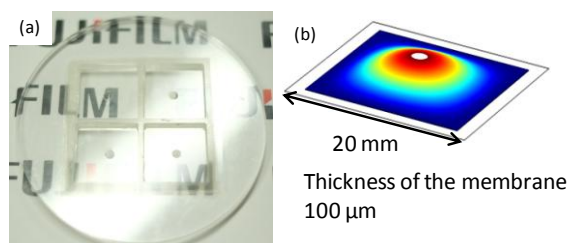


Fig. 1. (a) Fabricated samples.
(b) Vibration analysis of the membrane structure and sample size.

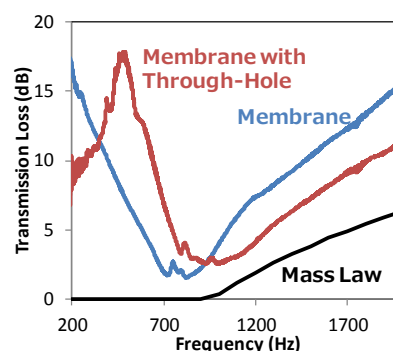


Fig. 2. Experimental normal incidence sound transmission loss.

[1] Z. Yang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 204301 (2008).