

## 2020年度 独創的研究助成費 実績報告書

2021年 3月30日

報告者	学科名	情報通信工学科	職名	助教	氏名	坂口 浩一郎
研究課題	ヘルムホルツ共鳴器を内蔵したスリットアレイ構造の音響計測					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	坂口浩一郎	情報通信工学科・助教	音響メタマテリアル	研究計画立案, 成果のとりまとめ	
	分担者	高木翔太郎	情報システム工学専攻・学生(修士1年)		シミュレーション解析・試料作製	
研究実績の概要	<p>近年自動車開発の現場では車内の快適性が重要視されており, 室内の騒音を低減するための技術が要求されている. 特に低周波音を低減するには一般的な遮音材や吸音材では重量やサイズを大きくする必要があり, 自動車への適用には限界がある. 我々は構造パラメータのみで特性を設計可能な音響メタマテリアル[1, 2]を利用した遮音デバイスを開発し, 自動車に応用することを目的に研究を行っている.</p> <p>本研究ではヘルムホルツ共鳴器(HR)を内蔵したスリットアレイの2段構造を考え, その音波伝搬特性を調査した.</p> <p>図1に, スリット中にHRを配置した2段スリットアレイ構造を示す. HRは固有周波数が約610 Hzとなるよう設計し, スリットの高さ<math>h</math>は85 mm, スリット幅<math>w</math>は5 mm, スリット周期<math>d</math>は85 mmとした. スリット間のギャップ層幅<math>s</math>を変化させた際の平面波入射に対する透過音圧スペクトルを計算し, HRがある場合とない場合について比較した. 解析にはCOMSOL Multiphysics®を使用し, 背景媒質は空気(音速<math>v_a=343</math> m/s), スリットアレイを構成する境界は剛体壁とした. この系の回折限界周波数は<math>f_{RW} = v_a / d</math>で表される.</p> <p>図2にそれぞれ(a)共振器が無い場合と(b)共振器がある場合の音圧透過スペクトルを示す. それぞれ横軸がギャップ幅<math>s</math>, 縦軸が周波数, カラーバーが透過率を示しており, どちらの場合も<math>f_{RW}</math>以下において, スリット内の開管共鳴による複数の透過モードが見られる. <math>D_{2H}</math>モードと<math>D_3</math>モードを見ると, <math>D_{2H}</math>が<math>s</math>の増大に対して高周波側にシフトし, <math>D_3</math>とぶつくと消失していることが分かる(図中の丸の位置). このようなモードの振る舞いは電磁波の透過特性においても報告されている[3].</p>					

※ 次ページに続く

一方 HR を配置した図 2(b)では, 610 Hz 付近に HR の共鳴による鋭いピークとディップが見られ, 付近の透過率が低下した. また HR の影響により透過モードが変調し, 特に  $D_1$  モードが高周波側にシフトした. これによって  $s=20$  mm 付近においてさらに低周波側にも透過モードの消失点が現れた.

以上より, スリットアレイ構造に HR を組み込むことで共鳴の効果に加えて透過モードの周波数シフトが生じることが分かった. またこれらの効果を最適に組み合わせることにより, 広帯域な音波遮断領域が得られる可能性が示唆された.

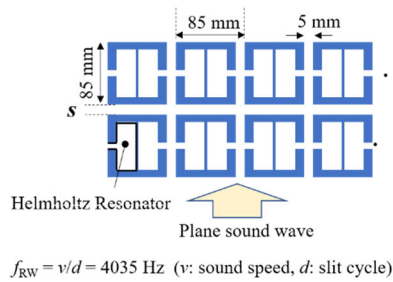


図 1 2 段スリットアレイ構造

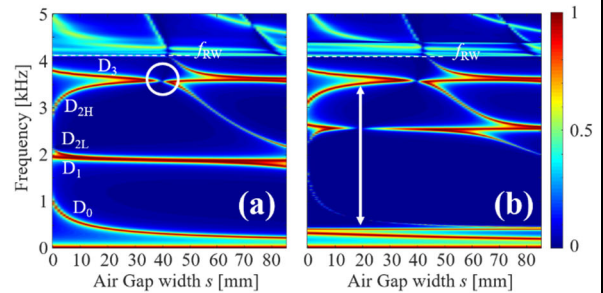


図 2 2 段スリットアレイの音圧透過スペクトル

研究実績  
の概要

【参考文献】

- [1] Y. Cheng, *et al.*, Applied Physics Letters, **92**, 051913 (2008).
- [2] C. Rubio, *et al.*, AIP ADVANCES, **5**, 057150 (2015).
- [3] Y. Tokuda, *et al.*, J. Appl. Phys. **123**, 183102 (2018).

成果資料目録