

研究成果報告書

研究テーマ (和文)	メタ薄膜におけるブリュースター現象の実証と電磁波の広帯域無反射制御への展開		
研究テーマ (英文)	Verification of Brewster's effect in metafilms and its application to controlling broadband electromagnetic waves without reflection		
研究期間	2019年～2020年	研究機関名 長岡技術科学大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	玉山 泰宏
		(カタカナ)	タマヤマ ヤスヒロ
		(英文)	Yasuhiro Tamayama
	所属機関・職名	長岡技術科学大学工学研究院・准教授	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

本研究では、厚さ方向のメタ原子数が1個のみのメタ材料であるメタ薄膜中におけるブリュースター現象の実験的実証と、それを利用した電磁波の広帯域無反射制御の可能性について調べた。

まずは、メタ薄膜におけるブリュースター現象の実験的実証に取り組んだ。入射角が45度のときに反射波の伝搬方向とメタ原子中に誘起される電気双極子の振動方向が一致するようにメタ原子を配置することによりメタ薄膜を形成した。このような条件下でメタ薄膜の透過スペクトルを測定したところ、共振周波数付近も含めて透過率がおおよそ1になることを確認でき、確かにブリュースター現象が発生することを実証できた。また、理論で予測していた通り、共振周波数付近において群遅延が大きくなることも確認できた。

続いて、メタ薄膜におけるブリュースター現象を利用した電磁波の広帯域無反射制御の例として、メタ薄膜を複数層積層させることによる広帯域群遅延制御に取り組んだ。上述の通り、ブリュースター現象が発生するようにメタ薄膜を形成すると、周波数無依存で透過率がおおよそ1となり、共振周波数付近で群遅延が大きくなる。そのため、共振周波数が少しずつ異なるメタ薄膜を複数層積層させることにより、広帯域で透過率がおおよそ1になり、かつ、大きな群遅延を得ることができると考えた。これを実証するために、共振周波数の異なるメタ薄膜を複数層積層させ、透過率および群遅延の周波数依存性を測定した。その結果、高い透過率を保ちつつ、各層のメタ薄膜の共振周波数付近で群遅延が大きくなる現象がそれぞれ現れることにより広帯域で群遅延が大きくなることが確認できた。

以上の結果は、メタ薄膜におけるブリュースター現象を利用することにより、広帯域に亘って反射損失を抑制しつつ電磁波伝搬を様々な制御できる可能性があることを示している。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

In this study, we experimentally observe Brewster's effect in metafilms and investigate a method for controlling broadband electromagnetic waves without reflection using Brewster's effect in metafilms. First, we design a metafilm so that the propagation direction of the reflected wave coincides with the oscillation direction of the induced electric dipole in the meta-atom for the incident angle of 45 degrees. The transmittance of the metafilm is almost unity for the measured frequency range including the resonance frequency of the metafilm, which implies the realization of Brewster's effect in the metafilm. As predicted in the theoretical analysis, the group delay at around the resonance frequency is measured to be large value. Next, we investigate a method for broadband control of group delay with high transmittance using Brewster's effect in metafilms. We stack a few layers of metafilms with different resonance frequencies and measure the frequency dependences of the transmittance and the group delay. As a result, broadband large group delay with high transmittance caused by the individual resonances of the metafilms is observed. Further investigation of Brewster's effect in metafilms would enable us to realize various control of electromagnetic waves without reflection loss.