ブリュースターメタ薄膜による広帯域群遅延制御

Broadband group delay control using Brewster metafilms

長岡技術科学大学, ○(M1) 山本 大夢、玉山 泰宏*

Nagaoka Univ. Tech., ○Hiromu Yamamoto, Yasuhiro Tamayama

*E-mail: tamayama@vos.nagaokaut.ac.jp

メタ薄膜中に誘起される電気双極子モーメントの振動方向と電磁波の反射方向を一致させることにより、周波数無依存でブリュースター現象が発生させられることが報告されている[1]。そのようなメタ薄膜（ブリュースターメタ薄膜）においては、周波数無依存で無反射となるため、多層構造にするだけで様々な電磁波制御が可能になる。そこで本研究では、共振周波数が異なるブリュースターメタ薄膜を複数積層させることで透過率を高く保ちつつ広帯域で群遅延を大きくできることを示す。

本研究では Fig.1 のようなミアンダ型共振器をメタ原子として用いる。ミアンダ型共振器に電場の向きが x 方向であるような電磁波を入射させると、x 方向の電気双極子が誘起される。したがって Fig.2 のようにミアンダ型共振器を配置し、偏光方向が x 方向であるような電磁波を入射させると、ブリュースター現象を生じさせることができる。この時、ブリュースターメタ薄膜はオールパスフィルターと同様の特性を示すので[1]、ミアンダ型共振器の共振周波数付近で群遅延が大きくなる。そのため、異なる共振周波数のミアンダ型共振器で構成されるブリュースターメタ薄膜を複数層積層させることで、広帯域に渡って大きな群遅延が得られるということになる。

まず、電磁界シミュレーションにより、メタ薄膜の構造パラメータの設計と複数層を積層させることによる広帯域群遅延制御の原理を確かめた。それをふまえて、Fig.1 に示した構造パラメータをもつ単層のブリュースターメタ薄膜を作製して Fig. 2 のように配置し、透過特性を測定した。その結果を Fig.3 に示す。透過率はおおよそ 1 であり、ミアンダ型共振器の共振周波数である 7GHz 付近で群遅延が大きくなっていることが確認できる。発表では、ブリュースターメタ薄膜を多層化した場合の群遅延の測定結果についても報告を行う予定である。

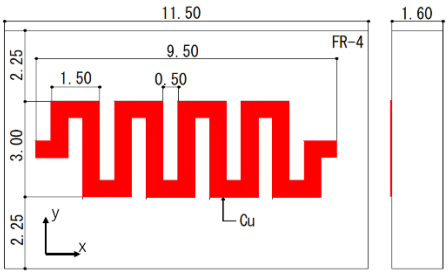

Fig.1. Geometry of unit structure of the Brewster metafilm. Unit is in mm.

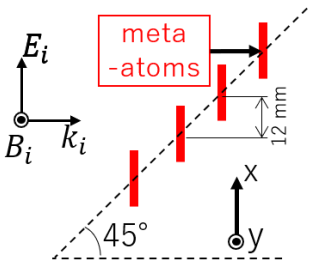

Fig.2. Geometry of the relationship between the incident electromagnetic wave and the meta-atoms.

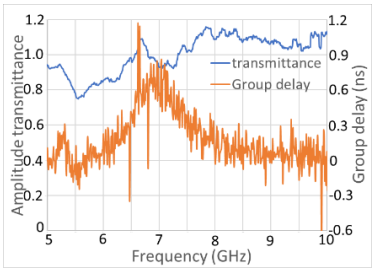

Fig.3. Frequency dependence of the measured transmittance and group delay of the single layer metafilm.

[1] Y. Tamayama, Opt. Lett. **41**, 1103 (2016).