

Yüksek Frekans Uygulamaları için Çift Bantlı Metamalzeme Tabanlı Soğurucu

Mehmet Paşa Üstünsoy, Cumali Sabah*
Orta Doğu Teknik Üniversitesi - Kuzey Kıbrıs Kampusu
Sürdürülebilir Çevre ve Enerji Sistemleri Bölümü
Kalkanlı, Güzelyurt, KKTC / Mersin 10 Türkiye

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi – Kuzey Kıbrıs Kampusu
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Kalkanlı, Güzelyurt, KKTC / Mersin 10 Türkiye
sabah@metu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, yüksek frekanslarda tasarlanan ve simule edilen bir metamalzeme tabanlı emici incelenmiştir. Çift bant özelliği gösteren bu emici 514.5THz`de ve 197.25THz`de sırasıyla 99.96% ve 99.63% maksimum emilim vermiştir. Ayrıca, yapının elektrik alan ve yüzey akım dağılımları verilmiştir. Yüksek emilime sahip olan bu yapı birçok metamalzeme ve güneş uygulamaları için kullanılabilir.

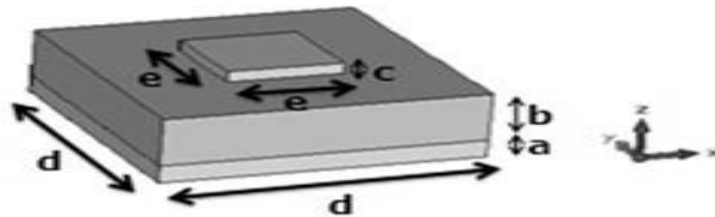
Abstract: In this study, a metamaterial based absorber, which is designed and simulated at high frequencies, is examined. This absorber, which shows dual-band property, have 99.96% and 99.63% maximum absorption at 514.5THz and 197.25THz, respectively. Furthermore, electric field and surface current distributions of the structure are given. This structure, which has a high absorption, can be used in many metamaterial and solar applications.

1. Giriş

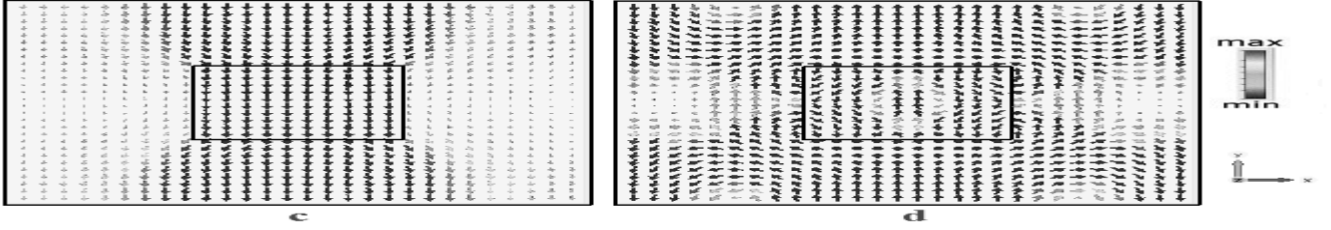
Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisi fosil yakıt kullanımına en iyi alternatif olarak görünüyor. Dünyada tüketilen yıllık enerji güneş radyasyonu tarafından dünyaya taşınan bir saatlik enerji ile karşılanabilir [1]. Metamalzemeler yapay yapıları elektromagnetik (EM) malzemelerdir [2]. Doğada bulunmayan bu malzemeler daha yüksek emilim yapabilir ve negatif kırılma özelliklerine sahiptir [3, 4]. Mükemmel emiciler [5, 6], EM filtreler [7], algılayıcılar [8, 9], pelerin (cloaking) [5, 9-12] ve süper lens [5, 11, 13-14] metamalzemenin bazı uygulama alanlarıdır.

2. Materyal ve Yöntem

Şekil 1`de metamalzeme tabanlı emici birim hücrenin yapısı görülebilir. İletimi önlemek için yapının altında alüminyum tabaka kullanıldı. Bu alüminyum tabakanın üzerine yarı iletken malzeme olarak galyum arsenit (GaAs) tabaka eklendi. Yansımayı önleyen diğer bir alüminyum tabaka GaAs`in üzerine yerleştirildi. Yapının simülasyonu sonlu integrasyon tekniğine dayalı bir tam-dalga EM çözücü ile gerçekleştirildi. Drude modele göre tanımlanan alüminyum ve GaAs`in kızılötesi ve görünür frekans bölgelerindeki optiksel özellikleri Ref. [15]`te bulunabilir.



Şekil 1. Metamalzeme tabanlı emici bir hücrenin yapısı ve boyutları.



Şekil 3(c, d). (c)197.25THz`de, (d)514.5THz`de yapının yüzey akım dağılımları

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, bir metamalzeme tabanlı emici tasarlanmış ve simule edilmiştir. 514.5THz`de 99.96% ve 197.25THz`de 99.63% maksimum emilim veren ve ikili banda sahip olan bu yapının elektrik alan ve yüzey akım dağılımları gösterilmiştir. Sonuç olarak, bu yapının kızılötesi ve görünür bölgelerde yüksek emilime sahip olmasından dolayı yüksek verimlilikteki cihazlar için kullanımı gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

- [1]. Li, C., Liu, M., Pschirer, N. G., Baumgarten, M. ve Müllen, K., "Polyphenylene-based materials for organic photovoltaics", Chemical Review, cilt.110, s.6817-6855, 2010.
- [2]. Cai, W. ve Shalaev, V., "Optical metamaterials fundamentals and applications", Springer, ISBN 978-1-4419-1150-6, 2010.
- [3]. Takeda, S. ve Yoshinaga, T., "Left-handed metamaterial technologies significant for information and communication devices", Quarterly Review, no.34, s.36, Aralık 2009.
- [4]. Padilla, W. J., Basov, D. N. ve Smith, D. R., "Negative refractive index metamaterials", Materials Today, cilt.9 no.7-8, s.28, 2006.
- [5]. Dincer, F., Karaaslan, M., Unal, E., Delihacioglu, K. ve Sabah, C., "Design of polarization and incident angle insensitive dual-band metamaterial absorber based on isotropic resonator", Progress in Electromagnetics Research, cilt.144, s.123-132, 2014.
- [6]. Dincer, F., Akgol, O., Karaaslan, M., Unal, E. ve Sabah, C., "Polarization angle independent perfect metamaterial absorbers for solar cell applications in the microwave, infrared and visible regime", Progress in Electromagnetics Research, cilt.144, s.93-101, 2014.
- [7]. Sabah, C. ve Uckun, S., "Multilayer system of Lorentz/Drude type metamaterials with dielectric slabs and its application to electromagnetic filters", Progress in Electromagnetics Research, cilt.91, s.349-364, 2009.
- [8]. Maier, S. A., "Plasmonics: fundamentals and applications", Springer, ISBN 0-387-33150-6, 2007.
- [9]. Tretyakov, S., Barois, P., Scharf, T., Kruglyak, V. ve Bergmair, I., "Nanostructured metamaterials: exchange between experts in electromagnetics and material science", Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-79-07563-6, 2010.
- [10]. Schurig, D., Mock, J. J., Justice, B. J., Cummer, S. A., Pendry, J. B., Starr, A. F. ve Smith, D. R., "Metamaterial electromagnetic cloak at microwave frequencies", Science, cilt.314, s.977-980, 2006.
- [11]. Zhang, Y. ve Fiddy, M. A., "Covered image of superlens", Progress in Electromagnetics Research, cilt.136, s.225-238, 2013.
- [12]. Sabah, C., Tastan, H. T., Dincer, F., Delihacioglu, K., Karaaslan, M. ve Unal, E., "Transmission tunneling through the multi-layer double-negative and double-positive slabs", Progress In Electromagnetics Research, cilt.138, s.293-306, 2013.
- [13]. Pendry, J. B., "Perfect cylindrical lenses", Optics Express, cilt.11 no.7, s.756, 2003.
- [14]. Fang, N., Lee, H., Sun, C. ve Zhang, X., "Sub-diffraction- limited optical imaging with a silver superlens", Science, cilt.308, s.534-537, 2005.
- [15]. Palik, E. D., "Handbook of optical constants of solids", Academic press, 1985.
- [16]. Tao, H., Bingham, C. M., Strikwerda, A. C., Pilon, D., Shrekenhamer, D., Landy, N. I., Fan, K., Zhang, X., Padilla, W. J. ve Averitt, R. D., "Highly flexible wide angle of incidence terahertz metamaterial absorber: design, fabrication and characterization", Physical Review B, cilt.78, s.241103, 2008.
- [17]. Tao, H., Bingham, C. M., Pilon, D., Fan, K., Strikwerda, A. C., Shrekenhamer, D., Padilla, W. J., Zhang, X., ve Averitt, R. D., "A dual band terahertz metamaterial absorber", Journal of Physics D: Applied Physics, cilt.43, 225102, 2010.