

FOTOKARIŞTIRICILAR İÇİN ARŞİMET SİRAL ANTEN PARAMETRE ANALİZİ

Asuman Güven, Tuğba Şimşek, Gülay Özşahin, Kazım Demir ve
Mehmet Ünlü
Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü
Ankara

1105022001@ybu.edu.tr, 1105022005@ybu.edu.tr,
1105022008@ybu.edu.tr, 135102105@ybu.edu.tr, munlu@ybu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, terahertz fotokarıştırmacılar için gerekli yüksek ışıma direncine sahip arşimet spiral anten tasarımı ve bu tasarımın parametre analizi Ansoft HFSS programı kullanılarak yapılmıştır. Dar bir bantta yüksek ışıma direncine sahip bir anten elde edebilmek için antenin dönme sayısı, sapma açısı ve kol genişliği gibi fiziksel parametrelerin ışıma direnci üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan parametrik analizler sonucunda düşük sıcaklıklı GaAs tabanı üzerinde rezonant frekansı 379 GHz ve ışıma direnci 219 Ohm olan bir anten elde edilmiştir.

Abstract: In this work, the antenna design which is used for terahertz photomixing and has high radiation resistance, by using the Ansoft HFSS. Also the antenna parameters analysis is done. To obtain antenna with high radiation resistance and working in narrow band, effects of physical parameters as number of turn, offset angle and arm width are observed on radiation resistance. The antenna which has resonance frequency 379 GHz and radiation resistance 219 Ohm is designed base on low temperature GaAs as results of parametric analysis.

1. Giriş

Terahertz ışınımı elektromanyetik tayfta kızılötesi dalgalar ve mikrodalgalar arasındaki frekans bandında bulunan, 300 GHz ile 3 THz arasında dalga boyuna sahip elektromanyetik ışınımıdır. Terahertz ışınımı elektromanyetik dalgalardan farklı olarak yüksek frekans ve bant genişliği, düşük ışın enerjisi gibi önemli özelliklere sahiptir. Bu yüzden son yıllarda bu alanda yapılan çalışmaların artışı ile birlikte astronomi, tıp, biyomedikal, savunma sanayi, fizik uygulamaları gibi birçok alanda bu teknoloji kullanılmaktadır[1].

Terahertz teknolojisinde sıkça kullanılan sinyal üretim yöntemlerinden biri de fotokarıştırmacıdır. Fotokarıştırmacılar farklı frekanslara sahip iki lazerin fark frekansı kullanılarak sürekli dalga terahertz ışınımı üretimini sağlamaktadır[2].

Bu çalışmada, fotokarıştırmacılar için spiral anten yapısının belirlenmesi ve tasarlanması üzerinde durulmuştur. Daha önceki çalışmalarda, fotokarıştırmacılar için papyon, çift kutuplu ve log periyodik anten türleri de kullanılmıştır. Geniş bant özelliğine sahip spiral antenler, fotoiletken anten olarak fotokarıştırmacılar da sıkça tercih edilirler. Fotokarıştırmacı tasarımında en önemli parametrelerden bir tanesinin yüksek ışıma direnci olmasına rağmen daha önce tasarlanan antenlerde bu parametre incelenmemiştir. Bu çalışma için de arşimet spiral anten tercih edilerek yüksek ışıma direncine sahip dar bantta çalışan anten tasarımı ve parametre analizi yapılmıştır.

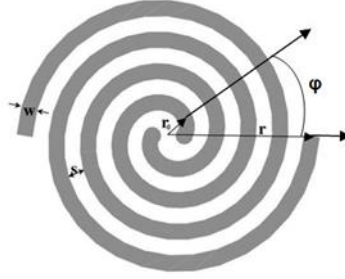
2. ANTEN YAPISI

Arşimet anten tasarımında önemli parametreler kullanılmaktadır. Bu parametrelerden anten yarıçapı açıyla doğru orantılı olarak artar. Formülize edilmiş hali metre cinsinden şu şekildedir [3]:

$$r = r_0 + a\varphi \quad (1)$$

r eğri üzerindeki herhangi bir noktanın merkeze uzaklığıdır. r_0 iç yarıçapı yani x eksenini üzerindeki başlangıç noktasından merkeze olan uzaklık ve a açılma oranıdır. φ ise eğri üzerindeki nokta ile merkez arasındaki doğrunun x eksenini ile yaptığı açıdır.

Dairesel arşimet spiral anten tasarımında anten görünümü Şekil 1'deki gibi gösterilmiştir. Dairesel arşimet spiral kolları başlangıç noktasından eşit miktarda uzaklaşarak büyüyen simetrik bir yapıdadır. Anten yapısında w parametresi kolun genişliği, s ise kollar arasındaki uzaklıktır. Arşimet anten için s değeri sabittir.



Şekil 1. Arşimet anten yapısı.

Antenin boyutu kol sayısı ile büyüdüğü için, kol sayısı olabilecek en küçük değer seçilmiştir. Genleşme katsayısı yarıçapın anten üzerindeki etkisini artırır. Spiral katsayısı arttıkça besleme noktaları arasındaki uzaklık artar. Genleşme katsayısı ve spiral katsayısının yarıçapın bağlantısı aşağıdaki denklemlerle ifade edilir.

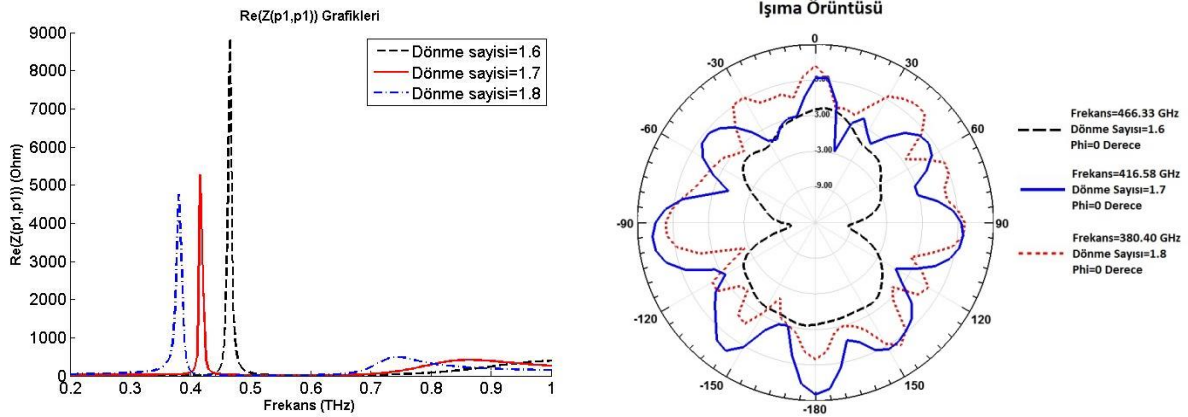
$$r = r_0 + \text{GenleşmeKatsayısı} \cdot \varphi^{(1 \setminus \text{SpiralKatsayısı})} \quad (2)$$

Denklem 2'de görüldüğü gibi genleşme katsayısı arttıkça antenin kol genişliği artar. Ayrıca, kol genişliğini etkileyen bir diğer etken sapma açısıdır. Sapma açısını artırıldığında kol genişliği de artar.

Bu özellikler dikkate alınarak, HFSS programı üzerinde Terahertz antenin çeşitli parametreleri değiştirilerek çok sayıda benzetim yapılmıştır. Bu benzetimlerde dönme sayısı, sapma açısı ve kol genişliği gibi parametrelerin üzerinde durularak rezonant frekansı ve ışıma direnci üzerindeki etkileri gözlenmiştir. Bunun için önce hava ortamı üzerinde anten tasarımı yapılmış olup belirtilen parametrelerin etkileri incelenmiştir.

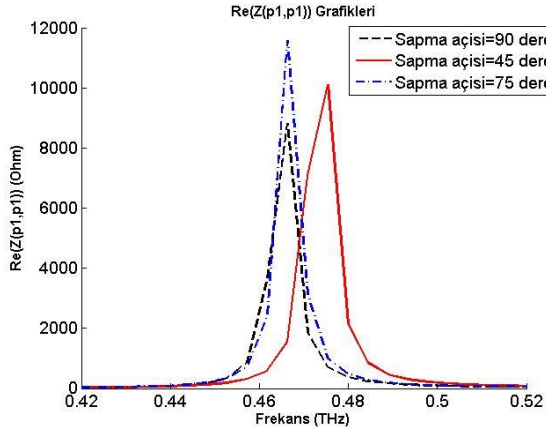
3.PARAMETRE ANALİZİ

HFSS programı ile elde edilen sonuçlarda frekans ışıma direnci grafiği ve ışıma örüntüsü ele alınmıştır. Fotokarıştırmacı uygulamalarında antenler port ile beslenmeyip akım kaynağı ile beslendiği için geri dönüş kaybı incelenmemiştir.

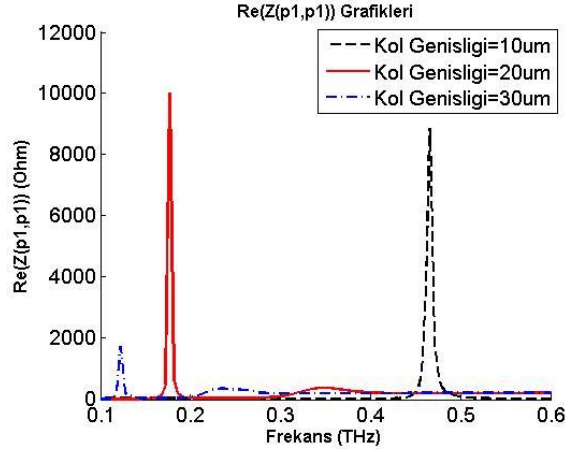


Şekil 2. Arşimet anten dönme sayısı için ışıma direnci ve ışıma örüntüsü grafikleri.

Şekil 2'de görüldüğü gibi dönme sayısı artırıldığında rezonant frekansı ve ışıma direnci düşmüştür. Sapma açısı değiştirilmesinin rezonant frekansı ve ışıma direncini çok etkilemediği Şekil 3'te görülmüştür. Son olarak kol genişliği artırıldıkça önceki parametrelerde olduğu gibi rezonant frekansı düşüştüğü Şekil 4'te görülür.

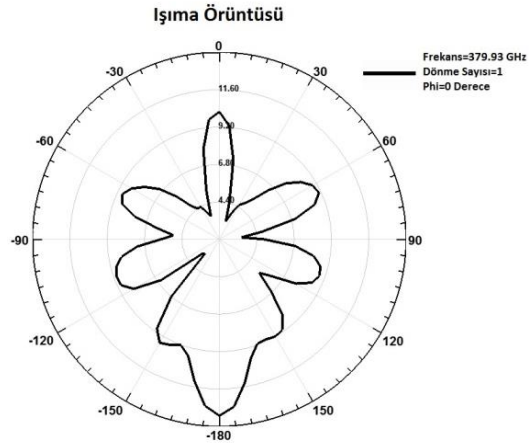
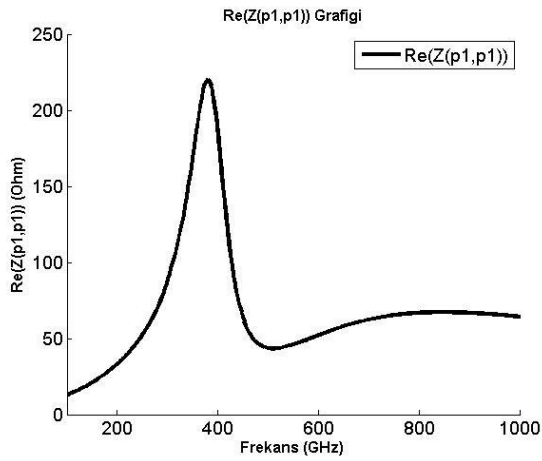


Şekil 3. Değişik sapma açıları için ışıma direnci.



Şekil 4. Değişik kol genişlikleri için ışıma direnci.

Yukarıda fiziksel yapısı verilen terahertz fotokarıştırmacılar için kullanılacak antenin parametrik sonuçlarına bakılarak yeni bir benzetim yapılmıştır. Bu benzetimin sırasında düşük sıcaklıklı GaAs tabanı kullanılmıştır ve en dıştaki hava olan kutunun bütün yüzeyleri mükemmel uyumlu tabaka ile kaplanmıştır. Düşük sıcaklıklı GaAs kullanılmasının sebebi, kısa ömürlü taşıyıcılara sahip olması, yarı iletken özelliğe olması ve odaklamayı sağlayan lensin silikon yapıda olup, GaAs ve silikonun dielektrik katsayılarının birbirine çok yakın olmasıyla yayılan dalgaların mükemmel emilimin amaçlanmasıdır.



Şekil 5. Arşimet anten ışıma direnci ve ışıma örüntüsü grafikleri

Şekil 5, rezonant frekansı 379 GHz ve ışıma direnci 219 ohm olan bir antenin ışıma örüntüsünü ve ışıma direnci göstermektedir. Sonuç olarak, arşimet spiral anten yapısı kullanılarak yüksek ışıma direncine sahip bir anten tasarlanabileceği görülmüştür.

4. BİLGİLENDİRME

Bu araştırma TÜBİTAK 114E089, EU H2020 TERA-NANO ve YBÜ BAP-585 projelerinin destekleri ile gerçekleştirilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- [1]. B. Zhu ,Y. Chen, K. Deng, W. Hu, and Z. S. Yao, "Terahertz Science and Technology and Applications".
- [2]. J. Fitch and Robert Osiander, "Terahertz Waves for Communications and Sensing".
- [3]. Milligan., T. A., "Modern Antenna Design", 2005 by John Wiley & Sons, Inc. S.52.