



بیست و پنجمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و یازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شیراز،
شیراز، ایران.
۹-۱۱ بهمن ۱۳۹۷



بهبود پهنای باند آنتن پچ مایکرواستریپ با استفاده از ساختار بلور فوتونی

حمیده کندری

عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور مرکز زاهدان

چکیده - استفاده از ساختارهای بلور فوتونی، جذابیت زیادی در مخابرات، الکترومغناطیس و آنتن پیدا کرده است. در این مقاله ما از یک ساختار متناوب بلور فوتونی روی سطح زمین آنتن پچ مایکرواستریپ استفاده کرده ایم. نتایج شبیه سازی، بهبود مشخصاتی همچون پهنای باند، تلفات برگشتی و اندازه‌ی آنتن را با اضافه نمودن ساختار بلور فوتونی در ساختار آنتن نشان می‌دهد.

کلید واژه- آنتن پچ مایکرواستریپ، اندازه آنتن، بلور فوتونی، پهنای باند، تلفات برگشتی.

Improvement Microstrip Patch Antenna Bandwidth Using Photonic Crystal Structure

Hamideh Kondori

Faculty Member of Zahedan Payame Noor University, kondori_h@yahoo.com

Abstract- The use of photonic crystal structures have been of high interest in telecommunication, electromagnetic and antennas. In this paper, we have used a photonic crystal periodic structure on the ground surface of the microstrip patch antenna. Simulation results show improvements in characteristics such as bandwidth, return loss, and antenna size by adding the photonic crystal in the antenna structure.

Keywords: microstrip patch antenna, antenna size, photonic crystal, bandwidth, return loss.

مقدمه

آنتن‌های میکرواستریپ کاربردهای فراوانی در مخابرات بی‌سیم مانند مخابرات سیار، رادار، RFID، LAN، WAN، مخابرات ماهواره‌ای و زمینه‌های پزشکی و ... پیدا کرده است. این به واسطه وزن کم، انعطاف‌پذیری بالا، وزن سبک و پایین بودن هزینه ساخت آن‌ها می‌باشد. اما در مقابل معایبی هم‌چون پهنای باند پایین، بهره پایین و وجود امواج سطحی را به همراه دارد [۱]. به منظور غلبه بر مشکلات موجود، تاکنون راه‌حل‌های زیادی مانند استفاده از ساختارهای مصنوعی پیشنهاد شده است. خاصیت مهم این مواد، جلوگیری از انتشار امواج سطحی در باندهای فرکانسی خاص، به نام باند ممنوعه‌ی فرکانسی یا باند توقف است. اگر فرکانس مرکزی آنتن‌ها در این محدوده قرار گیرد، امواج سطحی انتشار نمی‌یابد و مشخصات آنتن بهبود می‌یابد [۲].

در مطالعات مختلف، روش‌های متفاوتی هم‌چون ایجاد نقص روی زمین [۳-۴]، استفاده از ساختارهای باند ممنوعه‌ی فوتونی در زیرلایه و یا سطح زمین [۵-۷] و به-کارگیری ساختارهای متناوب بلور فوتونی در ساختار آنتن [۸-۱۳] را جهت بهبود و افزایش مشخصات آنتن استفاده کرده‌اند.

در این مقاله، ما از ساختار متناوب بلور فوتونی روی سطح زمین و زیر زیرلایه استفاده کرده‌ایم. نتایج شبیه‌سازی براساس المان محدود، نشان می‌دهد که به کارگیری ساختار متناوب بلور فوتونی در ساختار آنتن، باعث بهبود پهنای باند، کاهش اندازه آنتن و تلفات برگشتی می‌شود.

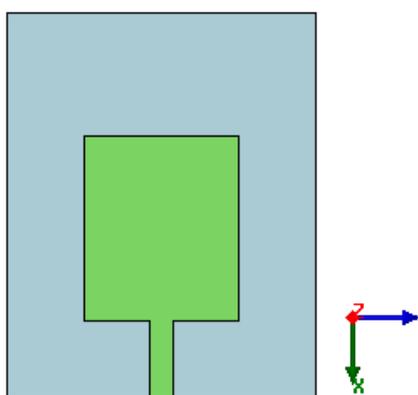
طراحی آنتن

آنتن معمولی با ابعاد $25\text{mm} \times 20\text{mm}$ در شکل ۱ نشان داده شده است. آنتن فوق، روی زیرلایه FR-4 با ثابت

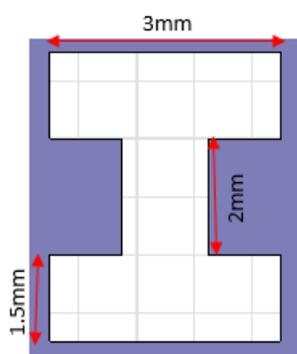
گذردهی $4/4$ و تاثرات تلفات $0/02$ طراحی شده است. در این مقاله، طول و عرض پچ به ترتیب 12mm و 10mm می‌باشد و آنتن در فرکانس 5GHz رزونانس می‌کند. در شکل ۱ ساختار آنتن معمولی نشان داده شده است.

ساختار بلور فوتونی

ابعاد یک سلول واحد از ساختار متناوب بلور فوتونی که روی سطح زمین و زیر زیرلایه قرار گرفته است در شکل ۲ مشاهده می‌شود.

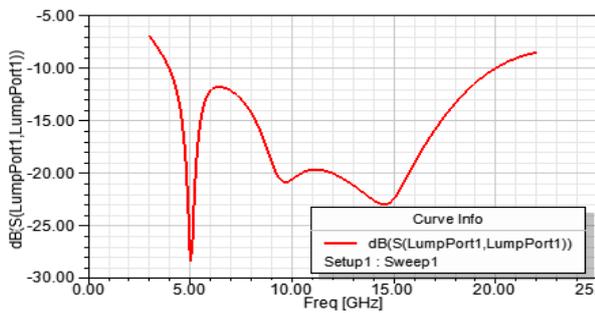


شکل ۱: آنتن پچ میکرواستریپ معمولی

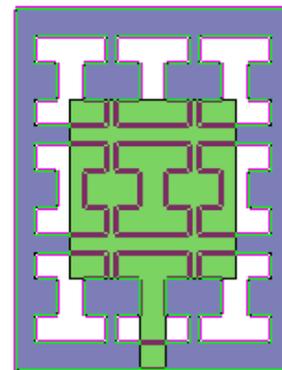


شکل ۲: سلول واحد ساختار پرئودیک بلور فوتونی

ساختار نهایی آنتن طراحی شده با PBG در شکل ۳ نشان داده شده است. یکی از ویژگی‌های این ساختار، ساده بودن آن است.



شکل ۵: تلفات برگشتی آنتن بلور فوتونی



شکل ۳: آنتن مایکرواستریپ بلور فوتونی

جدول ۱: مقایسه‌ی ابعاد آنتن‌های معمولی و بلور فوتونی

مشخصات	آنتن معمولی (mm)	آنتن بلور فوتونی (mm)
طول زیرلایه	۲۵	۲۰
عرض زیرلایه	۲۰	۱۵
ضخامت زیرلایه	۱/۲۵	۱/۲
طول پیچ	۱۲	۱۰
عرض پیچ	۱۰	۹
طول خط تغذیه	۵	۵
عرض خط تغذیه	۱/۵	۱/۵

نتیجه‌گیری

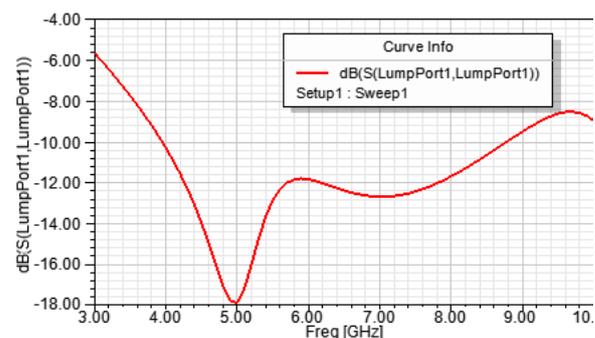
در این مقاله، یک آنتن بلور فوتونی طراحی و پیشنهاد شده است که در فرکانس ۵GHz رزونانس می‌کند. در آنتن پیچ مایکرواستریپ از یک ساختار متناوب ۳×۳ بلور فوتونی روی سطح زمین استفاده شده است. نتایج بیانگر این است که اضافه نمودن ساختار فوق باعث بهبود تلفات برگشتی، پهنای باند و اندازه‌ی آنتن در مقایسه با آنتن معمولی شده است.

مراجع

- [1] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory and Design*. John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [2] J. D. Joannopoulos, S. G. Johnson, J. N. Winn, R. D. Meade, J. N. Winn, *Photonic crystals molding the flow of light*, second ed., Princeton Univ. Press, 2008

نتایج شبیه سازی

نتایج شبیه‌سازی شده‌ی تلفات برگشتی برای آنتن معمولی و آنتن بلور فوتونی با استفاده از نرم افزار HFSS، به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، اضافه نمودن بلور فوتونی باعث افزایش پهنای باند شده است؛ به گونه‌ای که مقدار آن در آنتن معمولی ۴/۹۳GHz و در حالت دوم ۱۵/۴۸GHz در فرکانس ۵GHz است، که این به دلیل خواص منحصر به فردی است که بلور فوتونی دارد. بهبود بعدی در مشخصات آنتن، مربوط به اندازه‌ی آن است که اندازه‌های مربوط به آنتن معمولی و آنتن بلور فوتونی جهت مقایسه در جدول ۱ نشان داده شده است. علاوه براین، مقدار تلفات برگشتی با اضافه نمودن ساختار بلور فوتونی به میزان ۱۱dB کاهش یافته است.



شکل ۴: تلفات برگشتی آنتن معمولی

- [3] R. Bharadwaj, "Design of Micro-Strip Patch Antenna Array Using DGS for ISM Band Applications", *Global Journal of Research and Review*, Vol. 4 No. 1-7, 2017.
- [4] D. Hou, S. Xiao, B.-Z. Wang, Li Jiang, J. Wang and H. Wei, "Elimination of Scan blindness with compact defected ground structures in Microstrip Phased Array" *IET Microwave Antennas Propagation*, Vol. 3, No.2, pp. 269-275, 2009.
- [5] Viorel Ionescu et.al, "Optimal Design of Mushroom-like EBG Structures for Antenna Mutual Coupling Reduction in 2.4 GHz ISM Band", *5th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering – EHB* , pp 218-222, 2015.
- [6] F. Benykhlef, and N. Boukli-Hacene, "EBG Structures for Reduction of Mutual Coupling in Patch Antennas Arrays", *Journal Of Communications Software and Systems*, Vol. 13, No. 1, 2017.
- [7] D. Helena Margaret et.al, "Band Gap Analysis of a novel C Slot Electromagnetic Band Gap Structure", *IEEE International Conference on communication & Satellite (COMNETSAT)* ,pp 98-104, 2016.
- [8] S. Dwivedi, "Design of Wideband PBG Antenna for New Generation Communication Systems through Simulation ", *Open Journal of Antennas and Propagation*, vol. 5, pp. 169-179, 2017.
- [9] Z. Li, Y. L. Xue, T. Shen, "Investigation of Patch Antenna Based on Photonic Band-Gap Substrate with Heterostructure", *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2012, ArticleID151603, 2012.
- [10] P. K. Goswami et al., "A New Design Approach for Bandwidth Enhancement and Dual Band Operation of Microstrip U-Shape Patch Antenna Using Photonic Band Gap Structure", *International Journal of Engineering Science and Tech.* Vol. 4, pp. 519-522, 2012.
- [11] T. Saeidi, I. B. Ismail, M. Ahadi, and Adam R. H. Alhawari, "Photonic Band Gap Aperture Coupled Fractal Shape Tri-Band Active Antenna", *Progress in Electromagnetics Research C*, Vol. 69, 125–138, 2016.
- [12] N. A. Amir, S. A. Hamzah and K. N. Ramli, "Printed 2.45 GHz PBG Microstrip Patch Antenna For Low Power Energy Harvesting Application", *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 11, No. 18, 2016.
- [13] A. Pavithra, A. Taksala deva priya, "Performance of Triangular Microstrip Patch Antenna Using Photonic Crystal Material", *International Conference on Current Research in Engineering Science and Technology*, 2016.