

УДК 621.396.67

## ИЗЛУЧАЮЩИЙ ПАТЧ С ДУГООБРАЗНОЙ ПОЛОСКОЙ И ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ШТЫРЕМ ВНУТРИ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕЙ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ\*

И. НАДИМ<sup>1</sup>, С. Р. ХАН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Университет Чосон,

Южная Корея, Гванджу

<sup>2</sup>Университет Хериота-Уатта,  
Великобритания, Эдинбург

**Аннотация.** Представлена печатная планарная антенна для широкополосных задач, которая имеет небольшие размеры ( $0.35\lambda \times 0.25\lambda$  мм<sup>2</sup>) и получает питание от микрополосковой линии. Предлагаемая антенна состоит из патч-излучателя, новой дугообразной полоски, микрополосковой питающей линии и заземляющей пластины с нагрузкой в виде прямоугольного штыря. Кроме того, заземляющая пластина основного излучателя модифицирована для улучшения коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) в полосе пропускания. Прямоугольный штырь добавлен внутри заземляющей пластины с тем, чтобы обеспечить полосу пропускания, удовлетворяющую требованиям современных автотранспортных средств. Предлагаемая антенна проанализирована в отношении КСВН, затухания отражения, коэффициента усиления, диаграммы направленности и эффекта окружения. Результаты измерений показали, что антенна обеспечивает величину относительного перекрытия диапазона частот 129% при КСВН  $\leq 2$  в диапазоне 4,8–21,7 ГГц. При измерениях получено относительное перекрытие диапазона частот 119% при КСВН  $\leq 1,5$  (5,5–20,9 ГГц). Также достигнуты стабильные квази-всенаправленные диаграммы излучения с коэффициентом усиления 4,87 дБи.

**Ключевые слова:** широкополосный; микрополосковая антенна; штырь; эффект окружения; относительная ширина полосы частот

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Рост использования систем беспроводной связи приводит к увеличивающейся необходимости дальнейшего конструирования и развития компактных широкополосных планарных (плоских) антенн. Низкопрофильные патч-ан-

тенны, например, микрополосковые антенны MSA (microstrip antenna), удовлетворяют требованию обеспечения расширенной полосы пропускания. Однако в них наблюдается собственная узкая полоса пропускания, которая ограничивает применимость этой антенны.

---

\* Эта научно-исследовательская работа получила поддержку MSIP (Министерство науки, ИКТ и планирования будущего) в Корее в рамках проекта Global IT Talent Information and Communication Technology (ПТР-2017-0-01658) под контролем ПТР (Институт продвижения информационно-коммуникационных технологий) и частично поддержку в рамках Программы подготовки персонала для региональной инновации и креативности через Министерство образования и Национальный исследовательский фонд Кореи (2015H1C1A1035855).

## REFERENCES

1. Chen, W.-L.; Wang, G.-M.; Zhang, C.-X. "Bandwidth enhancement of a microstrip-line-fed printed wide-slot antenna with a fractal-shaped slot," *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 57, No. 7, p. 2176-2179, 2009. DOI: [10.1109/TAP.2009.2021974](https://doi.org/10.1109/TAP.2009.2021974).
2. Abdelaziz, Abdelmonem. "Bandwidth enhancement of microstrip antenna," *PIER*, Vol. 63, p. 311-317, 2006. DOI: [10.2528/PIER06053001](https://doi.org/10.2528/PIER06053001).
3. Singhal, S.; Singh, P.; Singh, A. K. "Asymmetrically CPW-fed octagonal Sierpinski UWB fractal antenna," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 58, No. 7, p. 1738-1745, 2016. DOI: [10.1002/mop.29903](https://doi.org/10.1002/mop.29903).
4. Kumar, H.; Kumar, M.; Kumar, M.; Kumar, A.; Kanth, R. "Study on band gap behaviour of electromagnetic band-gap (EBG) structure with microstrip antenna," *Proc. of 14th Int. Conf. on Advanced Communication Technology*, ICACT, 19-22 Feb. 2012, PyeongChang, South Korea. IEEE, 2012, p. 356-359. URI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6174684/>.
5. Tong, Ming-Sze; Cheng, Min; Lu, Yilong; Chen, Yinchao; Krozer, Viktor; Vahldieck, Rüdiger. "Analysis of photonic band-gap (PBG) structures using the FDTD method," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 41, No. 3, p. 173-177, 2004. DOI: [10.1002/mop.20084](https://doi.org/10.1002/mop.20084).
6. Weng, L. H.; Guo, Y.-C.; Shi, X.-W.; Chen, X.-Q. "An overview on defected ground structure," *PIER B*, Vol. 7, p. 173-189, 2008. DOI: [10.2528/PIERB08031401](https://doi.org/10.2528/PIERB08031401).
7. Xiong, H.; Hong, J.-S.; Peng, Y.-H. "Impedance bandwidth and gain improvement for microstrip antenna using metamaterials," *Radioengineering*, Vol. 21, No. 4, p. 993-998, 2012. URI: [https://www.radioeng.cz/fulltexts/2012/12\\_04\\_0993\\_0998.pdf](https://www.radioeng.cz/fulltexts/2012/12_04_0993_0998.pdf).
8. Shakib, M. N.; Moghavvemi, M.; Mahadi, W. N. L. "A low-profile patch antenna for ultrawideband application," *IEEE Antennas Wireless Propag. Lett.*, Vol. 14, p. 1790-1793, 2015. DOI: [10.1109/LAWP.2015.2423931](https://doi.org/10.1109/LAWP.2015.2423931).
9. Mahmud, M. Z.; Islam, M. T.; Samsuzzaman, M. "A high performance UWB antenna design for microwave imaging system," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 58, No. 8, p. 1824-1831, 2016. DOI: [10.1002/mop.29924](https://doi.org/10.1002/mop.29924).
10. Shakib, M. N.; Moghavvemi, M.; Mahadi, W. N. L. "Design of a compact planar antenna for ultra-wideband operation," *ACES J.*, Vol. 30, No. 2, p. 222-229, 2015.
11. Sudeep, Baudha; Kumar, V. "A compact broadband printed antenna with tilted patch," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 58, No. 7, p. 1733-1738, 2016. DOI: [10.1002/mop.29894](https://doi.org/10.1002/mop.29894).
12. George, Neeba; Lethakumary, B. "A compact microstrip antenna for UWB applications," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 57, No. 3, p. 621-624, 2015. DOI: [10.1002/mop.28910](https://doi.org/10.1002/mop.28910).
13. Aziz, Siti Zubaidah; Jamlos, Mohd Faizal. "Compact super wideband patch antenna design using diversities of reactive loaded technique," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, Vol. 58, No. 12, p. 2811-2814, 2016. DOI: [10.1002/mop.30152](https://doi.org/10.1002/mop.30152).
14. Shakib, M. N.; Moghavvemi, M.; Mahadi, W. N. L. "Optimization of planar monopole wideband antenna for wireless communication system," *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 12, p. e0168013, 2016. DOI: [10.1371/journal.pone.0168013](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168013).
15. Islam, M. M.; Faruque, Mohammad Rashed Iqbal; Islam, Mohammad Tariqul. "A compact disc-shaped printed antenna using parasitic element on ground plane for super wideband applications," *Appl. Computational Electromagnetics Soc. J.*, Vol. 31, No. 8, p. 960-969, 2016. URI: [https://aces-society.org/includes/downloadpaper.php?of=ACES\\_Journal\\_August\\_2016\\_Paper\\_14&nf=16-8-14](https://aces-society.org/includes/downloadpaper.php?of=ACES_Journal_August_2016_Paper_14&nf=16-8-14).
16. Huang, C.-Y.; Hsia, W.-C. "Planar elliptical antenna for ultra-wideband communications," *Electron. Lett.*, Vol. 41, No. 6, p. 296-297, 2005. DOI: [10.1049/el:20057244](https://doi.org/10.1049/el:20057244).
17. Goswami, S. A.; Karia, D. "A compact monopole antenna for wireless applications with enhanced bandwidth," *AEU-Int. J. Electronics Commun.*, Vol. 72, p. 33-39, 2017. DOI: [10.1016/j.aeue.2016.10.024](https://doi.org/10.1016/j.aeue.2016.10.024).
18. Mandal, K.; Sarkar, P. P. "A compact low profile wideband U-shape antenna with slotted circular ground plane," *AEU-Int. J. Electronics Commun.*, Vol. 70, No. 3, p. 336-340, 2016. DOI: [10.1016/j.aeue.2015.12.011](https://doi.org/10.1016/j.aeue.2015.12.011).
19. Nadeem, Iram; Choi, Dong-You. "Broadband printed antenna with modified rectangular patch and U-slot in ground plane," *Radioelectron. Commun. Syst.*, Vol. 61, No. 12, p. 556-564, 2019. DOI: [10.3103/S0735272718120038](https://doi.org/10.3103/S0735272718120038).
20. Nadeem, I.; Choi, D.-Y. "Performance study of defected ground structure patch antenna with Etched psi ( $\psi$ ) shaped stubs," *J. Inf. Commun. Convergence Eng.*, Vol. 16, No. 4, p. 203-212, 2018. DOI: [10.6109/jicce.2018.16.4.203](https://doi.org/10.6109/jicce.2018.16.4.203).

Received June 14, 2018

Revised March 12, 2019

Accepted October 30, 2019