

10.525 GHz 대역 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나

10.525 GHz Band Broadband Inset-fed Microstrip Patch Antenna

여준호^{1*} · 이종익²

¹대구대학교 AI학부

²동서대학교 전자공학과

Junho Yeo^{1*} · Jong-Ig Lee²

¹School of Artificial Intelligence, Daegu University, Gyeongsangbuk-do, 38453, Korea

²Department of Electronics Engineering, Dongseo University, Busan, 47011, Korea

[요 약]

본 논문에서는 10.525 GHz 대역에서 동작하는 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나를 제안하였다. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나는 3개의 폭이 좁은 직사각형 패치로 구성된다. 중앙 패치의 중심에서 2개의 대칭적인 측면 패치들이 스트립 도체로 연결되어 중간 패치에 대해 수직 방향으로 엇갈리게 중심이 이동하여 배치되었다. 성능 비교를 위해 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다. 실험 결과, 제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 측정 입력 반사 계수의 전압 정재파비가 2 이하인 주파수 대역은 10.036-11.051 GHz (9.63%)이고, 제작된 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 측정 입력 반사 계수의 주파수 대역은 10.306-10.772 GHz (4.42%)이다. 따라서, 제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수 주파수 대역폭은 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 2.18배 증가하였다.

[Abstract]

In this paper, a broadband inset-fed microstrip patch antenna operating at 10.525 GHz band was proposed. The proposed broadband inset-fed microstrip patch antenna consists of three narrow rectangular patches. At the center of the center patch, two symmetrical side patches were connected by a strip conductor and were arranged with their centers shifted in a perpendicular direction with respect to the center patch. For performance comparison, a conventional inset-fed square microstrip patch antenna was designed. Experiment results show that the frequency band of the measured input reflection coefficient with a voltage standing wave ratio less than 2 for the broadband inset-fed microstrip patch antenna was 10.036-11.051 GHz (9.63%), whereas that for the conventional inset-fed rectangular microstrip patch antenna was 10.306-10.772 GHz (4.42%). Therefore, the input reflection coefficient frequency bandwidth of the fabricated broadband inset-fed microstrip patch antenna was increased by 2.18 times, compared to the conventional inset-fed square microstrip patch antenna.

Key word : 10.525 GHz band, Broadband, Inset-fed, Microstrip patch antenna, Radar.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2024.28.1.136>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 30 January 2024; Revised 23 February 2024

Accepted (Publication) 25 February 2024 (29 February 2024)

*Corresponding Author; Junho Yeo

Tel : +82-53-850-6642

E-mail : jyeo@daegu.ac.kr

1. 서론

2차 세계 대전에서 전투기 탐지를 위해 처음 개발된 레이더(radar)는 군사용으로 비행기, 배, 차량, 무기 등의 탐지, 추적, 제어를 위해 주로 사용하고 있으며, 최근에는 통신 기술과 반도체 기술의 발달로 소형화되어 고급 자동차나 자율 주행차의 주행 제어와 안전을 위해 사용되고 있다[1]. 또한, 지능형 교통 시스템에서 차량 감시와 교통 통제를 위해서도 활용되고 있고, 물체나 사람의 움직임을 감지하는 센서로도 사용되고 있다[2].

국내 물체 감지 센서용 무선기기의 기술기준에 따르면, 5.8485 GHz 대역 (5.847-5.850 GHz), 10.525 GHz 대역 (10.5-10.55 GHz), 24.15 GHz 대역 (24.05-24.25 GHz), 78.5 GHz 대역 (76-81 GHz)의 네 주파수 대역에서 사용할 수 있다[3].

물체 감지 센서용 소형 레이더의 안테나로는 마이크로스트립 패치 안테나가 주로 사용된다[4]. 마이크로스트립 패치 안테나는 쉬운 설계, 얇은 두께, 경량, 평면 회로와의 통합 용이성, 저비용 제조 등의 장점으로 인해 여러 응용 분야에서 널리 사용되고 있으나, 주파수 대역폭이 좁은 단점이 있다[5].

마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 증가시키기 위해 낮은 유전율의 두꺼운 기판을 이용하는 방법[6], 동일 평면의 기생 패치를 추가하는 방법[7], 다층 기판을 이용하여 기생 패치를 추가하는 방법[8] 등이 오래전부터 사용되었다. 그러나 두꺼운 기판이나 다층 기판을 이용하는 경우 안테나의 부피뿐만 아니라 제조의 복잡성, 무게, 비용도 증가하는 단점이 있다. 따라서, 단층의 얇은 기판을 이용한 광대역 마이크로스트립 패치 안테나 설계 방법이 요구되고 있다.

단층 기판을 이용하여 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 증가시키기 위해서 패치 안테나의 공진 주파수에 가까운 추가 공진을 도입하는 다중 공진 개념이 연구되었다. U-모양 슬롯을 패치에 추가하는 방법[9], 아래쪽 방사면 (radiating edge)에 두 개의 수직 슬롯을 추가한 E-모양 패치[10], 용량성 결합 급전 패치[11], L-모양 프로브(probe)로 급전되는 패치[12] 등이 시도되었다. 그러나, 이러한 설계 방법은 패치가 인쇄된 기판과 접지면 사이에 비유전율이 1 근처인 공기(air) 층이나 스티로폼(styrofoam) 층이 필요하며 이로 인해 두께가 증가하는 단점이 있다.

최근 공기 층이나 스티로폼 층을 사용하지 않고 단층의 얇은 기판과 다중 공진 개념을 이용하여 마이크로스트립 패치 안테나의 대역폭을 증가시키는 방법이 연구되고 있다. 단락 편이 있는 한 쌍의 1/4 파장 마이크로스트립 선로 공진기를 이용하여 용량성 결합으로 급전되는 광대역 마이크로스트립 패치 안테나가 제안되었다[13]. 방사 패치와 1/4 파장 공진기에 의해 도입된 두 가지 공진을 효과적으로 사용하여 광대역 특성과 고조파 억제 특성을 얻을 수 있다. 수직 방향으로 엇갈리게 배치되고 작은 스트립으로 연결된 3개의 폭이 좁은 패치들을 이용하여 대역폭을 증가시키는 방법이 소개되었다[14]. 동축 프로

브로 급전되는 중앙의 패치에 대해서 두 개의 측면 패치들을 수직 방향으로 엇갈리게 배치하여 두 개의 공진을 발생시킨다. 비슷한 방법으로 패치의 아래쪽 방사면에 급전 선로에 대칭적으로 슬롯을 추가하고 분리된 패치들의 길이를 조금 다르게 조정하여 다중 공진을 발생하도록 하여 대역폭을 증가시키는 방법이 보고되었다[15].

본 논문에서는 10.525 GHz 대역에서 동작하는 광대역 인셋(inset)-급전 마이크로스트립 패치 안테나 제안하였다. 물체 감지 센서용 레이더 안테나의 이득을 증가시키기 위해서는 배열 안테나를 사용하여야 하며 단일 기판을 이용하여 쉽게 제작하기 위해서는 프로브 급전 보다는 마이크로스트립 선로 급전이 필요하다. 이를 위해 인셋-급전과 수직 방향으로 엇갈리게 배치된 3개의 패치들을 이용하여 광대역 마이크로스트립 패치 안테나를 두께 0.8 mm의 20 mm×20 mm 크기의 FR4 기판에 설계하여 기존의 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나와 성능을 비교하였다. 안테나 설계와 성능 분석은 상용 전자파 해석 소프트웨어인 CST사의 Studio Suite를 이용하여 시뮬레이션하였다. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나를 FR4 기판에 제작하여 입력 반사 계수, 이득, 방사 패턴 특성을 측정하여 확인하고자 한다.

II. 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나 구조 및 설계

그림 1은 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나와의 구조로서, 비유전율(ϵ_r) 4.1, 손실 탄젠트($\tan \delta$) 0.025 이고 두께(h)가 0.8 mm인 FR4 기판을 사용하여 설계하였다. 기판의 윗면에는 마이크로스트립 선로로 급전된 패치가 인쇄되어 있고, 뒷면에는 접지면이 인쇄되어 있다. 표 1에는 최종 설계된 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 변수들이 나타나 있다.

제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나는 3개의 폭이 좁은 직사각형 패치로 구성되며, 중앙 패치의 중심에서 2개의 대칭적인 측면 패치들이 스트립 도체로 연결된 구조이다[14]. 또한, 측면 패치들은 중간 패치에 대해 수직 방향(+y축 방향)으로 엇갈리게 중심이 이동하여 배치되었다. 중앙 패치와 측면 패치의 길이는 같으며, 중앙 패치의 폭(W_c), 측면 패치의 폭(W_s), 패치 사이의 간격(g), 엇갈린 길이(l_s), 연결 스트립 도체의 길이(l_c) 등을 조절하여 두 개의 공진이 발생하도록 하여 대역폭이 증가하도록 설계하였다.

기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나는 아래 공식들을 이용하여 패치의 길이를 계산하였다[16]. 기판의 비유전율 4.1, 기판의 두께 0.8 mm, 공진 주파수 10.525 GHz를 이용하여 계산한 정사각형 패치의 길이는 7.18 mm이다. 이

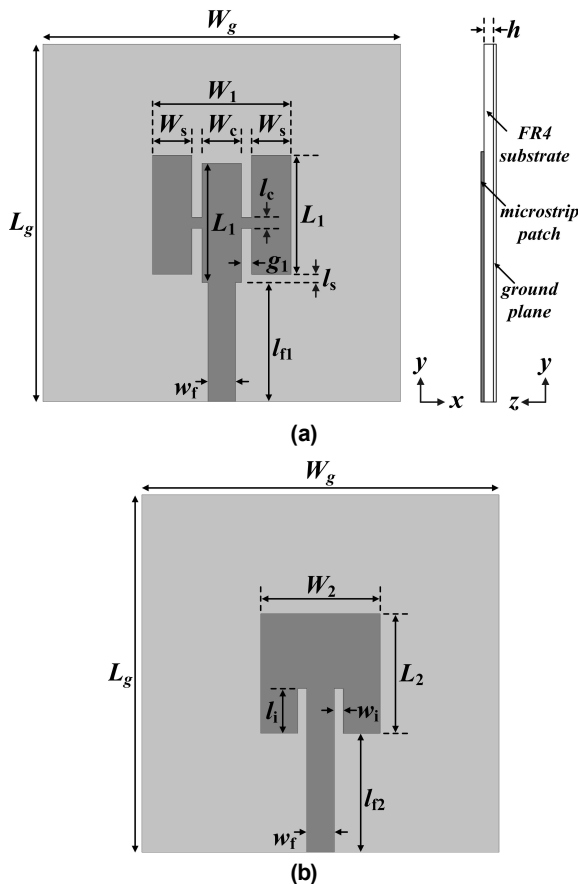


그림 1. 안테나 구조: (a) 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나, (b) 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나
Fig. 1. Geometries of antennas: (a) proposed broadband inset-fed microstrip patch antenna (b) conventional inset-fed square microstrip patch antenna.

표 1. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 최종 설계변수

Table 1. Final design parameters of the proposed broadband inset-fed and conventional inset-fed square microstrip patch antennas.

Parameter	Value(mm)	Parameter	Value(mm)
L_g	20	g_1	0.59
W_g	20	l_c	0.65
L_1	6.88	l_s	0.46
W_1	7.98	L_2	7.12
w_f	1.681	W_2	7.12
l_{f1}	6.56	l_2	6.44
W_c	2.27	l	2.6
W_s	2.27	w_1	0.5

길이를 이용하여 10.525 GHz에서 공진하도록 시뮬레이션을 통하여 인셋의 길이와 폭을 조절하여 설계하였다.

$$L_2 = 0.48\lambda_g \tag{1}$$

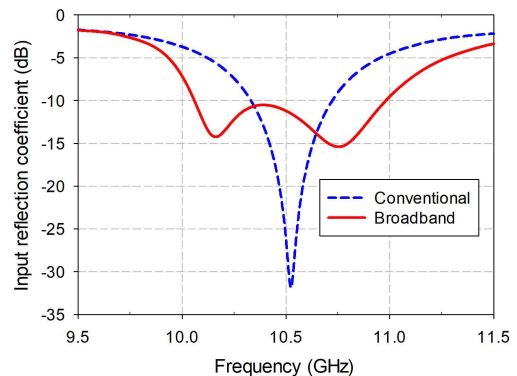
$$\lambda_g = \frac{c}{f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{2}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \tag{3}$$

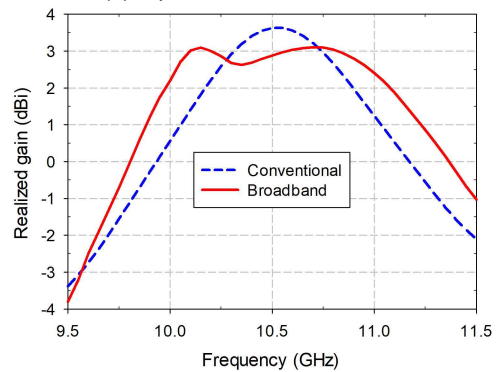
$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \tag{4}$$

여기서 L_2 는 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 길이이고, λ_g 는 기판의 비유전율을 고려한 유효 파장이고, f_r 은 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 공진 주파수이고, c 는 자유공간 빛의 속도이고, ϵ_r 은 기판의 비유전율이고, ϵ_{reff} 은 기판의 유효 비유전율이고, h 은 기판의 두께이고, W 는 마이크로스트립 선로의 폭이다.

그림 2는 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수와 이득을 비교하였다.



(a) input reflection coefficient



(b) gain

그림 2. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 성능 비교

Fig. 2. Performance comparison of the proposed broadband inset-fed and conventional inset-fed square microstrip patch antennas.

기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 경우, 전압 정재파비(VSWR; voltage standing wave ratio)가 2 이하인 주파수 대역은 10.320-10.736 GHz (3.95%)이고, 대역내 이득은 3.0-3.7 dBi이다. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 경우, VSWR이 2 이하인 주파수 대역은 10.051-10.999 GHz (9.01%)이고, 대역내 이득은 2.4-3.1 dBi이다. 따라서, 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수 주파수 대역폭은 기존의 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 약 2.28배 증가하였다. 그러나 대역내 이득의 최대 및 최소 값은 0.6 dB 정도 감소하였다. 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 경우, 정사각형 패치의 길이에 의해 단일 공진이 발생한다. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 경우, 엇갈린 길이(l_s)가 원래 중앙 패치와 측면 패치의 길이에 더하거나 빠져서 두 개의 공진이 발생한다[14].

III. 안테나 제작 및 실험 결과

제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나와 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 성능을 비교하기 위해 그림 3과 같이 FR4 기판에 제작하였다.

Agilent사의 N5230A 벡터 네트워크 분석기를 사용하여 제작된 안테나의 입력 반사 계수를 측정하였다. 이득은 전파 무반사실 내에서 최대 복사 방향인 +z축 방향으로 측정하였다. 그림 4는 제작된 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수와 이득을 측정하여 시뮬레이션 결과와 비교하였다. 측정된 입력 반사 계수의 VSWR이 2 이하인 주파수 대역은 10.306-10.772 GHz(4.42%)이고, 대역내 이득은 2.3-3.2 dBi이다. 시뮬레이션 결과와 비교할 때 주파수 대역은 0.47% 증가하였으나 이득은 0.5-0.7 dB 감소하였다. 이것은 제작상의 오차와 측정 환경 등 때문으로 판단된다.

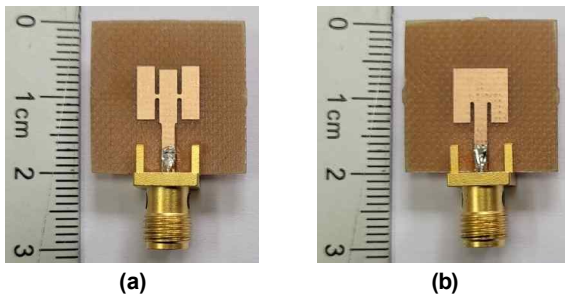


그림 3. 제작된 안테나 사진: (a) 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나, (b) 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나

Fig. 3. Photographs of fabricated antennas: (a) proposed broadband inset-fed microstrip patch antenna and (b) conventional inset-fed square microstrip patch antenna.

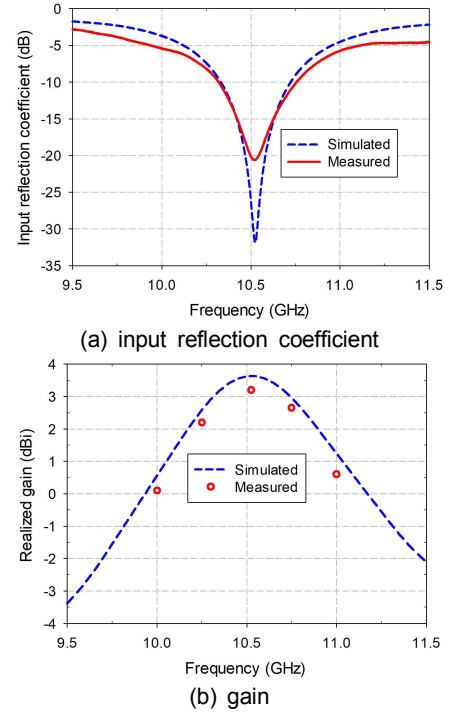


그림 4. 제작된 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나 성능

Fig. 4. Performance of the fabricated conventional inset-fed square microstrip patch antenna.

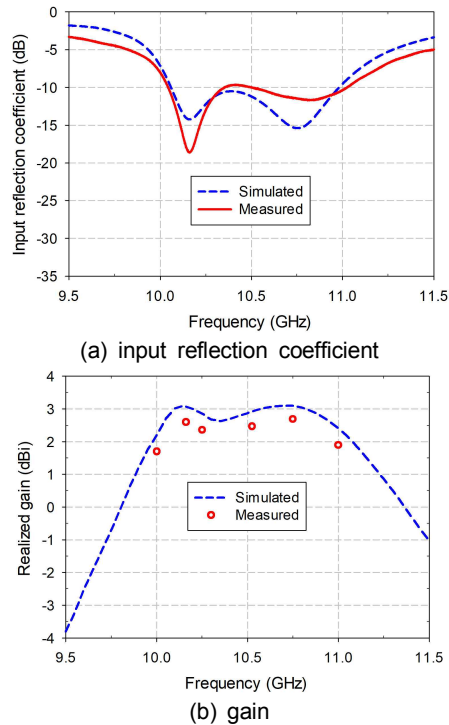


그림 5. 제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나 성능

Fig. 5. Performance of the fabricated broadband inset-fed microstrip patch antenna.

그림 5는 제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수와 이득을 측정하여 시뮬레이션 결과와 비교하였다. 측정된 입력 반사 계수의 VSWR이 2 이하인 주파수 대역은 10.036-11.051 GHz(9.63%)이고, 대역내 이득은 1.7-2.7 dBi이다. 시뮬레이션 결과와 비교할 때 주파수 대역은 0.62% 증가하였으나 이득은 0.5-0.7 dB 감소하였다. 측정 결과가 시뮬레이션 결과와 다른 이유는 제작 상의 오차와 측정 환경 등 때문으로 판단된다.

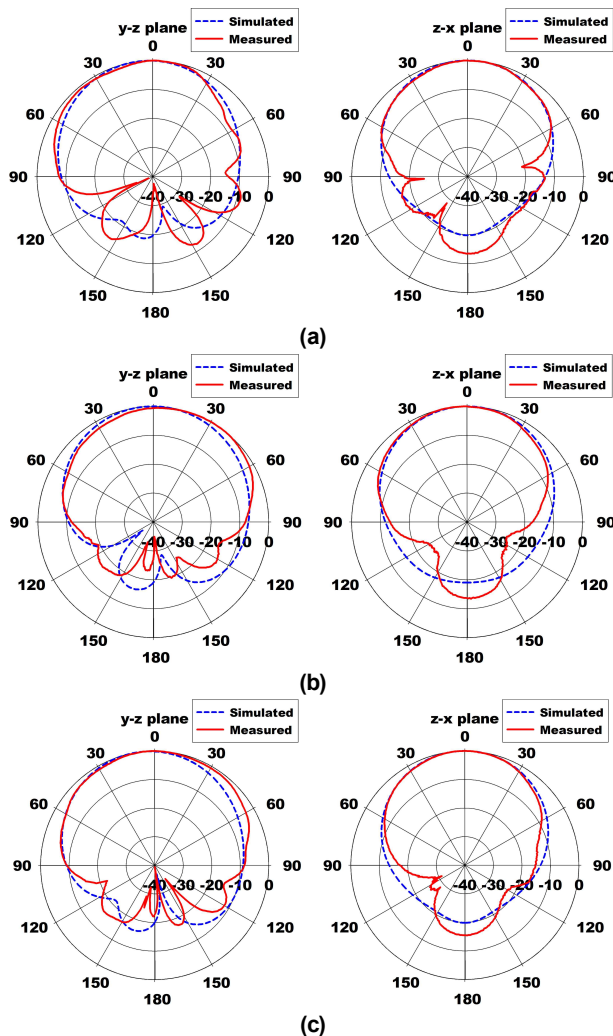


그림 6. 복사 패턴 비교: (a) 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 공진 주파수(10.525 GHz), (b) 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 첫 번째 공진 주파수(10.162 GHz), (c) 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 두 번째 공진 주파수(10.753 GHz)

Fig. 6. Comparison of radiation patterns: (a) resonant frequency of the conventional inset-fed square microstrip patch antenna(10.525 GHz), (b) first resonant frequency of the proposed broadband inset-fed microstrip patch antenna(10.162 GHz), and (c) second resonant frequency of the proposed broadband inset-fed microstrip patch antenna(10.753 GHz).

그림 6은 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 공진 주파수 10.525 GHz와 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 두 공진 주파수인 10.162 GHz와 10.753 GHz에서 측정된 복사 패턴을 시뮬레이션 결과와 비교하였다. 측정된 복사 패턴은 시뮬레이션 결과와 유사하며, 전후방비가 조금 크게 나온 것은 측정시 사용된 케이블의 영향 때문인 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 10.525 GHz 대역에서 동작하는 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나를 제안하였다. 제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나는 3개의 폭이 좁은 직사각형 패치로 구성되며, 중앙 패치의 중심에서 2개의 대칭적인 측면 패치들이 스트립 도체로 연결되어 중간 패치에 대해 수직 방향으로 엇갈리게 중심이 이동하여 배치되었다. 성능 비교를 위해 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다.

제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 측정 입력 반사 계수의 VSWR이 2 이하인 주파수 대역은 10.036-11.051 GHz (9.63%)이고, 대역내 이득은 1.7-2.7 dBi이다. 제작된 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나의 측정 입력 반사 계수의 VSWR이 2 이하인 주파수 대역은 10.306-10.772 GHz (4.42%)이고, 대역내 이득은 2.3-3.2 dBi이다. 따라서, 제작된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나의 입력 반사 계수 주파수 대역폭은 기존의 인셋-급전 정사각형 마이크로스트립 패치 안테나에 비해 2.18배 증가하였다. 시뮬레이션 결과와의 차이는 제작 상의 오차와 측정 환경으로 인해 발생한 것으로 판단된다.

제안된 광대역 인셋-급전 마이크로스트립 패치 안테나는 물체 감지용 레이더 배열 안테나의 배열 소자 안테나의 대역폭 확장 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

References

[1] R. J. James, "A history of radar," *IEE Review*, Vol. 35, No. 9, pp. 343-349, Oct. 1989.

[2] M. S. Greco, J. Li, T. Long, and A. Zoubir, "Advances in radar systems for modern civilian and commercial applications: part 1 [from the guest editors]," *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 36, No. 4, pp. 13-15, Jul. 2019.

[3] Technical requirements for unlicensed wireless device(MSIT Notification 2022-75) [Internet], Available; <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&bbsSeqNo=83&nttSeqNo=3175661>.

- [4] W. Menzel and A. Moebius, "Antenna concepts for millimeter-wave automotive radar sensors," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 100, No. 7, pp. 2372-2379, Jul. 2012.
- [5] D. M. Pozar, "Microstrip antennas," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 80, No. 1, pp. 79-91, Jan. 1992.
- [6] W. Chen, K-F. Lee, and R. Q. Lee, "Input impedance of coaxially fed rectangular antenna on electrically thick substrate," *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 6, No. 6, pp. 387-390, May 1993.
- [7] G. Kumar and K. Gupta, "Directly coupled multiple resonator wide-band microstrip antennas," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 33, No. 6, pp. 588-593, Jun. 1985.
- [8] W. S. T. Rowe and R. B. Waterhouse, "Investigation into the performance of proximity coupled stacked patches," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 54, No. 6, pp. 1693-1698, Jun. 2006.
- [9] S. Weigand, G. H. Huff, K. H. Pan, and J. T. Bernhard, "Analysis and design of broad-band single-layer rectangular U-slot microstrip patch antennas," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 51, No. 3, pp. 457-468, Mar. 2003.
- [10] F. Yang, Xue-Xia Zhang, Xiaoning Ye, and Y. Rahmat-Samii, "Wide-band E-shaped patch antennas for wireless communications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 49, No. 7, pp. 1094-1100, Jul. 2001.
- [11] V. G. Kasabegoudar and K. J. Vinoy, "Coplanar capacitively coupled probe fed microstrip antennas for wideband applications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 58, No. 10, pp. 3131-3138, Oct. 2010.
- [12] C. L. Mak, K. M. Luk, K. F. Lee, and Y. L. Chow, "Experimental study of a microstrip patch antenna with an L-shaped probe," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 48, No. 5, pp. 777-783, May 2000.
- [13] J. D. Zhang, L. Zhu, Q. S. Wu, N. W. Liu, and W. Wu, "A compact microstrip-fed patch antenna with enhanced bandwidth and harmonic suppression," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 64, No. 12, pp. 5030-5037, Dec. 2016.
- [14] J. U. Yoo and H. W. Son, "A simple compact wideband microstrip antenna consisting of three staggered patches," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, Vol. 19, No. 12, pp. 2038-2042, Dec. 2020.
- [15] R. Vincenti Gatti, R. Rossi, and M. Dionigi, "Single-layer line-fed broadband microstrip patch antenna on thin substrates," *Electronics*, Vol. 10, No. 1, p. 37, 2020.
- [16] J. Yeo and J. I. Lee, "Gain enhancement of microstrip patch array antennas using two metallic plates for 24 GHz radar applications," *Electronics*, Vol. 12, No. 7, p. 1512, 2023.



여 준 호 (Junho Yeo)

1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사),
 2003년 8월 : 미국 Pennsylvania State University 전기공학과 (공학박사),
 2003년 9월 ~ 2004년 6월 : 미국 Pennsylvania State University 박사 후 과정
 2004년 8월 ~ 2007년 2월 : 한국전자통신연구원 RFID 시스템연구팀 선임연구원
 2007년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 AI학부 교수
 ※관심분야 : RFID 및 광대역 안테나, 고감도 마이크로파 센서, Chipless RFID

1994년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년 3월 ~ 1999년 6월 : 국방과학연구소 연구원



이 종 익 (Jong-ig Lee)

1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학사)
 1994년 2월 : 경북대학교 전자공학과 (공학석사)
 1998년 8월 : 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
 1998년 3월 ~ 12월 : 금오공과대학교 연구교수
 1999년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 전자공학과 교수
 ※관심분야 : 평면 안테나, 전자파 산란