

PVDF를 이용한 마이크로스트립 안테나에 관한 연구

강현일, 송준태

성균관대학교 정보통신공학부

A study on microstrip antenna using PVDF

Hyun-Il Kang, Joon-Tae Song

School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

Abstract : The microstrip patch antenna with PVDF (poly vinylidene fluoride) substrate, were experimentally studied at frequency 6 GHz. During the design of the essential elements of microstrip antenna, EM simulation tool Ensemble V 7.0 is used. We observed the resonant frequency by DC applied electric field in a microstrip patch antenna. This research has been made as an electronically tunable microstrip antenna, taking advantage of the voltage control dielectric substrate and piezoelectric properties substrate. We discuss the effect of substrates, electric field and piezoelectric phenomena in the PVDF microstrip antenna. The antenna frequency can be changed by varying the applied dc voltage. In this paper, we propose, a new technique to agile frequency of the microstrip antenna by using the PVDF piezoelectric substrate.

Key Words : PVDF, microstrip antenna, piezoelectric substrate.

1. 서 론

최근 디지털 기술 통신 기술의 급격한 발전으로 다양한 이동통신 기술이 연구되고 있으며, 이러한 기술을 바탕으로 이동통신 서비스가 시행 되고 있다. 개인용 이동통신 단말기의 발전 방향은 소형화, 다기능화, 저전력화에 초점을 맞추어 중점적으로 연구되고 있으며, 이에 따라 단말기 시스템에 포함되는 안테나 또한 소형화, 저전력화 되고 있는 추세이다.

기존 개인 이동통신 시스템의 주파수 포화로 인해 상용 주파수의 고주파화와 되고 있는 시점에서 마이크로스트립 안테나는 고주파 대역의 구현이 가능하고 소형으로 제작이 용이하며 PCB 기술에 의한 생산 공정의 저가화/단순화가 가능하기 때문에 통신시스템에 많이 이용되고 있다.

본 논문의 마이크로스트립 안테나 제작에 사용된 압전 폴리 비닐 플루오라이드 (Poly vinylidene Fluoride: PVDF) 은 1967년 Kawai에 의해 압전성이 발견된 이래 압전성을 이용한 디바이스 응용에 많은 연구가 진행 중 이다.[1] 압전 고분자는 세라믹 압전재에 비해 유연성, 내가공성 및 박막 가공성이 우수하고 마이크로 스트립 기판의 조건인 낮은 유전율을 가지는 장점을 가지고 있다. 이러한 압전소자인 PVDF는 MHz 대역 뿐만 아니라 GHz 대역까지 응용 가능한 압전 소자로 알려져 왔다.[2]

또한 PVDF는 유전체에 교번 전계를 인가하면 P-E 히스테리시스 특성을 보이며 큐리 온도 Tc 이상의 온도에서 유전율이 Curie-Weiss 법칙에 따라 변하는 강유전성을 가진다.[3]

본 논문에서는 강유전/압전특성을 가지는 물질인 PVDF를 기판으로 사용하여 마이크로스트립 패치 안테나를 제작하였다. 제작된 마이크로스트립 안테나에 DC 전계를 인가하여 강유전 특성과 압전 특성에 의한 마이크로스트립 안테나의 공진 주파수 이동 특성을 분석하였다.

2. 실험

본 실험에 마이크로 스트립 안테나의 기판 재료로 사용된 PVDF의 압전 특성을 표1에 나타내었다. 표1에 나타난 압전 특성은 각각 thickness mode, shear mode 및 longitudinal mode의 변위(strain)를 갖는 압전 상수를 나타내고 있다.

표1. PVDF의 압전 특성.

d31	+14 x 10 ⁻¹²	Coulomb/Newton
d32	+2 x 10 ⁻¹²	Coulomb/Newton
d33	-34 x 10 ⁻¹²	Coulomb/Newton
d3h	-18 x 10 ⁻¹²	Coulomb/Newton

그림 1은 본 연구에서 제작한 마이크로스트립 안테나를 나타내고 있다. 마이크로 스트립 안테나의 기판 재료로 사용된 PVDF의 두께, 세로길이 및 가로길이는 각각 100 μm, 50 mm와 50 mm 이다. PVDF의 비유전율은 7.3이다.

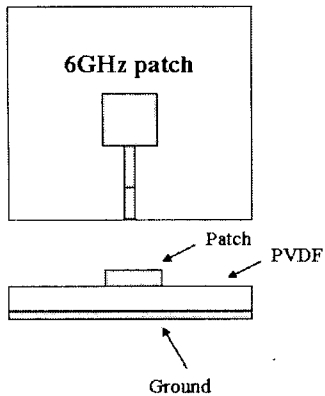


그림 1. 마이크로스트립 안테나.

본 논문의 마이크로스트립 안테나는 그림 1과 같이 접지면 위에 길이와 폭이 각각 L 와 W 이고 두께가 수 μm 인 매우 얇은 금속스트립라인으로 구성하였다. 마이크로스트립 안테나의 패치 모양은 Ansoft사의 EM simulation tool Ensemble V 7.0로 설계하였다. 패치와 접지판을 제작한 후에 기판의 stress를 최소화하기 위해 골드 와이어를 이용하여 SMA 컨넥터와 급전선을 silver paste로 연결하였다. 제작된 마이크로스트립 안테나에 DC 전계는 FLUKE 5100을 이용하여 DC 전계를 인가하였고, 안테나의 특성은 300 kHz에서 8.5 GHz의 측정범위를 갖는 Agilent사의 5071B network analyzer로 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 PVDF 마이크로스트립 안테나를 설계한 후 DC 전계를 인가하여 공진주파수의 변화율을 측정한 결과이다. 공진 주파수대역은 6 GHz이다. 0V bias에서 1500 V/mm까지 전계를 가한 결과 약 25 MHz의 공진주파수 이동을 나타내었다.

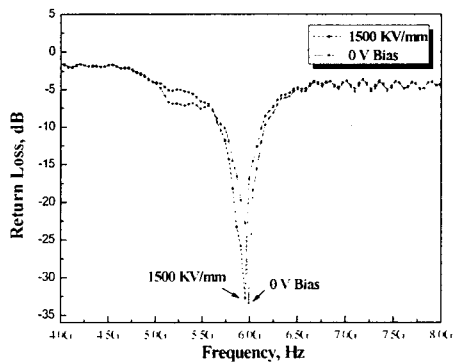


그림 2. 마이크로스트립 안테나의 S11.

그림 3은 DC 인가전계에 따른 PVDF 마이크로스트립 안테나의 기판인 PVDF 유전율의 변화를 이용한 공진주

파수 이동을 시뮬레이션한 결과와 실험값과의 비교를 나타내고 있다. 유전율의 의한 공진주파수의 이동폭보다 실제 실험치의 값이 큰것을 볼수 있는데 이는 PVDF 마이크로스트립 안테나의 공진주파수의 이동이 단지 유전율의 이동에 의한 결과가 아니라 압전 특성을 가지는 PVDF 특성에 의해 유전율과 마이크로스트립 안테나의 상부 element들의 변화에 의한 결과라 볼 수 있다.

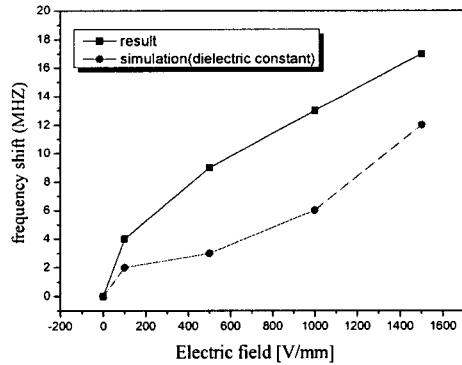


그림 3. 마이크로스트립 안테나의 유전율에 의한 결과와 비교.

4. 결론

본 논문에서는 강유전성/압전특성을 갖는 PVDF기판을 이용하여 마이크로스트립 패치 안테나를 제작한 후 DC 전계를 인가함으로써 공진주파수의 이동을 확인하였다. PVDF 마이크로스트립 안테나의 공진주파수 이동 특성은 기판 재료인 PVDF의 유전율 변화에 의한것과 압전 특성에 의한 상부 element들의 변화에 의해 공진 주파수가 이동하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 향후 개인용 단말기 시스템에 들어가는 안테나의 소형화 경량화와 더불어 DC 전계에 의해 공진 주파수의 이동 갖는 마이크로스트립 안테나에 응용 가능하리라 사료된다.

참고 문헌

- [1] H. Kawai, "The piezoelectricity of poly (vinylidene fluoride)", Journal of Applied Physics, Vol.8, pp.975-976. 1969.
- [2] Lan, J. Boucher, S.G. Tancrell, R.H. "Investigation of broadband characteristics of PVDF ultrasonic transducers by finite element modeling and experiments", Ultrasonics Symposium, Vol.2, pp.1109-1112, 1999.
- [3] Bauer, F, "Ferroelectric PVDF polymer for high pressure and shock compression sensors", Electrets, ISE 11. Proceedings. 11th International Symposium. pp.219-222, 2002.