

Quartz를 이용한 마이크로스트립

안테나의 주파수 특성에 관한 연구

Frequency Agile Properties of Microstrip Antenna Using Quartz

윤창진*, 하용만*, 황현석*, 송준태*

(Yun Chang Jin, Yong Man Ha, Hyun Suk Hwang, Joon Tae Song)

Abstract

This paper investigated that resonant frequencies of microstrip patch antenna were agile when piezoelectric materials were used as the antenna substrates. When the bias is applied on them, thickness of the substrate is varied according to the piezoelectric phenomenon. The microstrip patch antenna using Quartz substrate was fabricated and designed by Ensemble v 7.0 simulator. We fabricated the microstrip antennas using Quartz(Y-cut) as its substrate. When the operating frequencies of the microstrip antenna were 7.045GHz, 7.773GHz 8.18GHz the frequency shifts versus electric field, $E_{max}=4[kV/cm]$, were 21MHz, 26MHz and 28MHz, respectively.

Key Words : microstrip antenna, Quartz, piezoelectric material, resonant frequency, simulator

화에 따라 안테나의 대역 주파수 이동을 확인하였다.

1. 서론

마이크로스트립 안테나의 공진주파수를 조정하기 위해서 많은 연구들이 행하여져 왔다.^{[1],[2]} 대부분의 연구들은 안테나의 외형적인 변화에 대한 공진 주파수의 변화를 연구하였다.^{[3],[4]}

본 논문에서는 단순한 구형의 형태에서 안테나의 물리적 변형을 가하지 아니하고 안테나의 기판을 압전체로 대체하여, 전계를 인가했을 때의 압전 현상, 기계적 변위를 이용하여 리얼타임으로 안테나 기판에 변화를 가해 공진 주파수를 이동하고자 하였다. 압전 현상을 이용한 이론적 접근은 Quartz 압전체를 사용한 마이크로스트립 패치 안테나를 제작하고 압전기판에 전압을 인가하여 전압의 변

2. 실험

2.1 관련 이론

압전물질(piezoelectric material)은 비대칭적인(asymmetric) 전자 격자 구조를 가지고 있어서 전계(electric field)를 가하면 기계적 변형(strain)이 생기고 역으로 압력(stress)을 가할 때 전계가 발생한다. 이러한 에너지 변환현상을 압전현상이라 한다. 즉 압전물질에 대해서는 기계적 에너지와 전기적 에너지가 상호변환이 가능하다. 대부분의 강유전체는 압전성을 나타내지만 반대로 압전체라고 모두 강유전체는 아니다. 압전 방정식은 다음과 같이 나타낼수 있다.

$$\begin{aligned} S &= s^E T + d_t E \\ D &= d T + \epsilon^T E \end{aligned} \tag{1}$$

* : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과
(경기도 수원시 장안구 천천동 300 ,
Fax: 031-290-7159
E-mail : yun4015@dreamwiz.com)

(식 1)에서 근사적으로 $T=0$ 으로 가정하면,

$$S = d_t E \quad (2)$$

이다. 여기서 d_t 는 압전 상수이다. 인가된 전계에 대한 변위 S 를 다음의 공진주파수 실험식에 인용한다.

$$f = \frac{C}{\lambda} = \frac{C}{\lambda \sqrt{\epsilon_{eff}}} = \frac{C}{2(L+h)\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

C = speed of light

h = substrate thickness

W = patch width

2.2 Quartz 마이크로스트립 안테나의 제작

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나에 전계를 가하여 주파수 변화를 관찰하고자 하였다. 우선 제작 방식을 단순화하기 위해 Quartz 기판 위에 구형패치로 소자를 제작하였다. 사용된 Quartz는 OSTECH사의 Y-cut, Z-propagation, 두께 0.5mm, 직경 3인치인 것을 사용하였다. 패치는 길이 각각 6.89mm, 8.65mm, 11.58mm로 설계, 제작하여 전극을 Thermal Evaporation을 이용하여 증착시켜 제작하였고, 접지판은 기판 전체 면에 구리를 입혀 넓게 제작하였다. 패치와 접지 기판을 제작한 후에 접지판을 SMA cable의 ground에 고정하고, 급전선(feed line)은 clamp효과를 억제하고 기판의 strain을 최대화하기 위해서 gold wire를 이용해 SMA cable에 연결하였다. 제작한 안테나를 그림1에 나타내었다.

2.3 Quartz 마이크로스트립 안테나의 시뮬레이션 및 특성 평가

Quartz 마이크로스트립 안테나를 10, 8, 6[GHz]에서 공진할 수 있도록 Ensemble v7.0으로 시뮬레이션 하여, 패치 사이즈를 구현한 후, 직접 제작한 마이크로스트립 안테나의 특성과 비교하였다.

제작한 마이크로스트립 안테나에 DC bias를 인가하면서 공진주파수의 변화를 측정하였다. 이때, DC bias voltage source로는 Fluke 5100B, 공진주

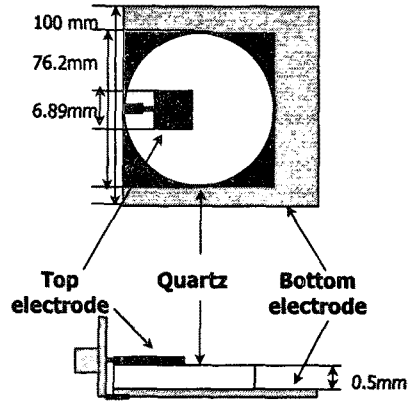


그림 1. Quartz(y-cut)기판을 이용한 마이크로스트립안테나

Fig. 1. Fabricated microstrip antenna on the Quartz substrate

파수의 측정은 Vector Network Analyzer(HP 8722D)를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Quartz 안테나의 시뮬레이션

시뮬레이션 결과 기판을 Quartz로 사용하였을 때, 10[GHz]에서 공진하는 안테나의 패치는 그림 2와 같다.

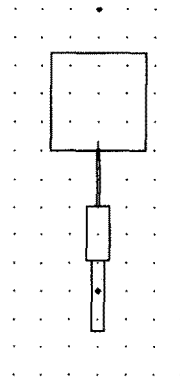


그림 2. Ensemble v 7.0 로 설계한 패치

Fig. 2. Patch designed by Ensemble v 7.0

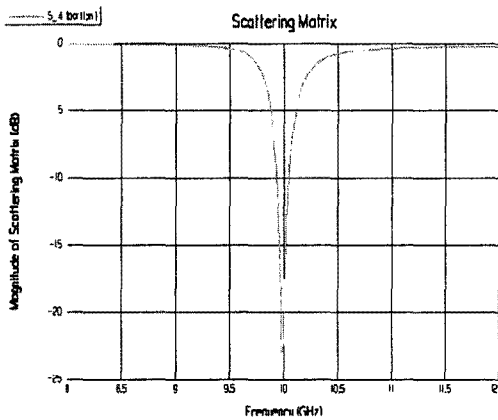


그림 3. 마이크로스트립 안테나의 공진주파수(10GHz)
 Fig. 3. Resonant frequency of microstrip antenna

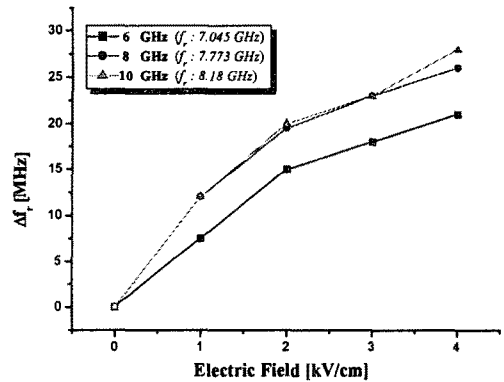


그림 5. 제작한 안테나의 공진주파수 변화
 Fig. 5. Resonant frequency of fabricated microstrip antenna

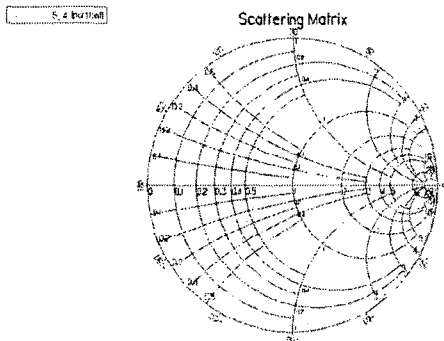


그림 4. 마이크로스트립 안테나의 스미스차트
 Fig. 4. Smith chart of microstrip antenna

시뮬레이션을 통해 10GHz에서 공진하도록 설계된 안테나의 공진주파수 특성과 스미스차트는 각각 그림3, 그림4 와 같다.

3.2 제작한 Quartz 안테나의 공진 주파수의 변화 측정

시뮬레이션을 통하여 얻은 패치사이즈를 적용하여 안테나를 제작하였다. 그림5.는 제작한 안테나

를 Vector Network Analyzer(HP 8722D)로 측정 한 결과이다. 실제 제작한 안테나의 전계변화에 따른 주파수 변화를 나타내었다.

주파수가 커질수록 전계변화에 따른 주파수의 변화가 점점 증대됨을 알 수가 있다.

4. 결론

본 논문에서는 마이크로스트립 안테나 설계 시뮬레이터를 이용하여 마이크로스트립 안테나를 설계, 제작하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 안테나 제작 전 시뮬레이션 tool을 이용하여 정확하게 설계를 하였고, 시뮬레이션으로 검증 후 안테나를 제작 하였으나, 8GHz 마이크로스트립 안테나의 경우 227MHz 라는 비교적 적은 오차를 제외한 6GHz, 10GHz 마이크로스트립 안테나 의 경우 각각 1.045GHz, 1.82GHz의 설계와의 오차를 보였다.
- (2) 안테나의 급전부 연결시 매칭라인의 변화로써 공진특성이 판이하게 다르게 나타날 수 있음을 보였다.
- (3) 6GHz, 8GHz, 10GHz 마이크로스트립 안테나에 DC 4[kV/cm] 인가시 최대 21MHz, 26MHz, 28MHz 의 변화를 보였다.
- (4) 제작한 마이크로스트립 안테나에 D.C 10~

200V를 인가하였을 때 각각의 안테나의 공진주파수가 증가함을 얻었다.

- (5) 6GHz보다 10GHz의 공진주파수가 DC bias에 따른 주파수의 변화가 더 많이 변함을 알 수 있었다. 이는 안테나의 크기에 대한 Quartz의 두께의 상대적인 차이에 기인함을 판단할 수 있었다.
- (6) 마이크로스트립안테나는 고주파로 올라갈수록 소형이므로 급전부에 feed line을 연결하는 제작 과정에서 더욱 정교한 작업이 필요하다는 것을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] Ernest E. Okon and Charles W. Turner, "A WIDE-BAND MICROSTRIP SERIES ARRAY AT MM-WAVE", 1999 high Frequency postgraduate Student Colloquium, 17 September 1999, University of Seeds.
- [2] S. D. Targonski, R. B. Waterhouse, and D. M. Pozar, "Design of Wide-Band Aperture-Stacked Patch Microstrip Antennas", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 46, No. 9, pp. 1246-1251, September 1998.
- [3] David M. Pozar and Sean M. Duffy, "A Dual-Band Circularly Polarized Aperture-Coupled Stacked Microstrip Antenna for Global Positioning Satellite", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 45, No. 11, pp. 1618-1625, 1998.
- [4] Takashi AMANO, Norimichi CHIBA, and Hisao IWASAKI, "A Quarter-Wavelength Shorted Microstrip Antenna with a Slot for Dual-Frequency Operation", IEICE Trans. Electron., vol. E82-C, No. 7, pp. 1211-1216, 1999.
- [5] Satish K. Sharma and Babau R. Vishvakarma, "Frequency agile microstrip antenna", Int. J. Electronics, Vol. 84, No. 1, pp. 55-67, 1998.
- [6] Joon Tae SONG, Ik Hyun CHO, and Young Hoon KIM, "Frequency Agile Microstrip Patch Antenna Using Piezoelectric Substrates", Jan, J. Appl. Phys.