

Quartz를 이용한 마이크로스트립 안테나의 주파수 특성에 관한 연구

Frequency Agile Properties of Microstrip Antenna Using Quartz

하용만, 오승재, 우형관, 송준태

(Yong Man Ha, Seung Jae Oh, Hyoung Gwan Woo, 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. The resonant frequencies of the microstrip antenna using the piezoelectric substrate. The microstrip patch antenna made of Quartz substrate was designed and fabricated by Ensemble v 7.0 simulator. The experimental problem was compensated by Ensemble v 7.0

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

1. 서 론

마이크로스트립 안테나의 공진주파수를 조정하기 위해서 많은 연구들이 행하여져 왔다.^{[1],[2],[3],[4]} 본 논문에서는 단순한 구형의 형태에서 안테나의 물리적 변형을 가하지 아니하고 안테나의 기판을 압전체로 대체하여 전계를 인가했을 때의 압전현상, 기계적 변위를 이용하여 리얼타임으로 안테나 기판에 변화를 가해 주파수를 이동하고자 하였다. 압전 현상을 이용한 이론적 접근을 하여 Quartz 압전체를 사용한 마이크로스트립 패치 안테나를 제작하고 압전기판에 전압을 인가하여 전압의 변화에 따라 안테나의 대역 주파수 이동을 확인하였

고, 또한 실험상의 오차를 Ansoft사의 안테나 시뮬레이션 tool인 Ensemble v7.0을 사용하여 보정, 안테나의 특성을 평가하였다.

2. 실 험

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. 모든 강유전체는 압전성을 나타내지만 반대로 압전체라고 모두 강유전체는 아니다. 압전 방정식은 다음과 같이

성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과
(경기도 수원시 장안구 천천동 300,
Fax : 031-290-7159
E-mail : rock1970@lycos.co.kr)

나타낼수 있다.

$$S = s^E T + d_t E \quad (\text{식 1})$$

$$D = d T + \epsilon^T E$$

(식 1)에서 근사적으로 $T=0$ 으로 가정하면,

$$S = d_t E \quad (\text{식 2})$$

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

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

where,

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

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 하였기 때문에 제작 방식을 단순화하기 위해 Quartz 기판 위에 구형패치로 소자를 제작하였다. 사용된 Quartz는 OSTECH사의 Z-cut, Z-propagation, 두께 0.5mm, 직경 3인치인 것을 사용하였다. 패치는 길이 3.34mm, 폭 3.34mm로 설계, 제작하여 전극을 증착 시켜 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 20[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

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

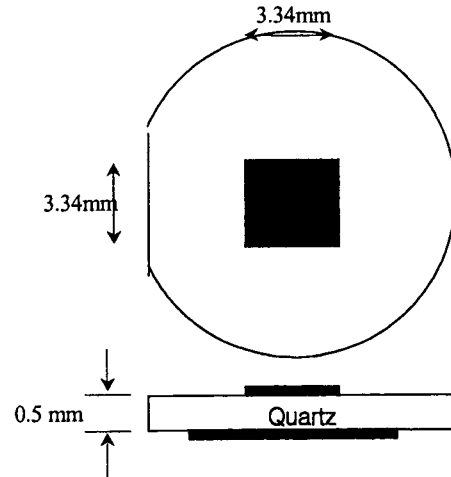


그림 1. Quartz기판을 이용한 마이크로스트립 안테나

Fig 1. Fabricated microstrip antenna on the Quartz substrate

3. 결과 및 고찰

3. 1 Quartz 안테나의 시뮬레이션

시뮬레이션 결과 기판을 Quartz로 사용하였을 때, 20[GHz]에서 공진하는 안테나의 패치는 그림 2.와 같다.

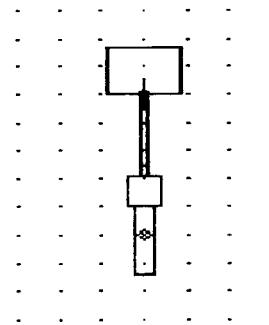


그림 2. Ensemble v 7.0 로 설계한 패치
Fig 2. Patch designed by Ensemble v 7.0

시뮬레이션을 통해 20GHz에서 공진하도록 설계된 안테나의 공진주파수 특성과 스미스차트는 각각 그림3, 그림4 와 같다.

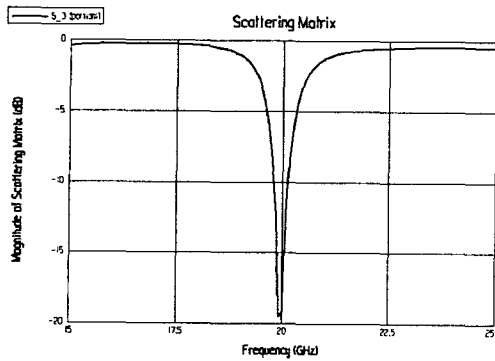


그림 3. 마이크로스트립 안테나의 공진주파수 (20GHz)

Fig 3. Resonant frequency of microstrip antenna

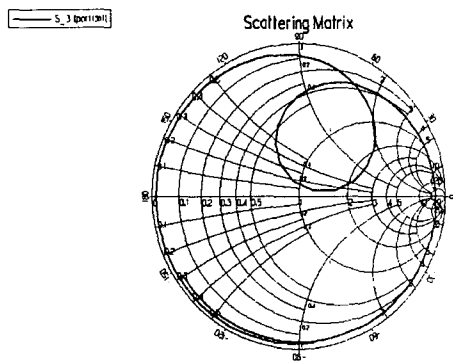


그림 4. 마이크로스트립 안테나의 스미스차트

Fig 4. Smith chart of microstrip antenna

3. 2 제작한 Quartz 안테나의 공진 주파수 측정

시뮬레이션을 통하여 얻은 패치사이즈를 적용하여 안테나를 제작하였다. 그림5는 제작한 안테나를 Vector Network Analyzer(HP 8722D)로 측정 한 결과이다. 실제 제작한 안테나는 10.0975[GHz]에서 공진을 하였으며, 이는 시뮬레이션과 상이한 결과값 임을 알 수 있었다.

이는 0.93mm의 가는 패치 급전부에 gold wire를

접합하는 과정에서 생긴 오차로 사려되며, 이때 발생한 급전부의 면적변화로 인해 공진주파수가 크게 변화한 것으로 생각된다.

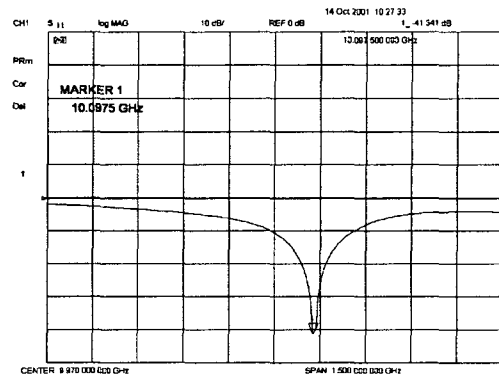


그림 5. 제작한 안테나의 공진주파수 (10GHz)

Fig 5. Resonant frequency of fabricated microstrip antenna

실험결과를 근거로 급전부를 다시 설계하여 그림6과 같이 시뮬레이션한 결과 10[GHz]에 근접하게 보정할 수 있었다.

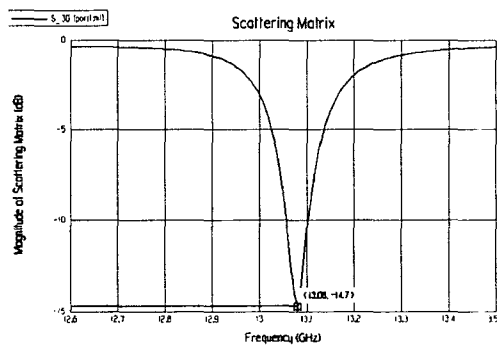


그림 6. 보정된 Ensemble 시뮬레이션

Fig 6. Compensated simulation by Ensemble

4. 결론

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

- (1) 안테나의 급전부의 면적이 변함으로써 공진특

성이 판이하게 다르게 나타날 수 있음을 보였다.

- (2) 본 논문에는 기재하지 않았으나, 제작한 마이크로스트립 안테나에 D.C 30V를 인가하였을 때 공진주파수가 10.0975GHz에서 10.105GHz로 약 7.5MHz 변함을 얻었다.
- (3) 이 후의 실험에서 DC bias 200[V]_{max} 까지 단계적으로 가하여 공진주파수 이동특성을 관찰하였을 때 더 큰 변화가 있을 것으로 생각된다.
- (4) 마이크로스트립안테나는 고주파로 올라갈수록 소형이므로 급전부에 feed line을 연결하는 제작 과정에서 더욱 정교한 작업이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이 후의 실험에서는 이러한 부분에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각한다.

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.
- [1] Satish K. Sharma and Babau R. Vishvakarma, "Frequency agile microstrip antenna", *Int. J. Electronics*, Vol. 84, No. 1, pp. 55-67, 1998.