

후막 리소그래피 공정을 이용한 FBAR Duplexer용 phase shifter 개발에 관한 연구

유찬세, 유명재, 김경철, 이우성, 박종철
전자부품연구원

The study on the development of phase shifter of FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator) Duplexer using photo lithography

Joshua Yoo, M.J, Yoo, Erick Kim, W.S. Lee, J.C. Park
Korea Electronics Technology Institute

Abstract

Nowadays, the study on the ceramic components and modules used in telecommunication system is being performed. Duplexer is the one of the most important components and has the role of dividing Rx and Tx signal. Duplexer including the FBAR is being done vigorously. LTCC is used for package like SAW package, duplexer package. In our research, LTCC material is used for FBAR duplexer package and photo-lithography for the fine line phase shifter. The good characteristics, low loss and good isolation, of duplexer is obtained by the fine line phase shifter having high characteristic impedance of stripline.

Key Words : LTCC, Package, Duplexer, phase shifter, low loss

1. 서론

최근에 저온 소성 세라믹 재료를 이용하여 SAW 필터나 FBAR를 package화 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. LTCC는 열전도도가 좋고 그 모양을 자유로이 가공할 수 있으면 주변의 수동소자들도 내장할 수 있는 장점을 지니고 있다. 본 연구에서는 LTCC 후막 공정에 photo lithography 공정을 접합시켜서 후막 screen 인쇄 방법으로는 구현 불가능한 미세라인의 phase shifter를 구현하였고 이를 통해 FBAR Duplexer 전체의 특성을 향상 시킬 수 있었다.

2. 실험

2.1 사용재료

사용재료는 크게 유전체와 도체, 그리고 저항체로 구분되어진다. 유전체는 상용재료로 유전율이 7.8이고 손실값이 0.003(6GHz), 온도계수는 7ppm/°C 정도되는 Dupont사의 9599 재료를 직접 casting하여 사용하였고 도체는 도체 손실값을 줄이기 위해 전기전도도가 좋은 metal content 86%의 Ag 전극

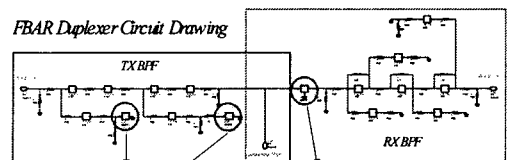
을 사용하였다. 후막 lithography 공정을 이용하기 위하여 감광성 페이스트를 사용하였다.

2.2 제작 공정 및 측정

기판의 제작은 tape casting 된 green sheet 에 via hole을 형성하고 도체 패턴을 인쇄한 후 여러 층을 쌓아서 제작하게 되는 적층공정(multilayer process)을 적용하였다. 앞서 언급한 대로 phase shifter에 사용될 미세라인을 형성하기 위해 lithography 공정을 적용하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 사용한 FBAR Duplexer의 회로도는 아래와 같다.



inductor in Tx phase shifter

그림 1. FBAR Duplexer의 회로도.

그림1에 나타난 회로도를 보면 일반적인 Duplexer와 같이 안테나와 연결되는 포트과 Rx, Tx 쪽으로 연결되는 포트, 그리고 Rx와 Tx사이에 들어가게 되는 phase shifter로 구성되어있다. 이 중 Tx 단의 shunt 인덕터를 stripline 구조를 구현하였으며 phase shifter도 높은 특성 임피던스값을 갖는 stripline 구조로 구현하고자 하였다. Phase shifter를 직접 구현하기에 앞서 stripline 구조에 따른 duplexer 전체 특성을 simulation 시행하였다. Simulation 결과를 보면 Rx part의 삽입 손실은 phase shifter의 특성 임피던스가 작을수록 작아지고 Tx part 는 특성 임피던스가 클수록 작아지는 경향을 나타내었다. 이 두 특성을 모두 비교적 잘 만족시키기 위한 특성 임피던스 값을 추출한 결과 75 Ω 정도였고 이 때의 특성이 그림 2에 굵은 선으로 표시되어 있다.

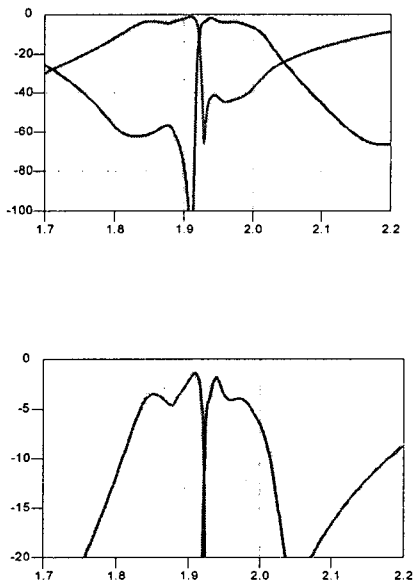
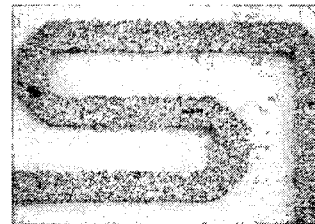


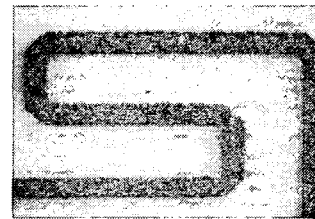
그림 2. FBAR Duplexer simulation 결과.

Stripline의 특성 임피던스를 증가시키기 위해서는 선폭을 감소시키거나 ground 간의 거리를 증가시키는 방법이 있는데 후자의 경우 Duplexer 전체의 두께가 증가하기 때문에 증가에의 한계가 있게 된다. 전자의 경우는 후막 인쇄의 경우 선폭 100 μm 이하의 line을 안정적으로 구현하기 어렵기 때문에

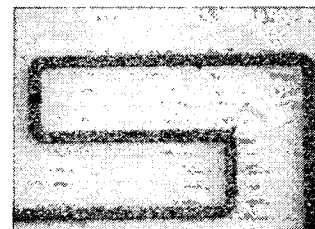
lithography와 같은 다른 공정을 이용하여야 하는 문제가 있다. 본 연구에서는 전자의 방법대로 lithography 공정을 이용하여 특성 임피던스를 향상시켰다. 두께를 750 μm 로 고정하고 미세라인을 구현하여 특성 임피던스를 향상시켰다. 그림 3에는 lithography 공정을 이용하여 얻은 미세라인의 그림이 제시되어 있다.



(a) 75um



(b) 50um



(c) 25um

그림 3. Lithography 공정을 이용한 미세라인.

그림 3에 나타난 미세라인을 구조내에 적용하여 stripline의 특성 임피던스 값을 추출해 보았는데 그 결과가 그림 4에 나타나있다.

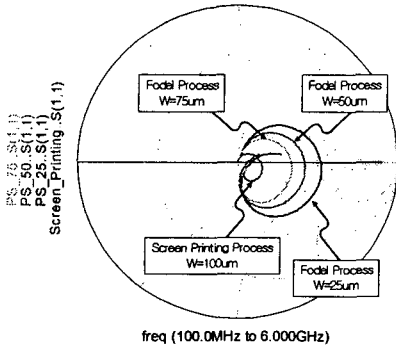


그림 4. 미세라인의 특성 임피던스.

그림 4를 보면 예상한 대로 선폭이 작아질수록 특성 임피던스값이 증가하였는데 그 측정치를 아래 표에 정리하였다.

표 1. 표면용 저항 실험 결과.

W(um)	100	75	50	25
Zo(Ω)	56	69	76	88

선폭이 50 um 일때 76 Ω의 특성 임피던스를 얻었는데 simulation 결과에 의하면 50 um 선폭일 때 최적의 특성을 나타낼 것으로 예측되었다. 이 결과를 기반으로 Duplexer 전체의 특성을 추출해 보았다.

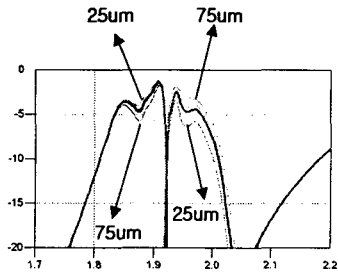


그림 5. Duplexer의 insertion loss 특성.

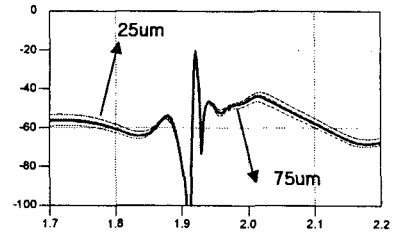


그림 6. Duplexer의 isolation loss 특성.

Simulation 결과에서 예측한대로 특성 임피던스가 증가하면서 Rx part의 삽입손실은 커지고 Tx part의 삽입손실은 감소하는 경향을 나타내었다. 특성 임피던스가 76 Ω 일때 최적의 특성을 나타내었고 그림 5에 제시된대로 isolation 특성도 비교적 우수하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 제작한 시편의 모양이 그림 6에 나타나 있고 측정된 최종 결과값 표 2에 제시되어 있다.

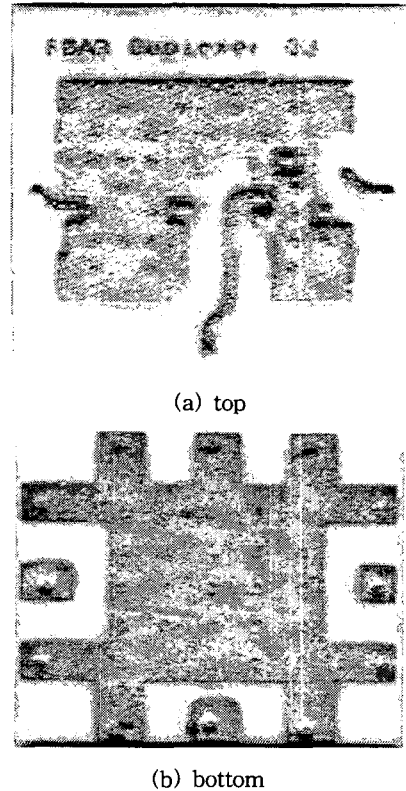


그림 7. Duplexer 기판 형상.

표 2. FBAR Duplexer 특성 측정 결과.

Item	unit	Result
Tx band insertion loass	dB	5.721
Rx band insertion loass	dB	4.877
Tx band Rejection	dB	56.250
Rx band Rejection	dB	43.946
Tx band Isolation	dB	53.192
Rx band Isolation	dB	46.926

4. 결 론

내층형 및 표면용 저항에 대해 실험을 통해 설계 시 적용할 수 있는 유효 Rs값을 추출하였는데 내층형의 경우 이론값보다 20 % 정도 증가하였고 표면용의 경우 이론값의 70~80 % 수준을 유지하였다. 도체패턴이 저항체 패턴 밑에 위치할 경우가 값이 감소하였고 멀어질수록 유효 실험치로 회복되어 가는 경향을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] Pual Bradley, "A film bulk acoustic resonator duplexer of USPCS handset application" IEEE MTT-S digest, pp 367-370, 2001.
- [2] R. Ruby, "PCS 1900MHz duplexer using thin film bulk acoustic resonators", electronics letters, pp794-795 vol 35, 1999
- [3] Richard "Thin film bulk wave acoustic resonator for wireless applications" IEEE ultrasonics symposium pp 813-821 2001