

LTCC를 이용한 영상 레이다용 모듈 설계 및 구현

서덕진, 유종인

전자부품연구원 ICT디바이스·패키징연구센터

usetooltip@keti.re.kr, aceryu@keti.re.kr

Design of Synthetic Aperture Radar Module Using LTCC

Deokjin Seo, Jongin Ryu

KETI ICT Device·Packaging Research Center

요약

본 논문에서는 항공기용 영상 레이다 (synthetic aperture radar, SAR) 시스템 구현에 필요한 모듈의 설계를 위해서 Low-Temperature Co-fired Ceramics (LTCC)을 이용한 필터 및 모듈 설계를 고안하였다. SAR 시스템을 구현하기 위해서는 RF신호를 받는 수신기에 주파수 하향튜닝 모듈이 필요하고, 송신기 부분에 주파수 상향튜닝 모듈이 필요하다. 본 논문에서는 주파수 하향 변환에 필요한 하향 모듈을 설계 및 구현하였으며, 3GHz와 9GHz 대역 Band Pass Filter(BPF)를 포함하고 있다. 구현된 모듈에서 필터의 성능을 확인하였으며, 시스템 요구사항을 만족함을 확인하였다.

I. 서론

LTCC공정을 이용하여 소형 필터 개발시, 대량 생산성, 높은 신뢰성, 소형화 등의 장점을 가지고 있다. 또한 LTCC를 공정기술로 모듈 설계 및 제작 시, 적층을 이용하여 다층의 수동성분소자의 구현이 가능하고 필요한 DIE를 포함한 필요한 소자들의 실장을 통하여 능동부품의 RF모듈화가 가능한 소형 모듈 제작에 유리하다.[1] 본 논문에서는 이러한 장점들을 SAR system 구현에 응용한다. 사용한 LTCC는 7.5의 유전율과 loss tangent 0.005를 가지고, 두께도 140um, 40um의 두 개의 두께를 가져, 기판의 높이 조절에 용이하다.

II. 본론

영상레이다 시스템 구현을 위해서는 필요한 신호를 수신 및 송신하여 주파수 변환하는 모듈이 필요하다. 본 논문의 LTCC 모듈 설계는 SAR에 필요한 모듈 중 수신단의 하향 튜닝 모듈 중 하나의 설계를 구현한다.

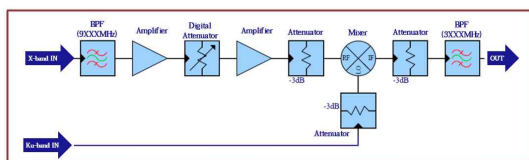


그림1. 하향튜닝 모듈의 블록도

그림1의 블록도는 중심이 되는 X band 대역의 주파수 신호를 수신해서 3GHz 근처의 주파수로 바꾸는 블록도를 나타내며, 시스템을 구현하기 위해서 3GHz BPF와 9GHz 대역 BPF를 포함한다. 그 밖의 필요한 amplifier, attenuator, mixer들은 Die 칩을 실장해서 구현한다.

그림1의 블록도를 바탕으로 모듈을 제작하기 위해서 CAD로 레이아웃 설계한 모듈이 그림2에 나타나 있다. 설계한 LTCC 모듈 레이아웃은 filter 및 실장할 다른 소자부품들 자리를 포함하여 만들어졌다. LTCC의 각 필터들은 probe station에서 probe tip으로 측정해 성능을 확인했다.

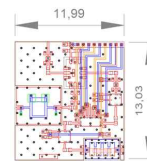


그림2. 하향모듈의 CAD 레이아웃

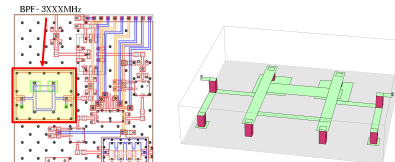


그림3. 3GHz 대역 BPF의 레이아웃과 3D 모델링

그림3은 시뮬레이션 툴로 구현한 3GHz 필터를 나타내며, 그림 4는 모듈의 3GHz필터를 측정한다

s-parameter 그래프를 나타낸다.

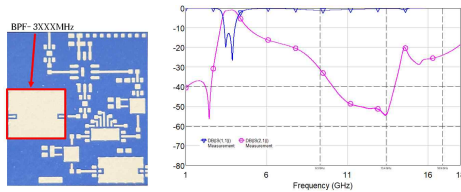


그림4. 3GHz 대역 BPF의 제작 모듈과 측정 결과 그래프

3GHz BPF		Spec	Measurement
Bandwidth		$F_c \pm 300\text{MHz}$	$F_c \pm 300\text{MHz}$
Insertion Loss in BW		2dB max	1.947dB
Return Loss in BW		5dB min	7.778dB
Attenuation	@2.5GHz	40dB min	45.95dB
	@9.3~17GHz	20dB min	30.92dB

표1. 3GHz 대역 BPF의 측정 결과 및 스펙 정리표

표1에서 필터의 스펙과 구현한 필터의 측정결과를 나타내었다(그림3). 센터주파수(F_c)인 3XXXMHz를 중심으로 $\pm 300\text{MHz}$ 를 Bandwidth로 가지며, 이 안에서의 스펙을 만족하는 BPF를 설계하였다. 대역폭에서 가장 큰 삽입손실이 1.947dB 이고, 가장 작은 반사 손실이 7.77dB, 대역폭을 제외한 S21감쇠폭도 20dB이하의 스펙을 만족한다.

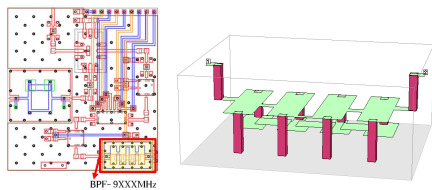


그림5. 9GHz 대역 BPF의 레이아웃과 3D 모델링

그림5는 시뮬레이션 툴로 구현한 9GHz 필터를 나타내며, 그림 6은 모듈의 9GHz필터를 측정한 s-parameter 그래프를 나타낸다.

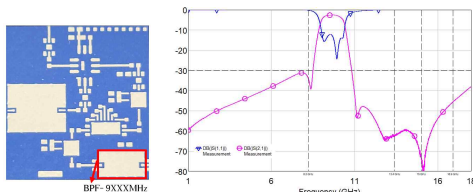


그림6. 9GHz 대역 BPF의 제작 모듈과 측정 결과 그래프

9GHz BPF		Spec	Measurement
Bandwidth		$F_c \pm 300\text{MHz}$	$F_c \pm 300\text{MHz}$
Insertion Loss in BW		3dB max	2.73dB
Return Loss in BW		10dB min	12.16dB
Attenuation	@8.2GHz	20dB min	33.5dB
	@13.4~17GHz	60dB min	61.4dB

표2. 9GHz BPF의 스펙과 측정 결과를 정리한 표

표2에서 필터의 스펙과 구현한 필터의 측정결과를 나타내었다(그림6). 센터주파수(F_c)인 9XXXMHz를 중심으로 $\pm 300\text{MHz}$ 를 Bandwidth로 가지며, 이 안에서의 스펙을 만족하는 BPF를 설계하였다. 대역폭에서 가장 큰 삽입손실이 2.73dB 이고, 가장 작은 반사손실이 12.16dB, 대역폭을 제외한 S21감쇠폭도 20dB이하의 스펙을 만족한다.

필터의 성능을 확인한 완성된 LTCC모듈 설계는 도금과정을 거쳐야 부품 실장이 가능하다. 도금 후 필요한 부품들을 실장하면 그림7과 같은 모습이 되며, 실장한 부품은 표3에 나타났다.

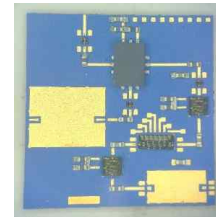


그림7. 부품을 실장한 LTCC 완성 모듈

실장 부품	수량
-3dB Attenuator	3
Mixer	1
Amplifier	2
Digital Attenuator	1
Capacitor	14
Resistor	1

표3. 실장한 부품 정리표

III. 결론

본 논문에서는 SAR 시스템을 구현하기 위한 모듈 설계의 일부를 다루었다. 설계를 바탕으로 3GHz, 9GHz 대역 BPF 두 개를 포함한 X-band 하향모듈을 제작했으며, 측정을 통한 시스템 동작 확인이 필요하다. 추후 측정 결과에 따라 SAR 시스템 구현을 위한 LTCC 설계의 가능성을 확인하고, 다른 시스템에 응용 가능성을 확인할 것으로 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2018년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT)의 연구비 지원에 의한 연구임(NO.20002733. 항공기 탑재형 다중밴드 소형 0.3m급 영상레이더 및 지상 빅데이터 분석 시스템 개발)

참고문헌

- [1] M. Tentzeris, J Laskar, A. Sutono, "Development of Highly Integrated 3D Microwave Millimeter Wave Radio Front-End System-on-Package(SOP)," GaAs IC Symposium, 2001. pp. 215-218