

MCM-D 기판 공정 기술을 이용한 V-Band Filter 구현

***유찬세, **송생섭, *박중철, **서광석
*전자부품연구원 전자소재패키징 연구센터
** 서울대학교 전기컴퓨터 공학부
e-mail : ychs@keti.re.kr

Implementation of V-Band Filter using MCM-D Technology

***Chan-Sei Yoo, **Sang-Sub Song, *Jong-Chul Park and
**Kwang-Seok Seo
Electronic Materials & Packaging Research Center
Korea Electronics Technology Institute

Abstract

A band pass filter for the V-band application with unique circuit and structure was designed and implemented using 2-metals, 3-BCB layers. In the mean while the effective electrical conductivity of metal layer was extracted and its value was 4×10^7 S/m. The insertion loss of band pass filter at 60 GHz was 3.0 dB and group delay was below 0.1 ns.

I. 서론

최근 전체 시스템을 집적화하여 소형화하는 연구들이 활발히 진행되고 있고 이에 따라 공정면에서도 패턴의 resolution을 높여서 집적 밀도를 증가시키려는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

이러한 연구동향은 SOP(System on a Package)의 개념으로 정리될 수 있는데 이는 세라믹을 이용한 MCM-C, 박막공정을 이용한 MCM-D, 그리고 다층 유기물 기판을 이용한 MCM-L 공정 기술을 포괄하고 있다. 이중 MCM-D는 능동소자 구현방법인 반도체 소자공정과 연계할 수 있어 매우 유리한 장점을 가지고

있다.

이에 본 연구에서는 실리콘 기판을 기본으로 하고 그 위에 BCB 층을 형성시킨 MCM-D 공정을 set-up하였고 이 기술을 이용하여 V-band용 필터를 구현하였다.

II. 본론

본 연구를 통해 형성한 기판의 단면 형태가 그림 1에 제시되어 있다. Lossy한 실리콘 기판위에 3층의 BCB(benzocyclobutene)를 형성하였는데 이는 우수한 절연특성을 나타내기 때문에 실리콘의 lossy 특성이 소자에 미치는 영향을 차단하는 역할을 할 수 있다. 금속은 Au를 사용하였고 기판의 열방출 효율을 높이기 위해 실리콘 범프를 형성하였다. 이러한 실리콘 범프는 열팽창 계수가 3.5 ppm/oC로 GaAs등의 반도체 소자용 재료의 것(6.0 ppm/oC)과 유사하기 때문에 능동소자를 집적화하기에 유리하다.

기판위에 필터등의 소자를 구현하기 위해서는 유전체와 금속등의 물성을 정확히 하는 것이 중요하기 때문에 본 연구에서는 금속의 전기전도도를 추출하였다.

필터 구현에 있어서는 edge-coupled 구조를 적용하였는데 MCM-D 공정의 high resolution을 이용하여 10 um이하의 gap을 확보할 수 있었다. 적용된 필터 구조

가 그림 2에 나타나있다. 3개의 gap구조로 구현된 2nd order 필터를 구현하였다.

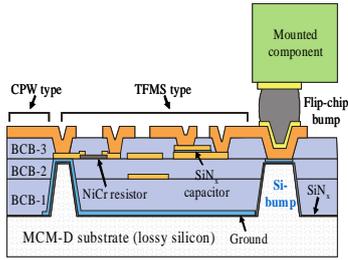


그림 1. MCM-D기판의 단면 구조도

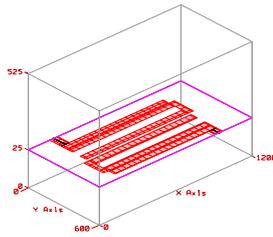


그림 2. 필터 구조도

III. 구현

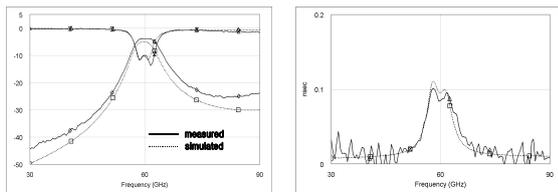
앞서 언급한대로 그림 2의 패턴을 가지고 금속의 전기 전도도를 추출하였는데 그 실험 결과가 아래 표에 나타나있다.

Table I. 전기전도도 추출 실험 결과

시편 #	L(mm)	R(Ω)	$\sigma(x10^7 S/m)$
1	10	2.16	4.00
2	5	1.11	3.97
3	2.5	0.58	3.95

위의 결과와 같이 여러 시편에 대해 Au의 이상치인 $4x10^7 S/m$ 인 값들을 얻을 수 있었고 이 값을 구조 simulation시 적용하여 정확한 filter 특성을 예측하고자 하였다.

그림 3에는 제작된 필터의 특성 측정 결과와 재료의 물성이 고려된 구조 simulation결과가 나타나 있다.



(a) S-parameter (b) Group Delay

그림 3. 구현된 필터 특성

구현된 필터의 특성을 보면 inband 내에서 insertion loss가 3 dB 정도 되었고 return loss는 10 dB 이상으로 비교적 매칭도 잘 되어 있음을 알 수 있다.

통신 시스템 적용시 신호특성에 영향을 미치는 group delay도 0.1 ns정도로 작게 나타났다.

Coupled line간의 gap에 따른 영향도 관찰해 보았는데 그 결과가 아래그림에 나타나 있다.

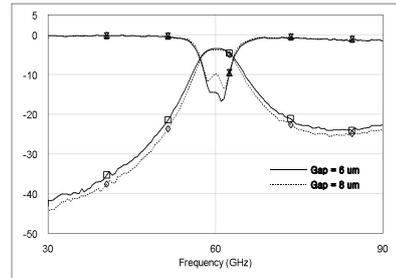


그림 4. Gap에 따른 필터 특성

위의 결과를 보면 gap이 증가할수록 passband가 좁아지면서 matching 특성은 저하되었는데, gap을 조절하면 정해진 matching특성 범위 내에서 더 sharp한 cut-off 특성을 추출할 수 있으리라 예상된다.

IV. 결론 및 향후 연구 방향

Edge coupled 구조를 이용하여 60 GHz에서 삽입손실이 3.0 dB, group delay가 0.1 ns인 filter를 구현하였고 이 과정에서 재료의 물성을 추출하고 coupling line간의 거리에 따른 특성도 추출하였다. 향후 기판공정기술 및 filter 특성을 이용하여 V-band system을 집적화하는 연구를 수행하고자 한다.

참고문헌

[1] G. Carchon, S. Brebels, O. Vendier "Multilayer thin film MCM-D for the realization of Q- and V-band functions," in 2003 *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., June 2003, pp. 1151-1154.*

[2] J. S. Izadian et al., "A new 6-18GHz, -3dB multisection hybrid coupler using asymmetric broadside, and edge coupled lines" in 1989 *IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., June 1989, pp. 243-247*