

GaAs 기반 IPD(Integrated Passive Device)를 이용한 Power Divider

유찬세^{*,**}, 송생섭^{*}, 정성훈^{***}, 이우성^{**}, 김준철^{**}, 강남기^{**}, 서광석^{*}

* 서울대학교 전기컴퓨터공학부

** 전자부품연구원 전자소재패키징연구센터

*** (주)나노ENS

요약

Nowadays, the research on the system integration using various technologies, like MCM-C, MCM-L and MCM-D. Especially, MCM-D technology is suitable for mmwave application due to its high resolution of patterning and thermal property similar to that of semiconductor devices.

In this work, integrated passive devices like inductor, capacitor and resistor are evaluated on the GaAs substrate and their characteristics are examined.

And finally, the Wilkinson power divider using lumped IPD are evaluated on GaAs substrate and it shows low insertion loss below 0.5 dB and the isolation over 15 dB.

1. 서론

최근 전체 시스템을 집적화하여 소형화하는 연구들이 활발히 진행되고 있고 이에 따라 공정면에서도 패턴의 resolution을 높여서 집적밀도를 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 소자 공정과 연계할 수 있어 매우 유리한 장점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 GaAs 기판상에 고정밀도 패턴을 통해 수동소자를 구현하였고 이를 활용하여 lumped type power divider를 구현하였다.

2. IPD(Integrated Passive Device)

각종 부품 및 모듈 구현에 있어 가장 기본이 되는 소자들로 inductor, capacitor, resistor등이 있는데 본 연구를 통해 GaAs 기판에 이러한 집중소자들을 구현하였다. 소자 구현에 사용된 기판의 단면 형상이 그림 1에 나타나 있다. 높은 Q 값을 갖는 inductor를 구현하기 위해 기판상의 도체 패턴인 FM(First Metal)과 ABM(Air-Bump metal)을 동시에 활용하여 inductor

패턴을 형성하였다. Capacitor는 용량 밀도를 증가시키기 위해 박막의 SiNx 층을 적용하였고 resistor는 NiCr 을 적용하여 구현하였다.

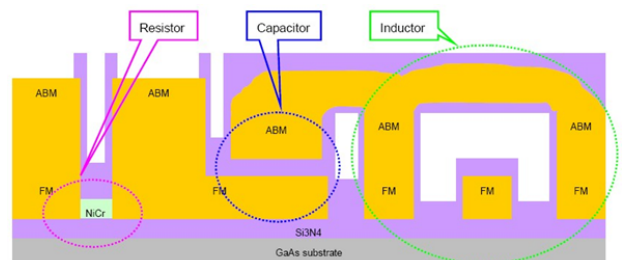


그림 1. IPD 구현을 위한 GaAs 기판 단면도

그림 2에는 구현된 resistor의 특성이 나타나 있다. Resistor 패턴의 길이(L)와 선폭(W)에 따른 용량값 분포를 볼 수 있는데 수Ω에서 수kΩ까지 구현되어 있음을 알 수 있고 능수동 소자를 포함한 회로구현에 적합하게 구현된 것으로 판단된다.

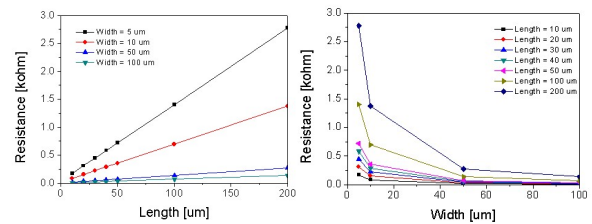


그림 2. 구현된 resistor 특성

그림 3에는 구현된 capacitor의 형상과 특성이 나타나 있다.

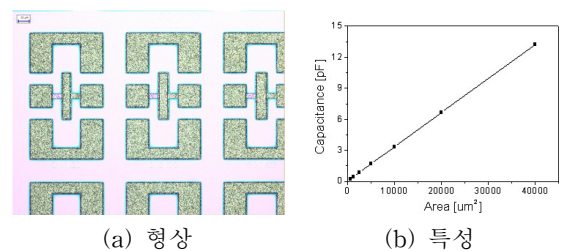


그림 3. 구현된 capacitor 형상 및 특성

Capacitor형성을 위한 절연체로 SiNx 0.2 um를 적용했기 때문에 300 pF/mm² 이상의 용량 밀도를 얻을 수 있었다. 이를 통해 capacitor의 크기를 줄이고 이에 따라 응용회로 및 제품의 크기도 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

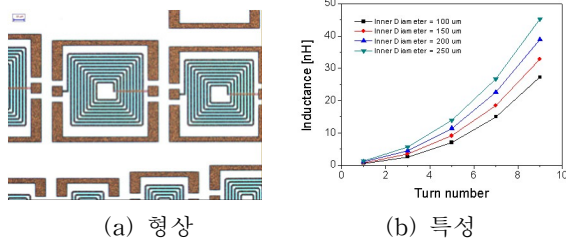


그림 4. 구현된 inductor 형상 및 특성

그림 4에는 구현된 inductor의 모양과 특성이 나타나 있다. 수 nH에서 수십 nH까지의 용량을 구현하였고 Qmax값은 수 nH 용량의 inductor에 대해 30정도로 우수한 특성을 나타내었다.

3. IPD를 이용한 power divider 구현

구현된 inductor, capacitor, resistor등의 IPD소자를 이용하여 lumped type의 power divider를 설계하고 구현하였다.

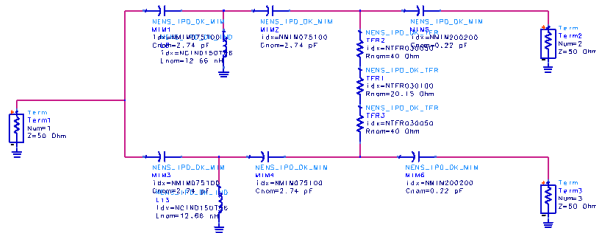


그림 6. IPD를 적용한 Wilkinson power divider 회로

위의 그림에는 본 연구에서 적용된 880 Mhz 대역 divider의 회로가 나타나 있는데 전송선로를 T-shape의 high pass network의 lumped 회로로 전환하였고 dividing port의 dc block을 위해 고용량의 capacitor를 삽입하였다.

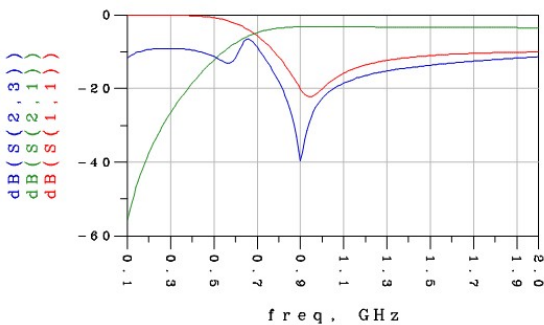


그림 7. IPD를 적용한 divider의 simulation 결과

그림 7에는 기추출된 IPD library를 적용한 simulation 결과가 나타나 있는데 동작 주파수인 880 Mhz 대역에서 삽입손실은 0.2 dB, isolation은 20 dB 이상 확보되고 있음을 알 수 있다. 이 결과를 바탕으로 GaAs 기판에 구현된 divider 특성을 추출하고 분석하였다. 그림 8에는 구현된 divider의 형성이 나타나 있다.

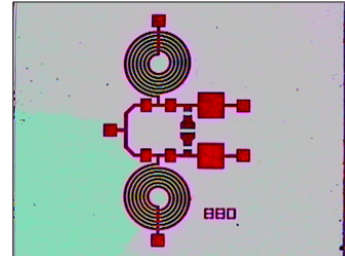


그림 8. 구현된 Power divider 형상

구현된 power divider의 특성이 그림 9에 나타나 있는데 삽입손실은 0.5 dB, isolation은 15 dB 이상 확보되었다. 각각의 IPD간의 연결선로, discontinuity등에 의해 손실 값이 다소 증가한 것으로 판단된다.

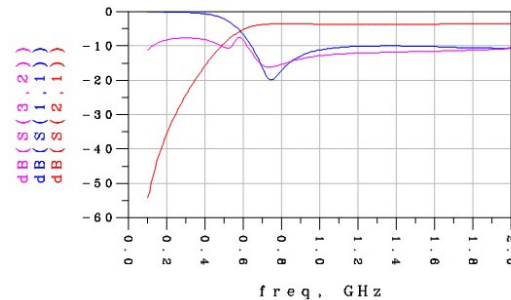


그림 9. 구현된 Power divider 특성

4. 결론

본 연구를 통해 GaAs 기판상에 capacitor, inductor, resistor등의 IPD를 구현하였고 이를 활용한 lumped type power divider를 구현하였다. 구현된 특성은 삽입 손실이 동작주파수인 880 Mhz에서 0.5 dB이하, isolation은 15 dB이상 확보되었고 제품으로 적용되기 적합한 특성으로 판단된다. 본 연구를 통해 확보된 IPD는 기타 수동부품 및 모듈 구현에 활용될 수 있을 것으로 예상되며 고정밀 공정을 적용하였기 때문에 제품 소형화에 크기 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. J. S. Hong and M. J. Lancaster, *Microstrip Filters for RF/Microwave Application*. New York : Wiley, 2001.
2. I. Bahl, 'Ultrabroadband and Compact Power Dividers/ Combiners on Gallium Arsenide Substrate', *IEEE Microwave magazine*, April, 2008, pp96-104.