

## 공통의 DGS를 이용한 초고주파 증폭기

이재훈\*, 이 준\*, 임종식\*, 한상민\*, 안 달\*  
순천향대학교\*

### A Microwave Amplifier using Common Defected Ground Structure

JaeHoon Lee\*, Jun Lee\*, Jongsik Lim\*, Sang-Min Han\* and Dal Ahn\*  
Soonchunhyang University\*

**Abstract** - 본 논문에서는 고주파용 소신호 증폭기 소자와 공통 결합접지구조(common defected ground structure, CDGS)를 이용하여 초고주파 증폭기를 설계한다. 공통 결합접지구조를 이용하면 종래의 DGS를 이용하는 경우보다 증폭기 회로의 크기를 더 줄일 수 있다. 회로 설계 도구인 ADS와 전자기 시뮬레이터인 HFSS를 이용하여, common defected ground structure를 지니는 소형화된 증폭기 회로가 설계된다.

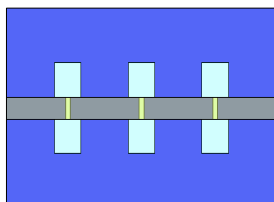
#### 1. 서 론

최근까지 마이크로스트립 선로에 PBG(Photonic Band Gap)나 DGS(Defected Ground Structure)와 같은 주기구조를 결합시켜 다양하고 원하는 특성을 얻어내는 연구가 활발히 진행되어 왔다.

DGS 주기구조는 마이크로스트립 선로의 바로아래 접지면에 간단한 형태의 결합을 만들어서 회로를 소형화 시키면서도 본래 회로의 동일한 특성을 얻어내거나 또는 더 우수한 특성을 얻을 수 있다. DGS 주기구조 만으로도 회로의 소형화를 꾀할 수 있지만, 본 논문에서 제안하는 방법은 더 나아가 DGS 주기구조가 삽입된 회로를 signal via를 사용하여 위,아래 마이크로스트립 선로에 공통으로 DGS를 적용시킴으로써, 소형화를 시도할 수 있는 방법을 제시한다. 제시된 방법의 타당성을 입증하기 위하여 마이크로스트립 선로를 사용하여 일반적인 초고주파 증폭기를 기준으로 DGS 주기구조를 이용하여 공통결합접지구조의 초고주파 증폭기를 설계함으로써 성능은 비슷하면서도 회로는 소형화 되는 결과를 보인다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 DGS 주기구조



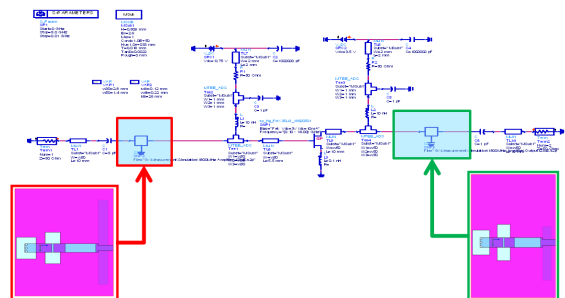
<그림 1> 아령형 DGS 주기구조

일반적으로 전송선로는 무한대의 대역폭을 가지는 전대역 통과 특성을 갖는다. 하지만 전송선로 주변 접지면에 일정한 패턴을 구현하면, 이로 인하여 등가의 인덕턴스와 커패시턴스가 형성되어 전송선로의 전기적 특성이 크게 변한다는 사실이 지금까지의 연구들을 통하여 잘 알려져 있다. 대표적인 특성으로는 전기적 길이와 전송선로의 특성 임피던스 증가 등을 들 수 있다.

동일한 물리적 길이에 비하여 전기적 길이가 길어져서 전파 진행 속도(Propagation velocity)가 늦어지는 지연과 효과가 나타나는데, 이러한 지연과 효과(Slow-wave effect)는 회로의 크기를 줄이는데 유용하게 이용되며 전파지연 계수가 클수록 전기적 길이가 더욱 증가하는 효과를 가지므로 회로의 소형화에 유리하며 여러 회로에 응용가능하다.

물론 DGS 만으로도 회로의 소형화를 꾀할 수 있다. 하지만 본 논문이 제안하는 공통 결합접지구조를 이용한 초고주파 증폭기에서는 더 나아가 DGS 주기구조가 삽입된 선로를 1:1 비율로 반으로 접어 가운데에 DGS 주기구조를 삽입하고 이 결합 구조가 마이크로스트립 선로에 공통으로 영향을 끼치면서 기존 DGS 주기구조를 사용한 회로에 대하여 다시 한번 더 소형화를 시도할 수 있는 방법을 제시한다. 제시된 방법의 타당성을 입증하기 위하여 마이크로스트립 선로를 사용하여 설계한 회로를 기준으로 common DGS 주기구조를 이용한 초고주파 증폭기를 설계하여 성능은 거의 비슷하면서도 회로는 점점 소형화 되는 결과를 보인다.

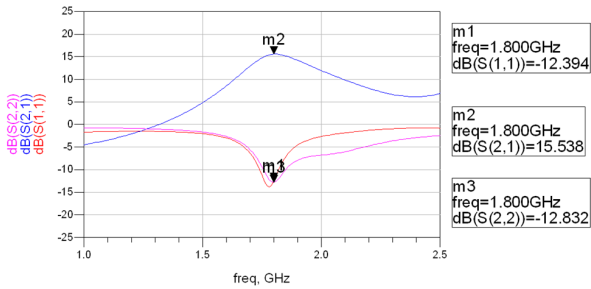
##### 2.2 공통 DGS를 이용한 초고주파 증폭기 설계



<그림 2> 공통의 DGS를 이용하여 설계한 초고주파 증폭기

기본적인 초고주파 증폭기를 그림 1처럼 설계하고 DGS를 이용하여 회로의 크기를 줄인 다음 본 논문에서 제안하는 방법으로 DGS 주기구조를 사용하여 소형화된 input matching line과 output matching line을 signal via를 사용하여 공통결합접지구조로 만들어서, DGS로 인해 소형화된 회로를 한 번 더 소형화시켰다. Input matching line과 output matching line의 parameter 값을 확

인 한 다음 EM simulation을 사용하여 DGS를 적용시켜 같은 parameter 값을 찾은 다음 그것을 그대로 적용시키는 방법으로 설계를 하였다. 그림 2와 그림 3은 ADS(advanced design system)와 HFSS(high frequency structure simulator)를 이용하여 설계한 레이아웃과 그에 대한 s-parameter의 결과를 보여준다. 설계 및 시뮬레이션 결과를 보면 회로의 크기는 약 6mm이상 줄었으며, 일반적인 초고주파 증폭기 보다 gain은 약 3dB정도 높아졌고, 매칭특성 또한 설계한 주파수에서 좋은 것을 알 수 있다.



〈그림 3〉 공통의 DGS를 이용하여 설계한 초고주파 증폭기의 성능

### 3. 결 론

본 논문은 기본적인 초고주파 증폭기를 설계하고 DGS를 이용하여 기판을 줄인 회로를 다시 반으로 접어서 공통접지구조를 이용함으로써 회로의 크기를 대폭 줄이는 방법을 제안 하였다. Simulation tool을 사용하여 본 논문에서 제안하는 방법의 타당성을 증명 하였으며, 여러 전자파회로에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (2011-0005172 및 KRF-2009-220-D00074)

### [참 고 문 헌]

- [1] Jong-Sik Lim, Jun-Seok Park, Young-Taek Lee, Dal Ahn, and Sangwook Nam, "Application of Defected Ground Structure in Reducing the Size of Amplifiers," *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 12, no. 7, pp. 261-263, Jul. 2002.
- [2] 임종식, 배주석, 최관순, 안달, "결합접지구조와 집중소자를 지닌 초고주파 전송선로의 전기적 특성 연구", 한국산학기술학회논문지, vol. 7, no. 4, pp. 616-624, 2006년 8월.
- [3] 임종식, 박준석, 김철수, 이영택, 안달, 남상욱, "결합된 접지구조를 이용한 증폭기의 소형화 방법", 한국전자파학회논문지, 제 13권 제 5호, pp. 436-444, 2002년 6월.
- [4] F. P. Casares-Miranda, C. Viereck, C. Camacho-Peñalosa, and C. Caloz, "Vertical microstrip transition for multilayer microwave circuits with decoupled passive and active layers," *IEEE Microwave Wireless Compon. Lett.*, vol. 16, no. 7, pp. 401-403, Jul. 2006.