

# DGS를 이용한 밀리미터 대역의 2:1 비대칭 윌킨슨 전력분배기 설계에 관한 연구

김동주 · 안달

순천향대학교 정보기술공학부

kdj@ramrec.sch.ac.kr

## A study on the design of a Milimeterwave-Band 2:1 Unequal Wilkinson Power Divider Using DGS

Dong-Joo Kim · Dal Ahn

Division of Information and Technology Engineering, Soonchunhyang Univ.

### 요 약

본 논문에서는 DGS를 이용한 밀리미터대역의 2:1 비대칭 윌킨슨 전력분배기를 설계하였다. DSG(Defected Ground Structure)의 전파지연특성과 전송선로의 높은 임피던스 특성을 이용하여 전력분배기의 크기감소와 구현의 용이성을 실현하였다. 본 논문에서 설계한 전력분배기는 MEMS 기술로 제작이 가능하며 시뮬레이션 결과를 통하여 제시된 설계방법의 타당성을 입증하였다.

### 1. 서론

최근의 연구개발 동향에 따르면, 현재 할당되어 사용 중인 이동통신 주파수 대역이 포화됨에 따라 밀리미터파(millimeter wave) 대역과 같은 미사용 주파수대역의 이용이 검토되고 있거나 이미 사용되고 있다. 따라서 무선 이동통신 부품도 마이크로파에서 밀리미터파 또는 서브 밀리미터파 대역까지 사용할 수 있는 핵심부품의 개발 및 국산화가 매우 중요시 되고 있다. 이러한 과정에서 전송선로의 구현에 한계성이 많은 문제가 되고 있다. 최근에 많은 연구가 진행되고 있는 DGS는 구조가 간단하고, 넓은 저지대역과 급격한 감쇠특성을 보여주며, 삽입손실이 적고 매우 높은 임피던스의 전송선로 구현이 가능하므로 전송선로 개발의 한계점을 높일 수 있다. [1]

기존의 연구에서 마이크로스트립 구조에 DGS를 이용한 전력분배기의 실질적인 한계인 120Ω 이상

을 구현하는 연구가 발표된바 있다.[2]-[4] 그러나 밀리미터파 대역에서 구현하기 위해서는 MEMS나 MMIC 와 같은 구현기술을 필요로 한다. MEMS기술에서는 일반적으로 10 $\mu$ m의 전송선로 폭을 구현의 한계로 보고 있으며 사용되는 유전체의 유전율에 따라 다르지만 대략 90Ω 정도의 구현에 한계성을 가지고 있다. 본 논문에서 설계하고자하는 2:1 비대칭 전력분배기는 매우 높은 임피던스를 요하는 전송선로를 필요로 한다. 따라서 본 논문에서는 DGS를 이용하는 설계방법을 제시함으로써 제작의 용이성과 구현의 현실성이 보장되는 설계 방법을 제시하고자 한다.

### 2. 설계이론 및 시뮬레이션

#### 2.1 2:1 비대칭 윌킨슨 전력분배기 설계

그림 1에서는 일반적인 2:1 비대칭 윌킨슨 전력분배기의 모델을 보여주고 있으며 각각의 파라미터를 표 1에 나타내었다.[5]

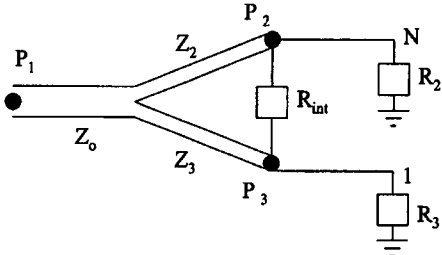


그림 1. 2:1 비대칭 윌킨슨 전력분배기 모델

표 1. 그림 1각각의 변수값

	$Z_2$	$Z_3$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
값[Ω]	51.5	103.0	106.1	35.4	70.7

위 표 1의 변수 중  $Z_3$ 는 MEMS 기술로 구현하기 어려운 전송선로의 폭을 필요로 한다.

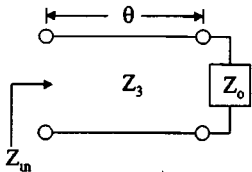


그림 2.  $Z_0$ 는 50Ω을 갖는 간략화된 전송선로 모델

$$S_{11}[\text{dB}] = 20 \log |\Gamma| \quad (1)$$

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

$$Z_3 = \sqrt{Z_{in} Z_0} = Z_0 \sqrt{\frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}} \quad (3)$$

따라서 식 (1)-(3)의 간단한 전송선로 이론을 이용하여  $Z_3$ 에 해당하는 전송선로를 DGS를 갖는 전송선로로 변환할 수 있다.[6]

### 2.2 60GHz 2:1 비대칭 전력분배기 시뮬레이션

그림 5의 전송선로에 사용된 DGS모델의 시뮬레이션은 그림 3의 DAML(dielectric-supported air-gapped microstrip lines)구조를 갖는 MEMS기술을 기초로 하였다.[7]-[9]

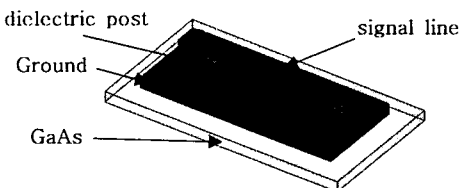


그림 3. 시뮬레이션에 사용된 DAML 구조

그림 4의 DGS를 이용하여 기존의 전송선로의 주파수 특성과 같은 특성을 얻을 수 있는 보다 개선된 구조의 전송선로를 설계할 수 있었다.

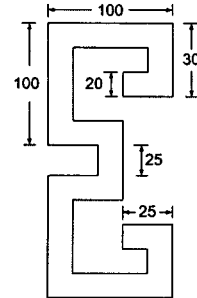
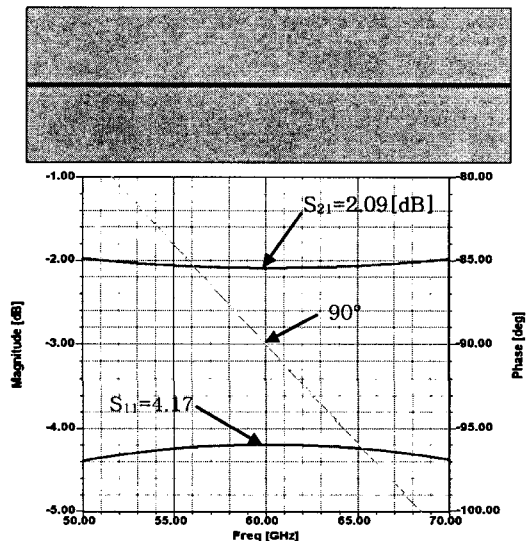
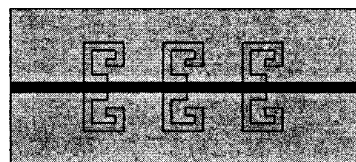


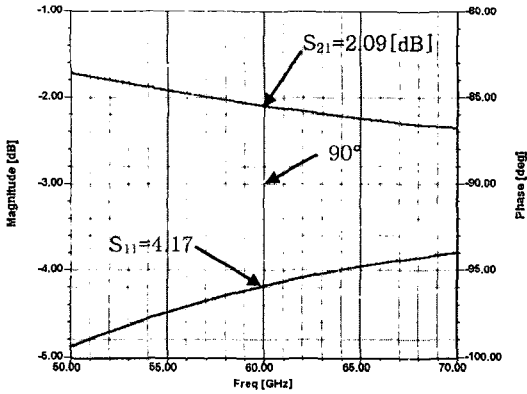
그림 4. 전송선로의 접지면에 결합된 DGS

유전율은 1, 접지면과 전송선로 사이의 두께는 10 μm로 하여 설계하였다. 또한 전송선로의 두께는 7 μm이다. 그림 5에서 보는 바와 같이  $Z_3$ 에 해당되는 103Ω 전송선로에 DGS를 이용하여 폭을 9.5 μm에서 25 μm로 약 2.6배 크게 하여 구현의 용이성을 높일 수 있었고 4/λ에 해당하는 전송선로의 길이는 1245 μm에서 879 μm로 약 30%정도 줄일 수 있었다.



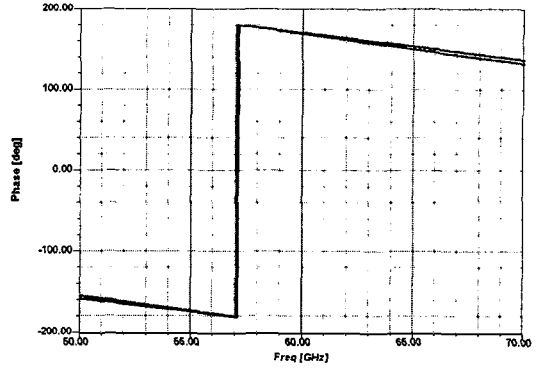
(a) 기존의 전송선로





(b) DGS를 이용한 전송선로

그림 5. 기존의 일반적인 전송선로와 DGS를 이용한 전송선로의 주파수 특성



(c) 시물레이션의 위상특성

그림 6. 제안된 구조의 2:1 비대칭 월킨슨 전력분배기의 시물레이션결과

이와 같이 구현된  $Z_3$  부분을 그림 6에 보는 바와 같이 실제 2:1 비대칭 전력분배기에 응용하였으며 설계를 위한 각각의 파라미터를 표 2에 나타내었다.

표 2. 그림 6(a)의 설계 파라미터

	$Z_2$	$Z_3$	$R_2$	$R_3$
특성 임피던스 [ $\Omega$ ]	51.5	103.0	35.4	70.7
전송선로 폭 [ $\mu\text{m}$ ]	41	25	72	23
전송선로 길이 [ $\mu\text{m}$ ]	1245	879	1245	1245

시물레이션결과  $S_{11}$ 과  $S_{32}$ 는 약 23dB로 양호한 특성을 얻을 수 있었으며  $S_{21}$ 은 1.91dB,  $S_{31}$ 은 4.89dB로 약 0.2dB의 손실특성을 나타냈지만 비교적 양호한 특성을 얻을 수 있었다. 또한  $S_{21}$ ,  $S_{31}$ 간의 동일한 위상특성을 확인할 수 있었다.

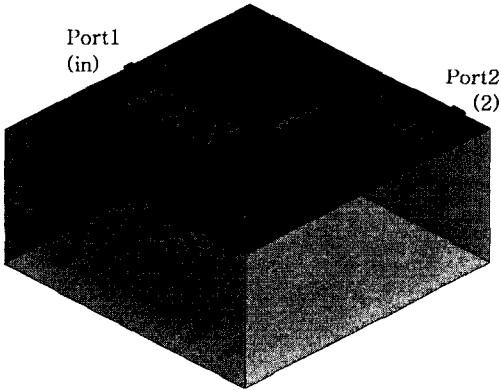
### 3. 결론

본 논문에서는 제시한 밀리미터 대역의 2:1 비대칭 월킨슨 전력분배기의 구현에 제한되는 전송선로의 두께를 개선하기 위하여 DGS를 사용하였다. 이 DGS를 이용하여 전송선로의 폭을 2.6배 크게 할 수 있었고 전송선로의 길이를 30%정도 줄일 수 있었다. 이렇게 설계된 전력분배기의 시물레이션 결과가 일반적인 전력분배기의 사양을 만족함을 확인할 수 있었으며 따라서 제안된 구조의 타당성을 입증할 수 있었다.

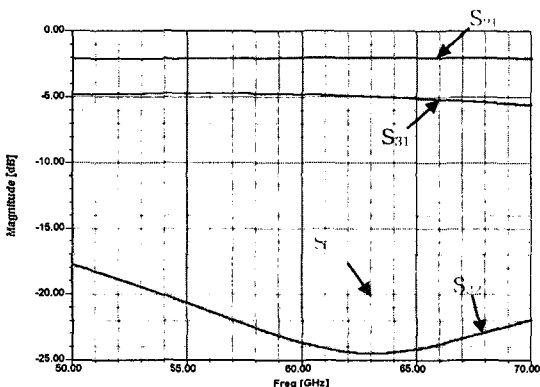
현재 MEMS기술에 사용되는 저항의 정확한 구현에 어려움을 겪는 상황이며 이를 해결한다면 실제 제작을 통하여 구현의 용이성을 확인할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 순천향대학교 차세대 BIT 무선부품연구센터(R12-2002-052-02004-0)의 지원



(a) DGS를 이용한 2:1 비대칭 월킨슨 전력분배기의 시물레이션 모델



(b) 시물레이션의 Magnitude 특성

에 의한 것입니다.

참고문헌

- [1] C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and J. B. Lim, "A novel 1-D periodic defected ground structure for planar circuits," IEEE Microwave Guide Wave Lett., vol. 10, pp. 131-133, Apr. 2000.
- [2] C. S. Kim, J. S. Lim, S. W. Nam, K. Y. Kang, J. I. Park, G.Y. Kim and D. Ahn, "The Equivalent Circuit Modeling of Defected Ground Structure with Spiral Shape" IEEE MTT-S, Vol.3, NO.02CH37278, June 2002
- [3] J. I. Park, C. S. Kim, J. Kim, J.-S. Park, Y. Qian, D. Ahn, and T. Itoh, "Modeling of a photonic bandgap and its application for the low-pass filter design." Proc. APMC'99, pp. 331-334, 1999.
- [4] C. S. Kim, J. S. Lim, J. S. Park, D. Ahn, and S. Nam, "A 10 dB branch line coupler using defected ground structure." in Proc. EUMC 2000, vol.3, Oct. 2000, pp. 68-71.
- [5] E. J. Wilkinson, "An N-way hybrid power divider," IRE Trans. Microwave Theory Tech., vol. MTT-8, pp. 116-118, Jan. 1960.
- [6] Jong-Sik Lim, Sung-Won Lee, Chul-Soo Kim, Jun-Seok Park, Dal Ahn, and Sangwook Nam "A 4 : 1 Unequal Wilkinson Power Divider" IEEE Microwave and Wireless Components Letters, VOL. 11, NO. 3, MARCH 2001
- [7] Gerge E. Ponchak, Alan N. Downey "Characterization of thin Film Microstrip Lines on Polyimide" IEEE transactions on componens, Packaging, and Manufacturing Technology, Part B, Vol. 21, No. 2, May 1998
- [8] Hnri, H.; Gonzague, S; Matthieu, V.; Alain, C.; Gilles, D "Ultra low loss transmission lines on low resistivity silicon substrate.", Microwave Symposium Digest. 2000 IEEE MTT-S International, Vol.3, pp. 1809-1812, 2000
- [9] Han-Shin Lee, Sung-Chan Kim, Byoung-Ok Lim, Kyoung-Man Kim, Won-Young Uhm, Youg-Hoon Chun, Donh-Hoon Shin, Soon-Koo Kim, hyun-Chang Park, and Jin-Koo Rhee, "Fabrication of low loss transmission line with Surface micromachining technology, " AWAD2003 pp. 13-17, June 2003.