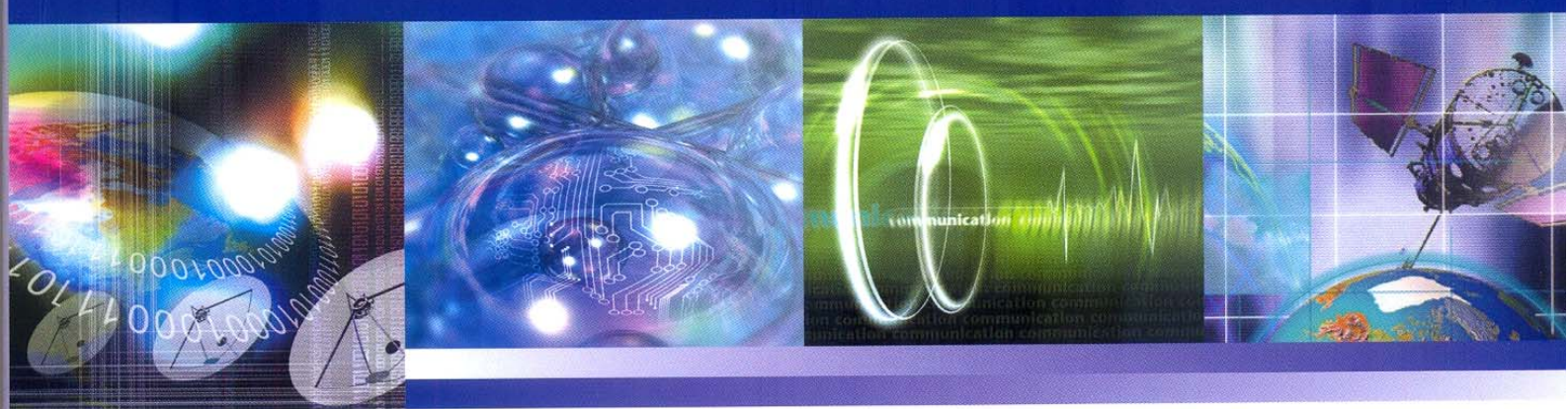


2008年度 春季 마이크로파 및 電波傳播 學術大會 論文集



KICS
Korea Information and
Communications Society

KIEES



日時：2008年 5月 23日(金)
場所：동국대학교

大韓電子工學會
韓國通信學會
韓國電磁波學會
大韓電氣學會

IEEE MTT/AP/EMC Korea Chapter

▶ 장소 : 학림관 JB109

9:30~10:50

좌장 : 이해영 (아주대)

[P-2-1]	세라믹-폴리머 복합재료를 이용한 대역 저지 필터 구현	이광훈, 유찬세, 윤제현, 정연경, 김동수, 이우성, 강남기, 육종관 (전자부품연구원, 연세대)87
[P-2-2]	병렬 결합된 공진기를 이용한 High Q 대역 저지 필터 설계	이상윤, 임원규, 정원석, 유종원 (한국과학기술원)91
[P-2-3]	이중기판 결합기저면구조를 이용한 브랜치 하이브리드 설계	차현원, 구자경, 임종식, 정용재, 안달 (순천향대, 전북대)95
[P-2-4]	초광대역 발륜을 이용한 검파기 설계	김인복, 김영곤, 김태규, 김강욱 (경북대, (주)이엠와이즈 통신)99
[P-2-5]	Compact Harmonic-suppression LTCC Bandpass Filter Using Parallel Short-ended Coupled-line Structure	X.Wang, I.H.Kang (한국해양대)103
[P-2-6]	광대역 기판 집적 도파관(SIW) - CPS 전이 구조	이선호, 이해영 (아주대)107
[P-2-7]	Design of magnetic coupled system using DOE method	S.Y.Mun, C.Cha, J.C.Choi, S.O.Lim, C.D.Park, S.J.Hong (명지대, 한국전자부품연구원)111
[P-2-8]	실제 제작을 고려한 Suspended Strip Line의 특성임피던스와 불연속 효과에 대한 고찰	전용구, 양승인 (승실대)115

이중기판 결함기저면구조를 이용한 브랜치 하이브리드 설계

[○]*차현원 · *구자경 · *임종식 · **정용채 · *안 달
 *순천향대학교 전기통신공학과, **전북대학교 전자정보공학부

A Design of Branch Hybrid using Defected Ground Structure with Two Substrates

[○]*Hyeonwon Cha · *Jakyung Koo · *Jongsik Lim · **Yongchae Jeong · *Dal Ahn
 *Department of Electrical and Communication Engineering, Soonchunhyang University
 **Department of Electronic and Information Engineering, Chonbuk National University

Abstract

A 10dB branch line hybrid coupler using defected ground structure (DGS) and 2 substrates is proposed. In the proposed circuit, ground contact between DGS plane and metal housing is removed by the inserted second substrate. The fabricated hybrid coupler is packaged in a metal housing without the contact problem between DGS and bottom plane of the metal housing. The measured characteristics which well agree with the calculated ones shows 1:9 asymmetric power dividing ratio at output ports.

결함기저면구조(defected ground structure, DGS)를 이용하여 종래에 구현한 하이브리드는 회로를 금속 하우징(metal housing)에 실장(packaging)할 경우에 하우징 금속면과 회로의 DGS 바닥면이 직접 접촉을 하는 문제가 있었다.

본 논문에서는 일반적인 마이크로스트립 전송선로로는 구현이 매우 어려운 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러를 DGS를 사용하여 구현하고, 두 기판을 이용하여 DGS와 하우징의 접촉을 차단하는 구조를 보이고자 한다.

I. 머리 말

브랜치 라인 하이브리드 커플러(branch line hybrid coupler)는 입력 신호를 두 출력 경로로 나누면서 일정한 위상차(90도)를 갖도록 해주는 회로이다. 전력분배기로서도 사용되지만, 대부분 상위 수준의 회로나 시스템에 필수 구성요소로서 더욱 널리 사용된다. 특히 두 출력간의 고유한 위상차로 인하여 안테나 시스템, 고출력증폭기 및 선형화 시스템 등 매우 폭넓게 응용되고 있다[1].

표준형 브랜치 라인 커플러는 두 출력간 전력 분배가 1:1로 같아서 90도의 위상차를 지닌 전력 분배기로 생각할 수 있다. 그런데 두 출력간의 전력분배비가 다르게 요구될 경우 비대칭 전력분배 구조가 사용되어야 한다. 비대칭 분배비가 높을수록 높은 임피던스를 지니는 선로가 요구되는데, 마이크로스트립 전송선로로 구현하는 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러가 요구될 경우에 150옴의 임피던스를 지니는 전송선로가 필요하다[2].

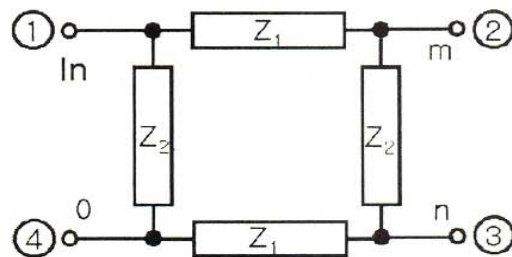


그림 1. 비대칭 브랜치 라인 하이브리드 커플러 회로의 구조(m:n)

Fig. 1 Asymmetric structure of branch line hybrid couplers

II. 결함기저면구조를 이용한 브랜치 라인 하이브리드 커플러

그림 1에서 단자 1이 입력 단자일 때 단자 2, 단자 3, 단자 4는 각각 전송 단자(through 또는 transmission port), 커플링 단자(coupling port), 격리 단자(isolation port)이다. 일반적으로 기준이 되는 특성 임피던스(Z_0)를 50옴으로 취했을 때 Z_1

은 35.35옴, Z_2 는 50옴의 값을 갖는다.

비대칭 전력분배의 경우, 가령 본 논문에서처럼 10dB 커플러라고 하면 단자 2로는 9/10의 전력, 단자 3으로는 1/10의 전력이 전달되므로 결국 9:1 전력분배가 된다. 브랜치 라인 하이브리드 커플러의 두 출력 단자사이의 전력 분배비가 $m:n=9:1$ 일 때 전송선로의 특성 임피던스는 다음 수식으로 결정된다. 따라서 $Z_0=50$ 일 때 $Z_1=47.43$, $Z_2=150$ 이다[2].

여기서 문제가 되는 것이 바로 Z_2 인데, 표준형 전송선로의 일반적인 구현 한계인 100~120옴 보다 훨씬 높은 값을 가지게 되므로, 선로의 폭이 극히 얇게 되어 신뢰성 있는 구현이 어려워지게 된다[3]. 예로써 본 논문에서 사용하게 될 기판인 유전율(dielectric constant, ϵ_r) 2.2에 두께가 31mils(=0.7874mm)인 기판의 경우, 150옴 선로의 폭은 약 0.2mm 정도가 되어, 하이브리드(hybrid) 회로 구현이 매우 어렵게 된다.

이를 해결하기 위하여 종래의 연구에서는 높은 임피던스 선로의 접지면에 일정한 패턴을 지니는 DGS를 삽입하여 등가 인덕턴스를 부가해 줌으로써 선로자체에 필요한 인덕턴스의 부담을 완화시켜 선폭을 증가시켜서 선로의 구현 가능 임피던스 한계를 크게 높였다[2,4].

그러나 DGS 회로를 실제 금속하우징에 실장하여 사용하기에는 다소 문제가 있었다. 즉, DGS가 식각된 바닥접지면과 하우징 금속면이 맞닿으면 결국 DGS의 우수한 전기적 특성이 없어져 버리는 문제가 있었다.

III. 150옴 전송선로의 설계

그림 2는 본 논문에서 DGS의 접지면이 바닥과 접촉하는 것을 차단하는 구조를 보여주고 있다[5]. 제 2의 기판을 DGS면에 덧대어서 DGS가 직접 외부에 노출되지 않도록 하였다. 이 때 제 2의 기판 상면의 금속면은 같이 완전히 제거되어도 좋고, 또는 DGS 면적보다 더 넓은 면적("A"로 표시)에 대해서만 선택적으로 제거해도 된다. 제 1 기판의 바닥면과 제 2기판의 바닥면은 서로 동일한 전위를 갖는 금속면을 형성해야 하므로 via-hole을 통하여 연결시켜줘야 한다.

따라서 DGS의 접지접촉 문제가 없으면서도 높은 임피던스를 갖는 선로를 구현하고, 이를 활용

하여 고비율의 전력 분배비를 갖는 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러를 구현할 수 있다.

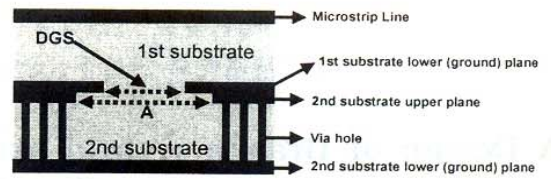


그림 2. 150옴 마이크로스트립 전송선로를 위한 결합기저면구조

Fig. 2 150-ohm microstrip line structure using DGS and two substrates

그림 3은 본 논문에서 사용하는 DGS 선로를 보여주고 있다. 제 1기판에는 선로와 DGS가 구현되고, 제 2기판이 DGS면 바닥에 붙어 있다. W_1 , W_2 는 DGS의 치수이며, W_M 은 윗면 마이크로스트립 전송선로의 선폭을 의미한다. 본 논문에서는 상기에 언급한 대로 유전율이 2.2이고 두께가 31mils인 기판을 사용한다. 제 2의 기판은 서로 다른 유전율을 갖거나 서로 다른 두께가 되도록 선택할 수 있으나 본 논문에서는 편의상 같은 기판을 사용한다.

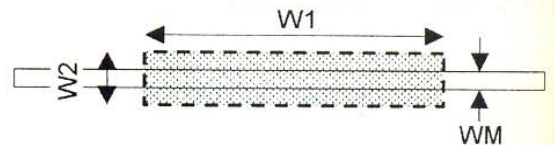


그림 3. 본 논문에서 사용된 높은 임피던스의 DGS 선로 구조

Fig. 3 High impedance microstrip line in this paper

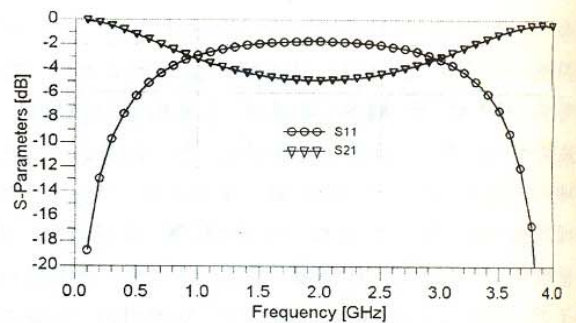


그림 4. DGS 선로의 전기적 특성 시뮬레이션

Fig. 4 Simulation of the DGS line shown in Fig. 3

그림 4는 $W_1=20\text{mm}$, $W_2=5\text{mm}$, $WM=0.40\text{mm}$ 일 때의 DGS 선로의 전기적 특성을 전자기적 시뮬레이션을 한 결과이다. 입력 반사계수(S_{11})가 중심주파수 2GHz에서 약 -1.95dB 인데, 이 값이 바로 특성 임피던스 150옴에 해당하는 전송선로의 반사계수 값이다[2].

IV. 브랜치 라인 하이브리드 커플러 설계 및 제작

이제 150옴 임피던스 선로가 얻어졌으므로 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러를 설계할 수 있다. 그림 5는 중심주파수 2GHz에서 설계된 회로의 레이아웃과 3차원 도시를 보여주고 있다. 제 2기판이 DGS면에 접합되어 DGS면이 곧바로 하우징이 접촉하는 것을 차단한다.

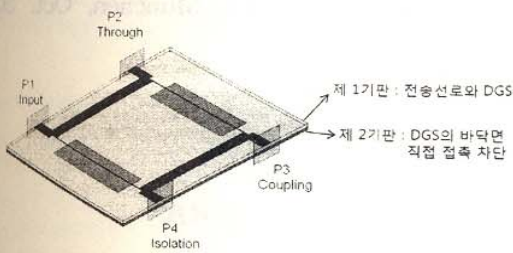


그림 5. 본 논문에서 설계한 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러

Fig. 5 Layout of the designed 10dB hybrid line hybrid coupler

그림 6은 설계된 회로에 커플러에 대한 EM 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 10dB 브랜치 라인 커플러의 특성을 잘 보여주고 있는데, 경미한 손실을 포함하여 S_{21} 과 S_{31} 이 각각 -0.6dB 와 -10.3dB 의 값을 갖는 것으로 예측되었다.

그림 7은 실제로 금속 하우징에 실장한 상태에서의 사진을 보여주고 있다. PCB 상태에서의 회로보다 그림 7에 보인 조립 상태에서의 동작 특성이 보다 실제로 사용되는 조건에서 유용한 성능이라 할 수 있다.

그림 8은 측정을 통하여 얻은 전달 특성(S_{21}) 및 커플링 특성(S_{31})으로, 각각 -0.45dB 와 -11.5dB 의 값을 보여주고 있다. PCB 제작시 가공상의 오차에 의한 성능 변화로 시뮬레이션과 약간의 차이를 보이고 있으나, 측정된 성능은 1:9 이상의 높은 비대칭 전력 분배 비율을 갖는 브랜치 라인

하이브리드 커플러로서의 성능을 보여주고 있다.

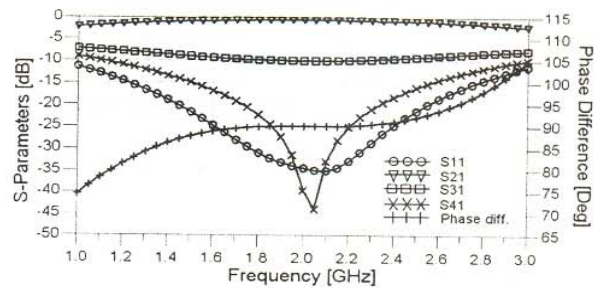


그림 6. 설계한 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러의 시뮬레이션 특성

Fig. 6 S-parameters of the designed 10dB branch line hybrid coupler from EM simulation

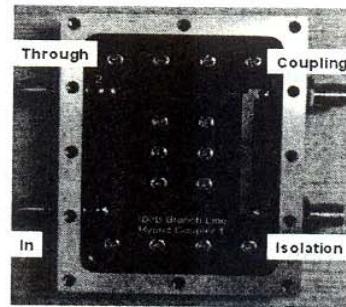


그림 7. 금속 하우징에 실장된 브랜치 라인 하이브리드 회로

Fig. 7 Branch line hybrid coupler packaged in a metal housing

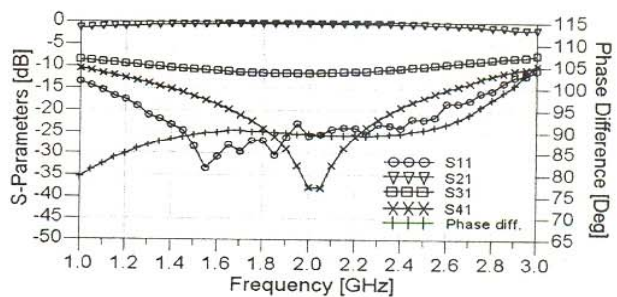


그림 8. 그림 7로 측정된 S-파라미터 성능

Fig. 8 Measured S-parameters using Fig. 7

V. 맺음 말

논문에서는 DGS를 포함하는 회로가 금속하우징에 실장될 때 DGS의 하우징 금속면 접촉 문제를 해결하는 구조를 이용하여 10dB 브랜치 라인 하이브리드 커플러 회로를 제안하고, 실제로 제작 측정하여 그 성능을 제시하였다. 제작한 회로를

급속 하우징에 실장하여 실제 동작 성능을 측정하였다. 측정된 성능은 예측 성능과 잘 일치하며 또한 1:9 이상의 비대칭 비율이 높은 브랜치 라인 하이브리드 커플러로서 잘 동작하였다.

본 논문에서 제작한 커플러는 150옴 이상의 높은 특성 임피던스를 지니는 DGS 선로를 포함하고 있으며, 실제 측정된 성능은, PCB 가공상의 오차에 따른 미약한 차이가 있으나, 전자기적 시뮬레이션을 통하여 예측한 성능과 잘 부합하였다.

감사의 글

이 연구는 이 논문은 교육인적 자원부, 산업 자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수 실험실 지원 사업의 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] D. M. Pozar, Microwave Engineering, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc., New

York, 1998.

- [2] J. S. Lim, C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and S. Nam, "Design of 10dB 90° branch line coupler using microstrip line with defected ground structure," IEE Electronics Letters, vol. 36, no. 21, pp. 1784-1785, Oct. 2000.
- [3] K. C. Gupta, et al., Microstrip lines and slotlines, Norwood, MA, Artech House, 1996.
- [4] J. S. Lim, S. W. Lee, C. S. Kim, J. S. Park, D. Ahn, and S. Nam, "A 4:1 Unequal Wilkinson Power Divider," IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 11, no. 3, pp. 124 - 126, Mar. 2001.
- [5] J. J. Koo, S. Oh, M. S. Hwang, C. Park, Y. Jeong, J. Lim, K. S. Choi, and D. Ahn, "A New DGS Unequal Power Divider," Proceedings of the 37th European Microwave Conference, Munchen, Oct. 2007, pp. 556-559.