

## 양면형 가유전체 기판구조를 이용한 브랜치 라인 결합기의 설계

임종식\*, 권경훈\*\*, 한상민\*\*\*, 안달\*\*, 정용채\*\*\*\*

### Design of a Branch Line Coupler Using Double-Sided Artificial Dielectric Substrate Structure

Jongsik Lim\*, Kyunghoon Kwon\*\*, Sang-Min Han\*\*\*, Dal Ahn\*\*, and Yongchae Jeong\*\*\*\*

---

본 논문은 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구결과임.(2010-0009211)

---

#### 요약

본 논문에서는 양면형 가유전체 기판구조를 이용한 브랜치 라인 결합기의 설계에 대하여 기술한다. 가유전체 기판구조가 갖는 다수의 도금된 비어홀들이 부가적인 등가 커패시턴스와 유효유전율의 증가를 유발하는데, 이는 가유전체 기판구조에 구현된 전송선로의 물리적 길이를 줄이는 효과를 갖는다. 이 효과와 함께 가유전체 기판구조를 절반으로 접어서, 초고주파 전송특성이 유지되면서도 크기가 절반으로 줄어든 양면형 가유전체 전송선로를 설계하였다. 이런 양면형 가유전체 기판 구조를 무선 회로 설계에 응용하는 사례를 보이기 위하여 본 논문에서는 초고주파 브랜치 라인 결합기 회로를 설계한다. 설계된 결합기는 단면형 가유전체 기판 회로에 비하여 절반의 크기를 가지면서도 정합, 격리도, 전력분배 및 결합도 등에서 여전히 요구되는 수준의 값을 보인다. 본 논문은 측정된 데이터도 함께 제시한다.

#### Abstract

In this paper, the design of a branch line coupler using a double-sided artificial dielectric substrate (DSADS) structure is described. Lots of metalized via-holes in the artificial dielectric substrate (ADS) structure induce an additional equivalent capacitance and effective permittivity, which lead a length-reduction of the transmission line on ADS. Beside this effect, the ADS is folded for half size, and the transmission line is designed on this folded or double-sided ADS with the transmission characteristics preserved. In order to show an application example of the DSADS to wireless circuit design, this paper designs a microwave branch line coupler on the proposed DSADS. The designed coupler has the half size as compared to the case of single-sided ADS, while the electrical performances in matching, isolation, power division, and coupling are still preserved as an required level. The paper also provides the measured data.

#### Keywords

artificial dielectric substrate, branch line coupler, size reduction, DSADS, transmission characteristics

---

\* 순천향대학교 전기공학과(교신저자)

\*\* 순천향대학교 전기공학과

\*\*\* 순천향대학교 정보통신공학과

\*\*\*\* 전북대학교 전자정보공학부

· 접수 일: 2015년 02월 12일

· 수정완료일: 2015년 04월 01일

· 게재확정일: 2015년 04월 04일

· Received: Feb. 12, 2015, Revised: Apr. 01, 2015, Accepted: Apr. 04, 2015

· Corresponding Author: Jongsik Lim

Dept. of Electrical Engineering, Soonchunhyang University,

Soonchunhyang-ro 22, Shinchang-myeon, Asan, Chungnam, 336-745, Korea

Tel.: +82 41 530-1332, Email: jslim@sch.ac.kr

### I. 서 론

평면형 초고주파대역 전송선로는 대부분 얇은 판 형태의 유전체 기판과, 이 유전체의 상하면에 얇게 도포된 금속면을 기본으로 한 매질에 구현된다. 한 쪽 금속면이 원하는 전송선로 패턴이 구현되고 다른 면이 무한 접지도체면으로 구성되는 마이크로스트립 전송선로 구조가 가장 널리 사용되는 평면형 전송선로 구조이다. 유전체 기판의 기본 정보로 비유전율( $\epsilon_r$ )과 두께(H)가, 도체면은 얇은 두께(T)가 전송선로 설계를 위한 기본적인 정보로 주어진다. 이런 정보들이 일단 주어지면 이 때 설계되는 전송선로는 특정 임피던스 값에 대해서는 고정된 치수를 갖는다[1]-[3].

주어진 기판에 각종 섭동 구조(Perturbation Structures)를 더하여 물리적 길이가 같으면서도 전기적 길이를 크게 증가시킨 몇 가지 전송선로용 주기구조가 제시되어 활발하게 연구되고 있다[4]-[6]. 이들 구조들은 표준형 전송선로에 등가적으로 인덕턴스를 우세하게 증가시켜서 특성 임피던스 값을 키우고 전기적 길이를 증가시키는 성질을 가지고 있다. 따라서 이런 특성을 이용하여 설계된 회로의 크기를 줄이는 응용 연구도 많이 발표되었다.

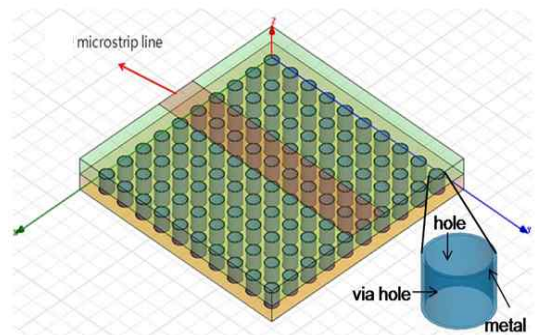
한편 위와는 다르게 전송선로에 등가적인 커패시턴스가 우세하게 증가시키는 섭동 구조가 제시된 바 있는데 이를 가유전체 기판구조 또는 기판집적형 가유전체 구조라고 한다[7][8]. 이 구조는 표준형에 더하여 제2유전체 기판을 추가로 사용하고, 여기에 다수의 도금된 비어홀이 주기적으로 삽입된 구조를 갖는다. 따라서 이 비어홀들에 의하여 전송선로에 현저하게 증가한 등가 커패시턴스를 제공하게 된다. 이 구조에서는 증가한 커패시턴스로 인하여 특성 임피던스가 낮아지는데, 이 때 전기적 길이는 크게 증가하는 특징을 가지고 있다. 따라서 이 구조를 이용하면 표준형 전송선로 기판구조에 비하여 크기를 대폭 줄일 수 있다는 장점이 있다[9][10].

이와 같이 가유전체 기판구조를 초고주파 회로 설계에 응용하여 회로의 크기를 줄이는 기존 연구에서 한 발 더 나아가서, 본 연구에서는 가유전체 기판구조를 양면 구조로 구성하면 이미 소형화된 회로의 크기가 다시 절반으로 줄어들 수 있다는 아

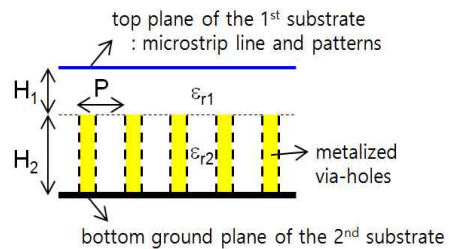
이디어를 제시한다. 제안된 구조에서는 양면형 가유전체 기판구조가 생성되고 그 양면에 각각 구현된 전송선로들 사이에 수직적인 신호전송 구조가 삽입되므로 기존 평면형 회로에 대한 3차원적인 소형화 및 집적화가 이루어지게 된다. 제안한 양면형 가유전체 기판구조와 이것의 회로 응용 예를 제시하기 위하여 대표적인 대칭구조를 가지고 있는 브랜치 라인 결합기 회로에 대하여 제안한 아이디어를 적용한다. 그리고 예측 결과 및 측정 결과를 제시하여 제안한 아이디어의 타당성을 검증한다.

### II. 양면형 가유전체 기판구조에 대한 간략한 설명

단면형 가유전체 기판구조에 대한 상세한 소개는 이미 발표된 선행 연구 자료에 잘 되어 있으므로 본 논문에서는 자세한 설명을 피한다[7]. 다만 본 장에서는 양면형 가유전체 기판구조를 간략히 언급하고 한다.



(a) 3차원적 구조 (3-dimensional view)



(b) 기판과 비어홀 (Substrate and via-holes)

그림 1. 가유전체 기판구조에서의 마이크로스트립 전송선로

Fig. 1. Microstrip transmission line structure with the artificial dielectric substrate structure

그림 1은 단면형 가유전체 기판구조를 보여준다. 위쪽 제1기판은 두께가  $H_1$ 이고 유전체의 비유전율이  $\epsilon_{r1}$ 인데, 기판 상면에 마이크로스트립 전송선로와 초고주파 회로가 구현된다. 아래쪽 제2기판은 두께가  $H_2$ 이고 유전체의 비유전율이  $\epsilon_{r2}$ 인데, 기판 바닥면은 무한 접지도체층이다. 표준형 전송선로가 갖는 단위길이당 기본적인 등가의 커패시턴스를  $C_{01}$ 이라 하고, 제2기판에 의하여 추가된 등가의 커패시턴스를  $C_{02}$ 라 할 때 가유전체 기판 구조에 의한 등가의 커패시턴스는 “ $C_{01}+C_{02}$ ”이 되므로 등가 커패시턴스 증가에 의한 특성 임피던스는 낮아지게 된다. 제 2기판의 유전체에는 일정간격(P)으로 다수의 도금된 비어홀이 무한반복으로 구현된다.

접지면 비어홀은 도금되어 있으므로 내부적으로 커패시턴스가 생성된다. 이 커패시턴스는 전송선로가 갖는 단위 길이당 등가 커패시턴스와는 별도로 생성되어 부가되는 것이므로 결과적으로는 전송선로의 특성 임피던스를 낮추는 효과를 갖게 된다. 따라서 가유전체 기판구조상에서 어느 특정한 특성 임피던스를 갖는 전송선로를 구현하기 위해서는 표준형 선로에 비하여 선폭이 좁아져야 하는 차이가 있다. 이것은 인덕티브(Inductive)한 주기구조를 삽입한 종래의 전송선로의 경우와는 서로 반대의 특징을 보여주는 것이다[4]-[6].

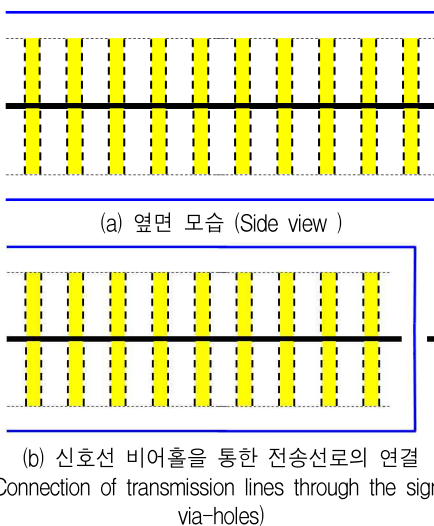


그림 2. 양면형 가유전체 기판구조와 마이크로스트립 전송선로

Fig. 2. Double-sided artificial dielectric substrate structure and microstrip transmission line

종래의 주기구조이든 가유전체 기판구조이든 표준형 선로에 결합되면 부가적인 등가회로 요소 때문에 모두 전기적 길이가 증가하는 효과가 있다. 따라서 원하는 전기적 길이를 유지하기 위해서는 물리적 길이가 짧아져야 하는데, 이 효과에 의하여 회로의 소형화가 얻어지는 것이다.

그림 1의 구조에 의하면 제2기판 바닥면은 접지도체면이다. 따라서 이런 기판구조 2개를 서로 반대편으로 향하게 하여 바닥접지면을 서로 맞닿게 하고, 전송선로의 신호선을 서로 연결해주면 회로의 집적도 및 소형화 효과가 더욱 높아질 것이다. 그림 2(a)는 이를 보여주는데, 그림 1의 기판구조 두 개가 서로의 바닥 접지면을 단순히 맞대고 있는 구조이다. 만약 양쪽 상면의 마이크로스트립 전송선로가 서로 연결된다면 회로의 소형화와 고집적화 효과가 더욱 우수할 것이다. 두 접지면을 접합하는 과정에서 그림 2에 보인 개념도에서처럼 비어홀의 위치를 정확하게 일치시킬 필요는 없다. 전체 기판 면적 대비 비어홀이 차지하는 면적의 비율이 크지 않아서 비어홀이 접지면에 연결만 되면 되기 때문이다. 본 연구에서는 그림 2에 보인 그림으로 이해되는 아이디어를 실제 회로에 적용하여 그 타당성을 검증해보고자 하는데, 다음 장에서 자세하게 설명하도록 하겠다.

### III. 양면형 가유전체 기판구조를 이용한 브랜치 라인 결합기 회로의 소형화 설계

브랜치 라인 결합기 회로는 초고주파 대역 무선 통신 및 시스템용에서 아주 널리 사용되는 회로이다[1]. 그림 3은 브랜치 라인 결합기 회로의 기본 회로도인데, 매우 널리 사용되는 회로이기 때문에 본 논문에서는 이에 대한 자세한 설명은 생략한다.

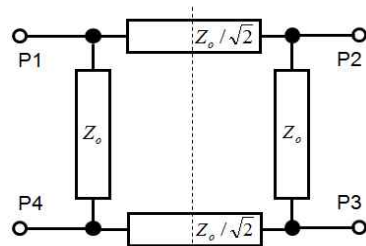
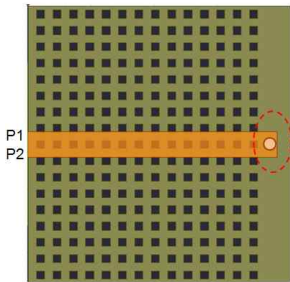


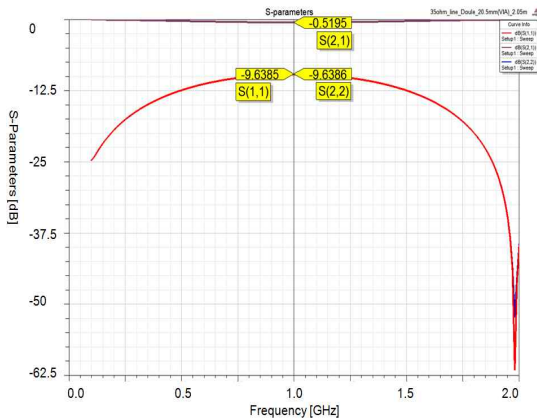
그림 3. 브랜치 라인 하이브리드 결합기의 회로도  
Fig. 3. Schematic diagram of branch line hybrid couplers

브랜치 라인 결합기 회로를 구성하는 전송선로는 설계 주파수에서 90도의 전기적 길이를 갖는다. 평면형 회로이므로 초고주파 대역에서도 상대적으로 낮은 주파수 대역에서는 회로의 크기가 클 수밖에 없다. 브랜치 라인 결합기에 가유전체 기판구조를 적용하여 표준형보다 크기를 50~70% 정도로 줄인 연구결과가 발표된 적이 있다[7][10].

본 논문에서는 브랜치 라인 결합기 회로가 대칭형 구조임을 착안하여, 그림 2와 같은 양면형 가유전체 기판구조를 여기에 적용하면 종래보다 더욱 집적도가 높고 소형화된 회로를 설계할 수 있다는 데 착안하여 이를 확인한다. 즉, 표준형 전송선로에 비하여 가유전체 기판구조의 효과로 인하여 일차적인 소형화가 이루어지지만, 이를 양면 구조로 구성함으로써 이로부터 다시 약 절반에 가까운 크기로 줄어들므로 전체적으로는 처음 크기에 비하여 크게 줄어들게 된다.



(a) 레이아웃 (Layout)



(b) 전송 특성 (Transmission characteristics)

그림 4. 양면형 가유전체 기판구조에 설계된 35Ω 마이크로스트립 선로

Fig. 4. A 35Ω microstrip line on the DSADS

그림 4(a)는 양면형 가유전체 구조에 설계된 35.35Ω 마이크로스트립 전송선로를 보여주고 있다. 양면형 가유전체 기판구조에 양쪽의 전송선로가 신호선 비어홀(점선 표시)로 연결되어 있으므로 입력 단자 P1은 지면 윗면에, 출력단자 P2는 지면 아랫면에 대칭적으로 위치한다. 본 연구에서는  $H_1=5\text{mils}$ ,  $H_2=31\text{mils}$ ,  $\epsilon_{r1}=\epsilon_{r2}=2.2$ 인 유전체 기판을 사용하였다.

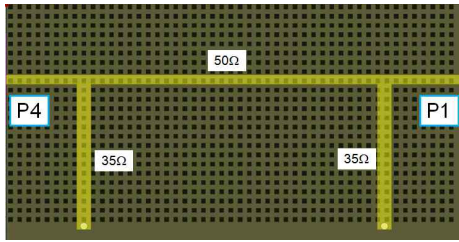
표준형 마이크로스트립 선로의 경우 35.35Ω 선로의 선폭이 4.54mm이나, 그림 4(a)의 경우에는 동일한 35.35Ω에 대하여 선폭이 2.05mm에 불과하다. 또한 중심주파수 1GHz에서  $\lambda/4$  선로의 길이를 살펴 보면, 표준형 전송선로의 경우 54mm인데, 가유전체 기판구조상에서는 41mm에 불과하다. 또한 그림 4(a)에서는 41mm의 길이를 양면형 가유전체 기판구조에 나눠서 구현하므로 20.5mm에 불과하며, 그림에 보인 반대쪽 면에도 같은 길이의 선로가 대칭적으로 구현된다.

그림 4(b)는 HFSS로 시뮬레이션한 35.35Ω 전송선로의 전송특성을 보여준다. 양쪽 연결 단자의 표준 임피던스가 50Ω이므로 정상적인 35.35Ω 선로가  $\lambda/4$ 의 길이로 연결되었음을 알려주는 S-파라미터 특성을 보여주고 있다.

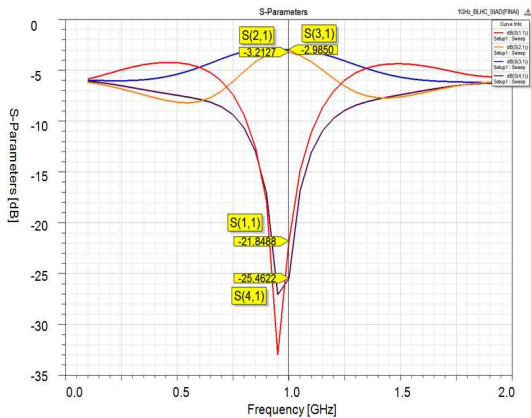
그림 5(a)는 양면형 가유전체 기판구조에 설계된 브랜치 라인 결합기의 한쪽 면의 레이아웃을 보여주고 있다. 이것은 그림 3에 보인 회로도에서 점선의 대칭선을 기준으로 좌측면에 해당하는 것이다. 다른 절반의 회로는 35.35Ω 선로에 연결된 신호선 비어홀들을 통하여 아랫면에 대칭적으로 구현된다. 따라서 단면형에 비하여 1/2의 면적을 갖는다.

50Ω 마이크로스트립 전송선로 부분을 비교해 보면, 표준형의 경우 선폭이 2.77mm인데 가유전체 기판구조일 경우 동일한 50Ω 선로의 경우 1.28mm에 불과하다. 또한 1GHz에서  $\lambda/4$  선로의 길이는 표준형의 경우 54.7mm인데, 가유전체 기판구조상에서는 41mm밖에 안된다.

그림 5(b)는 HFSS로 시뮬레이션한 브랜치 라인 결합기의 S-파라미터를 보여주고 있다. 중심주파수 주변에서 우수한 단자 정합과 격리도 특성을 볼 수 있으며, 정상적인 신호 분배와 결합도 특성을 가짐을 알 수 있다.



(a) 레이아웃 (Layout)



(b) S-파라미터 (S-parameters)

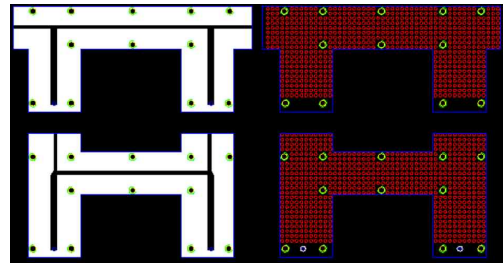
그림 5. 양면형 가유전체 기판구조에 설계된 브랜치 라인 결합기

Fig. 5. Designed branch line coupler on the DSADS

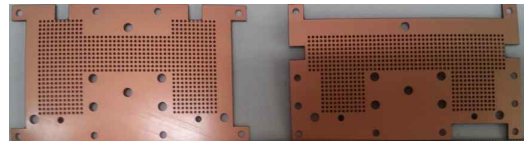
#### IV. 제작 및 측정

그림 6(a)는 위에서 설계한 양면형 가유전체 기판구조 브랜치 라인 결합기를 제작하기 위하여 설계한, 50Ω과 35.35Ω 마이크로스트립 전송선로 부분의 패턴이 있는 두 개의 제1기판과, 다수의 비어홀이 있는 두 개의 제2기판의 CAD 도면을 보여주고 있다. 또한 그림 6(b)는 제2기판의 실제 제작 사진을 보여주고 있다. 제2기판의 비어홀의 주기적 간격은 1.3mm이고 비어홀의 지름은 0.8mm이다.

그림 7(a)는 설계한 양면형 가유전체 기판구조 브랜치 라인 결합기의 제작을 위하여, 금속 하우징에 장착하여 조립했을 때의 모습을 3차원 도면으로 예측한 그림을 보여준다. 또한 그림 7(b)는 실제로 제작하여 조립을 완료했을 때의 사진이다. 그림 3에서 입력단자를 P1으로 했을 때 P1과 격리단자(P4)가 하우징에서 같은 면에 위치하고, 전송단자(P2)와 결합단자(P3)가 반대면에 존재하는 구조를 갖는다.

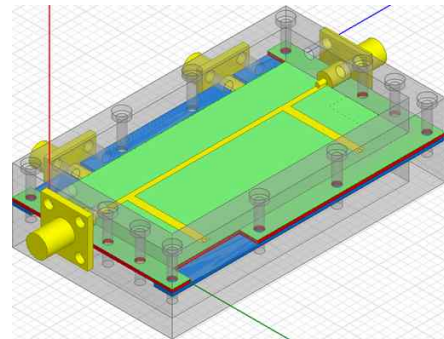


(a) CAD 레이아웃 (CAD layout)

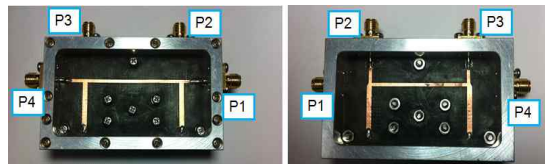


(b) 제2기판 사진 (Photo of the 2<sup>nd</sup> substrate)

그림 6. 설계된 브랜치 라인 결합기  
Fig. 6. Designed branch line coupler



(a) 3차원 도면 (3-dimensional view)



(b) 결합기 사진 (Photos of the coupler)

그림 7. 제작된 브랜치 라인 결합기

Fig. 7. Fabricated branch line coupler on the DSADS

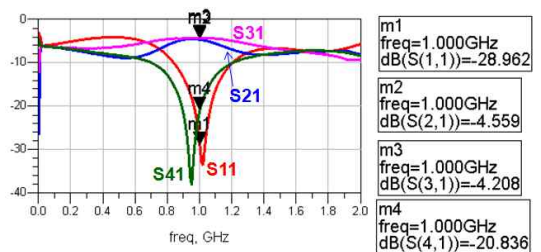


그림 8. 제작된 브랜치 라인 결합기의 측정 성능

Fig. 8. Measured performances of the fabricated branch line coupler

그림 8은 그림 7(b)에 보인 결합기 회로에 대한 측정 결과이다. 4단자 벡터 회로망 분석기를 이용하여 4단자 S-파라미터를 측정하였다. 성능 측정 결과 약간의 주파수 이동 현상과 손실이 발생하였으나 중심주파수에서 -20dB 이하의 우수한 정합특성과 격리특성을 가졌다. 또한 신호분배 및 결합도 특성이 각각 -4.56dB와 -4.21dB로 0.35dB의 크기 불균형 값을 보였다. 다수의 비어홀 및 신호선 비어홀이 삽입된 경우임을 고려해 보면 약간의 주파수 이동 및 손실이 있으나, 표준형 회로와 비교할 때 양호한 성능을 가진 것으로 판단할 수 있다. 약간의 손실 및 주파수 이동의 원인으로는 제작과정에서 발생하는 기판 사이의 완벽하지 못한 접합, 양면간 신호 전송에서 발생하는 손실, 하우징에 삽입하기 전과 후의 미세한 특성 변화 등으로 생각할 수 있다. 시뮬레이션을 위한 입력 조건에서는 이상적인 구성을 갖춘 회로형태가 가정될 수밖에 없기 때문이다.

본 연구에서 설계한 회로의 크기를 비교하기 위하여 두 가지의 결합기를 설계하여 보았다. 먼저 같은 주파수에서 표준형 기판을 이용하여 설계한 경우 순수한 결합기 부분의 면적은 2,954mm<sup>2</sup>였다. 또한 단면형 가유전체 기판구조로 설계한 경우 1,681mm<sup>2</sup>였는데, 표준형에 비하여 57%의 크기를 가졌다. 이를 본 논문의 양면형 구조로 구현한 결과 크기가 다시 1/2로 축소되어 842mm<sup>2</sup>가 되었는데, 결과적으로 최초 표준형 결합기의 28.5%에 해당하는 크기를 갖는다.

한편 본 연구에서의 측정 결과를 선행연구인 단면형 가유전체 기판구조 브랜치 라인 결합기의 성능과 비교하기 위하여 표 1을 작성하여 보았다.

표 1. 선행 연구결과에 의한 커플러와의 성능 비교  
Table 1. Comparison of performances of reported research results for couplers

비교 항목	[10]	본 연구
S11(dB)	-22.82	-28.96
S21(dB)	-3.08	-4.55
S31(dB)	-3.87	-4.21
S41(dB)	-25.97	-20.8

본 연구에서는 양면형 구성을 위하여 기판을 접고 신호선 비어홀을 이용하므로 다소 손실이 발생하는 점을 피할 수 없다. 그러나 이전보다 크기가 대폭 줄어들었으며 브랜치 라인 결합기에게 요구되는 성능은 충실히 반영하고 있음을 알 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 종래의 가유전체 기판구조를 이용한 회로의 소형화 연구 결과에 이어 소형화와 집적도를 더 높이기 위하여 양면형 가유전체 기판구조를 제안하고 그 응용예를 제시하였다. 바닥의 공통 접지면을 맞대고 양쪽 가유전체 기판구조 상면의 두 마이크로스트립 전송선로 간에 신호선 비어홀을 이용하여 연결하여 회로의 크기를 1/2로 줄일 수 있었다.

응용예를 제시하기 위하여 비유전율이 2.2이고 두께가 각각 5mils, 31mils인 유전체 기판을 이용하여 1GHz에서 브랜치 라인 결합기 회로를 설계 및 제작하였다. 제작된 회로는 표준형 회로에 비하여 28.5%의 크기를 갖는다. 제작된 회로의 성능을 측정한 결과 중심주파수에서 -20dB이하의 우수한 단자 정합과 격리특성, 그리고 신호분배와 결합도 사이에 0.35dB의 크기 불균형 값이라는 양호한 성능을 얻었다.

본 논문에서 제안한 양면형 가유전체 기판구조 및 응용사례는 초고주파 무선통신용 마이크로파 회로의 소형화 및 고집적화를 위하여 다양하게 응용이 가능할 것으로 기대된다. 특히 LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramics)처럼 다층 기판으로 이루어지는 고집적 회로에서는 더욱 정밀한 설계 과정을 통하여 그 효과가 더욱 증대될 수 있을 것으로 기대된다.

## References

[1] D. M. Pozar, "Microwave Engineering", 3/e, John Wiley and Sons, Inc., New York, pp. 337-349, 2005.  
[2] K. C. Gupta, R. Garg, I. Bahl, and P. Bhartia,

"Microstrip Lines and Slotlines, 2/e", Artech House, Boston, 1996.

- [3] B. C. Wadell, "Transmission Line Design Handbook", Artech House, Boston, pp. 93-115, 1991.
- [4] V. Radisic, Y. Qian, R. Coccioli, and T. Itoh, "Novel 2-D Photonic Bandgap Structure for Microstrip Lines", *IEEE Microwave Guide Wave Letters*, Vol. 8, No. 2, pp. 69-71, Feb. 1998.
- [5] 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 Letters*, Vol. 10, No. 4, pp. 131-133, Apr. 2000.
- [6] G. Chaudhary, Y. Jeong, J. Lim, C. Kim, D. Kim, J. Kim, and J. Park, "DMS harmonic termination load network for high efficiency power amplifier applications", *Proceedings of the 40th European Microwave Conference*, pp. 946-949, Sep. 2010.
- [7] M. Coulombe, H. V. Nguyen, and C. Caloz, "Substrate Integrated Artificial Dielectric (SIAD) Structure for Miniaturized Microstrip Circuits", *IEEE Antenna and Wireless Propagation Letters*, Vol. 6, pp. 575-579, Dec. 2007.
- [8] I. Awai, H. Kubo, T. Iribe, D. Wakamiya, and A. Sanada, "An artificial dielectric material of huge permittivity with novel anisotropy and its application to a microwave BPF", in *Proc. IEEE Int. Microwave Symposium, Philadelphia*, pp. 1085-1088, June 2003.
- [9] J. Lim, K. Kwon, Y. Jeong, and D. Ahn, "A Size-Reduced Power Divider Designed by Combining DGS and Artificial Dielectric Substrate", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 12, No. 5, pp. 43-50, May 2014.
- [10] K. Kwon, J. Lim, Y. Jeong, S.-M. Han, and D. Ahn, "Design of a Branch Line Hybrid Coupler Using Artificial Dielectric Substrate and Defected Ground Structures", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol. 12, No. 11, pp. 69-77, Nov. 2014.

## 저자소개

### 임 종 식 (Jongsik Lim)



1991년 2월 : 서강대 전자공학과 (공학사)  
 1993년 2월 : 서강대 대학원 전자공학과(공학석사)  
 2003년 2월 : 서울대 대학원 전기컴퓨터공학부(공학박사)  
 1993년 2월 ~ 2005년 2월 :

한국전자통신연구원 선임연구원

2005년 3월 ~ 현재 : 순천향대학교 전기공학과 재직중.  
 관심분야 : 초고주파 무선 회로/부품 설계, 능동/수동 소자 모델링 및 회로 응용, 주기 구조의 모델링 및 회로 응용 등

### 권 경 훈 (Kyunghoon Kwon)



2012년 2월 : 순천향대학교 전기통신공학과(공학사)  
 2014년 2월 : 순천향대학교 대학원 전기통신시스템공학과(공학석사)  
 2014년 7월 ~ 현재 : (주) People Works

관심분야 : 초고주파 무선 능동/수동 회로/부품 설계 분야 등

### 한 상 민 (Sang-Min Han)



1996년 2월 : 고려대 전파공학과 (공학사)  
 1998년 8월 : 고려대 대학원 전파공학과(공학석사)  
 2003년 8월 : 고려대 대학원 전파공학과(공학박사)  
 2003년 10월 ~ 2004년 11월 :

UCLA Post Doctoral Research Fellow

2005년 1월 ~ 2007년 8월 : 삼성종합기술원 전문연구원  
 2007년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 정보통신공학과 재직중  
 관심분야 : RF 시스템, Low power RF transceivers, Active integrated antenna systems 등

안 달 (Dal Ahn)



1984년 2월 : 서강대 전자공학과  
(공학사)

1986년 2월 : 서강대 대학원  
전자공학과(공학석사)

1990년 8월 : 서강대 대학원  
전자공학과(공학박사)

1990년 8월 ~ 1992년 8월 :

한국전자통신연구원 선임연구원

1992년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 전기공학과 재직중

관심분야 : RF, 마이크로파 수동소자 해석 및 설계 등

정 용 채 (Yongchae Jeong)



1989년 2월 : 서강대 전자공학과  
(공학사)

1991년 2월 : 서강대 대학원  
전자공학과(공학석사)

1996년 2월 : 서강대 대학원  
전자공학과(공학박사)

1991년 2월 ~ 1998년 2월 :

삼성전자 정보통신본부 선임연구원

1998년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 전자정보공학부 교수

관심분야 : RF, 마이크로파 회로 해석 및 설계, 이동통신  
및 위성통신용 RF 시스템 등