



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0124155
(43) 공개일자 2014년10월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 3/08 (2006.01) H01P 3/16 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0041519
(22) 출원일자 2013년04월16일
심사청구일자 없음
기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
(72) 발명자
엄순영
대전 유성구 엑스포로 448, 211동 802호 (전민동, 엑스포아파트)
김종면
대전 유성구 전민로 71, 105동 805호 (전민동, 삼성푸른아파트)
(74) 대리인
제일특허법인

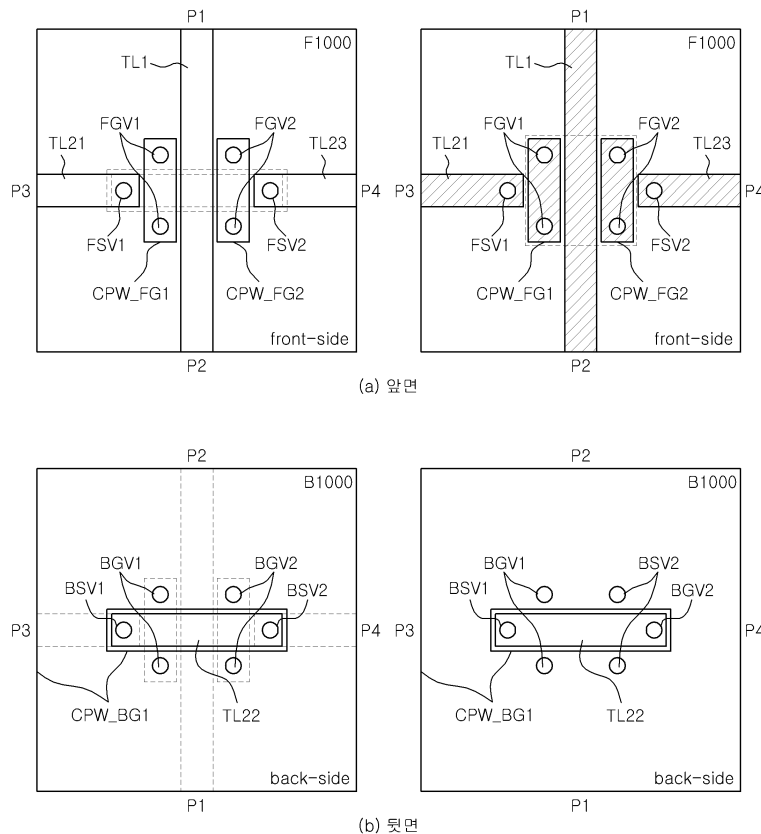
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 광대역 특성을 가지는 평면형 RF 크로스오버 구조

(57) 요약

본 발명에서는 평면형 RF 크로스오버 구조에 있어서, 동일면에 두 개의 독립적인 제1, 2 전송 선로들을 교차하도록 구현하며, 제1, 2 전송 선로들이 교차 시 교차 영역이 서로 다른 면에 구현되도록 제1 전송 선로는 상부에서 진행하고, 제2 전송 선로는 비아-홀(via-hole) 연결구조를 사용하여 하부로 전달되며, 교차 영역을 벗어나 비아-홀 연결 구조를 통해 다시 상부로 연결하되, 교차영역에 CPW형 전송 선로 구조를 적용시켜 최적의 신호 전달 특성을 얻을 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

주정호

대전 서구 만년남로3번길 92-5, 301호 (만년동)

송명선

대전 유성구 어은로 57, 101동 1204호 (어은동, 한
빛아파트)

최재익

대전 유성구 은구비남로 34, 807동 2401호 (노은동, 열매마을8단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1575000664

부처명 방송통신위원회

연구관리전문기관 한국방송통신전파진흥원

연구사업명 한국전자통신연구원연구개발지원

연구과제명 전파간섭 극복 기반 근거리 무선전송(Post-Wifi) 핵심 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2012.03.01 ~ 2015.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

RF 크로스오버 구조로서,
유전체 기관의 동일면에서 서로 교차하는 독립적으로 형성되는 제1, 제2 전송선로와,
상기 제2 전송선로와 연결되어 상기 제2 전송선로를 상기 유전체 기관의 하부면으로 연결하고, 상기 제1, 제2 전송선로가 교차하는 교차영역을 벗어나 상기 제2 전송선로를 다시 상기 유전체 기관의 상부면으로 연결시키는 제1 비아홀과,
상기 교차 영역에 신호 전달 특성의 개선을 위해 형성되는 접지용 CPW 형 전송 선로
를 포함하는 RF 크로스오버 구조.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 CPW 형 전송선로를 상기 유전체 기관의 하부면상 접지면에 연결시키는 제2 비아홀
을 더 포함하는 RF 크로스오버 구조.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 CPW 형 전송선로는,
상기 유전체 기관의 상부면에 위치한 상기 제1, 제2 전송선로의 교차 영역에서 상호 신호 간섭에 의한 신호 전달 특성을 보상하는 RF 크로스오버 구조.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 신호 전달 특성은,
입출력 정합 특성 또는 임피던스 변화 인 RF 크로스오버 구조.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 CPW 형 전송 선로는,
비아홀 구조를 통하여 상기 유전체 기관의 하부로 연결된 제2 전송 선로를 접지면과 분리시키기 위해 입출력과 동일한 특성 임피던스값을 가지는 RF 크로스오버 구조.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 유전체 기관의 하부면의 상기 제2 전송선로 주변에 직사각형 형태의 슬롯 루프를 형성하여 상기 제2 전송

선로에서의 신호 전달 특성을 개선시키는 RF 크로스오버 구조.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제1, 제2 전송선로 중심의 일부 도체 영역을 임의의 형태로 제거하여 신호 결합 영역을 기설정된 면적으로 설정하고, 상기 유전체 기판의 서로 다른 면에서 직교하는 상기 제1, 제2 전송선로의 상호 신호 결합량을 기설정된 범위로 줄이는 RF 크로스오버 구조.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제거되는 일부 도체 영역은, 다이아몬드 형태 또는 직사각형 형태로 형성되는 RF 크로스오버 구조.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제1, 제2 전송선로는, 상기 유전체 기판 상 중심 단면에 구현되고, 상하에 두 접지면을 가지는 스트립라인 구조로 형성되는 RF 크로스오버 구조.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 중심 단면에는, CPW 교차 선로 하나와 상기 두 접지면 중 하나에 또 다른 직교 CPW 교차 선로가 구현되는 RF 크로스오버 구조.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 기판의 한 면에는 RF 전송 선로가 구현되고, 다른 한면에는 직류 전원/제어 선로가 구현되어 일정 영역에서 교차하며, 상기 RF 전송 선로는 상기 교차하는 교차 영역에서 CPW형 전송 선로 구조로 형성되는 RF 크로스오버 구조.

명세서

기술분야

본 발명은 초고주파 소자/부품의 크로스오버 구조에 관한 것으로, 특히 평면형 RF 크로스오버 구조(crossover structure)에 있어서, 동일면에 두 개의 독립적인 제1, 2 전송 선로(microstrip transmission line)들을 교차하도록 구현하며, 제1, 2 전송 선로들이 교차 시 교차 영역이 서로 다른 면에 구현되도록 제1 전송 선로는 상부에서 진행하고, 제2 전송 선로는 비아-홀(via-hole) 연결구조를 사용하여 하부로 전달되며, 교차 영역을 벗어나 비아-홀 연결 구조를 통해 다시 상부로 연결하되, 최적의 신호 전달 특성을 위하여 교차영역에 CPW형 전송 선로 구조를 적용시키는 평면형 RF 크로스오버 구조에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 일반적으로, 마이크로스트립 구조의 중요한 특징은 복잡한 회로들을 단일 평면 구조로 집약할 수 있는 장점을 갖는 것이다. 그러나, 초고주파 회로의 복잡성이 증가하게 되면 독립적인 전송 선로들의 교차 문제가 발생하게 되며, 회로의 성능 열화는 물론 회로 크기 최적화에 장애 요소가 된다.
- [0003] RF 크로스오버(교차) 부품은 두 개의 독립적인 신호 선로를 허용하는 격리 특성 범위내에서 이차원 교차할 수 있도록 하는 기능을 제공함으로써 복잡한 마이크로스트립 회로의 단순한 구현을 가능하게 한다. 특히, RF 크로스오버는 다중 빔 성형 회로망(버틀러 매트릭스 구조내에 사용), 초고주파 스위치 매트릭스와 같은 복잡한 연결(와이어링)을 요구하는 초고주파 시스템에 많이 사용된다.
- [0004] 종래에 많이 사용하던 대표적인 RF 크로스오버 구조들은 도 1에서 보는 바와 같이 와이어 본딩(도선 연결) 또는 에어 브리지(air bridge) 구조, 교차 선로 주변에 임피던스 보상회로 구조, 이중 90도 하이브리드 결합기 구조 등이 있다.
- [0005] 도 1의 (a)에 도시된 와이어 본딩 구조는 가장 단순한 RF 크로스오버 구조로서, 일정한 높이 간격을 유지하며 공기층 위에 도선으로 연결하는 공정으로 거쳐야 하며, 이것은 임출력 임피던스 정합 및 격리 특성에 영향을 미친다. 교차하는 높이가 증가하면 격리 특성은 개선되나 임피던스 정합 특성이 열화되므로 설계시 상호 보완적으로 고려되어야 한다. 이러한 단순 RF 크로스오버 구조는 PCB 제작 후 와이어 본딩이라는 추가 처리 과정을 거쳐야 하는 단점이 있으므로 회로 공정이 복잡한 MMIC 공정이 많이 사용된다.
- [0006] 도 1의 (b)에 도시된 교차 선로 주변에 임피던스 보상회로 구조는 상호 격리 특성을 개선하기 위하여 교차 전송 선로 폭을 줄이며 이에 따른 임피던스 부정합 특성을 보상하기 위하여 주변에 추가적인 회로를 두는 구조로서, 추가적인 회로에 따른 크기 증가 및 제한된 대역 특성 또는 협대역 특성 등의 단점이 있다.
- [0007] 또한, 도 1의 (c)에 도시된 이중 90도 하이브리드 결합기 구조는 두 개의 90도 하이브리드 결합기를 직렬로 연결하여 사용함으로써, 두 개의 독립적인 신호 서로 교차하는 기능을 제공하나 회로 크기 증가 및 전송 선로 길이 증가에 따른 삽입 손실 증가 및 이중 90도 하이브리드 구조의 전기적 특성에 의한 협대역 특성 등의 단점이 있다.

선행기술문헌

- [0008] (특허문헌)
- [0009] 대한민국 공개특허번호 10-2006-0064606호 공개일자 2006년 06월 13일에는 양면 에지-장착 스트립라인 신호처리 모듈 및 모듈러네트워크에 관한 기술이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서, 본 발명은 평면형 RF 크로스오버 구조에 있어서, 동일면에 두 개의 독립적인 제1, 2 전송 선로들을 교차하도록 구현하며, 제1, 2 전송 선로들이 교차 시 교차 영역이 서로 다른 면에 구현되도록 제1 전송 선로는 상부에서 진행하고, 제2 전송 선로는 비아-홀(via-hole) 연결구조를 사용하여 하부로 전달되며, 교차 영역을 벗어나 비아-홀 연결 구조를 통해 다시 상부로 연결하되, 최적의 신호 전달 특성을 위하여 교차영역에 CPW형 전송 선로 구조를 적용시키는 평면형 RF 크로스오버 구조를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상술한 본 발명은 RF 크로스오버 구조로서, 유전체 기판의 동일면에서 서로 교차하는 독립적으로 형성되는 제1, 제2 전송선로와, 상기 제2 전송선로와 연결되어 상기 제2 전송선로를 상기 유전체 기판의 하부면으로 연결하고, 상기 제1, 제2 전송선로가 교차하는 교차영역을 벗어나 상기 제2 전송선로를 다시 상기 유전체 기판의 상부면으로 연결시키는 제1 비아홀과, 상기 교차 영역에 신호 전달 특성의 개선을 위해 형성되는 접지용 CPW형 전송 선로를 포함한다.

- [0012] 또한, 상기 CPW 형 전송선로를 상기 유전체 기관의 하부면상 접지면에 연결시키는 제2 비아홀을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 상기 CPW 형 전송선로는, 상기 유전체 기관의 상부면에 위치한 상기 제1, 제2 전송선로의 교차 영역에서 상호 신호 간섭에 의한 신호 전달 특성을 보상하는 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 상기 신호 전달 특성은, 입출력 정합 특성 또는 임피던스 변화 인 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 상기 CPW 형 전송 선로는, 비아홀 구조를 통하여 상기 유전체 기관의 하부로 연결된 제2 전송 선로를 접지면과 분리시키기 위해 입출력과 동일한 특성 임피던스값을 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 또한, 상기 유전체 기관의 하부면의 상기 제2 전송선로 주변에 직사각형 형태의 슬롯 루프를 형성하여 상기 제2 전송선로에서의 신호 전달 특성을 개선시키는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 또한, 상기 제1, 제2 전송선로 중심의 일부 도체 영역을 임의의 형태로 제거하여 신호 결합 영역을 기설정된 면적으로 설정하고, 상기 유전체 기관의 서로 다른 면에서 직교하는 상기 제1, 제2 전송선로의 상호 신호 결합량을 기설정된 범위로 줄이는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 상기 제거되는 일부 도체 영역은, 다이아몬드 형태 또는 직사각형 형태로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 상기 제1, 제2 전송선로는, 상기 유전체 기관 상 중심 단면에 구현되고, 상하에 두 접지면을 가지는 스트립라인 구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0020] 또한, 상기 중심 단면에는, CPW 교차 선로 하나와 상기 두 접지면 중 하나에 또 다른 직교 CPW 교차 선로가 구현되는 것을 특징으로 한다.
- [0021] 또한, 상기 유전체 기관의 한 면에는 RF 전송 선로가 구현되고, 다른 한면에는 직류 전원/제어 선로가 구현되어 일정 영역에서 교차하며, 상기 RF 전송 선로는 상기 교차하는 교차 영역에서 CPW형 전송 선로 구조로 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명은 평면형 RF 크로스오버 구조에 있어서, 동일면에 두 개의 독립적인 제1, 2 전송 선로들을 교차하도록 구현하며, 제1, 2 전송 선로들이 교차 시 교차 영역이 서로 다른 면에 구현되도록 제1 전송 선로는 상부에서 진행하고, 제2 전송 선로는 비아-홀(via-hole) 연결구조를 사용하여 하부로 전달되며, 교차 영역을 벗어나 비아-홀 연결 구조를 통해 다시 상부로 연결하되, 교차영역에 CPW형 전송 선로 구조를 적용시켜 최적의 신호 전달 특성을 얻을 수 있는 이점이 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 구조에 따르면, RF 크로스오버 회로 크기를 현저히 줄일 수 있으며, 광대역에서 우수한 입출력 정합 및 선로간 격리 특성 그리고 작은 삽입 손실 특성 등의 전기적 특성이 개선되어 다중 빔 형성 버틀러 매트릭스 등의 RF 크로스오버 소자가 사용되는 초고주파 부품들에 널리 활용될 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 종래 다양한 RF 크로스오버 구조 예시도,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 양면 기관에 구현된 RF 크로스오버 구조 예시도,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 동일 평면 도파관 선로 구조 예시도,
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 격리 특성이 향상된 RF 크로스오버 구조 예시도,
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 격리 특성 향상을 위해 전송 선로상 제거되는 도체 영역 형태 예시도,
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 RF 크로스오버의 설계 변수 및 설계 값 예시도,
- 도 7 및 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 RF 크로스오버 구조의 S 파라미터 실험 결과 그래프,
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 RF 크로스오버 구조의 격리 특성 비교 그래프,

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 RF와 직류 전원/제어 선로간 크로스오버 구조 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0026] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 상호 교차하는 영역에서 입출력 특성 임피던스 변화를 최소화할 수 있도록 하는 RF 크로스오버 구조를 도시한 것이다.
- [0027] 먼저, RF 크로스오버는 서로 독립적인 두 전송 선로가 90도로 직교 교차하는 구조로서, 상호 교차하는 영역에서는 입출력 특성 임피던스 변화를 최소화하여야 하며, 또한 교차시 상호간 결합 특성이 없도록 격리 특성이 우수하여야 한다. 이와 같은 두 조건을 만족할 경우 낮은 삽입 손실 특성과 입출력 정합 특성 그리고 격리 특성이 우수한 RF 크로스오버를 설계할 수 있다.
- [0028] 도 2를 참조하면, 유전체 기판의 양면을 이용하며, 한 면에는 두 직교 전송 선로가 입출력 되는 영역으로 사용되며, 다른 한 면은 전송 선로의 접지면으로 그리고 전송 선로들간의 직접적인 교차를 피하기 위한 연결 영역으로 사용된다.
- [0029] 본 발명에서 제안하는 RF 크로스오버 구조의 앞면(F1000)에는 입출력 단자 P1, P2와 전송 선로 TL1가 존재한다. 그리고 교차 영역에서 발생하는 TL22 전송 선로에 의한 TL1 선로 접지면의 변형에 따른 특성 임피던스 변화를 보상해 주기 위한 목적으로 마이크로스트립 선로(Microstrip line)에서 동일 평면 도파관 선로(Coplanar waveguide line)로 변환시켜 주는 영역이 존재한다. 즉, TL1 전송 선로의 교차 영역의 신호 접지 제공용으로 사용되는 CPW_FG1, CPW_FG2 전송 선로와 이 전송 선로들과 아래 접지면을 연결시켜 주기 위하여 CPW_FG1, CPW_FG2 전송 선로의 양끝에 위치하는 2 쌍의 비아-홀(Via-hole) FGV1, FGV2로 구성된다.
- [0030] RF 크로스오버 앞면(F1000)에 표시된 비아-홀들 FGV1, FGV2는 뒷면(B1000)에 표시된 비아-홀들 BGV1, BGV2와 각각 연결된다. 그러므로, 입력 단자 P1 으로 입력된 신호는 마이크로스트립 전송 선로 영역과 동일 평면 도파관 선로(교차 영역) 그리고 다시 마이크로스트립 전송 선로 영역을 거쳐 출력 단자 P2로 출력된다. 이때, RF 크로스오버는 비가역성 회로이므로 P1 과 P2 의 입력 및 출력 단자는 서로 반대로 바뀔 수 있다.
- [0031] 또한, 입출력 단자 P1, P2와 전송 선로 TL1과 서로 독립적이며, 상호 직교하는 방향에 위치한 입출력 단자 P3, P4와 전송 선로 TL21, TL23가 존재한다. 그리고 RF 크로스오버 구조의 뒷면(B1000)에 위치한 전송 선로 TL22와 교차영역이 존재한다. 그리고 교차 영역에서 발생하는 TL1, CPW_FG1, CPW_FG2 전송 선로들에 의한 간섭 영향을 고려한 전송 선로 TL22의 특성 임피던스 변화를 보상해 주기 위한 목적으로 마이크로스트립 선로에서 동일 평면 도파관 선로로 변환시켜 주는 영역 즉, TL22 전송 선로의 교차 영역의 신호 접지 제공용으로 사용되는 CPW_BG1 접지면으로 구성된다.
- [0032] 그리고 전송 선로 TL21과 TL22를 연결시켜 주는 비아-홀 FSV1과 전송 선로 TL22과 TL23를 연결시켜 주는 비아-홀 FSV2을 포함한다. RF 크로스오버 앞면(F1000)에 표시된 비아-홀들 FSV1, FSV2는 뒷면(B1000)에 표시된 비아-홀들 BSV1, BSV2와 각각 연결된다. 이때, 비아-홀 FSV1, FSV2를 통하여 하부로 연결된 TL22 전송 선로를 접지면과 분리시키기 위하여 그리고 입출력과 동일한 특성 임피던스 값을 갖는 동일 평면 도파관 선로 구조를 형성하기 위하여, TL22 전송 선로 주변에 최적의 직사각형 슬롯-루프를 형성한다.
- [0033] 그러므로, 입력 단자 P3로 입력된 신호는 마이크로스트립 전송 선로 영역과 동일 평면 도파관 선로(교차 영역) 그리고 다시 마이크로스트립 전송 선로 영역을 거쳐 출력 단자 P4로 출력된다. 이때, RF 크로스오버는 비가역성 회로이므로 P3과 P4 의 입력 및 출력 단자는 서로 반대로 바뀔 수 있다.
- [0034] 한편, 본 발명의 교차 영역에 사용되는 동일 평면 도파관 선로(TL1과 CPW_FG1, CPW_FG2 영역 그리고 TL22와 CPW_BG1영역)의 특성 임피던스를 각 입출력 특성 임피던스와 동일하게 유지하기 위해선 도 3과 같은 기본적인 동일 평면 도파관 선로 구조를 이용할 수 있다.
- [0035] 또한, 도 3과 같은 기본적인 동일 평면 도파관 선로 구조에 대한 설계는 하기의 [수학식 1] 내지 [수학식 4]를 사용하여 최적화 설계할 수 있다. 동일 평면 도파관 선로의 특성 임피던스를 특정한 값(예들 들어, 50 W)으로

유지하기 위해선 선로 폭(Width)과 선로 폭과 접지 사이의 간격(Gap)을 조절하여야 하며, 이 중에서 간격이 특성 임피던스에 더 크게 영향을 미친다. 이 때, 동일 평면 도파관 선로 설계는 반대쪽에 놓여지는 레이아웃 패턴 형상도 고려하여야 한다.

수학식 1

$$Z_o = \frac{30\pi K(k')}{\sqrt{\epsilon_e} K(k)}$$

[0036]

수학식 2

$$\epsilon_e = 1 + \frac{\epsilon_r - 1 K(k')K(k_1)}{2 K(k)K(k_1')}$$

[0037]

수학식 3

$$\frac{K(k)}{K'(k)} = \begin{cases} \left[\frac{1}{\pi} \ln \left(2 \frac{1+\sqrt{k'}}{1-\sqrt{k'}} \right) \right]^{-1} & \text{for } 0 \leq k \leq 0.7 \\ \frac{1}{\pi} \ln \left(2 \frac{1+\sqrt{k}}{1-\sqrt{k}} \right) & \text{for } 0.7 \leq k \leq 1 \end{cases}$$

[0038]

수학식 4

$$k = \frac{A}{B}, \quad A = \frac{W}{2}, \quad B = \frac{W}{2} + G, \quad k_1 = \frac{\sinh(0.5\pi AH)}{\sinh(0.5\pi BH)}$$

[0039]

여기서, $K'(k) = K(k')$, $k' = \sqrt{1-k^2}$, ϵ_e 는 유효 유전 상수(effective dielectric constant), K 함수는 완전한 제 1 차 타원 함수를 나타내며, 또한 K'는 K의 상보 함수를 나타낸다.

[0040]

또한, 본 발명에서 제안하는 F1000/B1000 RF 크로스오버 구조의 격리 특성을 향상시키기 위하여 도 4의 F2000/B2000 RF 크로스오버 구조를 제안한다. 서로 다른 면에서 직교하는 TL1과 TL2 전송 선로의 신호 결합 영역을 최소화(신호 결합 캐패시턴스 최소화)함으로써 그리고 유전체 두께를 증가시킴으로써 두 직교 교차 전송 선로간의 상호 격리 특성을 개선시킬 수 있다.

[0041]

그리고, 도 5에서와 같이 신호 결합 영역을 최소화하기 위하여 TL1, TL2 전송 선로 중심 도체 영역을 제거할 때, 다이아몬드 형태 또는 직사각형 형태 등 임의의 형태로 구성할 수 있다.

[0042]

일 실시 예로, 본 발명에서 제안하는 평면형 RF 크로스오버 구조의 전기적 특성을 확인하기 위하여 MW CST 상용 설계 시뮬레이터를 사용하여 설계하였다. 설계에 사용된 유전체 기판은 Taconic사 TLY-5A 기판으로 유전율 $\epsilon_r=2.17$, 유전체 두께 $H=0.508$ mm(20 mils) 그리고 동박 두께 $T=0.035$ mm(1 oz.)이며, 일 실시 예로 설계된 RF 크로스오버(crossover)의 설계 변수 및 설계 값은 도 6 에 제시하였다.

[0043]

도 6을 참조하면, 일 실시 예로 제시된 RF 크로스오버(crossover)의 설계 변수 및 설계 값은 아래와 같다.

[0044]

도 6의 (a)에 도시된 앞면에서는 $W_1=1.56$ mm, $S_1=0.15$ mm, $S_2=0.20$ mm, $D_{11}=4.00$ mm, $D_{12}=1.00$ mm, $D_{13}=2.00$ mm, $G_1=3.71$ mm, $G_2=1.00$ mm, $G_3=2.71$ mm, $d=0.55$ mm 이다.

[0045]

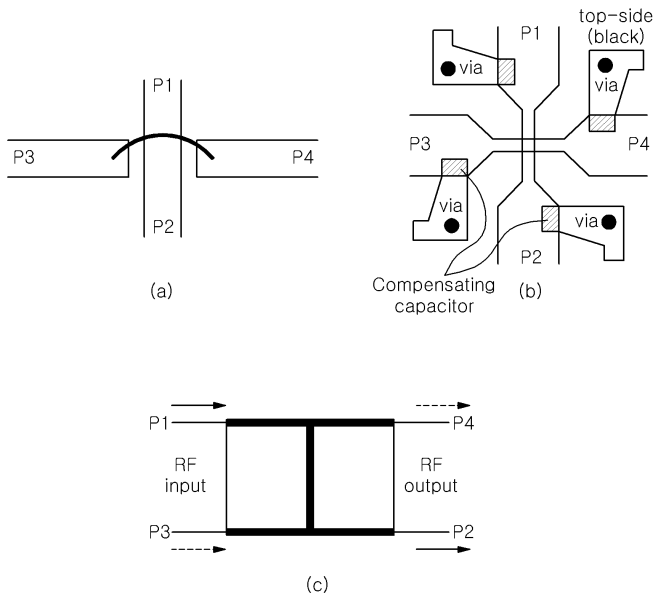
- [0046] 도 6의 (b)에 도시된 뒷면에서는 $W_2=1.40\text{mm}$, $L_1=6.26\text{mm}$, $L_2=5.26\text{mm}$, $G_4=6.66\text{mm}$, $G_5=1.71\text{mm}$, $D_{21}=3.56\text{mm}$, $D_{22}=1.00\text{mm}$, $D_{23}=1.56\text{mm}$ 이다.
- [0047] 일 실시 예로 실시된 본 발명에서 제안하는 F1000/B1000 RF 크로스오버 구조에 대한 설계 변수 및 설계 값은 도 6 에서 다이아몬드 형태만 없는 경우로서, 그것의 S-파라미터 시뮬레이션 결과는 도 7에 제시하였다.
- [0048] 즉, 도 7은 F1000/B1000 RF 크로스오버 구조의 S파라미터 시뮬레이션 결과를 도시한 것이다.
- [0049] 도 7에 도시된 바와 같이, 0~20 GHz의 광대역 주파수 대역에서 삽입 손실은 -0.8 dB 이하, 입출력 정합 특성은 -19.8 dB 이하 그리고 격리 특성은 -17.7 dB 이하의 양호한 전기적인 특성을 보여줌을 알 수 있다.
- [0050] 또한, 일 실시 예로 실시된 본 발명에서 제안하는 F2000/B2000 RF 크로스오버 구조에 대한 설계 변수 및 설계 값은 도 6 에 제시한 것과 동일하며, 그것의 S-파라미터 시뮬레이션 결과는 도 8 에 제시하였다.
- [0051] 도 8에 도시된 바와 같이, 입출력 정합 특성 열화에 따라 대역폭이 약간 줄어드는 현상을 보이나 이것은 전송 선로의 특성 임피던스 변화에 따른 것으로 최적화 설계 과정을 통하여 개선시킬 수 있다. 일 실시 예로 설계된 RF 크로스오버의 최적화 주파수 대역은 0~16 GHz로, 동작 대역내에서 삽입 손실은 -0.45 dB 이하, 입출력 정합 특성은 -19.8 dB 이하 그리고 격리 특성은 -24.8 dB 이하의 우수한 전기적인 특성을 보여줌을 알 수 있다.
- [0052] 도 9. 전송 선로 교차 영역의 도체 중심 영역 제거 유무에 따른 RF 크로스오버 구조의 격리 특성 비교 그래프이다.
- [0053] 즉, 도 9는 F1000/B1000 RF 크로스오버 구조와 F2000/B2000 RF 크로스오버 구조에서와 같이 전송 선로 교차 영역내 도체 중심 영역 제거 유무에 따른 RF 크로스오버 구조의 격리 특성 비교 결과를 보여준다. 다이아몬드 형태로 도체 영역을 제거하였을 경우 0~20 GHz 주파수 대역에서 약 7 dB 개선 효과가 있음을 알 수 있다.
- [0054] 도 10 본 발명에서 제안하는 RF와 직류 전원/제어 선로간 크로스오버(crossover) 구조를 도시한 것이다.
- [0055] 도 10을 참조하면, 유전체 기판의 상부에 있는 RF 전송 선로(F3000)와 하부에 있는 직류 전원/제어 선로(B3000)가 일정 영역에서 교차함을 보여준다.
- [0056] 교차 영역에서의 RF 전송 선로의 전기적인 특성을 보상 즉, 입출력 특성 임피던스를 보상하기 위하여 도2 에서 기술한 바와 동일한 방법으로, 마이크로스트립 선로(Microstrip line)에서 동일 평면 도파관 선로(Coplanar waveguide line)로 변환시켜 주는 영역을 포함한다. 즉, TL1 전송 선로의 교차 영역의 신호 접지 제공용으로 사용되는 CPW_FG1, CPW_FG2 전송 선로와 이 전송 선로들과 아래 접지면을 연결시켜 주기 위하여 CPW_FG1, CPW_FG2 전송 선로의 양끝에 위치하는 2 쌍의 비아-홀(Via-hole) FGV1, FGV2로 구성된다.
- [0057] RF 크로스오버 앞면(F3000)에 표시된 비아-홀들 FGV1, FGV2는 뒷면(B3000)에 표시된 비아-홀들 BGV1, BGV2와 각각 연결된다. 그러므로, 입력 단자 P1 으로 입력된 신호는 마이크로스트립 전송 선로 영역과 동일 평면 도파관 선로(교차 영역) 그리고 다시 마이크로스트립 전송 선로 영역을 거쳐 출력 단자 P2로 출력된다. 이 때, RF 크로스오버는 비가역성 회로이므로 P1 과 P2 의 입력 및 출력 단자는 서로 반대로 바뀔 수 있다.
- [0058] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 평면형 RF 크로스오버 구조에 있어서, 동일면에 두 개의 독립적인 제1, 2 전송 선로들을 교차하도록 구현하며, 제1, 2 전송 선로들이 교차 시 교차 영역이 서로 다른 면에 구현되도록 제1 전송 선로는 상부에서 진행하고, 제2 전송 선로는 비아-홀(via-hole) 연결구조를 사용하여 하부로 전달되며, 교차 영역을 벗어나 비아-홀 연결 구조를 통해 다시 상부로 연결하되, 교차영역에 CPW형 전송 선로 구조를 적용시켜 최적의 신호 전달 특성을 얻을 수 있다.
- [0059] 한편 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에 속 벗어나지 않고 실시될 수 있다. 따라서 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위에 의해 정하여져야 한다.

부호의 설명

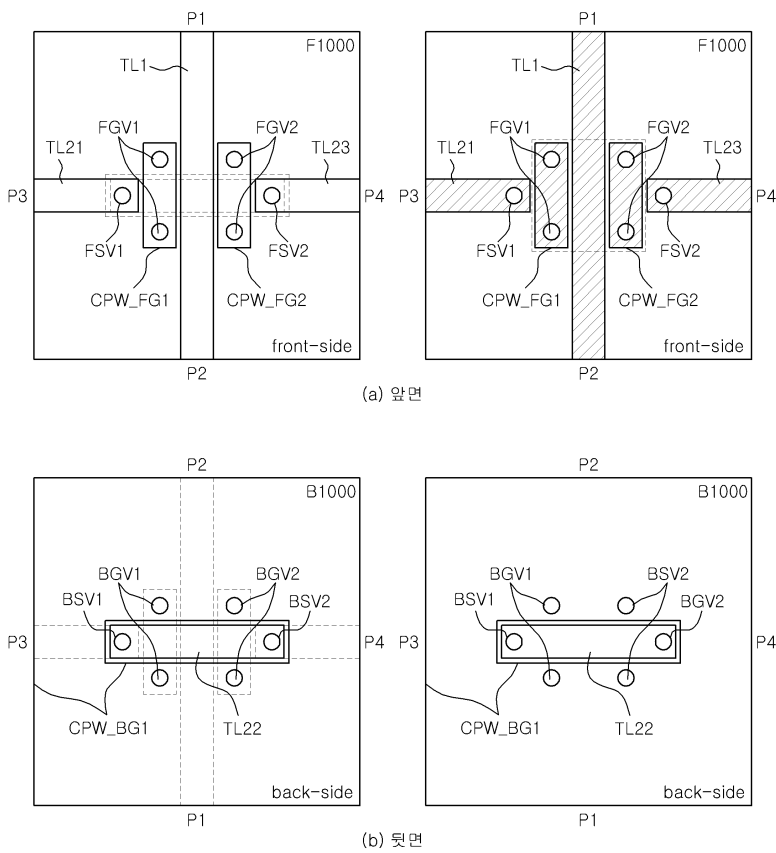
- [0060] P1, P2 : 입출력 단자 TL1, TL22 : 전송선로
- FSV1, FSV2 : 비아홀 CPW_FG1, CPW_FG2 : 전송선로

도면

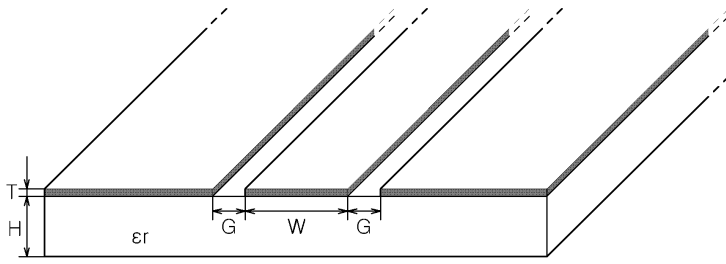
도면1



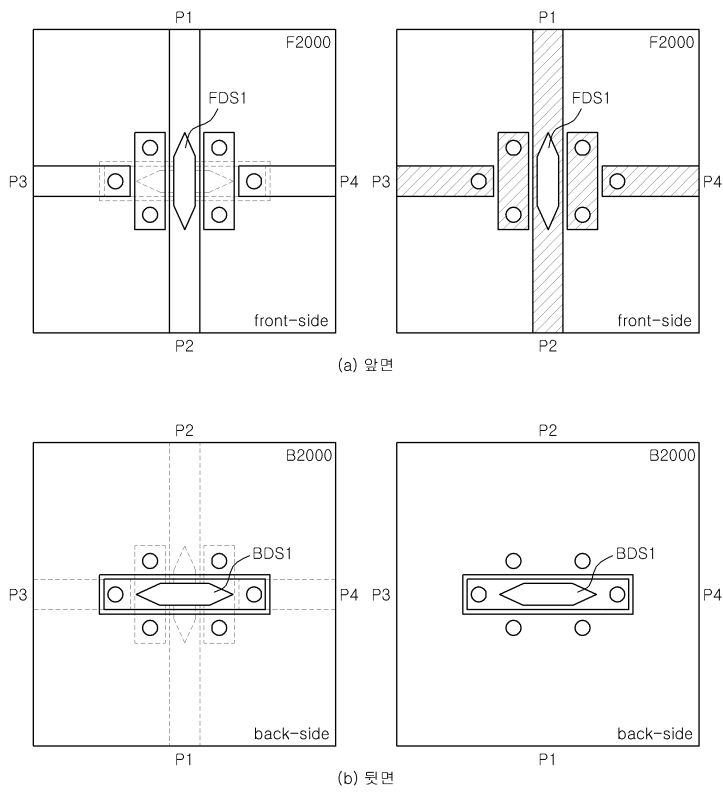
도면2



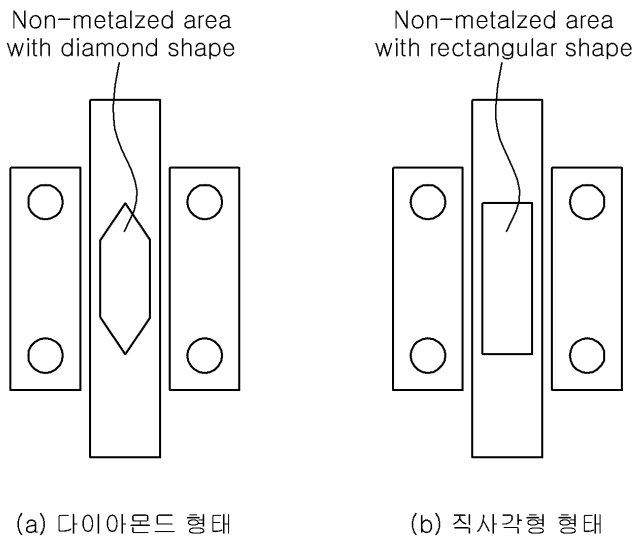
도면3



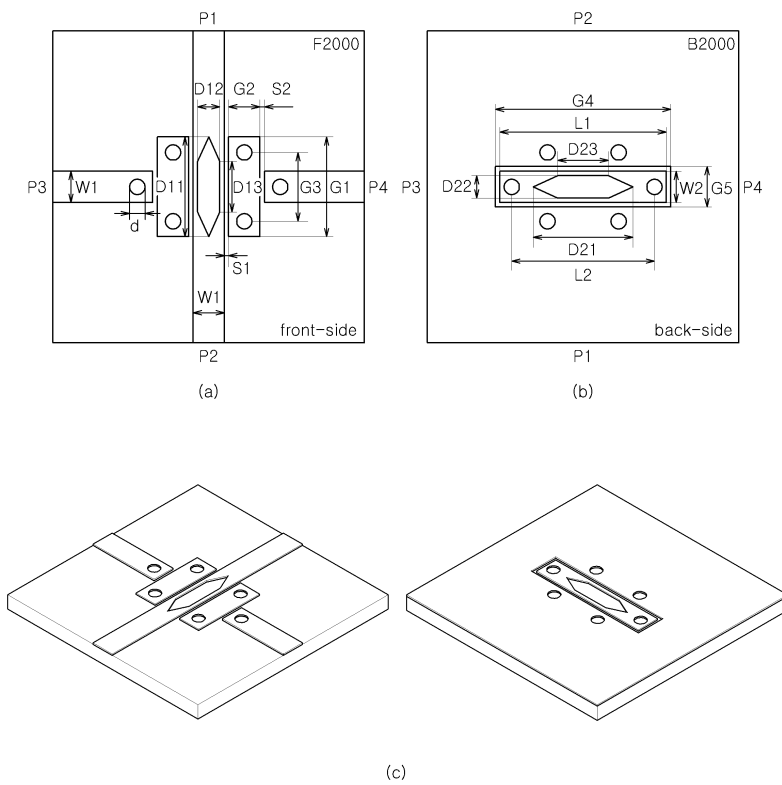
도면4



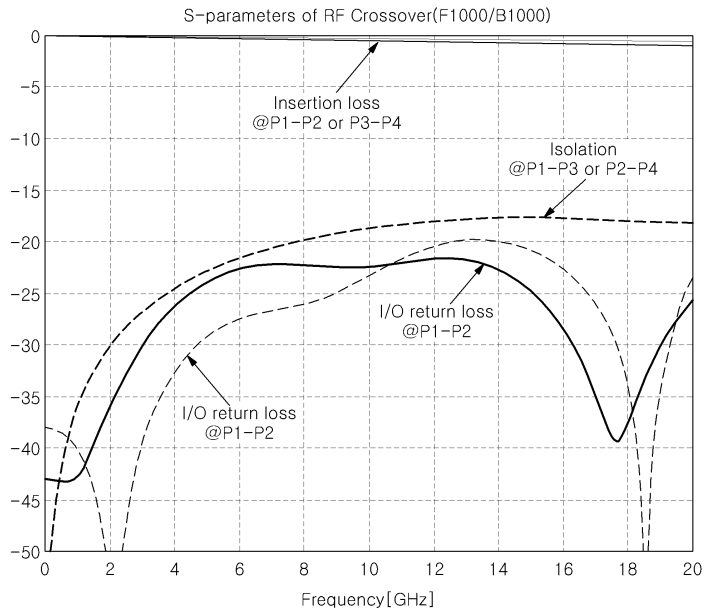
도면5



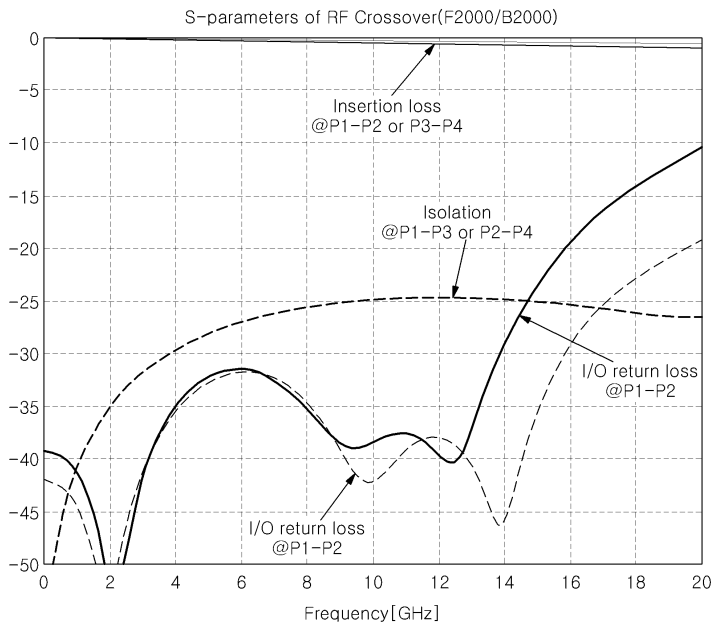
도면6



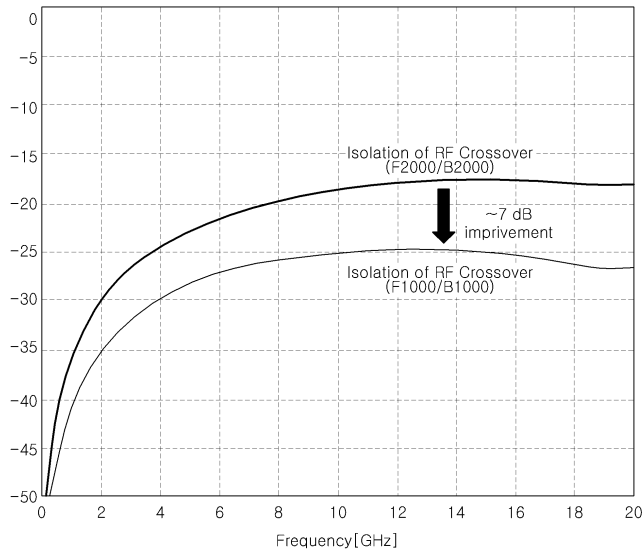
도면7



도면8



도면9



도면10

