



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0056214
(43) 공개일자 2020년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 3/02 (2006.01) H01P 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 3/026 (2013.01)
H01P 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0140245
(22) 출원일자 2018년11월14일
심사청구일자 2018년11월14일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
이재훈
서울특별시 양천구 목동동로 100, 1306동 406호
(신정동, 목동신시가지아파트13단지)
임재혁
서울특별시 영등포구 가마산로 312, 2동 1012 (대
림동, 신동아아파트)
(74) 대리인
이기성

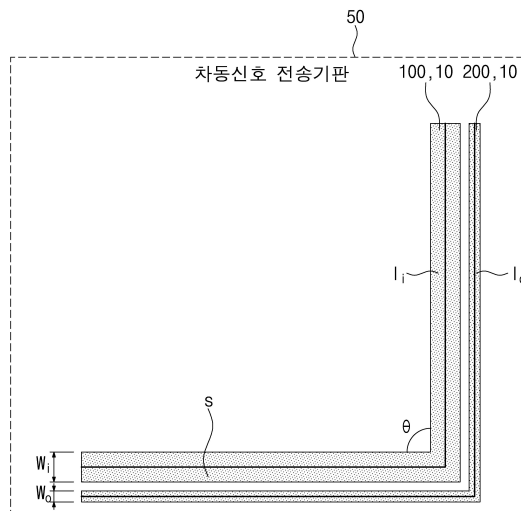
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 구부러진 선로의 노이즈를 감소시킬 수 있는 비대칭 결합 선로 및 그 형성 방법

(57) 요약

본 출원의 일 실시예에 따르는 비대칭 결합 선로는, 소정 각도 구부러져 연장된 제1 선로 및 상기 제1 선로와 동일한 각도로 구부러져 연장되며, 상기 제1 선로와 평행하도록 배치된 제2 선로를 포함하며, 상기 제2 선로의 길이는 상기 제1 선로의 길이보다 길고, 상기 제2 선로의 폭은 상기 제1 선로의 폭보다 좁다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711073387

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 SW전문인력역량강화

연구과제명 SW중심대학(고려대)

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

소정 각도 구부러져 연장된 제1 선로; 및

상기 제1 선로와 동일한 각도로 구부러져 연장되며, 상기 제1 선로와 평행하도록 배치된 제2 선로를 포함하며,

상기 제2 선로의 길이는 상기 제1 선로의 길이보다 길고, 상기 제2 선로의 폭은 상기 제1 선로의 폭보다 좁은, 비대칭 결합 선로.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제2 선로의 폭이 좁을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소하는 비대칭 결합 선로.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 선로의 폭이 좁을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소하는 비대칭 결합 선로.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제2 선로는 상기 제1 선로로부터 소정 거리 이격 되도록 배치되며,

상기 제2 선로와 상기 제1 선로 사이의 이격 거리가 짧을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소하는 비대칭 결합 선로.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 이격 거리는 상기 제1 및 제2 선로를 따라 형성된 차동모드 임피던스에 비례하는 비대칭 결합 선로.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 각도가 0도에서 90도 방향으로 변할수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소하는 비대칭 결합 선로.

청구항 7

제6항에 있어서,

제1항에 있어서,

상기 제1 선로 또는 상기 제2 선로 중 어느 하나의 폭이 넓을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 증가하는 비대칭 결합 선로.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제2 선로의 길이는, 다음의 계산식(1)를 통해 계산되고,

상기 계산식(1)은, $l_o = l_i + \cot \frac{\theta}{2} (w_i + w_o + 2s)$ 이고,

여기서, l_i 는 상기 제1 선로의 길이이고, w_i 는 상기 제1 선로의 폭이며, w_o 는 상기 제2 선로의 폭이고, s 는 상기 제1 및 제2 선로 사이의 이격 거리이며, θ 는 구부러진 각도인 비대칭 결합 선로.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 선로의 길이는, 다음의 계산식(2)를 통해 계산되고,

상기 계산식(2)는, $l_i = VL$ 이며,

여기서, V 는 $V = v_i / (v_o - v_i)$ 계산식(3)을 통해 계산되는 파라미터이고, D 는 $D = \cot \frac{\theta}{2} (w_i + w_o + 2s)$ 계산식(4)를 통해 계산되는 파라미터이며,

이때, v_o 는 상기 제1 선로의 위상속도이고, v_i 는 상기 제2 선로의 위상속도인 비대칭 결합 선로.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제2 선로의 위상속도는 상기 제1 및 제2 선로의 길이 비율과 상기 제1 선로의 위상속도에 기초하여, 보상되는 비대칭 결합 선로.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 제1 선로의 위상속도는 다음의 계산식(5)을 통해 결정되고,

상기 계산식(5)는 $v_{(i)} = \frac{1}{\sqrt{L_{(i)} C_{(i)}}}</$

상기 제2 선로의 유효유전율은 상기 제2 선로의 폭에 비례하는 비대칭 결합 선로.

청구항 16

비대칭 결합 선로를 형성하는 비대칭 결합 선로 형성 방법으로서,

제1 선로의 폭과 구부러진 각도가 결정되면, 차동신호 전송기판에 상기 제1 선로를 형성하는 단계;

상기 제1 선로의 폭에 따라, 제2 선로의 폭을 좁게 설정하는 단계;

상기 제1 및 제2 선로의 폭에 따라, 기설정된 차동모드 임피던스 리스트로부터 기준 임피던스에 해당하는 이격 거리를 추출하여 설정하는 단계;

상기 제1 선로의 폭, 상기 제2 선로의 폭 및 상기 이격 거리를 이용하여, 상기 제1 선로의 위상속도와 상기 제2 선로의 위상속도를 계산하는 단계;

상기 제1 및 제2 선로 간의 위상속도 차이에 기초하여, 상기 제2 선로의 폭, 상기 이격 거리 및 상기 구부러진 각도 중 적어도 어느 하나를 결정하는 단계; 및

상기 적어도 어느 하나에 기초하여, 상기 제2 선로를 차동신호 전송기판의 일면에 형성하는 단계를 포함하는 비대칭 결합 선로 형성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 비대칭 결합 선로 및 그 형성 방법에 관한 것으로, 특히, 구부러진 차동 선로에서 길이가 긴 선로의 폭을 좁게 형성하는 비대칭 결합 선로 및 그 형성 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 디지털 시스템은 높은 물리적 압축성과 높은 데이터 전송속도 구현을 목표로 빠르게 발전하고 있으며, 데이터 전송속도는 다음 세대에 이르러 20 Gbps를 넘어설 것으로 예측된다. 이러한 발전으로 인하여, 회로 보드에 서의 전자기 잡음에 의한 신호 간섭 문제가 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

[0003] 특히, 디지털 시스템에서 신호 무결성을 유지하는 것은 매우 중요하며, 전자기 잡음에 의한 신호 간섭을 해결하기 위하여, 차동 선로 기술이 사용되고 있다. 보다 구체적으로, 차동 선로 기술은 전송 신호 간의 위상차이를 180° 유지시켜 전송하는 기술이다.

[0004] 한편, 디지털 시스템의 실제 회로는 비대칭적인 구조로 인하여, 전송 신호 간의 위상차이를 180° 유지시키는 데 어려움이 있다. 특히, 구

동일한 각도로 구부러져 연장되며, 상기 제1 선로와 평행하도록 배치된 제2 선로를 포함하며, 상기 제2 선로의 길이는 상기 제1 선로의 길이보다 길고, 상기 제2 선로의 폭은 상기 제1 선로의 폭보다 좁다.

[0008] 실시예에 있어서, 상기 제2 선로의 폭이 좁을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소한다.

[0009] 실시예에 있어서, 상기 제1 선로의 폭이 좁을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소한다.

[0010] 실시예에 있어서, 상기 제2 선로는 상기 제1 선로로부터 소정 거리 이격 되도록 배치되며, 상기 제2 선로와 상기 제1 선로 사이의 이격 거리가 짧을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소한다.

[0011] 실시예에 있어서, 상기 이격 거리는 상기 제1 및 제2 선로를 따라 형성된 차동모드 임피던스에 비례한다.

[0012] 실시예에 있어서, 상기 각도가 0도에서 90도 방향으로 변할수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소한다.

[0013] 실시예에 있어서, 상기 각도가 90도에서 0도 방향으로 변할수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 증가한다.

[0014] 실시예에 있어서, 상기 제2 선로의 길이가 짧을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 감소한다.

[0015] 실시예에 있어서, 상기 제1 선로 또는 상기 제2 선로 중 어느 하나의 폭이 넓을수록, 상기 제1 및 제2 선로 간의 길이 차이는 증가한다.

[0016] 실시예에 있어서, 상기 제2 선로의 길이는, 다음의 계산식(1)을 통해 계산되고,

[0017] 상기 계산식(1)은, $l_o = l_i + \cot \frac{\theta}{2} (w_i + w_o + 2s)$ 이고,

[0018] 여기서, l_i 는 상기 제1 선로의 길이이고, w_i 는 상기 제1 선로의 폭이며, w_o 는 상기 제2 선로의 폭이고, s 는 상기 제1 및 제2 선로 사이의 이격 거리이며, θ 는 구부러진 각도이다.

[0019] 실시예에 있어서, 상기 제1 선로의 길이는, 다음의 계산식(2)을 통해 계산되고, 상기 계산식(2)는, $l_i = VL$ 이며, 여기서, V 는 $V = v_i / (v_o - v_i)$ 계산식(3)을 통해 계산되는 파라미터이고, D 는 $D = \cot \frac{\theta}{2} (w_i + w_o + 2s)$ 계산식(4)를 통해 계산되는 파라미터이며, 이때, v_o 는 상기 제1 선로의 위상속도이고, v_i 는 상기

발명의 효과

- [0025] 본 출원의 실시예에 따르는 비대칭 결합 선로 및 그 형성 방법은, 구부러진 차동 선로의 위상속도를 보상하여 넓은 대역폭에서의 공통모드 잡음발생을 최소화시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 구조가 간단하여, 신호 무결성 분야에 쉽게 적용가능하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 출원의 실시예에 따른 차동 신호를 전송하기 위한 비대칭 결합 선로의 구조도이다.
- 도 2는 도 1의 비대칭 결합 선로가 적용된 차동신호 전송기판에 대한 실시 예이다.
- 도 3은 종래의 차동신호 전송기판에 대한 실시 예이다.
- 도 4는 도 1의 제2 선로의 폭에 따라 변화되는 제1 및 제2 선로에서의 위상속도 차이를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 제1 및 제2 선로 사이의 이격 거리에 따라 차동모드 임피던스의 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 도 1의 비대칭 결합 선로의 공통모드 잡음노이즈 특성을 나타내는 시뮬레이션 그래프이다.
- 도 7은 도 1의 비대칭 결합 선로에 대한 차동 신호의 전송 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 도 6의 타입에 따라 측정된 아이 다이어그램(eye-diagram)을 비교한 그래프이다.
- 도 9는 도 1의 비대칭 결합 선로를 차동신호 전송기판에 형성하는 차동선로 형성장치의 동작 프로세스이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 명세서에 개시되어 있는 본 출원의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 출원의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 출원의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태들로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.
- [0029] 본 출원의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 출원의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 출원의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0030] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 출원의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1구성요소는 제2구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2구성요소는 제1구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가

미로 해석되지 않는다.

- [0034] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 출원의 바람직한 실시 예를 설명함으로써, 본 출원을 상세히 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 출원의 실시예에 따른 차동 신호를 전송하기 위한 비대칭 결합 선로(10)의 구조도이다.
- [0036] 도 1을 참조하면, 비대칭 결합 선로(10)는 제1 선로(100) 및 제2 선로(200)를 포함할 수 있다.
- [0037] 먼저, 제1 선로(100)는 소정 각도(θ)로 구부러져 연장될 수 있다. 여기서, 제1 선로(100)는 차동 신호 중 포지티브 신호(positive signal)를 전송하는 선로일 수 있다. 예를 들면, 도체물질의 가느다란 금속 패턴으로 차동 신호 전송기관(50)에 형성될 수 있다. 차동신호 전송기관(50)은 이하의 도 2에서 구체적으로 설명될 것이다. 이때, 금속 패턴은 마이크로스트립(microstrip) 형태의 커플드 라인(coupled)으로 형성될 수 있다.
- [0038] 다음으로, 제2 선로(200)는 제1 선로(200)와 동일한 각도(θ)로 구부러져 연장되고, 제1 선로(200)와 평행하도록 배치될 수 있다. 여기서, 제2 선로(200)는 차동 신호 중 네거티브 신호(negative signal)를 전송하는 선로일 수 있다. 예를 들면, 제2 선로(200)는 제1 선로(200)에 대향하도록 배치되고, 제1 선로(100)의 배치 형상과 동일한 형상으로 형성되고, 도체물질의 가느다란 금속 패턴으로 차동신호 전송기관(50)에 형성될 수 있다.
- [0039] 또한, 제2 선로(200)는 제1 선로(100)에 구부러진 각도(θ)에 대해 외측에 위치한 선로로서, 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 길이(l_i)보다 길게 형성될 수 있다. 예를 들면, 제1 선로(100)는 구부러진 방향의 내측에 위치한 내측 선로이고, 제2 선로(200)는 구부러진 방향의 외측에 위치한 외측 선로이기 때문에, 외측 선로에 해당하는 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 내측 선로에 해당하는 제1 선로(100)의 길이(l_i)보다 길게 형성될 수 있다. 이에 따라, 제2 선로(200)의 네거티브 신호에 대한 위상속도는 제1 선로(100)의 포지티브 신호에 대한 위상속도보다 지연될 수 있다.
- [0040] 또한, 제2 선로(200)의 폭(w_o)은 제1 선로(100)의 폭(w_i)보다 좁게 형성될 수 있다. 즉, 제1 및 제2 선로(100, 200) 간의 길이 차이로 인하여 발생하는 제2 선로(200)의 위상속도의 지연을 보상하기 위하여, 제2 선로(200)의 폭(w_o)은 제1 선로(100)의 폭(w_i)보다 좁게 형성될 수 있다.
- [0041] 여기서, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 위상속도 비율은 π 전송모드에서 동일한 전송시간에 기초하여, 제1 및 제2 선로(100, 200) 간의 길이 비율(l_i , l_o)에 대응될 수 있다. 예를 들면, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 위상속도 비율이 증가할수록 제1 및 제2 선로(100, 200) 간의 길이 비율(l_i , l_o)은 증가하고, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 위상속도 비율이 감소할수록 제1 및 제2 선로(100,

수 있다. 여기서, 제2 선로(200)는 제1 선로(100)로부터 소정거리 이격되도록 배치될 수 있다.

- [0049] 보다 구체적으로, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)가 길수록 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 길이 차이는 증가할 수 있다. 또한, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)가 짧을수록 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 짧게 형성되어, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 길이 차이는 감소할 수 있다.
- [0050] 본 출원에서, 제2 선로(200)의 길이(l_o)가 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 짧게 형성됨이라 함은, 제2 선로(200)의 길이(l_o)가 제1 선로(100)의 길이(l_i)보다 짧게 형성되는 것이 아니라, 제1 선로(100)의 길이(l_i)보다 길게 형성되는 동시에, 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 점점 짧게 형성됨을 의미할 수 있다.
- [0051] 이때, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이에 형성되는 차동모드 임피던스는 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)에 따라 변화될 수 있다. 여기서, 차동모드 임피던스는 제1 선로(100)와 제2 선로(200)를 통해 전송되는 차동 신호에 대한 제1 선로(100)의 임피던스 및 제2 선로(200)의 임피던스 간의 임피던스합을 의미할 수 있다.
- [0052] 또한, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이에 형성된 차동모드 임피던스는 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)에 비례할 수 있다. 즉, 이격 거리(s)가 짧을수록 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이에 형성된 차동모드 임피던스는 점점 감소되고, 이격 거리(s)가 길수록 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이에 형성된 차동모드 임피던스는 점점 증가될 수 있다.
- [0053] 다른 실시예에 따라, 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 구부러진 각도(θ)에 따라, 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 길이 차이는 증가할 수 있다.
- [0054] 보다 구체적으로, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 구부러진 각도(θ)가 0도에서 90도 방향으로 변할수록 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 길이 차이는 증가할 수 있다. 또한, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)의 구부러진 각도(θ)가 90도에서 180도 방향으로 변할수록 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 길이(l_i)를 기준으로 짧게 형성되어, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 길이 차이는 감소할 수 있다.
- [0055] 또 다른 실시예에 따라, 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 제1 선로(100)의 폭(w_i) 또는 제2 선로(200)의 폭(w_o)에 따라, 제1 선로(100)의 길이

- [0060] 다음의 계산식(2)는, $l_i = VL$ 이며,
- [0061] 여기서, V 는 $V = v_i / (v_o - v_i)$ (3)을 통해 계산되는 파라미터이고, D 는 $D = \cot \frac{\theta}{2} (w_i + w_o + 2s)$ (4)를 통해 계산되는 파라미터이며, 이때, v_i 는 제1 선로(100)의 위상속도이고, v_o 는 제2 선로(200)의 위상속도일 수 있다.
- [0062] 보다 구체적으로, 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제1 선로(100)의 폭(w_i)과 제2 선로(200)의 폭(w_o), 및 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s) 중 적어도 어느 하나에 따라, 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 짧게 형성될 수 있다.
- [0063] 즉, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 제1 선로(100)의 폭(w_i)과 제2 선로(200)의 폭(w_o), 및 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s) 중 적어도 어느 하나에 따라, 증가할 수 있다.
- [0064] 일 실시예에 따라, 제1 선로(100)의 폭(w_i)이 좁을수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 짧게 형성되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 증가할 수 있다. 또한, 제1 선로(100)의 폭(w_i)이 길수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 감소할 수 있다.
- [0065] 본 출원에서, 제1 선로(100)의 길이(l_i)가 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 길게 형성됨이라 함은, 제1 선로(100)의 길이(l_i)가 제2 선로(200)의 길이(l_o)보다 길게 형성되는 것이 아니라, 제2 선로(200)의 길이(l_o)보다 작게 형성되는 동시에, 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 점점 길게 형성됨을 의미할 수 있다.
- [0066] 다른 실시예에 따라, 제2 선로(200)의 폭(w_o)이 좁을수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 짧게 형성되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 증가할 수 있다. 또한, 제2 선로(200)의 폭(w_o)이 길수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 감소할 수 있다.
- [0067] 또 다른 실시예에 따라, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)가 짧을수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 짧게 형성되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 간의 길이 차이는 증가할 수 있다. 또한, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)가 길수록 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 제2 선로(200)의 길이(l_o)를 기준으로 길게 형성되어, 제1 선로(100)와 제

함된 제1 선로(100)의 단위길이당 인덕턴스와 단위길이당 커패시턴스의 곱은 제2 임피던스에 포함된 제2 선로(200)의 단위길이당 인덕턴스와 커패시턴스의 곱보다 클 수 있다. 이는, 제2 선로(200)의 위상속도(v_o)가 제1 선로(100)의 위상속도(v_i)를 기준으로, 보상되었기 때문에, 제2 임피던스에 포함된 제2 선로(200)의 단위길이당 인덕턴스와 단위길이당 커패시턴스의 곱이 제1 임피던스에 포함된 제1 선로(100)의 단위길이당 인덕턴스와 단위길이당 커패시턴스의 곱보다 작을 수 있다.

[0074] 실시예에 따라, 제1 선로(100)의 위상속도(v_i)는 제1 선로(100)에 대한 유효유전율(ϵ_{e1})에 반비례하고, 제2 선로(200)의 위상속도(v_o)는 제2 선로(200)에 대한 유효유전율(ϵ_{e2})에 반비례할 수 있다.

[0075] 이때, 제1 선로(100)에 대한 유효유전율(ϵ_e)은 다음의 계산식(6)을 통해 계산되고,

[0076] 여기서, 계산식(6)은
$$\epsilon_e = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \frac{1}{\sqrt{(1 + 12h/w)}}$$
 이고,

[0077] 이때, ϵ_r 은 제1 선로(100)가 적층된 기판의 비유전율이고, h 는 제1 선로(100)가 적층된 기판에 대한 높이이며, ω 는 제1 선로(100)의 폭일 수 있다. 또한, 제2 선로(200)에 대한 유효유전율(ϵ_e)은 상기 계산식(6)을 통해 동일하게 계산될 수 있다.

[0078] 즉, 제1 선로(100)에 대한 유효유전율(ϵ_e)은 제1 선로(100)의 폭(ω_i)에 비례하고, 제2 선로(200)에 대한 유효유전율(ϵ_e)은 제2 선로(200)의 폭(ω_o)에 비례할 수 있다. 이에 따라, 제2 선로(200)의 위상속도(v_o)는 제1 선로(100)의 위상속도(v_i)보다 빠르게 보상되기 때문에, 제2 선로(200)에 대한 유효유전율(ϵ_{e2})은 위상속도와 유효유전율 간의 반비례관계에 기초하여, 제1 선로(100)에 대한 유효유전율(ϵ_{e1})보다 작을 수 있다.

[0079] 본 출원의 실시예에 따른 차동 신호를 전송하기 위한 비대칭 결합 선로(10)는 소정 각도(θ)로 구부러져 연장된 제1 선로(100)와 상기 각도(θ)와 동일한 각도(θ)로 구부러져 연장되며, 제1 선로(100)와 평행하도록 배치된 제

대칭 결합 선로(11_5)의 제2 선로(201_5) 중 제1 선로(101_5)의 일부를 일측 방향으로 돌출시켜 연장시키고, 특정 대역에서 위상속도를 보상할 수 있다. 이때, 제1 선로(101_5)와 제2 선로(201_5)는 서로 다른 형상의 형태로 배치되고, 제1 선로(101_5)의 길이는 제2 선로(201_5)보다 길게 형성되고, 제1 선로(101)에 위치한 물리적인 여유영역은 타측방향에 비해 일측방향이 협소하게 형성될 수 있다. 또한, 제1 선로(101)의 폭(ω_i)과 제2 선로(201)의 폭(ω_o)은 서로 동일한 크기로 형성될 수 있다.

[0087] 본 출원의 실시예에 따른 차동신호 전송기판(50)에서, 종래의 차동신호 전송 기판(51)과 다르게, 비대칭 결합 선로(10_5)의 제2 선로(200_5)의 폭(ω_o)은 제1 선로(100_5)의 폭(ω_i)보다 좁게 형성될 수 있다. 이에 따라, 종래에 비해 금속패턴의 사용을 감소시키는 동시에, 위상속도를 보상할 수 있다.

[0088] 또한, 차동신호 전송기판(50)에서는 종래의 차동신호 전송 기판(51)과 다르게, 제2 선로(200)는 제1 선로(100)의 배치 형상과 동일한 형상으로 평행하게 배치되어, 제1 선로(100)와 제2 선로(200)에 위치한 물리적인 여유영역을 동일하게 형성할 수 있다. 이에 따라, 차동신호 전송기판(50)은 종래에 비해 제1 선로(100)의 물리적인 여유영역을 보다 넓게 확보시킬 수 있다. 이에, 차동신호 전송기판(50)은 비대칭 결합 선로(10)의 패턴층과 같은 제조공정을 용이하게 하는 동시에, 특정 대역뿐 아니라, 넓은 대역폭에서의 공통모드 잡음발생을 최소화시킬 수 있다.

[0089] 이하, 도 4 내지 도 8을 참조하여, 도 1의 비대칭 결합 선로(10)에 대한 측정 결과에 따른 특징을 설명한다. 이러한 측정을 위하여, 차동신호 전송기판(50)의 비유전율(ϵ_r)은 4.4, 높이(h)는 1.6mm로 정하고, 제1 선로(100) 및 제2 선로(200)가 기설정된 각도가 90도로 설정하였다.

[0090] 또한, 제1 및 제2 선로(100, 200)의 폭이 서로 동일할 때를 기준으로 비교하기 위하여, 제1 선로(100)의 폭(ω_i)과 제2 선로(200)의 폭(ω_o)은 1.6mm, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)는 0.75mm, 제1 선로(100)의 길이(l_i)는 55mm, 제2 선로(200)의 길이(l_o)는 59.7mm로 설정하였다. 그런 다음, 측정 대상인 비대칭 결합 선로(10)의 제1 선로(100)의 폭(ω_i)은 1.6mm, 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)는 0.75mm를 설정하고, 제2 선로(200)의 폭($\omega_o</$

1	0.39	57.8	3.38	195
---	------	------	------	-----

- [0097] 즉, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)을 제1 선로(100)의 폭(ω_i)보다 좁게 형성된 비대칭 결합 선로(10)는 제1 선로(100)의 위상속도에 대하여, 제2 선로(200)의 위상속도를 빠른 속도로 보상할 수 있다. 한편, 비대칭 결합 선로(10)에서는 제2 선로(200)의 폭(ω_o)이 좁을수록 차동모드 임피던스가 증가할 수 있다. 이러한 차동모드 임피던스의 증가는 신호의 무결성을 억제하는 문제를 발생시킬 수 있다.
- [0098] 이하, 도 4를 참조하여, 도 1의 비대칭 결합 선로(10)에서는 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 이격 거리(s)를 통해 차동모드 임피던스의 증가 문제를 해결할 수 있음을 설명한다.
- [0099] 도 5는 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 이격 거리(s)에 따라 차동모드 임피던스의 변화를 나타내는 그래프이다.
- [0100] 도 1 내지 3 및 도 5를 참조하면, 차동모드 임피던스의 최적값이 100옴이고, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 이격 거리(s)가 0.75mm이고, 제1 선로(100)의 폭(ω_i)이 1.6mm이며, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)이 0.25mm로 감소된 경우, 차동모드 임피던스는 150옴으로 증가함을 나타낸다. 여기서, 차동모드 임피던스의 최적값은 제1 선로(100)의 폭(ω_i)과 제2 선로(200)의 폭(ω_o)이 서로 동일한 1.6mm 크기이며, 이격 거리(s)가 0.75mm일 때 형성된 차동모드 임피던스일 수 있다.
- [0101] 이때, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 선로(100)의 폭(ω_i)이 1.6mm이고, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)이 0.25mm이며, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 이격 거리(s)를 감소됨에 따라, 차동모드 임피던스는 감소됨을 나타낸다.
- [0102] 예를 들면, 제1 선로(100)의 폭(ω_i)이 1.6mm이고, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)이 0.25mm이며, 제1 및 제2 선로(100, 200) 사이의 이격 거리(s)가 0.25mm에서 0.13mm로 감소된 경우, 비대칭 결합 선로(10)에서 차동모드 임피던스는 최적값인 100옴으로 감소할 수 있다.
- [0103] 도 6은 도 1의 비대칭 결합 선로(10)의 공통모드 잡음노이즈 특성을 나타내는 시뮬레이션 그래프이다.
- [0104] 도 6에 도시된 바와 같이, 종래의 결합선로에 해당하는 타입 A와 타입 B의 경우, 1.1GHz 주파수 대역부터 -20DB 이상의 공통모드 잡음노이즈가 나타나고, 5GHz 주파수 대역부터 9GHz 주파수 대역까지 -20DB 이상의 공통모드 잡음노이즈가 나타날 수 있다.
- [0105] 본 출원의 비대칭 결합 선로(10)에 대응되는 타입 C의 경우, DC부터 15GHz까지 -20DB 이하의 공통모드 잡음노이즈가 나타남을 확인할 수 있다.
- [0106] 또한, 타입 A의 경우, 약 6GHz 주파수 대역부터 전달특성(Sdd21)이 -3DB 이하

[0114] 다음의 표 2는 타입 A의 아이 다이어그램과 타입 C의 아이 다이어그램에서 추출되는 변수들이다.

표 2

[0115]

	아이 오픈닝(mV)	아이 폭(ps)	지터(ps)
대칭 결합 선로(타입A)	644	113.2	5.9
비대칭 결합 선로	653	115.2	6.25

[0116] 표 2에 기재된 바와 같이, 본 출원 비대칭 결합 선로(10)에 대응되는 타입 C의 경우, 타입 A에 비해, 아이 오픈닝(eye-opening)이 9mV 증가하고, 아이 폭(eye-width)이 2ps 증가하며, 지터(jitter)는 0.35 ps 증감하기 때문에, 넓은 대역폭에서의 공통모드 잡음발생을 최소화시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

[0117] 도 9는 도 1의 비대칭 결합 선로(10)를 차동신호 전송기관(50)에 형성하는 차동선로 형성장치(1000)의 동작 프로세스이다.

[0118] 먼저, S110 단계에서, 제1 선로(100)의 폭(ω_i)과 구부러진 각도(θ)가 결정되면, 차동선로 형성장치(1000)는 차동신호 전송기관(50)에 제1 선로(100)를 형성할 수 있다. 여기서, 제1 선로(100)는 차동신호 전송기관(50)에서 포지티브 신호를 전송시키기 위한 선로일 수 있다. 예를 들면, 차동선로 형성장치(1000)는 관리자로부터 제1 선로(100)의 폭(ω_i)의 크기와 구부러진 각도(θ)를 입력받고, 차동신호 전송기관(50)에 제1 선로(100)를 형성할 수 있다.

[0119] 그런 다음, S120 단계에서, 차동선로 형성장치(1000)는 제1 선로(100)의 폭(ω_i)의 크기에 따라, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)의 크기를 제1 선로(100)의 폭(ω_i)보다 좁게 설정할 수 있다. 여기서, 제2 선로(200)는 차동신호 전송기관(50)에서 네거티브 신호를 전송시키기 위한 선로일 수 있다. 예를 들면, 차동선로 형성장치(1000)는 0 내지 제1 선로(100)의 폭(ω_i)의 크기 구간으로, 제2 선로(200)의 폭(ω_o)의 크기를 제1 선로(100)의 폭(ω_i)보다 좁게 설정할 수 있다.

[0120] 이때, S130 단계에서, 차동선로 형성장치(1000)는 제1 선로(100)의 폭(ω_i)과 제2 선로(200)의 폭(ω_o)에 따른 기저장된 차동모드 임피던스 리스트로부터 기준 임피던스에 해당하는 이격 거리(s

임피던스가 100옴인 경우, 차동선로 형성장치(1000)는 기저장된 차동모드 임피던스 리스트로부터 기준 임피던스에 대응되는 이격 거리(s) 0.13mm를 추출할 수 있다.

[0125] 그런 다음, S140 단계에서, 차동선로 형성장치(1000)는 제1 선로(100)의 폭(ω_i), 제2 선로(200)의 폭(ω_o) 및 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s)를 이용하여, 제1 선로(100)의 위상속도(v_i)와 제2 선로(200)의 위상속도(v_o)를 계산할 수 있다.

[0126] 그런 다음, S150 단계에서, 차동선로 형성장치(1000)는 제1 선로(100)의 위상속도(v_i)와 제2 선로(200)의 위상속도(v_o) 간의 속도차이에 기초하여, 제2 선로(200)의 폭(ω_o), 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s) 및 구부러진 각도(θ) 중 적어도 어느 하나에 대해 결정할 수 있다.

[0127] 이후, S160 단계에서, 차동선로 형성장치(1000)는 제2 선로(200)의 폭(ω_o), 제1 선로(100)와 제2 선로(200) 사이의 이격 거리(s) 및 구부러진 각도(θ) 중 적어도 어느 하나에 기초하여, 제2 선로(200)를 차동신호 전송기판(50)의 일면에 형성할 수 있다.

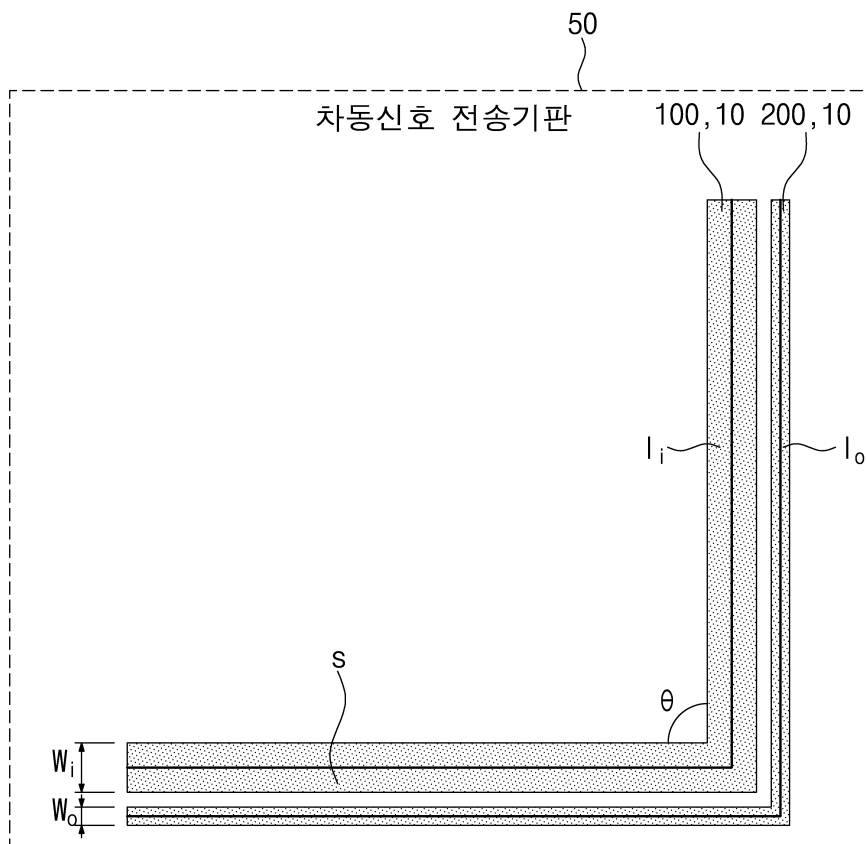
[0128] 본 출원은 도면에 도시된 일 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 출원의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

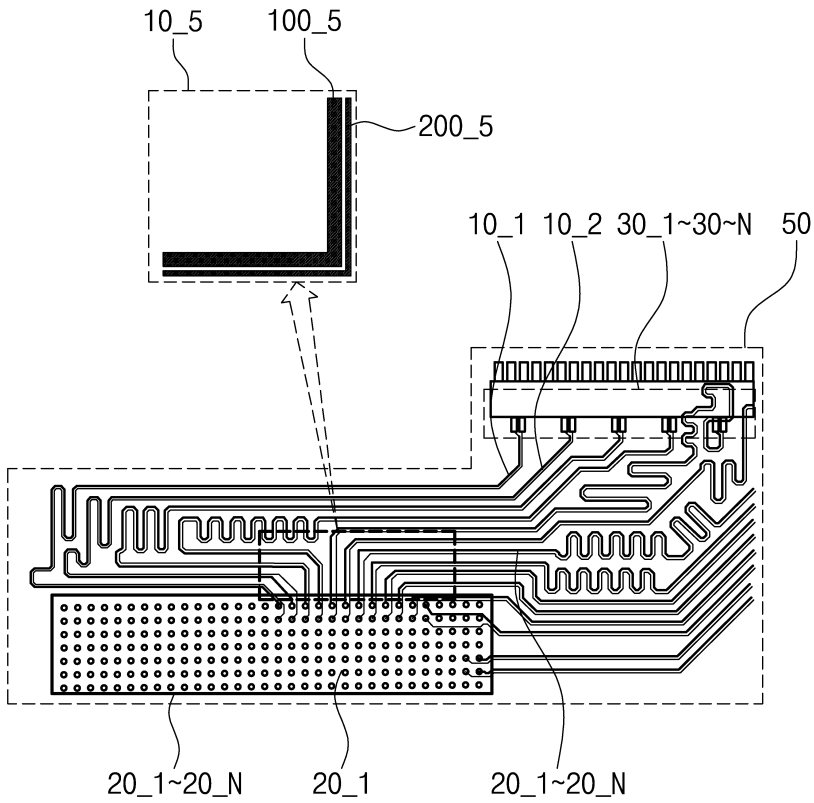
[0129] 10: 비대칭 결합 선로
50: 차동신호 전송기판
100: 제1 선로
200: 제2 선로
1000: 차동신호 전송기판

도면

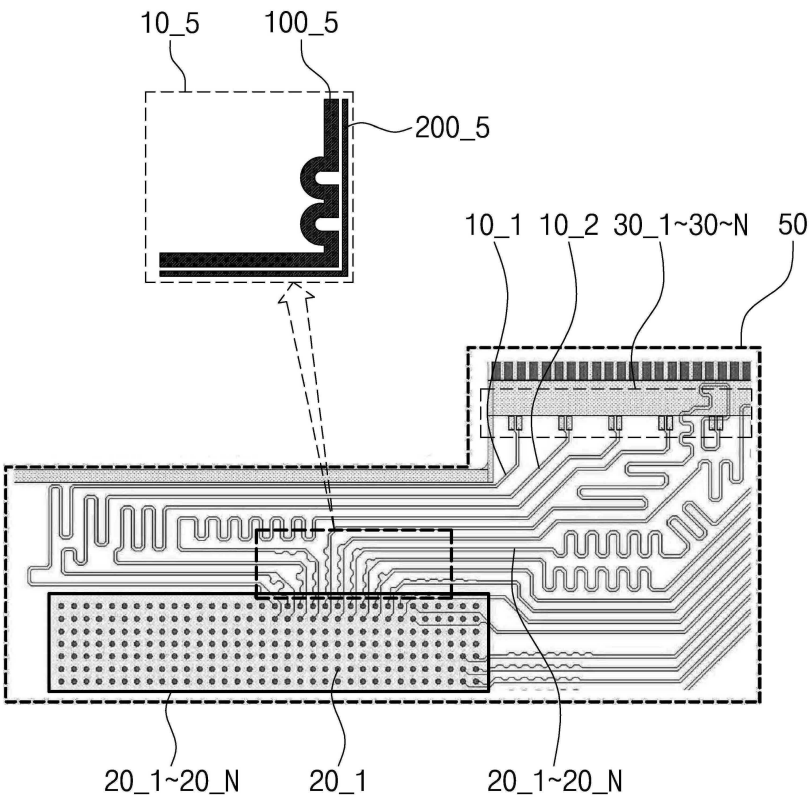
도면1



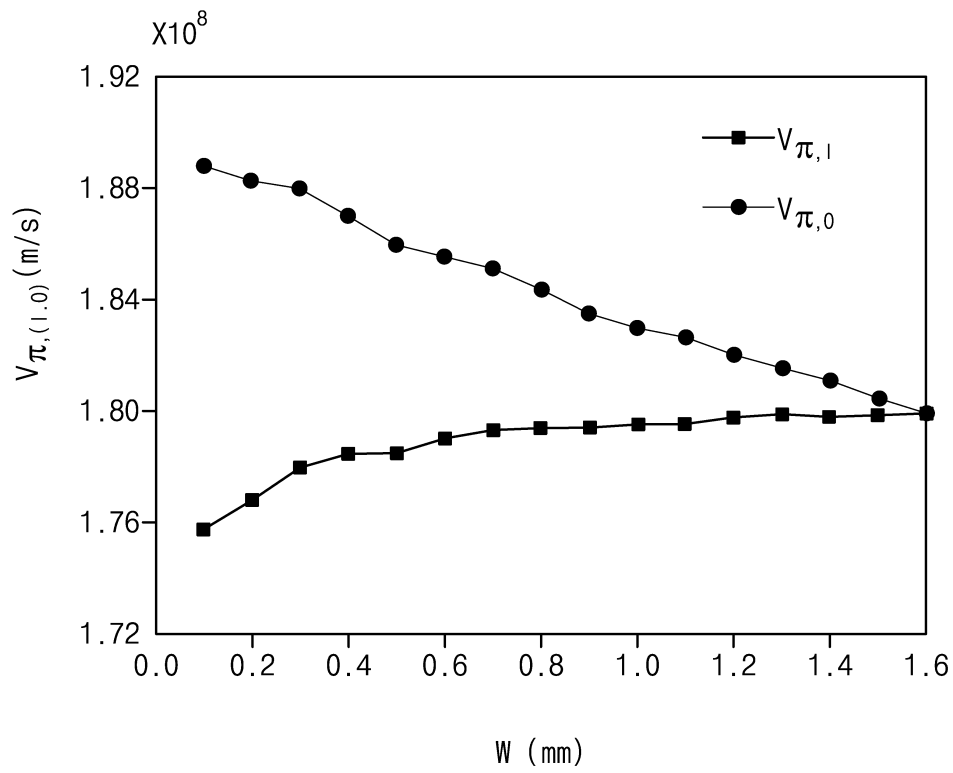
도면2



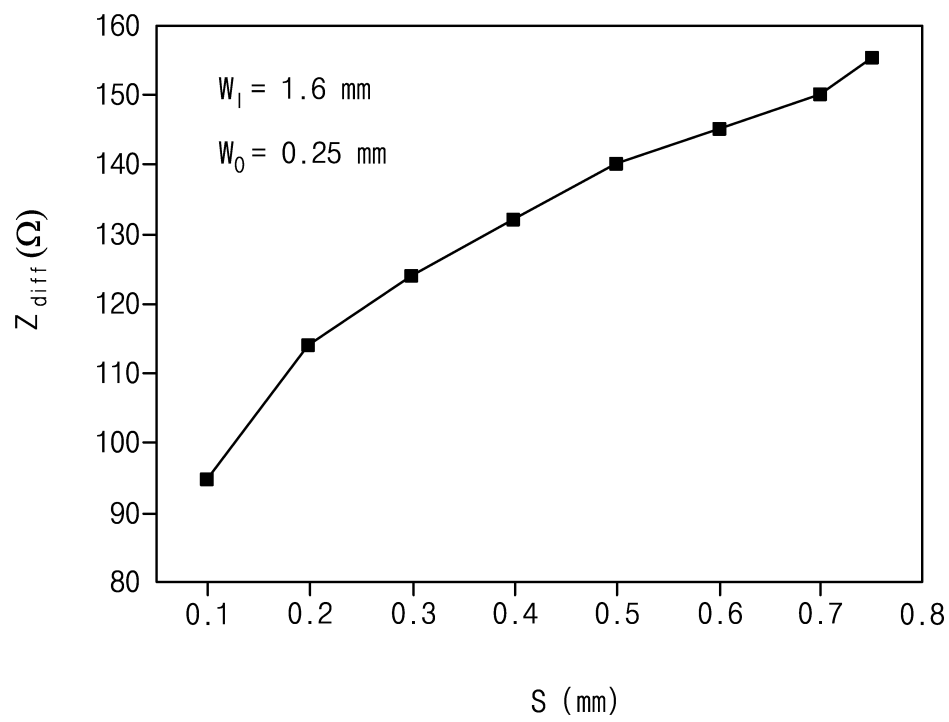
도면3



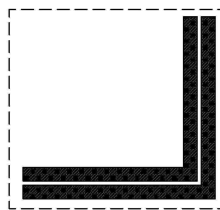
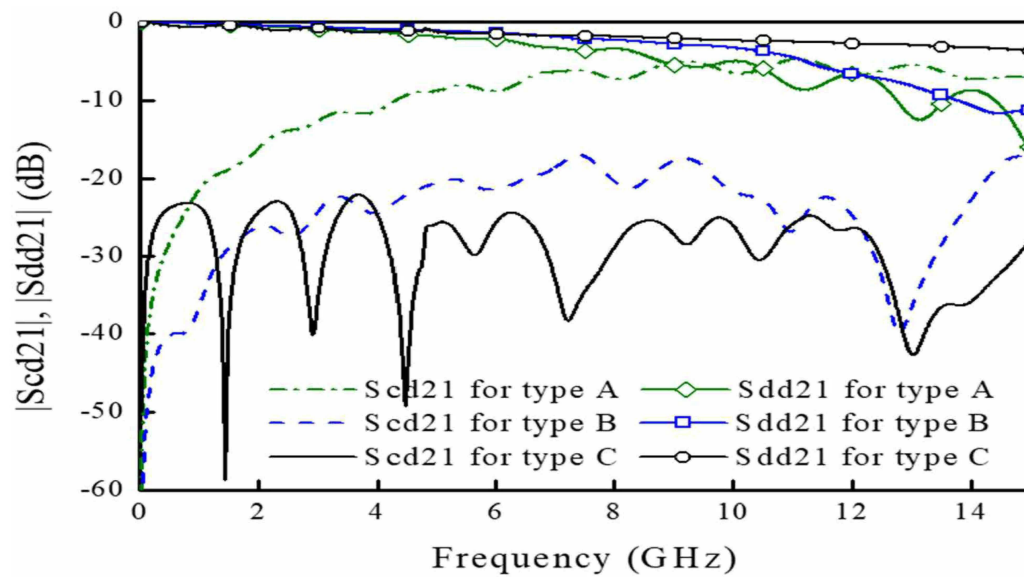
도면4



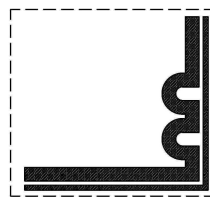
도면5



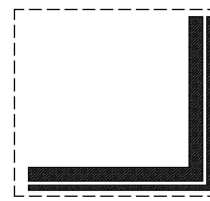
도면6



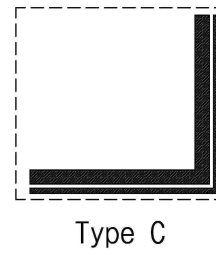
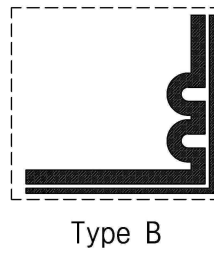
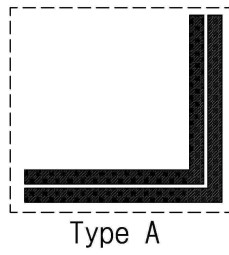
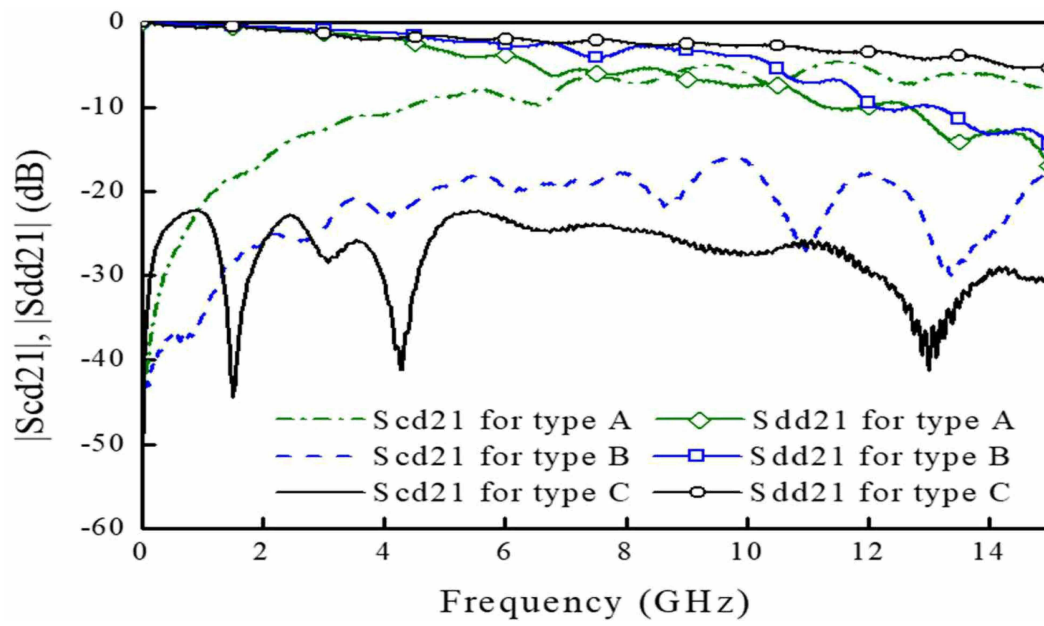
Type A



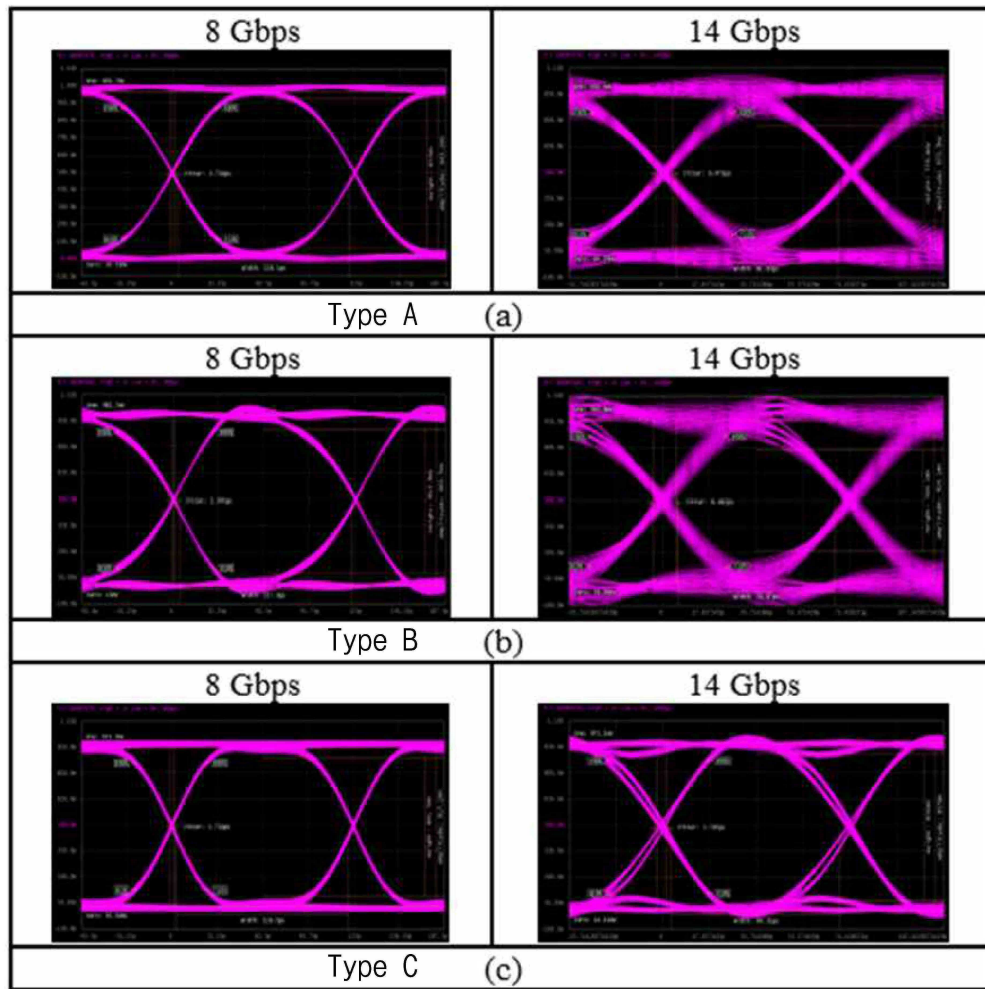
Type B



도면7



도면8



도면9

