



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월02일
 (11) 등록번호 10-1334739
 (24) 등록일자 2013년11월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01P 1/22 (2006.01) H01P 3/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0025785
 (22) 출원일자 2010년03월23일
 심사청구일자 2010년03월23일
 (65) 공개번호 10-2011-0084075
 (43) 공개일자 2011년07월21일
 (30) 우선권주장
 1020100003979 2010년01월15일 대한민국(KR)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020020070571 A*
 JP06350346 A*
 JP10256809 A
 KR1020000073806 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌
 기술이전 희망 : 기술양도, 실시권허여, 기술지도

(73) 특허권자
 전북대학교산학협력단
 전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)
 한국전자통신연구원
 대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
 (72) 발명자
 정영배
 대전광역시 서구 만년남로3번길 60, 202호 (만년동)
 엄순영
 대전광역시 유성구 엑스포로 448, 211동 802호 (전민동, 엑스포아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 **위상 편차 보정 방법을 이용한 가변 감쇠 장치**

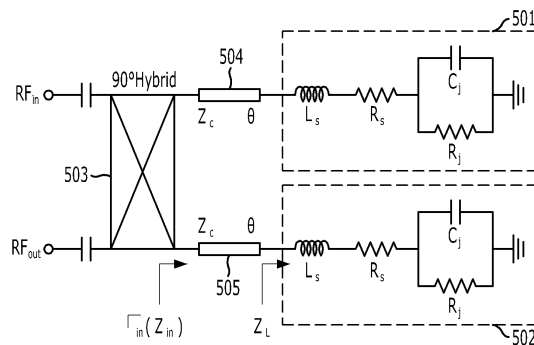
(57) 요약

본 발명은 위상 편차 보정 방법을 이용한 가변 감쇠 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 PIN 다이오드를 이용하는 가변 감쇠 장치에 전송 선로를 추가함으로써 위상 편차를 보정하는 방법을 이용한 가변 감쇠 장치에 관한 것이다.

상기한 목적들을 해결하기 위해 본 발명의 실시 예에 따른 가변 감쇠 장치는, 하이브리드; 상기 하이브리드의 결합 단 및 전달 단에 직렬로 연결된 전송 선로들; 및 상기 전송 선로들에 직렬로 연결된 PIN 다이오드들;을 포함하며, 상기 전송 선로들은 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 각각 포함한다.

상기한 목적들을 해결하기 위해 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 가변 감쇠 장치는, 마이크로파 서클레이터; 상기 마이크로파 서클레이터의 전달 단에 직렬로 연결된 전송 선로; 및 상기 전송 선로에 직렬로 연결된 PIN 다이오드들;을 포함하며, 상기 전송 선로들은 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 각각 포함한다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

전순익

대전광역시 유성구 지족로 343, 반석마을아파트
208동 1401호 (지족동)

정용채

전라북도 전주시 완산구 효자동3가 1524-1 현대아
이파크 106-303

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007-F-041-03

부처명 지식경제부

연구사업명 IT원천기술개발

연구과제명 지능형 안테나 기술개발

주관기관 한국전자통신연구원 / 전북대학교 산학협력단

연구기간 2007. 03. 01 ~ 2011. 02. 28

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

가변 감쇠 장치에 있어서,

서큘레이터;

상기 서큘레이터 전달 단에 직렬로 연결된 전송 선로; 및

상기 전송 선로에 직렬로 연결된 PIN 다이오드;를 포함하며,

상기 전송 선로는 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 포함함을 특징으로 하는 감쇠 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 서큘레이터는,

마이크로파 서큘레이터임을 특징으로 하는 감쇠 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 전송 선로들의 임피던스들은,

상기 전송 선로들의 입력 단에서 측정된 반사계수를 이용하여 상기 PIN 다이오드들의 접합 저항의 변화에 따라 반사 계수 평면의 원점을 통과하도록 계산된 값을 특징으로 하는 감쇠 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서, 상기 전송 선로들의 전기각은,

상기 전송 선로들의 입력 단에서 측정된 반사 계수를 이용하여 상기 PIN 다이오드들의 접합 저항의 변화에 따라 반사 계수 평면의 원점을 통과하도록 계산된 값을 특징으로 하는 감쇠 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서, 상기 PIN 다이오드들은,

기생 성분들, 직렬 저항 및 접합 저항을 포함함을 특징으로 하는 감쇠 장치.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 위상 편차 보정 방법을 이용한 가변 감쇠 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로 PIN 다이오드를 이용하는 가변 감쇠 장치에 전송선로를 추가함으로써 위상 편차를 보정하는 방법을 이용한 가변 감쇠 장치에 관한 것이다.
- [0002] 본 발명은 지식경제부의 정보통신연구진흥원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제고유번호: 2009-S-019-01, 과제명: 기지국 안테나 내장형 증폭기의 선형과 기술 연구].

배경기술

- [0003] 기지국용 대전력 증폭기(High Power Amplifier: HPA)는 동작 전압 변화 및 외부환경의 영향을 받지 않고 시스템이 요구하는 선형성을 만족시키는 것이 중요하며, 단말기의 경우는 최대 출력조건 및 동작대기 상태에서 우수한 효율특성과 선형성 확보가 중요하다.
- [0004] 그런데, 일반적으로 RF 및 마이크로파 회로에 사용된 능동소자의 비선형 특성에 의해 이러한 대전력 증폭기는 비선형 회로 특성을 갖는 것이 보통이다. 특히, 대전력 증폭기는 최대 전력을 추출하기 위해 주 능동소자인 트랜지스터를 비선형 특성이 강한 포화영역에서 동작시키며, 포화영역에서 동작되는 대전력 증폭기의 경우, 이득과 위상이 왜곡되는 것이 보통이다.
- [0005] 또한, 다중 채널을 이용하는 디지털 이동통신 및 위성통신의 경우 대전력 증폭기에 2개 이상의 반송파가 입력되어 공동으로 증폭될 때, 포화영역 부근의 비선형 특성으로 인하여 혼변조 왜곡 신호들이 발생하게 된다.
- [0006] 즉, 2개의 반송파가 대전력 증폭기(HPA)를 거쳐 증폭되면, 증폭된 반송파 외에도 여러 혼변조 왜곡 신호들이 나타나게 된다. 이들 혼변조 왜곡 신호들은 혼신(cross-talk) 또는 잡음(noise)으로 작용하여 전송품질을 저하시키는 요인이 된다.
- [0007] 이와 같은 이유로 기지국 송신단에 매우 높은 선형성이 요구되는 대전력 증폭기를 필요하게 되며, 이러한 증폭기의 선형성을 보장해주는 선형화기에는 가변 감쇠기와 위상 변환기가 쓰이게 된다. 일반적으로 감쇠기의 가변 소자로 전류제어 소자인 PIN 다이오드와 전압제어 소자인 GaAs MESFET이 주로 사용된다.
- [0008] MESFET으로 감쇠기를 설계할 경우 넓은 범위의 신호 감쇠를 기대할 수 있으나 감쇠를 얻기 위해서는 제어 회로가 복잡해지는 점과 PIN 다이오드보다 가격이 비싸다는 단점을 갖고 있다. PIN 다이오드는 마이크로파와 RF 분야의 안테나 스위치, 위상변환기, 감쇠기등 신호의 진폭 제어 소자로 널리 쓰이고 있다.
- [0009] PIN 다이오드를 감쇠기의 설계에 사용할 때, 바이어스 전류를 조절하면 접합저항의 값이 달라짐으로써, 신호의 감쇠를 조절하는 감쇠기로 동작시킬 수가 있다. 일반적으로 감쇠과정을 통한 출력 신호의 일정하지 않는 위상 편차(deviation)는 PIN 다이오드와 트랜지스터의 비선형 성분들에 의해 발생이 된다. 하지만, 낮은 위상 편차를 갖는 감쇠기를 설계하는 것은 쉽지가 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서, 본 발명의 목적은, PIN 다이오드에 소정의 방법을 통해 얻어진 특성 임피던스와 전기각 길이를 갖는 전송선로를 추가함으로써 PIN 다이오드의 기생 성분들에 의한 위상 편차를 줄이는 위상 편차 보정 방법 및 이를 이용한 가변 감쇠 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적들을 해결하기 위해 본 발명의 실시 예에 따른 가변 감쇠 장치는, 하이브리드; 상기 하이브리드의 결합 단 및 전달 단에 직렬로 연결된 전송 선로들; 및 상기 전송 선로들에 직렬로 연결된 PIN 다이오드들;을 포함하며, 상기 전송선로들은 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 각각 포함한다.
- [0012] 본 발명의 실시 예에 따른 가변 감쇠 장치는, 서큘레이터; 상기 서큘레이터 전달 단에 직렬로 연결된 전송 선로; 및 상기 전송 선로에 직렬로 연결된 PIN 다이오드;를 포함하며, 상기 전송 선로는 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 포함한다.

발명의 효과

- [0013] 본 발명은, 전송 선로의 특성 임피던스와 전기각 길이를 소정의 방법을 통해 추가함으로써 PIN 다이오드의 기생 성분예 의해 발생된 위상 편차를 줄일 수 있고, 신호 감쇠 동작을 수행하는 가변감쇠기가 오직 신호 진폭만을 변화시키게 함으로써, 종전의 가변감쇠기가 신호 진폭 변화 시에 신호 위상까지 변화시키는 것을 배제할 수 있다. 또한, 본 발명은, 기지국 송신단에 매우 높은 선형성이 요구되는 대전력 증폭기의 선형화기 중 하나인 감쇠기의 낮은 위상 변화를 갖도록 할 수 있고, 마이크로파 회로에 사용되는 벡터 변조기(vector modulator)의 신호 제어 시간을 효과적으로 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 PIN 다이오드를 이용한 일반적인 반사형 감쇠 장치의 블록 다이어그램,
 도 2는 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 다이오드 입력 단 반사계수를 시뮬레이션하여 스미스 차트에 도시한 도면,
 도 3은 PIN 다이오드 접합 저항의 변화에 따른 시뮬레이션 다이오드 입력 단 반사계수의 위상을 도시한 도면,
 도 4는 도 2의 스미스 차트 중심 부분을 확대한 그림과 본 발명에서 제안하는 감쇠기의 반사 계수 개념 도면,
 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치의 블록 다이어그램,
 도 6은 본 발명의 실시 예로써 위상 편차 보정 방법을 이용한 전송 선로들(504, 505)을 PIN 다이오드의 입력 단에 부착하고, PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 전송 선로 입력 단에서 측정된 반사계수를 스미스 차트에 나타낸 도면,
 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치의 다이오드 접합 저항 변화에 따른 반사 계수 위상 변화를 도시한 그래프,
 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치와 일반적인 감쇠 장치의 신호감쇠에 따른 전달 계수의 위상 변화를 동시에 도시한 도면,
 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 제작된 감쇠 장치를 도시한 도면,
 도 10은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법 및 마이크로파 서큘레이터를 이용한 감쇠 장치의 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 그러면 여기서, 도 1 내지 도 5를 참조하여 감쇠 장치의 예들을 살펴보기로 하자.
- [0016] 도 1은 PIN 다이오드를 이용한 반사형 감쇠 장치의 블록 다이어그램이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 상기 감쇠기는 입력단, 출력단, 제 1 PIN 다이오드(101), 제 2 PIN 다이오드(102) 및 90도 하이브리드(103)를 포함한다. 상기 제 1 PIN 다이오드(101)와 상기 제 2 PIN 다이오드(102)는 상기 90도 하이브리드(103)의 결합 단 및 전달 단에 직렬 접속된다. 상기 제 1 PIN 다이오드(101)와 제 2 PIN 다이오드(102)는 직

렬 인덕터 L_s , 접합 캐패시터 C_j , 직렬 저항 R_s 및 접합 저항 R_j 를 각각 포함한다.

[0018] 상기 반사형 감쇠 장치의 위상 편차는 상기 제 1 PIN 다이오드(101)와 제 2 PIN 다이오드(102)에 포함된 기생 성분인 직렬 인덕터 L_s , 접합 캐패시터 C_j 및 직렬저항 R_s 에 기인한다. 여기서, <수학식 1> 및 <수학식 2>를 참조하여 PIN 다이오드의 부하 임피던스와 반사 계수를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

수학식 1

$$Z_L = R_s + j\omega L_s + \frac{R_j}{1 + j\omega R_j C_j}$$

$$= \left(R_s + \frac{R_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} \right) - j \left(\frac{\omega R_j^2 C_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} - \omega L_s \right)$$

[0019]

[0020] 상기 <수학식 1>을 참조하면, Z_L 은 PIN 다이오드들(101, 102)의 부하 임피던스를 나타내고, R_s 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 직렬 저항을 나타낸다. 또한, R_j 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 접합 저항을 나타내고, L_s 와 C_j 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 기생 리액턴스 성분을 나타낸다.

수학식 2

$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

$$= \frac{\left(R_s + \frac{R_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} - Z_0 \right) - j \left(\frac{\omega R_j^2 C_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} - \omega L_s \right)}{\left(R_s + \frac{R_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} + Z_0 \right) - j \left(\frac{\omega R_j^2 C_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} - \omega L_s \right)}$$

[0021]

[0022] 상기 <수학식 2>를 참조하면, Γ_L 은 PIN 다이오드의 입력 반사 계수를 나타내고, Z_L 은 PIN 다이오드의 부하 임피던스를 나타내고, R_s 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 직렬 저항을 나타낸다. 또한, R_j 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 접합 저항을 나타내고, L_s 와 C_j 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 기생 성분들을 나타낸다. 여기서, 도 2 와 도 3은 상기 <수학식 1> 및 <수학식 2>를 이용하되 접합 저항의 변화에 따른 다이오드 입력 단 반사계수와 반사계수의 위상을 시뮬레이션하고, 그 결과를 나타낸 것이다.

[0023] 상기 <수학식 1> 및 <수학식 2>를 이용하여 접합 저항의 변화에 따른 다이오드 입력 단 반사 계수와 반사 계수의 위상을 시뮬레이션 할 때 사용된 다이오드는 Avago사의 HSMP-4810 모델이며, 기생 성분은 $R_s=3 \Omega$, $L_s=1nH$, $C_j=0.35pF$ 의 값을 이용하였다.

[0024] 도 2는 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 다이오드 입력 단 반사 계수를 시뮬레이션하고 스미스 차트에 도시한 도면이다.

[0025] 도 2를 참조하면, 반사 계수의 궤적이 직선 형태를 보이고 있으나 스미스 차트의 영점 통과(Zero-crossing)를

하지 않고 있다. 도 3은 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 다이오드 입력 반사 계수의 위상을 도시한 도면이며, 전 대역에서 일정한 위상을 나타내지 않아 위상 편차가 발생함을 알 수 있다.

[0026] 도 4는 도 2의 중심 부분을 확대한 도면과 본 발명에서 제안하는 감쇠 장치의 반사계수를 개념적으로 나타낸 도면이다.

[0027] 도 4를 참조하면, 반사 계수의 궤적이 직선 형태를 보이고 있으나 스미스 차트의 영점을 통과하지 않는다(401). 스마트 차트의 영점 부분을 확대하면(402) 영점에서 가장 가까운 점이 최대 감쇠 지점(405)임을 알 수 있다. 또한, 스마트 차트의 영점에서 가장 멀리 있는 점이 최소 감쇠 지점(404)임을 알 수 있다.

[0028] 반사 계수(Γ_L)의 궤적이 영점을 통과하지 않으면 최대 감쇠 지점(405)과 최소 감쇠 지점(404)의 위상편차, 예컨대 $\theta_L - \theta_H$ 를 발생시키게 된다. 이와 같은 위상 편차를 발생시키지 않게 하기 위해 본 발명에서는 상기 가변 감쇠 장치에 전송 선로를 추가하고, 상기 전송 선로의 임피던스와 전기각 길이를 소정의 방법을 통해 유도함으로써 PIN 다이오드의 기생 성분에 의해 발생된 위상 편차를 줄일 수 있는 위상 편차 보정 방법 및 이를 이용한 가변 감쇠 장치를 제공한다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치를 사용하여 반사 계수(Γ_L) 그래프가 직선으로 스미스 차트의 영점 통과(Zero-crossing)를 하면 위상 편차가 발생하지 않는다. 그러면 여기서, 도 5를 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0030] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치의 블록 다이어그램이다.

[0031] 도 5를 참조하면, 상기 감쇠 장치는 입력단, 출력단, 제 1 PIN 다이오드(501), 제 2 PIN 다이오드(502), 90도 하이브리드(503), 제 1 전송선로(504) 및 제 2 전송선로(505)를 포함한다. 상기 90도 하이브리드(503)의 결합단 및 전달단에 제 1 전송선로(504) 및 제 2 전송선로(505)가 직렬로 연결된다. 상기 제 1 전송선로(504)에 제 1 PIN 다이오드(501)가 직렬로 연결되며, 상기 제 2 전송선로(505)에 제 2 PIN 다이오드(502)가 직렬로 연결된다.

[0032] 상기 제 1 전송선로(504) 및 제 2 전송선로(505)는 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 각각 사용한다. 여기서, 상기 임피던스와 전기각은 상기 전송 선로들(504, 505)의 입력 단에서 측정된 반사 계수를 이용하여 상기 제 1 PIN 다이오드(501) 및 제 2 PIN 다이오드(502)의 접합 저항의 변화에 따라 반사 계수들이 반사 계수 평면의 원점을 통과하도록 계산된 값이다.

[0033] 상기 제 1 PIN 다이오드(501)와 제 2 PIN 다이오드(502)는 기생 성분 L_s 와 C_j , 직렬 저항 R_s 및 접합 저항 R_j 를 각각 포함한다. 상기 전송선로들(504, 505)을 포함하는 제 1 PIN 다이오드(501)와 제 2 PIN 다이오드(502)의 입력 임피던스를 하기 <수학식 3>을 이용하여 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

수학식 3

$$\begin{aligned}
 Z_{in} &= Z_C \frac{Z_L + jZ_C \tan \theta}{Z_C + jZ_L \tan \theta} \\
 &= Z_C \frac{[A(Z_C + B \tan \theta) - (B - Z_C \tan \theta)A \tan \theta]}{(Z_C + B \tan \theta)^2 + (A \tan \theta)^2} \\
 &\quad - \frac{j[(B - Z_C \tan \theta)(Z_C + B \tan \theta) + A^2 \tan \theta]}{(Z_C + B \tan \theta)^2 + (A \tan \theta)^2}
 \end{aligned}$$

[0034]

[0035] 상기 <수학식 3>을 참조하면, Z_{in} 은 전송 선로들(504, 505)을 PIN 다이오드의 입력 단에 부착한 후, 전송 선로들

(504, 505) 입력 단에서 측정된 입력 임피던스를 나타내고, Z_c 는 전송 선로의 특성 임피던스를 나타내며, θ 는 전송 선로의 전기각을 나타낸다. A 와 B는 상기 치환 변수로써 하기 <수학식 4>와 같다.

수학식 4

$$A = R_s + \frac{R_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} \quad B = \frac{\omega R_j^2 C_j}{1 + (\omega R_j C_j)^2} - \omega L_s$$

[0036]

[0037] 상기 <수학식 4>를 참조하면, R_j 는 PIN 다이오드들(501, 502)의 접합 저항을 나타낸다. R_s 는 PIN 다이오드들(501, 502)의 직렬 저항을 나타내고, L_s 와 C_j 는 PIN 다이오드들(101, 102)의 기생 성분들을 나타낸다.

수학식 5

$$-BZ_c \tan^2 \theta + (B^2 - Z_c^2 + A^2) \tan \theta + BZ_c = 0$$

[0038]

수학식 6

$$(AZ_c^2 - 50A^2 - 50B^2) \tan^2 \theta - 100Z_c B \tan \theta + AZ_c^2 + 50Z_c^2 = 0$$

[0039]

[0040] 상기 <수학식 5>과 <수학식 6>을 참조하면, 상기 A 와 B는 상기 치환 변수로써 상기 <수학식 4>와 같다. Z_c 는 반사계수의 Zero-crossing을 만족시키기 위한 전송 선로의 특성 임피던스이며, θ 는 전송 선로의 전기각 길이를 나타낸다. 입력 반사 계수(Γ_L)가 스미스 차트의 Zero-crossing을 통과하기 위해서는 <수학식 3>이 $50 + j0 \Omega$ 조건을 만족해야 하며, <수학식 3>의 실수부와 허수부가 각각 50 과 0 을 만족시키는 조건을 통해 유도된 식들이 상기 <수학식 5>과 <수학식 6>이다.

[0041] 상기 <수학식 5> 과 <수학식 6>은 연립 방정식으로 MATLAB을 이용하여 풀 수 있다. MATLAB을 통해 상기 <수학식 5> 내지 <수학식 6>을 연산한 결과 반사 계수의 Zero-crossing을 만족시키는 전송 선로의 특성 임피던스는 87.8 Ω 이고, 전기각 길이는 62.6° 임을 알 수 있다. 그러면 여기서, 도 6을 참조하여 전송 선로들(504, 505)을 PIN 다이오드의 입력 단에 부착하고 전송 선로 입력 단에서 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 반사 계수의 그래프를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0042] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치의 전송 선로들(504, 505)을 PIN 다이오드들(501, 502)의 입력 단에 부착하고 전송 선로 입력 단에서 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 반사계수의 그래프이다.

[0043] 도 6과 도 2를 비교하여 설명하면, 도 2는 전송 선로들(504, 505)을 포함하지 않는 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 반사 계수의 그래프를 나타내는 반면 도 6은 전송선로들(504, 505)을 PIN 다이오드의 입력 단에 부착하고 전송 선로 입력 단에서 PIN 다이오드의 접합 저항의 변화에 따른 반사계수의 그래프를 나타낸다.

[0044] 상기 도 2의 반사 계수의 그래프는 직선 형태를 보이면서 스미스 차트의 영점을 통과하지 않지만, 상기 도 6의

반사 계수 그래프는 직선 형태를 보이면서 스미스 차트의 영점을 통과하고 있다. 반사 계수 그래프가 스미스 차트의 영점을 통과하는 것은 PIN 다이오드 앞단에 전송 선로들(504, 505)을 추가하여 PIN 다이오드 기생 성분들에 의해 생긴 위상 편차가 보정됨을 나타낸다. 그러면 여기서, 도 7을 참조하여 PIN 다이오드 접합 저항의 변화에 따른 전송 선로들(504, 505) 입력 단 반사 계수의 위상 변화를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

- [0045] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법을 이용한 감쇠 장치의 전송 선로들(504, 505)을 PIN 다이오드의 입력 단에 부착시키고, PIN 다이오드의 접합 저항 변화에 따라 전송선로들(504, 505)의 입력 단에서 측정된 반사 계수의 위상 변화를 도시한 그래프이다.
- [0046] 도 7과 도 3을 비교하여 설명하면, 도 7은 전대역에서 일정한 위상을 유지함으로 위상 편차가 없지만 도3은 전대역에서 일정한 위치하지 않아 위상 편차가 발생함을 알 수 있다. 그러면 여기서 도 8을 참조하여 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치와 일반적인 감쇠 장치의 신호 감쇠에 따른 전달 계수의 위상 변화의 차이를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0047] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치와 일반적인 감쇠 장치의 신호 감쇠에 따른 전달 계수의 위상 변화를 도시한 도면이다.
- [0048] 도 8을 참조하면, 일반적인 감쇠 장치는 22 dB의 신호감쇠에 85° 위상 편차를 보여주는 반면, 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치는 35 dB의 신호 감쇠에 2.9°의 위상 편차를 보인다. 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치는 감쇠 전체 범위에 대해 입력 단 반사 계수는 27 dB이상의 특성을 보였다.
- [0049] 제어 전압 범위는 0 ~ 0.7 V 이며, 도 8과 같은 측정 결과는 제안된 위상편차 보정 방법을 이용한 가변 감쇠기가 충분히 신호 감쇠 시에 위상 편차를 충분히 최소화시킬 수 있음을 보여준다. 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 감쇠 장치를 도시한 도면으로 상기 감쇠 장치의 크기는 $24 \times 58 \text{ mm}^2$ 이다. 그러면 여기서, 도 9를 참조하여 본 발명의 또 다른 실시 예를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0050] 도 10은 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 위상 편차 보정 방법 및 마이크로파 서클레이터를 이용한 감쇠 장치의 블록 다이어그램이다.
- [0051] 도 10을 참조하면, 상기 감쇠 장치는 PIN 다이오드(1001), 서클레이터(1002) 및 전송 선로(1003)를 포함한다. 상기 전송 선로(1003)는 상기 서클레이터(1002) 전달 단에 직렬로 연결되고, 상기 PIN 다이오드(1003)는 상기 전송 선로(1003)에 직렬로 연결된다. 또한, 상기 전송 선로(1003)는 소정의 방법을 통해 계산된 임피던스 및 전기각을 각각 포함한다. 여기서, 상기 임피던스와 전기각은 상기 전송 선로(1003)의 입력 단에서 측정된 반사 계수를 이용하여 상기 PIN 다이오드(1001)의 접합 저항의 변화에 따라 반사계수 평면의 원점을 통과하도록 계산된 값이다.
- [0052] 상기 PIN 다이오드(1001)는 기생 성분 L_s 와 C_j , 직렬 저항 R_s 및 접합 저항 R_j 를 각각 포함한다. 상기 전송 선로(1003)를 포함하는 PIN 다이오드(1001)의 입력 임피던스는 상기 <수학식 3>을 이용하여 계산될 수 있다. 여기서, <수학식 3>에 관한 설명은 상기에서 설명하였으므로 이에 관한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0053] 상기 감쇠 장치는 전송 선로(1003)를 더 포함하고, 상기 전송 선로(1003)의 임피던스와 전기각 길이를 소정의 방법을 통해 추가함으로써 PIN 다이오드의 기생 성분에 의해 발생된 위상 편차를 줄일 수 있다. 마이크로파 서클레이터를 이용한 감쇠 장치를 사용한 시뮬레이션 및 효과는 앞서 90도 하이브리드를 이용한 감쇠 장치의 결과와 유사하므로 이에 관한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0054] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시 예를 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예는 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0055] Z_L : PIN 다이오드의 부하임피던스

Γ_L : PIN 다이오드의 반사계수

Z_{in} : 입력 임피던스

Z_c : 전송선로의 특성 임피던스

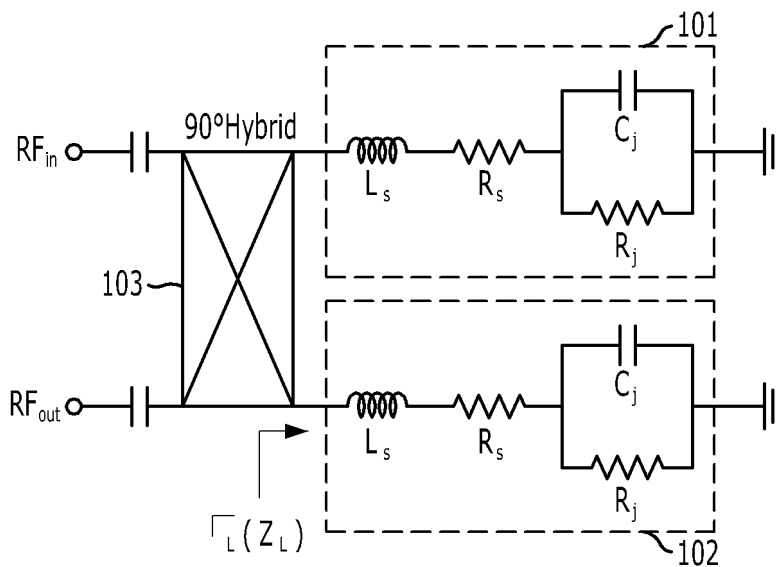
θ : 전기각 길이

R_j : PIN 다이오드의 접합저항

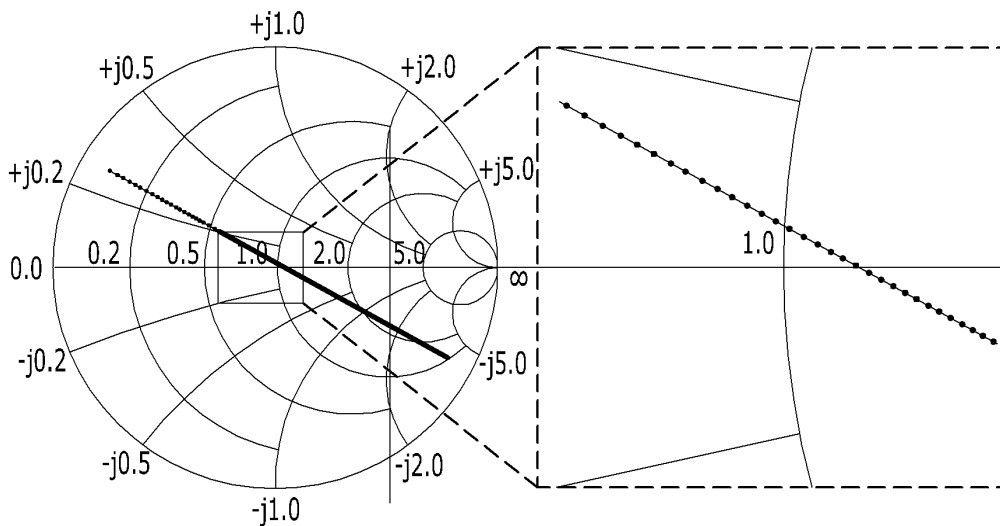
Γ_{in} : PIN 다이오드의 접합저항의 변화에 따른 반사계수

도면

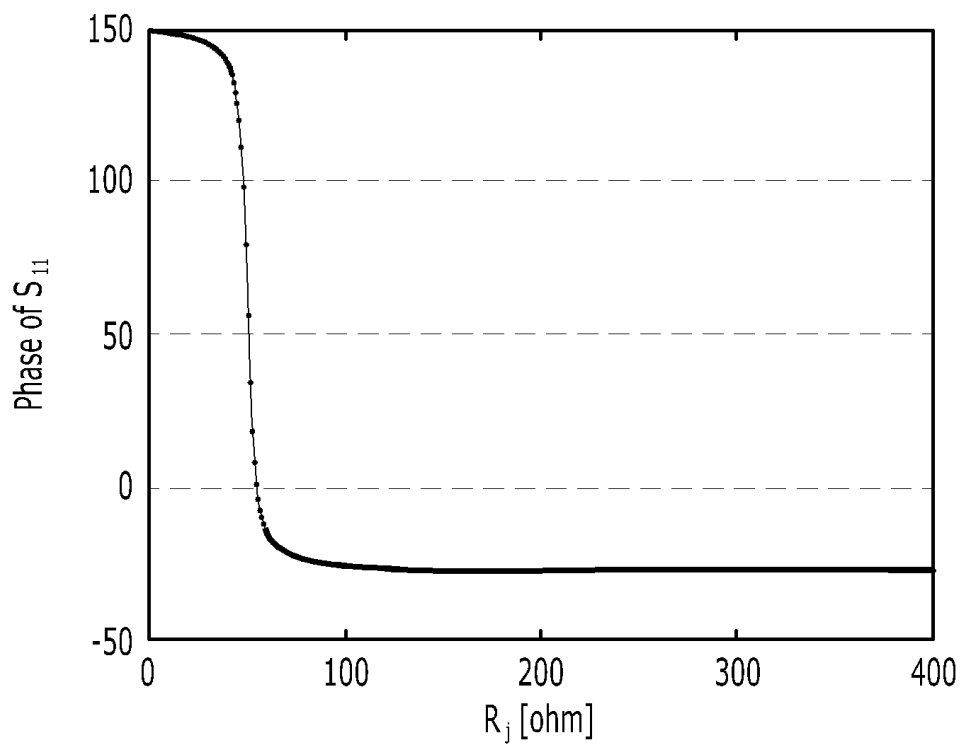
도면1



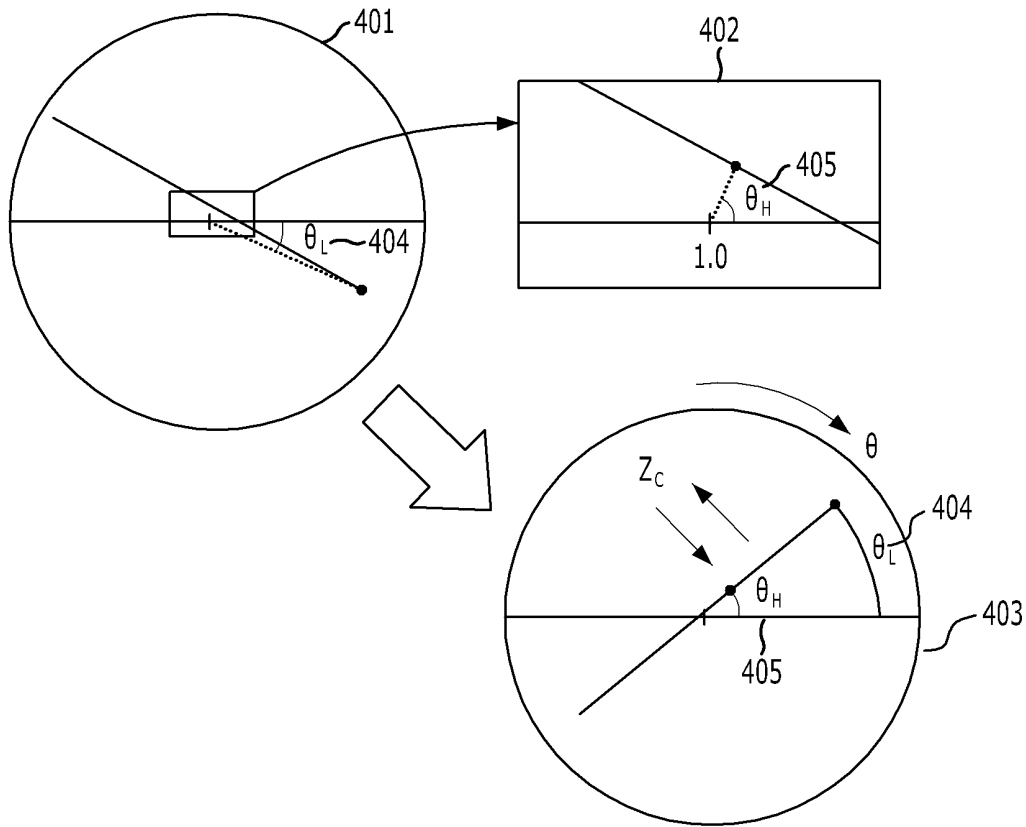
도면2



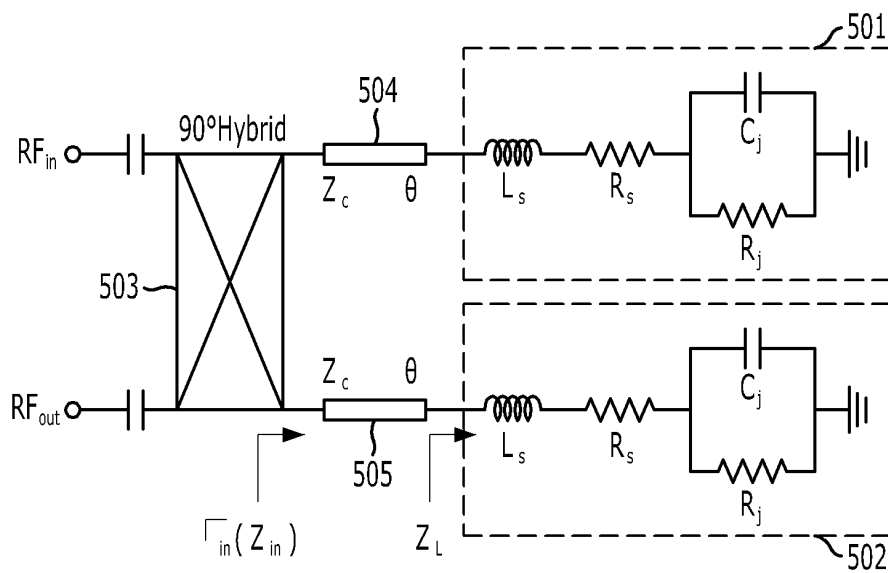
도면3



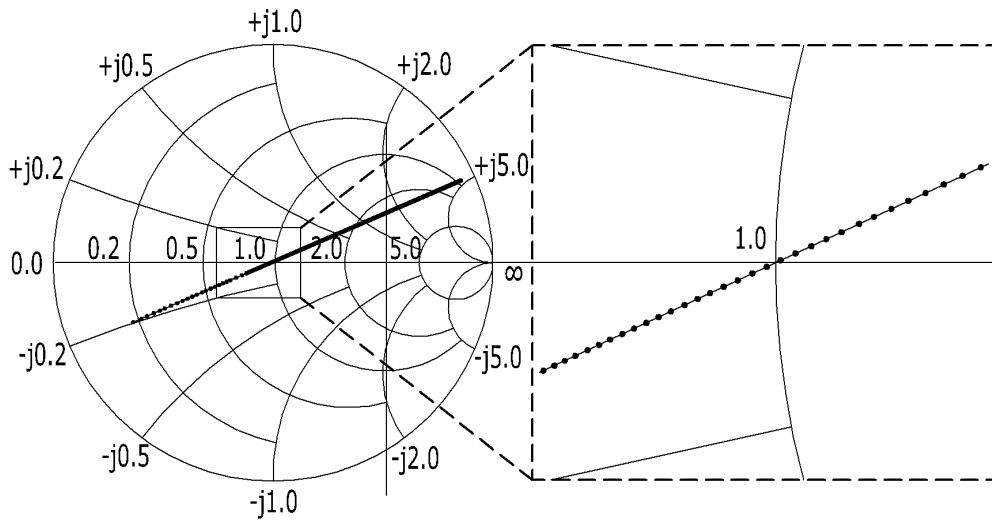
도면4



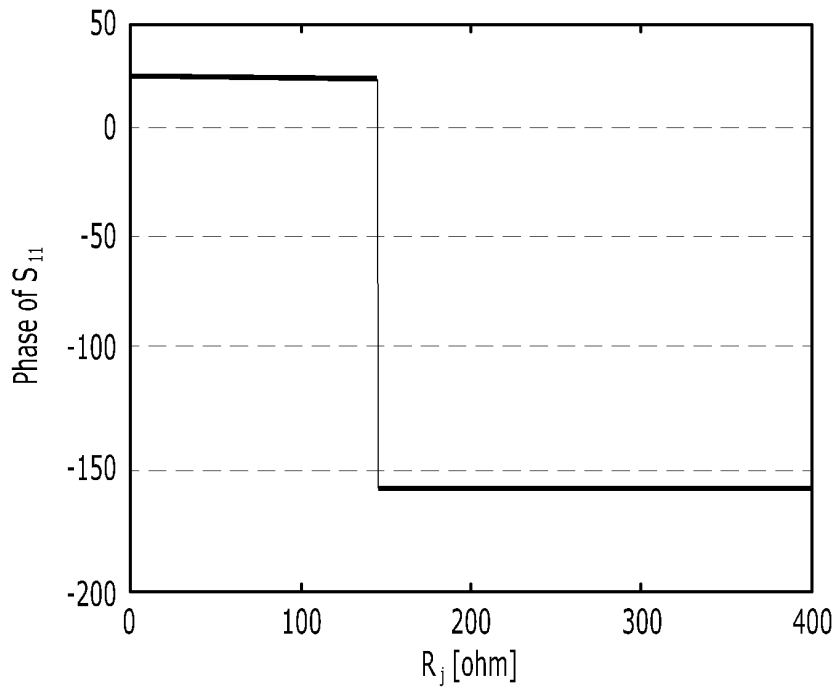
도면5



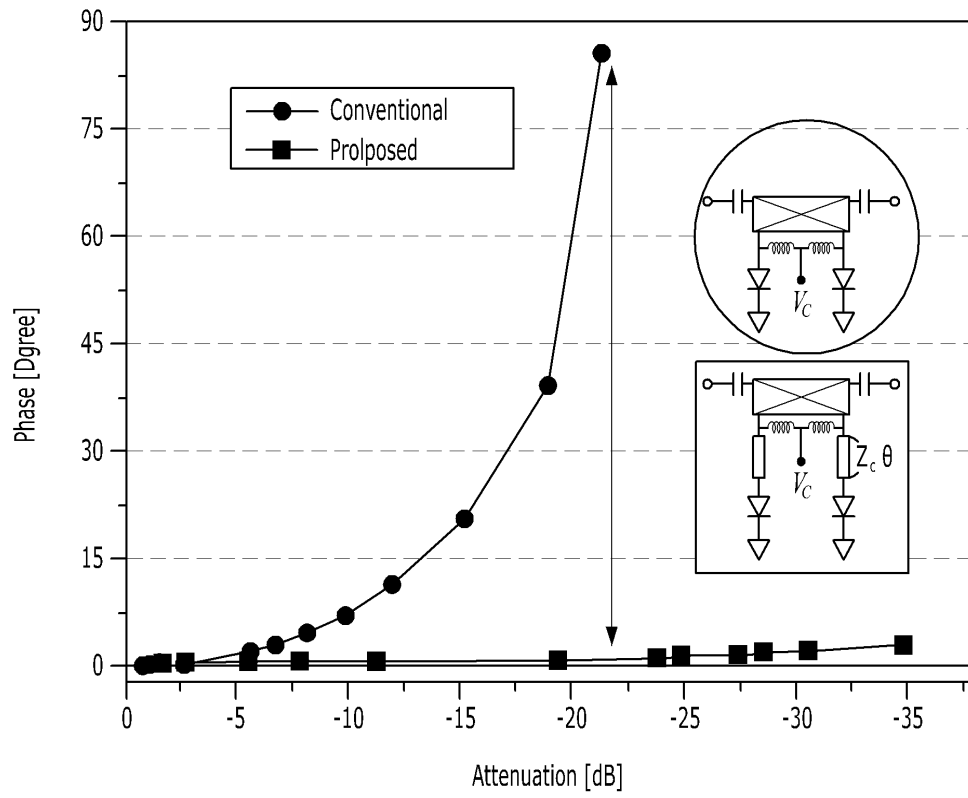
도면6



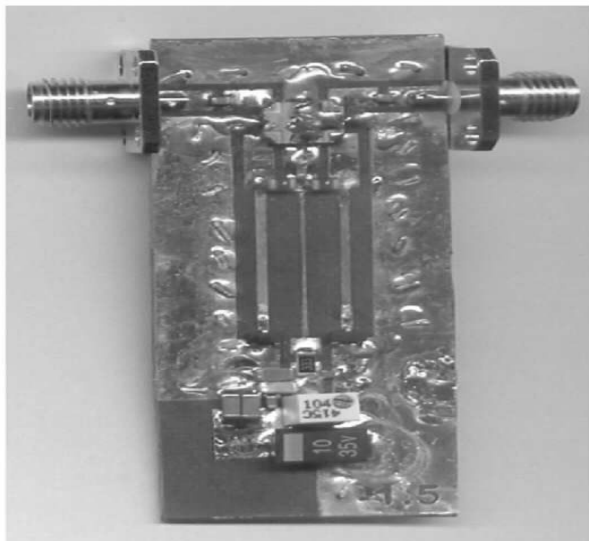
도면7



도면8



도면9



도면10

