



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H01P 1/213 (2006.01) H03K 23/00 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년08월01일 10-0745039 2007년07월26일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2006-0044712 2006년05월18일 2006년05월18일	(65) 공개번호 (43) 공개일자
----------------------------------	---	------------------------

(73) 특허권자	세원텔레텍 주식회사 경기 안양시 동안구 관양2동 881번지
(72) 발명자	김철동 경기도 과천시 중앙동 67 주공아파트 1007-402 김홍기 경기도 군포시 산본동 1092 장미아파트 1139-903호 정용채 전라북도 전주시 덕진구 덕진1가 664-14 전북대학교
(74) 대리인	김석현
(56) 선행기술조사문헌	
JP2002016440 A	KR1020030053282 A
KR1020050060279 A	US5224193 A

심사관 : 김희주

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 2,3,4차 주파수 체배기 및 그 설계방법

(57) 요약

본 발명은 2, 3, 4차 주파수 체배기에 관한 것으로서, 기본 주파수 신호를 억압하는 피드포워드 구조와 3차 이상의 고조파 신호들 중에서 각 체배기의 체배하는 주파수 이외의 원하지 않는 고조파 신호들을 억압하는 결함접지구조(Defected Ground Structure : DGS) 마이크로스트립 전송선로를 이용하여 주파수 체배 과정에서 발생하는 고조파 성분들을 효과적으로 억제할 수 있는 새로운 주파수 체배기 및 그 설계방법을 제공한다.

대표도

도 5

특허청구의 범위

청구항 1.

2,3,4차 주파수 체배기에 있어서,

상기 입력신호를 주경로와 보조경로로 분배하고 상기 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 상기 보조경로에 있는 가변 감쇠기와 가변 위상변환기로 신호의 진폭과 위상을 제어하여 상기 입력신호의 기본 주파수 신호를 제거하는 피드포워드와, 상기 주경로로 분배된 상기 입력신호의 기본 주파수 신호가 체배기에 최대한 입력되도록 정합하는 입력 정합부와, 상기 입력 정합부에서 정합된 신호를 체배하는 체배기와, 상기 체배기에서 체배된 신호를 해당 체배 주파수에서 최대 출력이 되도록 정합하는 출력 정합부로 이루어지는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기와;

전송선로의 접지면의 일부를 식각하여 얻어지는 저역통과 전달특성과 대역저지 특성에 따라, 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 성분들 중에서 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파를 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로;

로 이루어짐을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

2,3,4차 주파수 체배기에 있어서,

상기 입력신호를 주경로와 보조경로로 분배하고, 상기 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 상기 보조경로에 있는 가변 위상변환기로 위상을 제어하여 상기 입력신호의 기본 주파수 신호를 제거하는 피드포워드 구조와, 상기 주경로로 분배된 상기 입력신호의 기본 주파수 신호가 체배기에 최대한 입력되도록 정합하는 입력 정합부와, 상기 입력 정합부에서 정합된 신호를 체배하는 체배기와, 상기 체배기에서 체배된 신호를 해당 체배 주파수에서 최대 출력이 되도록 정합하는 출력 정합부로 이루어지는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기와;

전송선로의 접지면의 일부를 식각하여 얻어지는 저역통과 전달특성과 대역저지 특성에 따라, 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 성분들 중에서 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파를 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로;

로 이루어짐을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 DGS 전송선로는,

접지면의 일부를 식각하여 만든 셀의 크기를 조절하므로 2차 주파수 체배기의 경우 2차 체배 주파수까지 저역통과 특성을 조절하고, 3차 주파수 체배기의 경우 2차와 4차 체배 주파수를 저지하는 대역저지통과 특성을 조절하며, 4차 주파수 체배기의 경우 2차와 3차 체배 주파수를 저지하는 대역저지통과 특성을 조절할 수 있도록 한 것을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 DGS 전송선로는,

3차 주파수 체배기의 출력단의 경우 접지면의 일부를 식각하여 만든 셀의 모양을 비대칭으로 하여 체배하는 3차 주파수를 제외한 2차와 4차 고조파 성분을 동시에 제거하도록 하고,

4차 주파수 체배기의 출력단의 경우 접지면의 일부를 식각하여 만든 셀의 모양을 비대칭으로 하여 4차 주파수 체배기에서 체배하는 4차 주파수를 제외한 2차와 3차 고조파 성분을 동시에 제거하도록 한 것을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기.

청구항 6.

제 1 항 또는 제 3 항에 있어서, 상기 DGS 전송선로는,

DGS 전송선로의 폭을 조절하여 2차 체배 주파수까지 저역통과 특성을 조절하는 것을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기.

청구항 7.

트랜지스터를 구비하여 입력신호를 체배하고, 피드포워드 구조를 구비하여 상기 체배된 입력신호로부터 기본주파수 신호를 제거하는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기 및 전송선로의 접지면의 일부를 식각하고, 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로를 포함하여 구성되는 2,3,4차 주파수 체배기 설계방법에 있어서,

상기 트랜지스터의 출력전류 파형을 입력신호의 전도각에 따라 나타내고, 이를 참조하여 직류전류, 기본파 및 고조파 신호들의 발생특성을 푸리에 급수를 이용하여 나타내는 과정과;

상기 푸리에 급수로부터 전도각에 따른 직류전류, 기본파 및 고조파 신호의 진폭을 구하고, 2,3,4차 고조파 신호의 진폭이 최대가 되는 전도각을 구하는 과정과;

상기 2,3,4차 고조파 신호의 진폭이 최대가 되는 전도각으로부터 상기 트랜지스터의 출력전류 파형을 결정하는 과정과;

상기 결정된 각 출력전류 파형에 따라, 상기 트랜지스터의 바이어스를 전도각에 맞추어 상기 트랜지스터가 펀치오프 전압 근처에서 동작되도록 결정하는 과정과;

상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 가변 감쇠기와 가변 위상 변환기로 신호의 크기와 위상을 제어하여 기본 주파수 신호성분을 제거하는 과정과;

상기 기본 주파수 신호성분이 제거된 신호로부터 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거할 수 있도록 상기 DGS 전송선로의 접지면을 비대칭 메모리 모양을 갖도록 식각하고, 상기 식각된 셀의 크기와 모양을 조절하여 원하는 저역통과 특성을 갖도록 조절하는 과정;

으로 이루어짐을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기 설계방법.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 상기 저역통과 특성을 갖도록 조절하는 과정은,

상기 DGS 전송선로의 폭을 조절하는 과정을 더 구비함을 특징으로 하는 2,3,4차 주파수 체배기 설계방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 2,3,4차 주파수 체배기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기본 주파수 신호를 억압하는 피드포워드 구조와 3차 이상의 고조파 신호들 중에서 각 체배기의 체배하는 주파수 이외의 원하지 않는 고조파 신호들을 억압하는 DGS 마이크로스트립 전송선로를 이용하여 불요파 신호들을 효과적으로 용이하게 억압할 수 있는 DGS 마이크로스트립 전송선로를 이용한 새로운 2,3,4차 주파수 체배기 및 그 설계방법에 관한 것이다.

일반적으로 마이크로파 통신(Microwave communication), 밀리미터파 통신(Millimeter wave communication) 및 레이더 시스템(Radar System)에서는 높은 안정도와 저위상 잡음의 깨끗한 신호원이 요구된다. 이러한 신호원은 상대적으로 좋은 위상 잡음특성을 가지고 있는 낮은 주파수의 신호원을 체배하여 얻을 수 있다.

낮은 주파수의 신호원으로부터 안정된 고주파 전원을 얻기 위해서 사용되는 체배기 중, 능동 체배기는 낮은 차수의 하모닉(Harmonic) 체배의 경우에 변환 이득을 얻을 수 있으며, 리액턴스(Reactance) 성분의 비선형 요소를 사용하여 하모닉을 발생시키는 바랙터 다이오드(Varactor Diode)에 비해 더 넓은 대역폭을 갖는다.

이중, 전계효과 트랜지스터(Field Effect Transistor)를 이용하는 능동 체배기는 보통 핀치오프(Pinch-Off) 근처의 바이어스(Bias)에서 사용되며, 비선형 트랜스컨덕턴스(Transconductance; g_m)는 고조파 생성에 가장 중요한 요소가 된다.

그러나, 일반적인 체배기의 출력 단에서는 체배된 주파수 성분 이외에 기본 주파수 성분과 기타 하모닉 성분들을 포함하고 있어서, 설계된 체배기를 다른 초고주파 회로(예로써, 혼합기, 증폭기 등)와 연결하면 여러 가지 문제를 일으킨다.

이를 위해 체배기의 출력 단에 $\lambda/4$ 개방 선로를 부착하거나 평형 체배기를 사용함으로써 기본 주파수 성분을 제거하고 있지만, 25dB 정도가 일반적인 한계로 나타나고 있다.

또한 대역통과 여파기를 연결하여 기본 주파수 성분과 여러 고조파 신호들을 제거 할 수도 있지만, 대역통과 여파기의 삽입손실로 인해 체배 신호 레벨의 감소와 전체회로 크기의 증가를 일으키며, 전체 송수신기를 집적회로로 만들 경우 여파기로 인하여 제작이 불가능하게 되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 대역통과 여파기를 사용하지 않고 체배기의 출력 단에서 발생되는 기본 주파수 성분과 고조파 신호성분들 중에 체배하고자 하는 성분 이외의 다른 고조파 성분들을 제거할 수 있는 새로운 구조의 2,3,4차 주파수 체배기 및 그 설계방법을 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 전력증폭기의 혼변조 왜곡성분들을 효과적으로 제거하는 방법인 피드포워드 방식을 이용해서 기본 신호를 제거하고, 마이크로스트립 전송선로의 접지면의 일부를 식각함으로써 저역통과 전달특성 또는 대역 저지특성을 갖는 DGS(Defected Ground Structure) 마이크로스트립 전송선로를 이용해서 원하지 않는 고조파 성분들을 제거할 수 있는 새로운 구조의 2,3,4차 주파수 체배기 및 그 설계방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성

상기한 목적은 2,3,4차 주파수 체배기에 있어서, 상기 입력신호를 주경로와 보조경로로 분배하고 상기 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 상기 보조경로에 있는 가변 감쇠기와 가변 위상변환기로 신호의 진폭과 위상을 제어하여 상기 입력신호의 기본 주파수 신호를 제거하는 피드포워드와, 상기 주경로로 분배된 상기 입력신호의 기본 주파수 신호가 체배기에 최대한 입력되도록 정합하는 입력 정합부와, 상기 입력 정합부에서 정합된 신호를 체배하는 체배기와, 상기 체배기에서 체배된 신호를 해당 체배 주파수에서 최대 출력이 되도록 정합하는 출력 정합부로 이루어지는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기와; 전송선로의 접지면의 일부를 식각하여 얻어지는 저역통과 전달특성과 대역저지 특성에 따라, 상기 피드포워드

2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 성분들 중에서 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파를 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로로 이루어지는 본 발명의 2,3,4차 주파수 체배기를 통해 달성할 수 있다.

또한 상기한 목적은 2,3,4차 주파수 체배기에 있어서, 상기 입력신호를 주경로와 보조경로로 분배하고, 상기 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 상기 보조경로에 있는 가변 위상변환기로 위상을 제어하여 상기 입력신호의 기본 주파수 신호를 제거하는 피드포워드 구조와, 상기 주경로로 분배된 상기 입력신호의 기본 주파수 신호가 체배기에 최대인 입력되도록 정합하는 입력 정합부와, 상기 입력 정합부에서 정합된 신호를 체배하는 체배기와, 상기 체배기에서 체배된 신호를 해당 체배 주파수에서 최대 출력이 되도록 정합하는 출력 정합부로 이루어지는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기와; 전송선로의 접지면의 일부를 식각하여 얻어지는 저역통과 전달특성과 대역저지 특성에 따라, 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 성분들 중에서 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파를 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로로 이루어지는 본 발명의 2,3,4차 주파수 체배기를 통해 달성할 수 있다.

그리고 상기한 목적은 트랜지스터를 구비하여 입력신호를 체배하고, 피드포워드 구조를 구비하여 상기 체배된 입력신호로부터 기본주파수 신호를 제거하는 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기 및 전송선로의 접지면의 일부를 식각하고, 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기의 출력신호를 인가 받아 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거하여 각각 2,3,4차 체배 신호만을 출력하는 DGS 전송선로를 포함하여 구성되는 2,3,4차 주파수 체배기 설계방법에 있어서, 상기 트랜지스터의 출력전류 파형을 입력신호의 전도각에 따라 나타내고, 이를 참조하여 직류전류, 기본파 및 고조파 신호들의 발생특성을 푸리에 급수를 이용하여 나타내는 과정과; 상기 푸리에 급수로부터 전도각에 따른 직류전류, 기본파 및 고조파 신호의 진폭을 구하고, 2,3,4차 고조파 신호의 진폭이 최대가 되는 전도각을 구하는 과정과; 상기 2,3,4차 고조파 신호의 진폭이 최대가 되는 전도각으로부터 상기 트랜지스터의 출력전류 파형을 결정하는 과정과; 상기 결정된 각 출력전류 파형에 따라, 상기 트랜지스터의 바이어스를 전도각에 맞추어 상기 트랜지스터가 핀치오프 전압 근처에서 동작되도록 결정하는 과정과; 상기 피드포워드 2,3,4차 주파수 체배기 전/후에 있는 결합기의 결합계수와 가변 감쇠기와 가변 위상 변환기로 신호의 크기와 위상을 제어하여 기본 주파수 신호성분을 제거하는 과정과; 상기 기본 주파수 신호성분이 제거된 신호로부터 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거할 수 있도록 상기 DGS 전송선로의 접지면을 비대칭 멤버들이 모양을 갖도록 식각하고, 상기 식각된 셀의 크기와 모양을 조절하여 원하는 저역통과 특성을 갖도록 조절하는 과정으로 이루어지는 본 발명의 2,3,4차 주파수 체배기 설계방법에 의해 달성할 수 있다.

삭제

삭제

삭제

삭제

삭제

삭제

삭제

이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성 요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다.

본 발명에 따른 2,3,4차 주파수 체배기의 설계방법을 도 3 내지 도 5를 참조하여 상세히 설명하고, 이에 따른 효과를 도 9, 도 10과 도 12를 참조하여 기술한다.

우선, 도 1 및 도 2를 참조하여 일반적인 주파수 체배기의 설계과정을 설명한다. 도 1은 트랜지스터의 입력 전압에 대한 출력전류 파형을 전도각에 따라 나타낸 도면이고, 도 2는 전도각에 따른 DC 및 기본파와 5차까지의 고조파 신호의 진폭을 나타낸 도면이다.

도 1을 참조하여 바이어스에 의한 고조파 신호들의 발생 특성을 <수학식 1> 및 <수학식 2>과 같이, 푸리에 급수(Fourier Series)를 이용하여 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \frac{A_{\alpha/2}^{\alpha/2}}{A_{\alpha/2}} \frac{I_{max}}{1 - \cos(\alpha/2)} [\cos\theta - \cos(\alpha/2)] d\theta$$

수학식 2

$$I_n = \frac{1}{\pi} \frac{A_{\alpha/2}^{\alpha/2}}{A_{\alpha/2}} \frac{I_{max}}{1 - \cos(\alpha/2)} [\cos\theta - \cos(\alpha/2)] \cos n\theta d\theta$$

이때 a 는 트랜지스터 입력신호의 전도각(Conduction Angle)을 나타낸다.

도 2는 <수학식 1>, <수학식 2>를 이용하여 전도각에 따른 DC 및 기본파와 5차까지의 고조파 신호의 진폭을 나타낸 것이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 2차 고조파 신호 진폭의 최대점은 전도각이 120°일 때, 3차 고조파 신호 진폭의 최대점은 전도각이 75°일 때이고, 4차 고조파 신호 진폭의 최대점은 전도각이 60°일 때이다.

전도각에 따라 도 1의 출력전류 파형이 결정되며, 트랜지스터의 바이어스를 전도각에 따라 B급과 C급 중간 지점인 편치오프 전압 근처에서 동작시켜야 한다.

바이어스를 결정한 후, 입력단은 기본 주파수(f_0)에 대해 정합을 하되, 입력 신호가 체배기에서 최대로 입사되도록 정합을 하고, 출력단은 2차 체배기는 2차 고조파($2f_0$)에서, 3차 체배기는 3차 고조파($3f_0$)에서, 4차 체배기는 4차 고조파($4f_0$)에서 최대 출력이 되도록 정합을 한다.

도 3은 피드포워드 구조를 적용한 2,3,4차 주파수 체배기의 블록도를 나타낸 것으로, 도 3의 피드포워드(Feedforward) 구조는 전력 증폭기의 혼변조 왜곡성분을 효과적으로 제거하는 기술로 널리 사용되고 있으며 다른 선형화 방식에 비해 넓은 주파수 특성을 가지면서, 발진 가능성이 거의 없다는 특징이 있다.

피드포워드 구조는 본 발명에서 기본 주파수 성분을 제거하기 위한 방법으로 사용된 것으로서, 보통 능동 주파수 체배기는 체배 후에 기본 주파수 신호 레벨이 감쇠되므로, 체배기 전후에 있는 결합기의 결합계수와 가변 감쇠기와 가변 위상 변환기의 크기와 위상을 제어함으로써 원하지 않는 기본 주파수 신호성분을 억압할 수 있다.

그러나 선형전력증폭기를 피드포워드 구조로 구현할 때, 주 신호 제거 루프에서는 주 신호만 제거되듯이 피드포워드 구조를 적용한 주파수 체배기에서는 원하지 않는 2차 이상의 체배 신호들을 제거할 수 없게 된다.

도 4a 내지 도 4c는 일반적인 마이크로스트립 전송선로와 본 발명에 적용되는 DGS 마이크로스트립 전송선로의 물리적 구조와 그 전기적 특성을 보이고 있다.

도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 마이크로스트립 전송선로의 접지면을 일부 식각해 내는 DGS 마이크로스트립 전송선로는 전송선로 등가회로의 직렬 인덕턴스를 증가시키는 것과 같다.

따라서, 접지면을 식각하지 않은 경우와 동일한 특성 임피던스를 유지하기 위해서는 DGS 마이크로스트립 전송선로의 폭이 넓어져야 하는데, 이는 전송선로의 단락 캐패시턴스를 증가시키는 것과 같다.

이러한 등가 직렬 인덕턴스와 단락 캐패시턴스의 증가는 위상 상수의 증가와 전파지연 효과를 유발한다. 따라서 DGS 마이크로스트립 전송선로는 회로 소형화에 기여할 수 있다.

도 4c에 도시된 바와 같이, 4 GHz 이하인 주파수 대역에서는 일반적인 마이크로스트립 전송선로와 DGS 마이크로스트립 전송선로의 전달 특성이 거의 같지만, 그 전파지연 특성은 다르게 나타남을 볼 수 있다. 즉, 동작 주파수가 커질수록 다른

전파지연 효과가 나타남을 보이고 있다. 또한 4 GHz 이상에서는 신호 감쇠 특성이 강해져서 저역 통과 여파 특성이 나타남을 알 수 있으며 더 넓은 주파수 대역에서는 대역저지 특성이 나타난다. 이때 DGS의 셀 파라미터 값을 조절함으로 주파수 특성을 제어할 수 있다.

따라서, 2차 주파수 체배기의 출력단에 DGS 마이크로스트립 전송선로를 사용하여 그 저역 통과 여파특성을 이용한다면, 주파수 체배기의 3차 이상 고조파 신호들을 효과적으로 제거할 수 있다.

상술한 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 이용하여 기본 주파수 신호 및 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 억압함으로써, 불요파 신호들을 효과적으로 쉽게 억압할 수 있는 2,3,4차 주파수 체배기를 도 5 내지 도 8을 참조하여 설명한다.

도 5는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 주파수 체배기의 블록도이며,

도 6은 본 발명에 따라 2차 주파수 체배기의 출력단에 사용하기 위해 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면이다.

도 6에 도시된 본 발명에 따라 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조에서 식각된 접지면의 크기를 조절하여 2차 체배 주파수까지 저역통과 특성을 갖도록 설계 가능하며, Ansoft사의 HFSS V.9 등을 사용하여 그 제작 특성을 예측할 수 있다.

도 7은 본 발명에 따라 3차 주파수 체배기의 출력단에 사용하기 위해 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면이다.

도 7에 도시된 본 발명에 따라 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조에서 식각된 셀의 모양과 크기를 조절하여 3차 고조파 신호성분을 제외한 2차와 4차의 고조파 신호성분을 동시에 제거하는 대역저지 특성을 갖도록 설계 가능하며, Ansoft사의 HFSS V.9 등을 사용하여 그 제작 특성을 예측할 수 있다.

상기 본 발명에 따라 3차 주파수 체배기의 DGS 마이크로스트립 전송선로의 식각된 모양은 위/아래가 다른 비대칭 맴돌이 모양이다. 대칭 맴돌이 모양의 경우 하나의 대역에서 저지특성이 나타나지만, 비대칭 맴돌이 모양의 식각을 할 경우 동시에 두 대역에서 저지 특성을 얻을 수 있다.

본 발명에서는 비대칭 맴돌이 모양으로 식각을 하여 3차 주파수 체배기에서 원하지 않는 2차와 4차 고조파 신호성분을 제거하기 위하여 비대칭 맴돌이 DGS 마이크로스트립 전송선로를 사용하였다.

도 8은 본 발명에 따라 4차 주파수 체배기의 출력단에 사용하기 위해 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면이다.

도 8에 도시된 본 발명에 따라 설계된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조에서 식각된 셀의 모양과 크기를 조절하여 4차 고조파 신호성분을 제외한 2차와 3차의 고조파 신호성분을 동시에 제거하는 대역저지 특성을 갖도록 설계 가능하며, Ansoft사의 HFSS V.9 등을 사용하여 그 제작 특성을 예측할 수 있다.

본 발명에서는 비대칭 맴돌이 모양으로 식각을 하여 4차 주파수 체배기에서 원하지 않는 2차와 3차 고조파 신호성분을 제거하기 위하여 비대칭 맴돌이 DGS 마이크로스트립 전송선로를 사용하였다.

이하, 본 발명의 2,3,4차 주파수 체배기의 타당성을 보이기 위한 실시 예로서, 1GHz의 신호원을 2GHz로 체배하는 2차 주파수 체배기, 3GHz로 체배하는 3차 주파수 체배기와 4GHz로 체배하는 4차 주파수 체배기를 도 9a 내지 도 12c를 참조하여 설명한다.

설계에 사용된 트랜지스터는 Avago사의 ATF10136 MESFET(Metal Semiconductor Field Effect Transistor)이고, 바이어스 조건을 달리하여 2,3,4차 고조파 성분이 가장 많이 발생하도록 B급과 C급 사이의 핀치오프 전압 근처에서 동작하도록 하였다.

또한, 입출력 정합점은 Load-pull 방법을 이용하여 추출하였고, Agilent사의 ADS를 이용하여 정합회로를 설계하고 구현하였다.

도 9a는 일반적인 구조로 제작된 2차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 2차 체배신호 이외에 기본 주파수 신호와 3차이상의 고조파 신호들이 함께 나타난다. 이때 2차 체배신호는 0 dBm의 기본과 입력신호에 대하여 -2.309 dB의 변환손실을 가지며 기본 주파수 신호의 크기는 -26.84 dBm이다.

도 9b는 일반적인 구조로 제작된 3차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 3차 체배신호 이외에 기본 주파수 신호와 2차와 4차 고조파 신호들이 함께 나타난다. 이때 3차 체배신호는 0 dBm의 기본과 입력신호에 대하여 -5.048 dB의 변환손실을 가지며 기본 주파수 신호의 크기는 -33.73 dBm이다.

도 9c는 일반적인 구조로 제작된 4차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 4차 체배신호 이외에 기본 주파수 신호와 2차와 3차 고조파 신호들이 함께 나타난다. 이때 4차 체배신호는 0 dBm의 기본과 입력신호에 대하여 -4.223 dB의 변환손실을 가지며 기본 주파수 신호의 크기는 -47.59 dBm이다.

도 10a는 도 9a의 일반적인 구조로 제작된 2차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용하여, 기본 주파수 신호를 억압한 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 기본 주파수 신호가 41.78 dB 이상 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 10b는 도 9b의 일반적인 구조로 제작된 3차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용하여, 기본 주파수 신호를 억압한 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 기본 주파수 신호가 35.98 dB 이상 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 10c는 도 9c의 일반적인 구조로 제작된 4차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용하여, 기본 주파수 신호를 억압한 체배기의 출력특성을 나타낸 도면으로서, 기본 주파수 신호가 19.52 dB 이상 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 11a는 2차 주파수 체배기의 출력단에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션 특성과 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 특성을 비교한 도면이고, 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로는 2차 체배 주파수에서는 약 0.49dB 정도의 삽입손실을 갖지만 3차 이상의 고조파 대역에서 30dB 이상의 감쇠 특성을 얻음을 보이고 있다.

도 11b는 3차 주파수 체배기의 출력단에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션 특성과 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 특성을 비교한 도면이고, 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로는 3차 체배 주파수에서는 약 0.36dB 정도의 삽입손실을 갖지만 2차와 4차 체배 주파수에서는 26dB 이상의 감쇠 특성을 얻음을 보이고 있다.

도 11c는 4차 주파수 체배기의 출력단에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션 특성과 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 특성을 비교한 도면이고, 제작된 DGS 마이크로스트립 전송선로는 4차 체배 주파수에서는 약 0.47dB 정도의 삽입손실을 갖지만 2차와 3차 체배 주파수에서는 24dB 이상의 감쇠 특성을 얻음을 보이고 있다.

이는 본 발명에 적용되는 DGS 마이크로스트립 전송선로가 체배기의 불필요한 고조파 성분을 차단시킴을 보인 것이다.

도 12a는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 2차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면이다.

0 dBm의 입력신호에 대하여 체배된 2차 주파수 신호는 -2.594 dBm이며, 기본 주파수 신호는 41.78 dB, 3차 고조파 신호는 21.59 dB, 4차 고조파 신호는 17.8 dB 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 12b는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 3차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면이다.

0 dBm의 입력신호에 대하여 체배된 3차 주파수 신호는 -5.359 dBm이며, 기본 주파수 신호는 35.98 dB, 2차 고조파 신호는 25.84 dB, 4차 고조파 신호는 20.42 dB 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 12c는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 4차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면이다.

0 dBm의 입력신호에 대하여 체배된 4차 주파수 신호는 -4.574 dBm이며, 기본 주파수 신호는 19.52 dB, 2차 고조파 신호는 20.51 dB, 3차 고조파 신호는 20.62 dB 억압되었음을 관찰할 수 있다.

도 13a는 본 발명에 따른 2,3,4차 주파수 체배기의 입력신호의 위상잡음을 측정된 도면이고, 도 13b는 본 발명에 따른 2차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정된 도면이고, 도 13c는 본 발명에 따른 3차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정된 도면이고, 도 13d는 본 발명에 따른 4차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정된 도면이다.

본 발명에 따라 제작된 2차 주파수 체배기의 출력 위상 잡음특성은 $-94.06 \text{ dB/Hz} (@10\text{KHz offset})$ 이며 입력 위상 잡음과 비교했을 때 0.92 dB 차이가 난다. 이것은 체배 차수에 따른 위상잡음의 이론적인 열화 예상 값인 $20\log N = 20\log(2) = 6 \text{ dB}$ 보다 5.08 dB 낮아진 값이며, 제작된 2차 주파수 체배기의 위상 특성이 좋음을 나타낸다.

또한, 제작된 3차 주파수 체배기의 출력 위상 잡음특성은 $-93.90 \text{ dB/Hz} (@10\text{KHz offset})$ 이며 입력 위상 잡음과 비교했을 때 2.78 dB 차이가 난다. 이것은 체배 차수에 따른 위상잡음의 이론적인 열화 예상 값인 $20\log N = 20\log(3) = 12 \text{ dB}$ 보다 8.42 dB 낮아진 값이며, 제작된 3차 주파수 체배기의 위상 특성이 좋음을 나타낸다.

또한, 제작된 4차 주파수 체배기의 출력 위상 잡음특성은 $-92.20 \text{ dB/Hz} (@10\text{KHz offset})$ 이며 입력 위상 잡음과 비교했을 때 1.08 dB 차이가 난다. 이것은 체배 차수에 따른 위상잡음의 이론적인 열화 예상 값인 $20\log N = 20\log(4) = 12 \text{ dB}$ 보다 9.22 dB 낮아진 값이며, 제작된 4차 주파수 체배기의 위상 특성이 좋음을 나타낸다.

이는 기본 주파수 성분의 제거와 2차 이상의 불요파 신호의 제거에 기인하는 것이다.

상술한 바와 같이, 본 발명은 전력증폭기의 혼변조 왜곡성분들을 효과적으로 제거하는 방법인 피드포워드 방식을 이용해서 기본 주파수 신호를 제거하고, 마이크로스트립 전송선로의 접지면의 일부를 식각함으로써 저역통과 전달특성과 동시에 두 대역의 대역저지 특성을 갖는 DGS 마이크로스트립 전송선로를 이용해서 2차 이상의 고조파 성분들 중에서 불필요한 고조파 성분을 선택적으로 제거함으로써, 대역통과 여파기를 사용하지 않고 체배기의 출력 단에서 발생하는 기본 주파수 성분과 2차 이상의 불요파 신호성분들을 제거할 수 있는 새로운 구조의 2,3,4차 주파수 체배기를 제공한다.

한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예를 들어 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명은 대역통과 여파기를 사용하지 않고 체배기의 출력 단에서 발생하는 기본 주파수 성분과 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거할 수 있는 새로운 구조의 2,3,4차 주파수 체배기를 제공함으로써, 기본 신호와 2,3,4차의 각 주파수 체배기에서 기본주파수와 불필요한 고조파 성분들을 동시에 제거할 수 있는 효과가 있다.

또한, 대역통과 여파기를 사용하지 않고 기본 주파수 성분과 2차 이상의 고조파 신호성분들 중에 체배하는 고조파 성분을 제외한 고조파 신호성분을 제거함으로써 체배신호 레벨의 감소를 방지하고, 전체 회로의 크기를 감소시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 전도각에 따른 출력전류 파형을 나타낸 도면,

도 2는 전도각에 따른 고조파 성분의 크기를 나타낸 도면,

도 3은 본 발명에 따른 피드포워드 구조를 적용한 2,3,4차 주파수 체배기의 블록도,

도 4a는 일반적인 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면,

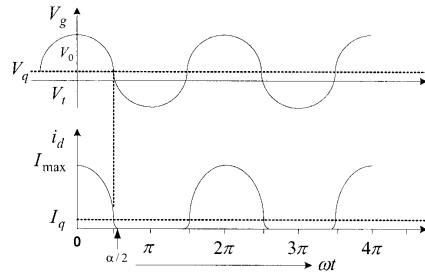
도 4b는 본 발명에 따른 DGS방식 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면,

도 4c는 도 4a와 도 4b의 마이크로스트립 전송선로의 전달 및 전파지연 특성을 비교하기 위한 도면,

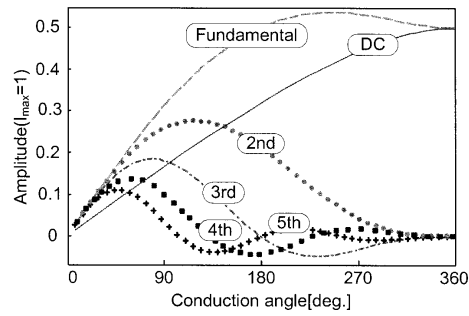
- 도 5는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 주파수 체배기의 블록도,
- 도 6은 본 발명에 따른 2차 체배기 구조에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면,
- 도 7은 본 발명에 따른 3차 체배기 구조에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면,
- 도 8은 본 발명에 따른 4차 체배기 구조에 적용된 DGS 마이크로스트립 전송선로의 구조를 보인 도면,
- 도 9a는 일반적인 구조의 2차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 9b는 일반적인 구조의 3차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 9c는 일반적인 구조의 4차 주파수 체배기의 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 10a는 도 9a의 2차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용한 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 10b는 도 9b의 3차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용한 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 10c는 도 9c의 4차 주파수 체배기에 피드포워드 구조를 적용한 출력특성을 나타낸 도면,
- 도 11a는 도 6의 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션과 측정결과를 비교한 도면,
- 도 11b는 도 7의 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션과 측정결과를 비교한 도면,
- 도 11c는 도 8의 DGS 마이크로스트립 전송선로의 시뮬레이션과 측정결과를 비교한 도면,
- 도 12a는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 2차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면,
- 도 12b는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 3차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면,
- 도 12c는 본 발명에 따른 피드포워드 구조와 DGS 마이크로스트립 전송선로를 적용한 4차 주파수 체배기의 출력특성을 보인 도면,
- 도 13a는 본 발명에 따른 주파수 체배기의 입력신호의 위상잡음을 측정하는 도면,
- 도 13b는 본 발명에 따른 2차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정하는 도면.
- 도 13c는 본 발명에 따른 3차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정하는 도면.
- 도 13d는 본 발명에 따른 4차 주파수 체배기의 출력신호의 위상잡음을 측정하는 도면.

도면

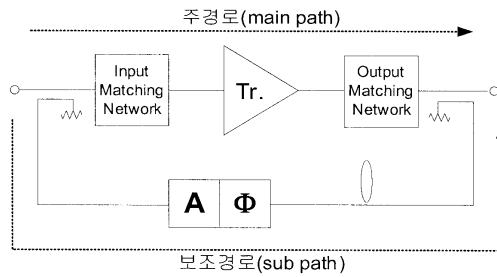
도면1



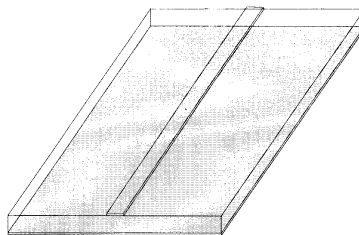
도면2



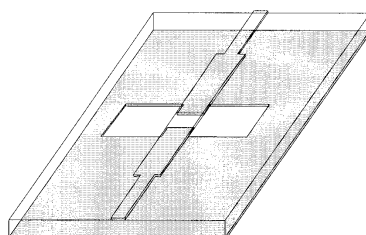
도면3



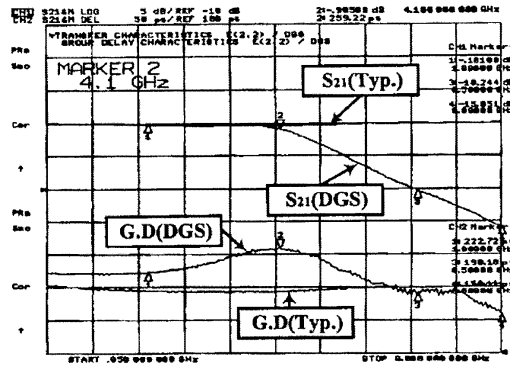
도면4a



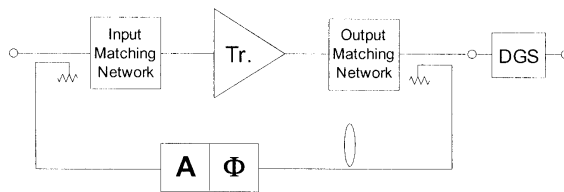
도면4b



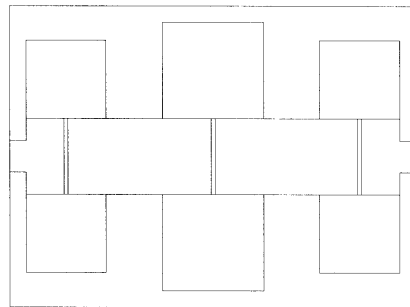
도면4c



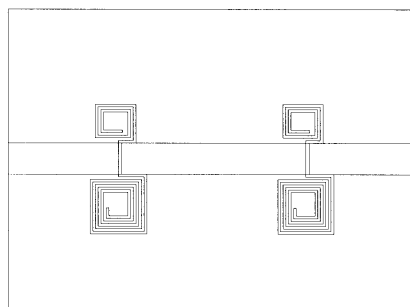
도면5



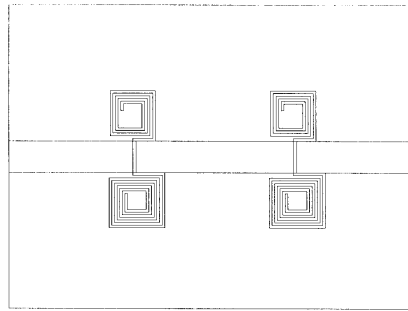
도면6



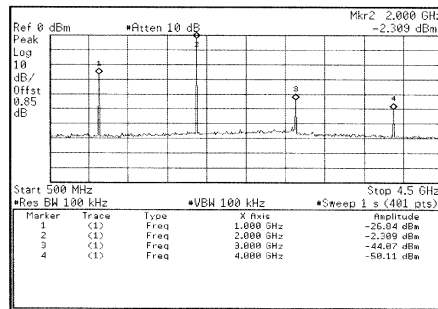
도면7



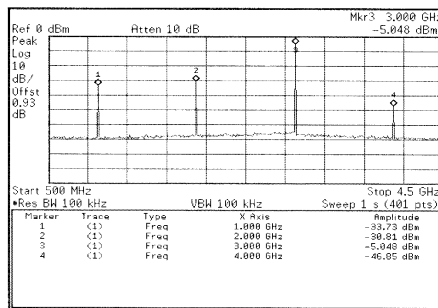
도면8



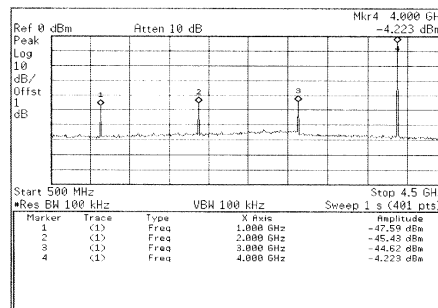
도면9a



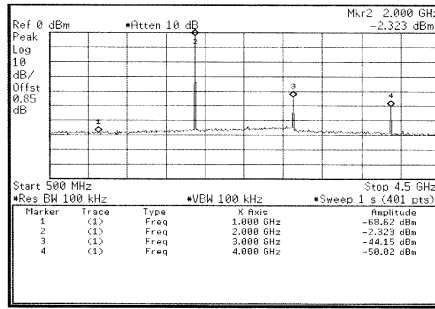
도면9b



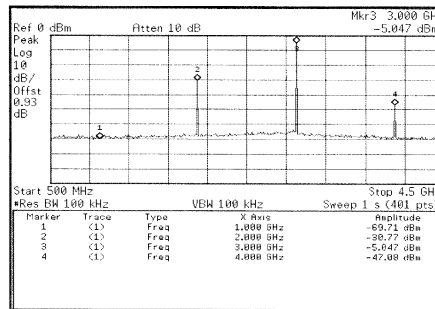
도면9c



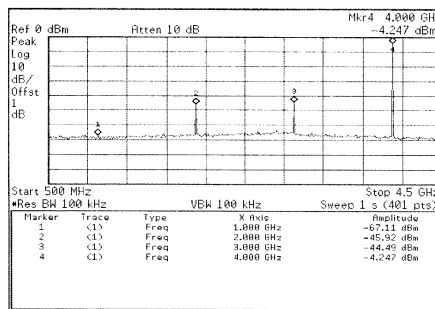
도면10a



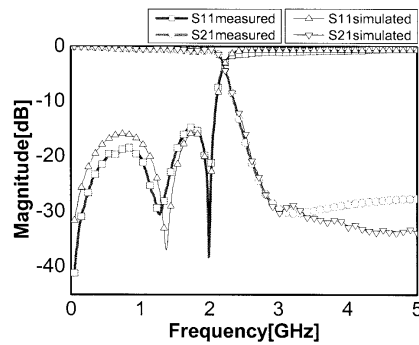
도면10b



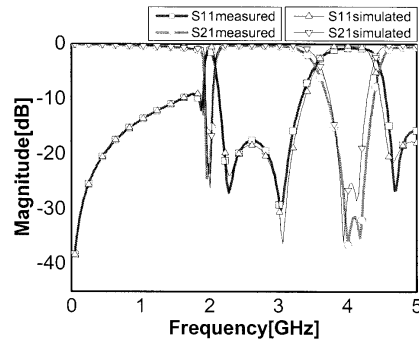
도면10c



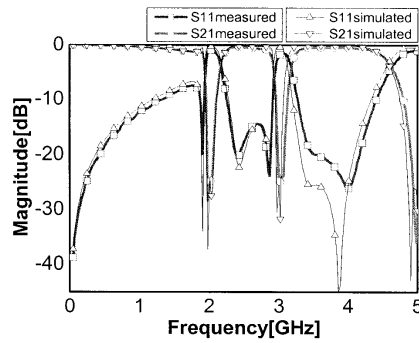
도면11a



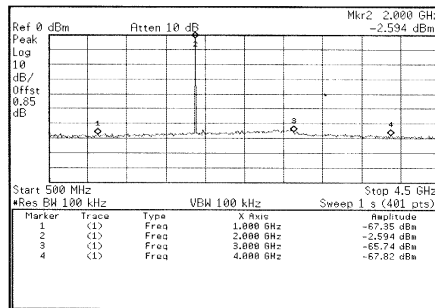
도면11b



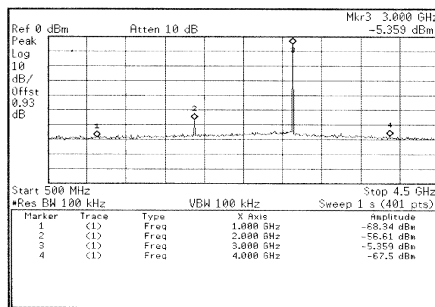
도면11c



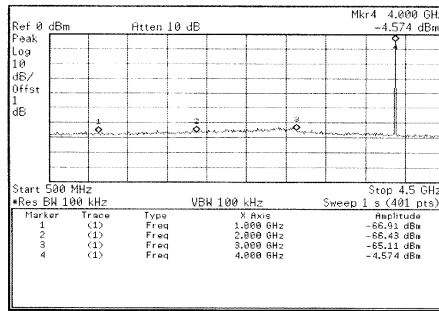
도면12a



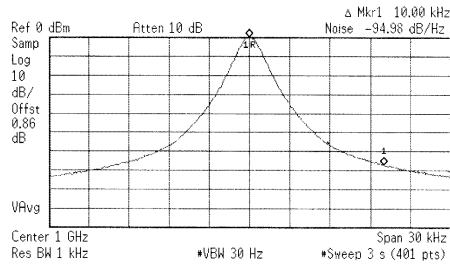
도면12b



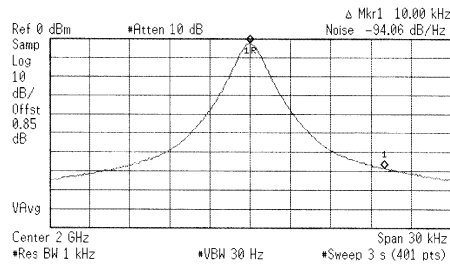
도면12c



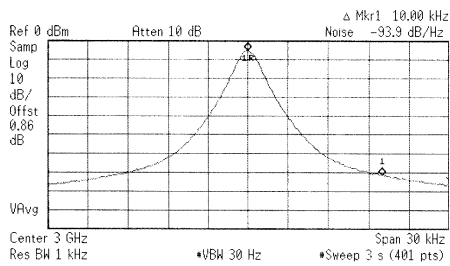
도면13a



도면13b



도면13c



도면13d

