

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

그 가운데에 금속 라인이 형성되고 상기 금속 라인의 양측으로 소정의 간격을 두고 제1, 제2 접지 금속판이 형성된 CPW (Coplanar Waveguide) 전송선에서, 상기 금속 라인과 제1, 제2 접지 금속판 사이에 공진기 형성을 위한 공간을 형성하고, 이 공간에 양측 끝단이 오픈된 복수개의 링이 전체적으로 헬리컬한 구조를 갖도록 서로 연결되어 배치된 것 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 금속 라인과 제1 접지판 사이에 형성되는 공간과 상기 금속 라인과 제2 접지판 사이에 형성되는 공간은 서로 대칭되게 형성되는 것을 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 금속 라인과 제1 접지판 사이에 제1, 제2 공간이 형성되고, 상기 금속 라인과 제2 접지판 사이에 제3, 제4 공간이 상기 제1, 제2 공간과 서로 대칭되게 형성되는 것을 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 공간에 헬리컬 구조로 배치되는 링은

링 사이에 형성되는 관통공을 연결하는 금속에 의해 서로 연결되어 헬리컬 구조로 배치되는 것을 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 복수개의 링은 2개인 것을 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 링은 전체 4/4중 1/4이 오픈된 형상인 것을 특징으로 하는 평면형 헬리컬 공진기.

청구항 7.

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항의 공진기를 이용한 초고주파 발진기.

청구항 8.

제 7 항에 있어서, 그 출력단에 인터-디지털 캐패시터(inter-digital capacitor)가 더 구비된 것을 특징으로 하는 초고주파 발진기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 평면형 헬리컬 공진기 및 이를 이용한 초고주파 발진기에 관한 것으로, 특히 발진기에서 발진주파수를 선택해주는 공진기를 제작공정이 간단한 평면형 헬리컬 공진기 구조로 하여 발진기의 위상잡음을 감소시킬 수 있도록 하는 평면형 헬리컬 공진기와 이를 이용한 초고주파 발진기에 관한 것이다.

발진기는 무선 송수신기 등에서 기준신호를 발생시키는 부분으로, 도 1은 일반적인 발진기의 블록 구성도를 나타낸 것이다.

도 1에 도시한 바와 같은 일반적인 발진기는, LC공진 또는 구조체 공진 등을 통하여 발진 주파수를 선택해주는 공진기(10), 상기 공진기(10)에서 피할 수 없는 저항성분을 보상하여 한번 시작된 발진을 지속적으로 유지시켜주는 역할을 하는 증폭기(20), 그리고 상기 공진기(10)와 증폭기(20)를 결합하여 전체적으로 발진기 루프를 만들어내는 정합회로(Matching Circuit)(30)로 구성되어 있다.

이러한 종래의 발진기는 공진기를 단순히 인덕터와 캐패시터를 조합한 LC공진회로로 만들거나 또는 유전체 공진기 등을 사용하였다.

그러나 LC공진기의 경우 고주파에서 발생하는 회로의 기생 효과에 기인한 정확한 발진 주파수 예측이 쉽지 않고, 유전체 공진기의 경우 잡음 등의 특성은 좋으나 효율의 측면에서는 향상된 모습을 보이지 않을 뿐더러 회로가 모두 제작된 후에 회로 기판에 본드 등을 이용하여 붙여야 하는 등 제작에 있어서 불편함이 있었다.

한편, 종래 "High-Q helical resonator for oscillators and filters in mobile communications systems(J.K.A. Everard, K.K.M. Cheng, and P.A. Dallas, IEE Electronics Letters, pp.1648-1650.)"에서는 입체형 헬리컬 공진기를 이용하여 발진기를 제작하였으나, 입체형 헬리컬 공진기는 그 제작공정이 복잡하다는 단점이 있다.

따라서 평면형 헬리컬 공진기를 발진기의 공진기로 적용하여 기존의 공진기와 같은 추가 공정이 필요 없으며 기존의 평면형 공진기들 보다 훨씬 작은 크기의 공진기로 효율적으로 발진기의 위상잡음을 감소시키는 방안을 제시하고자 한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이러한 점을 감안한 것으로, 본 발명의 목적은 보다 간단한 공정으로 제작가능함과 더불어 보다 효율적으로 발진기의 위상잡음을 감소시킬 수 있도록 하는 평면형 헬리컬 공진기와 이를 이용한 초고주파 발진기를 제공함에 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기는, 그 가운데에 금속 라인이 형성되고 상기 금속 라인의 양측으로 소정의 간격을 두고 제1, 제2 접지 금속판이 형성된 CPW 전송선에서, 상기 금속 라인과 제1, 제2 접지 금속판 사이에 공진기 형성을 위한 공간을 형성하고, 이 공간에 양측 끝단이 오픈된 복수개의 링이 전체적으로 헬리컬한 구조를 갖도록 서로 연결되어 배치된 것 특징으로 한다.

상기 금속 라인과 제1 접지판 사이에 제1, 제2 공간이 형성되고, 상기 금속 라인과 제2 접지판 사이에 제3, 제4 공간이 상기 제1, 제2 공간과 서로 대칭되게 형성된다.

또한, 상기 공간에 헬리컬 구조로 배치되는 링은 링 사이에 형성되는 관통공을 연결하는 금속에 의해 서로 연결되어 헬리컬 구조로 배치되며, 상기 복수개의 링은 2개로서, 상기 링은 전체 4/4중 1/4이 오픈된 형상을 가진다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 초고주파 발진기는, 그 가운데에 금속 라인이 형성되고 상기 금속 라인의 양측으로 소정의 간격을 두고 제1, 제2 접지 금속판이 형성된 CPW 전송선에서, 상기 금속 라인과 제1, 제2 접지 금속판 사이에 공진기 형성을 위한 공간을 형성하고, 이 공간에 양측 끝단이 오픈된 복수개의 링이 전체적으로 헬리컬한 구조를 갖도록 서로 연결되어 배치된 평면형 헬리컬 공진기를 이용한 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시 예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명의 내용이 하기 실시 예에 한정되는 것은 아니다.

도 2는 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기의 구조를 나타낸 것으로, 사용된 초고주파 기관(100)은 유전상수 10.2, 두께 25 mil.의 RT/Duroid 6010 기관으로 50옴 매칭을 위하여 가운데 금속 라인(101)의 두께는 0.9mm로 하고, 가운데 금속 라인(101)과 양쪽 접지 금속판(103),(105)과의 간격은 0.55mm로 하였다.

또한, 기존의 CPW(Coplanar Waveguide : <http://www.rfdh.com/>) 전송선에서 중앙의 금속 라인(101)과 양쪽의 접지 금속판(103),(105) 사이에 평면형 헬리컬 공진기(PHR : planar helical resonator)를 형성할 공간을 만들고, 이 공간에 양측 끝단이 오픈된 두개의 링(107a),(107b)이 전체적으로 헬리컬한 구조를 갖도록 관통공(109)을 금속으로 연결하여 배치한다.

이때, 보다 높은 효과를 내기 위해 같은 구조를 양쪽으로 대칭되게 한다. 즉, 금속 라인(101)과 접지 금속판(103) 사이에 평면형 헬리컬 공진기를 형성할 공간을 2개 형성하고, 이와 대칭되게 상기 금속 라인(101)과 접지 금속판(105) 사이에도 역시 평면형 헬리컬 공진기를 형성할 공간을 2개 형성하고, 이에 상기 양측 끝단이 오픈된 두개의 링(107a),(107b)이 헬리컬한 구조를 갖도록 배치한다.

상기 양측 끝단이 오픈된 링(107a),(107b)은 전체 4/4링형 구조에서 1/4이 오픈된 3/4에 해당하는 링 형상으로 제작하며, 3/4에 해당하는 링 사이의 관통공(109)에는 금속으로 연결하여 전체적으로 헬리컬한 구조를 만든다. 이는 광학에서의 패브리-페롯 공진기와 유사한 특성으로 이해할 수 있다.

즉, 구조적 공진이 일어나는 양측 끝단에 오픈 형태의 반사판이 있어서 파형(Wave)을 모아주는 역할을 하게 된다.

또한, 이 구조에서 주목할 점은 헬리컬 공진기 안에서 생기는 정상파는 위 링과 아래 링 즉, 링(107a)과 링(107b) 사이에 있는 관통공(109)이 위치한 부분에서는 그 정상파의 크기가 0이 되므로 관통공(109)에 존재할 수 있는 공진기의 손실을 줄일 수 있다는 것이다.

이는 공진기의 품질 계수(Q-factor)의 상승으로 이어져 발진기의 위상잡음도 감소시킬 수 있는 결과를 얻게 된다.

한편, CPW는 도파로(Waveguide)란 용어가 포함되어 있지만 실제로는 TEM모드를 이용하는 전송 라인(Transmission Line)의 일종이다. CPW는 마이크로스트립 선로와 유사하지만 GND가 밑에 있는 것이 아니라 신호선의 양쪽에 존재한다. 경우에 따라 밑에 추가적인 GND를 놓을 수도 있고 없앨 수도 있다.

CPW는 신호선과 GND가 한면에 있기 때문에 Via를 구현하기가 쉽고, 이에 Short stub류와 같은 회로를 구현하기가 훨씬 간단해진다. 무엇보다도 CPW는 한 면에 공존하는 신호선과 GND 사이에 수직으로 필드(field)가 걸리기 때문에 마이크로스트립과 달리 완전한 TEM모드를 구현할 수 있어서 고주파가 될 수록 마이크로스트립보다 CPW의 전송특성이 좋아진다.

즉, CPW는 에칭에 의해 회로구현이 쉬운 마이크로스트립과 완전한 TEM모드로 구현되는 스트립라인의 장점을 모아서 만들어진 형태이다.

도 3에는 기존의 평면형 공진기 중에서 가장 작은 구조라고 알려져 있는 소형화된 헤어핀 공진기의 레이아웃을 본 발명의 평면형 헬리컬 공진기와의 비교를 위하여 나타내었다. 정확한 크기비교를 위하여 이 두 공진기의 공진주파수는 5.5 GHz로 동일하게 설정하였다.

평면형 헬리컬 공진기의 가로 길이 a_1 은 5mm이고 세로 길이 b_1 은 2mm, 기존의 소형화된 헤어핀 공진기의 가로 길이 a_2 는 8.87mm, 세로 길이 b_2 는 2.84mm로 계산되어 졌다.

결론적으로 본 발명에서 제시한 평면형 헬리컬 공진기의 크기는 기존의 소형화된 헤어핀 공진기의 크기의 절반에도 미치지 않는 4/10 정도의 크기로 그 성능 향상과 함께 크기의 소형화도 이룰 수 있음을 알 수 있다.

이는 1/4파장의 길이가 필요했던 기존의 평면형 공진기 구조에서와는 달리 평면형 헬리컬 공진기 구조에서는 그 정상파가 기관의 윗면과 아랫면에 1/2씩 분포하게 됨으로 인하여 공진을 위한 정상파가 한쪽 면에 1/8파장의 길이만 있으면 공진이 생기게 됨으로서 얻게 되는 부수적인 효과이다.

도 4에 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기 구조의 산란계수와 기존의 많이 사용되고 있는 평면형 공진기인 소형화된 헤어핀 공진기의 산란계수를 비교하여 나타내었다.

도 4에서 알 수 있는 바와 같이 본 발명의 평면형 헬리컬 공진기의 경우 손실의 척도를 보여주는 품질계수(Q-factor)는 160으로 그 값이 62정도인 헤어핀 공진기의 경우에 비해서 3배정도 높게 측정됨을 알 수 있었다.

이러한 구조의 평면형 헬리컬 공진기 구조를 발진기의 공진기로 사용하여 위상잡음을 향상시킨 발진기의 제작을 위한 회로의 레이아웃을 도 5에 나타내었다.

발진기의 게이트 부분에 본 발명의 공진기를 위치시키고 공진기의 저항을 보상하여 발진을 시작하고 유지시켜 주기 위한 증폭기 단을 트랜지스터를 이용하여 제작하였다. 트랜지스터의 소스 단에 스테브를 달아서 게이트 단에 부성저항이 생기도록 제작하였고, 발진기의 출력은 트랜지스터의 드레인 단에 커넥터를 연결하여 스펙트럼 분석기를 통하여 측정하였다.

회로의 DC 바이어스는 래디얼 스테브(radial stub)와 고임피던스 라인을 이용하였고, 인터-디지털 캐패시터(inter-digital capacitor)를 출력단에 달아서 DC전압이 출력단에 직접 가해지는 것을 방지하였다.

초고주파 공학에서의 통상의 캐패시터는 칩의 형태로 이루어져 있으며, 납땜 등의 공정으로 기관에 부착된다. 그러나 이러한 통상의 캐패시터의 경우 납땜 등에서 기인한 회로소자 값의 오차 등이 있을 수 있고 공정 또한 불편하다.

이를 개선하기 위해 최근에 개발된 것이 도 6과 같은 모양의 평면형 인터-디지털 캐패시터이다. 이는 기존의 CPW기관에 도 6과 같은 모양의 금속 패턴을 에칭공정을 통하여 구현하게 되는데, 이 경우 캐패시터는 가운데 꾸불꾸불한 모양의 갭에서 전자기파가 커플링(coupling)되는 정도로 구현하게 되고, 납땜공정이 필요하지 않게 되므로 좀더 간단하고 공정 오차도 줄일 수 있는 새로운 캐패시터이다(http://www.imst.de/coplan/online_manual/c_idc.html).

도 7에 본 발명에 따라 제작된 발진기의 출력 스펙트럼을 나타내었다. 발진주파수는 5.34 GHz이고 위상잡음은 1MHz offset에서 -112 dBc/Hz로 측정되었다.

도 8에는 본 발명의 공진기 구조를 사용하지 않고 제작한 발진기의 출력 스펙트럼을 나타내었다.

도 8에 나타낸 바와 같이, 같은 바이어스 조건에서 1MHz 오프셋(offset)에서의 발진기의 위상 잡음은 -101.44 dBc/Hz도 측정되어 본 발명의 공진기 구조를 발진기의 공진기로 적용하였을때 대략 11 dB의 성능 향상이 있음을 알 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 또는 변형하여 실시할 수 있다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명은 발진기에서 발진주파수를 선택해주는 역할을 하는 공진기를 제작공정이 간단한 평면형 헬리컬 공진기 구조로 대체하여 발진기의 위상잡음을 감소시킬 수 있게 된다. 이러한 본 발명은 무선 송수신 기기의 고효율 신호 발생회로에 이용가능하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 발진기의 블록 구성도.

도 2는 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기의 구조도.

도 3은 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기와 기존 소형화된 헤어핀 공진기의 크기 비교도.

도 4는 본 발명에 따른 평면형 헬리컬 공진기와 기존 헤어핀 공진기의 산란계수 비교도.

도 5는 도 2의 구조를 이용한 발진기의 레이아웃을 나타낸 도.

도 6은 인터-디지털 캐패시터를 나타낸 도.

도 7은 본 발명에 따른 발진기의 출력 스펙트럼을 나타낸 도.

도 8은 본 발명의 구조를 이용하지 않은 발진기의 출력 스펙트럼을 나타낸 도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

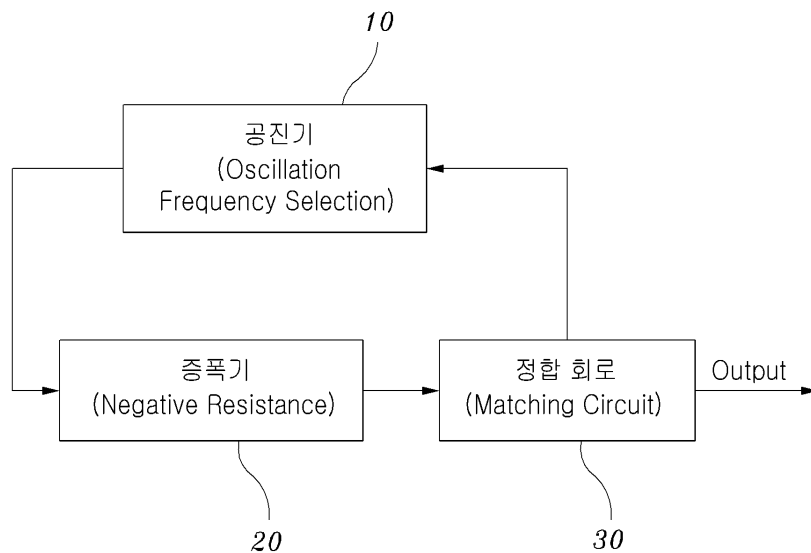
100 : 초고주파 기관 101 : 금속 라인

103, 105 : 접지 금속판 107a,107b : 양측 끝단이 오픈된 링

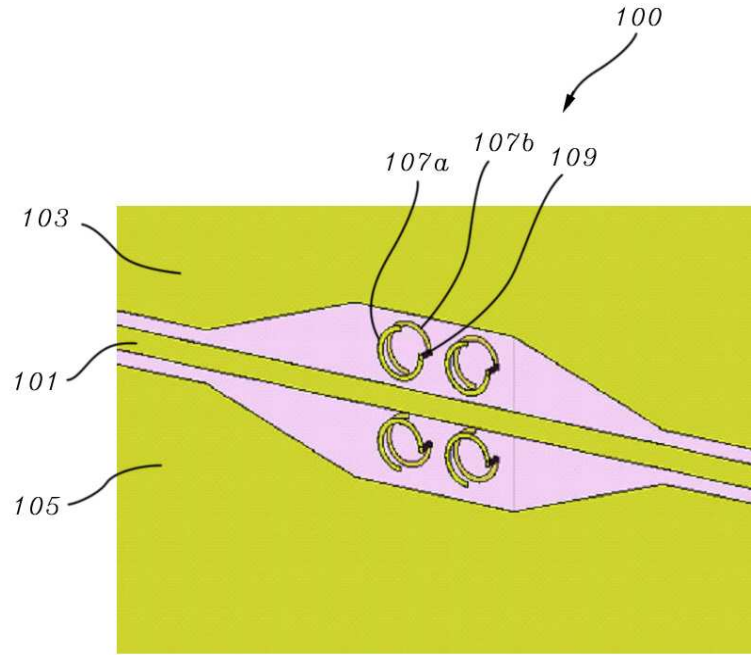
109 : 관통공

도면

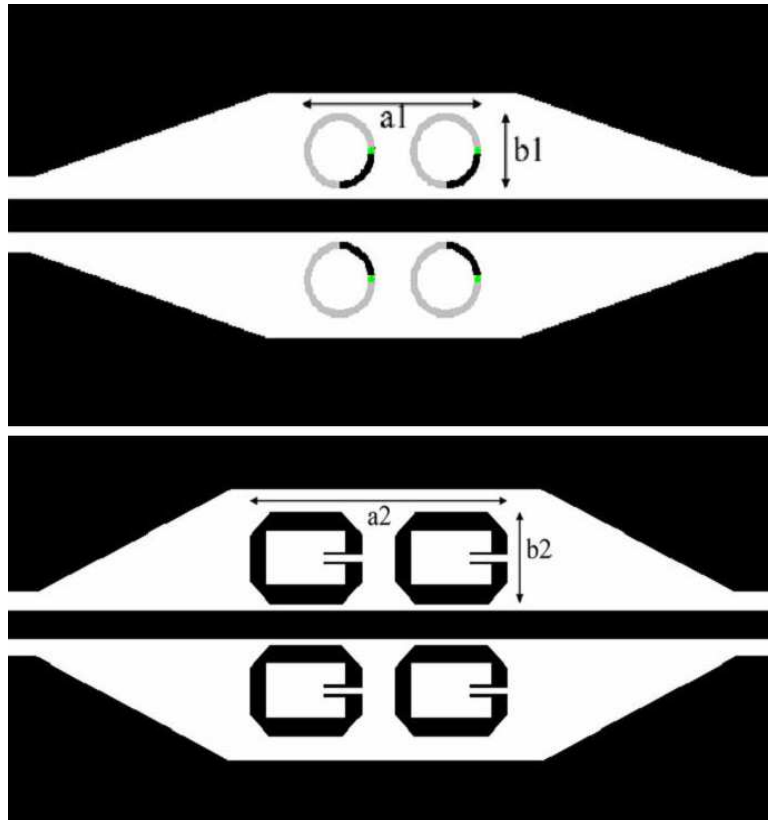
도면1



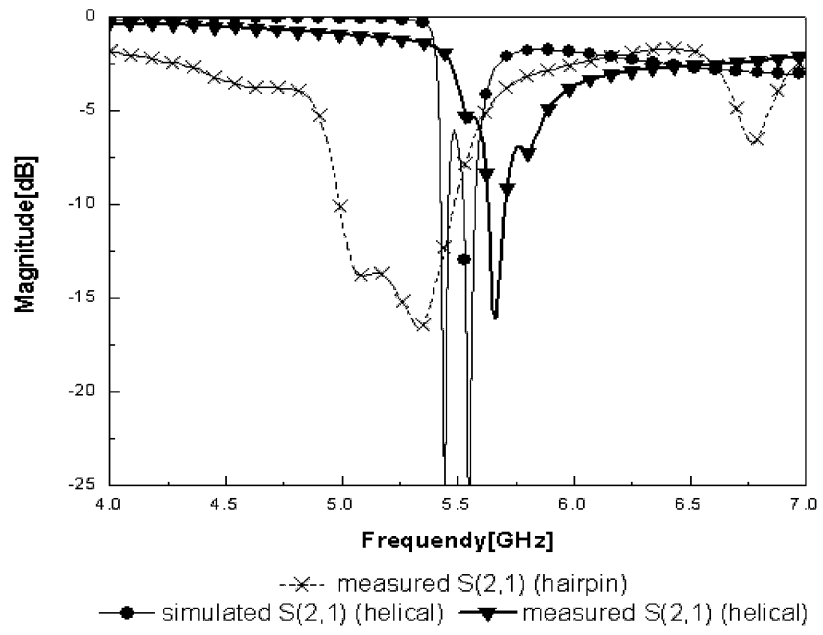
도면2



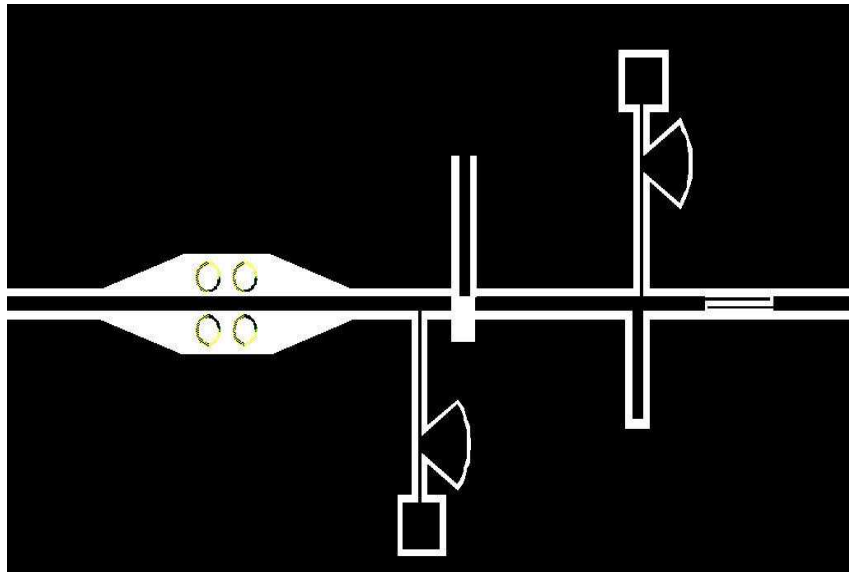
도면3



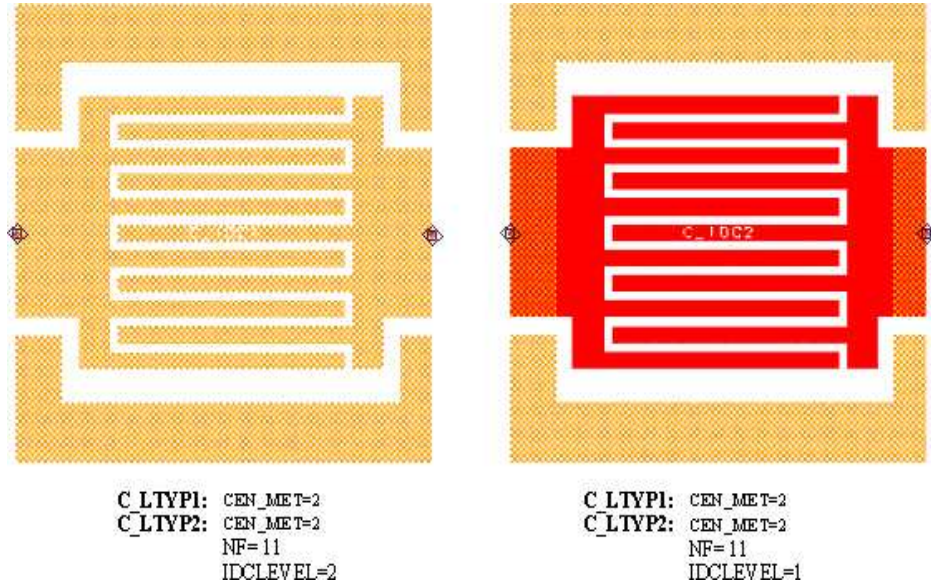
도면4



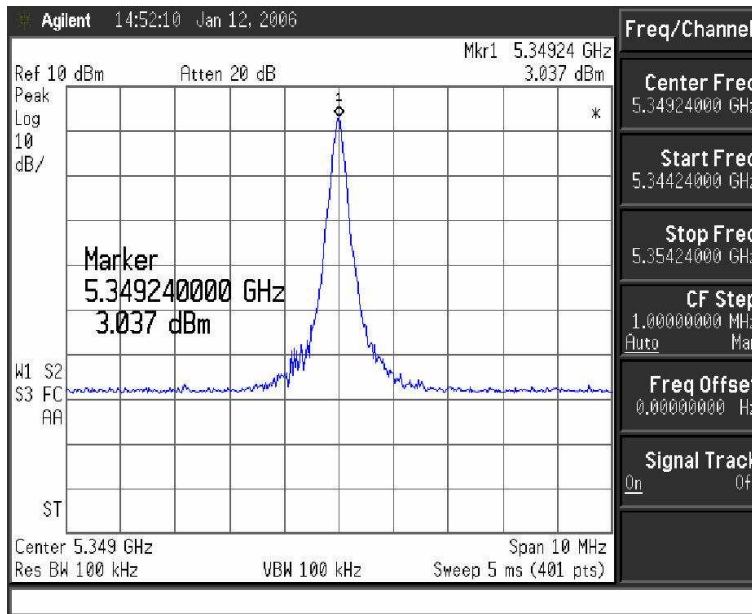
도면5



도면6



도면7



도면8

