



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0107290
(43) 공개일자 2012년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03B 5/20 (2006.01) H01P 7/08 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0024893
(22) 출원일자 2011년03월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
승실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
(72) 발명자
장현석
부산광역시 북구 만덕대로115번길 14, 223호 (덕천동, 목화아파트)
문용
서울특별시 서초구 신반포로 32, 반포 아파트 3동 301호 (반포동)
(74) 대리인
양문옥

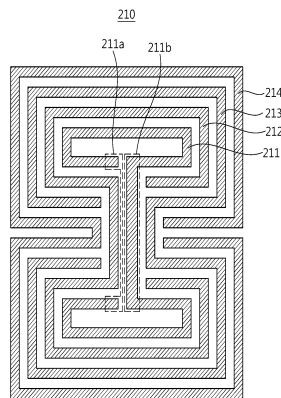
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 메타 메터리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치

(57) 요약

메타 메터리얼 SRR 구조를 이용한 전압제어발진장치가 개시되어 있다. 메타 메터리얼 SRR 구조를 이용한 전압제어발진장치는 바랙터부 및 메타 메터리얼 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 배열되는 구조를 이용한 공진부를 포함한다. 따라서 메타 메터리얼 SRR 구조의 단위셀을 이용함으로써 선택도를 향상시킬 수 있다. 또한 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 배열되는 구조를 이용함으로써 리젝션 레벨(rejection level)을 개선시킬 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 KI002071

부처명 방송통신위원회

연구사업명 정보통신산업원천기술개발사업

연구과제명 메타 전자파 구조를 이용한 전파(RF)스펙트럼 개선 기술 연구

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

특정 주파수 신호를 발생하는 바랙터부; 및

상기 바랙터부에 연결되며, 주기적으로 배치되는 다수 개의 단위셀을 포함하는 공진부를 포함하고, 상기 단위셀은 주기적인 패턴으로 배치되는 $N(N$ 은 2이상의 정수)개의 단위신호라인을 포함하고, 각각의 상기 단위신호라인은 일 측단부에 개방형 슬릿부가 형성되고 타측부에는 폐쇄형 슬릿부가 형성되는 H자형 패턴으로 배치되고, $n(n$ 은 N 이하의 정수)번째 단위신호라인은 $n-1$ 번째 단위 신호라인의 외주면을 따라 특정 간격으로 이격되는 것을 특징으로 하는 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전압제어발진장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 메타 메타리얼(Meta Material) 다중 분할 링 공진기(Split Ring Resonator; 이하 SRR로 약칭)의 구조를 이용함으로써 선택도(quality factor; 이하 Q로 약칭) 값을 향상시키고, 위상 잡음(phase noise) 특성 및 저지대역 특성을 개선할 수 있는 저위상 전압제어발진장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전압제어발진장치 설계 시, 위상 잡음은 발진 성능을 나타내는 중요한 지표중의 하나로 사용되는 값이다. 위상 잡음의 특성이 개선될수록 발진기의 안정성이 향상된다. 이러한 위상 잡음 특성은 공진기의 Q 값에 영향을 받는다고 알려져 있다. 공진기의 Q 값은 특정 주파수의 선택 특성을 의미한다. Q 값이 높다는 것은 협대역의 의미로서 주파수를 날카롭게 선택할 수 있다는 것이다. 즉 주파수 선택도가 향상된다. 종래의 전압제어발진장치의 기술은 높은 Q 값을 구현하였지만 위상 잡음 특성만을 개선한 문제점을 가지고 있다. 또한 상기 전압제어발진장치를 통해 어느 정도까지는 Q 값이 개선될 수 있으나, 그 이상은 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 이러한 배경에서 착안된 것으로서, 본 발명은 메타 메타리얼 특성을 갖는 SRR 구조의 단위셀을 이용함으로써 Q 값의 향상 및 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 배치되는 구조를 이용함으로써 리젝션 레벨(rejection level)을 개선시킬 수 있는 저위상 전압제어발진장치를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0004] 이러한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 일 측면(Aspect)에서 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치를 제공한다. 상기 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치는 특정 주파수 신호를 발생하는 바랙터부; 및 상기 바랙터부에 연결되며, 주기적으로 배치되는 다수 개의 단위셀을 포함하는 공진부를 포함한다. 상기 단위셀은 주기적인 패턴으로 배치되는 $N(N$ 은 2이상의 정수)개의 단위신호라인을 포함한다. 각각의 상기 단위신호라인은 일 측단부에 개방형 슬릿부가 형성되고 타측부에는 폐쇄형 슬릿부가 형성되는 H자형 패턴으로 배치되고, $n(n$ 은 N 이하의 정수)번째 단위신호라인은 $n-1$ 번째 단위신호라인의 외주면을 따라 특정 간격으로 이격될 수 있다.

발명의 효과

[0005] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 전압제어발진장치는 SRR 구조의 단위셀을 이용함으로써 Q 값이 향상됨에 따라 위상 잡음 특성을 개선시킬 수 있다. 또한 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 배열된 구조를 이용함으로써 전압제어발진장치의 리젝션 레벨(rejection level)을 개선시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0006] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 공진부의 SRR 구조의 단위셀의 구조를 도시하는 구조도이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 SRR 구조의 단위셀을 이용한 메타 메타리얼 저위상 전압제어발진장치의 리젝션 레벨(rejection level)을 예시적으로 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 도 2에 도시된 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 다수 개 배열된 구조를 도시하는 구조도이다.
- 도 5는 도 4에 도시된 SRR 구조의 단위셀이 주기적으로 다수 개 배열된 구조를 이용한 메타 메타리얼 저위상 전압제어발진장치의 리젝션 레벨을 예시적으로 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 도 2에 도시된 SRR 구조의 단위셀의 등가회로를 나타내는 회로도이다.
- 도 7은 도 1에 도시된 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치의 출력을 도시하는 출력 그래프이다.
- 도 8은 하모닉 주파수의 참고도이다.
- 도 9는 하모닉 주파수에 따른 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치의 출력 파워(output power)를 예시적으로 나타내는 그래프이다.
- 도 10은 도 1에 도시된 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치의 위상 잡음 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 메타 메타리얼 SRR 구조를 이용한 저위상 전압제어발진장치(이하, 전압제어발진장치로 약칭)를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0008] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 전압제어발진장치의 구성을 도시하는 블록도이다.
- [0009] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 전압제어발진장치(1)는 주파수 설정 전압을 인가하는 전압공급부(400), 바랙터부(100) 및 공진부(200) 등을 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 바랙터부(100)는 상기 주파수 설정 전압에 상응하는 커패시턴스 값을 통한 특정 공진 주파수를 설정할 수 있다. 상기 바랙터부(100)는 예컨대, 바랙터다이오드(varactor diode)로 구현될 수 있다.
- [0011] 상기 공진부(200)는 정전용량 값을 향상시킴으로써 상기 바랙터부(100)에서 공급되는 상기 공진 주파수의 Q 값을 향상시킬 수 있다. 상기 공진부(200)는 주기적으로 배치되는 다수개의 SRR 구조의 단위셀(210)을 포함할 수 있다.
- [0012] 이 때, 상기 바랙터부(100)의 커패시턴스 값과 상기 SRR 구조의 단위셀(210)을 포함하는 상기 공진부(200)의 인덕턴스 값의 trade-off에 따라 특정한 값으로 설정된 공진 주파수가 발생할 수 있다.
- [0013] 상기 SRR 구조의 단위셀(210)의 구조는 도 2에 도시되어 있다.
- [0014] 도 2는 도 1에 도시된 공진부(200)의 SRR 구조의 단위셀(210)의 구조를 도시한 구조도로서, Pendry에 의해 증명되었던 LHM(left handed material)의 특성을 가진 SRR 구조를 이용하여 커플링 커패시턴스(coupling capacitance)값을 최대한 증가시킬 수 있는 SRR 구조의 단위셀(210)의 구성을 나타낸다. 상기 SRR 구조의 단위셀(210)은 N(N은 2 이상의 정수)개의 단위신호라인을 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에서는, 예컨대 N이 4인 경우, 즉 SRR 구조의 단위셀(210)은 제 1 단위신호라인(211), 제 2 단위신호라인(212), 제 3 단위신호라인(213) 및 제 4 단위신호라인(214)을 포함하는 것을 예를 들어 설명하기로 한다. 상기 제 1 단위신호라인(211)은, 예컨대, 일 측단부에 개방형 슬릿부(211a)가 형성되고 타측단부에는 폐쇄형 슬릿부(211b)가 형성되는 H자형의 주기적인 패턴으로 배치될 수 있다. 상기 주기적인 패턴이란 n(n은 N 이하의 정수)번째 단위신호라인이 n-1번째 단위신호라인의 외주면을 따라 특정 간격 이격되어 형성되는 패턴을 의미할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시 예에 따르면, 특정 주파수의 신호는 n-1번째 단위신호라인에 공급되며, 상기 신호는 신호전압으로 나타난다. 상기 신호전압은 n번째 단위신호라인으로 공급되며, 이 때 n번째 단위신호라인도 n-1번째 단

위신호라인에 대해 등가 신호전압으로 나타낸다.

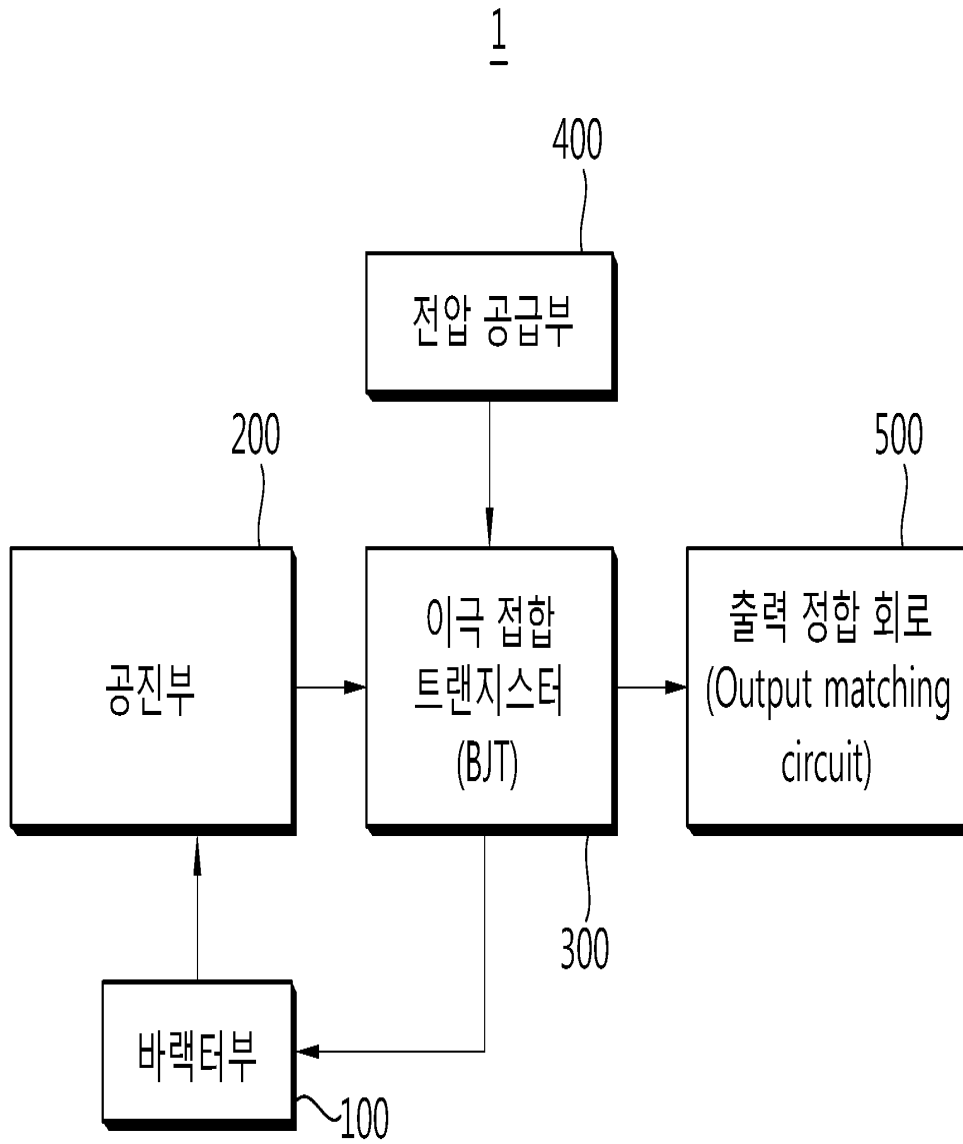
- [0017] 한편, 상기 n-1번째 단위신호라인의 개방형 슬릿부와 상기 n번째 단위신호라인의 개방형 슬릿부가 서로 대칭적으로 배치되기 때문에 n-1번째 단위신호라인이 음의 전하 값을 갖는다면 n번째 단위신호라인은 상대적으로 양의 전하 값을 갖는다.
- [0018] 상기 전압제어발진장치(1)는 상기 공진부(200)에서 공급되는 상기 공진 주파수의 증폭 및 발진을 수행하는 이극 접합 트랜지스터(bipolar junction transistor; 이하 BJT로 약칭)(300)를 더 포함할 수도 있다.
- [0019] 상기 BJT(300)는 상기 전압공급부(400)에서 주파수 설정 전압을 공급받는 베이스단 및 콜렉터단과 에미터단을 포함할 수 있다. 상기 BJT(300)는 상기 에미터단에 연결되며, 에미터단에서 발생하는 전력손실을 보상할 수 있는 부성저항을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 전압제어발진장치(1)는 상기 BJT(300)에서 발진 되는 공진 주파수의 임피던스 매칭을 수행함으로써 상기 공진 주파수의 크기의 손실을 예방할 수 있는 출력 정합 회로(output matching circuit)(500)를 더 포함할 수도 있다.
- [0021] 상기 구성을 구비한 전압제어발진장치(1)는 다음과 같이 동작한다.
- [0022] 전압공급부(400)에서 주파수 설정 전압이 공급되고, 상기 주파수 설정 전압은 BJT(300)를 통하여 바랙터부(100)에 공급된다. 상기 바랙터부(100)에서 역바이어스상태가 되어 공급된 양의 주파수 설정 전압에 대응하는 커패시턴스 값에 따라서 특정한 값의 설정 주파수가 발생되며 상기 설정 주파수는 공진부(200)에 공급된다. 상기 공진부(200)의 인덕턴스 값과 바랙터부(100)의 커패시턴스 값에 따라 공진 주파수가 발생된다. 상기 공진부(200)는 주기적으로 배치되는 다수 개의 SRR 구조의 단위셀(210)을 통하여 등가 정전용량()을 증가시켜 공진 주파수의 Q 값을 향상시킬 수 있다. 상기 공진 주파수는 BJT(300)를 통해 증폭 및 발진되며, 발진된 상기 공진 주파수는 출력 정합 회로(500)에 전달된다. 상기 출력 정합 회로(500)는 임피던스 매칭을 통해 상기 공진 주파수의 크기의 손실을 예방할 수 있다.
- [0023] 도 3은 도 2에 도시된 SRR 구조의 단위셀(210)을 이용한 전압제어발진장치(1)의 리젝션 레벨(rejection level)을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 여기서 상기 그래프의 x축은 주파수(Freq)를, y축은 리젝션 레벨(S21)을 나타내고 있다.
- [0024] 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 전압제어발진장치(1)는 SRR 구조의 단위셀(210)을 이용함으로써 리젝션 레벨 값을 개선시킬 수 있다.
- [0025] 도 4는 도 2에서 도시된 SRR 구조의 단위셀(210)이 다수 개 주기적으로 배열된 구조를 도시하는 구조도이다.
- [0026] 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 SRR 구조의 단위셀(210) 다수 개는 1번째 단위셀(210-1)과 2번째 단위셀(210-2) 및 k(k는 2 이상의 정수)번째 단위셀(210-k)을 포함하는 것을 의미할 수 있다. 이 때, 상기 1번째 단위셀과 2번째 단위셀 및 k번째 단위셀은 특정 간격으로 이격되어 배열될 수 있다.
- [0027] 도 5는 도 4에 도시된 SRR 구조의 단위셀(210)을 주기적으로 다수 개 배열한 구조를 이용한 전압제어발진장치(1)의 리젝션 레벨을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 여기서 x축은 주파수(Freq)를, y축은 리젝션 레벨(S21)을 나타내고 있다.
- [0028] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 전압제어발진장치(1)는 상기 SRR 구조의 단위셀(210)의 다수 개가 주기적으로 배열되는 구조를 이용함으로써 리젝션 레벨 값을 더욱 개선시킬 수 있다.
- [0029] 도 6은 상기 도 2에서 도시된 SRR 구조의 단위셀(210)의 등가 회로를 도시한 회로도이다.
- [0030] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 SRR 구조의 단위셀(210)은 n-1번째 단위신호라인과 n번째 단위신호라인 사이의 내부 갭에 의한 분포 커패시턴스 및 각각의 단위신호라인의 개방형 슬릿부에 의한 커패시턴스의 등가 정전용량()을 증가시킬 수 있다. 이 때, Shunt LC의 공진이론에 의하면 공진부(200)의 등가 정전용량()이 증가함에 따라 상기 공진부(200)의 Q 값이 향상될 수 있다.
- [0031] 도 7은 도 1에 도시된 전압제어발진장치(1)의 출력을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 여기서, 상기 그래프의 x축은 시간(time)을, y축은 상기 전압제어발진장치(1)의 출력 전압(Vout)의 수직주사구간(ts)을 나타내고 있다.
- [0032] 도 7에 도시된 바와 같이, 바랙터부(100)에 1V의 전압이 공급된다고 가정할 때, 전압제어발진장치(1)의 출력

전압의 스윙 값을 나타내고 있다.

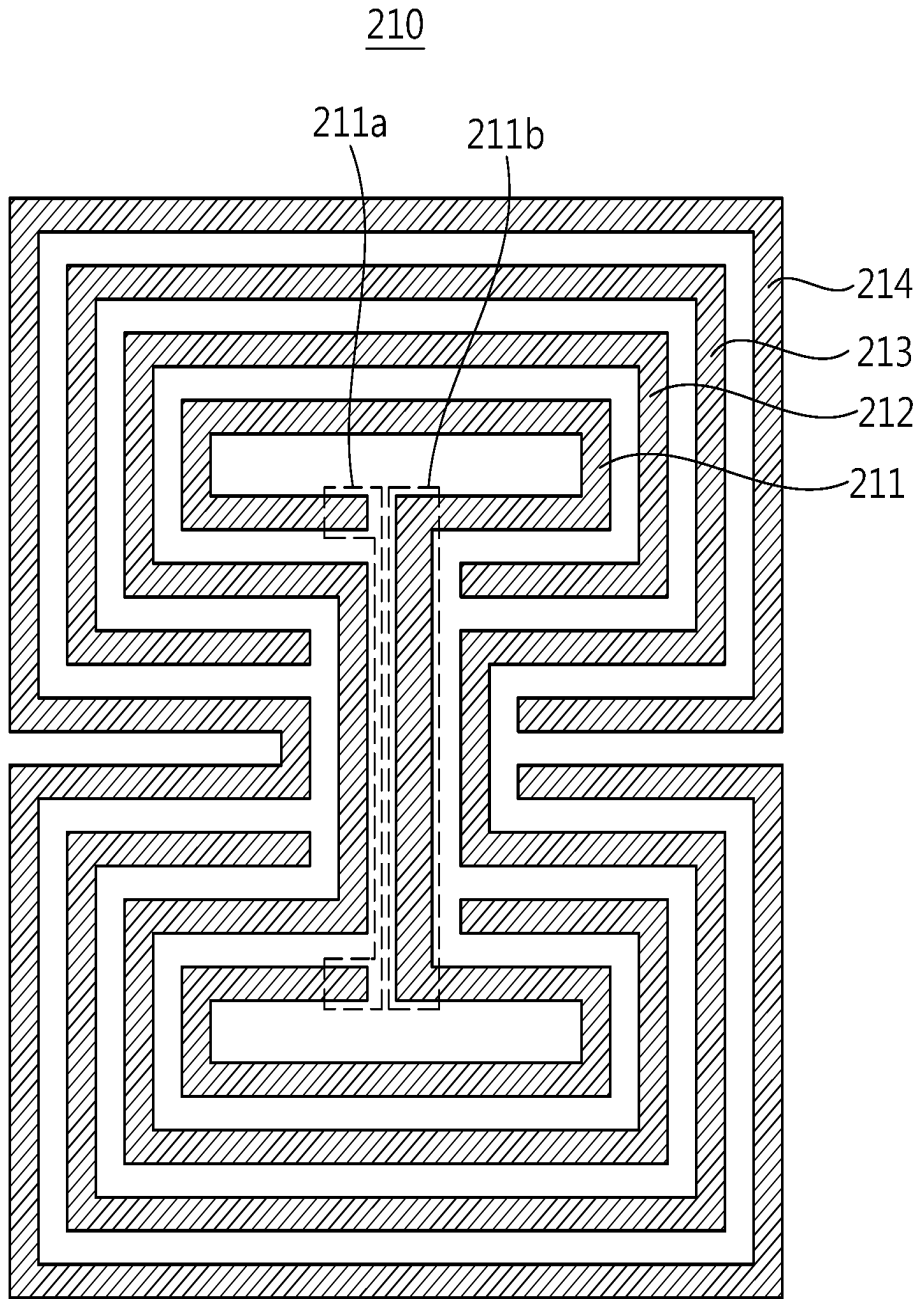
- [0033] 도 8은 하모닉 주파수의 도표로서, harminde_x의 수치에 따른 주파수의 값을 나타내고 있다.
- [0034] 도 9는 도 8에서 도시된 하모닉 주파수 값에 따른 전압제어발진장치(1)의 출력 파워(output power)를 예시적으로 나타내는 그래프이다. 여기서, 상기 그래프의 X축은 harminde_x를, Y축의 V_{out}은 상기 전압제어발진장치(1)의 출력파워(output power)를 나타내고 있다.
- [0035] 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 전압제어발진장치(1)는 harminde_x 1에서 최대의 출력 파워를 나타내고 있다.
- [0036] 도 10은 도 1에 도시된 전압제어발진장치(1)의 위상 잡음 특성을 예시적으로 나타내는 그래프이다. 여기서, x축은 오프셋 주파수(offset freq)를, y축은 pnm_x(phase noise due to noise mixing)을 나타내고 있다. 상기 pnm_x는 전압제어발진장치(1)에서 발생 가능한 최대 위상 잡음을 의미할 수 있다.
- [0037] 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 전압제어발진장치(1)의 바랙터부(100)에 1V의 전압이 공급된다고 가정할 때, 100kHz의 오프셋 주파수(offset frequency)에서 뛰어난 위상 잡음(phase noise) 특성을 나타내고 있다.

도면

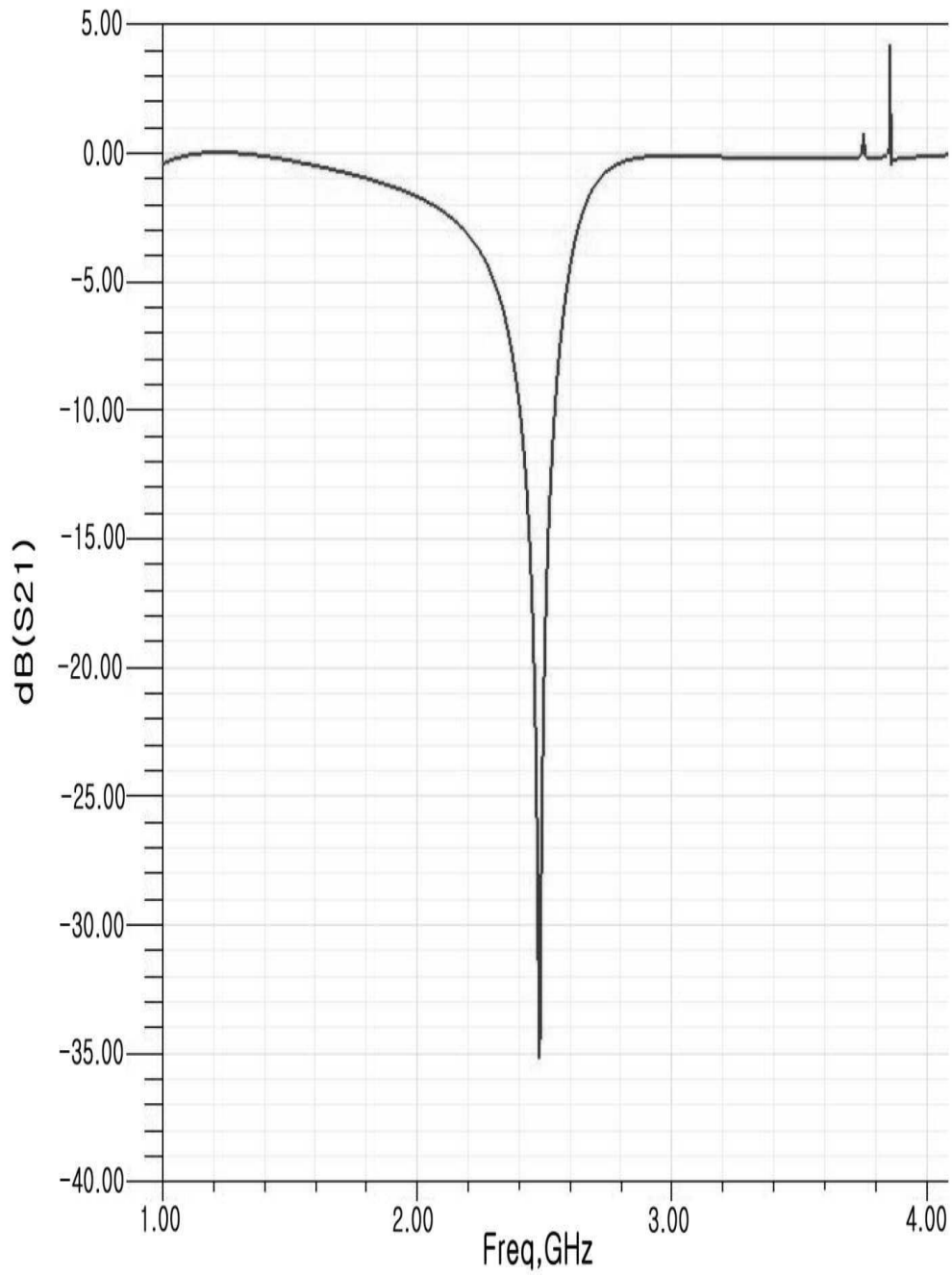
도면1



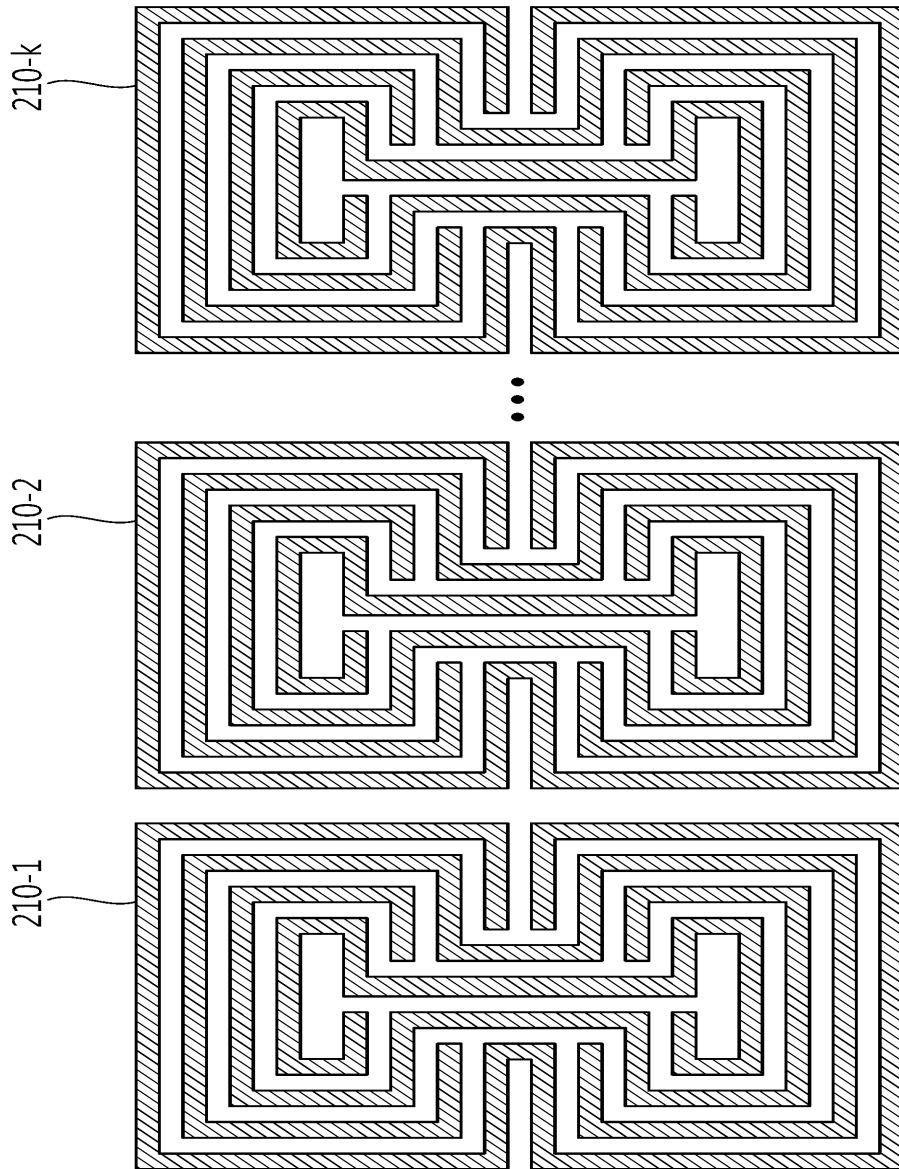
도면2



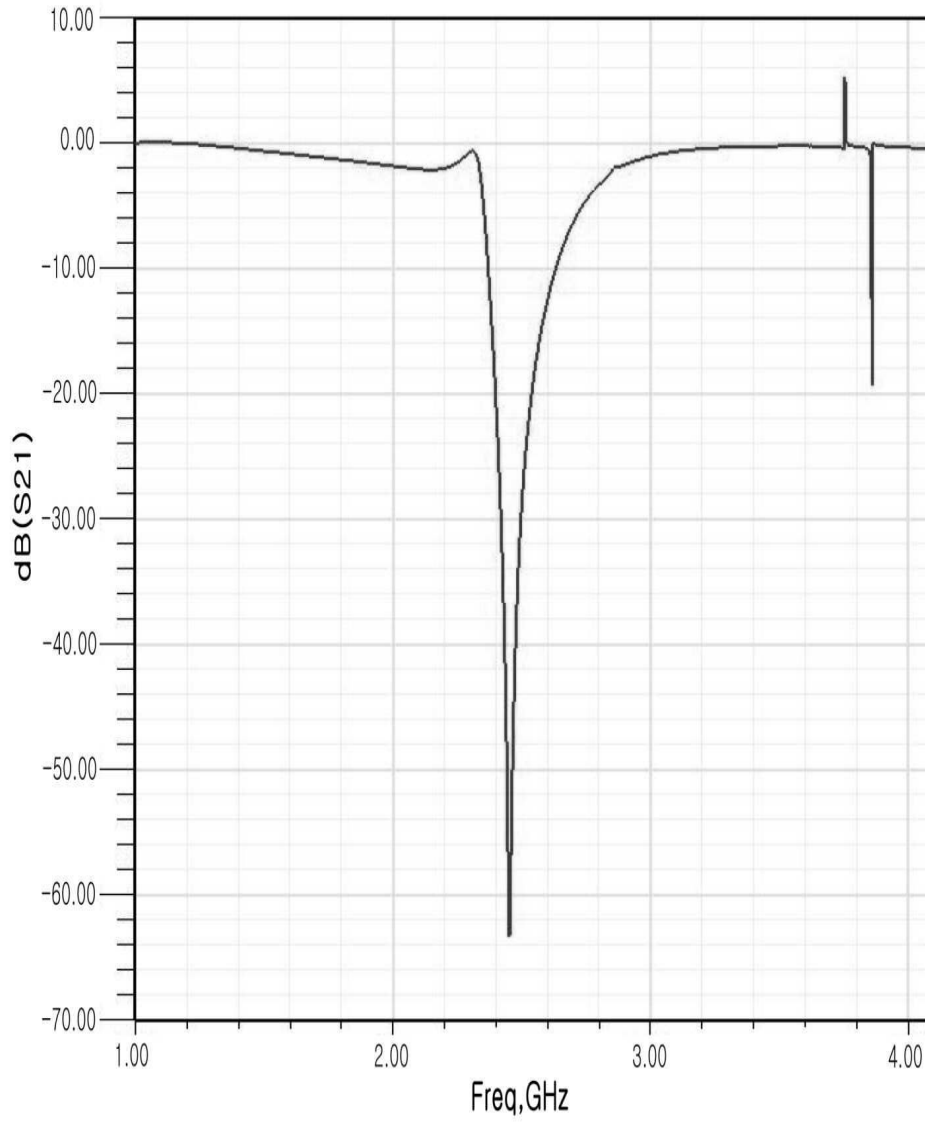
도면3



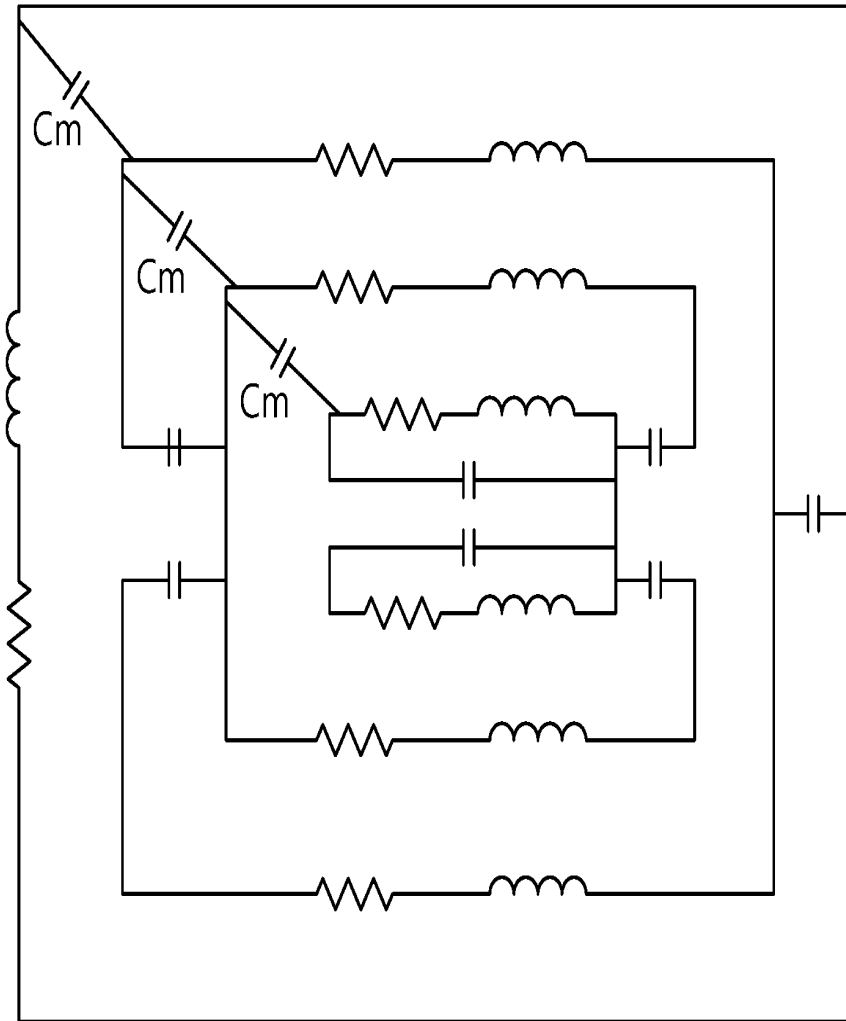
도면4



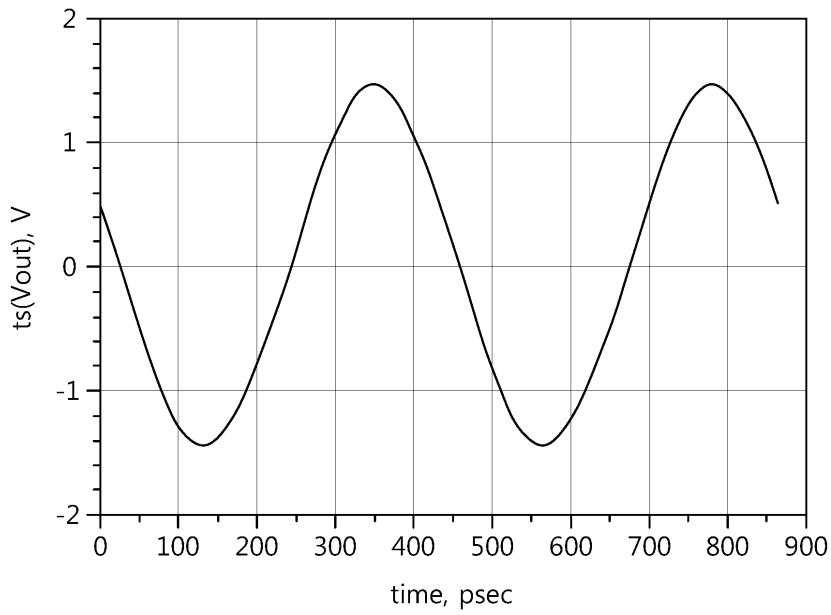
도면5



도면6



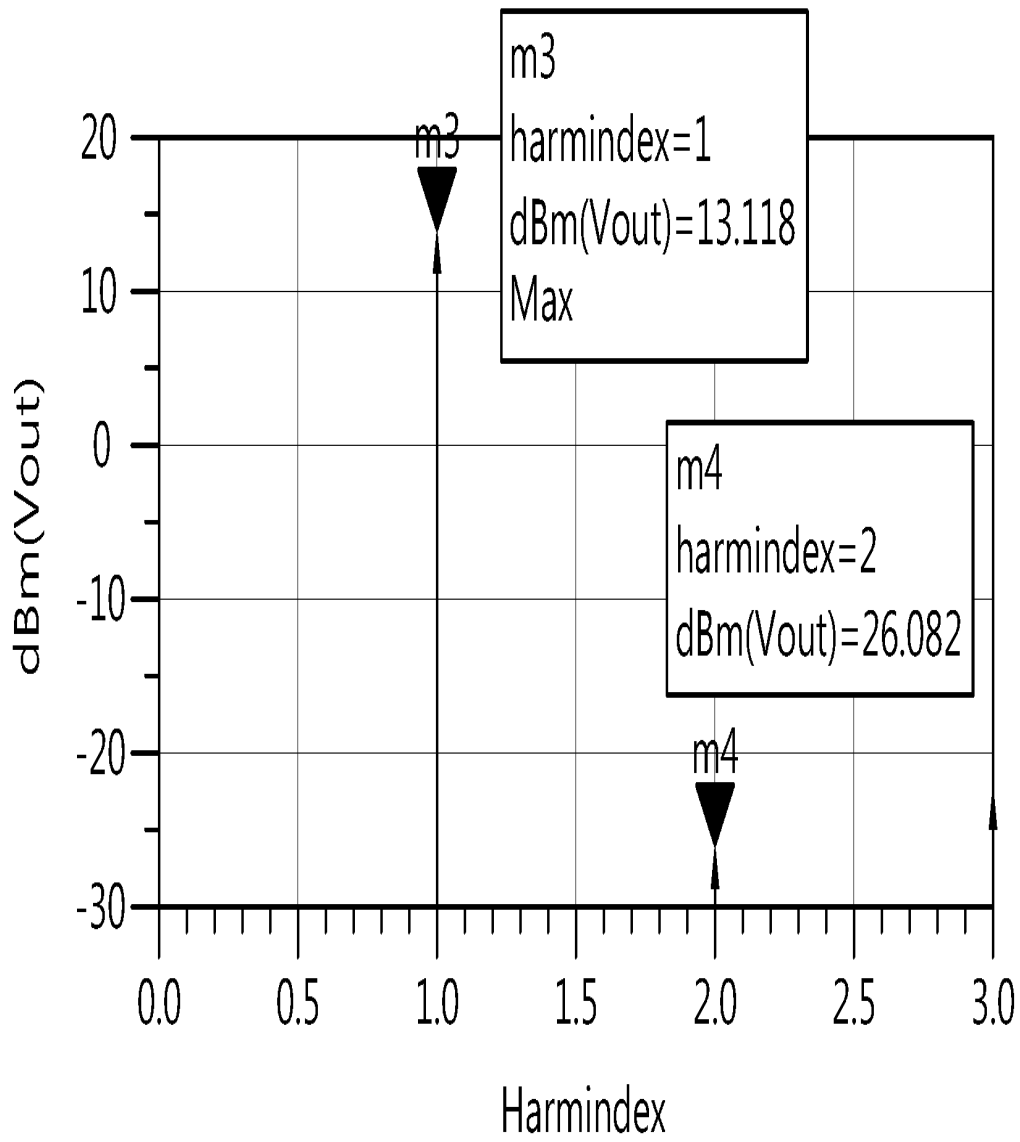
도면7



도면8

Harmindex	Freq
0	0.0000 Hz
1	2.312 GHz
2	4.624 GHz
3	6.937 GHz

도면9



도면10

