



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0054488
(43) 공개일자 2012년05월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H03H 11/48 (2006.01) H03B 5/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0115889

(22) 출원일자 2010년11월19일

심사청구일자 2010년11월19일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스내 (서천동, 경희대학교)

(72) 발명자

이종욱

경기도 화성시 영통로26번길 24, 대우 푸르지오 301-801 (반월동)

뉴엔 바오 안

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 전자정보대학 (서천동, 경희대학교)

(74) 대리인

특허법인다울

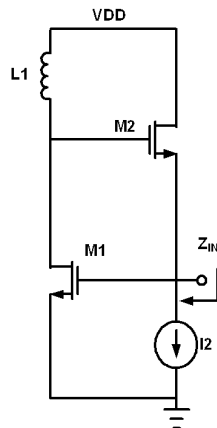
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기

(57) 요약

본 발명은 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기에 대한 것으로서, 특히 집중 소자를 추가하여 사용 주파수 범위를 확장할 수 있는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기에 관한 것이다. 본 발명은 집중 소자를 이용하여 사용 주파수가 확장된 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공할 수 있다. 또한, 본 발명은 캐스코드 구조를 사용하여 Q-팩터를 향상시키며 안정된 영역에서 동작되는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0086266

부처명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업 (핵심연구)

연구과제명 메타재질을 이용한 CMOS 밀리미터파 위상배열시스템 개발에 관한 연구

주관기관 성균관대학교

연구기간 2009.09.01 ~ 2012.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

드레인과 게이트가 구동 전원과 접속된 제 2 트랜지스터와,
 상기 제 2 트랜지스터의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자와,
 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고, 소스가 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터와,
 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 상기 제 1 트랜지스터의 소스 사이에 접속된 전류원을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 능동 인덕터.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
 상기 제 1 트랜지스터와 캐스코드 형태로 접속된 제 3 트랜지스터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 능동 인덕터.

청구항 3

청구항 2에 있어서,
 상기 제 3 트랜지스터는 소스가 상기 제 1 트랜지스터의 드레인과 접속되고, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속된 것을 특징으로 하는 가변 능동 인덕터.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 3에 있어서,
 상기 집중 소자는 수동형 인덕터를 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 능동 인덕터.

청구항 5

커패시턴스 및 제 1 인덕터를 포함하는 좌형 전송 선로와,
 상기 좌형 전송 선로와 결합되며 버랙터 및 제 2 인덕터를 포함하는 우형 전송 선로를 포함하며,
 상기 버랙터와 제 1 인덕터를 가변하여 위상 변위를 얻는 것을 특징으로 하는 위상 변위기.

청구항 6

드레인과 게이트가 구동 전원과 접속된 제 2 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자와, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고, 소스가 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 상기 제 1 트랜지스터의 소스 사이에 접속된 전류원을 가지는 가변 능동 인덕터를 포함하여 동작주파수를 가변시키는 것을 특징으로 하는 전압제어 발진기.

청구항 7

청구항 6에 있어서,
 상기 제 1 트랜지스터와 캐스코드 형태로 접속된 제 3 트랜지스터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전압제어 발진기.

청구항 8

청구항 7에 있어서,
 상기 제 3 트랜지스터는 소스가 상기 제 1 트랜지스터의 드레인과 접속되고, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터

의 게이트와 접속된 것을 특징으로 하는 전압제어 발진기.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기에 대한 것으로서, 특히 집중 소자를 추가하여 사용 주파수 범위를 확장할 수 있는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인덕터는 전류의 변화량에 비례해 전압을 유도하는 소자로서, 최근 다양한 응용 분야에서 인덕터의 값을 가변할 수 있는 기능을 요구하고 있다. 가장 보편화된 응용은 통신시스템에서 주파수 발생기(frequency synthesizer)로서, 송수신하고자 하는 대역폭을 조절하는 전압제어 발진기(voltage-controlled oscillator)에 사용된다. 일반적으로 전압제어 발진기의 동작주파수는 바랙터(varactor)를 이용하여 가변시키고 있으나, 가변 인덕터를 이용하여 그 동작 주파수 범위를 확장할 수 있다.

[0003] 다른 중요한 응용 분야로는 고성능 레이더 시스템에서 널리 사용되는 위상배열안테나를 구성하는 위상변위기(phase shifter)이다. 위상변위기를 구성하는 다양한 방법이 기존에 제시되었으나, 최근 좌형성 메타물질(left-handed metamaterial)을 이용하여 위상변위기를 구현하는 방법이 제시되었다. 좌형성 메타물질을 이용함으로써 음의 유전율(permittivity)과 투자율(permeability)이 구현 가능하여 기존의 물리적 특성을 확장함으로써 다양한 새로운 기능을 구현하고 있다. 좌형성 메타물질은 기존에 이미 알려져 있는 우형성 전송선로의 특성과 결합되어 위상변위기로 사용될 수 있음이 기존에 발표된 문헌을 통해 입증되었다. 또한, 이들 위상변위기는 반도체 집적회로 공정을 사용함으로써 소형화와 정밀한 특성 제어가 가능하게 되었다. 그러나, 기존에 발표된 위상변위기의 구조에서는 위상변위를 얻기 위해 바랙터를 주로 사용하고 있으나, 이들 구조는 바랙터의 비교적 큰 손실과 제한된 커패시터 범위에 의해 특성이 제한되어 왔다. 또한, 바랙터를 이용하여 주파수를 튜닝하는 방법은 마이크로파 대역 이상에서는 튜닝 범위가 제한되고 손실이 큰 단점을 갖는다. 이런 단점을 해결하기 위해 RF 주파수 대역에 능동형 가변 인덕터를 좌형(left-handed) 전송 선로와 우형(right-handed) 전송 선로로 구성된 메타물질 위상변위기에 적용하는 새로운 시도가 발표되었으나, 능동형 가변 인덕터는 여전히 RF 주파수 대역이하에서만 그 사용이 제한되어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 사용 주파수를 확장할 수 있는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 Q-팩터를 향상시킬 수 있으며 안정된 영역에서 동작되는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 드레인과 게이트가 구동 전원과 접속된 제 2 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자와, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고, 소스가 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 상기 제 1 트랜지스터의 소스 사이에 접속된 전류원을 포함하는 것을 특징으로 하는 가변 능동 인덕터를 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 상기 제 1 트랜지스터와 캐스코드 형태로 접속된 제 3 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 제 3 트랜지스터는 소스가 상기 제 1 트랜지스터의 드레인과 접속되고, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속된다. 여기서, 상기 집중 소자는 수동형 인덕터를 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명은 커패시턴스 및 제 1 인덕터를 포함하는 좌형 전송 선로와, 상기 좌형 전송 선로와 결합되며 바랙터 및 제 2 인덕터를 포함하는 우형 전송 선로를 포함하며, 상기 바랙터와 제 1 인덕터를 가변하여 위상 변위를 얻는 것을 특징으로 하는 위상 변위기를 제공한다.

[0009] 또한, 본 발명은 드레인과 게이트가 구동 전원과 접속된 제 2 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자와, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고, 소스가 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터와, 상기 제 2 트랜지스터의 소스와 상기 제 1 트랜지스터의 소스 사이에 접속된 전류원을 가지는 가변 능동 인덕터를 포함하여 동작주파수를 가변시키는 것을 특징으로 하는 전압제어 발진기를 제공한다. 상기 제 1 트랜지스터와 캐스코드 형태로 접속된 제 3 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 상기 제 3 트랜지스터는 소스가 상기 제 1 트랜지스터의 드레인과 접속되고, 드레인이 상기 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속된다.

발명의 효과

[0010] 본 발명은 집중 소자를 이용하여 사용 주파수가 확장된 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공할 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명은 캐스코드 구조를 사용하여 Q-팩터를 향상시키며 안정된 영역에서 동작되는 가변 능동 인덕터와 이를 이용한 위상 변위기 및 전압제어 발진기를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 회로도.
 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 소신호 등가모델.
 도 3은 도 2의 간략화된 등가 회로도.
 도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 회로도.
 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 소신호 등가모델.
 도 6은 도 5의 간략화된 등가 회로도.
 도 7은 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터를 이용한 메타재질 위상 변위기의 회로도.
 도 8 및 도 9는 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터를 이용한 전압제어 발진기의 회로도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0014] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.

[0015] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 회로도이다.

[0016] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터는 도 1에 도시된 바와 같이, 드레인과 게이트가 구동 전원(V_{DD})과 접속된 제 2 트랜지스터($M2$)와, 제 2 트랜지스터($M2$)의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자($M1$)와, 드레인이 제 2 트랜지스터($M2$)의 게이트와 접속되고, 소스가 제 2 트랜지스터($M2$)의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터($M1$)와, 제 2 트랜지스터($M2$)의 소스와 제 1 트랜지스터($M1$)의 소스 사이에 접속된 전류원을 포함한다.

[0017] 본 발명은 집중 소자로 수동형 인덕터($L1$)를 추가하여 사용 가능한 주파수를 마이크로파 대역 이상으로 확장할 수 있다.

[0018] 도 2는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 소신호 등가회로이고, 도 3은 도 2를 간략화한 등가 회로도이다.

[0019] 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 트랜지스터($M1$)의 등가회로는 트랜스컨덕턴스(g_{m1}), 게이트-소스 컵

패시턴스(C_{gs1}), 그리고 출력 임피던스(r_{o1})로 표현되고, 제 2 트랜지스터($M2$)의 표현도 이와 유사하다. 이 회로에 대한 소신호 등가회로 분석을 통해서 도 3에 나타낸 간략화된 등가회로를 얻을 수 있으며, 이를 통해 튜닝 인덕터 값에 대한 해석적인 수식을 얻는다. 출력 임피던스(r_{o1})가 $r_{o1} \gg 1$ 인 조건을 이용하면, 도 2에 나타낸 회로의 입력 임피던스 $Z_{IN} = V_{IN}/I_{IN} = 1/Y_{IN}$ 을 다음의 수학식1과 같이 얻는다.

수학식 1

$$Y_{IN}(j\omega) \cong R_{P1} + j\omega C_{P1} + \frac{1}{R_{S1} + j\omega L_{S1}}$$

여기서, 수학식1의 각 파라미터는 아래의 수학식2 내지 수학식5와 같다.

수학식 2

$$R_{P1} = r_{o2}$$

수학식 3

$$R_{S1} = \frac{L_1}{r_{o1}(C_{gs2} + Lg_{m1}g_{m2})}$$

수학식 4

$$C_{P1} = C_{gs1} + \frac{r_{o1}(\omega^2 L_1 g_{m1} C_{gs2} - g_{m2})}{\omega^2 L_1} = C_{gs1} + r_{o1} \left(g_{m1} C_{gs2} - \frac{g_{m2}}{\omega^2 L_1} \right)$$

수학식 5

$$L_{S1} = \frac{\omega^2 L_1 C_{gs2} - 1}{\omega^2 (L_1 g_{m1} g_{m2} + C_{gs2})} = \frac{C_{gs2} - \frac{1}{\omega^2 L_1}}{g_{m1} g_{m2} + \frac{C_{gs2}}{L_1}}$$

여기서, Y_{IN} 은 $\omega > 1/\sqrt{L_1 C_{gs2}}$ 인 범위에서는 인덕턴스 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

또한, $L \gg C_{gs2}$ 인 조건을 선택하고, $\omega \gg 1/\sqrt{L_1 C_{gs2}}$ 인 주파수 영역에서 동작한다면 수학식5는 $L_{S1} \cong C_{gs2}/(g_{m1}g_{m2})$ 로 근사화되어, 기존의 gyrator-C 구조의 능동형 인덕터로 간소화됨을 알 수

있다. 그러므로, 본 발명에서 제시하는 가변 능동 인덕터는 집중 소자(L_1)를 기존의 gyrator-C 구조에 추가함으로써 $\omega \gg 1/\sqrt{L_1 C_{gs2}}$ 인 주파수 영역에서 동작 가능한 능동형 인덕터 특성을 갖는 것을 알 수 있다.

[0027] 다음은 캐스코드 형태로 구현된 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터에 대해 도면을 참조하여 설명하고자 한다. 후술될 내용에서는 전술된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 설명과 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명하기로 한다.

[0028] 도 2는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 회로도이다.

[0029] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터는 도 2에 도시된 바와 같이, 드레인과 게이트가 구동 전원과 접속된 제 2 트랜지스터와, 제 2 트랜지스터의 드레인과 게이트 사이에 접속된 집중 소자와, 드레인이 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고 소스가 제 2 트랜지스터의 소스와 접속된 제 1 트랜지스터와, 제 2 트랜지스터의 소스와 제 1 트랜지스터의 소스 사이에 접속된 전류원, 및 드레인이 제 2 트랜지스터의 게이트와 접속되고 소스가 제 1 트랜지스터의 드레인과 접속된 제 3 트랜지스터를 포함한다.

[0030] 본 실시예는 가변 능동 인덕터의 Q-팩터(quality factor, Q-factor)를 향상시키기 위해 캐스코드(cascode)를 사용한 구조를 나타내고 있다. 이 구조는 캐스코드 구조의 높은 출력 임피던스(output impedance) 특성에 의

해 Q-팩터가 향상될 뿐만 아니라 제 3 트랜지스터($M3$)의 게이트에 입력되는 전압(V_{tune})을 가변함으로서 능동형 인덕터가 안정되게 동작하도록 한다. 즉, 본 실시예에 따른 가변 능동 인덕터는 캐스코드 구조의 높은 출력 임피던스 특성에 의해 Q-팩터가 향상되는 장점이 있고, 능동형 인덕터가 안정된 영역에서 동작되도록 튜닝할 수 있다.

[0031] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 가변 능동 인덕터의 소신호 등가모델이고, 도 6은 도 5의 간략화된 등가 회로도이다.

[0032] 본 실시예에 따른 가변 능동 인덕터에 대한 소신호 등가회로 분석을 통해 도 6과 같이 간략화된 등가회로를

얻을 수 있으며, 이를 통해 튜닝 인덕터 값에 대한 해석적인 수식을 얻는다. 출력 임피던스가 $r_{o1} \gg 1$ 인 조건을 이용하면, 도 5에 나타난 회로의 입력 임피던스 $Z_{IN} = V_{IN}/I_{IN} = 1/Y_{IN}$ 을 다음의 수학식6과 같이 얻는다.

수학식 6

$$Y_{IN}(j\omega) \cong R_{P2} + j\omega C_{P2} + \frac{1}{R_{S2} + j\omega L_{S2}}$$

[0033]

[0034] 여기서, 수학식6의 각 파라미터는 아래의 수학식7 내지 수학식10과 같다.

수학식 7

$$R_{P2} = r_{o2}$$

[0035]

수학식 8

$$R_{s2} \cong \frac{L_1(1-\omega^2 C_{gs2} C_{gs3} r_{o1} r_{o3})}{g_{m3} r_{o1} r_{o3} (L_1 g_{m1} g_{m2} + C_{gs3} g_{m2} / g_{m3} + C_{gs2})} \cong \frac{L_1}{g_{m3} r_{o1} r_{o3} (2C_{gs2} + L_1 g_{m1} g_{m2})}$$

수학식 9

$$C_{p2} \cong C_{gs1} + \frac{(g_{m3} r_{o3}) r_{o1} (\omega^2 L_1 C_{gs2} g_{m1} + \omega^2 C_{gs2} C_{gs3} / g_{m3} - g_{m2})}{\omega^2 (L_1 - \omega^2 L_1 C_{gs2} C_{gs3} r_{o1} r_{o3} + C_{gs3} r_{o1} r_{o3})}$$

$$\cong C_{gs1} + \frac{(g_{m3} r_{o3}) r_{o1} (\omega^2 L_1 C_{gs2} g_{m1} - g_{m2})}{\omega^2 L_1} \cong C_{gs1} + (g_{m3} r_{o3}) r_{o1} \left(g_{m1} C_{gs2} - \frac{g_{m2}}{\omega^2 L_1} \right)$$

수학식 10

$$L_{s2} \cong \frac{\omega^2 L_1 C_{gs2} - 1}{\omega^2 (L_1 g_{m1} g_{m2} + C_{gs3} g_{m2} / g_{m3} + C_{gs2})} \cong \frac{\omega^2 L_1 C_{gs2} - 1}{\omega^2 (L_1 g_{m1} g_{m2} + 2C_{gs2})} \cong \frac{C_{gs2} - \frac{1}{\omega^2 L_1}}{g_{m1} g_{m2} + \frac{2C_{gs2}}{L_1}}$$

여기서, Y_{IN} 은 $\omega > 1/\sqrt{LC_{gs2}}$ 인 범위에서는 인덕턴스 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

또한, $L \gg C_{gs2}$ 인 조건을 선택하고, $\omega \gg 1/\sqrt{LC_{gs2}}$ 인 주파수 영역에서 동작한다면 전술된

수학식10은 $L_{s2} \cong C_{gs2}/(g_{m1} g_{m2})$ 로 근사화되어, 기존의 gyrator-C 구조의 능동형 인덕터로 간소화됨을

알 수 있다. 그러므로, 본 발명에서 제시하는 가변 능동 인덕터는 집중 소자(L_1)를 기존의 gyrator-C 구

조에 추가함으로써 $\omega \gg 1/\sqrt{LC_{gs2}}$ 인 주파수 영역에서 동작하는 능동형 인덕터 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 또한, 이 구조에서는 도 2에 도시된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터 구조에서

얻은 R_{s1} 의 값보다 도 5에 도시된 본 실시예에 따른 가변 능동 인덕터 구조에서 얻은 R_{s2} 의 값이 캐스코드 구조에 의해서 감소되는 것을 확인할 수 있다. 그러므로, 본 발명은 캐스코드 구조를 사용함으로써 Q-팩터를 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

다음은 전술된 본 발명의 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터를 이용하여 마이크로파 및 밀리미터파 대역에서 사용할 수 있는 본 발명에 따른 메타재질 위상 변위기에 대해 도면을 참조하여 설명하고자 한다.

도 7은 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터를 이용한 메타재질 위상 변위기의 회로도이다.

본 발명에 따른 메타재질 위상 변위기는 도 7에 도시된 바와 같이, 우형 전송 선로와, 우형 전송 선로와 결합

된 좌형 전송 선로가 결합된 메타재질 구조이다. 본 실시예에서, L_L 이 전술된 본 발명의 제 1 실시예에

따른 가변 능동 인덕터로 구현된다. 또한, 집중 소자 커패시턴스 C_L 은 L_L 과 함께 좌형 전송 선로를 구성하며, 집중 소자 인덕턴스 L_R 은 버랙터 C_V 와 함께 우형 전송 선로를 구성한다. 여기서, 위상 가변은 L_L 과 버랙터 C_V 를 가변하여 위상 변위를 얻을 수 있다.

[0043]

이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 즉, 전술된 본 발명에 따른 메타재질 위상 변위기는 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터 중 전술된 제 1 실시예에 따른 가변 능동 인덕터를 이용한 하나의 예시일뿐이며, 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터는 RF, 마이크로파 및 밀리미터파 대역 전압제어 발진기의 주파수 가변기능에 적용되어 주파수 가변 범위를 확장시킬 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 가변 능동 인덕터는 RF, 마이크로파 및 밀리미터파 대역 주파수 변위기의 위상 가변 기능에 적용되어 주파수 가변 범위를 확장시킬 수도 있다. 이는 예를 들어, 기존에 사용되는 전압제어발진기의 경우 인덕터는 고정된 값을 가지므로 동작주파수를 바랙터를 이용하여 가변시키고 있으나, 본 발명은 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 전술된 본 발명에 따른 능동 인덕터로 주파수 가변 범위를 확장할 수 있다. 물론, 도 8에서 제 3 트랜지스터(M13)은 생략될 수도 있다.

부호의 설명

[0044]

M1: 제 1 트랜지스터

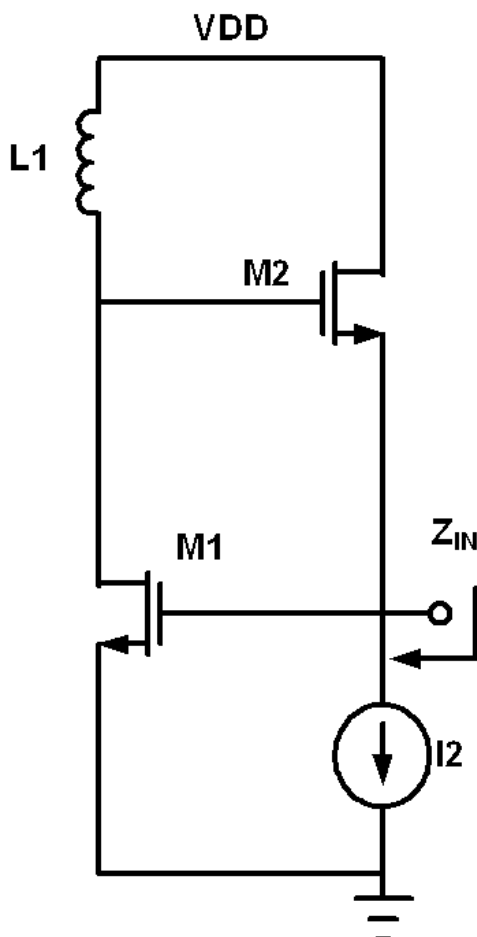
M2: 제 2 트랜지스터

M3: 제 3 트랜지스터

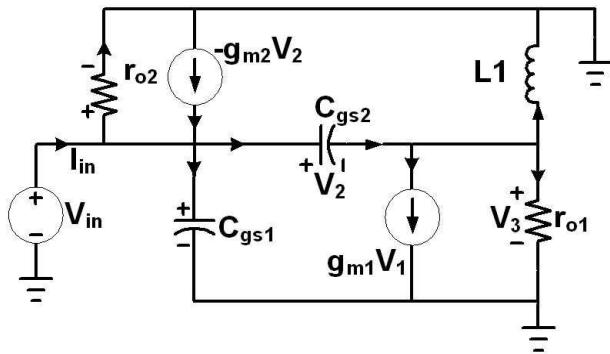
L1: 인덕터

도면

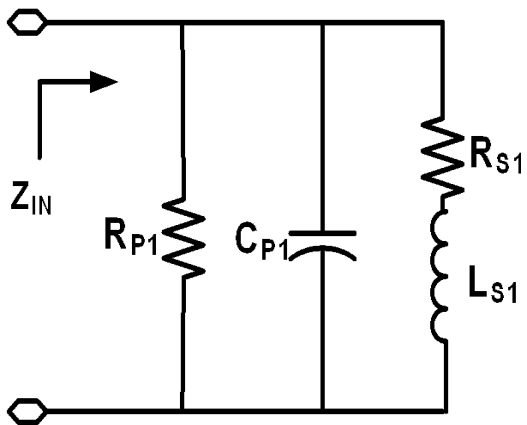
도면1



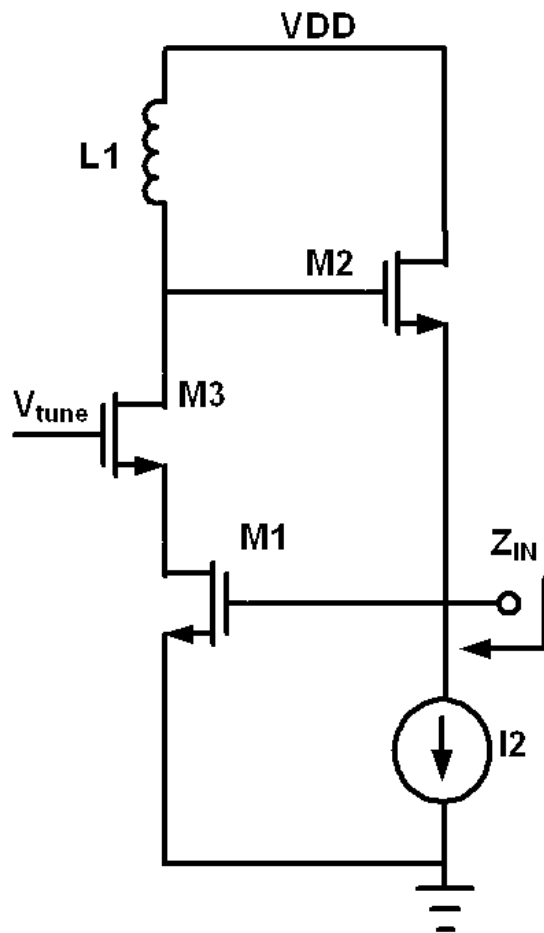
도면2



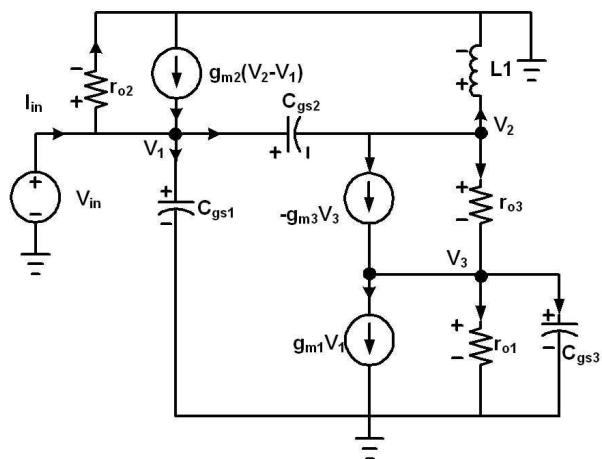
도면3



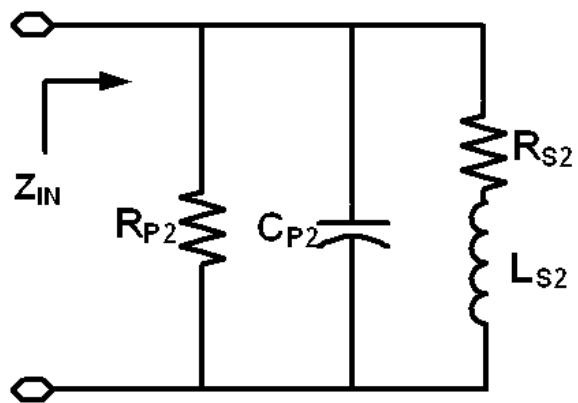
도면4



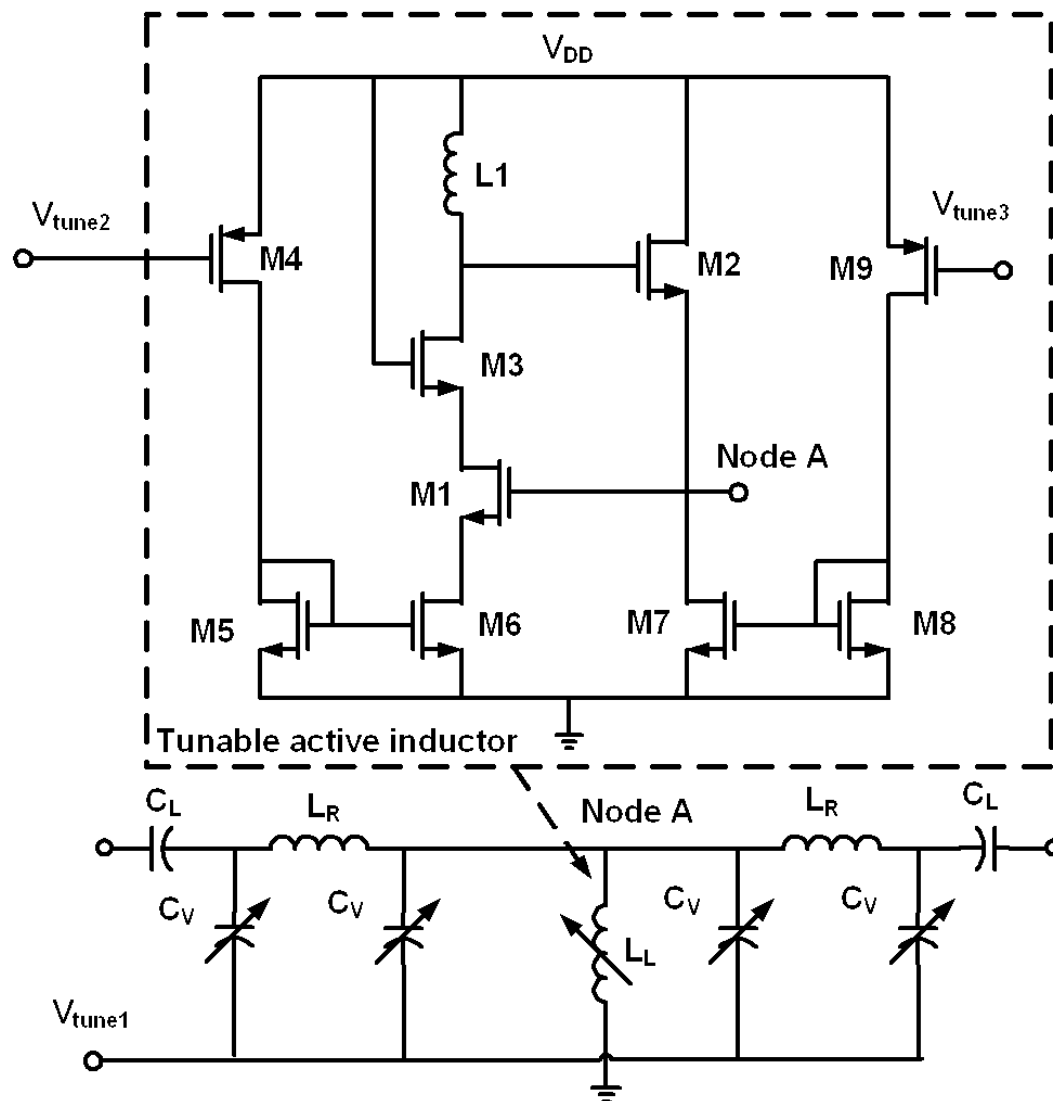
도면5



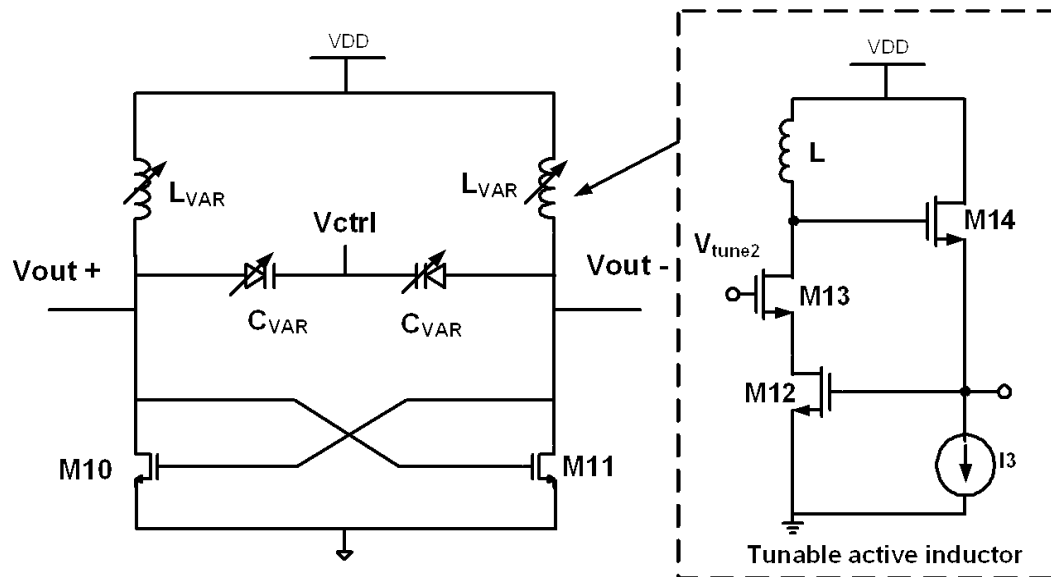
도면6



도면7



도면8



도면9

