



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0008821
(43) 공개일자 2016년01월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03L 7/093 (2006.01) H03L 7/099 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0089033
(22) 출원일자 2014년07월15일
심사청구일자 2014년07월15일

(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
최영식
부산광역시 부산진구 백양대로 300-20, 210-303
(74) 대리인
특허법인네이트

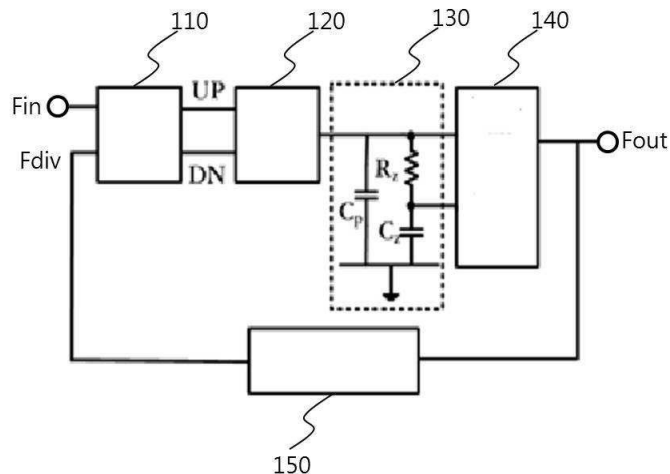
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 위상고정 루프장치

(57) 요약

본 발명의 위상고정 루프장치는 전압제어발진기가 루프필터로부터 제1 신호를 제1 입력단을 통해 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 변환하고, 루프필터로부터 제2 신호를 제2 입력단을 통해 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 변환하여 제1 기울기 값과 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어함으로써, 두 개의 이득 값을 이용하여 루프필터의 커패시턴스를 줄일 수 있어 용이하게 하나의 칩으로 집적화시킬 수 있다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

전압제어발진기를 포함하는 위상고정 루프장치에 있어서,

상기 전압제어발진기는 루프필터로부터 제1 신호를 제1 입력단을 통해 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 변환하고, 상기 루프필터로부터 제2 신호를 제2 입력단을 통해 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 변환하여 상기 제1 기울기 값과 상기 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어하는 것을 특징으로 하는 위상고정 루프장치.

청구항 2

기준신호와 분주신호의 주파수와 위상차를 비교하여 생성되는 업/다운신호를 출력하는 위상-주파수 검출기;

상기 위상-주파수 검출기로부터 상기 업/다운신호를 공급받아 상기 업/다운신호에 상응하는 전하를 출력하는 전하펌프;

상기 전하펌프로부터 상기 전하를 공급받아 상기 전하에 상응하는 전압인 제1 신호와 제2 신호를 충전하여 출력하는 루프필터;

상기 루프필터로부터 상기 제1 신호 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 변환하고, 상기 루프필터로부터 상기 제2 신호를 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 변환하여 상기 제1 기울기 값과 상기 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어하는 전압제어발진기; 및

상기 전압제어발진기로부터 출력되는 출력신호를 기 결정된 분주비에 따라 분주하여 상기 위상-주파수 검출기로 상기 분주신호를 출력하는 분주기;

를 포함하는 대칭루프를 구비한 위상고정 루프장치.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 기울기의 비율은 상기 제2기울기의 값/상기 제1 기울기의 값으로 형성되되, 1 이하로 형성되는 것을 특징으로 하는 위상고정 루프장치.

청구항 4

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 제1 기울기의 값은 양의 기울기 값이고, 상기 제2 기울기의 값은 음의 기울기 값인 것을 특징으로 하는 위상고정 루프장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 위상고정 루프장치에 관한 것으로 더욱 상세하게는 두 개의 이득 값을 가지는 전압제어발진기를 이용하여 루프 필터의 커패시턴스를 줄일 수 있는 위상고정 루프장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 위상 고정 루프(Phase Locked Loop, PLL)는 입력신호에 위상이 고정되는 출력주파수를 제공하기 위한 것으로 클럭 복원, 주파수 합성, 신호의 변조나 복조 등을 포함한 통신 시스템이나 제어 시스템에서 광범위하게 사용된다.
- [0003] 도 1은 일반적인 위상 고정 루프를 설명하기 위한 도이다.
- [0004] 도 1을 살펴보면, 일반적인 위상 고정 루프는 위상 및 주파수 검출부(11), 전하 펌프부(12), 루프필터부(13), 전압제어 발진부(14) 그리고 분주부(15)가 하나의 부궤환 루프를 형성하여 출력주파수의 위상을 입력신호에 고정시키는 일련의 동작을 수행한다.
- [0005] 위상 및 주파수 검출부(11)는 입력신호의 주파수와 피드백 된 출력 주파수의 차이를 감지하여 제1 검출신호(U_P)와 제2 검출신호(D_N)를 선택적으로 출력한다.
- [0006] 전하 펌프부(12)는 제1 검출신호와 제2 검출신호 중 일 신호에 응답하여 제1 펌프신호와 제2 펌프신호 중 일 신호를 선택적으로 출력한다.
- [0007] 루프필터부(13)는 제1 펌프신호와 제2 펌프신호 중 일 신호에 응답하여 여파신호를 출력한다.
- [0008] 전압제어 발진부(14)는 여파신호에 응답하여 출력 주파수를 발생시키는데, 이때 발생하는 출력 주파수는 입력되는 여파신호의 전압에 비례한다. 즉, 여파신호의 전압이 증가하면 출력 주파수는 증가하고 여파신호의 전압이 감소하면 출력 주파수도 감소한다.
- [0009] 분주부(15)는 분주기 입력 비트로 들어오는 이진화 데이터 값에 따라 분주비를 결정하며, 결정된 분주비와 출력 주파수의 곱만큼 위상이 변형된 신호가 위상 및 주파수 검출부(11)로 피드백된다.
- [0010] 지금까지 설명한 일반적인 위상 고정 루프에서는 안정한 동작을 위해서는 대역폭이 여파신호인 기준 신호 주파수의 1/10 이하가 되어야 하고 충분한 위상 여유를 가져야 한다.
- [0011] 이에 따라, 루프필터부(13)에 도 1에 도시된 바와 같이, 배치되는 커패시터(C_z)의 크기가 커패시터(C_p)의 크기보다 최소 10배 이상 되도록 하는 것이 일반적인 설계 방법이다. 그러므로 루프필터부(13)에 배치되는 커패시터(C_z)가 칩에서 차지하는 면적이 너무 커서 다른 회로와 함께 칩으로 집적화하기가 쉽지 않다.
- [0012] 이에 따라, 커패시터(C_z)는 집적화하지 않고 칩 외부에 연결해서 사용하여야 하며 이로 인하여 칩 외부로 연결된 루프필터부(13)는 외부 잡음이 칩 내부로 들어오는 통로가 되는 문제점이 발생되었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0013] (특허문헌 0001) 선행기술 문헌 1 : 대한민국공개특허공보 제10-2002 0059475호(출원인 : 삼성전자주식회사, 위상고정 루프 장치 및 그 동작 방법)
- (특허문헌 0002)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 따라서, 본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로서, 전압제어발진기가 양의 값을 가지는 기울기와 음의 값을 가지는 기울기의 비율을 조절함으로써, 칩의 크기와 전력 소모가 거의 증가 하지 않으면서 커패시턴스 용량을 제어할 수 있는 위상고정 루프장치를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0015] 그러나, 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 전술한 본 발명의 목적은, 전압제어발진기를 포함하는 위상고정 루프장치에 있어서, 전압제어발진기는 루프필터로부터 제1 신호를 제1 입력단을 통해 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 변환하고, 루프필터로부터 제2 신호를 제2 입력단을 통해 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 변환하여 제1 기울기 값과 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어하는 것을 특징으로 하는 위상고정 루프장치를 제공함으로써 달성될 수 있다.
- [0017] 또한, 전술한 본 발명의 목적은, 기준신호와 분주신호의 주파수와 위상차를 비교하여 생성되는 업/다운신호를 출력하는 위상-주파수 검출기, 위상-주파수 검출기로부터 업/다운신호를 공급받아 업/다운신호에 상응하는 전하를 출력하는 전하펌프, 전하펌프로부터 전하를 공급받아 전하에 상응하는 전압인 제1 신호와 제2 신호를 충전하여 출력하는 루프필터, 루프필터로부터 제1 신호 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 제어하고, 루프필터로부터 제2 신호를 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 제어하여 제1 기울기 값과 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어하는 전압제어발진기 및 전압제어발진기로부터 출력되는 출력신호를 기 결정된 분주비에 따라 분주하여 위상-주파수 검출기로 상기 분주신호를 출력하는 분주기를 포함하는 대칭루프를 구비한 위상고정 루프장치를 제공함으로써 달성될 수 있다.
- [0018] 또한, 기울기의 비율은 제2기울기의 값/상기 제1 기울기의 값으로 형성되되, 1 이하로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한, 제1 기울기의 값은 양의 기울기 값이고, 제2 기울기의 값은 음의 기울기 값인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 전술한 바와 같은 본 발명에 의하면 위상고정 루프장치는 두 개의 이득 값을 가지는 전압제어발진기를 이용하여 루프필터의 커패시턴스를 줄일 수 있어 용이하게 하나의 칩으로 집적화시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0021] 또한, 본 발명에 의하면, 루프필터의 커패시턴스를 줄여 용이하게 하나의 칩으로 집적화함으로써, 외부로부터 들어오는 외부잡음을 미연에 차단시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0022] 또한, 본 발명에 의하면 루프필터의 커패시턴스를 줄여 하나의 칩으로 집적화됨으로써, 제품의 크기를 줄이는 동시에 공간을 더욱 효율적으로 활용할 수 있는 효과가 있다.
- [0023]

도면의 간단한 설명

- [0024] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시 예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.
- 도 1은 일반적인 위상고정 루프장치의 회로도이고,
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 위상고정 루프장치의 블록도이고,
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 위상고정 루프장치의 회로도이고,
- 도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 실시 예에 따른 위상고정 루프장치의 개/폐루프 전달 특성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해서 설명한다. 또한, 이하에 설명하는 실시 예는 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 내용을 부당하게 한정하지 않으며, 본 발명의 실시 예에서 설명되는 구성 전체가 본 발명의 해결 수단으로서 필수적이라고는 할 수 없다.
- [0026] 본 발명에 따른 위상고정 루프장치(PLL, Phase locked loop)는 전압제어발진기가 양의 값을 가지는 기울기와 음

의 값을 가지는 기울기의 비율을 조절함으로써, 칩의 크기와 전력 소모가 거의 증가하지 않으면서 루프필터에 배치되는 커패시턴스 용량을 제어할 수 있다. 즉, 두 개의 이득 값을 가지는 전압제어발진기를 이용하여 루프필터의 커패시턴스를 줄일 수 있어 용이하게 칩으로 집적화할 수 있다.

- [0027] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 대칭루프를 구비한 위상고정 루프장치에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 위상고정 루프장치는 위상-주파수 검출기(110), 전하펌프(120), 루프필터(130), 전압제어발진기(140) 및 분주기(150)로 구성된 부폐환 루프로 구성될 수 있다.
- [0029] 위상-주파수 검출기(110)는 기준신호(fin)와 전압제어발진기(140)의 출력신호(fout)를 분주한 분주신호(Fdiv)를 입력받아 기준신호(fin)에 대해 상대적으로 변화된 주파수와 위상차를 검출한다.
- [0030] 이러한 위상-주파수 검출기(110)는 검출된 위상차 및 주파수 변화에 따른 업/다운(Up/Down) 신호를 생성하여 전하펌프(120)로 보낸다.
- [0031] 전하펌프(120)는 위상-주파수 검출기(110)에서 출력된 업/다운(Up/Down) 신호에 따라 이에 상응하는 전하를 출력한다. 즉, 전하펌프(120)는 전류원을 포함하여 구성되며, 위상-주파수 검출기(110)에서 검출된 주파수 또는 위상차에 따른 업/다운(Up/Down) 신호에 비례하는 전류를 루프필터(130)로 출력한다.
- [0032] 루프필터(130)는 전하펌프(120)로부터 공급된 전하에 상응하는 전압인 제1 신호와 제2 신호를 충전하고, 잡음을 제거하며 전압제어발진기(140)로 평활화된 전압인 제1 신호와 제2 신호를 각각 출력한다. 이때 루프필터(130)는 1차, 2차 또는 그 이상 차수의 루프필터(130) 구조를 가질 수 있으며, 일반적으로 저항(R) 및 커패시터(C)로 이루어진 수동필터(passive filter)이거나 저항(R)과 커패시터(C) 및 OP-AMP를 포함하는 능동필터(active filter)로 구성될 수 있다.
- [0033] 여기서 루프필터(130)는 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 커패시터(Cp)와 제2 커패시터(Cz)를 포함하며, 제1 커패시터(Cp)와 제2 커패시터(Cz)는 병렬로 배치된다. 이때 위상고정루프가 안전하게 동작하기 위해서는 제1 커패시터(Cp)의 크기가 제2 커패시터(Cz)의 크기보다 작게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0034] 전압제어발진기(140)는 루프필터(130)로부터 제1 신호를 제1 입력단(Kvoc1)을 통해 공급받아 제1 기울기의 값을 가지도록 변환하고, 루프필터(130)로부터 제2 신호를 제2 입력단(Kvoc2)을 통해 공급받아 제2 기울기의 값을 가지도록 변환하여 제1 기울기 값과 제2 기울기의 값에 대한 기울기 비율을 제어한다. 이러한 전압제어발진기(140)는 루프필터(130)에서 출력된 제1 신호와 제2 신호에 상응하는 출력신호를 출력한다. 이때 전압제어발진기(140)에 입력되는 입력전압인 제1 신호와 제2 신호는 고정된 전압과 위상차로 인해 발생된 전압 변화 부분을 포함한다.
- [0035] 이에 따라, 전압제어발진기(140)는 제1 신호와 제2 신호에 비례한 출력신호를 발생시키되, 위상차로 인해 발생된 전압 변화 부분에 의한 주기적인 변화도 출력신호에 포함될 수 있다.
- [0036] 지금까지 설명한 전압제어발진기(140)는 양의 기울기 값을 가지는 제1 입력단(Kvoc1)으로 제1 신호가 공급되도록 연결되고, 음의 기울기 값을 가지는 제2 입력단(Kvoc2)으로 제2 신호가 공급되도록 연결된다. 이에 따라, 전압제어발진기(140)는 양의 기울기 값을 가지는 제1 기울기와 음의 기울기 값을 가지는 제2 기울기 간의 비율을 용이하게 제어할 수 있다.
- [0037] 다시 말해, 종래의 위상고정루프에서는 커패시터(Cz)가 작아지면 루프필터의 출력전압이 상승하여 기준신호의 한주기 동안 발생하는 초과 위상이 커져서 위상고정루프가 불안해진다. 그러나 본 발명의 전압제어발진기는 제1 신호에 제어되는 양의 기울기인 유효 기울기가 제2 신호에 제어되는 음의 기울기(Kvoc2)에 의해 감소되기 때문에 기준신호의 한주기 동안 발생하는 초과 위상이 작아져서 위상고정루프가 안정하게 동작할 수 있다.
- [0038]
- [0039] 즉, 전압제어발진기(140)는 음의 기울기 값을 가지는 제2 입력단(Kvoc2)으로 제2 신호가 공급되도록 연결되어 유효 기울기를 용이하게 감소시킴으로써, 기준신호의 한주기 동안 발생하는 초과 위상이 작아질 수 있어 루프필터(130)에 배치되는 제2 커패시터(Cz)의 크기를 줄일 수 있다.
- [0040] 이에 따라, 전압제어발진기는 루프필터(130)에 배치되는 제2 커패시터(Cz)의 커패시턴스 용량을 용이하게 낮추

더라도 위상고정루프가 안정하게 동작할 수 있다.

[0041] 분주기(150)는 전압제어발진기(140)에서 출력된 출력신호(f_o)가 입력되면 분주신호(Fdiv)를 생성한다. 생성된 분주신호는 다시 위상-주파수 검출기(110)로 입력되어 기준신호(fin)와 비교됨으로써 상대적인 위상차 또는 주파수차를 검출하게 된다. 여기서 분주기(150)는 카운터 회로에 의해 2분주, 4분주, 8분주, 16분주 32분주, 64분주 등으로 분주될 수 있으며, 예시하지 않은 다양한 분주비로 구현될 수 있다.

[0042] 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 위상고정 루프장치는 도 3에 도시된 바와 같이, 같이 양의(K_{VCO1}) 값과 음의 (K_{VCO2})값의 두 개의 기울기를 가지는 전압제어발진기(140)를 사용할 수 있기 때문에 하나의 칩의 크기와 전력 소모가 거의 증가하지 않으면서 제2 커패시터의 크기를 변화시킬 수 있다.

[0043] 즉, 종래의 위상고정루프에서는 도 1에 설명한 바와 같이, C_z 의 크기가 C_p 의 10배 이상이 되어야 안정한 동작을 하고 충분한 위상 여유를 가지지만 본 발명의 실시 예에 따른 위상고정 루프장치에서는 제2 커패시터(C_z)의 크기를 줄여줄 수 있는 음의 값 기울기를 전압제어발진기에 추가함으로써, 충분한 위상여유를 가질 수 있다.

[0044] 본 발명의 위상고정 루프장치에 대한 전달 특성은 다음 수식 1과 같다.

[0045] [수식 1]

$$\frac{\phi_o}{\phi_i} = \frac{s + \frac{1}{\frac{C_z}{1+K} R_z} \frac{K_{VCO1}}{s}}{1 + \frac{1}{N} \frac{I_p}{2\pi} \frac{1}{sC_p} \frac{\frac{C_z}{1+K} R_z}{\left(s + \frac{C_p + C_z}{C_p C_z R_z}\right)} \frac{K_{VCO1}}{s}}$$

[0046]

[0047] 여기에서 K_{VCO1} 와 K_{VCO2} 는 각각 양과 음의 기울기 값이며, $K=K_{VCO2}/K_{VCO1}$, I_p 는 전하펌프(120)의 전류이다.

[0048] 본 발명의 위상고정 루프장치에 대한 전달 특성을 나타내는 [수식 1]에서 K 값을 조절할 경우 주파수 대역의 크기를 용이하게 제어할 수 있다. 이에 따라, 작은 크기의 제2 커패시터(C_z)로 영점이 낮은 주파수 대역으로 이동시킬 수 있다.

[0049] 여기서 영점과 극점은 다음 수식2와 수식3으로 표현될 수 있다.

[0050] [수식 2]

$$z = \frac{1}{\frac{C_z}{1+K} R_z}$$

[0051]

[0052] [수식 3]

$$p = \frac{1 + \frac{C_p}{C_z}}{C_p R_z}$$

[0053]

[0054] 여기서 z 와 p 는 영점과 극점이다. 본 발명의 실시 예에 따른 극점은 종래의 극점보다 조금 높은 주파수 대역으로 옮겨가며, 영점은 K 값이 클수록 작아질 수 있다. 이에 따라, 영점은 K 값에 따라 효과적으로 낮은 주파수 대역으로 옮겨질 수 있다.

[0055] 도 4a 내지 도 4c를 살펴보면, 본 발명의 위상고정 루프장치에 대한 전달 특성에 따라 개/폐 루프 전달특성과 위상여유를 나타낸 것이다.

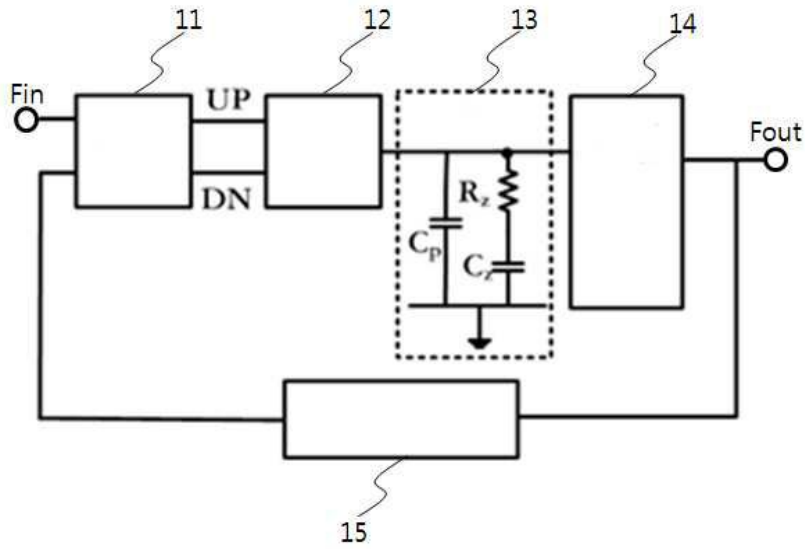
- [0056] 도 4a 내지 도 4c에서는 설명을 용이하게 하기 위해 제2 커패시터(C_z)의 크기를 제1 커패시터(C_p)와 실질적으로 비슷하게 설정한 것이다. 이때, 제2 커패시터(C_z)의 크기는 제1 커패시터(C_p)의 크기보다 작게 형성되어야 하나, 실질적으로 비슷한 크기이면서 작게 형성되는 것이 안정된 동작을 위해서 바람직하다.
- [0057] 도 4a 내지 도 4c를 살펴보면, $K=-0.1$, $K=-0.3$, $K=-0.54$ 이라고 하면, K 가 커지면 위상 여유가 증가하며 페루프 전달특성에서 도 4a와 도 4b에 도시된 바와 같이, $K=-0.54$, $K=-0.3$, $K=-0.1$ 순으로 peaking 크기도 작아진다. 즉 K 가 커지면 도 4c에 도시된 바와 같이, 위상고정루프가 $K=-0.54$, $K=-0.3$, $K=-0.1$ 순으로 위상 여유가 증가되어 안정도가 증가함을 알 수 있다.
- [0058] 이와 같이, K 값이 달라짐에 따라, 본 발명의 위상고정 루프장치의 면적을 결정하는 루프필터(130)에 배치되는 커패시터의 크기도 달라질 수 있다. 즉, K 값을 조절하여 루프필터(130)에 배치되는 커패시터 C_z 의 크기도 줄일 수 있기 때문에 하나의 칩으로 용이하게 구현할 수 있다.
- [0059] 그러나 K 값에 커지면 유효 전압제어발진기의 기울기가 작아져 위상고정 시간이 길어질 수 있다. 그러므로 안정도와 칩 크기에 따른 적절한 K 값을 결정하는 것이 바람직하다.
- [0060] 지금까지 설명한 본 발명의 전압제어발진기가 양의 기울기와 함께 음 기울기도 가짐으로써, 일반적인 위상고정 루프의 루프필터(130)에 가장 큰 커패시터(C_z)의 크기를 용이하게 줄일 수 있다. 이와 같이, 가장 큰 커패시터의 크기가 줄어 하나의 칩으로 위상고정루프를 구현할 수 있다.
- [0061] 이상, 본 발명의 실시 예를 참조하여 설명했지만, 본 발명이 이것에 한정되지는 않으며, 다양한 변형 및 응용이 가능하다. 즉, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 많은 변형이 가능한 것을 당업자는 용이하게 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

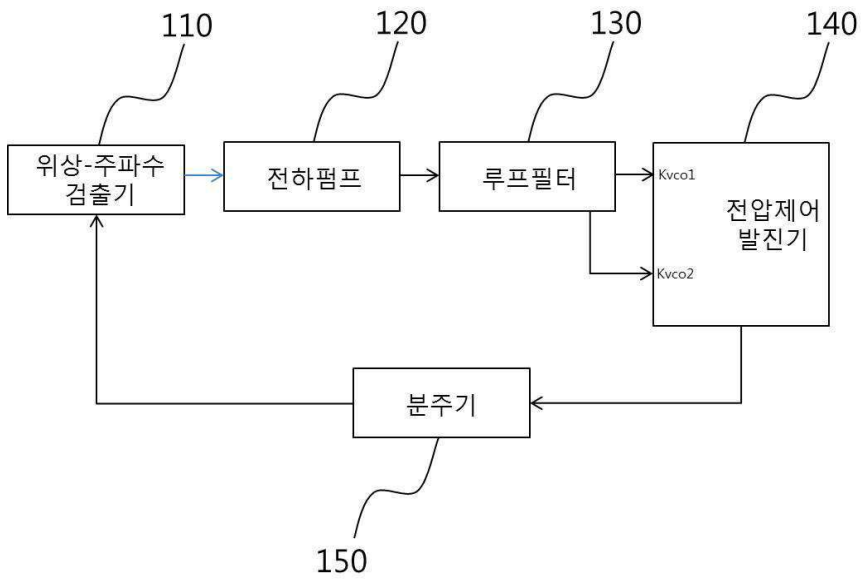
- [0062] 110 : 위상-주파수 검출기
120 : 전하펌프
130 : 루프필터
140 : 전압제어발진기
150 : 분주기

도면

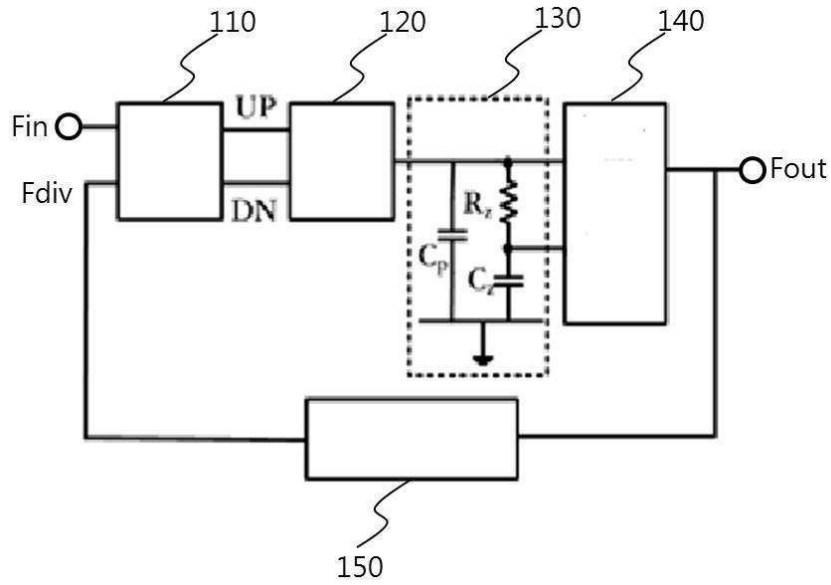
도면1



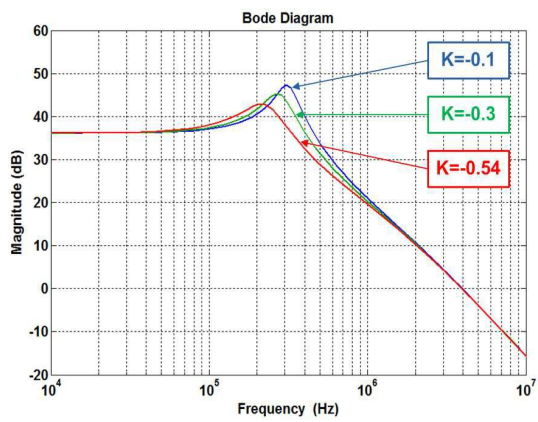
도면2



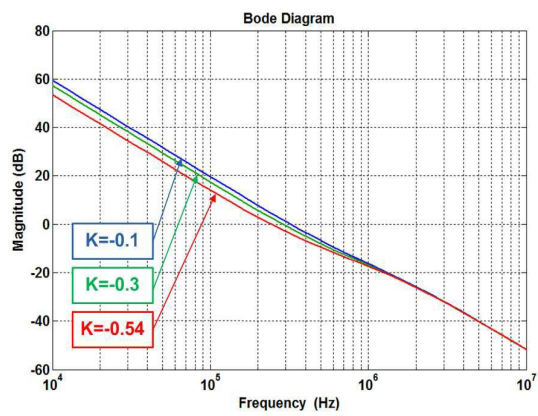
도면3



도면4a



도면4b



도면4c

