(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H03H 11/00

(45) 공고일자 1999년06월01일
(11) 등록번호 10-0189181
(24) 등록일자 1999년01월14일

(21) 출원번호	10-1996-0023772	(65) 공개번호	특1997-0004287
(22) 출원일자	1996년06월26일	(43) 공개일자	1997년01월29일
(30) 우선권주장	95-164166 1995년06월29일 일본(JP)		
(73) 특허권자 가부시기가이샤 도시바 니시무로 타이죠
일본국 가나가와현 가와사키시 사이와이구 호리가와정 72
(72) 발명자 하기노 히데유키
일본국 가나가와켄 가와사키시 사이와이쿠 호리가와 쵸오 580-1 가부시기가이샤 도시바 반도체 시스템 엔지니어링 센터 내
(74) 대리인 나영환, 이상섭

심사관 : 김재문

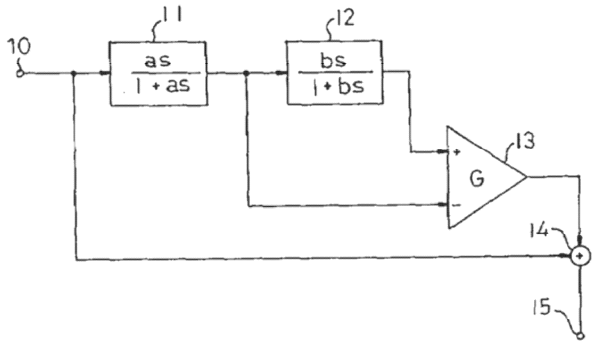
(54) 능동 필터

요약

소자 수의 감소 및 잡음의 감소가 가능한 능동 필터를 제공한다.

입력 신호가 공급되어 필터 처리를 행하여 제1 신호를 출력하는 하이 패스 필터(11)와, 하이 패스 필터(11)의 출력 단자에 입력 단자가 접속되어 있고, 제1 신호가 입력되어 필터 처리를 행하여 제2 신호를 출력하는 하이 패스 필터(12)와 하이 패스 필터(12)의 출력 단자에 비반전 입력 단자가 접속되어 제2 신호가 입력되고, 하이 패스 필터(11)의 출력 단자에 반전 입력 단자가 접속되어 제1 신호가 입력되며, 제1 신호와 제2 신호의 차분에 이득 G를 승산한 제3 신호를 출력하는 차동증폭기(13)와, 차동증폭기(13)로부터 출력된 제3 신호와 입력 신호를 부여하여 가산하고 이 결과를 출력하는 가산기(14)를 구비한다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

능동 필터

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 일실시예에 따른 능동 필터의 구성을 도시한 제어 블록도.

제2도는 동일 능동 필터의 보다 상세한 회로 구성의 일례를 도시한 회로도.

제3도는 종래 능동 필터의 구성을 도시한 제어 블록도.

제4도는 동일 능동 필터로 이용되는 gm 증폭기의 구성을 도시한 회로도.

제5도는 동일 능동 필터로 이용되는 다른 gm 증폭기의 구성을 도시한 회로도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 외부 입력 단자 11, 12 : 하이 패스 필터

13 : 차동 증폭기　　14 : 가산기

15 : 외부 출력 단자　　R1~R4 : 저항

V1~V3 : 정전압원　　I11~I12 : 정전류원

C1, C2 : 콘덴서　　Q1, Q2 : npn형 트랜지스터

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 능동 필터에 관한 것이다.

종래의 능동 필터에는 제3도에 도시된 바와 같은 구성을 구비하였었다. 외부 입력 단자(30)에 gm 증폭기(31)의 비반전 입력 단자가 접속되고, gm 증폭기(31)의 출력 단자가 콘덴서(C1)를 통해 접지되어 있다. gm 증폭기(31)의 출력 단자가 gm 증폭기(32)의 비반전 입력 단자에 접속되고, gm 증폭기(32)의 반전 입력 단자가 저항(R11)을 통해 외부 입력 단자(30)에 접속된다. gm 증폭기(32)의 출력 단자는 버퍼(33)의 입력 단자에 접속되고, gm 증폭기(32)의 출력 단자는 콘덴서(C2)를 통해 외부 입력 단자(30)에 접속된다. 버퍼(33)의 출력 단자는 외부 출력 단자(34)에 접속되면서, gm 증폭기(31)의 반전 입력 단자에 접속되며, 또한 저항(R12)를 통해 gm 증폭기(32)의 반전 입력 단자에 접속된다.

이 경우에, 외부 입력 단자(30)에 있어서의 전달 함수를 D11(s), gm 증폭기(31)의 출력 단자에 있어서의 전달 함수를 D12(s), gm 증폭기(32)의 출력 단자 및 외부 출력 단자(34)의 출력 단자에 있어서의 전달 함수를 D13(s), gm 증폭기(32)의 반전 입력 단자에 있어서의 전달 함수를 D14(s)로하여, 라푸라스 연산수를 s(=jω), gm 증폭기(31)의 이득을 a, gm 증폭기(32)의 이득을 b로 하면, 각각 아래와 같은 관계가 성립된다.

$$D12(s) \frac{a}{s} \cdot (D11(s) - D13(s)) \quad \cdots\cdots (1)$$

$$D14(s) = \frac{R12}{R11+R12} \cdot D11(s) + \frac{R11}{R11+R12} \cdot D13(s) \quad \cdots\cdots (2)$$

$$D13(s) = \frac{b}{s} \cdot (D12(s) - D13(s) + D11(s))$$

$$= \frac{b}{s} \cdot \left\{ \frac{a}{s} (D11(s) - D13(s)) - \frac{R12}{R11+R12} \cdot \right.$$

$$\left. D11(s) - \frac{R11}{R11+R12} \cdot D13(s) \right\} + D11(s)$$

$$= \frac{ab}{s^2} \cdot D11(s) \frac{ab}{s^2} \cdot D13(s) - \frac{R12}{R11+R12} \cdot \frac{b}{s} \cdot D11(s)$$

$$- \frac{R11}{R11+R12} \cdot \frac{b}{s} \cdot D13(s) + D11(s) \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\frac{D13(s)}{D11(s)} = \frac{S^2 - \frac{R12}{R11+R12}\cdot bs + ab}{S^2 + \frac{R11}{R11+R12}\cdot bs + ab} \quad \cdots\cdots (4)$$

여기서, R11=R12로 하면 전역 통과 필터가 되고, R12=0으로 하면 대역 저지 필터가 된다.

이와 같이, 종래의 능동 필터는 gm 증폭기(31, 32)를 이용하여 구성되었다. gm 증폭기는 제4도 또는 제5도와 같은 구성에 의해 실현된다. 제4도에 표시된 gm 증폭기는 npn 트랜지스터(Q11, Q12)와 일정한 전류(I0)를 출력하는 정전류원(I13), 일정한 전류(2I0)를 출력하는 정전류원(I14), 콘덴서(C11)를 가지고 잇다. 이 경우의 외부 입력 단자(41, 42)의 각각의 전달 함수를 D21(s), D22(s)로 하고, 이 회로의 출력 단자에 상당하는 양극형 트랜지스터(Q2)의 콜렉터 단자의 전달 함수를 D23(s)으로 하며, 양극형 트랜지스터(Q11, Q12)의 에미터 저항을 각각 re1, re2로 하면, 전달 함수 D23(s)는 아래와 같다.

$$D23(s) = \frac{1}{2re1}\cdot\frac{1}{j\omega C1}\cdot(D21(s) - D22(s)) \quad \cdots\cdots (5)$$

제5도에 표시된 gm 증폭기는 npn 트랜지스터(Q31, Q36), 콘덴서(C21), 저항(R21, R22)(저항치는 함께 R0으로 한다), 정전류원(I15~I16)을 구비하고 있으며, 트랜지스터(Q31, Q33, Q32, Q34)의 전달 함수를 각각 D31(s), D32(s), D33(s), D34(s)로 하고, 출력 단자에 상당하는 트랜지스터(Q36)의 콜렉터 단자에 있어서의 전달 함수를 D35(s)로 하면, 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$D32(s) = \frac{R21+3re1}{2R21+4re1}\cdot D31(s) + \frac{R21+re1}{2R21+4re1}\cdot D32(s) \quad \cdots\cdots (6)$$

$$D34(s) = \frac{R21+re1}{2R21+4re1}\cdot D31(s) + \frac{R21+3re1}{2R21+4re1}\cdot D32(s) \quad \cdots\cdots (7)$$

$$D35(s) = \frac{1}{2re2}\cdot\frac{1}{j\omega C21}\cdot(D33(s) - D34(s))$$

$$= \frac{1}{2re2}\cdot\frac{1}{j\omega C21}\cdot\frac{2re1}{2R21+4re1}(D31(s) - D32(s)) \quad \cdots\cdots (8)$$

제4도에 도시된 바와 같은 gm 앰프에 의하면, 양극형 트랜지스터(Q11, Q12)의 베이스에 각각 접속된 외부 입력 단자(41, 42)에 직류 성분을 가지는 전압을 입력할 수 있고 또한 낮은 출력 임피던스를 얻을 수 있었다. 제5도에 도시된 gm 앰프에 있어서도 동일했다.

그러나, 종래는 능동 필터를 gm 증폭기를 이용하여 구성하고 있었기 때문에, 많은 능동 소자를 필요로 하였다. 제3도에 도시된 능동 필터를 제4도에 표시된 gm 증폭기를 이용하여 구성했을 경우는 4개의 트랜지스터를 필요로 하며, 제5도에 도시된 gm 증폭기를 이용했을 경우는 12개의 트랜지스터가 필요하다. 이와 같이, 종래의 능동 필터는 많은 소자를 필요로 하기 때문에, 필터가 대형화되며 소비 전력이 크다는 문제가 있었다.

또한, 제5도에 표시된 gm 증폭기를 이용했을 경우는 트랜지스터(Q31, Q33)의 베이스에 외부로부터의 신호가 입력된 후, 트랜지스터(Q32, Q34)의 콜렉터 및 베이스에 공급되어 압축 작용이 생겨서 잡음 성분의 증대를 초래하는 문제도 있었다.

본 발명은 상기 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 종래보다도 적은 소자로 구성할 수 있는 능동 필터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 능동 필터는 입력 신호가 공급되고, 필터 처리를 행하여 제1 신호를 출력하는 제1 하이 패스 필터와, 상기 제1 하이 패스 필터의 출력 단자에 입력 단자가 접속되어 있고, 상기 제1 신호가 입력되어

필터 처리를 행하여 제2 신호를 출력하는 제2 하이 패스 필터와, 상기 제2 하이 패스 필터의 출력 단자에 한쪽의 입력 단자가 접속되어 상기 제2 신호가 입력되고, 제1 하이 패스 필터의 출력 단자에 다른 쪽의 입력 단자가 접속되어 상기 제1 신호가 입력되며, 상기 제1 신호와 상기 제2 신호의 차분에 이득을 승산한 제3 신호를 출력하는 차동 증폭기와, 상기 차동 증폭기로부터 출력된 상기 제3 신호와 상기 입력 신호를 부여하여 가산하고, 이 가산 결과를 출력하는 가산기를 구비하고 있다.

본 발명의 다른 능동 필터는 제1 전원 전압 단자에 일단이 접속된 제1 저항과, 상기 제1 저항의 타단에 일단이 접속되어 입력 신호가 입력되는 외부 입력 단자에 타단이 접속된 제1 콘덴서와, 상기 외부 입력 단자와 외부 출력 단자와의 사이에 양단이 접속된 제2 저항과, 상기 외부 출력 단자에 콜렉터가 접속되고, 상기 제1 콘덴서의 상기 일단에 베이스가 접속되며, 제1 정전류원에 에미터가 접속된 제1 트랜지스터와, 상기 제1 트랜지스터의 에미터에 일단이 접속된 제2 콘덴서와, 상기 제2 콘덴서의 타단과 제2 전원 전압 단자와의 사이에 양단이 접속된 제3 저항과, 제3 전원 전압 단자에 콜렉터가 접속되고, 상기 콘덴서의 타단에 베이스가 접속되며, 제2 정전류원에 에미터가 접속된 제2 트랜지스터와, 상기 제공의 트랜지스터의 에미터와 상기 제2 트랜지스터의 에미터와의 사이에 접속된 제4 저항을 구비하고 있다.

청구범위 제1항에 기재된 제1 및 제2 하이 패스 필터와 차동 증폭기와 가산기로 능동 필터를 구성하는 것으로, 소자 수를 감소시킬 수 있으며, 예컨대 청구범위 제2항에 기재된 능동 필터에 의하면, 능동 소자로서 두 개의 트랜지스터를 이용하여 능동 필터를 구성할 수 있다.

이하, 본 발명의 일실시예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다.

제1도에 본 실시예에 따른 능동 필터의 구성을 도시한다. 외부 입력 단자(10)에 하이 패스 필터(11)의 입력 단자가 접속되어 있고, 하이 패스 필터(11)의 출력 단자에 하이 패스 필터(12)의 입력 단자와 차동 증폭기(13)의 반전 입력 단자가 접속되어 있다. 하이 패스 필터(12)의 출력 단자는 차동 증폭기(13)의 비반전 입력 단자에 접속되어 있다. 또, 차동 증폭기(13)의 출력 단자와 외부 입력 단자(10)가 가산기(13)의 입력 단자에 각각 접속되고, 가산기(13)의 출력 단자는 외부 출력 단자(15)에 접속되어 있다.

이러한 구성을 구비한 능동 필터에 있어서, 외부 입력 단자(10)에 입력되는 신호를 1로 하고, 하이 패스 필터(11)의 출력 단자에 있어서의 전달 함수를 D1(s), 하이 패스 필터(12)의 출력 단자에 있어서의 전달 함수를 D2(s), 차동 증폭기(13)의 출력 단자에 있어서의 전달 함수를 D3(s), 가산기(14)로부터 외부 출력 단자(15)를 통해 출력되는 신호를 D4(s), 또 하이 패스 필터(11, 12)의 정수를 각각 a, b, 차동 증폭기(13)의 이득을 G로 하면, 각각의 전달 함수는 다음과 같이 표시된다.

$$D1(s) = \frac{as}{1+as} \quad \cdots\cdots (9)$$

$$D2(s) = \frac{abs^2}{(1+as)(1+bs)} \quad \cdots\cdots (10)$$

$$D3(s) = \frac{-as}{(1+as)(1+bs)} \quad \cdots\cdots (11)$$

$$D4(s) = \frac{1+(a+b)s+abs^2}{1+(a+b)s+abs^2} + \frac{-aGs}{1+(a+b)s+abs^2}$$

$$= \frac{1+(a+b-aG)s+abs^2}{1+(a+b)s+abs^2} \quad \cdots\cdots (12)$$

여기서, a+b-aG=-(a+b)일 때, 전역 통과 필터가 되며, a+b-aG=0일 때, 대역 저지 필터가 된다.

다음에, 제1도에 도시된 본 실시예의 구성을 보다 구체화한 회로의 예를 제2도에 도시한다. 외부 입력 단자(10)에 정전압 전원(V1), 저항(R1), 콘덴서(C1)로 이루어지는 하이 패스 필터(11)의 입력측이 접속되고, 이 하이 패스 필터(11)의 출력측에 npn 트랜지스터(Q1, Q2), 저항(R3, R4), 정전류원(I11, I12), 정전압원(V3)으로 이루어지는 차동 증폭기(13)의 입력측의 일단이 접속되며, 차동 증폭기(13)의 입력측의 타단에는 콘덴서(C2), 저항(R2), 정전압 전원(V2)으로 이루어지는 하이 패스 필터(12)의 출력측이 접속되고, 하이 패스 필터(12)의 출력측이 차동 증폭기(13)의 입력측의 타단에 접속되어 있으며, 또 외부 입력 단자(10)와 차동 증폭기(13)가 갖는 트랜지스터(Q1)의 콜렉터가 저항(R4)을 통해 접속되어 가산기(14)를 구성하고 있고, 저항(R4)와 트랜지스터(1)의 콜렉터를 접속하는 노드가 외부 출력 단자(15)에 접속되어 있다.

이러한 구성을 구비한 제2도에 표시된 하이 패스 필터에 있어서, 외부 입력 단자(10)로부터 입력되는 신호를 1로 하고, 하이 패스 필터(11)의 출력 단자에 상당하는 콘덴서(C1)의 일단과 저항(R1)의 일단과의 접속점에 있어서의 전달 함수를 D1(s), 하이 패스 필터(12)의 출력 단자에 상당하는 저항(R2)의 일단과 콘덴서(C2)의 일단과의 접속점의 전달 함수를 D2(s), 차동 종폭기(13)의 출력 단자인 트랜지스터(Q1)의 콜렉 단자의 전달 함수를 D3(s), 외부 출력 단자(14)로부터 출력되는 전달 함수를 D4(s)로 하면, 각각 아래와 같이 표시된다.

$$D1(s) = \frac{R1}{R1 + \frac{1}{j\omega C1}} \cdot 1 = \frac{j\omega C1R1}{1 + j\omega C1R1} \quad \cdots\cdots (13)$$

$$D2(s) = \frac{R2}{R2 + \frac{1}{j\omega C2}} \cdot D1(s) = \frac{j\omega C1R1}{1 + j\omega C1R1} \cdot \frac{j\omega C2R2}{1 + j\omega C2R2} \quad \cdots\cdots (14)$$

$$D3(s) = \frac{R4}{R3}(D2(s) - D1(s))$$

$$= \frac{R4}{R3}\left(\frac{j\omega C1R1}{1 + j\omega C1R1} \cdot \frac{j\omega C2R2}{1 + j\omega C2R2} - \frac{j\omega C1R1}{1 + j\omega C1R1}\right)$$

$$= \frac{R4}{R3} \cdot \frac{-\omega^2 C1C2R1R2 - j\omega C1R1 + \omega^2 C1C2R1R2}{1 + j\omega(C1R1 + C2R2) - \omega^2 C1C2R1R2} \quad \cdots (15)$$

$$D4(s) = 1 + D3(s)$$

$$= \frac{1 - j\omega\left(C1R1 \cdot \frac{R4}{R3} - C1R1 - C2R2\right) - \omega^2 C1C2R1R2}{1 + j\omega(C1R1 + C2R2) - \omega^2 C1C2R1R2} \quad \cdots\cdots (16)$$

상기 식(16)에 있어서, 다음 (17)이 성립되어 저항(R3)과 저항(R4)과의 사이에 식(18)이 성립할 때의 능동 필터는 전역 통과 필터가 되며, 식(19)이 성립되어 저항(R3)과 저항(R4) 사이에 식(20)이 성립할 때, 대역 저지 필터가 된다.

$$C1R1\frac{R4}{R3} - C1R1 - C2R2 = C1R1 + C2R2 \quad \cdots\cdots (17)$$

$$\frac{R4}{R3} = \frac{2(C1R1 + C2R2)}{C1R1} \quad \cdots\cdots (18)$$

$$C1R1\frac{R4}{R3}-C1R1-C2R2=0 \qquad \cdots\cdots (19)$$

$$\frac{R4}{R3}=\frac{C1R1+C2R2}{C1R1} \qquad \cdots\cdots (20)$$

여기서, 본 실시예에 의하면 제2도로부터 명백한 바와 같이 2개의 트랜지스터(Q1, Q2)로 능동 필터를 구성할 수 있고, 종래보다 소자 수를 감소시킬 수 있으며, 필터의 소형화 및 소비 전력의 감소를 도모할 수 있다.

또한, 상술한 바와 같이, 제5도에 도시된 바와 같은 gm 증폭기를 이용하여 능동 필터를 구성하면, 입력 신호에 포함되어 있는 잡음 성분이 트랜지스터(Q32, Q34)에 있어서, 압축 작용에 의해 증대를 초래할 우려가 있지만, 본 발명에서는 이러한 압축 기능을 가지지 않고 잡음을 감소시킬 수 있다.

상술한 실시예는 일례이며, 본 발명을 한정하는 것은 아니다. 예컨대, 제2도에 도시된 회로는 일례로서, 이 구성에 한정되는 것이 아니라 제1도에 도시된 제어 블록을 구성할 수 있는 것이면 여러 가지 변형이 가능하다.

또한, 본원 청구범위의 각 구성 요건에 병기한 도면 참조 부호는 본원 발명의 이해를 쉽게 하기 위한 것으로, 본원 발명의 기술적 범위를 도면에 도시한 실시예에 한정할 의도로 병기한 것이 아니다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 능동 필터에 의하면, gm 증폭기를 이용하는 종래의 능동 필터와 비교하여 능동 소자의 수를 감소시킬 수 있고, 필터의 소형화 및 소비 전력의 감소를 도모할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

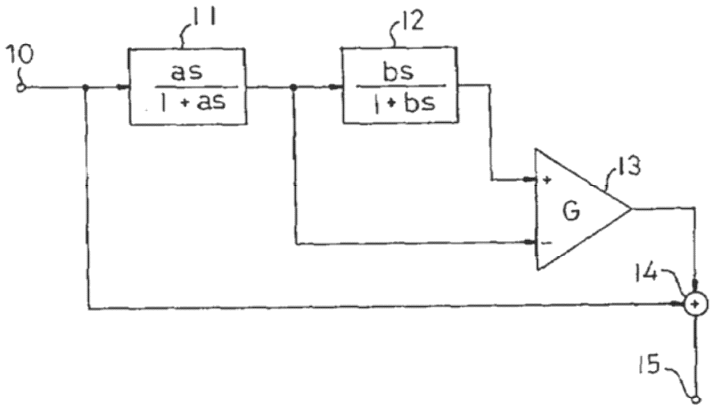
입력 신호가 공급되어, 필터 처리를 하여 제1 신호를 출력하는 제1 하이 패스 필터(11)와, 상기 제1 하이 패스 필터의 출력 단자에 입력 단자가 접속되고, 상기 제1 신호가 입력되어 필터 처리를 하여 제2 신호를 출력하는 제2 하이 패스 필터(12)와, 상기 제2 하이 패스 필터의 출력 단자에 한쪽의 입력 단자가 접속되어 상기 제2 신호가 입력되고, 제1 하이 패스 필터의 출력 단자에 다른 쪽의 입력 단자가 접속되어 상기 제1 신호가 입력되며, 상기 제1 신호와 상기 제2 신호와 차분에 이득을 승산한 제3 신호를 출력하는 차동 증폭기(13)와, 상기 차동 증폭기로부터 출력된 상기 제3 신호와 상기 입력 신호를 부여하여 가산하고, 이 가산 결과를 출력하는 가산기(14)를 구비한 것을 특징으로 하는 능동 필터.

청구항 2

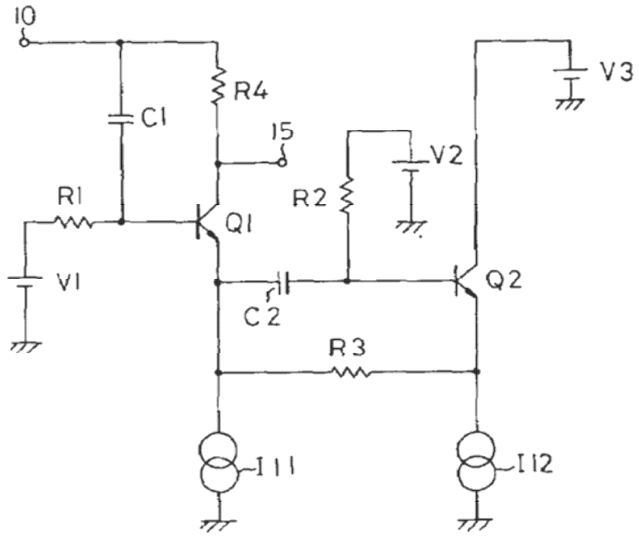
제1 전원 전압 단자(V1)에 일단이 접속된 제1 저항(R1)과, 상기 제1 저항의 타단에 일단이 접속되고, 입력 신호가 입력되는 외부 입력 단자(10)에 타단이 접속된 제1 콘덴서(C1)와, 상기 외부 입력 단자와 외부 출력 단자(15) 사이에 양단이 접속된 제2 저항(R4)과, 상기 외부 출력 단자에 콜렉터가 접속되고, 상기 제1 콘덴서의 상기 일단에 베이스가 접속되며, 제1 정전류원(I11)에 에미터가 접속된 제1 트랜지스터(Q1)와, 상기 제1 트랜지스터의 에미터에 일단이 접속된 제2 콘덴서(C2)와, 상기 제2 콘덴서의 타단과 제2 전원 전압 단자(V2) 사이에 양단이 접속된 제3 저항(R2)과, 제3 전원 전압 단자(V3)에 콜렉터가 접속되고, 상기 콘덴서의 타단에 베이스가 접속되며, 제2 정전류원(I12)에 에미터가 접속된 제2 트랜지스터(Q2)와, 상기 제1의 트랜지스터의 에미터(R3)와 상기 제2 트랜지스터의 에미터와의 사이에 접속된 제4 저항(R3)을 구비한 것을 특징으로 하는 능동 필터.

도면

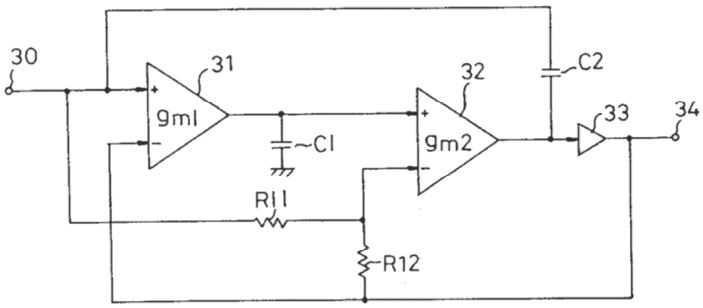
도면1


10
11
as
1+as
12
bs
1+bs
13
G
14
15

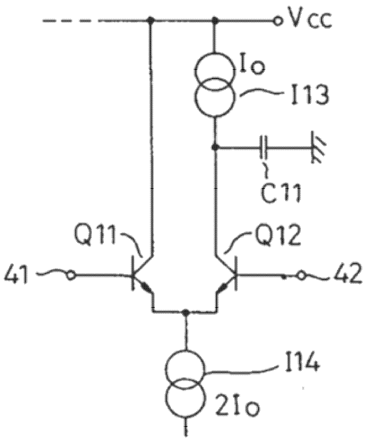
도면2


10
C1
R4
15
V3
V2
R1
R2
Q1
V1
C2
Q2
R3
I11
I12

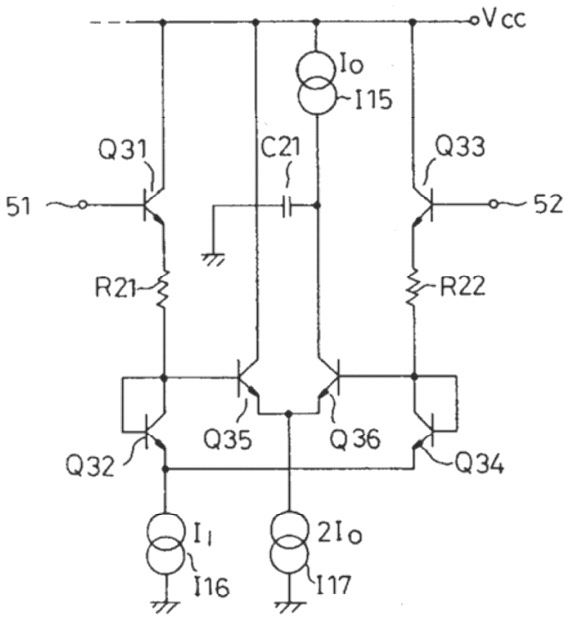
도면3


30
31
gm1
C1
32
gm2
C2
33
34
R11
R12

도면4


Vcc
Io
I13
C11
Q11
Q12
41
42
I14
2Io

도면5


Vcc
Io
I15
Q31
C21
Q33
51
52
R21
R22
Q35
Q36
Q32
Q34
I1
2Io
I16
I17