(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0117320
(43) 공개일자 2023년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 1/12 (2006.01) *H01F 27/42* (2006.01)
H02M 1/44 (2007.01) *H03F 1/22* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02M 1/123 (2021.05)
H01F 27/42 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0100348(분할)
(22) 출원일자 2023년08월01일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2020-0182642
원출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2020년12월23일

(71) 출원인
이엠코어텍 주식회사
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 (106동504-1호(울산과학기술원))
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
정상영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
김진국
울산광역시 울주군 범서읍 대동길 21, 103동 1903호 (문수애시앙)
(74) 대리인
특허법인더웨이브

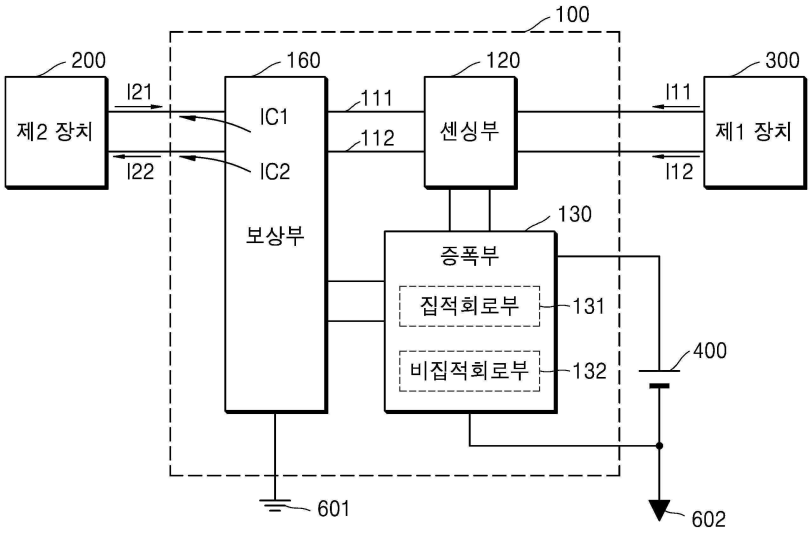
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **집적회로부와 비집적회로부를 포함하는 능동형 전류보상 장치**

(57) 요 약

본 발명은, 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 전류 보상 장치에 있어서, 제2 장치에 의해 공급되는 전원을 제1 장치에 전달하는 적어도 둘 이상의 대전류 경로와, 상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류에 대응하는 출력 신호를 생성하는 센싱부와, 상기 출력 신호를 증폭하여 증폭 전류를 생성하는 증폭부와, 상기 증폭 전류에 기초하여 보상 전류를 생성하고, 상기 보상 전류를 상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 흘리도록 하는 보상부를 포함하고, 상기 증폭부는 비집적회로부와 단일 칩(one-chip)의 집적회로부를 포함하고, 상기 비집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치 중 적어도 하나 이상의 전력 시스템에 따라 설계되고, 상기 단일 칩 집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치의 정격 전력 사양에 무관한, 능동형 전류 보상 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02M 1/44 (2013.01)
H03F 1/22 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711177931
과제번호 2022-IT-RD-0099-01
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 (재단)연구개발특구진흥재단
연구사업명 기술이전사업화(강소)
연구과제명 400V 이상급 배터리 충방전 시스템 적용을 위한 능동EMI 필터 개발 및 성능 평가
기 여 율 1/3
과제수행기관명 이엠코어텍 주식회사
연구기간 2022.06.11 ~ 2023.05.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711168890
과제번호 NRF-2020R1A2C1005576
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 반도체 내 EMI 노이즈의 관측과 상쇄를 위한 회로 및시스템 개발
기 여 율 1/3
과제수행기관명 울산과학기술원
연구기간 2022.03.01 ~ 2023.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711152501
과제번호 2020-0-00839
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 방송통신산업기술개발(R&D)
연구과제명 초연결 E-Vehicle 전력 및 신호 EMC 고도화 기술 개발
기 여 율 1/3
과제수행기관명 한국과학기술원
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 전류 보상 장치에 있어서,

제2 장치에 의해 공급되는 전원을 제1 장치에 전달하는 적어도 둘 이상의 대전류 경로;

상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류에 대응하는 출력 신호를 생성하는 센싱부;

상기 출력 신호를 증폭하여 증폭 전류를 생성하는 증폭부; 및

상기 증폭 전류에 기초하여 보상 전류를 생성하고, 상기 보상 전류를 상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 흘리도록 하는 보상부;를 포함하고,

상기 증폭부는 비집적회로부와 단일 칩(one-chip) 집적회로부를 포함하는,

상기 비집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치 중 적어도 하나 이상의 전력 시스템에 따라 설계되고,

상기 단일 칩 집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치의 정격 전력 사양에 무관한,

능동형 전류 보상 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예들은 집적회로부와 비집적회로부를 포함하는 능동형 전류 보상 장치에 관한 것으로, 전력 시스템에 연결되는 둘 이상의 대전류 경로 상에 공통 모드로 입력되는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 전류 보상 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 가전용, 산업용 전기 제품이나 전기자동차와 같은 전기 기기들은 동작하는 동안 노이즈를 방출한다. 가령 전자 기기 내에서 전력 변환 장치의 스위칭 동작으로 인해 노이즈가 전력선을 통해 방출될 수 있다. 이러한 노이즈를 방치하면 인체에 유해할 뿐만 아니라 주변 부품 및 다른 전자 기기에 오동작 또는 고장을 야기한다. 이렇듯, 전자 기기가 다른 기기에 미치는 전자 장해를, EMI(Electromagnetic Interference)라고 하며, 그 중에서도, 와이어 및 기판 배선을 경유하여 전달되는 노이즈를 전도성 방출(Conducted Emission, CE) 노이즈라고 한다.

[0003] 전자 기기가 주변 부품 및 다른 기기에 고장을 일으키지 않고 동작하도록 하기 위해서, 모든 전자 제품에서 EMI 노이즈 방출량을 엄격히 규제하고 있다. 따라서 대부분의 전자 제품들은, 노이즈 방출량에 대한 규제를 만족하기 위해, EMI 노이즈 전류를 저감시키는 노이즈 저감 장치(예: EMI 필터)를 필수적으로 포함한다. 예를 들면, 에어컨과 같은 백색가전, 전기차, 항공, 에너지 저장 시스템(Energy Storage System, ESS) 등에서, EMI 필터가 필수적으로 포함된다. 종래의 EMI 필터는, 전도성 방출(CE) 노이즈 중 공통 모드(Common Mode, CM) 노이즈를 저감시키기 위해 공통 모드 초크(CM choke)를 이용한다. 공통 모드(CM) 초크는 수동 필터(passive filter)로써, 공통 모드 노이즈 전류를 '억제'하는 역할을 한다.

[0004] 한편, 고전력 시스템에서 수동 EMI 필터의 노이즈 저감 성능을 유지하려면, 공통 모드 초크의 사이즈를 키우거나 개수를 늘려야 한다. 따라서 고전력 제품에서는 수동 EMI 필터의 크기와 가격이 매우 증가하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기와 같은 수동 EMI 필터의 한계를 극복하기 위해, 능동 EMI 필터에 대한 관심이 대두되었다. 능동 EMI 필터

는, EMI 노이즈를 감지하여, 상기 노이즈를 상쇄시키는 신호를 발생시킴으로써 EMI 노이즈를 제거할 수 있다. 능동 EMI 필터는, 감지된 노이즈 신호로부터 증폭 신호를 생성할 수 있는 능동회로를 포함한다.

[0006] 한편 실제로 전자 제품들에 능동 EMI 필터를 적용하려면, 다양한 수요를 충족시키기 위해 반도체 장치의 양산이 필요하다. 만약 실제 사용을 위한 능동 EMI 필터를 제작하기 위해 개별(discrete) 장치(또는 부품)를 사용한다면, 능동 EMI 필터의 기능을 향상시키기 위해 능동회로용 장치의 수가 증가하며 다양한 부품이 필요하다. 따라서 더 높은 기능을 달성하기 위해서 능동 EMI 필터의 크기와 비용이 증가하는 문제점이 있다.

[0007] 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해, 다양한 전력 시스템에 사용될 수 있는 맞춤형 집적회로(IC)를 사용하는 능동 EMI 필터가 필요한 실정이다.

[0008] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 극복하기 위해 안출된 것으로, 집적회로부와 비집적회로부를 포함하는 능동형 전류 보상 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 상기 집적회로부는 능동형 전류 보상 장치의 필수 구성요소를 포함하는 하나의 칩이며, 상기 비집적회로부는 다양한 설계의 능동 EMI 필터를 구현하기 위한 구성일 수 있다.

[0009] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따른, 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 전류 보상 장치는, 제2 장치에 의해 공급되는 전원을 제1 장치에 전달하는 적어도 둘 이상의 대전류 경로; 상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류에 대응하는 출력 신호를 생성하는 센싱부; 상기 출력 신호를 증폭하여 증폭 전류를 생성하는 증폭부; 및 상기 증폭 전류에 기초하여 보상 전류를 생성하고, 상기 보상 전류를 상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 흘리도록 하는 보상부;를 포함하고, 상기 증폭부는 비집적회로부와 단일 칩(one-chip) 집적회로부를 포함하고, 상기 비집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치 중 적어도 하나 이상의 전력 시스템에 따라 설계되고, 상기 단일 칩 집적회로부는 상기 제1 장치와 상기 제2 장치의 정격 전력 사양에 무관할 수 있다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 상기 비집적회로부는 상기 제1 장치의 정격 전력에 따라 설계될 수 있다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 상기 단일 칩(one-chip)의 집적회로부는 제1 트랜지스터, 제2 트랜지스터, 및 하나 이상의 저항을 포함할 수 있다.

[0013] 일 실시예에 따르면 상기 비집적회로부는, 상기 제1 트랜지스터 및 상기 제2 트랜지스터의 이미터 노드 측과 상기 보상부의 입력단을 연결하는 제1 임피던스(Z_1)와, 상기 제1 트랜지스터 및 상기 제2 트랜지스터의 베이스 노드 측과 상기 보상부의 입력단을 연결하는 제2 임피던스(Z_2)를 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 상기 센싱부는 센싱 변압기를 포함하고, 상기 보상부는 보상 변압기를 포함하고, 상기 제1 임피던스의 값 또는 상기 제2 임피던스의 값은, 상기 센싱 변압기와 상기 보상 변압기의 권선비, 및 상기 증폭부의 목표 전류 이득에 기초하여 결정되며, 상기 단일 칩 직접회로부의 구성은, 상기 권선비와 상기 목표 전류 이득에 무관할 수 있다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 임피던스 및 상기 제2 임피던스의 설계에 따라, 상기 단일 칩 집적회로부는 다양한 전력 시스템의 제1 장치에 대해 사용될 수 있다.

[0016] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0017] 상술한 바와 같이 이루어진 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치는, 고전력 시스템에서, CM 초크로 구성된 수동 필터에 비하여 가격, 면적, 부피, 무게, 발열이 감소될 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치는, 개별(discrete) 반도체 장치를 포함하는 경우에 비해 크기가 최소화된다.

[0019] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 집적회로부는, 다양한 설계의 능동형 전류 보상 장치에 범용적으로 적용될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 집적회로부를 포함하는 능동형 전류 보상 장치는, 정격 전력(power rating)에 무관하게 다양한 전력 전자 제품에서 사용될 수 있다. 따라서 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치는 고전력 및 고잡음(high-noise) 시스템으로도 확장이 가능하다.

[0021] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 집적회로부를 포함하는 능동형 전류 보상 장치는 대량 생산이 용이할 수 있다.

[0022] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치 및/또는 one-chip의 집적회로부는 독립된 모듈로서 범용성을 가지고 상용화될 수 있다.

[0023] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다.

도 2는 도 1에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A)를 개략적으로 도시한 다.

도 3은 도 2에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-1)를 개략적으로 도시한다.

도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-2)의 구성을 개략적으로 도시한다.

도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-3)의 구성을 개략적으로 도시한다.

도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)의 구성을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0027] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다. 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다. 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 이하의 실시예에서, 구성요소, 부, 유닛, 모듈 등이 연결되었다고 할 때, 구성요소, 부, 유닛, 모듈들이 직접적으로 연결된 경우뿐만 아니라 구성요소, 부, 유닛, 모듈들 중간에 다른 구성요소, 부, 유닛, 모듈들이 개재되어 간접적으로 연결된 경우도 포함한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다. 능동형 전류 보상 장치(100)는, 제1 장치(300)로부터 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)를 통해 공통 모드(Common Mode, CM)로 입력되는 제1 전류(I11, I12)(예: EMI 노이즈 전류)를 능동적으로 보상할 수 있다.

[0030] 도 1을 참조하면, 능동형 전류 보상 장치(100)는, 센싱부(120), 증폭부(130), 및 보상부(160)를 포함할 수 있다.

[0031] 본 명세서에서 제1 장치(300)는 제2 장치(200)가 공급하는 전원을 사용하는 다양한 형태의 전력 시스템일 수 있다. 가령 제1 장치(300)는 제2 장치(200)가 공급하는 전원을 이용하여 구동되는 부하일 수 있다. 또한 제1 장치(300)는 제2 장치(200)가 공급하는 전원을 이용하여 에너지를 저장하고, 저장된 에너지를 이용하여 구동되는 부

하(예컨대 전기 자동차)일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.

[0032] 본 명세서에서 제2 장치(200)는 제1 장치(300)에 전원을 전류 및/또는 전압의 형태로 공급하기 위한 다양한 형태의 시스템일 수 있다. 제2 장치(200)는 저장된 에너지를 공급하는 장치일 수도 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.

[0033] 제1 장치(300) 측에는 전력 변환 장치가 위치할 수 있다. 예를 들면 상기 전력 변환 장치의 스위칭 동작에 의해 제1 전류(I11, I12)가 전류 보상 장치(100)에 입력될 수 있다. 즉, 제1 장치(300) 측은 노이즈 소스에 대응할 수 있으며, 제2 장치(200) 측은 노이즈 리시버에 대응할 수 있다.

[0034] 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는 제2 장치(200)에 의해 공급되는 전원, 즉 제2 전류(I21, I22)를 제1 장치(300)에 전달하는 경로일 수 있는데, 예컨대 전력선일 수 있다. 예를 들면, 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 각각은 라이브선(Live line)과 중성선(Neutral line)일 수 있다. 대전류 경로(111, 112)의 적어도 일부는 전류 보상 장치(100)를 통과할 수 있다. 제2 전류(I21, I22)는, 제2 주파수 대역의 주파수를 갖는 교류 전류일 수 있다. 제2 주파수 대역은 예를 들면, 50Hz 내지 60Hz 대역일 수 있다.

[0035] 또한 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는, 제1 장치(300)에서 발생한 노이즈, 즉 제1 전류(I11, I12)가 제2 장치(200)에 전달되는 경로일 수도 있다. 제1 전류(I11, I12)는 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 각각에 대해 공통 모드(Common Mode)로 입력될 수 있다. 제1 전류(I11, I12)는 다양한 원인에 의해 제1 장치(300)에서 의도치 않게 발생되는 전류일 수 있다. 가령 제1 전류(I11, I12)는 제1 장치(300)와 주변 환경 사이의 가상의 커패시턴스(Capacitance)에 의해 발생되는 노이즈 전류일 수 있다. 또는 제1 전류(I11, I12)는, 제1 장치(300)의 전력 변환 장치의 스위칭 동작에 의해 발생되는 노이즈 전류일 수 있다. 제1 전류(I11, I12)는 제1 주파수 대역의 주파수를 갖는 전류일 수 있다. 제1 주파수 대역은 전술한 제2 주파수 대역보다 높은 주파수 대역일 수 있다. 제1 주파수 대역은 예를 들면, 150KHz 내지 30MHz 대역일 수 있다.

[0036] 한편 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는 도 1에 도시된 바와 같이 두 개의 경로를 포함할 수도 있고, 도 4 및 도 6에 도시된 바와 같이 세 개의 경로 또는 네 개의 경로를 포함할 수도 있다. 대전류 경로(111, 112)의 수는 제1 장치(300) 및/또는 제2 장치(200)가 사용하는 전원의 종류 및/또는 형태에 따라 달라질 수 있다.

[0037] 센싱부(120)는 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 상의 제1 전류(I11, I12)를 감지하고, 제1 전류(I11, I12)에 대응되는 출력 신호를 생성할 수 있다. 즉, 센싱부(120)는 대전류 경로(111, 112) 상의 제1 전류(I11, I12)를 감지하는 수단을 의미할 수 있다. 센싱부(120)에는, 제1 전류(I11, I12)의 센싱을 위하여 대전류 경로(111, 112)의 적어도 일부가 통과할 수 있지만, 센싱부(120) 내에서 센싱에 의한 출력 신호가 생성되는 부분은, 대전류 경로(111, 112)와 절연될 수 있다. 예를 들면 센싱부(120)는 센싱 변압기로 구현될 수 있다. 센싱 변압기는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서 대전류 경로(111, 112) 상의 제1 전류(I11, I12)를 감지할 수 있다. 다만, 센싱부(120)는 센싱 변압기에 한정되지 않는다.

[0038] 일 실시예에 따르면, 센싱부(120)는 증폭부(130)의 입력단과 차동(differential)으로 연결될 수 있다.

[0039] 증폭부(130)는 센싱부(120)에 전기적으로 연결되어, 센싱부(120)가 출력한 출력 신호를 증폭하여, 증폭된 출력 신호를 생성할 수 있다. 본 발명에서 증폭부(130)에 의한 '증폭'은 증폭 대상의 크기 및/또는 위상을 조절하는 것을 의미할 수 있다. 증폭부(130)는 다양한 수단으로 구현될 수 있으며, 능동 소자를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 증폭부(130)는 BJT(Bipolar Junction Transistor)를 포함할 수 있다. 예를 들면 증폭부(130)는 BJT 이외에 저항과 커패시터 등 복수의 수동 소자들을 포함할 수 있다. 다만 이에 한정되지 않으며, 본 발명에서 설명하는 '증폭'을 위한 수단은 본 발명의 증폭부(130)로 제한 없이 사용될 수 있다.

[0040] 일 실시예에 따르면 증폭부(130)의 제2 기준전위(602)와 전류 보상 장치(100)의 제1 기준전위(601)는 서로 구분될 수 있다. 예를 들어 증폭부(130)가 대전류 경로(111, 112)와 절연되는 경우에, 증폭부(130)의 제2 기준전위(602)와 전류 보상 장치(100)의 제1 기준전위(601)는 서로 구분될 수 있다.

[0041] 다만 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어 도 6과 같이 증폭부(130B)가 대전류 경로(111, 112)와 비절연되는 경우에는, 증폭부(130B)의 기준전위와 전류 보상 장치(100B)의 기준전위는 구분되지 않을 수 있다.

[0042] 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 증폭부(130)는 집적회로부(131) 및 비집적회로부(132)를 포함할 수 있다. 집적회로부(131)는 능동형 전류 보상 장치(100)의 필수 구성요소를 포함할 수 있다. 필수 구성요소는 예를 들면 능동소자를 포함할 수 있다. 따라서 증폭부(130)에 포함된 능동소자는, 증폭부(130)의 집적회로부(131)에 집적될 수 있다. 증폭부(130) 중 비집적회로부(132)는 능동소자를 포함하지 않을 수 있다. 집적회로부(131)는 능동

소자뿐 아니라 수동소자를 더 포함할 수 있다.

[0043] 본 발명의 실시예에 따른 집적회로부(131)는 물리적으로 하나의 IC 칩일 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 집적회로부(131)는 다양한 디자인의 능동형 전류 보상 장치(100)에 적용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 one-chip의 집적회로부(131)는, 독립된 모듈로서 범용성을 가지고 다양한 디자인의 전류 보상 장치(100)에 적용될 수 있다.

[0044] 본 발명의 실시예에 따른 비집적회로부(132)는 능동형 전류 보상 장치(100)의 디자인에 따라 변형될 수 있다.

[0045] 집적회로부(131)는 비집적회로부(132)에 연결되기 위한 단자를 포함할 수 있다. 집적회로부(131)와 비집적회로부(132)는 함께 결합하여, 증폭부(130)로서 기능할 수 있다. 집적회로부(131)와 비집적회로부(132)의 조합은, 센싱부(120)로부터 출력된 출력 신호로부터, 증폭 신호를 생성하는 기능을 수행할 수 있다. 상기 증폭 신호는 보상부(160)에 입력될 수 있다.

[0046] 집적회로부(131) 및 비집적회로부(132)를 포함하는 증폭부(130)의 상세한 구성의 예들은 도 3 내지 도 6에서 후술된다.

[0047] 전술한 바와 같이 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100)는, 집적회로부와 비집적회로부로 구분되는 것을 특징으로 한다.

[0048] 증폭부(130)는 제1 장치(300) 및/또는 제2 장치(200)와 구분되는 전원장치(400)로부터 전원을 공급받을 수 있다. 증폭부(130)는 전원장치(400)로부터 전원을 공급받아, 센싱부(120)가 출력한 출력신호를 증폭하여 증폭 전류를 생성할 수 있다.

[0049] 전원장치(400)는 제1 장치(300) 및 제2 장치(200)와 무관한 전원으로부터 전원을 공급 받아 증폭부(130)의 입력 전원을 생성하는 장치일 수 있다. 선택적으로 전원장치(400)는 제1 장치(300) 및 제2 장치(200) 중 어느 하나의 장치로부터 전원을 공급 받아 증폭부(130)의 입력 전원을 생성하는 장치일 수도 있다.

[0050] IC 칩인 집적회로부(131)는 전원장치(400)와 연결되기 위한 단자, 제2 기준전위(602)와 연결되기 위한 단자, 및 비집적회로부(132)와 연결되기 위한 단자를 포함할 수 있다.

[0051] 보상부(160)는, 증폭부(130)에 의해 증폭된 출력 신호에 기초하여 보상 전류(IC1, IC2)를 생성할 수 있다. 보상부(160)의 출력 측은 대전류 경로(111, 112)에 보상 전류(IC1, IC2)를 흘려주기 위해 대전류 경로(111, 112)와 연결될 수 있다.

[0052] 일 실시예에 따르면 보상부(160)의 출력 측은 증폭부(130)와는 절연될 수 있다. 예를 들면 보상부(160)는, 상기 절연을 위해 보상 변압기를 포함할 수 있다. 예를 들면 상기 보상 변압기의 1차 측에는 증폭부(130)의 출력 신호가 흐르고, 보상 변압기의 2차 측에는 상기 출력 신호에 기초한 보상 전류가 생성될 수 있다.

[0053] 다만 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 다른 일 실시예에 따르면 도 6과 같이 보상부(160B)의 출력 측은 증폭부(130B)와 비절연될 수 있다. 이 경우 증폭부(130B)는 대전류 경로(111, 112)와 비절연될 수 있다.

[0054] 다시 도 1을 참조하면 보상부(160)는 제1 전류(I11, I12)를 상쇄시키기 위하여, 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 각각을 통해 보상 전류(IC1, IC2)를 대전류 경로(111, 112)에 주입(inject)시킬 수 있다. 보상 전류(IC1, IC2)는, 제1 전류(I11, I12)와 크기가 동일하고 위상이 반대일 수 있다.

[0056] 도 2는 도 1에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A)를 개략적으로 도시한 다. 능동형 전류 보상 장치(100A)는 제1 장치(300)와 연결되는 두 개의 대전류 경로(111, 112) 각각에 공통 모드로 입력되는 제1 전류(I11, I12)(예: 노이즈 전류)를 능동적으로 보상할 수 있다.

[0057] 도 2를 참조하면, 능동형 전류 보상 장치(100A)는, 센싱 변압기(120A), 증폭부(130), 및 보상부(160A)를 포함할 수 있다.

[0058] 일 실시예에서, 전술한 센싱부(120)는 센싱 변압기(120A)를 포함할 수 있다. 이 때 센싱 변압기(120A)는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서 대전류 경로(111, 112) 상의 제1 전류(I11, I12)를 감지하기 위한 수단일 수 있다. 센싱 변압기(120A)는 제1 장치(300) 측으로부터 대전류 경로(111, 112)(예: 전력선)로 입력되는 노이즈 전류인 제1 전류(I11, I12)를 센싱할 수 있다.

[0059] 센싱 변압기(120A)는, 대전류 경로(111, 112) 상에 배치되는 1차 측(121A), 및 증폭부(130)의 입력단과 차동(differential)으로 연결된 2차 측(122A)을 포함할 수 있다. 센싱 변압기(120A)는 대전류 경로(111, 112) 상에 배치되는 1차 측(121A)(예: 1차 권선)에서, 제1 전류(I11, I12)에 의해 유도되는 자속 밀도에 기초하여 2차 측(122A)(예: 2차 권선)에 유도 전류를 생성할 수 있다. 상기 센싱 변압기(120A)의 1차 측(121A)은, 예를 들면 하나의 코어에 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)가 각각 감겨있는 권선일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않으며, 상기 센싱 변압기(120A)의 1차 측(121A)은, 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)가 상기 코어를 통과하는 형태일 수도 있다.

[0060] 구체적으로, 제1 대전류 경로(111)(예: 라이브선) 상의 제1 전류(I11)에 의해 유도되는 자속 밀도와, 제2 대전류 경로(112)(예: 중성선) 상의 제1 전류(I12)에 의해 유도되는 자속 밀도가 서로 중첩(또는 보강)되도록 구성될 수 있다. 이 때, 대전류 경로(111, 112) 상에는 제2 전류(I21, I22)도 흐르는데, 제1 대전류 경로(111) 상의 제2 전류(I21)에 의해 유도되는 자속 밀도와, 제2 대전류 경로(112) 상의 제1 전류(I22)에 의해 유도되는 자속 밀도는 서로 상쇄되도록 구성될 수 있다. 또한 일 예를 들면, 센싱 변압기(120A)는 제1 주파수 대역(예를 들어 150KHz 내지 30MHz의 범위를 갖는 대역)의 제1 전류(I11, I12)에 의해 유도되는 자속 밀도의 크기가 제2 주파수 대역(예를 들어 50Hz 내지 60Hz의 범위를 갖는 대역)의 제2 전류(I21, I22)에 의해 유도되는 자속 밀도의 크기보다 크도록 구성될 수 있다.

[0061] 이와 같이 센싱 변압기(120A)는 제2 전류(I21, I22)에 의해 유도되는 자속 밀도가 서로 상쇄될 수 있게 구성되어, 제1 전류(I11, I12)만이 감지되도록 할 수 있다. 즉, 센싱 변압기(120A)의 2차 측(122A)에 유도되는 전류는, 제1 전류(I11, I12)가 일정 비율로 변환된 전류일 수 있다.

[0062] 예를 들어, 센싱 변압기(120A)에서, 1차 측(121A)과 2차 측(122A)의 권선비가 1:N_{sen}이고, 센싱 변압기(120A)의 1차 측(121A)의 셀프 인덕턴스가 L_{sen}이라고 하면, 2차 측(122A)은, $N_{sen}^{2} \cdot L_{sen}$의 셀프 인덕턴스를 가질 수 있다. 이 때, 2차 측(122A)에 유도되는 전류는, 제1 전류(I11, I12)의 $1/N_{sen}$ 배이다. 예를 들어 센싱 변압기(120A)의 1차 측(121A)과 2차 측(122A)은, k_{sen}의 결합 계수(coupling coefficient)로 결합될 수 있다.

[0063] 센싱 변압기(120A)의 2차 측(122A)은, 증폭부(130)의 입력단에 연결될 수 있다. 예를 들면 센싱 변압기(120A)의 2차 측(122A)은, 증폭부(130)의 입력단과 차동으로 연결되어, 증폭부(130)에게 유도 전류 또는 유도 전압를 공급할 수 있다.

[0064] 증폭부(130)는, 센싱 변압기(120A)에 의해 감지되어 2차 측(122A)에 유도되는 전류 또는 유도 전압을 증폭시킬 수 있다. 예를 들면 증폭부(130)는, 상기 유도 전류 또는 유도 전압의 크기를 일정 비율로 증폭시키거나, 및/또는 위상을 조절할 수 있다.

[0065] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 증폭부(130)는 하나의 IC 칩으로 구성된 집적회로부(131)와, 상기 IC 칩 이외의 구성인 비집적회로부(132)를 포함할 수 있다.

[0066] 일 실시예에 따르면, 증폭부(130)는 제2 기준전위(602)에 연결될 수 있고, 제2 기준전위(602)는 전류 보상 장치(100)(또는 보상부(160A))의 제1 기준전위(601)와 구분될 수 있다. 증폭부(130)는 전원장치(400)에 연결될 수 있다.

[0067] 집적회로부(131)인 IC 칩은 전원장치(400)와 연결되기 위한 단자, 제2 기준전위(602)와 연결되기 위한 단자, 및 비집적회로부(132)와 연결되기 위한 단자를 포함할 수 있다.

[0068] 보상부(160A)는, 전술한 보상부(160)의 일 예일 수 있다. 일 실시예에서 보상부(160A)는, 보상 변압기(140A)및 보상 커패시터부(150A)를 포함할 수 있다. 전술한 증폭부(130)에 의해 증폭된 증폭 전류는, 보상 변압기(140A)의 1차 측(141A)으로 흐른다.

[0069] 일 실시예에 따른 보상 변압기(140A)는, 능동 소자를 포함하는 증폭부(130)를 대전류 경로(111, 112)로부터 절연시키기 위한 수단일 수 있다. 즉 보상 변압기(140A)는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서, 증폭 전류에 기초하여 대전류 경로(111, 112)에 주입하기 위한 보상 전류를 (2차 측(142A)에) 생성하기 위한 수단일 수 있다.

[0070] 보상 변압기(140A)는, 증폭부(130)의 출력단과 차동(differential)으로 연결되는 1차 측(141A), 및 대전류 경로(111, 112)와 연결되는 2차 측(142A)을 포함할 수 있다. 보상 변압기(140A)는 1차 측(141A)(예: 1차 권선)을 흐르는 증폭 전류에 의해 유도되는 자속 밀도에 기초하여 2차 측(142A)(예: 2차 권선)에 보상 전류를 유도할 수

있다.

[0071] 이 때 2차 측(142A)은 후술하는 보상 커패시터부(150A)와 전류 보상 장치(100A)의 제1 기준전위(601)를 연결하는 경로상에 배치될 수 있다. 즉, 2차 측(142A)의 일 단은 보상 커패시터부(150A)를 통해 대전류 경로(111, 112)와 연결되고, 2차 측(142A)의 타 단은 능동형 전류 보상 장치(100A)의 제1 기준전위(601)와 연결될 수 있다. 한편, 보상 변압기(140A)의 1차 측(141A), 증폭부(130), 및 센싱 변압기(120A)의 2차 측(122A)은 능동형 전류 보상 장치(100A)의 나머지 구성요소들과 구분되는 제2 기준전위(602)와 연결될 수 있다. 일 실시예에 따른 전류 보상 장치(100A)의 제1 기준전위(601)와 증폭부(130)의 제2 기준전위(602)는 구분될 수 있다.

[0072] 이와 같이 일 실시예에 따른 전류 보상 장치(100A)는 보상 전류를 생성하는 구성요소에 대해서 나머지 구성요소와 상이한 기준전위(즉, 제2 기준전위(602))를 사용하고, 별도의 전원장치(400)를 사용함으로써 보상 전류를 생성하는 구성요소가 절연된 상태에서 동작하도록 할 수 있으며, 이로써 능동형 전류 보상 장치(100A)의 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 다만 본 발명에 따른 집적회로부(131)와 비집적회로부(132)를 포함하는 능동형 보상 장치는 이러한 절연 구조에 한정된 것은 아니다. 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 비절연 구조를 가진 능동형 전류 보상 장치(100B)가 도 6을 참조하여 후술될 것이다.

[0073] 일 실시예에 따른 보상 변압기(140A)에서, 1차 측(141A)과 2차 측(142A)의 권선비가 1:N_{inj}이고, 보상 변압기(140A)의 1차 측(141A)의 셀프 인덕턴스가 L_{inj}이라고 하면, 2차 측(142A)은, $N_{inj}^{2} \cdot L_{inj}$의 셀프 인덕턴스를 가질 수 있다. 이 때, 2차 측(142A)에 유도되는 전류는, 1차 측(141A)에 흐르는 전류(즉, 증폭 전류)의 $1/N_{inj}$ 배이다. 보상 변압기(140A)의 1차 측(141A)과 2차 측(142A)은, k_{inj}의 결합 계수(coupling coefficient)로 결합될 수 있다.

[0074] 보상 변압기(140A)를 통해 변환된 전류는, 보상 커패시터부(150A)를 통해 대전류 경로(111, 112)(예: 전력선)에 보상 전류(IC1, IC2)로써 주입될 수 있다. 따라서, 보상 전류(IC1, IC2)는, 제1 전류(I11, I12)를 상쇄시키기 위해, 제1 전류(I11, I12)와 크기가 같고 위상이 반대일 수 있다. 따라서, 증폭부(130)의 전류이득의 크기는 $N_{sen} \cdot N_{inj}$가 되도록 설계될 수 있다.

[0075] 보상 커패시터부(150A)는 전술한 바와 같이 보상 변압기(140A)에 의해 생성된 전류가 두 개의 대전류 경로(111, 112) 각각으로 흐르는 경로를 제공할 수 있다.

[0076] 보상 커패시터부(150A)는, 일 단이 보상 변압기(140A)의 2차 측(142A)과 연결되고, 타 단이 대전류 경로(111, 112)와 연결되는 두 개의 Y-커패시터(Y-capacitor, Y-cap)를 포함할 수 있다. 상기 두 Y-cap 각각의 일 단은 보상 변압기(140A)의 2차 측(142A)과 연결되는 노드를 공유하며, 상기 두 Y-cap 각각의 반대 단은 각각 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)와 연결되는 노드를 가질 수 있다.

[0077] 보상 커패시터부(150A)는, 보상 변압기(140A)에 의해 유도된 보상 전류(IC1, IC2)를 전력선에 흘려줄 수 있다. 보상 전류(IC1, IC2)가 제1 전류(I11, I12)를 보상(또는 상쇄)함으로써, 전류 보상 장치(100A)는 노이즈를 저감시킬 수 있다.

[0078] 한편, 보상 커패시터부(150A)는, 보상 커패시터를 통해 두 개의 대전류 경로(111, 112) 사이에 흐르는 전류(IL1)가 제1 임계 크기 미만이 되도록 구성될 수 있다. 또한 보상 커패시터부(150A)는 보상 커패시터를 통해 두 개의 대전류 경로(111, 112) 각각과 제1 기준전위(601) 사이에 흐르는 전류(IL2)가 제2 임계 크기 미만이 되도록 구성될 수 있다.

[0079] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A)는, 보상 변압기(140A) 및 센싱 변압기(120A)를 이용함으로써, 절연형(isolated) 구조를 실현할 수 있다.

[0081] 도 3은 도 2에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-1)를 개략적으로 도시한다. 도 3에 도시된 능동형 전류 보상 장치(100A-1)는, 도 2에 도시된 능동형 전류 보상 장치(100A)의 일 예시이다. 능동형 전류 보상 장치(100A-1)에 포함된 증폭부(130A)는, 능동형 전류 보상 장치(100A)의 증폭부(130)의 일 예시이다.

[0082] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-1)는, 센싱 변압기(120A), 증폭부(130A), 보상 변압기(140A), 및 보상 커패시터부(150A)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서 능동형 전류 보상 장치(100A-1)는 출력 측(즉, 제2 장

치(200) 측)에, 감결합 커패시터부(170A)를 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서 감결합 커패시터부(170A)는 생략될 수도 있다. 센싱 변압기(120A), 보상 변압기(140A), 및 보상 커패시터부(150A)에 대한 설명은 중복되므로 생략한다.

[0083] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-1)의 증폭부(130A)는, 집적회로부(131A) 및 비집적회로부를 포함할 수 있다. 증폭부(130A)에서 집적회로부(131A)를 제외한 나머지 구성들은 비집적회로부에 포함될 수 있다. 예를 들면, 증폭부(130A)에서 비집적회로부에 포함된 구성들은 개별(discrete) 상용소자일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0084] 일 실시예에서 집적회로부(131A)는 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12) 및/또는 하나 이상의 저항을 포함할 수 있다. 일 실시예에서 제1 트랜지스터(11)는 npn BJT일 수 있으며, 제2 트랜지스터(12)는 pnp BJT일 수 있다. 예를 들면 증폭부(130A)는 npn BJT 및 pnp BJT를 포함하는 push-pull 증폭기 구조를 가질 수 있다.

[0085] 예를 들면 집적회로부(131A)에 포함된 하나 이상의 저항은 R_{npn}, R_{pnp}, 및/또는 R_e를 포함할 수 있다. 예를 들면 저항 R_{npn}은 제1 트랜지스터(11)의 콜렉터 단과 베이스 단을 이을 수 있으며, 저항 R_{pnp}은 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터 단과 베이스 단을 이을 수 있으며, 저항 R_e는 제1 트랜지스터(11)의 이미터 단과 제2 트랜지스터(12)의 이미터 단을 이을 수 있다.

[0086] 일 실시예에서 증폭부(130A)의 집적회로부(131A)는 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12), 하나 이상의 저항 이외에, 다이오드(13)를 더 포함할 수 있다. 예를 들면 다이오드(13)의 일 단은 제1 트랜지스터(11)의 베이스 단에 연결되고, 다이오드(13)의 타 단은 제2 트랜지스터(12)의 베이스 단에 연결될 수 있다. 선택적 실시예에서, 다이오드(13)는 저항으로 대체될 수도 있다.

[0087] 일 실시예에서 집적회로부(131A)에 포함되는 저항 R_{npn}, R_{pnp}, R_e, 및/또는 바이어싱 다이오드(13)는 BJT의 DC 바이어스(bias)에 사용될 수 있다. 상기 구성요소들은 다양한 능동형 전류 보상 장치에서 범용적 구성이므로, 단일 칩(one-chip)의 집적회로부(131A)에 집적될 수 있다.

[0088] 증폭부(130A)에서 집적회로부(131A)를 제외한 구성들은 비집적회로부에 포함될 수 있다. 집적회로부(131A)는 물리적으로 하나의 IC 칩으로 구현될 수 있다. 비집적회로부는 개별(discrete) 상용 소자들로 구성될 수 있다. 비집적회로부는 실시예에 따라 다르게 구현될 수 있다.

[0089] 도 3에 도시된 실시예에서 비집적회로부는 예를 들면 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}, 임피던스 Z_1와 Z_2를 포함할 수 있다.

[0090] 일 실시예에서, 센싱 변압기(120A)에 의해 2차 측(122A)에서 유도된 유도 전류는, 증폭부(130A)에 차동(differential)으로 입력될 수 있다. 증폭부(130A)에 포함된 커패시터 C_b 및 C_e는 교류(AC) 신호만 선택적으로 결합시킬 수 있다. 커패시터 C_b 및 C_e는 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)의 베이스 노드 및 이미터 노드에서 DC 전압을 차단(block)할 수 있다.

[0091] 일 실시예에서 전원장치(400)는, 증폭부(130A)를 구동하기 위하여, 제2 기준전위(602)를 기준으로 하는 직류(DC) 전압 V_{dc}를 공급한다. 커패시터 C_{dc}는 상기 전압 V_{dc}에 대한, DC용 감결합 커패시터로, 전원장치(400)와 제2 기준전위(602) 사이에 병렬 연결될 수 있다. 커패시터 C_{dc}는 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT) 및 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)의 양 콜렉터 사이를 AC 신호만 선택적으로 결합시킬 수 있다.

[0092] 증폭부(130A)의 전류 이득은 임피던스 Z_1과 Z_2의 비율에 의해 제어될 수 있다. 따라서 Z_1과 Z_2는 단일 칩(one-chip) 집적회로부(131A)의 외부에서 구현될 수 있다. Z_1과 Z_2는 센싱 변압기(120A) 및 보상 변압기(140A)의 권선비에 따라, 필요한 목표 전류 이득에 따라 유연하게 설계될 수 있다.

[0093] 집적회로부(131A)에서, 저항 R_{npn}, R_{pnp}, 및 R_e는, 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)(예: BJT)의 동작점을 조절할 수 있다. 저항 R_{npn}, R_{pnp}, 및 R_e는, BJT의 동작점에 따라 설계될 수 있다. 저항 R_{npn}은, 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT)의 콜렉터(collector) 단이자 전원장치(400) 단과, 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT)의 베이스(base) 단을 연결할 수 있다. 저항 R_{pnp}는, 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)의 콜렉터(collector) 단이자 제2 기준전위(602)와, 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)의 베이스 단을 연결할 수 있다. 저항 R_e는, 제1 트랜지스터(11)의 이미

터(emitter) 단과 제2 트랜지스터(12)의 이미터 단을 연결할 수 있다.

[0094] 일 실시예에 따른 센싱 변압기(120A)의 2차 측(122A) 측은, 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)의 베이스 측과 에미터 측 사이에 연결될 수 있다. 일 실시예에 따른 보상 변압기(140A)의 1차 측(141A) 측은 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)의 콜렉터 측과 베이스 측 사이에 연결될 수 있다. 여기서 연결은 간접적으로 연결된 경우를 포함한다. 일 실시예에 따른 증폭부(130A)는, 출력 전류를 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)의 베이스로 다시 주입시키는 회귀 구조를 가질 수 있다. 회귀 구조로 인해, 증폭부(130A)는, 능동형 전류 보상 장치(100A-1)의 동작을 위한 일정한 전류 이득을 안정적으로 얻을 수 있다.

[0095] 노이즈 신호로 인한 증폭부(130A)의 입력 전압이 0보다 큰 포지티브 스윙(positive swing)의 경우, 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT)가 동작할 수 있다. 이 때 동작 전류는 제1 트랜지스터(11)를 통과하는 제1 경로를 통해 흐를 수 있다. 노이즈로 인한 증폭부(130A)의 입력 전압이 0보다 작은 네거티브 스윙(negative swing)의 경우, 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)가 동작할 수 있다. 이 때 동작 전류는 제2 트랜지스터(12)를 통과하는 제2 경로를 통해 흐를 수 있다.

[0096] 집적회로부(131A)는 단일 칩(one-chip)의 IC로 구현될 수 있다. 일 실시예에 따르면 집적회로부(131A)의 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12), 다이오드(13), R_{npn}, R_{pnp}, R_e가 단일 칩에 집적화될 수 있다.

[0097] 상기 단일 칩 IC는 제1 트랜지스터(11)의 베이스에 대응하는 단자(b1), 제1 트랜지스터(11)의 콜렉터에 대응하는 단자(c1), 제1 트랜지스터(11)의 이미터에 대응하는 단자(e1), 제2 트랜지스터(12)의 베이스에 대응하는 단자(b2), 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터에 대응하는 단자(c1), 및 제2 트랜지스터(12)의 이미터에 대응하는 단자(e1)를 포함할 수 있다. 다만 이에 한정되지 않으며, 집적회로부(131A)의 단일 칩은, 상기 단자 b1, b2, c1, c2, e1, 및 e2 이외에 다른 단자를 더 포함할 수 있다.

[0098] 다양한 실시예들에서, 집적회로부(131A)의 단자 b1, b2, c1, c2, e1, 및 e2 중 적어도 하나는 비집적회로부에 연결될 수 있다. 집적회로부(131A)와 비집적회로부는 함께 결합하여, 일 실시예에 따른 증폭부(130A)로서 기능할 수 있다.

[0099] 도 3에 도시된 실시예에 따르면, 제1 트랜지스터(11)의 베이스 단자(b1)와 제2 트랜지스터(12)의 베이스 단자(b2)에는 각각 비집적회로부의 커패시터 C_b들이 연결될 수 있다. 제1 트랜지스터(11)의 이미터 단자(e1)와 제2 트랜지스터(12)의 이미터 단자(e2)에는 각각 비집적회로부의 커패시터 C_e들이 연결될 수 있다. 외부의 전원장치(400)는 제1 트랜지스터(11)의 콜렉터 단자(c1)와 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터 단자(c2)의 사이에 연결될 수 있다. 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터 단자(c2)는 제2 기준전위(602)에 대응할 수 있다. 비집적회로부의 감결합용 커패시터 C_{dc}는 제1 트랜지스터(11)의 콜렉터 단자(c1)와 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터 단자(c2)의 사이에 연결될 수 있다.

[0100] 집적회로부(131A)와 비집적회로부의 C_b, C_e, C_{dc}, Z_1, Z_2의 조합은 도 3에 도시된 실시예에 따른 증폭부(130A)로서 기능할 수 있다.

[0101] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면 단일 칩(one-chip)의 집적회로부(131A)에는 능동형 전류 보상 장치(100A, 100A-1)의 필수 구성요소가 집적될 수 있다. 따라서 개별(discrete) 반도체 장치를 사용하는 경우에 비해, 단일 칩의 집적회로부(131, 131A)를 사용함으로써 증폭부(130, 130A)의 크기가 최소화될 수 있다.

[0102] 비집적회로부의 인덕터, 커패시터(예: C_b, C_e, C_{dc}), Z_1 및 Z_2는 개별 구성요소로, 단일 칩(one-chip)의 집적회로부(131A)의 주변에 구현될 수 있다.

[0103] 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}가 교류(AC) 신호를 결합(couple)하는 데 필요한 커패시턴스는 수 μF 이상(예: 10 μF)일 수 있다. 이 커패시턴스 값은 단일 칩 집적회로부 내에서 구현하기 어려우므로, 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}는 집적회로부의 외부에, 즉 비집적회로부에 구현될 수 있다.

[0104] 임피던스 Z_1과 Z_2는, 다양한 전력 시스템 또는 다양한 제1 장치(300)에 대한 설계 유연성을 달성하기 위해 집적회로부의 외부에, 즉 비집적회로부에 구현될 수 있다. Z_1과 Z_2는 센싱 변압기(120A) 및 보상 변압기(140A)의 권선비에 따라, 필요한 목표 전류 이득에 따라 유연하게 설계될 수 있다. 임피던스 Z_1와 Z_2를 조절함에 따라, 동일한 집적회로부(131A)를 다양한 전력 시스템에 적용할 수 있게 하는 다양한 전류 보상 장치를 설계할 수 있다.

특히 센싱 변압기(120A)의 크기와 임피던스 특성은 제1 장치(300)의 최대 정격 전류에 따라 달라져야 한다. 따라서 넓은 주파수 범위에서 센싱 노이즈 전류에 대한 주입 전류의 비율을 균일하게 하기 위해서는 Z_1과 Z_2의 적절한 설계가 필요하다. 센싱 변압기(120A)와 보상 변압기(140A)의 권선비 및 Z_1과 Z_2는의 비율을 조정하여, 넓은 주파수 범위에서 센싱 노이즈 전류에 대한 주입 전류의 비율을 1로 설계할 수 있다. 이를 위해 임피던스 Z_1과 Z_2는, 설계의 유연성을 위해 집적회로부(131A)의 외부에 구현될 수 있다. 일 실시예에서 Z_1과 Z_2는 각각, 저항과 커패시터의 직렬 연결을 포함할 수 있다.

[0105] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 집적회로부(131A)는 확장성을 고려하여 설계되었기 때문에, 다양한 타입의 능동형 전류 보상 장치에서 사용될 수 있다. 예를 들면 집적회로부(131A)는 도 3에 도시된 전류 보상 장치(100A-1), 도 4에 도시된 전류 보상 장치(100A-2), 도 5에 도시된 전류 보상 장치(100A-3), 및 도 6에 도시된 전류 보상 장치(100B)에서 사용될 수 있다. 동일한 타입의 집적회로부(131A)가 다양한 실시예들에서 사용될 수 있으며, 비집적회로부는 실시예에 따라 다르게 설계될 수 있다.

[0106] 본 발명의 다양한 실시예에서 집적회로부와 비집적회로부로 구분된 증폭부(130)를 사용함으로써, 집적회로부의 양산을 통해 다양한 타입의 능동형 전류 보상 장치를 양산할 수 있다. 또한 능동형 전류 보상 장치의 크기를 최소화할 수 있다.

[0107] 이렇듯, 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100, 100A, 100A-1, 100A-2, 100A-3, 100B)는, 집적회로부와 비집적회로부로 구분되는 것을 특징으로 한다.

[0108] 한편 능동형 전류 보상 장치(100A-1)는, 출력 측(즉, 제2 장치(200) 측)에, 감결합 커패시터부(170A)를 더 포함할 수 있다. 감결합 커패시터부(170A)에 포함된 각 커패시터의 일 단은, 각각 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)에 연결될 수 있다. 상기 각 커패시터의 반대 단은, 전류 보상 장치(100A-1)의 제1 기준전위(601)에 연결될 수 있다.

[0109] 감결합 커패시터부(170A)는 능동형 전류 보상 장치(100A-1)의 보상 전류의 출력 성능이 제2 장치(200)의 임피던스 값의 변화에 따라 크게 변동되지 않도록 할 수 있다. 감결합 커패시터부(170A)의 임피던스(Z_Y)는, 노이즈 저감의 대상이 되는 제1 주파수 대역에서 지정된 값보다 작은 값을 가지도록 설계될 수 있다. 감결합 커패시터부(170A)의 결합으로 인해, 전류 보상 장치(100A-1)는, 어떤 시스템에서든 독립적인 모듈로써 이용될 수 있다.

[0110] 일 실시예에 따르면, 능동형 전류 보상 장치(100A-1)에서 감결합 커패시터부(170A)는 생략될 수 있다.

[0112] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-2)의 구성을 개략적으로 도시한다. 이하에서는 도 2 내지 도 3을 참조하여 설명한 내용과 중복되는 내용의 설명은 생략한다.

[0113] 도 4를 참조하면 능동형 전류 보상 장치(100A-2)는 제1 장치(300)와 연결되는 대전류 경로(111, 112, 113) 각각에 공통 모드로 입력되는 제1 전류(I11, I12, I13)를 능동적으로 보상할 수 있다.

[0114] 이를 위해 능동형 전류 보상 장치(100A-2)는 세 개의 대전류 경로(111, 112, 113), 센싱 변압기(120A-2), 증폭부(130A), 보상 변압기(140A), 보상 커패시터부(150A-2)를 포함할 수 있다.

[0115] 전술한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A, 100A-1)와 대비하여 살펴보면, 도 4에 도시된 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-1)는 세 개의 대전류 경로(111, 112, 113)를 포함하고, 이에 따라 센싱 변압기(120A-2) 및 보상 커패시터부(150A-2)의 차이점이 있다. 따라서 이하에서는 상술한 차이점을 중심으로 능동형 전류 보상 장치(100A-2)에 대해 설명한다.

[0116] 능동형 전류 보상 장치(100A-2)는 서로 구분되는 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112) 및 제3 대전류 경로(113)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 대전류 경로(111)는 R상, 제2 대전류 경로(112)는 S상, 제3 대전류 경로(113)는 T상의 전력선일 수 있다. 제1 전류(I11, I12, I13)는 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112) 및 제3 대전류 경로(113) 각각에 공통 모드로 입력될 수 있다.

[0117] 센싱 변압기(120A-2)의 1차 측(121A-2)은 제1, 제2, 제3 대전류 경로(111, 112, 113) 각각에 배치되어, 2차 측(122A-2)에 유도 전류를 생성할 수 있다. 세 개의 대전류 경로(111, 112, 113) 상의 제1 전류(I11, I12, I13)에 의해 센싱 변압기(120A-2)에 생성되는 자속 밀도는 서로 보강될 수 있다.

[0118] 도 4에 도시된 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-2)에서 증폭부(130A)는, 전술한 증폭부(130A)에 상응

할 수 있다.

[0119] 보상 커패시터부(150A-2)는 보상 변압기(140A)에 의해 생성된 보상 전류(IC1, IC2, IC3)가 제1, 제2, 제3 대전류 경로(111, 112, 113) 각각으로 흐르는 경로를 제공할 수 있다.

[0120] 능동형 전류 보상 장치(100A-2)는, 출력 측(즉, 제2 장치(200) 측)에, 감결합 커패시터부(170A-2)를 더 포함할 수 있다. 감결합 커패시터부(170A-2)에 포함된 각 커패시터의 일 단은, 각각 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112) 및 제3 대전류 경로(113)에 연결될 수 있다. 상기 각 커패시터의 반대 단은, 전류 보상 장치(100A-2)의 제1 기준전위(601)에 연결될 수 있다.

[0121] 감결합 커패시터부(170A-2)는 능동형 전류 보상 장치(100A-2)의 보상 전류의 출력 성능이 제2 장치(200)의 임피던스 값의 변화에 따라 크게 변동되지 않도록 할 수 있다. 감결합 커패시터부(170A-2)의 임피던스(Z_Y)는, 노이즈 저감의 대상이 되는 제1 주파수 대역에서 지정된 값보다 작은 값을 가지도록 설계될 수 있다. 감결합 커패시터부(170A-2)의 결합으로 인해, 전류 보상 장치(100A-2)는, 어떤 시스템(예: 3상 3선 시스템)에서든 독립적인 모듈로써 이용될 수 있다.

[0122] 일 실시예에 따르면, 능동형 전류 보상 장치(100A-2)에서 감결합 커패시터부(170A-2)는 생략될 수 있다.

[0123] 이와 같은 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-2)는 3상 3선의 전력 시스템의 부하에서 전원으로 이동하는 제1 전류(I11, I12, I13)를 보상(또는 상쇄)하기 위해 사용될 수 있다.

[0124] 본 발명의 기술적 사상에 따라, 다양한 실시예들에 따른 능동형 전류 보상 장치는 3상 4선 시스템에도 적용될 수 있도록 변형될 수 있음은 물론이다.

[0125] 본 발명의 일 실시예에 따른 증폭부(130A)는 도 2에 도시된 단상(2선) 시스템, 도 3에 도시된 3상 3선 시스템, 및 도시되지는 않았지만 3상 4선 시스템에도 적용될 수 있다. 단일 칩의 집적회로부(131A)를 여러 시스템에 적용할 수 있으므로 집적회로부(131A)는 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치에서 범용성을 가질 수 있다.

[0126] 도 3을 참조하여 전술한 바와 같이, 집적회로부(131A)는 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12) 및/또는 하나 이상의 저항을 포함할 수 있다. 이외에도 실시예에 따라 집적회로부(131A)는 다이오드(13)를 더 포함할 수 있다. 선택적 실시예에서, 다이오드(13)는 저항으로 대체될 수도 있다.

[0127] 집적회로부(131A)가 내재된 IC 칩은, 제1 트랜지스터(11)의 베이스 단자(b1), 제1 트랜지스터(11)의 콜렉터 단자(c1), 제1 트랜지스터(11)의 이미터 단자(e1), 제2 트랜지스터(12)의 베이스 단자(b2), 제2 트랜지스터(12)의 콜렉터 단자(c1), 및 제2 트랜지스터(12)의 이미터 단자(e1)를 포함할 수 있다. 다만 이에 한정되지 않으며, 집적회로부(131A)의 단일 칩은, 상기 단자 b1, b2, c1, c2, e1, 및 e2 이외에 다른 단자를 더 포함할 수 있다.

[0128] 집적회로부(131A)는, 인덕터, 커패시터(예: C_b, C_e, C_{dc}), Z_1 및 Z_2와 같은 개별(discrete) 구성요소를 포함하는 비집적회로부와 결합하여, 다양한 실시예에 따른 전류 보상 장치를 구성할 수 있다. 예를 들면 비집적회로부의 개별 구성요소는, 일반 상용소자일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.

[0129] 인덕터, 커패시터(예: C_b, C_e, C_{dc}), Z_1 및 Z_2와 같은 개별(discrete) 구성요소는, 집적회로부(131A)가 내재된 IC 칩의 주변에 구현된다.

[0130] 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}가 저주파 AC 신호를 결합(couple)하는 데 필요한 커패시턴스는 수 μF 이상일 수 있다. 이 커패시턴스 값은 집적회로부(131A)가 내재되는 IC 칩 내에서 구현하기 어려우므로, 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}는 집적회로부의 외부에, 즉 비집적회로부에 구현될 수 있다.

[0131] 임피던스 Z_1과 Z_2는, 다양한 제1 장치(300)에 대한 설계 유연성을 달성하기 위해 집적회로부의 외부에, 즉 비집적회로부에 구현될 수 있다. 임피던스 Z_1와 Z_2를 조절함에 따라, 동일한 집적회로부(131A)를 다양한 전력 시스템에 적용할 수 있게 하는 다양한 전류 보상 장치를 설계할 수 있다. 특히 센싱 변압기(120A)의 크기와 임피던스 특성은 제1 장치(300)의 최대 정격 전류에 따라 달라져야 한다. 따라서 넓은 주파수 범위에서 센싱 노이즈 전류에 대한 주입 전류의 비율을 균일하게 하기 위해서는 Z_1과 Z_2의 적절한 설계가 필요하다. 따라서 Z_1과 Z_2는 설계의 유연성을 위해 집적회로부(131A)의 외부에, 즉 비집적회로부에 구현될 수 있다. 일 실시예에서 Z_1는 저항 R_1과 커패시터 C_1의 직렬 연결일 수 있으며, Z_2는 저항 R_2와 커패시터 C_2의 직렬 연결일 수 있다. C_1과 C_2가 각각

R_1과 R_2 옆에 직렬로 추가 구현므로, 저주파 범위에서 센싱 노이즈 전류에 대한 주입 전류의 비율은 더 나은 성능을 가질 수 있다.

[0133] 도 5는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-3)의 구성을 개략적으로 도시한다. 이하에서는 도 2 내지 도 3을 참조하여 설명한 내용과 중복되는 내용의 설명은 생략한다.

[0134] 도 5를 참조하면 능동형 전류 보상 장치(100A-3)는 제1 장치(300)와 연결되는 대전류 경로(111, 112) 각각에 공통 모드로 입력되는 제1 전류(I11, I12)를 능동적으로 보상할 수 있다.

[0135] 이를 위해 능동형 전류 보상 장치(100A-3)는 두 개의 대전류 경로(111, 112), 센싱 변압기(120A), 증폭부(130A-3), 보상 변압기(140A), 보상 커패시터부(150A)를 포함할 수 있다.

[0136] 능동형 전류 보상 장치(100A-3)는 도 2에 도시된 능동형 전류 보상 장치(100A)의 일 예시일 수 있다. 증폭부(130A-3)는 도 2에 도시된 증폭부(130)의 일 예시일 수 있다.

[0137] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-3)의 증폭부(130A-3)는, 집적회로부(131A) 및 비집적회로부를 포함할 수 있다. 증폭부(130A-3)에서 집적회로부(131A)를 제외한 나머지 구성들은 비집적회로부에 포함될 수 있다.

[0138] 집적회로부(131A)는 전술한 집적회로부(131A)에 상응할 수 있다. 즉, 전술한 집적회로부(131A)는, 도 5에 도시된 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-3)에도 적용될 수 있다. 따라서 집적회로부(131A)에 대한 설명은 중복되므로, 간략히만 한다.

[0139] 전술한 바와 같이 집적회로부(131A)는 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12) 및/또는 하나 이상의 저항을 포함할 수 있다. 일 실시예에서 제1 트랜지스터(11)는 npn BJT일 수 있으며, 제2 트랜지스터(12)는 pnp BJT일 수 있다. 예를 들면 증폭부(130A-3)는 npn BJT 및 pnp BJT를 포함하는 push-pull 증폭기 구조를 가질 수 있다. 집적회로부(131A)는 제1 트랜지스터(11), 제2 트랜지스터(12), 하나 이상의 저항 이외에, 다이오드(13)를 더 포함할 수 있다. 예를 들면 다이오드(13)의 일 단은 제1 트랜지스터(11)의 베이스 단에 연결되고, 다이오드(13)의 타 단은 제2 트랜지스터(12)의 베이스 단에 연결될 수 있다. 선택적 실시예에서, 다이오드(13)는 저항으로 대체될 수도 있다.

[0140] 센싱 변압기(120A)에 의해 2차 측(122A)에서 유도된 유도 전류는, 증폭부(130A-3)에 차동(differential)으로 입력될 수 있다. 증폭부(130A-3)의 입력단에는, 저항 R_{in}이 2차 측(122A)에 병렬 연결될 수 있다. 저항 R_{in}은, 증폭부(130A-3)의 입력 임피던스를 조절할 수 있다. 커패시터 C_b 및 C_e는 AC 신호만 선택적으로 결합시킬 수 있다.

[0141] 전원장치(400)는, 증폭부(130A-3)를 구동하기 위하여, 제2 기준전위(602)를 기준으로 하는 DC 저전압(V_{dc})을 공급한다. C_{dc}는 DC용 감결합 커패시터로, 전원장치(400)에 병렬 연결될 수 있다. C_{dc}는 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT) 및 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)의 양 콜렉터 사이를 AC 신호만 선택적으로 결합시킬 수 있다.

[0142] 상술한 저항 R_{in}, 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}는 비집적회로부에 포함될 수 있다.

[0143] 한편, 센싱 변압기(120A)에서, 1차 측(121A)과 2차 측(122A)의 권선비가 $1:N_{sen}$이면, 2차 측(122A)에 유도되는 전류는, 제1 전류(I11, I12)의 $1/N_{sen}$ 배이며, 보상 변압기(140A)에서, 1차 측(141A)과 2차 측(142A)의 권선비가 $1:N_{inj}$이면, 2차 측(142A)에 유도되는 전류는, 1차 측(141A)에 흐르는 전류(즉, 증폭 전류)의 $1/N_{inj}$ 배이다. 따라서, 제1 전류(I11, I12)를 상쇄시키기 위해, 제1 전류(I11, I12)와 크기가 같고 위상이 반대인 보상 전류(IC1, IC2)를 생성하려면, 증폭부(130A-3)의 전류이득은 $N_{sen} \cdot N_{inj}$가 되도록 설계될 수 있다.

[0144] 한편, BJT의 베이스(base)-이미터(emitter) 사이에 인가되는 전압에 따라 콜렉터(collector)-이미터(emitter)에 흐르는 전류가 달라진다. 노이즈로 인한 증폭부(130A-3)의 입력 전압이 0보다 큰 포지티브 스윙(positive swing)의 경우, 제1 트랜지스터(11)(예: npn BJT)가 동작할 수 있다. 노이즈로 인한 증폭부(130A-3)의 입력 전압이 0보다 작은 네거티브 스윙(negative swing)의 경우, 제2 트랜지스터(12)(예: pnp BJT)가 동작할 수 있다.

[0145] 이와 같은 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100A-3)는 단상(2선)의 전력 시스템의 부하에서 전원으로 이동

하는 제1 전류(I11, I12)를 보상(또는 상쇄)하기 위해 사용될 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.

[0147] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)의 구성을 개략적으로 도시한다.

[0148] 도 6을 참조하면 능동형 전류 보상 장치(100B)는 제1 장치(300)와 연결되는 대전류 경로(111, 112, 113, 114) 각각에 공통 모드로 입력되는 제1 전류(I11, I12, I13, I14)를 능동적으로 보상할 수 있다.

[0149] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)는 네 개의 대전류 경로(111, 112, 113, 114), 노이즈 결합 커패시터부(181), 센싱 변압기(120B), 증폭부(130B), 보상부(160B), 보상 분배 커패시터부(182), 및 감결합 커패시터(170B)를 포함할 수 있다.

[0150] 능동형 전류 보상 장치(100B)는 전술한 실시예들에 따른 전류 보상 장치(100A, 100A-1, 100A-2, 100A-3)와 달리 대전류 경로(111, 112, 113, 114)와 비절연될 수 있다. 하지만, 이러한 능동형 전류 보상 장치(100B)에도, 전술한 실시예들과 동일한 집적회로부(131A)가 사용될 수 있다.

[0151] 일 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)는 서로 구분되는 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112), 제3 대전류 경로(113) 및 제4 대전류 경로(114)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 대전류 경로(111)는 R상, 제2 대전류 경로(112)는 S상, 제3 대전류 경로(113)는 T상, 제4 대전류 경로(114)는 N상의 전력선일 수 있다. 제1 전류(I11, I12, I13, I14))는 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112) 제3 대전류 경로(113), 및 제4 대전류 경로(114) 각각에 공통 모드로 입력될 수 있다.

[0152] 일 실시예에서 능동형 전류 보상 장치(100B)는 입력 측(즉, 제1 장치(300) 측)에, 노이즈 결합0 커패시터부(181)를 구비할 수 있다. 노이즈 결합 커패시터부(181)는 각 상들 간의 노이즈를 결합하기 위한 X-커패시터(X-capacitor, X-cap)들로 구성될 수 있다.

[0153] 센싱 변압기(120B)의 1차 측(121B)은 제1 대전류 경로(111), 제2 대전류 경로(112), 제3 대전류 경로(113) 및 제4 대전류 경로(114) 각각에 배치되어, 2차 측(122B)에 유도 전류를 생성할 수 있다. 네 개의 대전류 경로(111, 112, 113, 114) 상의 제1 전류(I11, I12, I13, I14)에 의해 센싱 변압기(120B)에 생성되는 자속 밀도는 서로 보강될 수 있다.

[0154] 증폭부(130B)는 집적회로부(131A) 및 비집적회로부로 구분될 수 있다. 증폭부(130B)에서 집적회로부(131A)를 제외한 나머지 구성들은 비집적회로부에 포함될 수 있다. 예를 들면 비집적회로부에 포함된 구성들은 개별(discrete) 상용소자일 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0155] 집적회로부(131A)는 전술한 집적회로부(131A)에 상응할 수 있다. 즉, 전술한 집적회로부(131A)는, 도 6에 도시된 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)에도 적용될 수 있다. 따라서 집적회로부(131A)에 대한 설명은 중복되므로, 생략한다.

[0156] 증폭부(130B)에서 비집적회로부는 전술한 실시예들과 다르게 구현될 수 있다. 이 실시예에서, 비집적회로부는 임피던스 Z_0, Z_d, 커패시터 C_b, C_e, 및 C_{dc}를 포함할 수 있다.

[0157] 임피던스 Z_0와 Z_d는 제1, 제2 트랜지스터(11, 12)의 베이스 측에 연결될 수 있다. 여기서 연결은 간접적 연결을 포함한다. 임피던스 Z_d는 고주파 안정을 위해 구비될 수 있다. 예를 들면 Z_d는 저항 또는 페라이트 비드(ferrite bead)일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다. 임피던스 Z_0는 저주파 안정을 위해 구비될 수 있다. 또한 Z_0는 DC 신호를 차단(block)할 수 있다. 예를 들면 Z_0는 저항과 커패시터의 직렬 연결일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.

[0158] 한편 전류 보상 장치(100B)의 증폭부는 증폭부(130B)에 한정되는 것이 아니다. 전류 보상 장치(100B)의 증폭부는, 전술한 증폭부(130A), 증폭부(130A-1), 증폭부(130A-2), 증폭부(130A-3)를 포함하는 증폭부 중 하나로 구현될 수도 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니다.

[0159] 보상부(160B)는 보상 전류를 일 대전류 경로(예: 제4 대전류 경로(114))로 주입시킬 수 있다. 능동형 전류 보상 장치(100B)의 출력 측(즉, 제2 장치(200) 측)에는, 보상 분배 커패시터부(182)가 구비될 수 있다. 보상 분배 커패시터부(182)는 X-커패시터들로 구성될 수 있다.

[0160] 능동형 전류 보상 장치(100B)는 출력 측(즉, 제2 장치(200) 측)에, 감결합 커패시터(170B)를 구비할 수 있다.

감결합 커패시터(170B)는 AC 전원단 임피던스의 감결합용 Y-커패시터일 수 있다.

[0161] 이와 같은 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100B)는 3상 4선의 전력 시스템의 부하에서 전원으로 이동하는 제1 전류(I11, I12, I13, I14)를 보상(또는 상쇄)하기 위해 사용될 수 있다.

[0163] 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치(100, 100A, 100A-1, 100A-2, 100A-3, 100B)는, 수동 EMI 필터에 비하여, 고전력 시스템에서 크기와 발열의 증가가 미미하다.

[0164] 다양한 실시예에 따른 능동형 전류 보상 장치는 단일 칩(one-chip) 집적회로부(131, 131A)를 포함함으로써, 개별(discrete) 반도체 장치를 포함하는 경우에 비해 크기가 최소화된다. 집적회로부(131A)는 다양한 실시예들에 따른 능동형 전류 보상 장치(100, 100A, 100A-1, 100A-2, 100A-3, 100B)를 포함하는 능동형 전류 보상 장치에 범용적으로 및 보편적으로(universally) 적용될 수 있다.

[0165] 다양한 실시예에 따른 집적회로부(131A) 및 이를 포함하는 능동형 전류 보상 장치는, 정격 전력(power rating)에 무관하게 다양한 전력 전자 제품에서 사용될 수 있다. 다양한 실시예에 따른 집적회로부(131A) 및 이를 포함하는 능동형 전류 보상 장치는, 고전력 및 고잡음(high-noise) 시스템으로도 확장이 가능하다.

[0166] 단일 칩(one-chip) 집적회로부(131A)로 인해, 추가 구성요소 없이 능동형 전류 보상 장치의 기능을 확장할 수 있다.

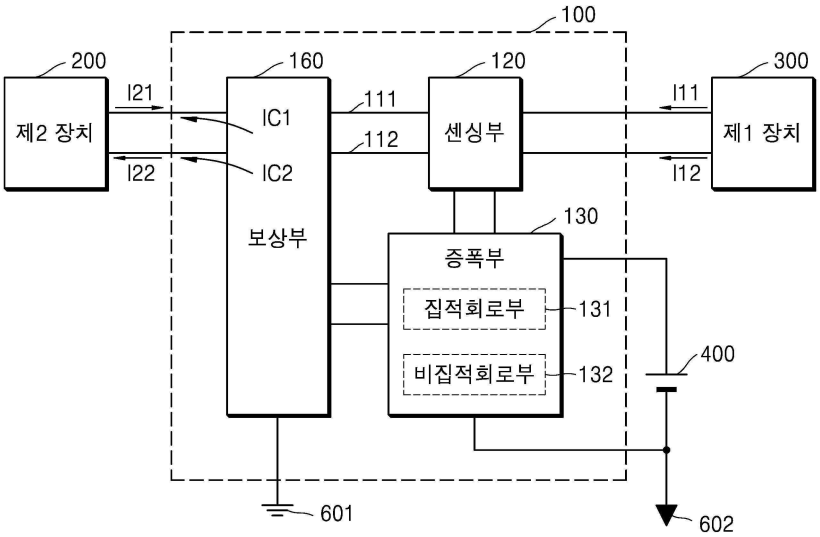
[0167] 다양한 실시예에 따른 집적회로부(131A)는 능동형 전류 보상 장치가 설치되는 대전류 경로의 과도 전압에 대해서도 충분히 견고할 수 있다.

[0169] 본 발명에서 설명하는 특정 실행들은 일 실시 예들로서, 어떠한 방법으로도 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다. 명세서의 간결함을 위하여, 종래 전자적인 구성들, 제어 시스템들, 소프트웨어, 상기 시스템들의 다른 기능적인 측면들의 기재는 생략될 수 있다. 또한, 도면에 도시된 구성 요소들 간의 선들의 연결 또는 연결 부재들은 기능적인 연결 및/또는 물리적 또는 회로적 연결들을 예시적으로 나타낸 것으로서, 실제 장치에서는 대체 가능하거나 추가의 다양한 기능적인 연결, 물리적인 연결, 또는 회로 연결들로서 나타내어질 수 있다.

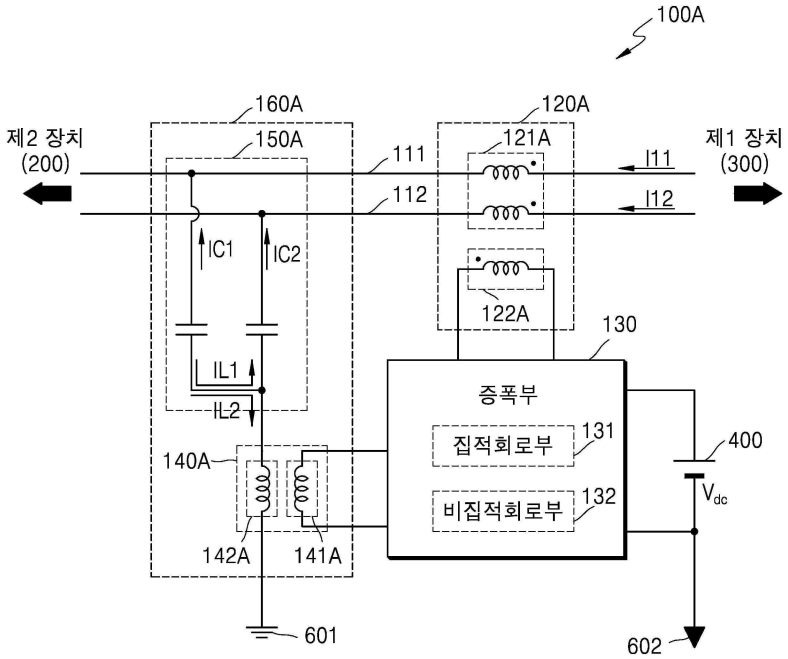
[0170] 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

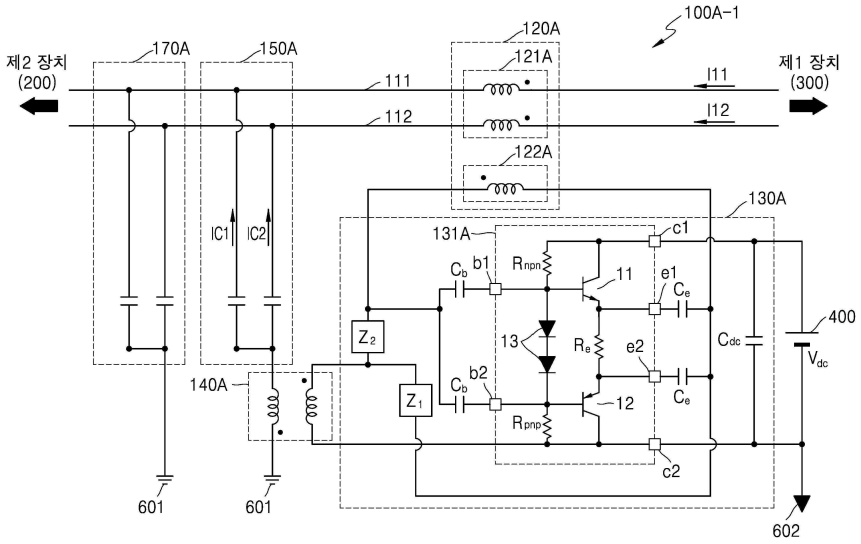
도면1



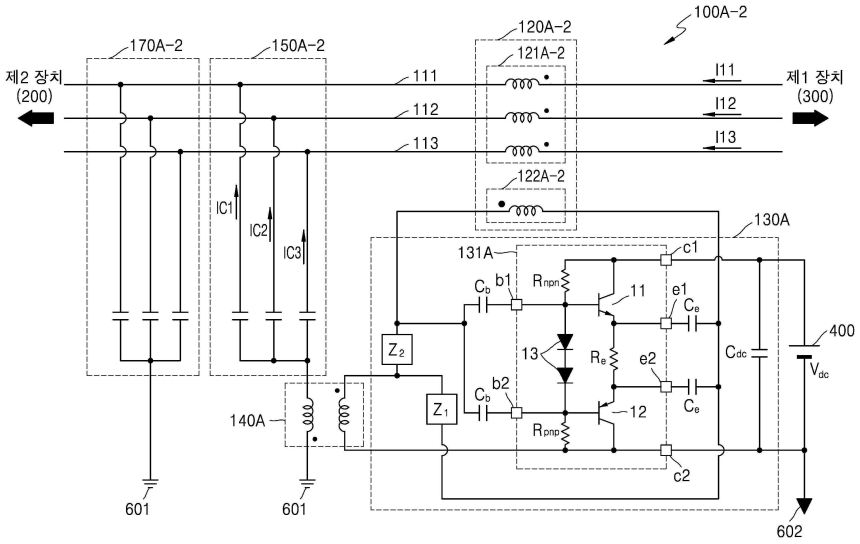
도면2


100A
160A
120A
제2 장치
(200)
150A
121A
111
I11
제1 장치
(300)
112
I12
IC1
IC2
122A
130
IL1
증폭부
IL2
131
집적회로부
400
140A
132
비집적회로부
Vdc
142A
141A
601
602

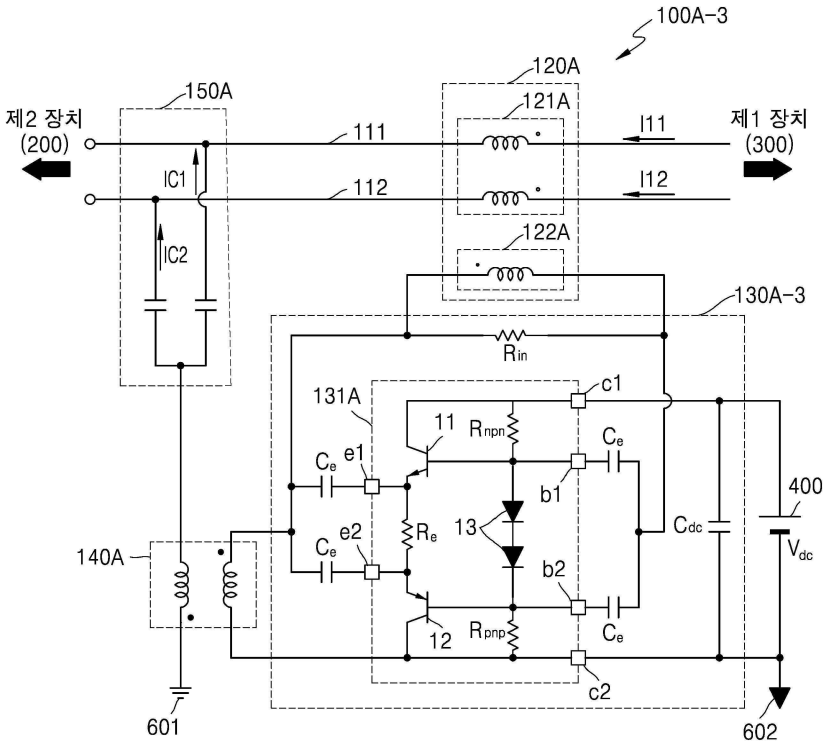
도면3


100A-1
120A
170A
150A
121A
제2 장치
(200)
111
I11
제1 장치
(300)
112
I12
122A
130A
131A
c1
IC1
IC2
Cb
b1
Rnpn
11
e1
Ce
Z2
13
Re
e2
Cdc
400
Vdc
140A
Z1
Cb
b2
12
Ce
Rpnp
c2
601
601
602

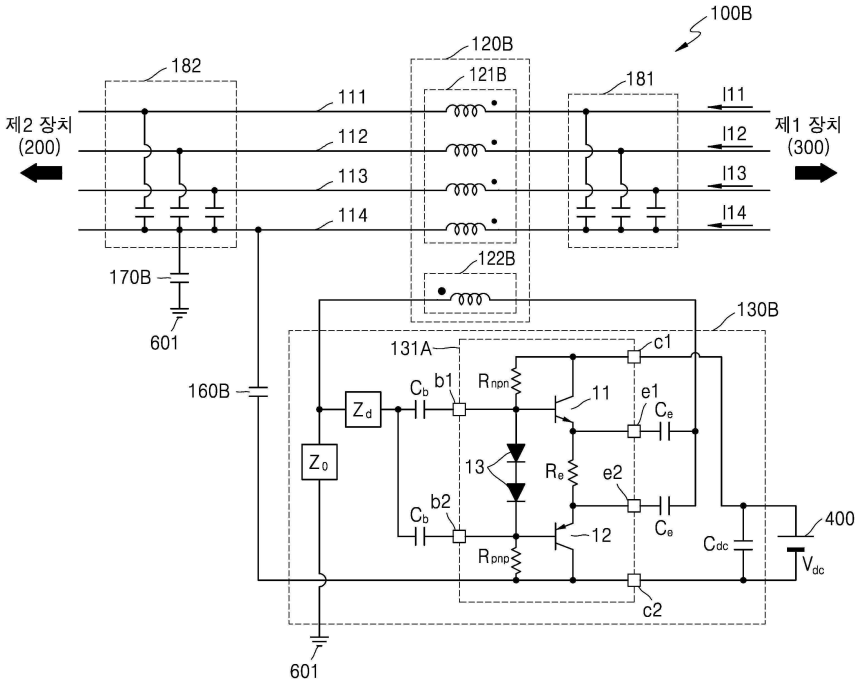
도면4


100A-2
170A-2
150A-2
120A-2
121A-2
제2 장치
(200)
111
112
113
I11
I12
I13
제1 장치
(300)
122A-2
130A
131A
IC1
IC2
IC3
c1
C_b
b1
R_{npn}
11
e1
C_e
400
Z_2
13
R_e
e2
C_{dc}
V_{dc}
C_b
b2
Z_1
12
C_e
140A
R_{pnp}
c2
601
601
602

도면5


100A-3
120A
150A
121A
제2 장치
(200)
111
I11
제1 장치
(300)
IC1
112
I12
IC2
122A
130A-3
R_{in}
131A
c1
11
R_{npn}
C_e
C_e
e1
b1
400
C_{dc}
V_{dc}
140A
C_e
e2
R_e
13
b2
12
R_{pnp}
C_e
c2
601
602

도면6


100B
120B
121B
182
181
111
112
113
114
I11
I12
I13
I14
제2 장치
(200)
제1 장치
(300)
170B
601
122B
130B
131A
c1
160B
Zd
Cb
b1
Rnpn
11
e1
Ce
Z0
13
Re
e2
Cb
b2
12
Ce
Cdc
400
Vdc
Rpnp
c2
601