



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0111183
(43) 공개일자 2021년09월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02M 1/44 (2007.01)

(52) CPC특허분류

H02M 1/44 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0078328(분할)

(22) 출원일자 2021년06월16일

심사청구일자 없음

(62) 원출원 특허 10-2020-0026120

원출원일자 2020년03월02일

심사청구일자 2020년03월02일

(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 언양읍 유니스트길 50

(74) 대리인

특허법인더웨이브

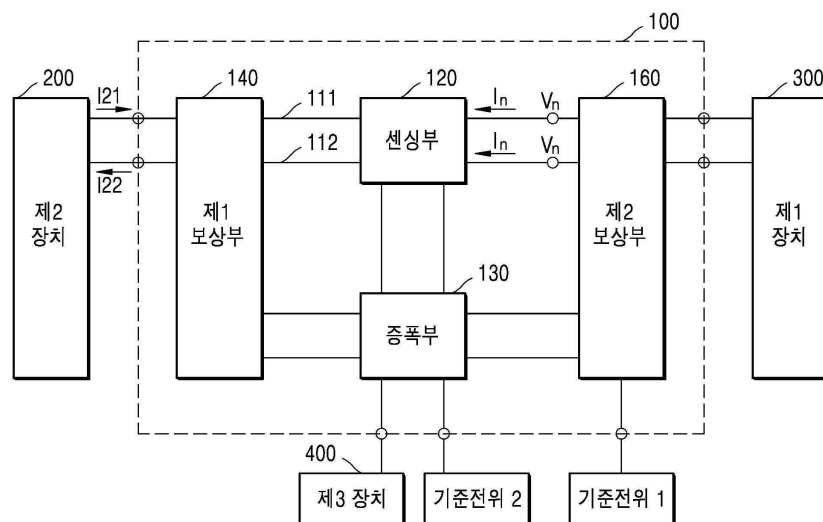
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 전압 및 전류를 보상하는 능동형 보상 장치

(57) 요약

본 발명은, 제1 장치와 연결되는 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드(Common Mode)로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 보상 장치에 있어서, 제2 장치에 의해 공급되는 대전류를 상기 제1 장치에 전달하는 적어도 둘 이상의 대전류 경로와, 상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류를 센싱하여 노이즈 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 센싱부와, 상기 센싱부의 출력 신호를 증폭하여 제1 증폭 전압 및 제2 증폭 전압을 생성하는 증폭부와, 상기 제1 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로 상에 보상 전압을 발생시키는 제1 보상부와, 상기 제2 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로로부터 보상 전류를 분기시켜 인출시키는 제2 보상부를 포함하는, 능동형 보상 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

제1 장치와 연결되는 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드(Common Mode)로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 보상 장치에 있어서,

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

상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류를 센싱하여 노이즈 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 센싱부;

상기 센싱부의 출력 신호를 증폭하여 제1 증폭 전압 및 제2 증폭 전압을 생성하는 증폭부;

상기 제1 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로 상에 보상 전압을 발생시키는 제1 보상부; 및

상기 제2 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로로부터 보상 전류를 분기시켜 인출시키는 제2 보상부;를 포함하는, 능동형 보상 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 전압 및 전류를 보상하는 능동형 보상 장치에 관한 것으로, 두 장치를 연결하는 둘 이상의 대전류 경로 상에 공통 모드로 발생하는 노이즈 전압 및 전류를 동시에 능동적으로 보상하는 능동형 보상 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[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 방지하면 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 choke(CM choke)를 이용한다. 공통 모드(CM) choke는 수동 필터로써, 공통 모드 노이즈 전류를 억제하는 역할을 한다.

[0004] 한편, 기술의 발달과 함께 점점 고전력 제품들이 출시되고 있는데, 고전력/고전류 시스템에서 공통 모드 choke는, 자기 포화 현상에 의해 노이즈 저감 성능이 급격히 떨어지게 된다. 따라서 고전력/고전류 시스템에서 자기 포화를 방지하며 노이즈 저감 성능을 유지하기 위해서, 종래에는 공통 모드 choke의 사이즈를 키우거나 개수를 늘려야 했다. 이로 인해 고전력 제품을 위한 EMI 필터의 크기와 가격이 매우 증가하는 문제점이 발생하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로, 공통 모드 전압 및 전류를 동시에 보상하여, 효

과적으로 보상할 수 있는 능동형 보상 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 예를 들면, 고전력 제품에서 CM 초크의 사이즈나 크기를 키우지 않고도, 공통 모드 노이즈를 능동적으로 보상함으로써 노이즈 방출량 규제를 만족할 수 있는 능동형 보상 장치를 제공할 수 있다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 실시예에 따른, 제1 장치와 연결되는 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각에 공통 모드(Common Mode)로 발생하는 노이즈를 능동적으로 보상하는 능동형 보상 장치는, 제2 장치에 의해 공급되는 대전류를 상기 제1 장치에 전달하는 적어도 둘 이상의 대전류 경로; 상기 대전류 경로 상의 공통 모드 노이즈 전류를 센싱하여 노이즈 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 센싱부; 상기 센싱부의 출력 신호를 증폭하여 제1 증폭 전압 및 제2 증폭 전압을 생성하는 증폭부; 상기 제1 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로 상에 보상 전압을 발생시키는 제1 보상부; 및 상기 제2 증폭 전압에 기초하여 상기 대전류 경로로부터 보상 전류를 분기시켜 인출시키는 제2 보상부;를 포함할 수 있다.
- [0007] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 보상부는, 상기 센싱부와 상기 제2 장치 사이의 상기 대전류 경로 상에서 상기 보상 전압을 생성하는 타입이며, 상기 제2 보상부는, 상기 센싱부와 상기 제1 장치 사이의 상기 대전류 경로로부터 상기 보상 전류를 분기시키는 피드백(feedback)타입일 수 있다.
- [0008] 일 실시예에 따르면, 상기 센싱부는, 상기 둘 이상의 대전류 경로가 감긴 CM 초크에, 상기 증폭부의 입력 전압을 발생시키기 위한 전선이 덧감긴 형태일 수 있다.
- [0009] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 보상부는, 상기 증폭부의 제1 증폭 전압을 출력하는 전선이 코어를 통과하고, 상기 대전류 경로가 상기 코어를 통과하거나 한번 이상 감기도록 형성될 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 따르면, 상기 증폭부는 상기 제1 증폭 전압을 출력하는 제1 증폭부 및 상기 제2 증폭 전압을 출력하는 제2 증폭부를 포함하고, 상기 제1 보상부는 제1 보상 변압기를 포함하고, 상기 제2 보상부는, 상기 제2 증폭 전압에 기초하여 상기 보상 전류가 인출되는 경로에 유도 전압을 발생시키는 제2 보상 변압기를 포함할 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 보상부는, 상기 대전류 경로에서 분기되어 상기 제2 보상 변압기의 2차 측과 연결되는 Y-커패시터로 이루어진 보상 커패시터부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [0013] 상술한 바와 같이 이루어진 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 고전력 시스템에서도 가격, 면적, 부피, 무게가 크게 증가하지 않는 보상 장치를 제공할 수 있다. 예를 들면, 고전력 제품에서 CM 초크의 사이즈나 크기를 더 키우지 않고도, 공통 모드 노이즈 전압 및 전류를 능동적으로 보상함으로써 CM 초크만 포함하는 수동 필터에 비하여 가격, 면적, 부피, 무게가 감소될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다양한 실시예에 따르면, 공통모드 전압 및 전류를 동시에 보상할 수 있어, 노이즈 저감을 더 효과적으로 할 수 있다.
- [0015] 이를 통해, 본 발명은, EMI 노이즈가 방출되는 측의 주변 상황의 부하에 무관하게, 전류 및 전압 보상 기능을 수행할 수 있는 능동형 보상 장치를 제공할 수 있다.
- [0016] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다.
 도 2는 도 1에 도시된 능동형 보상 장치의 구체적인 일 예로써, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100A)를 개략적으로 도시한다.
 도 3은 도 2에 도시된 능동형 보상 장치의 구체적인 일 예로써, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치

(100B)를 개략적으로 도시한다.

도 4 내지 도 6은, 도 3에 도시된 능동형 보상 장치의 구체적인 일 예로써, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100C-1, 100C-2, 100C-3)를 개략적으로 도시한다.

도 7은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100D)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다.

도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100E)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 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.
- [0019] 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.
- [0020] 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 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 이하의 실시예에서, 영역, 구성 요소, 부, 유닛, 모듈 등이 연결되었다고 할 때, 영역, 구성 요소, 부, 유닛, 모듈들이 직접적으로 연결된 경우뿐만 아니라 영역, 구성요소, 부, 유닛, 모듈들 중간에 다른 영역, 구성 요소, 부, 유닛, 모듈들이 개재되어 간접적으로 연결된 경우도 포함한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다. 능동형 보상 장치(100)는, 제1 장치(300)로부터 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)를 상에서 공통 모드(Common Mode, CM)로 발생하는 전류 I_n (예: EMI 노이즈 전류) 및 전압 V_n (예: EMI 노이즈 전압)을 능동적으로 보상할 수 있다.
- [0022] 도 1을 참조하면, 능동형 보상 장치(100)는, 센싱부(120), 증폭부(130), 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160)를 포함할 수 있다.
- [0023] 본 명세서에서 제1 장치(300)는 제2 장치(200)가 공급하는 전원을 사용하는 다양한 형태의 장치일 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 부하(예컨대 전기 자동차)일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다.
- [0024] 본 명세서에서 제2 장치(200)는 제1 장치(300)에 전원을 전류 및/또는 전압의 형태로 공급하기 위한 다양한 형태의 장치일 수 있다. 가령 제2 장치(200)는 전원을 생산하여 공급하는 장치일 수도 있고, 다른 장치에 의해 생산된 전원을 공급하는 장치(예컨대 전기 자동차 충전 장치)일 수도 있다. 물론 제2 장치(200)는 저장된 에너지를 공급하는 장치일 수도 있다. 다만 이에 한정되지 않는다. 제1 장치(300) 측에는 전력 변환 장치가 위치할 수 있다. 예를 들면 상기 전력 변환 장치의 스위칭 동작에 의해, 공통 모드의 노이즈 전류 I_n 이 대전류 경로(111, 112) 상에 발생할 수 있다. 또는 예를 들면 제1 장치(300) 측에서 누설된 노이즈 전류가 그라운드를 경유하여 제2 장치(200)를 통해 대전류 경로(111, 112)로 흘러 들어옴으로써, 노이즈 전류 I_n 이 발생할 수 있다.
- [0025] 대전류 경로(111, 112) 상에 동일한 방향으로 발생하는 노이즈 전류 I_n 을 공통 모드 노이즈 전류라 할 수 있다. 또한, 공통 모드 노이즈 전압 V_n 은, 대전류 경로(111, 112) 간에 발생하는 전압이 아닌, 그라운드(예: 기준전위 1)와 대전류 경로(111, 112) 사이에 발생하는 전압일 수 있다.
- [0026] 예를 들면, 제1 장치(300) 측은 노이즈 소스에 대응할 수 있으며, 제2 장치(200) 측은 노이즈 리시버에 대응할

수 있다.

- [0027] 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는 제2 장치(200)에 의해 공급되는 전원, 즉 대전류(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 보상 장치(100)를 통과할 수 있다. 대전류(I21, I22)는, 제2 주파수 대역의 주파수를 갖는 교류 전류일 수 있다. 제2 주파수 대역은 예를 들면, 50Hz 내지 60Hz 대역일 수 있다.
- [0028] 또한 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는, 제1 장치(300) 측으로부터 노이즈 전류 I_n 이 제2 장치(200)에 전달되는 경로일 수 있다. 또는 그라운드(예: 기준전위 1)에 대하여 노이즈 전압 V_n 이 발생하는 경로일 수도 있다.
- [0029] 노이즈 전류 I_n 또는 노이즈 전압 V_n 은 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 각각에 대해 공통 모드(Common Mode)로 입력될 수 있다. 노이즈 전류 I_n 은 다양한 원인에 의해 제1 장치(300)에서 의도치 않게 발생하는 전류일 수 있다. 가령 노이즈 전류 I_n 은 제1 장치(300)와 주변 환경 사이의 기생 커패시턴스(Capacitance)로 인한 노이즈 전류일 수 있다. 또는 노이즈 전류 I_n 은, 제1 장치(300)의 전력 변환 장치의 스위칭 동작에 의해 발생하는 노이즈 전류일 수 있다. 노이즈 전류 I_n 및 노이즈 전압 V_n 은 제1 주파수 대역의 주파수를 가질 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.
- [0030] 도면에서 노이즈 전류 I_n 및 노이즈 전압 V_n 은, 제2 보상부(160)와 대전류 경로(111, 112)가 만나는 노드와 센싱부(120)의 사이에 도시되었지만, 본 문서에서 '노이즈 전류' 및 '노이즈 전압'이라는 용어는 이에 한정되는 것이 아니며, 대전류 경로(111, 112) 전체에 걸쳐 제1 주파수를 가지고 공통 모드로 발생할 수 있는 전압 및 전류를 지칭할 수 있다.
- [0031] 한편 둘 이상의 대전류 경로(111, 112)는 도 1에 도시된 바와 같이 두 개의 경로를 포함할 수도 있고, 세 개의 경로(예: 3상 3선의 전력 시스템) 또는 네 개의 경로(예: 3상 4선의 전력 시스템)를 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.
- [0032] 센싱부(120)는 둘 이상의 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 을 감지하고, 노이즈 전류 I_n 에 대응되는 출력 신호를 증폭부(130) 측으로 생성할 수 있다. 즉, 센싱부(120)는 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 을 감지하는 수단을 의미할 수 있다. 센싱부(120)에는, 노이즈 전류 I_n 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 변압부로 구현될 수 있다. 예를 들면 센싱부(120)는 대전류 경로(111, 112)에 해당하는 전력선이 감긴 CM 초크에 증폭부(130) 측 전선이 덧감긴 형태일 수 있다. 센싱 변압부는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 을 감지할 수 있다.
- [0033] 일 실시예에 따르면, 센싱부(120)는 증폭부(130)의 입력단과 차동(differential)으로 연결될 수 있다.
- [0034] 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 OP-AMP를 포함할 수 있다. 예를 들면 증폭부(130)는 OP-AMP 이외에 저항과 커패시터 등 복수의 수동 소자들을 포함할 수 있다. 다른 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. 증폭부(130)의 기준전위(기준전위 2)와 보상 장치(100)의 기준전위(기준전위 1)는 서로 구분되는 전위일 수 있다.
- [0035] 증폭부(130)는 제1 장치(300) 및/또는 제2 장치(200)와 구분되는 제3 장치(400)로부터 전원을 공급받아, 센싱부(120)가 출력한 출력신호를 증폭하여 증폭 전류를 생성할 수 있다. 이때 제3 장치(400)는 제1 장치(300) 및 제2 장치(200)와 무관한 전원으로부터 전원을 공급 받아 증폭부(130)의 입력 전원을 생성하는 장치일 수 있다. 선택

적으로 제3 장치(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.

[0036] 증폭부(130)에서 증폭된 출력 신호는, 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160)로 입력될 수 있다. 예를 들면, 증폭부(130)에서 출력된 증폭 전류는, 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160) 측으로 각각 흐를 수 있다. 예를 들면, 증폭부(130)는, 제1 보상부(140) 측으로 제1 증폭 전류(또는 제1 증폭 전압)를 출력시키는 제1 증폭부와, 제2 보상부(160) 측으로 제2 증폭 전류(또는 제2 증폭 전압)를 출력시키는 제2 증폭부로 구성될 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100)는, 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160)를 포함한다.

[0038] 제1 보상부(140)는, 제1 장치(300) 측으로부터 입력되는 노이즈에 대비해 CM 초크 앞이나 혹은 뒤에서 전압을 보상하는 타입의 보상부이다. 제2 보상부(160)는, 노이즈를 후단으로 돌아가서 보상하는 피드백(feedback) 타입의 보상부이다.

[0039] 제1 보상부(140)는, 증폭부(130)에서 출력된 증폭 전압에 기초하여, 대전류 경로(111, 112) 상에 직렬로 보상 전압을 발생시킬 수 있다. 제1 보상부(140)의 출력 측은 대전류 경로(111, 112)에 직렬로 보상 전압을 발생시킬 수 있지만, 증폭부(130)와는 절연될 수 있다. 예를 들면, 제1 보상부(140)는 상기 절연을 위해 보상 변압기로 이루어질 수 있다. 예를 들면 상기 보상 변압기의 1차 측에는 증폭부(130)의 출력 신호(예; 출력 전압)가 걸리고, 보상 변압기의 2차 측에는 상기 출력 신호에 기초한 보상 전압이 생성될 수 있다. 상기 보상 전압은 대전류 경로(111, 112) 상에 흐르는 노이즈 전류 I_n 를 억제하는 효과를 줄 수 있다.

[0040] 제2 보상부(160)는, 증폭부(130)에 의해 증폭되어 제2 보상부(160) 측으로 출력된 출력 신호에 기초하여 보상 전류를 발생시킬 수 있다. 제2 보상부(160)는 대전류 경로(111, 112)에 각각 연결되어, 대전류 경로(111, 112)로부터 기준전위 1로 보상 전류가 흐르게 할 수 있다. 예를 들면, 제2 보상부(160)에서, 대전류 경로(111, 112)로부터 상기 보상 전류가 분기될 수 있다. 이를 통해, 대전류 경로(111, 112) 상에 흐르는 노이즈 전류 I_n 를 보상할 수 있다. 제2 보상부(160)의 출력 측은 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 을 보상하기 위해 대전류 경로(111, 112)와 연결될 수 있지만, 증폭부(130)와는 절연될 수 있다. 예를 들면 제2 보상부(160)는, 상기 절연을 위해 보상 변압기를 포함할 수 있다. 예를 들면 상기 보상 변압기의 1차 측에는 증폭부(130)의 출력 전압이 걸리고, 보상 변압기의 2차 측에는 상기 출력 전압의 변압에 기초한 보상 전류가 생성될 수 있다. 상기 보상 전류는, 노이즈 전류 I_n 의 적어도 일부를 그라운드(예: 기준전위 1)로 흐르게 하여, 노이즈 전류 I_n 을 감소시킬 수 있다.

[0041] 상술한 바와 같은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100)는, 전압 보상과 전류 보상이 합쳐진 구조일 수 있다. 예를 들면 제1 보상부(140)는 전압 보상을 하며 동시에 제2 보상부(160)는 전류 보상을 할 수 있다.

[0042] 도 2는 도 1에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100A)를 개략적으로 도시한 것이다. 능동형 보상 장치(100A)는, 센싱부(120), 제1 증폭부(131), 제2 증폭부(132), 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160)를 포함할 수 있다.

[0043] 도 2의 능동형 보상 장치(100A)와 관련하여 도시된 대전류 경로(111, 112), 센싱부(120), 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160), 제3 장치(400), 기준전위 1, 기준전위 2에 대한 설명은, 도 1의 설명에 상응한다.

[0044] 또한 도 2 및 이하의 도면에서, 제1 장치(300) 및 제2 장치(200)는 생략될 수 있다. 즉, 능동형 보상 장치(100A)의 전단(예: 제1 보상부(140) 측)의 대전류 경로(111, 112)는 제2 장치(200)의 전력선과 연결될 수 있으며, 후단(예: 제2 보상부(160) 측)의 대전류 경로(111, 112)는, 제1 장치(300)의 전력선과 연결될 수 있다.

[0045] 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100A)는, 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132)를 포함할 수 있다.

[0046] 센싱부(120)는, 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 을 센싱하여 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132) 측으로 출력 신호를 생성할 수 있다. 상기 출력 신호는, 노드 a 및 b 사이의 전압에 상응할 수 있다. 노드 a 및 b는, 제1 증폭부(131)의 입력단에 차동으로 연결될 수 있으며, 제2 증폭부(132)의 입력단에도 차동으로 연결될 수 있다. 따라서, 노드 a 및 b 사이의 전압은, 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132)에 입력 전압으로 입력될 수 있다.

- [0047] 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132)는 각각 상기 입력 전압을 증폭하여, 각각 서로 별개의 출력 신호(예: 출력 전압)를 출력할 수 있다. 이 때 제1 증폭부(131)의 이득(예: 전압 이득) 및 제2 증폭부(132)의 이득(예: 전압 이득)은 서로 다를 수 있다.
- [0048] 제1 증폭부(131)에서 출력된 증폭 전압 V_1 은, 제1 보상부(140)의 입력 신호가 되며, 제1 보상부(140)는 상기 V_1 에 기초하여 대전류 경로(111, 112) 상에 직렬로 보상 전압을 생성할 수 있다.
- [0049] 제2 증폭부(132)에서 출력된 증폭 전압 V_2 는, 제2 보상부(160)의 입력 신호가 된다. 제2 보상부(160)는, 상기 V_2 에 기초하여, 대전류 경로(111, 112)로부터 기준전위 1로 보상 전류를 흘려, 노이즈 전류 I_n 을 감소시킬 수 있다.
- [0050] 제1 증폭부(131)와 제2 증폭부(132)는 기능 상 구분하여 표현하였지만, 일 실시예에 따르면, 제1 증폭부(131)와 제2 증폭부(132)는 하나의 IC로 구현 가능하다.
- [0051] 한편, 제1 보상부(140) 및 제2 보상부(160)는, 대전류 경로(111, 112)와 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132)를 절연시키기 위해, 각각 보상 변압기를 포함할 수 있다.
- [0052] 도 3은 도 2에 도시된 실시예의 보다 구체적인 일 예를 도시한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100B)를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0053] 능동형 보상 장치(100B)는 제1 장치(300)와 연결되는 두 개의 대전류 경로(111, 112) 각각에 공통 모드로 입력되는 노이즈 전류 I_n 또는 노이즈 전압 V_n 을 능동적으로 보상할 수 있다.
- [0054] 도 2를 참조하면, 능동형 보상 장치(100B)는, 센싱 변압기(120B), 제1 증폭부(131B), 제2 증폭부(132B), 제1 증폭부(131B)의 출력 측에 배치된 제1 보상 변압기(140B), 제2 증폭부(132B)의 출력 측에 배치된 제2 보상 변압기(161B)와 보상 커패시터부(162B)를 포함할 수 있다.
- [0055] 일 실시예에서, 전술한 센싱부(120)는 센싱 변압기(120B)를 포함할 수 있다. 이 때 센싱 변압기(120B)는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류 I_n 또는 노이즈 전류 I_n 으로 인해 센싱 변압기(120B)의 양단에 유도된 전압을 감지하기 위한 수단일 수 있다. 센싱 변압기(120B)는 제1 장치(300) 측으로부터 대전류 경로(111, 112)(예: 전력선)로 입력되는 노이즈 전류 I_n 또는 노이즈 전류 I_n 으로 인해 센싱 변압기(120B)의 양단에 유도된 전압을 센싱할 수 있다.
- [0056] 센싱 변압기(120B)는, 대전류 경로(111, 112) 상에 배치되는 1차 측(121), 및 증폭부(131B, 132B)의 입력단과 차동(differential)으로 연결된 2차 측(122)을 포함할 수 있다. 센싱 변압기(120B)는 대전류 경로(111, 112) 상에 배치되는 1차 측(121B)(예: 1차 권선)에서, 노이즈 전류 I_n 에 의해 유도되는 자속 밀도에 기초하여 2차 측(122)(예: 2차 권선)에 유도 전류 또는 유도 전압을 생성할 수 있다. 상기 센싱 변압기(120B)의 1차 측(121)은, 예를 들면 하나의 코어에 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)가 각각 감겨있는 권선일 수 있다.
- [0057] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 센싱 변압기(120B)는, 상기 제1 대전류 경로(111) 및 제2 대전류 경로(112)가 감겨 있는 CM 초크에, 2차 측(122) 전선이 덧감긴 형태일 수 있다. 이와 같이 CM 초크를 이용하여 센싱 변압기(120B)를 형성하는 경우, 센싱 변압기(120B)는 센싱 및 변압의 기능만 하는 것이 아니라, CM 초크로써 수동 필터의 역할을 할 수 있다. 즉, CM 초크에 2차 측(122) 전선을 덧감아서 센싱 변압기(120B)를 형성한 경우, 센싱 변압기(120B)는 노이즈 전류 I_n 의 센싱 및 변압과 함께, 노이즈 전류 I_n 을 억제 또는 저지하는 역할을 동시에 할 수 있다. 한편 상술한 CM 초크와 함께 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100, 100A, 100B, 100C-1, 100C-2)가 더해져서, 고전력 시스템에서도 CM 초크의 사이즈나 개수를 늘리지 않고도 공통 모드 노이즈 전압 및 전류를 효과적으로 저감할 수 있다.
- [0058] 센싱 변압기(120B)는 구체적으로, 제1 대전류 경로(111)(예: 라이브선) 상의 노이즈 전류 I_n 에 의해 유도되는 자속 밀도와, 제2 대전류 경로(112)(예: 중성선) 상의 노이즈 전류 I_n 에 의해 유도되는 자속 밀도가 서로 중첩(또는 보강)되도록 구성될 수 있다. 이 때, 대전류 경로(111, 112) 상에는 대전류(I_{21} , I_{22})도 흐르는데, 제1 대전류 경로(111) 상의 대전류(I_{21})에 의해 유도되는 자속 밀도와, 제2 대전류 경로(112) 상의 대전류(I_{22})에 의해 유도되는 자속 밀도는 서로 상쇄되도록 구성될 수 있다. 또한 일 예를 들면, 센싱 변압기(120B)는 제1 주파수 대역(예를 들어 150KHz 내지 30MHz의 범위를 갖는 대역)의 노이즈 전류 I_n 에 의해 유도되는 자속 밀도의

크기가 제2 주파수 대역(예를 들어 50Hz 내지 60Hz의 범위를 갖는 대역)의 대전류(I21, I22)에 의해 유도되는 자속 밀도의 크기보다 크도록 구성될 수 있다.

[0059] 이와 같이 센싱 변압기(120B)는 대전류(I21, I22)에 의해 유도되는 자속 밀도가 서로 상쇄될 수 있게 구성되어, 노이즈 전류 I_n 만이 감지되도록 할 수 있다. 즉, 센싱 변압기(120B)의 2차 측(122)에 유도되는 전압은, 노이즈 전류 I_n 에 따른 1차 측(121)의 유도 전압이 일정 비율로 변환된 전압일 수 있다.

[0060] 예를 들어, 센싱 변압기(120B)에서, 1차 측(121)과 2차 측(122)의 권선비가 $1:N_{sen}$ 이고, 센싱 변압기(120B)의 1차 측(121)의 셀프 인덕턴스가 L_{sen} 이라고 하면, 2차 측(122)은, $N_{sen}^2 L_{sen}$ 의 셀프 인덕턴스를 가질 수 있다. 예를 들어 센싱 변압기(120B)의 1차 측(121)과 2차 측(122)은, 소정의 결합 계수(coupling coefficient)로 결합될 수 있다.

[0061] 예를 들어, 노이즈 전류 I_n 으로 인하여 센싱 변압기(120B)의 1차 측(121)의 양단에 유도되는 전압이 V_{choke} 라고 하면, 2차 측(122)에 유도되는 전압 V_{sen} 은, V_{choke} 의 N_{sen} 배이다.

수학식 1

[0062]
$$V_{sen} = N_{sen} * V_{choke}$$

[0063] 한편 센싱 변압기(120B)의 2차 측(122)은, 제1 증폭부(131B)의 입력단 및 제2 증폭부(132B)의 입력단과 병렬 연결될 수 있다. 예를 들면 센싱 변압기(120B)의 2차 측(122)은 제1 증폭부(131B)의 입력단 및 제2 증폭부(132B)의 입력단과 차동으로 병렬 연결되어, 제1 증폭부(131B) 및 제2 증폭부(132B)에게 유도 전압(V_{sen})을 공급할 수 있다.

[0064] 제1 증폭부(131B) 및 제2 증폭부(132B)는, 전술한 증폭부(130)의 일 예일 수 있으며, 각각 전술한 제1 증폭부(131) 및 제2 증폭부(132)에 상응할 수 있다. 제1 증폭부(131B) 및 제2 증폭부(132B) 각각은, 센싱 변압기(120B)에 의해 감지되어 2차 측(122)에 유도되는 유도 전압 V_{sen} 을 각각 증폭시킬 수 있다. 예를 들면 증폭부(131B, 132B)는, 상기 유도 전압 V_{sen} 의 크기를 일정 비율로 증폭시키거나, 및/또는 위상을 조절할 수 있다.

[0065] 제1 증폭부(131B)의 전압 이득 G_1 및 제2 증폭부(132B)의 전압 이득 G_2 는 서로 다를 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 증폭부(132B)의 전압 이득 G_2 이 제1 증폭부(131B)의 전압 이득 G_1 보다 더 크도록 설계될 수 있다. 이에 대한 상세한 설명은 후술하기로 한다. 다만 이에 한정되는 것은 아니며, G_1 및 G_2 는 다양한 실시예들에 따라 결정될 수 있다.

[0066] 제1 증폭부(131B)의 출력 전압 V_1 은, 하기 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

[0067]
$$V_1 = G_1 * V_{sen} = G_1 * N_{sen} * V_{choke}$$

[0068] 제1 증폭부(131B)의 출력 전압 V_1 은 제1 보상 변압기(140B)의 입력 전압이 된다. 즉, 제1 증폭부(131B)의 출력 전압 V_1 은 제1 보상 변압기(140B)의 1차 측(141) 전압이 되며, 제1 보상 변압기(140B)는 V_1 에 기초하여 2차 측(142)인 대전류 경로(111, 112) 상에 직렬로 보상 전압 V_{inj1} 을 생성할 수 있다.

[0069] 제1 보상 변압기(140B)는 전술한 제1 보상부(140)에 상응할 수 있다. 제1 보상 변압기(140B)는 능동 소자를 포함하는 증폭부(131B, 132B)를 대전류 경로(111, 112)로부터 절연시키기 위한 수단일 수 있다. 즉 제1 보상 변압기(140B)는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서, 제1 증폭부(131B)의 출력 전압 V_1 에 기초하여 대전류 경로(111, 112)에 보상 전압 V_{inj1} 을 유도하여, 전압 보상을 위한 수단일 수 있다.

[0070] 제1 보상 변압기(140B)는 예를 들면 하나의 코어에 1차 측(141) 전선 및 2차 측(142) 전선이 통과하거나 적어도 1회 이상 감긴 구조일 수 있다. 상기 1차 측(141) 전선은, 제1 증폭부(131B)의 출력 신호가 흐르는 전선이며, 2차 측(142) 전선은, 대전류 경로(111, 112)에 해당할 수 있다.

[0071] 제1 보상 변압기(140B)는 1차 측(141)에 발생한 증폭 전압 V_1 에 기초하여 2차 측(142)인 대전류 경로(111, 112) 상에 보상 전압 V_{inj1} 을 유도할 수 있다.

[0072] 예를 들어, 제1 보상 변압기(140B)에서, 1차 측(141)과 2차 측(142)의 권선비가 $1:N_{inj1}$ 이면, 2차 측(142)에 유도되는 전압 V_{inj1} 은, V_1 의 N_{inj1} 배이다. 따라서 보상 전압 V_{inj1} 은, 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$[0073] \quad V_{inj1} = N_{inj1} * V_1 = G_1 * N_{inj1} * V_{sen} = G_1 * N_{sen} * N_{inj1} * V_{choke}$$

[0074] 한편, 제2 증폭부(132B)의 전압 이득을 G_2 라고 할 때, 제2 증폭부(132B)의 출력 전압 V_2 은, 하기 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$[0075] \quad V_2 = G_2 * V_{sen} = G_2 * N_{sen} * V_{choke}$$

[0076] 제2 증폭부(132B)의 출력 전압 V_2 는 제2 보상부(160)의 입력 전압, 즉 제2 보상 변압기(161B)의 입력 전압이 된다.

[0077] 제2 보상 변압기(161B) 및 보상 커패시터부(162B)가 합해진 구성은, 전술한 제2 보상부(160)에 상응할 수 있다. 제2 증폭부(132B)의 출력 전압 V_2 는 제2 보상 변압기의 1차 측 전압이 된다. 제2 보상 변압기(161B)는, 능동 소자를 포함하는, 증폭부(131B, 132B)를 대전류 경로(111, 112)로부터 절연시키기 위한 수단일 수 있다. 즉 제2 보상 변압기(161B)는 대전류 경로(111, 112)와 절연된 상태에서, 대전류 경로(111, 112)로부터 분기시키기 위한 보상 전류 I_{cy} 를 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측에 생성하기 위한 수단일 수 있다.

[0078] 제2 보상 변압기(161B)는, 제2 증폭부(132B)의 출력단과 차동(differential)으로 연결되는 1차 측 및 대전류 경로(111, 112)와 보상 커패시터부(162B)를 통해 연결되는 2차 측을 포함할 수 있다.

[0079] 제2 보상 변압기(161B)는 상기 1차 측에 발생한 증폭 전압 V_2 에 기초하여 2차 측에 유도 전압 V_3 을 유도할 수 있다. 예를 들어, 제2 보상 변압기(161B)에서, 1차 측과 2차 측의 권선비가 $1:N_{inj2}$ 이면, 2차 측에 유도되는 전압 V_3 은, V_2 의 N_{inj2} 배이다. 따라서 유도 전압 V_3 은, 수학식 5과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$[0080] \quad V_3 = N_{inj2} * V_2 = G_2 * N_{inj2} * V_{sen} = G_2 * N_{sen} * N_{inj2} * V_{choke}$$

[0081] 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측은 후술하는 보상 커패시터부(162B)와 보상 장치(100B)의 기준전위(기준전위 1)를 연결하는 경로상에 배치될 수 있다. 즉, 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측의 일 단은 보상 커패시터부(162B)를 통해 대전류 경로(111, 112)와 연결되고, 2차 측의 타 단은 능동형 보상 장치(100B)의 기준전위(기준전위 1)와 연결될 수 있다. 한편, 제2 보상 변압기(161B)의 1차 측, 제1 보상 변압기(140B)의 1차 측(141), 증폭부(131B, 132B), 및 센싱 변압기(120B)의 2차 측(122)은 능동형 보상 장치(100B)의 나머지 구성요소들과 구분되는 기준전위(기준전위 2)와 연결될 수 있다. 보상 장치(100B)의 기준전위(기준전위 1)와 증폭부(131B, 132B)의 기준전위(기준전위 2)는 구분될 수 있다.

- [0082] 이와 같이 본 발명은 보상 전류를 생성하는 구성요소에 대해서 나머지 구성요소와 상이한 기준전위를 사용하고, 별도의 전원을 사용함으로써 보상 전류를 생성하는 구성요소가 절연된 상태에서 동작하도록 할 수 있으며, 이로써 능동형 보상 장치(100B)의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0083] 제2 보상 변압기(161B)를 통해 변환된 전압 V_3 은, 보상 커패시터부(162B)를 통해 대전류 경로(111, 112)(예: 전력선)에서 보상 전류 I_{cy} 를 인출할 수 있다.
- [0084] 보상 커패시터부(162B)는 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류의 적어도 일부가 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측으로 인출되는 경로를 제공할 수 있다.
- [0085] 보상 커패시터부(162B)는, 일 단이 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측과 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 제2 보상 변압기(161B)의 2차 측과 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.
- [0086] 보상 커패시터부(162B)는, 제2 보상 변압기(161B)에 의해 유도된 전압 V_3 에 기초하여 전력선으로부터 보상 전류 I_{cy} 를 인출할 수 있다. 보상 전류 I_{cy} 가 대전류 경로(111, 112) 상의 노이즈 전류를 보상(또는 상쇄)함으로써, 보상 장치(100B)는 노이즈를 저감시킬 수 있다.
- [0087] 한편, 보상 커패시터부(162B)가 대전류 경로(111, 112)와 만나는 노드의 공통 모드 노이즈 전압을 V_n 이라 하고, 제1 보상 변압기(140B)와 제2 장치(200) 사이의 전압을 V_{LISN} 이라고 하고, V_n 및 V_{LISN} 사이의 회로 방정식을 풀면 하기 수학식 6과 같다. V_n 및 V_{LISN} 은, 기준전위 1(예: 그라운드)에 대한 전위를 나타낼 수 있다.

수학식 6

[0088]
$$V_n - V_{choke} - V_{inj1} - V_{LISN} = 0$$

[0089]
$$V_n - V_{choke} - G_1 N_{sen} N_{inj1} V_{choke} - V_{LISN} = 0$$

- [0090] 한편, 능동형 보상 장치(100B)의 동작에 의해 제2 장치(200) 측으로 방출되는 노이즈는 거의 0에 상응해야 하므로, V_{LISN} 은 0에 상응해야 하며, 하기 수학식 7이 도출될 수 있다.

수학식 7

[0091]
$$V_n - V_{LISN} = (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) V_{choke} \approx V_n$$

[0092]
$$V_{choke} \approx \frac{V_n}{(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1})}$$

- [0093] 한편, 이를 이용하여, 센싱 변압기(120B)와 보상 커패시터부(162B) 사이 지점에서 대전류 경로(111, 112)의 실효 임피던스(effective impedance)는 수학식 8과 같이 계산될 수 있다.

수학식 8

[0094]
$$Z_{line,eff} = \frac{V_n}{I_n} = \frac{(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) V_{choke}}{I_n} = (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) s L_{choke}$$

- [0095] 수학식 8에서, $s * L_{choke}$ 는, 센싱 변압기(120B)에 포함된 CM 초크의 임피던스를 나타낼 수 있다. 따라서 $Z_{line,eff}$ 는, (V_n 지점에서 바라본) 대전류 경로(111, 112) 상의 임피던스가 CM 초크의 임피던스 $s * L_{choke}$ 보다

$(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1})$ 배 증가된 효과를 가지는 것을 나타낸다.

[0096] 이는 제1 증폭부(131)(예: 제1 증폭부(131B)) 및 제1 보상부(140)(예: 제1 보상 변압기(140B))에 의한 효과일 수 있다. 제1 증폭부(131) 및 제1 보상부(140)는 대전류 경로 상에 전압 보상(V_{inj1})을 할 수 있고, 이는 인덕턴스를 증가시키는 효과에 상응하는 효과를 주어, 노이즈 전류가 흐르지 못하게 억제할 수 있다(L boost type).

[0097] 다시 말하면, 본 발명의 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100B)는, CM 초크의 인덕턴스 L_{choke} 보다 $(1 + G_1 N_{sen} N_{inj1})$ 배 증가된 실효 인덕턴스 $L_{choke,eff}$ 의 효과를 가질 수 있으므로(수학식 9), CM 초크만 존재할 때보다 노이즈 억제 효과를 증가시킬 수 있다.

수학식 9

[0098]
$$L_{choke,eff} = (1 + G_1 N_{sen} N_{inj1}) L_{choke}$$

[0099] 예를 들면, 상기 노이즈 억제 효과는 제1 증폭기(131B)의 전압 이득 G_1 , 센싱 변압기(120B)의 권선비 N_{sen} , 제1 보상 변압기(140B)의 권선비 N_{inj1} 에 따라 조정될 수 있다.

[0100] 한편, 보상 커패시터부(162B)가 대전류 경로(111, 112)와 만나는 노드(V_n)로부터 기준전위 1 사이의 회로 방정식을 풀면 하기 수학식 10와 같다.

수학식 10

[0101]
$$I_{cy} = sC_y(V_n + V_3) = sC_y(V_n + G_2 N_{sen} N_{inj2} V_{choke})$$

[0102] 여기서 C_y 는 보상 커패시터부(162B)에 포함된 Y-커패시터의 커패시턴스이다. 한편 이를 이용하여, 보상 커패시터부(162B)와 대전류 경로(111, 112)가 만나는 노드(V_n)에서 보상 커패시터부(162B)를 향해 바라본 실효 Y-임피던스 $Z_{cy,eff}$ 는 수학식 11과 같이 계산될 수 있다.

수학식 11

[0103]
$$Z_{cy,eff} = \frac{V_n}{I_{cy}} = \frac{V_n}{sC_y(V_n + G_2 N_{sen} N_{inj2} V_{choke})} = \frac{1}{sC_y} \frac{1}{(1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}})}$$

[0104] 상기 수학식 11은, V_{choke} 에 수학식 7을 대입한 것이다. 수학식 11에서 $1/(sC_y)$ 는, 보상 커패시터부(162B)에 포함된 Y-커패시터의 임피던스를 나타낸다. $Z_{cy,eff}$ 는 보상 커패시터부(162B)와 대전류 경로(111, 112)가 만나는 노드에서 보상 커패시터부(162B)를 향해 바라본 실효 Y-임피던스를 나타낸다.

[0105] 수학식 11을 참조하면, 실효 Y-임피던스 $Z_{cy,eff}$ 는 Y-커패시터의 임피던스 $1/(sC_y)$ 보다 $(1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}})$ 배 감소된 효과를 가지는 것을 나타낸다.

[0106] 이는 제2 증폭부(132)(예: 제2 증폭부(132B)) 및 제2 보상부(160)(예: 제1 보상 변압기(161B) 및 보상 커패시터부(162B))에 의한 효과일 수 있다. 제2 증폭부(132) 및 제2 보상부(142)는, 피드백(feedback) 타입으로 대전류 경로로부터 노이즈 전류가 분기되도록 전류 보상(I_{cy})을 할 수 있고, 이는 Y-커패시턴스를 증가시키는 효과에 상응하는 효과를 주어, 노이즈를 효과적으로 그라운드(즉, 기준전위 1)로 인출할 수 있다(C boost type).

[0107] 다시 말하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100B)는, Y-커패시터의 커패시턴스 C_y 보다 $1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}$ 배 증가된 실효 Y-커패시턴스 $C_{y,eff}$ 의 효과를 가질 수 있으므로(수학식 12), Y-커패시턴스만 존재할 때보다 노이즈 인출 효과를 증가시킬 수 있다.

수학식 12

[0108]

$$C_{y,eff} = (1 + \frac{G_2 N_{inj2}}{G_1 N_{inj1}}) C_y$$

[0109] 예를 들면, 상기 노이즈 인출 효과는 제1 증폭기(131B)의 전압 이득 G_1 , 제2 증폭기(132B)의 전압 이득 G_2 , 제1 보상 변압기(140B)의 권선비 N_{inj1} , 제2 보상 변압기(161B)의 권선비 N_{inj2} 에 따라 조정될 수 있다.

[0110] 예를 들면, 제1 보상 변압기(140B)에서 1차 측(141) 전선은 코어를 통과하고, 2차 측(142) 전선(즉, 대전류 경로(111, 112))은 코어를 통과하거나 한 번 감도록 형성할 수 있다.

[0111] 도 4 내지 도 6은 도 3에 도시된 능동형 보상 장치의 구체적인 일 예로써, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100C-1, 100C-2, 100C-3)를 개략적으로 도시한 것이다.

[0112] 도 4에 도시된 일 실시예에 따른 보상 장치(100C-1)는, 센싱 변압기(120C), 제1 증폭기(131C), 제2 증폭기(132C), 제1 보상 변압기(140C-1), 제2 보상 변압기(161C), 보상 커패시터부(162C)를 포함할 수 있다.

[0113] 도 5에 도시된 일 실시예에 따른 보상 장치(100C-2)는, 센싱 변압기(120C), 제1 증폭기(131C), 제2 증폭기(132C), 제1 보상 변압기(140C-2), 제2 보상 변압기(161C), 보상 커패시터부(162C)를 포함할 수 있다.

[0114] 보상 장치(100C-1)는 제1 보상 변압기(140C-1)의 1차 측 전선 및 2차 측 대전류 경로(111, 112)가 코어를 통과하는 실시예를 나타낸 것으로, 권선비 N_{inj1} 가 약 1 정도일 수 있다.

[0115] 보상 장치(100C-2)는, 제1 보상 변압기(140C-2)의 1차 측 전선은 코어를 통과하며 2차 측 대전류 경로(111, 112)는 코어를 한 번 감는 실시예를 나타낸 것으로, 권선비 N_{inj1} 가 약 2 정도일 수 있다.

[0116] 도 4 및 도 5에서 센싱 변압기(120C), 제1 증폭기(131C), 제2 증폭기(132C), 제1 보상 변압기(140C-1, 140C-2), 제2 보상 변압기(161C), 보상 커패시터부(162C)는, 도 3에서 설명한 센싱 변압기(120B), 제1 증폭기(131B), 제2 증폭기(132B), 제1 보상 변압기(140B), 제2 보상 변압기(161B), 보상 커패시터부(162B)의 설명에 상응한다.

[0117] 도 4 및 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100C-1, 100C-2)에서, 센싱 변압기(120C)는, 제1 보상 변압기(140C-1, 140C-2) 및 제2 보상 변압기(161C)와 다른 종류의 소자일 수 있다.

[0118] 예를 들면, 변압기 역할만 수행하는 제1 보상 변압기(140C-1, 140C-2) 및 제2 보상 변압기(161C)와는 달리, 센싱 변압기(120C)는, 대전류 경로(111, 112)에 해당하는 전력선이 감긴 CM 초크에 증폭부(131C, 132C) 측 전선이 덧감긴 형태일 수 있다. CM 초크는 수동 필터로써, 인덕턴스를 이용하여 노이즈 전류를 억제하는 역할을 할 수 있으며, 센싱 변압기(120C)는 상기 CM 초크에 단순히 2차 측 전선을 덧감음으로써 노이즈를 센싱할 수 있다.

[0119] 한편, 도 6에 도시된 일 실시예에 따른 보상 장치(100C-3)는, 센싱 변압기(120C), 제1 증폭기(131C), 제2 증폭기(132C), 제1 보상 변압기(140C-3), 제2 보상 변압기(161C), 보상 커패시터부(162C)를 포함할 수 있다.

[0120] 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100C-3)는 대전류 경로(111, 112)에 공통 모드로 발생된 노이즈 전류 I_n 또는 노이즈 전압 V_n 을 능동적으로 보상할 수 있다.

[0121] 능동형 보상 장치(100C-3)에 포함된 센싱 변압기(120C), 제1 증폭기(131C), 제2 증폭기(132C), 제1 보상 변압기(140C-3), 제2 보상 변압기(161C), 보상 커패시터부(162C)는, 도 3에서 설명한 센싱 변압기(120B), 제1 증폭기(131B), 제2 증폭기(132B), 제1 보상 변압기(140B), 제2 보상 변압기(161B), 보상 커패시터부(162B)의 설명에 상응할 수 있다.

[0122] 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100C-3)에서, 제1 보상 변압기(140C-3)는, 센싱 변압기(120C)에 대하여 제1

장치(300) 측인, 센싱 변압기(120C)(예: CM 초크)의 뒤에 배치될 수 있다. 제1 보상 변압기(140C-3)는, CM 초크와 제1 장치(300) 사이의 대전류 경로(111, 112) 상에 보상 전압(V_{inj1})을 발생시킬 수 있다.

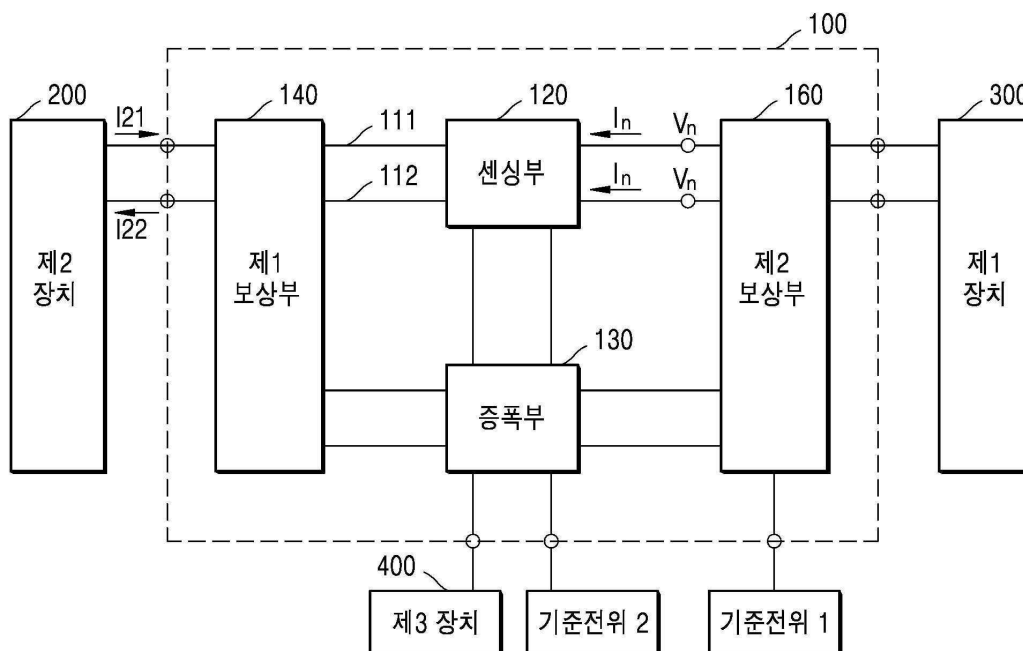
- [0123] 도 7은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100D)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다. 이하에서는 도 3을 참조하여 설명한 내용과 중복되는 내용의 설명은 생략한다.
- [0124] 도 7을 참조하면 능동형 보상 장치(100D)는 제1 장치(300D)와 연결되는 대전류 경로(111D, 112D, 113D) 각각에 공통 모드로 입력되는 노이즈 전류 I_n 을 능동적으로 보상할 수 있다.
- [0125] 이를 위해 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100D)는 세 개의 대전류 경로(111D, 112D, 113D), 센싱 변압기(120D), 제1 증폭부(131D), 제2 증폭부(132D), 제1 증폭부(131D)의 출력 측에 배치된 제1 보상 변압기(140D), 제2 증폭부(132D)의 출력 측에 배치된 제2 보상 변압기(161D)와 보상 커패시터부(162D)를 포함할 수 있다.
- [0126] 도 3에서 설명한 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100B)와 대비하여 살펴보면, 도 7에 도시된 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100D)는 세 개의 대전류 경로(111D, 112D, 113D)를 포함하고, 이에 따라 센싱 변압기(120D), 제1 보상 변압기(140D) 및 보상 커패시터부(162D)의 차이점이 있다. 따라서 이하에서는 상술한 차이점을 중심으로 능동형 보상 장치(100D)에 대해 설명한다.
- [0127] 능동형 보상 장치(100D)는 서로 구분되는 제1 대전류 경로(111D), 제2 대전류 경로(112D) 및 제3 대전류 경로(113D)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 제1 대전류 경로(111D)는 R상, 상기 제2 대전류 경로(112D)는 S상, 상기 제3 대전류 경로(113D)는 T상의 전력선일 수 있다. 노이즈 전류 I_n 은 제1 대전류 경로(111D), 제2 대전류 경로(112D) 및 제3 대전류 경로(113D) 각각에 공통 모드로 입력될 수 있다.
- [0128] 센싱 변압기(120D)의 1차 측(121D)은 제1 대전류 경로(111D), 제2 대전류 경로(112D) 및 제3 대전류 경로(113D) 각각에 배치되어, 2차 측(122D)에 유도 전압 V_{sen} 을 생성할 수 있다. 세 개의 대전류 경로(111D, 112D, 113D) 상의 노이즈 전류 I_n 에 의해 센싱 변압기(120D)에 생성되는 자속 밀도는 서로 보장될 수 있다.
- [0129] 한편 능동형 보상 장치(100D)에서 제1, 2 증폭부(131D, 132D)는, 증폭부(131B, 132B)에 상응한다. 예를 들면 센싱 변압기(120D)의 2차 측(122D) 전선은, 제1 증폭부(131D) 및 제2 증폭부(132D) 각각에 병렬로 연결될 수 있다. 센싱 변압기(120D)의 2차 측(122D)에 유도된 전압 V_{sen} 은 제1 증폭부(131D) 및 제2 증폭부(132D)의 입력 전압이 된다. 제1 증폭부(131D)는 상기 입력 전압에 기초하여 증폭 전압 V_1 을 출력하고, 제2 증폭부(132D)는 상기 입력 전압에 기초하여 증폭 전압 V_2 를 출력할 수 있다.
- [0130] 상기 V_1 은 제1 보상 변압기(140D)의 입력 전압, 즉 제1 보상 변압기(140D)의 1차 측(141D) 전압이 될 수 있다. 상기 V_2 는 제2 보상 변압기(161D)의 입력 전압, 즉 제2 보상 변압기(161D)의 1차 측 전압이 될 수 있다.
- [0131] 한편 제1 보상 변압기(140D)의 2차 측(142D)은, 제1 대전류 경로(111D), 제2 대전류 경로(112D) 및 제3 대전류 경로(113D) 각각에 배치될 수 있다. 제1 보상 변압기(140D)는, 제1 증폭부(131D)에서 출력된 1차 측(141D) 전압(V_1)에 기초하여, 2차 측(142D)인 세 개의 대전류 경로(111D, 112D, 113D) 각각에 직렬로 보상 전압 V_{inj1} 을 생성할 수 있다.
- [0132] 한편 제2 보상 변압기(161D) 및 보상 커패시터부(162D)는 제2 보상부(160D)에 포함되며, 제2 증폭부(132D)의 출력 전압인 V_2 는 제2 보상부(160D)의 입력 전압, 즉 제2 보상 변압기(161D)의 1차 측(141D) 전압이 될 수 있다. 제2 보상 변압기(161D)는, 1차 측 전압(V_2)에 기초하여, 2차 측에 유도 전압 V_3 을 생성할 수 있다.
- [0133] 제2 보상 변압기(161D)의 2차 측은 보상 커패시터부(162D)와 보상 장치(100D)의 기준전위(기준전위 1)를 연결하는 경로상에 배치될 수 있다.
- [0134] 보상 커패시터부(162D)는, 일 단이 제2 보상 변압기(161D)의 2차 측과 연결되고, 타 단이 대전류 경로(111D, 112D, 113D) 각각에 연결되는 세 개의 Y-커패시터(Y-capacitor, Y-cap)를 포함한다.
- [0135] 보상 커패시터부(150D)는 제2 보상 변압기(161D)의 2차 측 유도 전압 V_3 에 기초하여 제1 대전류 경로(111D), 제2 대전류 경로(112D) 및 제3 대전류 경로(113D) 각각으로부터 보상 전류 I_c 가 기준전위 1로 인출되게 한다.

- [0136] 이와 같은 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100D)는 3상 3선의 전력 시스템의 전력선 상의 공통 모드 노이즈에 대한 전압 보상 및 전류 보상을 동시에 수행할 수 있다.
- [0137] 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100E)를 포함하는 시스템의 구성을 개략적으로 도시한다. 이하에서는 도 3을 참조하여 설명한 내용과 중복되는 내용의 설명은 생략한다.
- [0138] 도 7을 참조하면 능동형 보상 장치(100E)는 제1 장치(300E)와 연결되는 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E) 각각에 공통 모드로 입력되는 노이즈 전류 I_n 을 능동적으로 보상할 수 있다.
- [0139] 이를 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100E)는 네 개의 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E), 센싱 변압기(120E), 제1 증폭부(131E), 제2 증폭부(132E), 제1 보상 변압기(140E), 제2 보상 변압기(161E)와 보상 커패시터부(162E)를 포함할 수 있다.
- [0140] 도 3에서 설명한 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100B)와 대비하여 살펴보면, 도 8에 도시된 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100E)는 네 개의 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E)를 포함하고, 이에 따라 센싱 변압기(120E), 제1 보상 변압기(140E) 및 보상 커패시터부(162E)의 차이점이 있다. 따라서 이하에서는 상술한 차이점을 중심으로 능동형 보상 장치(100E)에 대해 설명한다.
- [0141] 능동형 보상 장치(100E)는 서로 구분되는 제1 대전류 경로(111E), 제2 대전류 경로(112E), 제3 대전류 경로(113E), 및 제4 대전류 경로(114E)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 제1 대전류 경로(111E)는 R상, 상기 제2 대전류 경로(112E)는 S상, 상기 제3 대전류 경로(113E)는 T상, 상기 제4 대전류 경로(114E)는 N상의 전력선일 수 있다. 노이즈 전류 I_n 은 제1, 2, 3, 4 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E) 각각에 공통 모드로 입력될 수 있다.
- [0142] 센싱 변압기(120E)의 1차 측(121E)은 제1 대전류 경로(111E), 제2 대전류 경로(112E), 제3 대전류 경로(113E), 및 제4 대전류 경로(114E) 각각에 배치되어, 2차 측(122E)에 유도 전압 V_{sen} 을 생성할 수 있다. 네 개의 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E) 상의 노이즈 전류 I_n 에 의해 센싱 변압기(120E)에 생성되는 자속 밀도는 서로 보상될 수 있다.
- [0143] 한편 능동형 보상 장치(100E)에서 제1, 2 증폭부(131E, 132E)는, 증폭부(131B, 132B)에 상응한다. 예를 들면 센싱 변압기(120E)의 2차 측(122E) 전선은, 제1 증폭부(131E) 및 제2 증폭부(132E) 각각에 병렬로 연결될 수 있다. 센싱 변압기(120E)의 2차 측(122E)에 유도된 전압 V_{sen} 은 제1 증폭부(131E) 및 제2 증폭부(132E)의 입력 전압이 된다. 제1 증폭부(131E)는 상기 입력 전압에 기초하여 증폭 전압 V_1 을 출력하고, 제2 증폭부(132E)는 상기 입력 전압에 기초하여 증폭 전압 V_2 를 출력할 수 있다.
- [0144] 상기 V_1 은 제1 보상 변압기(140E)의 입력 전압, 즉 제1 보상 변압기(140E)의 1차 측(141E) 전압이 될 수 있다. 상기 V_2 는 제2 보상 변압기(161E)의 입력 전압, 즉 제2 보상 변압기(161E)의 1차 측 전압이 될 수 있다.
- [0145] 한편 제1 보상 변압기(140E)의 2차 측(142E)은, 제1 대전류 경로(111E), 제2 대전류 경로(112E), 제3 대전류 경로(113E), 및 제4 대전류 경로(114E) 각각에 배치될 수 있다. 제1 보상 변압기(140E)는, 제1 증폭부(131E)에서 출력된 1차 측(141E) 전압(V_1)에 기초하여, 2차 측(142E)인 네 개의 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E) 각각에 직렬로 보상 전압 V_{inj1} 을 생성할 수 있다.
- [0146] 한편 제2 보상 변압기(161E) 및 보상 커패시터부(162E)는 제2 보상부(160E)에 포함되며, 제2 증폭부(132E)의 출력 전압인 V_2 는 제2 보상부(160E)의 입력 전압, 즉 제2 보상 변압기(161E)의 1차 측(141E) 전압이 될 수 있다. 제2 보상 변압기(161E)는, 1차 측 전압(V_2)에 기초하여, 2차 측에 유도 전압 V_3 을 생성할 수 있다.
- [0147] 제2 보상 변압기(161E)의 2차 측은 보상 커패시터부(162E)와 보상 장치(100E)의 기준전위(기준전위 1)를 연결하는 경로상에 배치될 수 있다.
- [0148] 보상 커패시터부(162E)는, 일 단이 제2 보상 변압기(161E)의 2차 측과 연결되고, 타 단이 대전류 경로(111E, 112E, 113E, 114E) 각각에 연결되는 네 개의 Y-커패시터(Y-capacitor, Y-cap)를 포함한다.

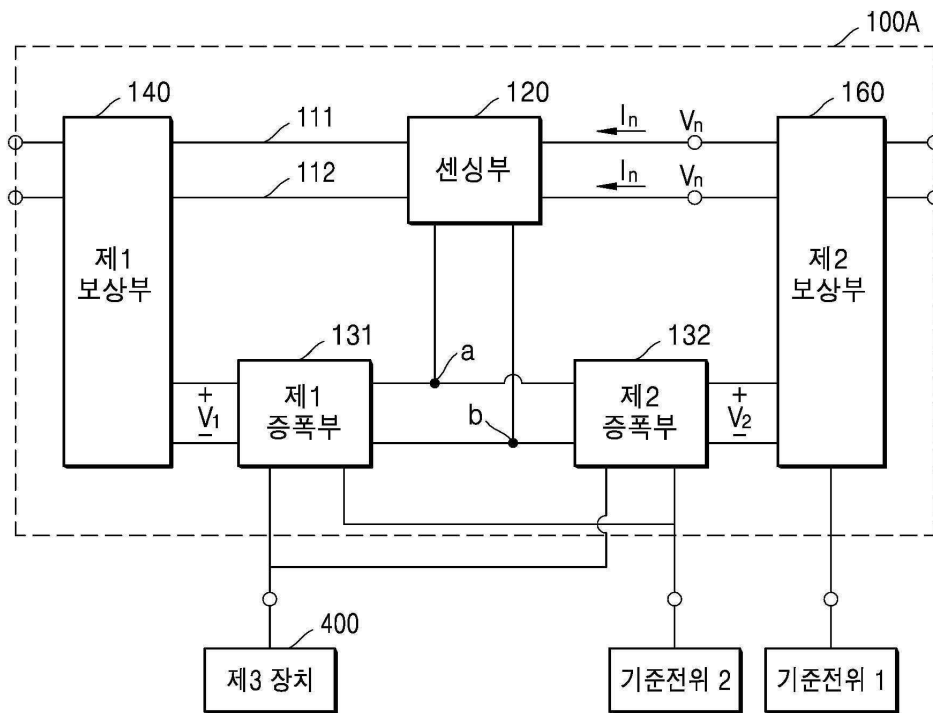
- [0149] 보상 커패시터부(150E)는 제2 보상 변압기(161E)의 2차 측 유도 전압 V_3 에 기초하여 제1 대전류 경로(111E), 제2 대전류 경로(112E), 제3 대전류 경로(113E), 및 제4 대전류 경로(114E) 각각으로부터 보상 전류 I_c 가 기준전위 1로 인출되게 한다.
- [0150] 이와 같은 실시예에 따른 능동형 보상 장치(100E)는 3상 4선의 전력 시스템의 전력선 상의 공통 모드 노이즈에 대한 전압 보상 및 전류 보상을 동시에 수행할 수 있다.
- [0151] 다양한 실시예에 따른 능동형 보상 장치는, CM 초크만 단독으로 사용하는 경우와는 달리, 고전력용으로 이용되더라도, 크기의 증가 정도나 가격의 증가 정도가 미미할 수 있다.
- [0152] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 보상 장치는, 대전류 경로(예: 전력선)로부터 전기적으로 절연되는 구조이므로, 증폭부(130)에 포함된 소자들을 EOS(electrical overstress)로부터 보호할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 증폭부(130)는, 전력선으로부터 절연되므로, 제어 보드에 사용되는 DC 저전압(예: 제3 장치(400), 48V 이내)을 이용할 수 있다. 따라서, 증폭부(130)는, 별도의 전력 변환 회로가 필요하지 않다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동형 보상 장치는, 전원 공급 장치(예: 제2 장치(200))의 기준전위(기준전위 1)와 상관없이, 증폭부(130)를 구성하기 위해 정격 전압이 낮은 소자들을 사용할 수 있다.
- [0153] 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. 또한, "필수적인", "중요하게" 등과 같이 구체적인 언급이 없다면 본 발명의 적용을 위하여 반드시 필요한 구성 요소가 아닐 수 있다.
- [0154] 따라서, 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

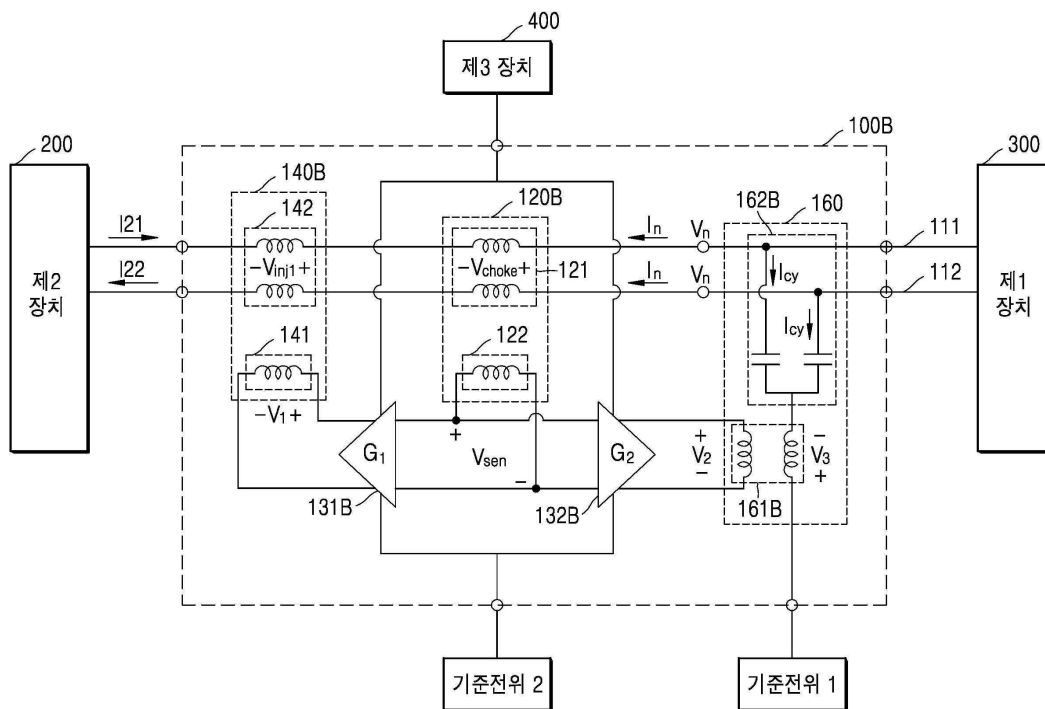
도면1



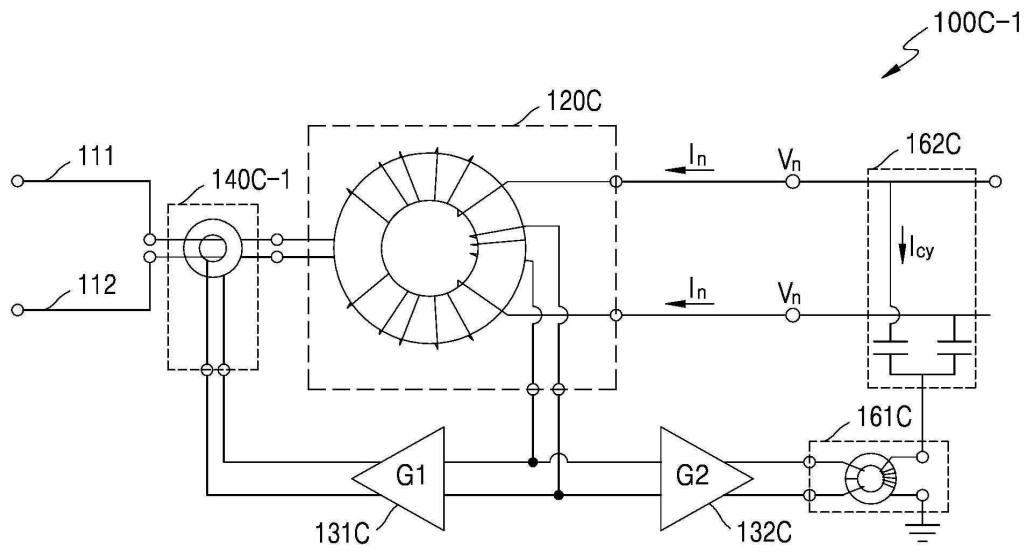
도면2



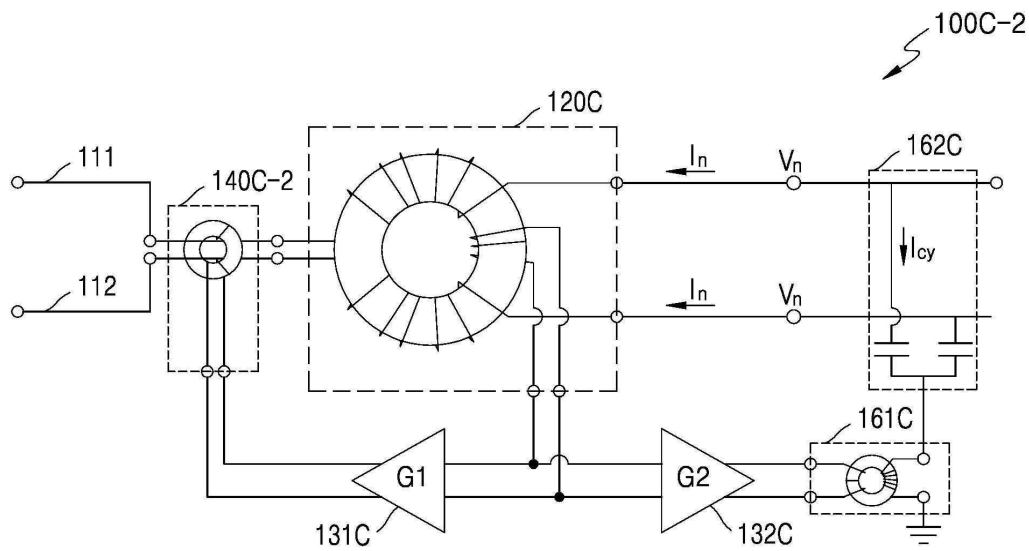
도면3



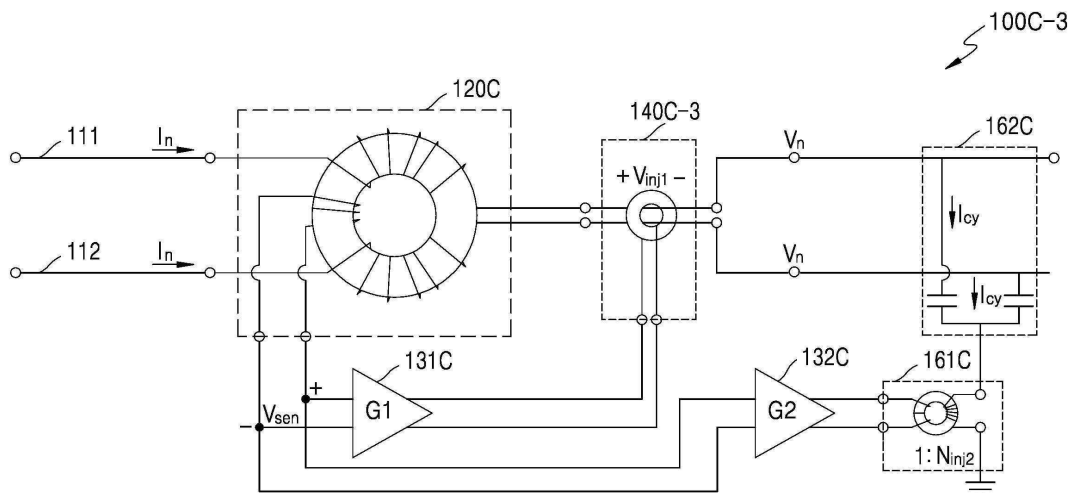
도면4



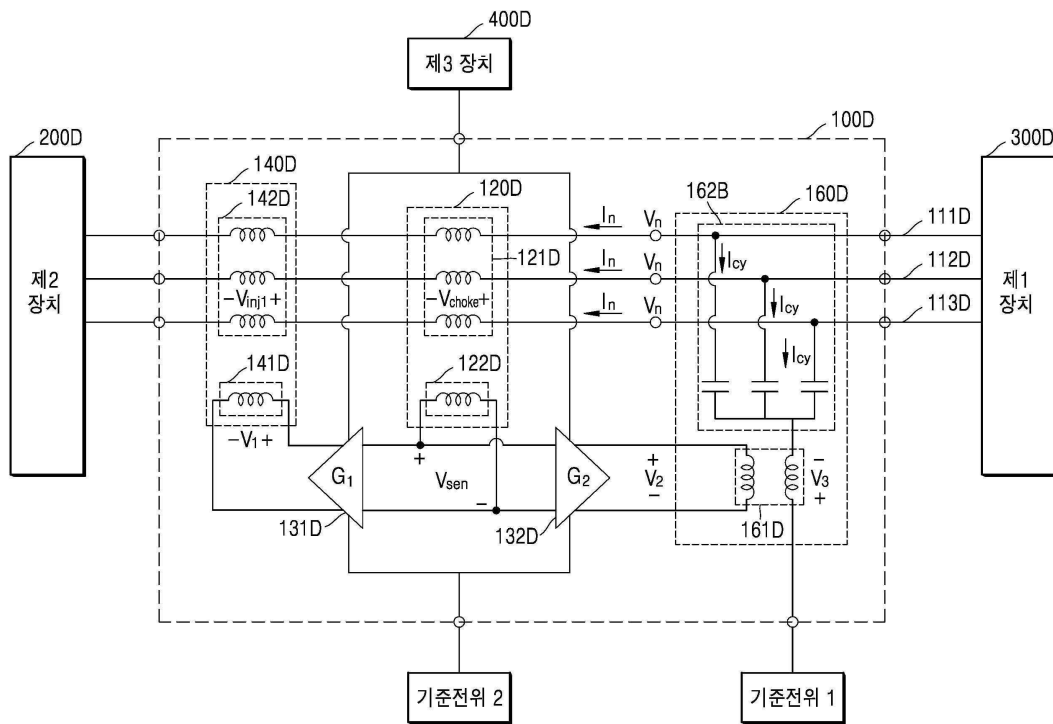
도면5



도면6



도면7



도면8

