



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0147584
(43) 공개일자 2023년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02M 1/44 (2007.01) H02M 1/00 (2007.01)
H02M 1/12 (2006.01) H02S 40/32 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H02M 1/44 (2013.01)
H02M 1/0064 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2023-0136355(분할)
(22) 출원일자 2023년10월13일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2021-0066514
원출원일자 2021년05월24일
심사청구일자 2022년10월07일

(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

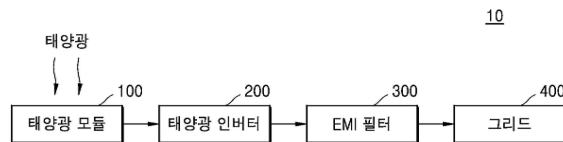
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 태양광 발전기용 전류 보상 시스템

(57) 요약

본 발명은 능동 EMI 필터를 이용하여 노이즈를 보상하는 태양광 발전기용 전류 보상 시스템에 관한 것이다. 태양광 발전용 인버팅 시스템에 있어서, DC 전압을 AC 전압으로 변환하는 태양광 인버터, AC 전압에 대응하는 노이즈를 저감하기 위해 능동 EMI 필터를 포함하는 EMI 필터부, 전력망 그리드; 및 전력망 그리드로부터 제2 전류를 상기 태양광 인버터에 전달하고, EMI 필터부를 관통하는 적어도 둘 이상의 관통선을 포함하고, 능동 EMI 필터는, 적어도 둘 이상의 관통선 상의 제1 전류를 감지하여, 제1 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 노이즈 센싱부, 출력 신호를 증폭하여 증폭 신호를 생성하는 능동 회로부, 증폭 신호에 기초하여 보상 전류를 생성하는 보상부 및 보상 전류가 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각으로 흐르는 경로를 제공하는 전달부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H02M 1/12 (2013.01)

H02S 40/32 (2015.01)

Y02E 10/56 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711177931
과제번호	2022-IT-RD-0099-01
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	(재단)연구개발특구진흥재단
연구사업명	연구개발특구역성
연구과제명	400V 이상급 배터리 충방전 시스템 적용을 위한 능동 EMI 필터 개발 및 성능 평가
기 여 율	1/3
과제수행기관명	이엠코어텍 주식회사
연구기간	2022.06.01 ~ 2023.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711168890
과제번호	2020R1A2C1005576
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	반도체 내 EMI 노이즈의 관측과 상쇄를 위한 회로 및 시스템 개발
기 여 율	1/3
과제수행기관명	울산과학기술원
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711152501
과제번호	2020-0-00839-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	방송통신산업기술개발
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

명세서

청구범위

청구항 1

태양광 발전용 인버팅 시스템에 있어서,

DC 전압을 AC 전압으로 변환하는 태양광 인버터;

상기 AC 전압에 대응하는 노이즈를 저감하기 위해 능동 EMI 필터를 포함하는 EMI 필터부;

전력망 그리드; 및

상기 전력망 그리드로부터 제2 전류를 상기 태양광 인버터에 전달하고, 상기 EMI 필터부를 관통하는 적어도 둘 이상의 관통선;을 포함하고,

상기 능동 EMI 필터는,

상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 상의 상기 제1 전류를 감지하여, 상기 제1 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 노이즈 센싱부;

상기 출력 신호를 증폭하여 증폭 신호를 생성하는 능동 회로부;

상기 증폭 신호에 기초하여 보상 전류를 생성하는 보상부; 및

상기 보상 전류가 상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각으로 흐르는 경로를 제공하는 전달부;를 포함하는 태양광 발전용 인버팅 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 능동 EMI 필터를 이용하여 노이즈를 보상하는 태양광 발전기용 전류 보상 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 가전용, 산업용 전기 제품이나 전기자동차와 같은 전기 기기들은 동작하는 동안 노이즈를 방출한다. 가령 전기 기기 내부의 스위칭 동작으로 인해 노이즈가 발생될 수 있다. 이러한 노이즈는 인체에 유해할 뿐만 아니라 연결된 다른 전자 기기의 오동작 또는 고장을 야기한다.

[0003] 전자 기기가 다른 기기에 미치는 전자 장애를, EMI(Electromagnetic Interference)라고 하며, 그 중에서도, 와이어 및 기관 배선을 경유하여 전달되는 노이즈를 전도성 방출(Conducted Emission, CE) 노이즈라고 한다.

[0004] 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 노이즈를 저감시키는 EMI 필터와 같은 전자파 노이즈 저감 장치를 필수적으로 포함한다.

[0005] 예를 들면, 에어컨과 같은 백색가전, 전기차, 항공, 에너지 저장 시스템(Energy Storage System, ESS) 등에서, 전류 보상 장치는 필수적으로 포함된다. 종래의 전류 보상 장치는, 전도성 방출(CE) 노이즈 중 공통 모드(Common Mode, CM) 노이즈를 저감시키기 위해 공통 모드 choke(CM choke)를 이용한다.

[0006] 그러나 공통 모드(CM) choke는, 고전력/고전류 시스템에서, 자기 포화 현상에 의해 노이즈 저감 성능이 급격히 떨어지게 되는 문제가 있고, 노이즈 저감 성능을 유지하기 위해서, 공통 모드 choke의 사이즈를 키우거나 개수를 늘릴 경우, EMI 필터의 크기와 가격이 매우 증가하는 문제점이 발생하였다.

[0007] 특히, 태양광 발전용 EMI 필터에서는 전도성 노이즈 저감을 위한 제1 EMI 필터와 서지(surge) 보호를 위한 소자 등을 구비하기 위한 제2 EMI 필터부를 포함하고 있다. 즉, 2개의 EMI 필터 각각에 공통 모드 choke(CM choke)가 포함되는 경우, 태양광 발전기용 전체 셋업의 부피와 면적이 커진다는 문제점이 있어 왔다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 일반적으로 가전용, 산업용 전기 제품이나 전기자동차와 같은 전기 기기들은 동작하는 동안 노이즈를 방출한다. 가령 전기 기기 내부의 스위칭 동작으로 인해 노이즈가 발생될 수 있다. 이러한 노이즈는 인체에 유해할 뿐만 아니라 연결된 다른 전자 기기의 오동작 또는 고장을 야기한다.
- [0009] 전자 기기가 다른 기기에 미치는 전자 장애를, EMI(Electromagnetic Interference)라고 하며, 그 중에서도, 와이어 및 기판 배선을 경유하여 전달되는 노이즈를 전도성 방출(Conducted Emission, CE) 노이즈라고 한다.
- [0010] 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 노이즈를 저감시키는 EMI 필터와 같은 전자파 노이즈 저감 장치를 필수적으로 포함한다.
- [0011] 예를 들면, 에어컨과 같은 백색가전, 전기차, 항공, 에너지 저장 시스템(Energy Storage System, ESS) 등에서, 전류 보상 장치는 필수적으로 포함된다. 종래의 전류 보상 장치는, 전도성 방출(CE) 노이즈 중 공통 모드(Common Mode, CM) 노이즈를 저감시키기 위해 공통 모드 초크(CM choke)를 이용한다.
- [0012] 그러나 공통 모드(CM) 초크는, 고전력/고전류 시스템에서, 자기 포화 현상에 의해 노이즈 저감 성능이 급격히 떨어지게 되는 문제가 있고, 노이즈 저감 성능을 유지하기 위해서, 공통 모드 초크의 사이즈를 키우거나 개수를 늘릴 경우, EMI 필터의 크기와 가격이 매우 증가하는 문제점이 발생하였다.
- [0013] 특히, 태양광 발전용 EMI 필터에서는 전도성 노이즈 저감을 위한 제1 EMI 필터와 서지(surge) 보호를 위한 소자 등을 구비하기 위한 제2 EMI 필터부를 포함하고 있다. 즉, 2개의 EMI 필터 각각에 공통 모드 초크(CM choke)가 포함되는 경우, 태양광 발전기용 전체 셋업의 부피와 면적이 커진다는 문제점이 있어 왔다.은 상술한 필요성에 따른 것으로, 능동 EMI 필터를 이용하여 노이즈 제거 성능을 유지하면서도 전체 부피 및 면적을 감소시킨 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일 실시 예에 따른 태양광 발전용 인버팅 시스템에 있어서, DC 전압을 AC 전압으로 변환하는 태양광 인버터; 상기 AC 전압에 대응하는 노이즈를 저감하기 위해 능동 EMI 필터를 포함하는 EMI 필터부; 전력망 그리드; 및 상기 전력망 그리드로부터의 제2 전류를 상기 태양광 인버터에 전달하고, 상기 EMI 필터부를 관통하는 적어도 둘 이상의 관통선;을 포함하고, 상기 능동 EMI 필터는, 상기 적어도 둘 이상의 관통선 상의 상기 제1 전류를 감지하여, 상기 제1 전류에 대응되는 출력 신호를 생성하는 노이즈 센싱부; 상기 출력 신호를 증폭하여 증폭 신호를 생성하는 능동 회로부; 상기 증폭 신호에 기초하여 보상 전류를 생성하는 보상부; 및 상기 보상 전류가 상기 적어도 둘 이상의 대전류 경로 각각으로 흐르는 경로를 제공하는 전달부;를 포함할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 EMI 필터부는, 제1 AC EMI 필터; 및 제2 AC EMI 필터;를 포함하고, 상기 제1 AC EMI 필터; 및 제2 AC EMI 필터 중 적어도 하나가 상기 능동 EMI 필터를 포함할 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 태양광 인버터는 DC EMI 필터;를 포함하고, 상기 DC EMI 필터는 상기 능동 EMI 필터를 포함할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 능동 EMI 필터의 출력부인 전원 측의 구조와 무관하게 상기 능동 EMI 필터가 동작할 수 있도록, 상기 전원 측의 전력선에 병렬 연결되는 감결합용 Y-커패시터를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 청구범위 및 도면으로부터 더 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [0020] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 능동 EMI 필터를 통해 가격, 면적, 부피, 무게가 크게 증가하지 않는 태양광 발전용 인버팅 시스템을 제공할 수 있다. 구체적으로, 다양한 실시예에 따른 능동 EMI 필터는, CM 초크를 포함하는 수동 필터에 비하여 가격, 면적, 부피, 무게가 감소될 수 있다.

- [0021] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 능동 EMI 필터는, CM 초크에 기생하지 않고 독립적으로 동작할 수 있는 능동 EMI 필터를 제공할 수 있다.
- [0022] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 태양광 발전용 인버팅 시스템은 능동 EMI 필터를 통해, 전력선으로부터 전기적으로 절연되는 능동 회로단을 가짐으로써, 능동 회로단에 포함된 소자들을 안정적으로 보호할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 태양광 발전용 인버팅 시스템은 능동 EMI 필터를 통해, 외부 과전압으로부터 보호될 수 있다.
- [0024] 이를 통해, 본 발명은, 주변 전기 시스템의 특성에 무관하게 안정적으로 동작할 수 있으며, 독립된 부품으로써 범용성을 가지며, 독립적인 모듈로써 상용화될 수 있는 능동 EMI 필터 모듈을 제공할 수 있다.
- [0025] 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 인버터를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMI 필터를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템에 사용될 수 있는 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.
- 도 5는 다른 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.
- 도 6은 또 다른 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.
- 도 7a 및 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3상 3선 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8a 및 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3상 4선 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템에 의한 공통 모드 노이즈 제거 효과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 본 개시의 다양한 실시예가 첨부된 도면과 연관되어 기재된다. 본 개시의 다양한 실시예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들이 도면에 예시되고 관련된 상세한 설명이 기재되어 있다. 그러나 이는 본 개시의 다양한 실시예를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 다양한 실시예의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경 및/또는 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용되었다.
- [0028] 본 개시의 다양한 실시예에서, "포함하다." 또는 "가지다." 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 본 개시의 다양한 실시예에서 "또는" 등의 표현은 함께 나열된 단어들의 어떠한, 그리고 모든 조합을 포함한다. 예를 들어, "A 또는 B"는, A를 포함할 수도, B를 포함할 수도, 또는 A와 B 모두를 포함할 수도 있다.
- [0030] 본 개시의 다양한 실시예에서 사용된 "제1", "제2", "첫째", 또는 "둘째" 등의 표현들은 다양한 실시예들의 다양한 구성요소들을 수식할 수 있지만, 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들어, 상기 표현들은 해당 구성요소들의 순서 및/또는 중요도 등을 한정하지 않으며, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있다.
- [0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 새로운 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0032] 본 개시의 실시 예에서 "모듈", "유닛", "부(part)" 등과 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 수행하는

구성요소를 지칭하기 위한 용어이며, 이러한 구성요소는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, 복수의 "모듈", "유닛", "부(part)" 등은 각각이 개별적인 특정한 하드웨어로 구현될 필요가 있는 경우를 제외하고는, 적어도 하나의 모듈이나 칩으로 일체화되어 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수 있다.

- [0033] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 개시의 다양한 실시예에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0034] 이하에서, 첨부된 도면을 이용하여 본 발명의 다양한 실시 예들에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 나타내는 도면이다.
- [0036] 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 태양광 모듈(100), 태양광 인버터(200) EMI 필터(300) 및 그리드(400)를 포함한다.
- [0037] 태양광 모듈(100)은 광전효과를 이용하여 태양열을 전압으로 변환하기 위한 구성으로, PV(PhotoVoltaic) 패넬 및 PV 셀을 포함할 수 있다. 태양광 모듈(100)은 태양광 발전을 통해 발생하는 DC 전압을 태양광 발전기용 인버터 또는 태양광 인버터(200)의 DC 입력 쪽에 인가할 수 있다.
- [0038] 태양광 모듈(100)에서 발전되는 전압은 DC 전압이지만, 대부분의 전력망(그리드, grid)은 AC 전압(예로, 60hz)이기 때문에, 이를 바꿔줄 DAC(DC-to-AC) 인버터가 필요하다. 이에 따라, 태양광 인버터(200)는 태양광 모듈(100)로부터 수신하는 DC 전압을 AC 전압으로 변환할 수 있다. 이에 대하여 도 2를 통해 자세히 설명하기로 한다.
- [0039] 한편, 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 태양광 인버터(200)에서 변환된 AC 전압에 대한 전도성 방출(CE) 노이즈를 저감하기 위해 EMI 필터(300)를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 EMI 필터(300)는 CM 초크에 기생하지 않고 독립적으로 동작할 수 있는 능동 EMI 필터로 구현된 것일 수 있다.
- [0040] 능동 EMI 필터(200)는 수동 필터부의 PCB에, 1 개의 CM 초크 및 4 개의 Y-cap 대신 실장되는 필터일 수 있다. 이에 대하여 도 3을 통해 자세히 설명하기로 한다.
- [0041] EMI 필터(300)에 의해 노이즈가 저감된 AC 전압은 그리드(400)로 전달될 수 있다. 이때, 그리드(400)는 태양광 발전을 통해 발생한 전압을 사용하는 전력망일 수 있으며, 특정 장치에 한정하지 않는다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 인버터를 설명하기 위한 도면이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 인버터(200)는 DC EMI 필터(210), DC/DC 컨버터(220) 및 DC/AC 인버터(230)를 포함할 수 있다.
- [0044] 태양광 모듈(100)과 태양광 인버터(200) 사이에는 케이블이 배치되게 되는데, 케이블의 노이즈가 많을 경우 케이블 노이즈 방사가 일어날 수 있다. 이에 따라 태양광 인버터(200)는 노이즈 방사를 저감시켜주기 위한 DC EMI 필터(210)를 포함할 수 있다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에 따르면, DC EMI 필터(210)는 능동 EMI 필터로 구현될 수 있다. 예를 들어, 150khz~10Mhz 대역 타겟인 경우, 케이블 노이즈 방사의 주된 원인이 공통 모드(CM) 노이즈이기 때문에, DC EMI 필터(210)는 능동 EMI 필터가 적용될 수 있다.
- [0046] 한편, 태양광의 입사량은 연중/일중 균일하지 않기 때문에, 태양광 모듈(100)에서 발생하는 DC 전압 또한 일정하지 않다. 이에 따라, 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 균일하지 않은 DC 발전 전압을 시스템이 사용할 수 있는 일정한 DC 전압으로 유지하기 위해 DC/DC 컨버터(220)를 포함할 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 국내 기준 220V/60hz AC 전압으로 변환하기 위해서는 DAC(DC-to-AC) 인버터의 DC 입력에 약 300V 이상의 DC 전압이 필요하다. 예를 들어, 태양광 모듈(100)에서 발전되는 전압이 300V 전압보다 작은 경우, DC/DC 컨버터(220)를 통해 DC 전압을 승압해줄 수 있다. 일례로, DC/DC 컨버터(220)는 비절연타입 단방향 부스트 컨버터(boost converter)로 구현될 수 있으며, 이를 통해 AD(AC-to-DC) 인버터의 입력에 일정한 300V 이상의 전압을 공급할 수 있다.
- [0048] 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 상술한 바와 같이, DC 전압을 AC 전압으로 변환하기 위한 전력변환 회로로 DC/AC 인버터(230)를 포함할 수 있다. DC/AC 인버터(230)는 DC 전압을 220V/60hz으로 변환하여 AC 전력망

(그리드; 400)으로 공급할 수 있다. 일례로, DC/AC 인버터(230)는 T-type 인버터 회로로 구현될 수 있으며, 고조파 규격을 맞추기 위해 고조파를 충분히 저감하기 위한 리액터(reactor)를 포함할 수 있다.

[0049] DC/AC 인버터(230)에서 변환된 AC 전압은 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)을 통해 EMI 필터(300)로 전달될 수 있다. 한편, 도 2에서는 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)이 각각 하나의 DC선과 N상선으로 구현되는 것을 도시하였으나, 이는 일예에 불과하다. 태양광 패널(100)이 복수 개로 병렬 설치되면, 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 태양광 전류에 대응하여 다양한 수의 DC선을 포함하도록 구현될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)은 R상, S상, T상의 3개의 전력선 및 굵은 N상선의 3상 4선의 관통선을 포함하여 구현될 수 있으나, 이에 한정하지 않으며 3상 3선의 관통선을 포함하여 구현될 수 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 EMI 필터를 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 3을 참조하면, 본 발명의 EMI 필터(300)는 제1 AC EMI 필터(310) 및 제2 AC EMI 필터(320)를 포함할 수 있다. 이때, 제1 AC EMI 필터(310)는 전도성 노이즈 저감을 위한 EMI 필터일 수 있다. 일례로, 제1 AC EMI 필터(310)는 필터뿐만 아니라 전류 센서 및 릴레이(relay)를 포함할 수 있다.

[0052] 나아가, 제2 AC EMI 필터(320) 역시 전도성 노이즈 저감을 위한 EMI 필터일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 AC EMI 필터(320)는 서지(surge) 보호 소자를 포함할 수 있다.

[0053] 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 AC EMI 필터(310) 및/또는 제2 AC EMI 필터(320)는 각각 CM 초크 대신 능동 EMI 필터를 통해 구현될 수 있다. 종래의 태양광 발전기용 EMI 필터는 수동 소자를 포함하기 때문에 크기 및 부피가 크게 증가하기 때문에, 2개의 필터부분으로 구현하였다. 다만, 본 발명에 따르면 제1 AC EMI 필터(310) 및/또는 제2 AC EMI 필터(320)를 능동 소자를 이용하여 크기 및 부피를 감소시킬 수 있고, 이에 따라서 제1 AC EMI 필터(310) 및/또는 제2 AC EMI 필터(320)를 하나의 EMI 필터로 구현할 수 있다.

[0054] 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)에 사용될 수 있는 본 발명의 능동 EMI 필터는 도 4 내지 도 6을 통해 자세히 설명하기로 한다.

[0055] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템에 사용될 수 있는 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.

[0056] 일 실시예에 따르면, 태양광 인버터(200)로부터 전력을 송신하는 전력선이 능동 EMI 필터를 관통하도록 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)으로 설계될 수 있다.

[0057] 전술한 바와 같이, 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터는, 노이즈 센싱부(11), 능동 회로부(12), 보상부(13) 및 전달부(14)를 포함할 수 있다.

[0058] 전술한 바와 같이 둘 이상의 전력선 또는 관통선(21, 22) 각각은 그리드(400)에 의해 공급되는 전원, 즉 제2 전류를 태양광 인버터(200)에 전달하는 경로일 수 있다.

[0059] 일 실시예에 따르면, 제2 전류는 제2 주파수 대역의 주파수를 갖는 교류 전류일 수 있다. 이때 제2 주파수 대역은 가령 50Hz 내지 60Hz의 범위를 갖는 대역일 수 있다.

[0060] 또한, 둘 이상의 둘 이상의 전력선 또는 관통선(21, 22) 각각은 태양광 인버터(200)에서 발생한 노이즈, 즉 제1 전류의 적어도 일부가 그리드(400)에 전달되는 경로일 수도 있다. 이때 제1 전류는 둘 이상의 전력선 또는 관통선(21, 22) 각각에 대해 공통 모드(Common Mode)로 입력 될 수 있다.

[0061] 제1 전류는 다양한 원인에 의해 태양광 인버터(200)에서 의도치 않게 발생하는 전류일 수 있다. 가령 제1 전류는 태양광 인버터(200)와 주변 환경 사이의 가상의 커패시턴스(Capacitance)에 의해 발생하는 노이즈 전류일 수 있다.

[0062] 제1 전류는 제1 주파수 대역의 주파수를 갖는 전류일 수 있다. 이때 제1 주파수 대역은 전술한 제2 주파수 대역보다 높은 주파수 대역일 수 있는데, 예컨대 150KHz 내지 30MHz의 범위를 갖는 대역일 수 있다.

[0063] 노이즈 센싱부(11)는 관통선(21, 22)에 전기적으로 연결되어 제1 전류를 감지하고, 감지 결과에 대응되는 출력 신호를 생성할 수 있다. 바꾸어 말하면 노이즈 센싱부(11)는 관통선(21, 22) 상에서 제1 전류를 감지하는 수단을 의미할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 노이즈 센싱부(11)는 센싱 변압기(110)를 포함할 수 있다.

[0064] 센싱 변압기(110)는 전력선인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)에 각각 전기적으로 연결된 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)과, 상기 제1,2 기준 권선(1101)(1102)과 동일한 코어에 형성된 센싱 권선

(1100)을 포함할 수 있다.

- [0065] 상기 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)은 전력선에 연결된 1차 권선이 될 수 있고, 센싱 권선(1100)은 2차 권선이 될 수 있다.
- [0066] 상기 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)은 각각 코어에 감겨 있는 권선의 형태가 될 수 있는 데, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 제1 기준 권선(1101) 또는 제2 기준 권선(1102) 중 적어도 하나는 코어를 통과하는 구조일 수 있다.
- [0067] 센싱 권선(1100)은 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)이 감겨 있는 및/또는 통과하는 코어에 적어도 1회 이상 권취된 구조일 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 상기 센싱 권선(1100)은 상기 코어를 관통하는 구조로 형성될 수 있다.
- [0068] 이러한 센싱 권선(1100)은 1차 권선과 전기적으로 절연되며, 제2 장치(3)로부터 발생된 노이즈 전류가 감지되고, 노이즈 전류로부터 일정 비율로 변환된 전류가 유도될 수 있다.
- [0069] 상기 1차 권선과 2차 권선은 자속 및/또는 자속 밀도의 생성 방향을 고려하여 권취될 수 있다.
- [0070] 예컨대 제1 기준 권선(1101)에 노이즈인 제1 전류가 입력 됨에 따라 코어에는 제1 자속 밀도가 유도될 수 있다. 이와 유사하게, 제2 기준 권선(1102)에 노이즈인 제1 전류가 입력 됨에 따라 코어에는 제2 자속 밀도가 유도될 수 있다.
- [0071] 유도된 제1,2 자속 밀도에 의해 제2 차측인 센싱 권선(1100)에는 제1 유도 전류가 유도될 수 있다.
- [0072] 이때 센싱 변압기는 제1 전류에 의해 유도되는 제1 자속 밀도와 제2 자속 밀도가 서로 중첩될 수 있게(또는 서로 보강할 수 있게) 구성되어, 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)과 절연된 제2 차 측, 즉, 센싱 권선(1100)에서 제1 전류와 대응되는 제1 유도 전류를 생성할 수 있다.
- [0073] 한편, 제1 기준 권선(1101), 제2 기준 권선(1102) 및 센싱 권선(1100)이 코어에 권취되는 수는, 능동 EMI 필터가 사용되는 시스템의 요구 조건에 따라 적절히 결정될 수 있다.
- [0075] 예를 들어, 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)인 1차 권선과 센싱 권선(1100)인 2차 권선의 권선비가 1:Nsen일 수 있다. 또한, 센싱 변압기의 1차 권선의 셀프 인덕턴스가 Lsen이라고 하면, 2차 권선은, Nsen2 · Lsen의 셀프 인덕턴스를 가질 수 있다. 센싱 변압기(120)의 1차 권선과 2차 권선은, ksen의 결합 계수(coupling coefficient)로 결합될 수 있다.
- [0076] 한편, 전술한 센싱 변압기(110)는 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각에 흐르는 통상 전류인 제2 전류에 의해 유도되는 자속 밀도가 소정의 자속 밀도 조건을 만족하도록 구성될 수 있다.
- [0077] 즉, 제1 기준 권선(1101) 및 제2 기준 권선(1102)에 흐르는 제2 전류에 의해 코어에는 제3 자속 밀도 및 제4 자속 밀도가 각각 유도될 수 있다. 이 때, 제3 자속 밀도와 제4 자속 밀도는 서로 상쇄되는 조건일 수 있다.
- [0078] 바꾸어 말하면, 센싱 변압기(110)는 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각에 흐르는 통상 전류인 제2 전류에 의해 2차측인 센싱 권선(1100)에 유도되는 제2 유도 전류를 소정의 임계 크기 미만이 되도록 할 수 있고, 이에 따라 센싱 변압기는 제2 전류에 의해 유도되는 자속 밀도들이 서로 상쇄될 수 있게 구성되어, 전술한 제1 전류만이 감지되도록 할 수 있다.
- [0079] 센싱 변압기(110)는 제1 주파수 대역(예를 들어 150KHz 내지 30MHz의 범위를 갖는 대역)의 노이즈 전류인 제1 전류에 의해 유도되는 제1,2 자속 밀도의 크기가 제2 주파수 대역(예를 들어 50Hz 내지 60Hz의 범위를 갖는 대역)의 통상 전류인 제2 전류에 의해 유도되는 제3,4 자속 밀도의 크기보다 크도록 구성될 수 있다.
- [0080] 본 발명에서 A 구성요소가 B 하도록 구성된다는 것은, A 구성요소의 디자인 파라미터가 B 하기에 적절하도록 설정되는 것을 의미할 수 있다. 가령 센싱 변압기가 특정 주파수 대역의 전류에 의해 유도되는 자속의 크기가 크도록 구성된다는 것은, 센싱 변압기의 크기, 코어의 직경, 권취 수, 인덕턴스의 크기, 및 상호 인덕턴스의 크기와 같은 파라미터가 특정 주파수 대역의 전류에 의해 유도되는 자속의 크기가 강하게 되도록 적절하게 설정된 것을 의미할 수 있다.
- [0081] 센싱 변압기(110)의 제2차 측인 센싱 권선(1100)은 제1 유도 전류를 능동 회로부(12)에 공급하기 위해, 도 2에 도시된 바와 같이 능동 회로부(12)의 입력단과 능동 회로부(12)의 기준전위를 연결하는 경로상에 배치될 수 있

다.

- [0082] 일 실시예에 따르면, 상기 능동 회로부(12)는 센싱 변압기에 의해 생성된 제1 유도 전류를 증폭하여 증폭 전류를 생성하기 위한 수단일 수 있다.
- [0083] 일 실시예에 따르면, 상기 센싱 권선(1100)은 능동 회로부(12)의 입력단과 차동(Differential)으로 연결될 수 있다.
- [0084] 본 발명에서 능동 회로부(12)에 의한 증폭은 증폭 대상의 크기 및/또는 위상을 조절하는 것을 의미할 수 있다. 가령 능동 회로부(12)는 제1 유도 전류의 위상을 180도 변경하고, 크기를 k 배($k \geq 1$)만큼 증가시켜 증폭 전류를 생성할 수 있다.
- [0085] 능동 회로부(12)는 전술한 센싱 변압기(110)의 변압 비율 및 후술하는 보상 변압기(131)의 변압 비율을 고려하여 증폭 전류를 생성하도록 설계될 수 있다. 가령 센싱 변압기(110)가, 노이즈 전류인 제1 전류에 대해, 크기가 $1/F_1$ 배인 제1 유도 전류로 변환하고, 보상 변압기(131)가 증폭 전류에 대해, 크기가 $1/F_2$ 배가 되도록 보상 전류로 변환하는 경우, 능동 회로부(12)는 제1 유도 전류의 크기의 $F_1 \times F_2$ 배인 증폭 전류를 생성할 수 있다.
- [0086] 이때 능동 회로부(12)는 증폭 전류의 위상이 제1 유도 전류의 위상과 반대가 되도록 증폭 전류를 생성할 수 있다.
- [0087] 능동 회로부(12)는 다양한 수단으로 구현될 수 있는 데, 일 실시예에 따르면, 능동 회로부(12)는 OP AMP(121)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 상기 능동 회로부(12)는 OP AMP 이외에 저항과 커패시터 등 복수의 수동 장치들을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 상기 능동 회로부(12)는 BJT(Bipolar Junction Transistor) 및/또는 저항과 커패시터 등 복수의 수동 장치들을 포함할 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명에서 설명하는 증폭을 위한 수단은 본 발명의 능동 회로부(12)로 제한 없이 사용될 수 있다.
- [0088] 능동 회로부(12)는 별도의 전원 장치(미도시)로부터 전원을 공급받아 제1 유도 전류를 증폭하여 증폭 전류를 생성할 수 있다. 이때 전원 장치는 태양광 인버팅 시스템(10)과 무관하게 전원으로부터 전원을 공급 받아 능동 회로부(12)의 입력 전원을 생성하는 장치일 수 있다. 또한, 전원 장치는 태양광 인버팅 시스템(10)으로부터 전원을 공급 받아 능동 회로부(12)의 입력 전원을 생성하는 장치일 수도 있다.
- [0089] 상기 보상부(13)는 증폭된 출력 신호에 기초하여 보상 신호를 생성할 수 있다.
- [0090] 일 실시예에 따르면, 상기 보상부(13)는 보상 변압기(131)를 포함할 수 있다. 이 때 보상 변압기(131)는 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)과 절연된 및/또는 독립된(isolated) 상태에서 증폭 전류에 기초하여 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 측에 또는 제2차 측(1312)에 보상 전류를 생성하기 위한 수단일 수 있다.
- [0091] 보다 구체적으로, 보상 변압기(131)는 능동 회로부(12)의 출력단과 차동으로 연결되는 제1차 측(1311)에서, 능동 회로부(12)가 생성한 증폭 전류에 의해 유도되는 제3 자속 밀도에 기초하여 제2차 측(1312)에 보상 전류를 생성할 수 있다. 이 때 제2차 측(1312)은 후술하는 전달부(14)와 능동 EMI 필터의 기준전위(기준전위 1)로 접지될 수 있다.
- [0092] 상기 보상 변압기(131)의 제2차측(1312)은 전달부(14)를 개재한 상태로 전력선인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)에 전기적으로 연결된다. 따라서, 능동 회로부(12)는 전력선으로부터 절연될 수 있고, 이에 따라 능동 회로부(12)를 보호할 수 있다.
- [0093] 한편, 다른 일 실시예에 따르면, 상기 보상 변압기(131)의 제1 차측(1311), 능동 회로부(12) 및 센싱 권선(1100)은 능동 EMI 필터의 나머지 구성요소들과 구분되는 기준전위(기준전위 2)로 접지될 수 있다. 즉, 전술한 능동 회로부(12)의 기준전위(기준전위 2)와 능동 EMI 필터의 기준전위(기준전위 1)는 서로 구분되는 전위일 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 기준전위 1과 기준전위 2는 서로 동일한 전위가 될 수 있다.
- [0094] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에 따르면, 보상 전류를 생성하는 구성요소에 대해서 나머지 구성요소와 상이한 기준전위를 사용하고, 별도의 전원을 사용함으로써 보상 전류를 생성하는 구성요소가 절연된 상태에서 동작하도록 할 수 있으며, 이로써 능동 EMI 필터의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0095] 전술한 바와 같이, 보상 변압기(131)는, 능동 회로부(12)에 의해 증폭되어 보상 변압기(131)의 제1차측(1311)에 흐르는 전류를 일정 비율로 변환하여 보상 변압기(131)의 제2차측(1312)에 유도시킬 수 있다.

- [0096] 예를 들어, 보상 변압기(131)에서, 제1차측(1311)과 제2차측(1312)의 권선비가 1:Ninj일 수 있다. 또한, 보상 변압기(131)의 제1차측(1311)의 셀프 인덕턴스가 Linj이라고 하면, 보상 변압기(131)의 제2차측(1312)은, Ninj2 · Linj의 셀프 인덕턴스를 가질 수 있다. 보상 변압기(131)의 제1차 측과 제2차측은, kinj의 결합 계수(coupling coefficient)로 결합될 수 있다. 보상 변압기(131)를 통해 변환된 전류는, 보상 커패시터부(141)를 통해 전력선인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)에 보상 전류(Icomp)로서 주입될 수 있다.
- [0097] 전달부(14)는 보상 변압기(131)에 의해 생성된 전류가 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각으로 흐르는 경로를 제공하는 수단일 수 있는 데, 일 실시예에 따르면, 상기 전달부(14)는 보상 커패시터부(141)를 포함할 수 있다.
- [0098] 보상 커패시터부(141)는 능동 EMI 필터의 기준전위(기준전위 1)와 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각을 연결하는 적어도 둘 이상의 보상 커패시터를 포함할 수 있다. 상기 각 보상 커패시터는 Y-커패시터(Y-capacitor, Y-cap)를 포함할 수 있다. 각 보상 커패시터의 일단은 보상 변압기(131)의 제2차측(1312)과 연결되는 노드를 공유하며, 타단은 각각 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)과 연결되는 노드를 가질 수 있다.
- [0099] 보상 커패시터부(141)는 적어도 둘 이상의 보상 커패시터를 통해 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 사이에 흐르는 전류가 소정의 제1 전류 조건을 만족하도록 구성될 수 있다. 이때 소정의 제1 전류 조건은 전류의 크기가 소정의 제1 임계 크기 미만인 조건일 수 있다.
- [0100] 또한, 보상 커패시터부(141)는 적어도 둘 이상의 보상 커패시터를 통해 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각과 능동 EMI 필터의 기준전위(기준전위 1) 사이에 흐르는 전류가 소정의 제2 조건을 만족하도록 구성될 수 있다. 이때 소정의 제2 조건은 전류의 크기가 소정의 제2 임계 크기 미만인 조건일 수 있다.
- [0101] 도 4와 같이, CSCC 구조인 능동 EMI 필터가 안정적인 성능을 유지하기 위해서는, 능동 EMI 필터의 출력 측(즉, 전원 측)의 임피던스가, 노이즈 소스 측의 임피던스(Z_n) 보다 충분히 작아야 할 수 있다.
- [0102] 하지만, 노이즈 소스 측의 임피던스(Z_n) 및 출력 측의 임피던스(Z_{line})는, 전력 시스템과 필터의 주변 상황에 따라 임의로 달라질 수 있다. 예를 들어, 가전 제품의 경우 능동 EMI 필터(100)의 출력 측에는 콘센트나 벽이 위치할 수 있고, 이들의 임피던스(Z_{line})는 임의의(random) 값을 가질 수 있다. 따라서, 주변 상황에 의한 불확정성을 없애고, 어떤 상황에서도 독립적으로 동작할 수 있도록, 능동 EMI 필터에 감결합 Y-커패시터(15)를 병렬 연결할 수 있다.
- [0103] 감결합 Y-커패시터(15)의 임피던스(Z_Y)는, 노이즈 저감의 대상이 되는 주파수 대역에서 충분히 작은 값을 가지도록 설계될 수 있다. 예를 들면, 감결합 Y-커패시터(15)의 임피던스 Z_Y 는, 수학적 1을 만족할 수 있다.

수학적 1

- [0104]
$$Z_{line} \parallel Z_Y \approx Z_Y$$
- [0105] 수학적 1을 참조하면, 능동 EMI 필터에서 전원 측으로 바라본 임피던스 $Z_{line} \parallel Z_Y$ 는, 감결합 Y-커패시터(15)로 인해 거의 일정한 값을 가질 수 있다. 예를 들어 감결합 Y-커패시터(15)의 임피던스 Z_Y 는, 지정된 값보다 작은 값을 가지도록 설계될 수 있다. 감결합 Y-커패시터(15)의 임피던스(Z_Y)가 노이즈 저감의 대상이 되는 주파수 대역에서 충분히 작은 값을 가짐으로써, 능동 EMI 필터(100)가 출력 측 임피던스(Z_{line})에 상관없이 정상적으로 동작할 수 있다.
- [0106] 따라서, 능동 EMI 필터는, 어떤 시스템에서도 독립적인 모듈로써 이용될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 능동 EMI 필터에 감결합 Y-커패시터(15)를 병렬 연결함으로써 능동 EMI 필터 모듈을 제공할 수 있음은 물론이다.
- [0107] 보상 커패시터부(141)를 따라 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각으로 흐르는 보상 전류는 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 상의 제1 전류를 상쇄시켜, 제1 전류가 전술한 제2 장치(2)로 전달되는 것을 방지할 수 있다. 이때 제1 전류와 보상 전류는 동일한 크기에 위상이 서로 반대인 전류일 수 있다.

- [0108] 이로써 본 발명의 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터는 태양광 인버터(200)와 연결되는 적어도 둘 이상의 대전류 경로인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22) 각각에 공통 모드로 입력되는 노이즈 전류인 제1 전류를 능동적으로 보상하여, 태양광 인버터(200)로 방출되는 노이즈 전류를 억제한다. 이를 통해 그리드(400) 및/또는 태양광 인버터(200)와 연결되는 다른 장치들의 오동작이나 파손을 방지할 수 있다.
- [0109] 상기와 같은 구조의 능동 EMI 필터는 기관 상에 구현될 수 있는 데, 전자파 노이즈를 감지하도록 구비된 노이즈 센싱부(11)를 포함하는 제1 소자 그룹과, 전자파 노이즈에 대한 보상 신호를 생성하도록 구비된 보상부(13)를 포함하는 제2 소자 그룹이 서로 다른 기관에 각각 장착되도록 구비될 수 있다.
- [0110] 도 5는 다른 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.
- [0111] 도 5에 도시된 실시예는, 전술한 도 4에 도시된 실시예와 달리, 태양광 인버터(200) 측으로 나가는 노이즈 전류를 감지하여 그리드(400) 측에서 전류로 보상하는, 피드백(Feedback) 타입의 CSCC 능동 EMI 필터를 나타낸다. 도 5에 도시된 노이즈 센싱부(11), 능동 회로부(12), 보상부(13) 및 전달부(14)는 각각 전술한 도 4에 도시된 소자들과 동일한 기능을 수행할 수 있다.
- [0112] 도 6은 또 다른 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터의 보다 구체적인 예를 도시한 것이다.
- [0113] 도 6을 참조하면, 상기 다른 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터는 노이즈 센싱부(11)가 센싱 커패시터부(112)를 포함할 수 있다. 도 6에 도시된 실시예에 따른 능동 EMI 필터는 센싱 커패시터부(112)를 이용하여 노이즈 전압을 감지하고, 전달부(14)의 보상 커패시터부(141)를 이용하여 전류로 보상하는 전압-센싱 전류-보상(Voltage-sense Current-Compensation, VSCC) 능동 EMI 필터를 나타낸다. 이러한 실시예에 따른 능동 EMI 필터와 같은 VSCC 구조에서는, 피드포워드(feedforward)와 피드백(feedback)이 동작 원리상 구분되지 않을 수 있다. 즉 도 6에 도시된 능동 EMI 필터에서, 입/출력부의 구분이 없을 수 있다. 또한, 실시예에 따른 능동 EMI 필터도, 보상 변압기(131) 및 센싱 변압기(113)를 이용함으로써 독립된(isolated) 구조를 가질 수 있다.
- [0114] 센싱 커패시터부(112)는, 전력선인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)으로 입력되는 노이즈 전압을 감지할 수 있다. 센싱 커패시터부(112)는, 두 개의 센싱 커패시터를 포함할 수 있는 데, 각 센싱 커패시터는 Y-cap을 포함할 수 있다. 상기 두 개의 센싱 커패시터 각각의 일 단은, 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)과 전기적으로 연결될 수 있고, 타단은 센싱 변압기(113)의 1차측과 연결되는 노드를 공유할 수 있다. 센싱 변압기(113)의 1차측은, 센싱 커패시터부(112)를 거쳐 전력선인 제1 관통선(21) 및 제2 관통선(22)과 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0115] 센싱 변압기(113)는, 전력선에 흐르는 노이즈를 센싱하기 위해, 전력선 측과 연결된 1차측 및 능동 회로부(12)와 연결된 2차측을 포함할 수 있다. 센싱 변압기(113)의 2차측은 능동 회로부(12)의 입력단과 차동(Differential)으로 연결될 수 있다.
- [0116] 도 6에 도시된 실시예에 따른 능동 EMI 필터에 포함된 센싱 변압기(113), 능동 회로부(12), 보상 변압기(131), 및 보상 커패시터부(141)는 각각 전술한 실시예들의 센싱 변압기, 능동 회로부(121), 보상 변압기(131), 보상 커패시터부(141) 및 감결합 Y-커패시터(15)에 대응되는 동작을 수행할 수 있다.
- [0117] 비록 도면에 도시하지는 않았지만, 이상 설명한 실시예들에서, 상기 능동 회로부(12)는 보상 변압기(131)와의 사이에 하이패스 필터(미도시)를 더 포함해, 노이즈 저감의 대상이 되는 주파수 대역 이하의 저주파에서 능동 회로부(12)가 동작하는 것을 차단할 수 있다.
- [0118] 도 7a 및 7b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3상 3선 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0119] 도 7a를 참조하면, 태양광 모듈(100)은 2개의 DC 선과 1개의 N상선을 통해 태양광 인버터(200)로 DC 전압을 입력할 수 있다. 태양광 인버터(200)는 변환된 AC 전압을 제1 관통선(21), 제2 관통선(22) 및 제3 관통선(23)을 통해 EMI 필터(300) 및 그리드(400)로 전달할 수 있다. 이때, 제1 관통선(21)은 R상, 제2 관통선(22)은 S상, 제3 관통선(23)은 N상의 전력선일 수 있다.
- [0120] 도 7a 및 도 7b에 도시된 실시예는 도 1에 도시된 실시예를 바탕으로 이를 3상 3선 구조로 나타낸 것이나, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 도 4 내지 도 6에 도시된 실시예에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0121] 도 8a 및 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 3상 4선 태양광 발전기용 인버팅 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0122] 도 8a 및 8b에 도시된 실시예는 도 1에 도시된 실시예 및 도 7a, 7b에 도시된 3상 3선 실시예와 달리 3상 4선 구조의 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)이다. 태양광 발전기의 경우, 태양광 모듈(100)에서 발전되는 전류를

크기 때문에, DC 선 3개와, 굵은 N상 선으로 DC 입력을 전달할 수 있다.

- [0123] 도 8a를 참조하면, 태양광 모듈(100)은 3개의 DC 선과 1개의 N상선을 통해 태양광 인버터(200)로 DC 전압을 입력할 수 있다. 태양광 인버터(200)는 변환된 AC 전압을 제1 관통선(21), 제2 관통선(22) 및 제3 관통선(23)을 통해 EMI 필터(300) 및 그리드(400)로 전달할 수 있다. 이때, 제1 관통선(21)은 R상, 제2 관통선(22)은 S상, 제3 관통선(23)은 T상 및 제4 관통선(24)은 N상의 전력선일 수 있다. 이와 같이 본 발명에서 둘 이상의 관통선의 수량은 사용되는 발전 시스템의 구성에 따라 다양하게 설정될 수 있다.
- [0124] 노이즈 센싱부(11)는 노이즈를 센싱할 수 있는 센싱 변압기(110)를 포함할 수 있는 데, 상기 센싱 변압기는, 제1 관통선(21) 내지 제4 관통선(24)에 각각 연결된 제1 기준 권선(1101) 내지 제4 기준 권선(1104)과, 상기 제1 기준 권선(1101) 내지 제4 기준 권선(1104)과 동일한 코어에 형성된 센싱 권선(1100)을 포함할 수 있다.
- [0125] 상기 제1 기준 권선(1101) 내지 제4 기준 권선(1104)은 전력선에 연결된 1차 권선이 될 수 있고, 센싱 권선(1100)은 2차 권선이 될 수 있다.
- [0126] 상기 제1 기준 권선(1101) 내지 제4 기준 권선(1104)은 각각 코어에 감겨 있는 권선의 형태가 될 수 있는 데, 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 제1 기준 권선(1101), 제2 기준 권선(1102), 제3 기준 권선(1103) 또는 제4 기준 권선(1104) 중 적어도 하나는 코어를 통과하는 구조일 수 있다.
- [0127] 센싱 권선(1100)은 제1 기준 권선(1101) 내지 제4 기준 권선(1104)이 감겨 있는 및/또는 통과하는 코어에 적어도 1회 이상 권취된 구조이거나 코어를 1회 관통하는 구조일 수 있다.
- [0128] 센싱 권선(1100)은 전술한 실시예들과 동일하게 전력선과는 절연(isolated)되며, 제2 장치(3)로부터 발생하는 노이즈 전류를 감지할 수 있다. 1차 권선과 2차 권선은 자속 및/또는 자속 밀도의 생성 방향을 고려하여 권취될 수 있다.
- [0129] 센싱 권선(1100)은 유도 전류를 능동 회로부(12)로 공급하고, 능동 회로부(12)는 이를 증폭하여 증폭 전류를 생성한다. 능동 회로부(12)는 전술한 센싱 변압기의 변압 비율 및 후술하는 보상 변압기(131)의 변압 비율을 고려하여 증폭 전류를 생성할 수 있도록 설계될 수 있다. 능동 회로부(12)는 다양한 수단으로 구현될 수 있는 데, 일 실시예에 따르면, 능동 회로부(12)는 OP AMP(121)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 상기 능동 회로부(12)는 OP AMP 이외에 저항과 커패시터 등 복수의 수동 장치들을 포함할 수 있다. 또 다른 실시예에 따르면, 상기 능동 회로부(12)는 BJT(Bipolar Junction Transistor) 및/또는 저항과 커패시터 등 복수의 수동 장치들을 포함할 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명에서 설명하는 증폭을 위한 수단은 본 발명의 능동 회로부(12)로 제한 없이 사용될 수 있다.
- [0130] 상기 증폭 전류는, 보상부(13) 및 전달부(14)를 통해 제1 관통선(21), 제2 관통선(22), 제3 관통선(23) 및/또는 제4 관통선(24)으로 흘러, 노이즈를 보상할 수 있다.
- [0131] 상기 보상부(13)는, 보상 변압기(131)를 포함할 수 있고, 전달부(14)는 보상 커패시터부(141)를 포함할 수 있는 데, 구체적인 구성 및 기능은 전술된 실시예들과 동일하게 적용할 수 있다. 보상 커패시터부(141)의 각 커패시터들의 일단은 보상 변압기(131)에 연결되고 타단은 제1 관통선(21) 내지 제4 관통선(24)에 각각 연결된다.
- [0132] 도 8b에 도시된 실시예는 도 1에 도시된 실시예를 바탕으로 이를 3상 4선 구조로 나타낸 것이나, 본 발명은 반드시 이에 한정되는 것은 아니고, 도 8b에 도시된 실시예는 도 4 내지 도 6에 도시된 실시예에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0133] 도 4 내지 도 8b와 같이, 종래의 태양광 발전기 시스템의 CM 초크단 위치에 능동 EMI 필터를 적용하는 경우, 면적, 부피 및 무게가 크게 감소한다는 효과가 있다. 예를 들어 면적은 약 75% 절감, 부피는 84% 절감이 가능할 수 있다.
- [0134] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 도 4 내지 도 8b에서는 DC EMI 필터(210)는 능동 EMI 필터로 구현될 수 있다. 예를 들어, 150kHz~10MHz 대역 타겟인 경우, 케이블 노이즈 방사의 주된 원인이 공통 모드(CM) 노이즈이기 때문에, DC EMI 필터(210)는 능동 EMI 필터가 적용될 수 있다.
- [0135] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 태양광 발전기용 인버팅 시스템에 의한 공통 모드 노이즈 제거 효과를 도시한다.
- [0136] 구체적으로 도 9는 34kW 태양광 발전기용 인버팅 시스템에 능동 EMI 필터를 적용한 후 능동 EMI 필터(AEF; Active EMI Filter)를 온/오프하는 경우 노이즈 저감 효과를 도시한다.

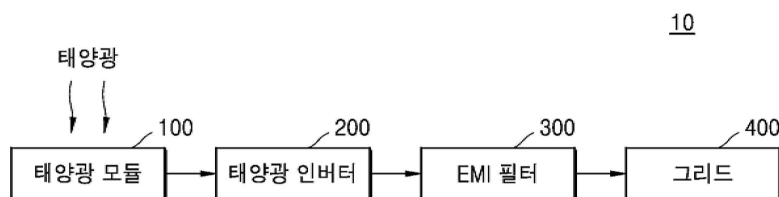
- [0137] 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)에서 발생하는 노이즈(bare noise)는 전체 주파수 영역에 걸쳐 70dBuV 이상을 나타낸다.
- [0138] 태양광 발전기용 인버팅 시스템(10)의 DC EMI 필터(210) 등 본 발명의 능동 EMI 필터가 적용된 필터를 제외한 필터의 경우(AEF off), 전체 노이즈는 전체 주파수 영역에서 70dBuV를 전반적으로 하회하나, 저감 성능도 노이즈 한계선을 넘는 부분이 존재한다.
- [0139] 반면, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동 EMI 필터를 적용한 EMI 필터(300)를 온(on)하는 경우, 노이즈는 노이즈 한계선 아래까지 저감된 것을 확인할 수 있다. 즉, 본 발명에 따라 CM 초크단 위치에 능동EMI 필터를 적용하는 경우, 면적, 부피 및 무게가 크게 감소하면서도, 저감 성능도 유지 또는 향상시킬 수 있다는 효과가 있다.
- [0140] 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.
- [0141] 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.

부호의 설명

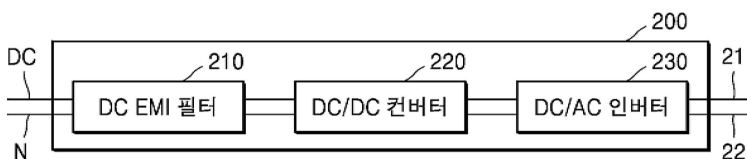
- [0142] 10: 태양광 발전용 인버팅 시스템
100: 태양광 모듈
200: 태양광 인버터
300: EMI 필터
400: 그리드

도면

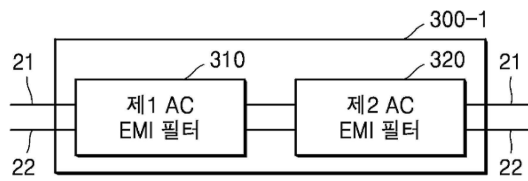
도면1



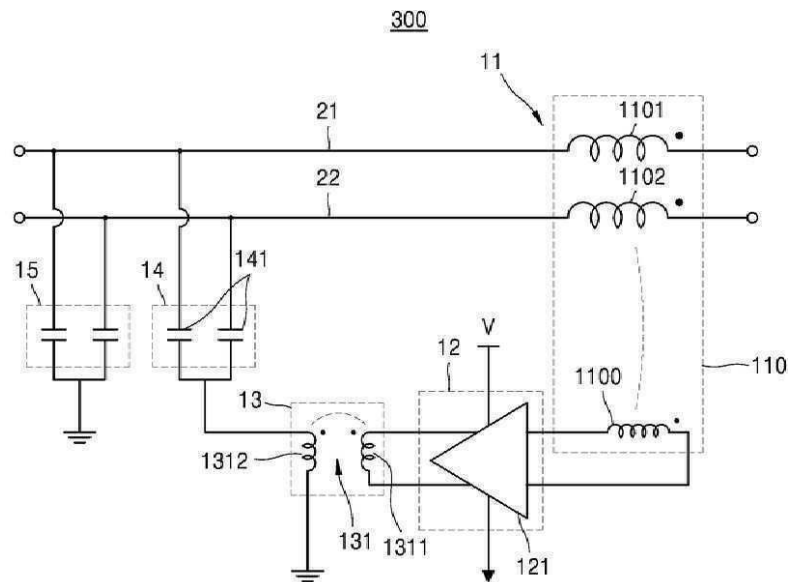
도면2



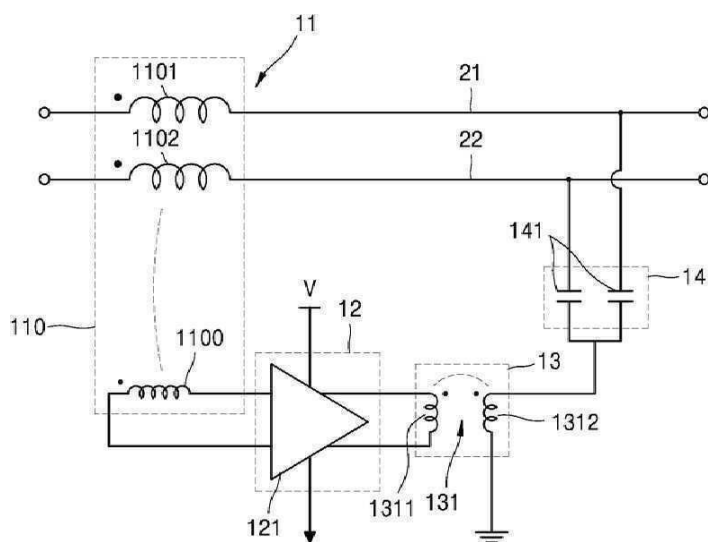
도면3



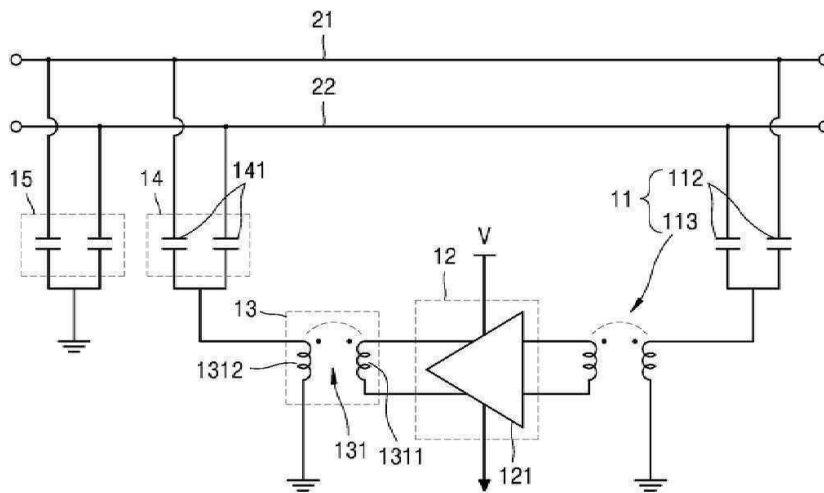
도면4



도면5



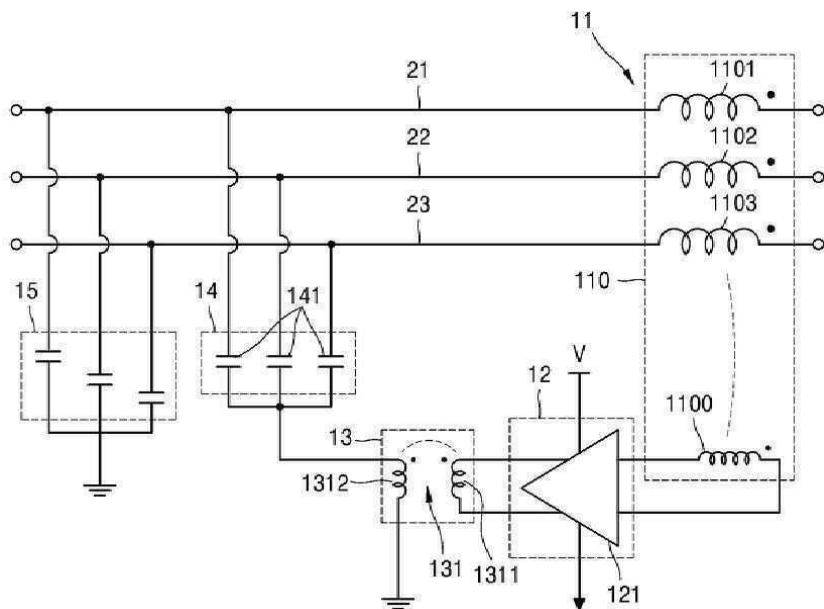
도면6



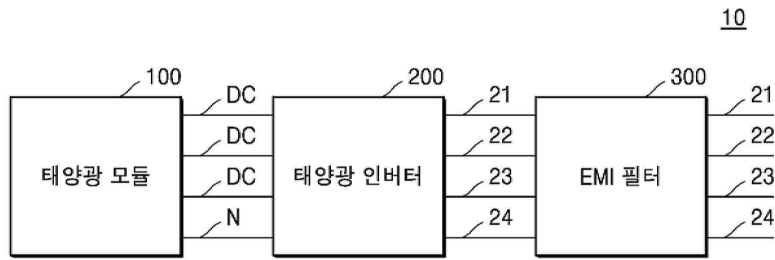
도면7a



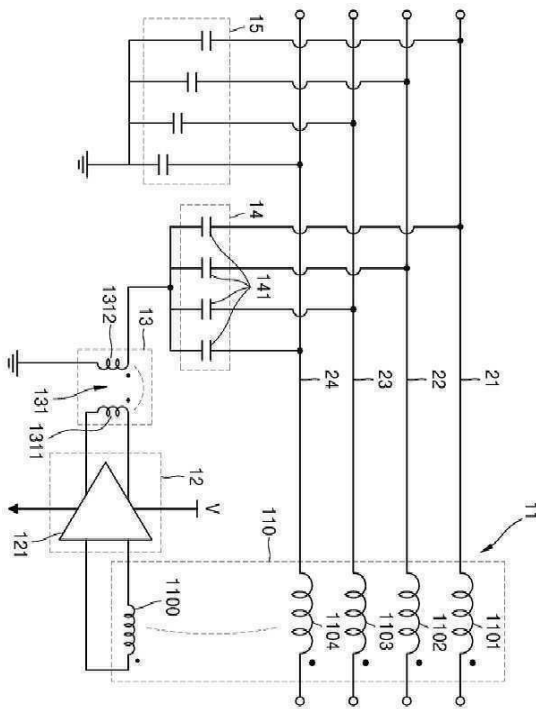
도면7b



도면8a



도면8b



도면9

