



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월21일
(11) 등록번호 10-2811100
(24) 등록일자 2025년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02S 50/00 (2014.01)

(52) CPC특허분류
H02S 50/00 (2013.01)
Y02E 10/50 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2022-0047492

(22) 출원일자 2022년04월18일

심사청구일자 2022년04월20일

(65) 공개번호 10-2023-0148573

(43) 공개일자 2023년10월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR101248592 B1

KR1020150026334 A*

KR1020160116656 A

KR1020190133389 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한화솔루션 주식회사

서울특별시 중구 청계천로 86, 22층 IP팀 (장교동)

(72) 발명자

김도윤

서울특별시 금천구 가산디지털1로 131 C동 11층(가산동)

(74) 대리인

특허법인더웨이브, 특허법인지평

전체 청구항 수 : 총 13 항

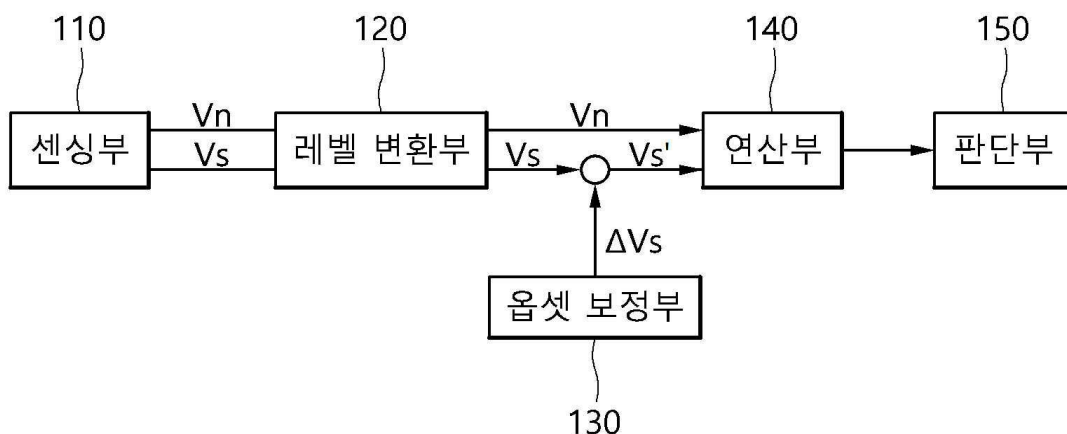
심사관 : 이남수

(54) 발명의 명칭 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치

(57) 요약

본 발명은, 태양광 모듈과, 태양광 모듈에 연결되며, 직렬 연결된 2개의 제1 저항과, 직렬 연결된 2개의 제2 저항을 포함하며, 2개의 제1 저항 및 상기 2개의 제2 저항이 병렬로 연결되는 브릿지 회로와, 태양광 모듈의 PV 전압을 검출하고, 2개의 제1 저항의 접점인 제1 노드 및 2개의 제2 저항의 접점인 제2 노드 사이의 브릿지 전압을 검출하는 센싱부와, 제1 노드 또는 제2 노드와 접지 사이에 연결되는 릴레이와, 릴레이를 클로즈 또는 오픈하는 제어부와, PV 전압 및 브릿지 전압을 기초로 태양광 모듈 및 접지 사이의 절연 저항을 산출하는 연산부를 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

태양광 모듈;

상기 태양광 모듈에 연결되며, 직렬 연결된 2개의 제1 저항과, 직렬 연결된 2개의 제2 저항을 포함하며, 상기 2개의 제1 저항 및 상기 2개의 제2 저항이 병렬로 연결되는 브릿지 회로;

상기 태양광 모듈의 PV 전압을 검출하고, 상기 2개의 제1 저항의 접점인 제1 노드 및 상기 2개의 제2 저항의 접점인 제2 노드 사이의 브릿지 전압을 검출하는 센싱부;

상기 제1 노드 또는 상기 제2 노드와 접지 사이에 연결되는 릴레이;

상기 릴레이를 클로즈 또는 오픈하는 제어부; 및

상기 PV 전압 및 브릿지 전압을 기초로 상기 태양광 모듈 및 접지 사이의 절연 저항을 산출하는 연산부를 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 브릿지 회로는

2개의 상기 제1 및 제2 저항의 접점 중 하나인 제3 노드가 상기 태양광 모듈의 양극 단자에 연결되고 다른 하나인 제4 노드가 상기 태양광 모듈의 음극 단자에 연결되는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 센싱부는

상기 릴레이 클로즈 시 상기 PV 전압 및 브릿지 전압을 검출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 절연 저항을 기초로 상기 태양광 모듈의 절연 상태를 판단하는 판단부

를 더 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 판단부는

상기 절연 저항이 기준값 미만이면 상기 태양광 모듈의 절연 이상으로 판단하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 브릿지 전압의 극성에 따라 상기 제3 노드 및 접지 사이의 제1 절연 저항을 산출하거나 상기 제4 노드 및 접지 사이의 제2 절연 저항을 산출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 브릿지 전압이 음의 전압인 경우 상기 제1 절연 저항을 산출하고, 상기 브릿지 전압이 양의 전압인 경우 상기 제2 절연 저항을 산출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 브릿지 회로는

상기 제1 및 제2 노드 사이의 연결되는 브릿지 저항을 더 포함하고,

상기 센싱부는 상기 브릿지 저항 양단의 전압을 상기 브릿지 전압으로 검출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 제1 저항, 제2 저항 및 브릿지 저항의 저항값과, 상기 PV 전압 및 브릿지 전압을 이용하여 상기 절연 저항을 산출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 센싱부는

상기 릴레이 오픈 시, 상기 제1 및 제2 노드 사이의 윗셋 전압을 검출하는

태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 브릿지 전압에 상기 읍셋 전압을 반영하여 상기 브릿지 전압을 보정하는 읍셋 보정부를 더 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 연산부는

상기 읍셋 보정부에 의해 보정된 상기 브릿지 전압을 기초로 상기 절연 저항을 산출하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 PV 전압 및 브릿지 전압을 상기 연산부가 처리 가능한 레벨로 변환하여 상기 연산부에 제공하는 레벨 변환부를

를 더 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 일반적으로, 태양광 발전 시스템은 태양 전지(Photovoltaic cell)를 이용하여 태양광 에너지를 전기 에너지로 변환시켜 상용 전력 계통으로 전송해 주기 위한 시스템으로서, 이 과정에서 환경 오염이 발생하지 않으며 반영구적으로 사용 가능하다.

[0004] 태양 전지 발전에 이용되는 태양 전지는 무기물 태양전지, 염료감응 태양전지, 유기물 태양전지 등 다양한 종류가 개발되고 있으며, 이러한 태양 전지는 출력전압이 낮고 상대적으로 전류가 높다. 반대로 출력전압이 높고 상대적으로 전류가 낮기 때문에 보편적으로 여러 개의 태양 전지를 연결하여 하나의 모듈 형태로 만들어 사용하며, 이를 태양광 모듈이라 하며, 다수의 상기 태양광 모듈이 직렬로 연결된 것을 스트링(string)이라 하고, 다수의 상기 스트링이 병렬로 연결된 것을 어레이(array)이라 한다.

[0005] 태양광 모듈 및 태양광 모듈과 연결되는 전력 변환 장치는 초기 동작하기에 앞서 태양광 모듈의 절연 저항 상태를 판단하도록 IEC6219-2에서 규정하고 있다.

[0006] 이와 같이, IEC6219-2C에서 요구하는 규격 시험은 특정 조건에서만 시험하도록 규정되어 있으나 실제 환경에서는 여러 변수들에 의해 정상임에도 불구하고 오동작으로 인해 절연 상태의 오판 사례가 빈번히 발생하고 있다.

[0007] 즉, 태양광 모듈의 전압은 실제 환경에서 최대 전압이 아닌 경우 즉, 저 전압 구간에 머물 수도 있는데, 종래 기술의 경우 이 구간에서 절연 저항 값을 정확히 산출하지 못하여 절연 상태를 오판하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 태양광 모듈의 절연 상태를 정확하게 점검할 수 있는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 또한, 본 발명은, 브릿지 회로를 구성하는 저항을 이용하여 절연 저항의 산포 범위를 줄일 수 있는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기와 같은 과제를 해결하기 위해, 본 발명은, 태양광 모듈과, 태양광 모듈에 연결되며, 직렬 연결된 2개의 제1 저항과, 직렬 연결된 2개의 제2 저항을 포함하며, 2개의 제1 저항 및 상기 2개의 제2 저항이 병렬로 연결되는 브릿지 회로와, 태양광 모듈의 PV 전압을 검출하고, 2개의 제1 저항의 접점인 제1 노드 및 2개의 제2 저항의 접점인 제2 노드 사이의 브릿지 전압을 검출하는 센싱부와, 제1 노드 또는 제2 노드와 접지 사이에 연결되는 릴레이와, 릴레이를 클로즈 또는 오픈하는 제어부와, PV 전압 및 브릿지 전압을 기초로 태양광 모듈 및 접지 사이의 절연 저항을 산출하는 연산부를 포함하는 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치를 제공한다.
- [0014] 여기서, 브릿지 회로는, 2개의 제1 및 제2 저항의 접점 중 하나인 제3 노드가 태양광 모듈의 양극 단자에 연결되고 다른 하나인 제4 노드가 태양광 모듈의 음극 단자에 연결될 수 있다.
- [0015] 또한, 센싱부는 릴레이 클로즈 시 PV 전압 및 브릿지 전압을 검출할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치는, 절연 저항을 기초로 태양광 모듈의 절연 상태를 판단하는 판단부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 여기서, 판단부는, 절연 저항이 기준값 미만이면 태양광 모듈의 절연 이상으로 판단할 수 있다.
- [0018] 또한, 연산부는, 브릿지 전압의 극성에 따라 제3 노드 및 접지 사이의 제1 절연 저항을 산출하거나 제4 노드 및 접지 사이의 제2 절연 저항을 산출할 수 있다.
- [0019] 또한, 연산부는, 브릿지 전압이 음의 전압인 경우 제1 절연 저항을 산출하고, 브릿지 전압이 양의 전압인 경우 제2 절연 저항을 산출할 수 있다.
- [0020] 또한, 브릿지 회로는, 제1 및 제2 노드 사이의 연결되는 브릿지 저항을 더 포함하고, 센싱부는 브릿지 저항 양단의 전압을 브릿지 전압으로 검출할 수 있다.
- [0021] 또한, 연산부는, 제1 저항, 제2 저항 및 브릿지 저항의 저항값과, PV 전압 및 브릿지 전압을 이용하여 절연 저항을 산출할 수 있다.
- [0022] 또한, 제1 및 제2 저항의 저항값은 동일할 수 있다.
- [0023] 또한, 센싱부는, 릴레이 오픈 시, 제1 및 제2 노드 사이의 오픈 전압을 검출할 수 있다.
- [0024] 또한, 본 발명의 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치는, 브릿지 전압에 상기 오픈 전압을 반영하여 상기 브릿지 전압을 보정하는 오픈 보정부를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 여기서, 연산부는, 오픈 보정부에 의해 보정된 브릿지 전압을 기초로 절연 저항을 산출할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치는, PV 전압 및 브릿지 전압을 연산부가 처리 가능한 레벨로 변환하여 연산부에 제공하는 레벨 변환부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명에 따르면, 태양광 모듈의 전력 변환 장치와 연결되기 전에 태양광 모듈의 절연 상태를 정확하게 점검할 수 있고, 특히, 태양광 모듈의 최대 전압이 아닌 저전압 구간에서도 절연 상태를 정확히 점검할 수 있는 장점이

있다. 이를 통해, 지락 전류에 의한 감전이나 화재의 위험을 방지할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따르면, 태양광 모듈 또는 전력 변환 장치의 종류에 따라 절연 저항의 저항값이 넓은 산포 범위를 갖더라도, 브릿지 회로를 구성하는 저항을 이용하여 절연 저항의 산포 범위를 줄일 수 있는 장점이 있다.

[0030] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 브릿지 회로를 도시한 도면이다.
- 도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 절연 저항을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 본 발명의 상기 목적과 수단 및 그에 따른 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0034] 본 명세서에서, “또는”, “적어도 하나” 등의 용어는 함께 나열된 단어들 중 하나를 나타내거나, 또는 둘 이상의 조합을 나타낼 수 있다. 예를 들어, “또는 B” “및 B 중 적어도 하나”는 A 또는 B 중 하나만을 포함할 수 있고, A와 B를 모두 포함할 수도 있다.

[0035] 본 명세서에서, '제1', '제2' 등의 용어는 다양한 구성요소를 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소는 위 용어에 의해 한정되어서는 안 된다. 또한, 위 용어는 각 구성요소의 순서를 한정하기 위한 것으로 해석되어서는 안되며, 하나의 구성요소와 다른 구성요소를 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, '제1구성요소'는 '제2구성요소'로 명명될 수 있고, 유사하게 '제2구성요소'도 '제1구성요소'로 명명될 수 있다.

[0037] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 브릿지 회로를 도시한 도면이다.

[0038] 도 1 및 도 2를 참조하면, 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치는 태양광 모듈(10), 브릿지 회로(101), 센싱부(110), 레벨 변환부(120), 옵셋 보정부(130), 연산부(140), 판단부(150) 및 제어부(160)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0039] 브릿지 회로(101)는 태양광 모듈(10)에서 발전된 전력을 변환하는 전력 변환 장치(미도시)에 연결되기 전에 태양광 모듈(10) 및 접지(GND) 간 절연 상태를 확인하기 위해 태양광 모듈(10)에 연결된다. 이후, 브릿지 회로(101)는 절연 상태에 이상이 없는 경우 태양광 모듈(10)과의 연결이 해제되고, 태양광 모듈(10)은 전력 변환 장치에 연결된다.

[0040] 브릿지 회로(101)는, 직렬 연결된 2개의 제1 저항(Rd1)과, 직렬 연결된 2개의 제2 저항(Rd2)을 포함하여 구성되며, 2개의 제1 저항(Rd1) 및 2개의 제2 저항(Rd2)이 병렬로 연결될 수 있다.

[0041] 여기서, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 저항값은 동일할 수 있다.

[0042] 브릿지 회로(101)는 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2) 사이의 연결되는 브릿지 저항(Rs)을 더 포함할 수 있다.

[0043] 브릿지 회로(101)는, 2개의 제1 및 제2 저항(Rd1, Rd2)의 접점 중 하나인 제3 노드(N3)가 태양광 모듈(10)의 양극(+) 단자에 연결되고 다른 하나인 제4 노드(N4)가 태양광 모듈(10)의 음극(-) 단자에 연결될 수 있다.

[0044] 이론적으로, 브릿지 회로(101)에서, 서로 마주보는 어느 한 쌍의 제1 및 제2 저항(Rd1, Rd2)의 저항값의 곱과, 서로 마주보는 다른 한 쌍의 제1 및 제2 저항(Rd1, Rd2)의 저항값이 동일한 경우, 브릿지 저항(Rs)에 흐르는 전류는 제로(0)가 되어 브릿지 저항(Rs) 양단에 걸리는 전압은 제로(0)가 된다(평형 상태).

- [0045] 센싱부(110)는 태양광 모듈(10)의 PV 전압(Vn)을 검출하고, 2개의 제1 저항(Rd1)의 접점인 제1 노드(N1) 및 2개의 제2 저항(Rd2)의 접점인 제2 노드(N2) 사이의 브릿지 전압(Vs)을 검출할 수 있다. 여기서, 센싱부(110)는 전압 센서를 포함할 수 있다.
- [0046] 릴레이(S)는, 태양광 모듈(10) 및 접지(GND) 간 절연 상태를 점검하기 위해, 제1 노드(N1)와 접지(GND) 사이에 연결되거나, 제2 노드(N2)와 접지(GND) 사이에 연결될 수 있다.
- [0047] 제어부(160)는 릴레이(S)를 클로즈(close) 또는 오픈(open)할 수 있다.
- [0048] 센싱부(110)는 릴레이(S) 클로즈 시 PV 전압(Vn) 및 브릿지 전압(Vs)을 검출할 수 있다.
- [0049] 여기서, 센싱부(110)는 브릿지 저항(Rs) 양단의 전압을 브릿지 전압(Vs)으로 검출할 수 있다.
- [0050] 연산부(140)는 PV 전압(Vn) 및 브릿지 전압(Vs)을 기초로 태양광 모듈(10) 및 접지(GND) 사이의 절연 저항을 산출할 수 있다. 더욱 구체적으로, 연산부(140)는, 제1 저항(Rd1), 제2 저항(Rd2) 및 브릿지 저항(Rs)의 저항값과, PV 전압(Vn) 및 브릿지 전압(Vs)을 이용하여 상기 절연 저항을 산출할 수 있다. 여기서, 연산부(140)는 제1 저항(Rd1), 제2 저항(Rd2) 및 브릿지 저항(Rs)의 저항값을 미리 저장하고 있다.
- [0051] 한편, 태양광 모듈(10) 또는 전력 변환 장치의 종류에 따라 절연 저항은 다를 수 있다. 즉, 절연 저항의 저항값이 넓은 산포 범위를 갖는다. 이러한 환경에서 정확한 절연 저항을 검출하는데 방해 요소로 작용한다. 그러나, 본 발명은 제2 저항(Rd2)를 이용하여 절연 저항의 산포 범위를 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [0053] 도 3 및 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치의 절연 저항을 산출하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0054] 도 3 및 도 4를 참조하면, 연산부(140)는 브릿지 전압(Vs)의 극성에 따라 제3 노드(N3) 및 접지(GND) 사이의 제1 절연 저항(Rpe)을 산출하거나 제4 노드(N4) 및 접지(GND) 사이의 제2 절연 저항(Rne)을 산출할 수 있다.
- [0055] 도 3을 참조하면, 연산부(140)는 브릿지 전압(Vs)이 음(-)의 전압인 경우 제1 절연 저항(Rpe)을 산출할 수 있다.
- [0056] 구체적으로, 릴레이(S) 클로즈 후 브릿지 전압(Vs)이 0 보다 작은 음(-)의 전압으로 검출된 경우, 브릿지 평형 상태에서 제1 절연 저항(Rpe)의 저항값이 작아지는 것으로 판단할 수 있다. 이에 따라, 연산부(140)는 브릿지 전압(Vs)이 음(-)의 전압인 경우 제1 절연 저항(Rpe)을 산출한다.
- [0057] 이하, 제1 절연 저항(Rpe)를 산출하는 방법을 수학적 식을 통해 자세히 설명하겠다.
- [0058] 먼저, 수학적 전개 편의성을 위해 제2 저항(Rd2)과 제1 절연 저항(Rpe)의 병렬 합성 저항값을 아래의 수학적 식 1과 같이 제1 병렬 저항(Rpf)로 대체하겠다.

수학적 식 1

[0059]
$$R_{pf} = \frac{R_{d2} \cdot R_{pe}}{R_{d2} + R_{pe}}$$

[0060] 제2 노드(N2)에서 키르히호프 전류 법칙을 적용하면 아래의 수학적 식 2가 도출될 수 있다.

수학적 식 2

[0061]
$$\frac{V_n - V_b}{R_{pf}} = -\frac{V_s}{R_s} + \frac{V_b}{R_{d2}}$$

[0062] 상기 수학적 식 2에서 Vb는 제2 노드(N2)의 전압이다.

[0063] 상기 수학적 식 2를 Vb에 대해 항 정리하면, 아래의 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$V_b = \frac{R_{d2} \cdot V_n + \frac{R_{pf} \cdot R_{d2} \cdot V_s}{R_s}}{R_{pf} + R_{d2}}$$

[0064]

[0065] 그리고, 제1 노드(N1)에서 키르히호프 전류 법칙을 적용하면 아래의 수학식 4가 도출될 수 있다.

수학식 4

$$\frac{V_n - V_a}{R_{d1}} = \frac{V_s}{R_s} + \frac{V_a}{R_{d1}}$$

[0066]

[0067] 상기 수학식 4에서 V_a 는 제1 노드(N1)의 전압이다.

[0068] 상기 수학식 4를 V_a 에 대해 항 정리하면, 아래의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$V_a = \frac{V_n - \frac{R_{d1}}{R_s} V_s}{2}$$

[0069]

[0070] 상기 수학식 3 및 수학식 5를 이용해 브릿지 전압(V_s)를 산출하면 아래의 수학식 6이 도출될 수 있다.

수학식 6

$$V_a - V_b = V_s = \frac{V_n - \frac{R_{d1}}{R_s} V_s}{2} - \frac{R_{d2} \cdot V_n + \frac{R_{pf} \cdot R_{d2} \cdot V_s}{R_s}}{R_{pf} + R_{d2}}$$

[0071]

[0072] 상기 수학식 6을 항 정리하면 아래의 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$R_{pf} \cdot (2 \cdot V_s - V_n + \frac{R_{d1}}{R_s} V_s + \frac{2 \cdot R_{d2}}{R_s} V_s) = R_{d2} \cdot V_n - \frac{R_{d1} \cdot R_{d2}}{R_s} V_s - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_n - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_s$$

[0073]

[0074] 상기 수학식 7에서, $2 \cdot V_s - V_n + \frac{R_{d1}}{R_s} V_s + \frac{2 \cdot R_{d2}}{R_s} V_s$ 를 A로 대체하고,

$R_{d2} \cdot V_n - \frac{R_{d1} \cdot R_{d2}}{R_s} V_s - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_n - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_s$ 를 B로 대체하면, 상기 수학식 7은 아래의 수학식 8과 같이 간략히 나타낼 수 있다.

수학식 8

$$R_{pf} = \frac{B}{A}$$

[0075]

[0076] 상기 수학적 식 8에 수학적 식 1을 대입하여, 제1 절연 저항(Rpe)에 대해 항 정리하면, 아래의 수학적 식 9와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 9

$$R_{pe} = \frac{R_{d2} \cdot \frac{B}{A}}{R_{d2} - \frac{B}{A}}$$

[0077]

[0078] 상기 수학적 식 9에서, 제1 저항(Rd1), 제2 저항(Rd2) 및 브릿지 저항(Rs)의 저항값은 연산부(140)에 미리 저장되어 있기 때문에, 연산부(140)는 센싱부(110)로부터 PV 전압(Vn) 및 브릿지 전압(Vs)을 수신하게 되면 제1 절연 저항(Rpe)의 저항값을 산출할 수 있게 된다.

[0079] 도 4을 참조하면, 연산부(140)는 브릿지 전압(Vs)이 양(+)의 전압인 경우 제2 절연 저항(Rne)을 산출할 수 있다.

[0080] 구체적으로, 릴레이(S) 클로즈 후 브릿지 전압(Vs)이 0 보다 큰 양(+)의 전압으로 검출된 경우, 브릿지 평형 상태에서 제2 절연 저항(Rne)의 저항값이 작아지는 것으로 판단할 수 있다. 이에 따라, 연산부(140)는 브릿지 전압(Vs)이 양(+)의 전압인 경우 제2 절연 저항(Rne)을 산출한다.

[0081] 이하, 제2 절연 저항(Rne)를 산출하는 방법을 수학적 식을 통해 자세히 설명하겠다.

[0082] 먼저, 수학적 식 전개 편의성을 위해 제2 저항(Rd2)과 제2 절연 저항(Rne)의 병렬 합성 저항값을 아래의 수학적 식 10과 같이 제2 병렬 저항(Rnf)로 대체하겠다.

수학적 식 10

$$R_{nf} = \frac{R_{d2} \cdot R_{ne}}{R_{d2} + R_{ne}}$$

[0083]

[0084] 제2 노드(N2)에서 키르히호프 전류 법칙을 적용하면 아래의 수학적 식 11이 도출될 수 있다.

수학적 식 11

$$\frac{V_n - V_b}{R_{d2}} = -\frac{V_s}{R_s} + \frac{V_b}{R_{nf}}$$

[0085]

[0086] 상기 수학적 식 11에서 Vb는 제2 노드(N2)의 전압이다.

[0087] 상기 수학적 식 11을 Vb에 대해 항 정리하면, 아래의 수학적 식 12와 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 12

$$V_b = \frac{R_{nf} \cdot V_n + \frac{R_{nf} \cdot R_{d2} \cdot V_s}{R_s}}{R_{nf} + R_{d2}}$$

[0088]

[0089] 그리고, 제1 노드(N1)에서 키르히호프 전류 법칙을 적용하면 아래의 수학적 식 13이 도출될 수 있다.

수학식 13

$$\frac{V_n - V_a}{R_{d1}} = \frac{V_s}{R_s} + \frac{V_a}{R_{d1}}$$

[0090]

[0091] 상기 수학식 13에서 V_a 는 제1 노드(N1)의 전압이다.

[0092] 상기 수학식 13을 V_a 에 대해 항 정리하면, 아래의 수학식 14와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 14

$$V_a = \frac{V_n - \frac{R_{d1}}{R_s} V_s}{2}$$

[0093]

[0094] 상기 수학식 12 및 수학식 14를 이용해 브릿지 전압(V_s)를 산출하면 아래의 수학식 15가 도출될 수 있다.

수학식 15

$$V_a - V_b = V_s = \frac{V_n - \frac{R_{d1}}{R_s} V_s}{2} - \frac{R_{nf} \cdot V_n + \frac{R_{nf} \cdot R_{d2} \cdot V_s}{R_s}}{R_{nf} + R_{d2}}$$

[0095]

[0096] 상기 수학식 15를 항 정리하면 아래의 수학식 16과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 16

$$R_{nf} \cdot (2 \cdot V_s + V_n + \frac{R_{d1}}{R_s} V_s + \frac{2 \cdot R_{d2}}{R_s} V_s) = R_{d2} \cdot V_n - \frac{R_{d1} \cdot R_{d2}}{R_s} V_s - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_s$$

[0097]

[0098] 상기 수학식 7에서, $2 \cdot V_s + V_n + \frac{R_{d1}}{R_s} V_s + \frac{2 \cdot R_{d2}}{R_s} V_s$ 를 A'로 대체하고,

$R_{d2} \cdot V_n - \frac{R_{d1} \cdot R_{d2}}{R_s} V_s - 2 \cdot R_{d2} \cdot V_s$ 를 B'로 대체하면, 상기 수학식 16은 아래의 수학식 17과 같이 간략히 나타낼 수 있다.

수학식 17

$$R_{nf} = \frac{A'}{B'}$$

[0099]

[0100] 상기 수학식 17에 수학식 10을 대입하여, 제2 절연 저항(R_{ne})에 대해 항 정리하면, 아래의 수학식 18와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 18

$$R_{ne} = \frac{Rd2 \cdot \frac{B'}{A'}}{Rd2 - \frac{B'}{A'}}$$

[0101]

[0102]

상기 수학식 18에서, 제1 저항(Rd1), 제2 저항(Rd2) 및 브릿지 저항(Rs)의 저항값은 연산부(140)에 미리 저장되어 있기 때문에, 연산부(140)는 센싱부(110)로부터 PV 전압(Vn) 및 브릿지 전압(Vs)을 수신하게 되면 제2 절연 저항(Rne)의 저항값을 산출할 수 있게 된다.

[0103]

제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)은 고전압의 태양광 모듈(10)의 PV 전압(Vn)이 걸리기 때문에 저항의 정격에 맞는 용량을 감안하여 적용하되, 태양광 모듈(10)의 효율 측면에서 저항은 손실을 의미하기 때문에 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 손실을 1W 미만으로 구성하는 것이 바람직하다.

[0104]

예를 들어, 태양광 모듈(10)의 최대 전압을 550V라 가정하고, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)이 동일한 저항값을 갖는다고 가정하면, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 저항값은 아래의 수학식 19와 같이 결정할 수 있다. 이 때, 브릿지 저항(Rs)는 상대적으로 작은 저항값을 갖기 때문에 연산의 편리함을 위해 무시하였다.

수학식 19

$$R_{total} = Rd1 = Rd2 > \frac{V_{max}^2}{1W} = \frac{550^2}{1} = 302.5Kohm$$

[0105]

[0106]

브릿지 저항(Rs)은 제1 절연 저항(Rpe) 또는 제2 절연 저항(Rne)이 최악의 상태인 경우 쇼트(short)(0ohm)이고, 이 때, 브릿지 전압(Vs)은 최대 전압값이 되기 때문에 센싱부(110)의 최대 입력 전압을 갖는 저항값으로 구성하는 것이 바람직하다.

[0107]

예를 들어, 태양광 모듈(10)의 PV 전압(Vn)이 550V이고, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 저항값이 480kohm 이고, 센싱부(110)의 최대 입력이 2V라고 가정하고, 이 때, 제1 절연 저항(Rpe)이 쇼트일 경우 브릿지 전압(Vs)은 2V이고, 제2 절연 저항(Rne)이 쇼트일 경우 브릿지 전압(Vs)은 -2V로 대칭 구조이므로 연산의 편리성을 위해 제2 절연 저항(Rne)이 쇼트인 경우 즉, 제1 절연 저항(Rpe)의 저항값은 무한대이고, 제2 절연 저항(Rne)이 쇼트인 경우 브릿지 저항(Rs)을 아래의 수학식 20과 같이 결정할 수 있다.

수학식 20

$$Rs = \frac{Rd1}{\frac{Vn}{Vs} - 2} = \frac{480K}{\frac{550}{2} - 2} \leq 1758.2ohm$$

[0108]

[0109]

여기서, 센싱부(110)를 구성하는 센서의 입력 범위에 따라 브릿지 저항(Rs)의 저항값을 결정하는 것이 바람직하다.

[0110]

판단부(150)는 제1 및 제2 절연 저항(Rpe, Rne)을 기초로 태양광 모듈(10)의 절연 상태를 판단할 수 있다.

[0111]

구체적으로, 판단부(150)는 제1 및 제2 절연 저항(Rpe, Rne)이 기준값 미만이면 태양광 모듈(10)의 절연 이상으로 판단할 수 있다.

[0112]

이와 달리, 판단부(150)는 제1 및 제2 절연 저항(Rpe, Rne)이 기준값 이상이면 태양광 모듈(10)의 절연 정상으로 판단할 수 있고, 제어부(160)는 릴레이(S)를 오픈하고, 태양광 모듈(10)을 전력 변환 장치에 연결하여 태양광 모듈(10)을 구동할 수 있다.

[0113]

한편, 이론적으로 릴레이(S)가 오픈된 상태에서는 브릿지 평형으로 인해 브릿지 저항(Rs)에 전류가 흐르지 않지

만, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 오차로 인해 릴레이(S)가 오픈된 상태에서 브릿지 저항(Rs)에 미세 전류가 흐를 수 있다.

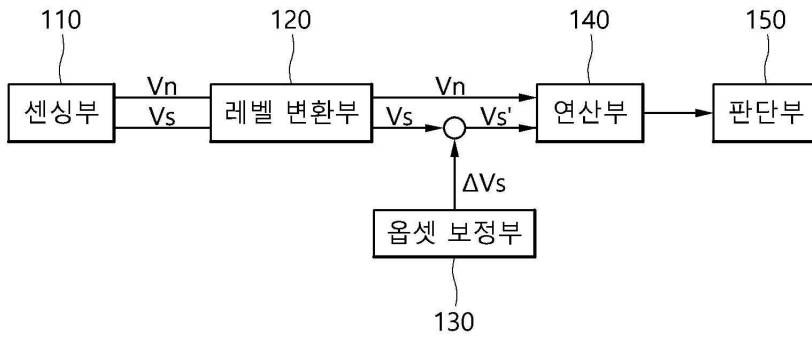
- [0114] 이에 따라, 센싱부(110)는, 릴레이(S) 오픈 시, 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2) 사이의 윗셋 전압(ΔV_s)을 검출할 수 있고, 윗셋 보정부(130)는 브릿지 전압(V_s)에 윗셋 전압(ΔV_s)을 반영하여 브릿지 전압(V_s)을 보정할 수 있다.
- [0115] 이를 통해, 제1 저항(Rd1) 및 제2 저항(Rd2)의 오차를 무시할 수 있어 보다 정확한 제1 및 제2 절연 저항(R_{pe} , R_{ne})을 산출할 수 있다.
- [0116] 연산부(140)는 윗셋 보정부(130)에 의해 보정된 브릿지 전압(V_s')을 기초로 제1 및 제2 절연 저항(R_{pe} , R_{ne})을 산출할 수 있다.
- [0117] 레벨 변환부(120)는 PV 전압(V_n) 및 브릿지 전압(V_s')을 연산부(140)가 처리 가능한 레벨로 변환하여 연산부(140)에 제공할 수 있다.
- [0118] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 장치는, 태양광 모듈(10)의 전력 변환 장치와 연결되기 전에 태양광 모듈(10)의 절연 상태를 정확하게 점검할 수 있고, 특히, 태양광 모듈의 최대 전압이 아닌 저전압 구간에서도 절연 상태를 정확히 점검할 수 있는 장점이 있다. 이를 통해, 지락 전류에 의한 감전이나 화재의 위험을 방지할 수 있다.
- [0120] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 방법의 순서도이다.
- [0121] 이하, 도 5를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 방법을 설명하되 전술한 내용과 동일한 내용은 생략하겠다.
- [0122] 먼저, 연산부(140)가 브릿지 회로(101)를 구성하는 제1 저항(Rd1), 제2 저항(Rd2) 및 브릿지 저항(R_s)의 저항값을 각각 저장한다(S10).
- [0123] 다음, 릴레이(S)가 오픈된 상태에서, 센싱부(110)가 브릿지 회로(101)의 제1 노드(N1) 및 제2 노드(N2) 사이의 윗셋 전압(ΔV_s)을 검출한다(S20).
- [0124] 다음, 태양광 모듈(10)의 절연 저항을 산출하기 위해, 제어부(160)가 릴레이를 클로즈한다(S30).
- [0125] 다음, 센싱부(110)가 태양광 모듈(10)의 PV 전압(V_n)을 검출하고, 브릿지 전압(V_s)를 검출한다.
- [0126] 다음, 연산부(140)가 센싱부(110)로부터 PV 전압(V_n) 및 브릿지 전압(V_s)을 수신한다(S40).
- [0127] 다음, 윗셋 보정부(130)가 브릿지 전압(V_s)에 윗셋 전압(ΔV_s)을 반영하여 브릿지 전압(V_s)을 보정한다(S50).
- [0128] 다음, 연산부(140)가 보정된 브릿지 전압(V_s')이 음(-)의 전압값을 갖는지 아니면 양(+)의 전압값을 갖는지 판단한다(S60).
- [0129] 여기서, 연산부(140)는 브릿지 전압(V_s')이 음(-)의 전압값을 가지면 제1 절연 저항(R_{pe})을 산출하고(S72), 브릿지 전압(V_s')이 양(+)의 전압값을 가지면 제2 절연 저항(R_{ne})을 산출한다(S71).
- [0130] 다음, 판단부(150)가 제1 절연 저항(R_{pe}) 또는 제1 절연 저항(R_{pe})이 기준 저항값 미만이면 절연 이상으로 판단하고(S91), 제1 절연 저항(R_{pe}) 또는 제1 절연 저항(R_{pe})이 기준 저항값 이상이면 절연 정상으로 판단한다(S92).
- [0131] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 방법은, 태양광 모듈(10)의 전력 변환 장치와 연결되기 전에 태양광 모듈(10)의 절연 상태를 정확하게 점검할 수 있고, 특히, 태양광 모듈의 최대 전압이 아닌 저전압 구간에서도 절연 상태를 정확히 점검할 수 있는 장점이 있다. 이를 통해, 지락 전류에 의한 감전이나 화재의 위험을 방지할 수 있다.
- [0132] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 태양광 모듈의 절연 상태 점검 방법은, 태양광 모듈(10) 또는 전력 변환 장치의 종류에 따라 절연 저항의 저항값이 넓은 산포 범위를 갖더라도, 제2 저항(Rd2)를 이용하여 절연 저항의 산포 범위를 줄일 수 있는 장점이 있다.
- [0134] 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관하여 설명하였으나 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되지 않으며, 후술되는 청구범위 및 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

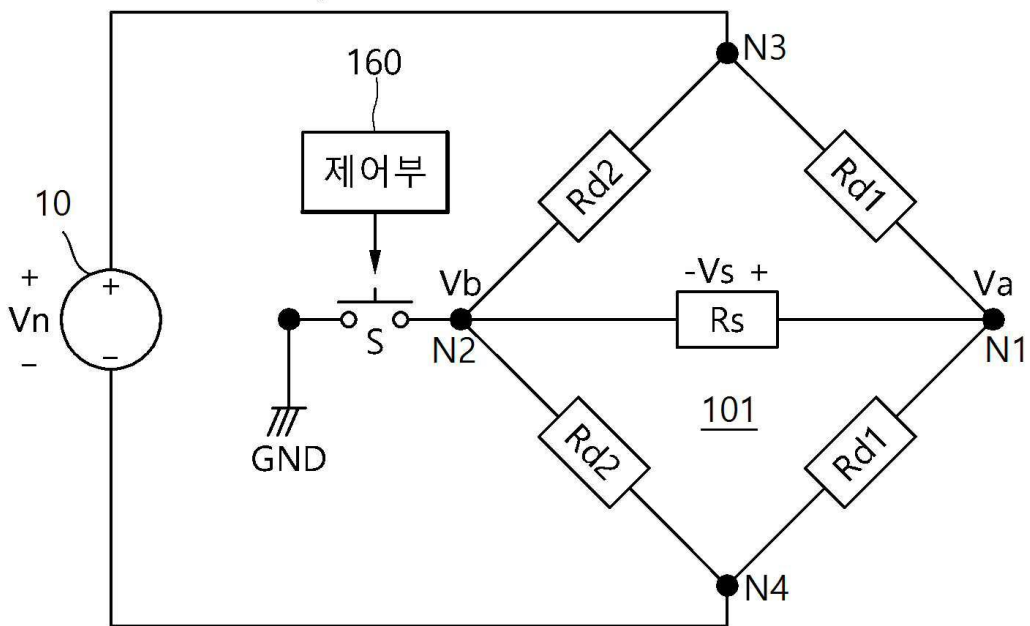
- [0136] 101: 브릿지 회로
- 110: 센싱부
- 120: 레벨 변환부
- 130: 오프셋 보정부
- 140: 연산부
- 150: 판단부
- 160: 제어부

도면

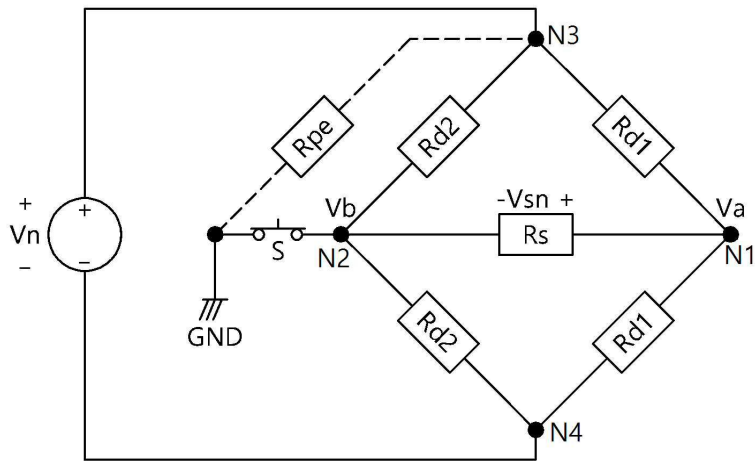
도면1



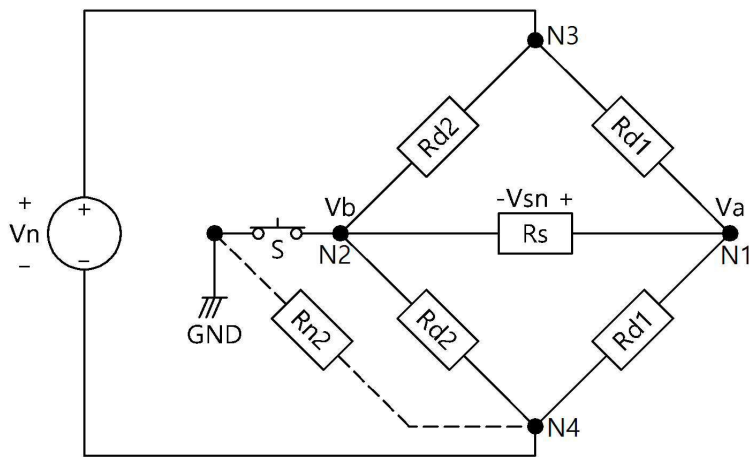
도면2



도면3



도면4



도면5

