



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월28일
 (11) 등록번호 10-1238620
 (24) 등록일자 2013년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 GOIR 31/34 (2006.01) GOIR 19/165 (2006.01)
 G05B 23/02 (2006.01) H01L 31/042 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0058264
 (22) 출원일자 2011년06월16일
 심사청구일자 2011년06월16일
 (65) 공개번호 10-2012-0138866
 (43) 공개일자 2012년12월27일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101026353 B1*
 JP2009064809 A
 KR1019990077390 A
 JP2003324207 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 김득수
 서울특별시 강남구 압구정로 401, 803호 (압구정동, 한양아파트51동)
 (72) 발명자
 김득수
 서울특별시 강남구 압구정로 401, 803호 (압구정동, 한양아파트51동)
 김래영
 서울특별시 강남구 압구정로 401, 한양아파트 53동 803호 (압구정동)

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 박근용

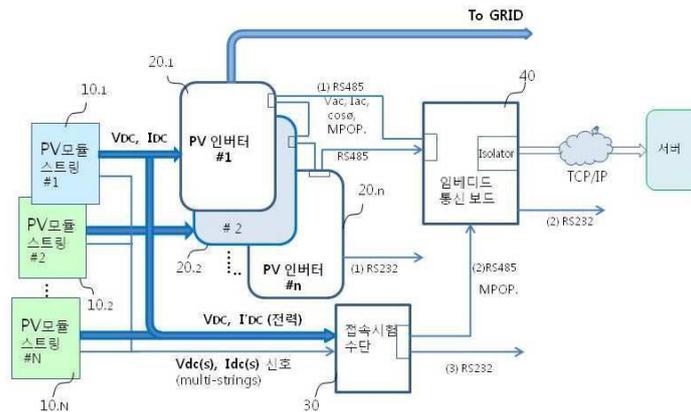
(54) 발명의 명칭 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치 및 이의 진단 방법

(57) 요약

본 발명은, 태양전지모듈을 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태 또는 고장유무를 감시하고 태양광발전 시스템의 운전, 발전 상태를 효과적으로 모니터링하여 자동으로 이의 고장을 인식할 수 있도록 하는 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치 및 이의 진단방법에 관한 것이다.

본 발명은, 태양전지모듈로부터 얻어지는 전력을 변환하고 발전제어하는 단계에서 얻어지는 최대전력 동작점(MPOP)데이터를 송출하기 위한 직렬통신포트가 구비된 태양광 인버터; 상기 MPOP 데이터를 상기 태양광 인버터로부터 송출받아 내부에 저장된 MPP 매핑 데이터와 비교 연산 처리하며, 이의 처리 결과를 원격측으로 출력하는 블루투스 또는 이더넷(TCP/IP) 통신포트가 구비된 임베디드 통신보드를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

태양전지모듈을 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태 또는 이상유무를 감시하는 고장 인식 장치에 있어서,
 상기 태양전지모듈로 부터 얻어지는 전력을 변환하며, MPOP 데이터를 포함한 발전량 데이터를 송출하는 태양광 인버터; 및 상기 MPOP 데이터를 송출받아 내부에 저장된 MPP 매핑 데이터와 비교 연산처리하며, 이의 처리 결과를 외부로 출력하는 통신포트가 구비된 임베디드 통신보드;를 포함하고,

상기 임베디드 통신보드는,

태양전지모듈의 평균 일사량을 측정할 수 있는 일사량 광센서로 부터 측정된 일사량 데이터에 상응하여 발전가능 추정 전력량과 동일 측정 시간대의 발전 전력량을 상호 비교하는 특징을 가진 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 2

태양전지모듈을 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태 또는 이상유무를 감시하는 고장 인식 장치에 있어서,

상기 태양전지모듈로 부터 얻어지는 전력을 변환하며, MPOP 데이터를 포함한 발전량 데이터를 송출하는 태양광 인버터; 및 상기 MPOP 데이터를 받아 내부에 저장된 MPP 매핑 데이터와 비교 연산처리하며, 이의 처리 결과를 외부로 출력하는 통신포트가 구비된 임베디드 통신보드;를 포함하고,

상기 임베디드 통신보드는,

상기 저장된 MPP 매핑 데이터의 변화 추이를 공장출하 시점의 최초값과 비교 분석하여 태양전지모듈의 열화정도 또는 이상유무를 예측하는 특징을 가진 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 3

태양전지모듈을 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태 또는 이상유무를 감시하는 고장 인식 장치에 있어서,

상기 태양전지모듈의 MPOP 데이터를 계획된 주기마다 측정하는 접속시험수단; 상기 태양전지모듈로 부터 얻어지는 전력을 변환하며, MPOP 데이터를 포함한 발전량 데이터를 송출하는 태양광 인버터; 및 상기 측정된 MPOP 데이터를 저장 또는 주기적으로 갱신하고, 저장된 MPP 매핑 데이터와 태양광 인버터 제어기의 실제 MPPT 발전 데이터를 비교 처리하여 이의 비교 처리 결과를 외부로 출력하는 통신포트가 구비된 임베디드 통신보드를 포함하고,

상기 접속시험수단은,

상기 태양전지모듈에 부하 시험전류를 흐르게 하여 상기 MPOP 데이터를 시험적으로 측정하는 MPP시험측정수단을 포함하여 구성되는 것인 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 접속시험수단은,

상기 태양전지모듈의 MPOP 데이터를 연산하는 데 필요한 발전전압/전류, 및 시험전류, 발전량 데이터, 온도, 일사량 신호중 어느 하나 이상을 디지털값으로 변환하는 A/D컨버터; 및 상기 A/D컨버터의 출력을 받아 연산처리하는 MPU를 더 포함하는 것인 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 태양전지모듈은 다수개의 스트링으로 구성되는 데,

상기 접속시험수단은,

상기 다수개의 스트링을 MPP시험측정수단으로 연결하는 스위칭 수단을 더 포함하고, 상기 태양전지모듈의 MPOP 데이터를 산출하여 외부로 송출하는 것을 특징으로 하는 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제 3항에 있어서,

상기 임베디드 통신보드는,

시험전류에 의해 시험·측정된 MPOP 데이터와 동일한 시간대, 또는 동일한 일사량 및 온도 조건에서의 MPPT 발전 데이터를 상호 비교 연산한 후, 이 분석 결과에 의해 태양광 인버터를 감시하는 특징을 가진 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 11

제 1항 내지 3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 MPP 매핑 데이터는,

태양전지모듈의 발전전압/발전전류를 포함하고, 태양전지모듈의 동작온도, 고유식별번호, 발전시각, 일사량, 또는 발전전력/m²의 중 적어도 어느 하나를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 태양광발전 시스템 고장 인식 장치.

청구항 12

태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법에 있어서,

태양전지모듈의 MPOP 데이터를 측정·시험하는 단계(S201)는,

발전출력이 감소되게 태양광 인버터 제어기를 동작시키는 단계(S301);

스위칭소자가 도통(On)하여 태양전지모듈에 부하 시험전류를 흐르게 하는 단계(S302);

출력전류 I_{DC} 와 발전전압 V_{DC} 과형의 순시치 곱셈연산에 의해 최대전력 동작점(MPOP)의 해당 측정시간, 일사량 및 출력전류/발전전압에 대한 MPOP 데이터를 취하는 단계(S303); 및

상기 단계 S303의 수행후 또는 동시에, 저장된 에너지가 다이오드(Ds)를 통해 환류되어 커패시터(Cp)에 충전되는 단계(S304)를 포함하는 태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법.

청구항 13

태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법에 있어서,

태양광 인버터에서 발전되는 MPOP 데이터를 송출받는 단계(S202);

상기 단계(S202)로 부터 얻은 MPOP 데이터를 유사한 시간대 또는 유사한 일사량을 기준하여 분류·매핑하는 단계(S203);

상기 매핑된 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 동일한 동작온도 또는 일사량별로 최초의 MPPT 운전 정보 간에 차이가 있는 지 여부를 분석 비교하는 단계를 포함하는 태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법.

청구항 14

태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법에 있어서,

태양전지모듈의 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 시험·측정하는 단계(S201);

상기 단계(S201) 또는 상기 단계((S201) 전후에 태양광 인버터으로 부터 발전되는 MPOP 데이터를 송출받는 단계(S202);

상기 송출받은 MPOP 데이터를 유사한 시간대 또는 유사한 일사량을 기준하여 분류·매핑하는 단계(S203); 및

시험·측정된 최대전력 동작점(MPOP) 데이터와 인버터의 MPPT 운전 정보 간에 차이가 있는 지 여부를 분석 비교하는 단계(S204);를 포함하는 태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 발전소에 설치된 태양전지모듈 및 태양광발전 시스템에 대한 운전상태나 발전량을 효과적으로 모니터링하고 원격측에서 감시할 수 있음은 물론 태양전지모듈의 비정상 여부 또는 최대 발전 추적운전 모드가 정상인지의 여부를 파악하여 이를 쉽게 인식할 수 있는 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치 및 이의 진단 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 화석연료의 과대한 사용에 따라 지구의 온난화 등 환경문제가 심각해지면서 국제적으로 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 대책 마련이 시급한 실정이며 이의 대안으로 신재생 에너지에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 태양전지를 비롯한 그린에너지 공급원들은 지구에 한정적으로 존재하는 화석연료를 사용하지 않는다는 장점과 이산화탄소 가스의 배출이 없으므로 환경 오염을 최소화할 수 있다는 큰 장점이 있으며, 이러한 장점들은 지구 온난화와 화석연료 고갈이 심각해 지는 가까운 미래를 대비해야 하는 현대인의 입장을 고려할 때 이의 중요도는 매우 높을 수 밖에 없다.

[0003] 우리나라의 경우에도 근래 이산화탄소 배출을 규제하기 위해 태양광발전을 선두로 하여 신재생 에너지 보급에 대한 장려정책이 제도화되어 실시되고 있고, 이에 따라 태양광 발전시스템은 최근 몇 년간 주요한 신재생 에너지의 우선적인 발전시스템으로 권장되면서 수많은 발전설비 및 이의 운영에 필요한 인프라 시설들이 개발되었고 현재 수천MW 용량의 태양광발전 시설이 현장에서 설치 운용중에 있다.

[0004] 이러한 태양전지모듈은 일사량을 많이 얻을 수 있는 건물의 옥상에 설치되거나 일조권이 잘 확보될 수 있는 야산과 같은 한적한 곳에 태양광에 직접 노출되어 설치되므로, 운영자의 접근이 대개 용이치 못하고 발전시스템이 설치되어 있는 현장에서 직접 육안으로 체크하는 방안이 현실적이지 못하며 따라서 원격 모니터링이나 발전시스템에 대한 자동 고장 인식의 중요도가 높아지게 되었다.

[0005] 2010년 06월25일에 대한민국에 출원되어 2010년 12월03일에 등록된 출원번호 제 10-2010-0060471호 특허는, 태양광 에너지를 전기에너지로 변환하여 출력하는 다수의 태양전지모듈과, 상기 다수의 태양전지모듈로부터 출력되는 전력을 변환하는 인버터와, 발전된 전압과 전류를 측정함과 함께 각 태양전지모듈이 연결된 회로군에서 과전압 또는 과전류, 역전류의 이상유무를 감시하고 제어하는 태양광발전 감시 제어 장치와, 이의 감시결과에 따라 전원을 차단하는 스위칭부 및 이의 정보를 전달받아 데이터를 수집하고 모니터링하는 데이터수집 및 모니터링 장치로 구성되는 것을 특징으로 하고 있다.

[0006] 또한, 2005년 09월13일에 대한민국에 출원되어 2005년 11월28일에 등록된 출원번호 20-2005-0026332호 고안은, 태양광 어레이 모니터링 장치에 관한 것으로, 추구하는 목적은 다수개의 태양전지측에서 입력되는 전류값과 인버터 출력되는 전류값 각각을 측정/비교하여 발전량을 모니터링하는 한편, 인버터가 병렬로 연결되어 각기 다른 변압기로 공급하는 구조에서 DC측 발전량이 적을 경우, 두 대의 인버터와 변압기가 가동되어 발전량에 손실을 가져오는 것을 방지하는 데 있다.

[0007] 또한, 2009년 10월12일에 대한민국에 출원되어 2010년 07월09일에 등록된 출원번호 10-2009-0096547호 특허는,

태양광 인버터의 작동상태를 감시하기 위해 임베디드 하드웨어에 감시제어 운영, 네트워크 및 데이터수집 프로그램, 이더넷 통신부를 가지는 임베디드 모니터링 웹서버와; 상기 이더넷 통신부를 통해 상기 임베디드 모니터링 웹서버와 연결되어 발전되는 전력에 대한 측정 데이터를 저장하기 위한 네트워크 스토리지와; 상기 임베디드 모니터링 웹서버에 접속 로그인하여 상기 네트워크 스토리지에 저장된 정보를 열람 및 출력할 수 있는 현장운영용 클라이언트 컴퓨터를;로 구성되고 공사 및 설치비용을 월등하게 절감할 수 있으며 어디에서든지 감시/관리를 용이하게 할 수 있도록 하는 방안을 제시하고 있다.

[0008] 이외에도, 2011년 03월08일에 대한민국에 출원되어 2011년 04월25일자로 등록된 특허(제 10-1032489호)의 태양광발전 모니터링 시스템은 복수의 태양전지모듈에 상응하는 발전 전력량 및 기상 데이터를 측정하고, 발전 전력량 및 기상 데이터 중 적어도 하나를 이용하여 태양전지모듈의 동작 상태를 확인하고 이의 청소 필요 여부 또는 데이터 전송 여부를 결정할 수 있는 방안을 제시한다.

[0009] 태양광발전의 기본원리는 반도체 접합으로 구성된 태양전지(solar cell)에 태양광이 조사되면 광에너지에 의한 전자-양공쌍이 여기되고, 전자와 양공이 이동하여 n층과 p층을 가로질러 전류가 흐르게 되는 광기전력 효과에 의해 기전력이 발생되어 연결된 부하측으로 전류가 흐르게 된다. 이러한 태양전지는 필요한 단위용량으로 직로 상으로 연결되어 용기내에 봉입된 태양전지모듈(solar cell module)형태로 상품화되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 태양광발전 시스템은 태양전지모듈에 태양광이 조사되면 광기전력 효과 (Photovoltaic Effect)에 의해 발생된 기전력(전기에너지)을 태양광 인버터를 통해 최대 발전효율 운전특성을 갖도록 교류전력으로 변환하여 계통(Grid)으로 송전시키거나, 발생된 기전력으로 배터리를 충전한 후 필요한 시기에 이를 방전시켜 발생된 전기에너지를 교류로 변환하여 사용할 수 있도록 시스템화한 것이다.

[0011] 태양전지에서 발전되는 전력은 $P=V \times I$ 로 나타낼 수 있으며 이 곡선을 살펴보면, 태양전지의 출력측이 개방(Open)된 상태(즉, 출력단의 저항이 무한대인 상태)에서는 태양전지의 양단에 개방전압인 V_{oc} 가 나타나게 되고 이때에는 전류가 흐르지 않기 때문에 발전되는 전력은 영(0)이다. 또한 태양전지에 부하가 인가되면(즉, 출력단에 저항이 연결되면), 발생된 기전력 전압에 따라 저항에 전류가 흐르게 되고, 이후 부하가 점점 증가되어 출력단이 단락(Short circuit)된 상태가 되면 발전전압이 감소되어 영(0)이 되게 되고 전달 전력(Power)은 개방(Open)상태와 마찬가지로 영(0)이 된다.

[0012] 이와 같이 태양전지는 일반 전압원과는 달리 태양전지가 가지는 물성적인 특성상 출력전류가 증가함에 따라 출력전압은 점점 감소되게 되는 데, 소정값 이상으로 전류가 증가되게 되면 출력전압은 감소되면서 더 이상 전류가 증가되지 못하는 지점이 존재하게 되는 특유의 비선형 출력특성을 가지며, 이에 따라 태양전지로 부터 전달되는 발전전력 곡선은 출력전압이 증가함에 따라 증가하다가 다시 감소되는 산봉우리 모양과 유사한 정상점인 최대전력 동작점(Maximum Power Operating Point, MPOP, 또는 MPP)을 가지고 있다.

[0013] 한편, 태양광발전 시스템(PCS 인버터)를 최대전력 동작점에서 제어시키기 위하여 필요한 MPPT 제어 알고리즘은 일반적으로 P&O 제어기법 또는 IncCond 제어기법이 주로 사용되고 있다.

[0014] 상기 P&O 제어기법은 태양 전지모듈의 출력전압과 전류의 곱에 의한 전력(kW) 변화량의 계산에 기초를 두고 있다. 발전된 전력량의 변화는 기준 동작전압을 변동시키기 위하여 현재의 전압값과 바로 전 주기(과거)의 전압값의 비교에 의해서 결정된다. 본 방식은 제어가 간단하고 구현이 용이하며 일사량이 서서히 변하는 곳에서 최대 전력점을 효과적으로 적절히 추종하고 최대 전력점의 부근에서 동작점을 유지하는 특징이 있다.

[0015] 또한, 상기 IncCond 제어기법은 태양전지모듈의 P-V 곡선에서 최대 전력점이 $P=V \times I$ 의 수식 중 dP/dV 가 0이 되는 즉, 곡선 기울기의 크기와 부호에 따라 기준 동작점을 유지, 증가 혹은 감소하는 원리에 기초하며 일사량 급변시에도 최대전력 추종제어를 효과적으로 수행할 수 있는(벗어나지 않는) 장점을 가지고 있다.

[0016] 그러나, P&O 제어기법은 최대 전력점에 도달하였을 때 출력 동작점이 최대 전력점을 기준으로 반복적으로 진동하기 때문에 정확히 그 값을 유지하지 못하며 일사량의 급변시에 최대전력 추종제어점을 순간적으로 벗어나게 되는 단점을 가지고 있으며, P&O 제어기법은 최소한 두(2)번 이상의 나뉜셈 연산이 필요하므로 태양광 인버터가 발전된 전력을 계통으로 효율적으로 전달하기 위한 전력변환 제어시에 MPPT제어 알고리즘을 수행하는 단계에서 연산시간이 증가될 수 있어 전체적인 제어가 불안해지는 있는 단점을 갖는다.

[0017] 한편, 태양광발전에 채택되고 있는 태양전지모듈은 야간이나 비, 눈 또는 구름에 의해 햇빛이 비치지 않는 날에는 전기가 발생되지 못할 뿐만 아니라 햇빛이 비치는 날에도 일사량의 강도에 따라 불균일한 전력이 발생되는 등, 기상조건에 따라 매우 민감한 발전량의 변화를 나타내게 된다.

[0018] 또한, 태양전지모듈은 사용·발전시간이 경과됨에 따라 내부 특성이 변화되거나 노화된 것은 물론 기상조건에 의한 온도 변화로 인해 발전특성이 변화되거나 태양전지모듈의 상부면에 먼지가 쌓이게 되어 초기의 발전효율에 비해 발전량이 점점 저하하게 된다.

[0019] 따라서, 태양광발전 시스템에 채택되는 태양전지모듈의 발전량 감소요인, 고장발생 여부 및 노화상태를 지속적으로 감시하고, 태양광 인버터가 주어진 기상조건하에서 최대 발전효율 동작점인 MPOP점에서 운전되고 있는 지를 지속적으로 감시할 필요가 있다.

[0020] 본 발명은 발전소 현장에 운용중인 태양전지모듈 및 태양광발전 시스템의 운전상태나 발전량을 효과적으로 모니터링하고 원격측에서 감시할 수 있음은 물론, 태양전지모듈의 비정상 여부 또는 최대 발전 추적운전 모드가 정상인지의 여부를 파악할 수 있는 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치 및 이의 진단 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0021] 본 발명은 태양전지모듈을 가지는 태양광 발전시스템의 운전상태 또는 고장유무를 감시하고 태양광발전 장치의 운전상태 변화를 효과적으로 모니터링하여 로컬 또는 원격에서 고장을 인식할 수 있도록 하는 태양광발전 시스템의 고장 인식 장치 및 이의 진단방법에 관한 것이다.

[0022] 본 발명의 일 실시예로써, 태양전지모듈로 부터 얻어지는 전력을 변환하며 발전시스템의 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 포함한 발전량 데이터를 외부로 송출하기 위한 통신포트가 구비된 태양광 인버터; 상기 MPOP 데이터를 상기 태양광 인버터로 부터 송출받아 내부에 저장된 MPP 매핑 데이터와 비교 연산 처리하며, 이의 처리 결과를 원격측으로 출력하는 이더넷(TCP/IP)등의 통신포트가 구비된 임베디드 통신보드;를 포함한다.

[0023] 또한, 상기 태양전지모듈의 최적 운전조건의 MPOP를 계획된 주기마다 시험·측정하여 새로 측정된 MPOP 데이터를 상기 임베디드 통신보드 또는 상기 태양광 인버터(제어기)로 송출하는 접속시험수단을 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0024] 상기 접속시험수단은 현재 상태의 MPOP를 시험적으로 측정할 수 있는 하드웨어로 구성된 시험수단을 가지는 것이 바람직하며, MPOP를 시험·측정하는 데 필요한 시험전류를 태양광 인버터 운전 동작과 연계하여 얻을 수 있도록 구성되는 것이 태양광 발전효율의 개선 측면에서 볼 때 더욱 바람직하다.

[0025] 상기 접속시험수단은, 상기 태양전지모듈의 직류 발전 전압 및 전류를 각각 디지털 값으로 변환하는 수단이나 기능을 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0026] 발전용량이 증가됨에 따라, 상기 다수개의 태양전지모듈 스트링들이 수개의 각 태양광 인버터(20.1, 20.2, 20.3, ...)에 접속될 수 있고 상기 각 태양광 인버터들은 상호간 또는 상기 임베디드 통신보드(40)와 직렬포트를 통해 연결되어 통신할 수 있게 구성될 수 있다.

[0027] 또한, 상기 직렬통신포트는 RS232, 다수 링연결 구조의 RS485 또는 CAN 통신포트 중 어느 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0028] 이때, 상기 접속시험수단(30)은 다수개의 태양전지모듈 스트링(10.1, 10.2, 10.3, ...)을 주기적으로 스캔하여 각 태양전지모듈의 최적 조건의 MPOP 데이터를 측정하여 산출하고, 각 태양전지모듈의 발전 전압 및 전류 데이터를 디지털 값으로 변환하여 상기 MPOP 데이터와 함께 임베디드 통신보드측으로 송출할 수 있도록 구성할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 임베디드 통신보드는, 태양광 인버터 제어기 또는 상기 접속시험수단과 상기의 발전 정보 데이터(MPOP 및 발전량, 전지온도 또는 일사량 등)를 공지된 통신방법에 의해 상호 간에 수수하고 통신할 수 있다. 상기 임베디드 통신보드에서는 새로 측정되어 송출받은 MPOP 데이터 값을 저장하고 또한 이미 저장된 MPP 매핑 데이터를 자신의 내부 메모리 용량 한도내에서 최신의 데이터를 가지도록 선입선출기준에 따라 갱신하고 저장할 수 있도록 구성할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 임베디드 통신보드는 현재 운전중인 MPOP 데이터와 현재 저장된 동일 조건의 MPP 매핑 데이터를 상호 비교 연산처리함으로써, 다수개의 태양전지모듈 스트링를 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태를 상시 감시

하고 태양전지모듈을 포함한 태양광발전 시스템의 노화상태 및 고장(비정상 상태)여부를 인식하여 이의 결과를 로컬이나 원격 서버를 통해 외부로 송출할 수 있도록 구성할 수 있다.

- [0031] 또한, 태양전지모듈의 평균 일사량을 측정할 수 있는 일사량 광센서로부터 측정된 일사량 데이터에 상응하여 발전가능 추정 전력량과 동일 시간대의 발전 전력량을 상호 비교하여 태양광발전 시스템의 이상유무를 진단할 수 있다.
- [0032] 또한, 상기 저장된 MPP 매핑 데이터의 변화 추이를 공장출하 시점의 최초값과 비교 분석하여 태양전지모듈의 열화정도 또는 이상유무를 예측할 수 있으며, 부하 시험전류에 의해 시험·측정된 MPOP 데이터와 동일한 측정 시간대 또는 일사량 대의 MPPT 발전 데이터를 상호 비교 연산한 후 이 분석 결과에 따라 태양광발전 시스템의 이상유무를 진단할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 MPP 매핑 데이터는 각 태양전지모듈 스트링의 발전 상태를 분석 감시하기 위해 모듈식별번호, 발전 시각, 발전전압/전류 및 발전전력/m²의 중 어느 하나 이상을 더 포함하는 것이 바람직하며, 태양전지모듈의 각 동작온도에 따라 측정된 최적 운전조건의 MPOP 데이터를 더 포함할 수 있다.
- [0034] 한편, 태양광발전 시스템의 고장 인식 진단 방법은,
- [0035] 태양전지모듈의 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 시험·측정하는 단계(S201);
- [0036] 상기 단계(S201) 또는 상기 단계((S201) 전후에 태양광 인버터로부터 발전되는 MPOP 데이터를 송출받는 단계(S202);
- [0037] 상기 단계(S201)로부터 얻은 MPOP 데이터를 상기 송출받는 MPOP 데이터와 유사한 시간대 또는 유사한 일사량을 기준하여 분류·매핑하는 단계(S203);
- [0038] 시험·측정된 최대전력 동작점(MPOP) 데이터와 MPPT 운전 정보 간에 차이가 있는 지 여부를 분석 비교하는 단계(S204);를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명은, 태양광발전 시스템의 원격 고장 인식 장치 및 이의 진단방안을 제공할 수 있다. 별도 하드웨어로 구성된 측정회로에 의해 시험·측정된 MPOP 데이터에 의해 태양광 인버터가 최대전력 동작점을 추종할 수 있도록 감시하고 제어할 수 있으므로 태양광발전 시스템의 발전운전 효율을 극대화 가능하다.
- [0040] 또한, 현장의 태양전지모듈의 비정상 여부 또는 태양광 발전장치의 운전모드가 정상인지의 여부를 파악할 수 있고 또한 이를 효과적으로 원격측에서 모니터링할 수 있다.
- [0041] 따라서, 태양광발전 시스템의 보수 유지가 매우 용이하게 하고 현재 주어진 일사량 조건에서 항상 최대 발전이 가능토록 하는 적절한 방안을 제시할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 본 발명의 태양광발전 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 블록도.
- 도 2는 태양전지모듈의 발전 특성을 보여주는 전압/전류 곡선.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예인 접속시험수단의 구성 블록도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예인 MPP시험측정수단의 구성을 도시한 블록도.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예인 MPP 시험측정시의 태양전지모듈 스트링의 출력전압 및 시험전류 파형.
- 도 6은 본 발명의 MPP 매핑 데이터 테이블의 일 실시예.
- 도 7은 태양광발전 시스템의 고장 인식 모니터링을 수행하기 위한 진단방법의 순서도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 발명에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조

합한 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.

- [0044] 또한, 본 발명에서 사용한 "임베디드 통신보드" "접속시험수단" 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용되고 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 즉 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0045] 또한, 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본 발명의 구체적 실시 내용에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 실시예에 나타난 실시 형태에 대해서만 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0046] 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0047] 공지된 바와 같이 태양전지는 비, 눈 또는 구름에 의해 햇빛이 비치지 않는 날과 밤에는 전기가 발생하지 않을 뿐만 아니라 햇빛이 비치는 날에도 일사량의 강도에 따라 불균일한 직류가 발생된다.
- [0048] 즉, 태양전지는 기상조건에 따라 매우 민감한 발전량의 변화를 나타내게 되며, 기상조건에 의한 온도 변화로 발전특성이 변화되거나 발전시간이 경과됨에 따라 내부 특성이 노화될 수 있고, 태양전지모듈의 표면에 먼지가 쌓이게 되면 동일한 일사량 조건에서도 발전량이 매우 저하하게 된다.
- [0049] 따라서, 상기와 같은 태양전지모듈의 변화 특성을 고려하여 태양광발전 시스템은 태양전지의 노화나 특성변화 조건하에서도 이의 발전효율이 최대화될 수 있도록 제어되어야 하며, 태양전지모듈은 발전특성이나 성능이 저하되지 않도록 태양광발전 시스템을 유지 보수하는 등 지속적으로 관리가 필요하다.
- [0050] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0051] 도 1은 본 발명의 일 실시예로써 태양광발전 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 블록도를 보여 준다.
- [0052] 본 발명에서 제시한 일 실시예는, 태양광발전 시스템이 어떠한 조건하에서도 발전효율이 최대화될 수 있도록 MPPT 제어하고 이를 용이하게 관리하는 방안으로써, 태양전지모듈을 직·병렬형태로 연결한 태양전지모듈 스트링(10); 상기 태양전지모듈 스트링(10)의 발전전력을 변환하여 효율적으로 배전계통에 송전될 수 있도록 제어되는 PV 전력변환부인 태양광 인버터(20); 및 현재 저장된 MPP 매핑 데이터와 현재 운전중인 인버터로부터 얻은 동일 조건의 MPOP 데이터를 비교 연산처리함으로써 다수개의 태양전지모듈 또는 스트링을 포함하여 태양광발전 시스템의 운전상태(최대전력 동작점으로 운전되고 있는 지의 여부)감시하거나 동시에 시스템의 고장을 인식하고, 이의 결과를 로컬이나 원격측과 쌍방 통신하는 데 필요한 임베디드 통신보드(40)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0053] 또한, 태양전지모듈 스트링(String)을 주기적으로 스캔하여 현재 상태의 각 태양전지모듈의 최대 효율 운전조건을 가지는 MPOP 데이터를 시험·측정하는 접속시험수단(30)를 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [0054] 또한, 상기 접속시험수단(30)은 태양전지모듈의 직류 발전전압 및 발전전류 데이터, 또는 발전량 정보(예를 들어, 표면온도 및 일사량을 포함한 기상데이터, 발전 전력량)를 상기 태양광 인버터 제어기 또는 임베디드 통신보드(40)측으로 전송할 수 있으며 다수개의 태양전지모듈을 안전하게 태양광 인버터의 입력단에 접속되게 하는 수단을 더 가지는 것이 바람직하다.
- [0055] 상기 임베디드 통신보드(40)는, 태양광 인버터의 외부에 별도로 배치되어 통신케이블 등으로 연결되거나, 태양광 인버터 제어기 보드내에 일체화하여 배치하되 상기 임베디드 통신보드(40)를 포함한 다수 제어기 모듈 상호간에 공지된 통신방식에 따라 상호간 쌍방 또는 단방으로 통신할 수 있도록 설계할 수 있다.
- [0056] 상기 각 대상간의 통신방식은, UART 통신과 같은 표준 프로토콜을 사용하는 RS232, RS422 또는 RS485 직렬통신방식이거나 많은 대상 간에 통신이 필요할 경우에는 CAN 통신방법을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0057] 발전용량이 큰 시설의 경우에는, 상기 태양전지모듈이 다수개의 스트링(10.1, 10.2 ...)으로 구성될 수 있고, 이때 다수개의 태양전지모듈 스트링(10.1, 10.2 ...)은 태양광 인버터(20.1)의 입력단 측에 연결될 수 있고, 태양전지모듈에서 최대전력 동작점 효율로 발전된 전력이 태양광 인버터(20.1)를 통해 변환되어 배전계통(Grid)으로 보내질 수 있다.
- [0058] 한편, 발전용량이 더욱 증가됨에 따라 상기 다수개의 태양전지모듈 스트링(String)들은 각 태양광 인버터(20.1,

20.2, 20.3, ...)에 접속될 수 있다. 다수개의 태양전지모듈 스트링 중 제 1 그룹의 스트링은 제 1번의 태양광 인버터(20.1)의 입력측에 연결되고, 다른 그룹에 속한 또 다른 스트링(10.2, 10.3 ...)은 순번대로 제 2번 또는 제 3번...의 태양광 인버터(20.2, 20.3 ...)의 입력단에 연결되게 구성하는 것이 바람직하다.

[0059] 이때, 상기 다수의 태양광 인버터(20.2, 20.3 ...)들은 이들 상호간에 직렬통신포트를 통해 각각 연결되어 멀티 테스킹으로 상기 다수의 MPOP 데이터를 포함한 발전량 데이터를 상기 임베디드 통신보드(40)로 송출할 수 있고, 상기 임베디드 통신보드(40)와 쌍방 또는 단방으로 통신할 수 있게 구성될 수 있다.

[0060] 상기 직렬통신포트는, 링연결 구조의 RS485 또는 CAN 통신포트 중 하나 이상을 포함하여 배치되는 것이 바람직하며, 상기 링연결 구조 통신포트는 어느 한쪽의 통신 연결선에 접촉불량이 발생되더라도 링(루프)구조로 연결되어 있으므로 실패 없이 통신이 가능하다.

[0061] 또한, 상기 접속시험수단(30)에서는 다수개의 태양전지모듈 스트링(10.1, 10.2, 10.3, ...)을 계획된 주기마다 스캔하고 시험하여 각 태양전지의 최적 조건의 MPOP 데이터를 측정·산출하고 이를 임베디드 통신보드(40)측으로 송출할 수 있다. 또한 상기 다수개의 태양전지모듈 스트링에 대한 직류 발전전압 및 전류 데이터를 디지털값으로 변환하고 상기 MPOP 데이터와 함께 임베디드 통신보드(40)측으로 동시에 송출하도록 하는 것이 바람직할 수 있다.

[0062] 이때 다수개의 태양전지모듈이나 다수개의 태양전지모듈 스트링을 계획된 주기마다 스캔하고 시험할 수 있도록, MPP시험측정수단(104)의 전단에는 상기 다수개의 태양전지모듈 스트링을 스위칭하여 순차적으로 연결되게 하는 스위칭수단(106)을 가지도록 구성할 수 있다.

[0063] 또한, 각 태양전지모듈 또는 스트링마다 식별이 용이하도록 고유번호를 부여하고, 이때 접속시험수단(30)은 각 태양전지모듈 또는 스트링마다 배치된 센서로부터 고유식별정보를 함께 획득하여 취득된 발전량 정보와 함께 임베디드 통신보드(40)측으로 전송할 수 있다. 이와 같은 고유식별정보를 원격의 종합 관리 서버로 전송함으로써, 노화되었거나 이상이 있는 태양전지모듈 또는 스트링(String)을 쉽게 파악할 수 있어 체계적인 관리가 가능하다.

[0064] 도 2는 태양전지모듈의 발전특성을 보여주는 전압-전류 곡선을 나타낸다.

[0065] 도 2에서 보인 바와 같이 태양전지(Solar cell)는 일반적인 전압원과는 달리, 기상조건(일사량의 크기 또는 그늘 등) 및 태양전지 표면 온도에 따라 변화되는 특유의 비선형 출력 특성(흔히 "전압-전류(I-V)곡선" 이라고 말함)을 가지며, 이의 출력 특성곡선을 살펴 보면 일사량 또는 태양전지(Solar cell)의 온도 변화에 의하여 서로 다른 양상(패턴)을 가지게 되고 태양전지에 조사되는 일사량의 크기나 태양전지의 온도에 따라 발전가능 전력($P=V \times I$)이 최대가 되는 고유의 출력전압 및 출력전류를 가지게 된다.

[0066] 또한, 도 2를 살펴 보면 일사량 또는 온도변화에 따른 MPOP 변화를 살펴 보면 더욱 복잡한 양상을 가짐을 알 수 있다. 일사량이 많으면 발전 가능한 전력은 증가되지만 태양전지모듈의 온도는 올라가게 된다. 동일한 일사량 조건에서 태양전지모듈의 표면 온도가 올라가게 되면 발전가능한 최대 전력이 떨어지게 된다.

[0067] 또한, 각 최대전력 동작점(MPOP)에서는 일사량의 변화에 따라 출력전압은 거의 변화가 없으나 전류가 크게 변화되며, 온도 변화에 의해서는 최대전력 동작점의 전류는 거의 일정하나 전압특성이 크게 차이가 있음을 알 수 있다. 특히 태양전지를 직·병렬로 연결 구성하여 대형의 태양전지모듈 스트링을 구성하게 되면, 각 태양전지모듈의 부분적인 그늘짐에 의한 일사량 차이 및 각 모듈의 자체 특성 차이에 따라 상기 전압-전류(I-V)곡선은 더욱 복잡한 패턴을 갖게 되는 것이다.

[0068] 이와 같이, 태양전지 발전의 MPPT 제어는, 일사량 변화뿐만 아니라 온도변화 또는 각 모듈의 그늘짐 차이에 대해서도 보정이 이루어져야 하기 때문에 매우 복잡하고 정밀한 연산제어가 필요하다. 또한 각 태양전지모듈이 상호간 비선형적인 특성을 갖기 때문에 고효율 MPPT 제어 알고리즘을 효과적으로 구현하는 데 있어 연산에 소요되는 시간이 많이 필요하여 이를 최적화 설계하는 데 있어 어려움을 가지고 있다.

[0069] 따라서, 태양광발전 시스템은, 태양광 인버터와 통신되는 별도의 임베디드 통신보드 등을 통하여 현재 운전되고 있는 최대전력 동작점의 데이터가 정상인지 상시 감시되고 관리되어야 할 필요가 있다.

[0070] 즉, 태양전지모듈의 비선형적인 특성을 감안하여 태양광 인버터가 MPPT제어를 효과적으로 구현할 수 있도록, 전력변환제어와는 별도로 독립적인 측정방법에 의하여 MPOP데이터를 시험·측정 연산하고 운전중에 있는 태양광 인버터에 제공하고 MPOP 데이터를 매핑하여 모델링함이 바람직하다.

- [0071] 이와 같이 태양전지 발전시스템은 임베디드 통신보드 또는 접속시험수단으로 부터 주기적으로 얻어지는 최적 조건의 MPOP 데이터를 이용하여 전술한 목적의 매핑 데이터를 모델링함으로써 태양광 인버터의 MPPT운전을 효과적으로 제어하거나 감시할 수 있는 것이다.
- [0072] 도 3은 별도의 MPP 측정시험 방법에 의해 MPOP 데이터를 얻기 위한 접속시험수단(30)의 내부 회로 블록도를 표시하고 있으며, 이하 접속시험수단(30)의 구성 및 동작에 대해서 설명한다.
- [0073] 접속시험수단(30)은 현재 상태의 MPOP를 시험적으로 측정할 수 있는 하드웨어적 측정회로를 가지는 것이 매우 바람직하고, 또한 MPOP를 측정·시험하는 데 필요한 부하 시험전류는 태양광 인버터의 운전 동작과 연계하여 상기 하드웨어적 측정회로를 통해 얻어지도록 구현하는 방안이 태양광발전 시스템의 운전효율 측면에서 매우 바람직하다.
- [0074] 상기 접속시험수단(30)은, 태양전지모듈(PV) 또는 스트링으로 부터 센싱되는 발전전압($V_{dc(s)}$) 및 발전전류($Adc_{(s)}$)를 디지털 값으로 변환하는 A/D컨버터(101); 상기 A/D컨버터(101)의 출력을 받아 상기 데이터를 버퍼링하거나 연산처리하여 이를 저장하고 또한 외부로 송출하는 기능을 가진 MPU(102); 외부의 통신보드 또는 서버와 정해진 통신규약에 따라 통신하는 데 필요한 통신포트(103); 및 시험적 측정방법에 의해 태양전지모듈 또는 스트링의 MPOP 데이터를 시험·산출하는 MPP시험측정수단(104)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0075] 또한 접속시험수단(30)은, 상기 MPP시험측정수단(104)의 부하 시험전류에 의해 인덕터(L_s)나 커패시터 회로에 임시 저장된 잉여에너지를 저장할 수 있는 에너지저장수단(105)을 더 포함하는 것이 매우 바람직하다.
- [0076] 또한, 상기 방출에너지가 클 경우에는 전해커패시터, 슈퍼커패시터 또는 2차 전지 중 어느 하나 이상으로 구성된 에너지저장수단(105)을 포함하여 시스템을 구성하는 것이 바람직하고 상기 에너지저장수단(105)은 태양광 인버터의 직류부스(DC Bus)의 커패시터와 병렬로 연결된다.
- [0077] 또한, 상기 에너지저장수단(105)의 출력단에는 태양광 인버터의 직류부스(DC Bus)를 지향하여 연결되는 역저지 다이오드(Blocking Diode)를 배치하여 태양광 인버터의 직류부스(DC-Bus)의 전력이 상기 에너지저장수단(105) 또는 커패시터(C_p , 204)측으로 넘어 오는 것을 방지하고, 태양광 인버터의 직류부스(DC-Bus) 전압원이 상기 MPP 시험측정수단(104)에 의해 영향을 받지 않도록 구성하는 것이 매우 바람직할 것이다.
- [0078] 상기 MPU(102)에는 MPP 매핑 데이터를 시간별로 저장할 수 있는 비휘발성 메모리소자와 같은 기억장치를 포함하는 것이 매우 바람직하며, 또한 MPOP 데이터를 측정·시험하는 시간을 알 수 있도록 리얼타임클럭(RTU) 소자나 회로가 배치되는 것이 바람직하다.
- [0079] 상기 A/D컨버터(101)는 다수개의 멀티플렉서를 입력단에 구비하여 다수개의 태양전지모듈(PV) 스트링으로 부터 각각의 발전전압($V_{dc(s)}$), 발전전류($Adc_{(s)}$), MPP시험측정수단(104)의 부하 시험전류, 및 MPOP 데이터의 연산에 필요한 전압/전류 파형을 상기 MPU의 지령에 의해 순차적으로 디지털 값으로 변환할 수 있다.
- [0080] 또한, 상기 A/D컨버터 및 MPU는 마이크로 컨트롤러(Micro Controller)을 포함하여 구성할 수 있으며 A/D컨버터가 MPU 내에 내장된 상용화된 모델을 채택하는 것이 바람직하다.
- [0081] 상기 A/D컨버터(101) 및 통신포트(103)와 같은 회로구성 요소들은 공지된 회로이므로 이들의 상세한 동작에 대하여 추가적인 설명을 생략한다.
- [0082] 상기 MPP시험측정수단(104)는, 이의 내부에 별도로 CPU를 배치하여 계획된 주기마다 각 태양전지모듈 또는 스트링의 최적의 MPOP값을 시험적으로 산출할 수 있도록 회로를 구성할 수 있으나 상기 MPU(102)의 제어·지령신호에 의해 MPOP값을 산출하도록 제어될 수 있다.
- [0083] 도 4는 상기 MPP시험측정수단(104)의 바람직한 일 실시예로써, MPOP값을 시험적으로 측정하여 이를 기초로 MPPT 제어 운전을 실현할 수 있는 MPP시험 및 측정회로를 보여주며, 도 5는 상기 MPP시험측정수단(104)의 시험 동작 시에 태양전지모듈 스트링의 출력전압 및 시험전류 파형을 도시하고 있다.
- [0084] MPP시험측정수단(104)는, 각각의 태양광전지모듈(10)의 출력단에 직렬 형태로 연결된 인덕터(L_s , 201); 상기 태양광전지모듈(10)의 출력측에 상기 인덕터 부하가 연결되어 부하 시험전류(I'_{DC})가 흐르도록 스위칭하는 스위칭 소자(SW, 202); 상기 부하 시험전류(I'_{DC})가 흐르는 과정에서 태양광전지모듈(10)의 출력전류 I_{DC} 가 충분히 증가되어 MPP점 이후에 도달된 후, 상기 인덕터(201)에 저장된 자기 에너지가 방출되어 환류되도록 환류통로를 제공하는 다이오드(D_s , 203) 및 상기 환류전류가 저장되는 커패시터(C_p , 204)를 포함하여 구성된다.

- [0085] 한편, 태양광전지모듈 스트링(10)은 다수개의 태양광전지모듈이나 다수개의 태양광전지모듈 스트링으로 구성될 수 있고, 이때 1조의 MPP시험측정수단(104)의 배치하여 다수개의 태양광전지모듈의 MPOP값을 측정하기 위해서는 상기 다수개의 태양광전지모듈 스트링을 스위칭하여 순차적으로 연결되게 하는 스위칭수단(106)을 상기 MPP시험 측정수단(104)의 전단에 추가하여 더 배치할 수 있다.
- [0086] 또한, 경제적인 면을 고려하여 상기 스위칭수단(106)을 추가적으로 배치하지 못한 경우에는, 표준으로 대표되는 1개의 태양광전지모듈 스트링의 MPOP 측정값을 다수개로 구성되는 태양광전지모듈 스트링(10)에 대한 표준 MPOP 데이터로 간주하여 사용할 수 있다.
- [0087] 이하 도 5를 기준으로 하여 상기 MPP시험측정수단(104)의 단계별 시험 파형 및 시험 동작 과정에 대하여 상세히 설명한다.
- [0088] 도 5에서 알 수 있는 바와 같이, 구간 I에서는 태양광 인버터가 소정의 MPPT 조건에서 운전되고 있으므로, 태양전지모듈 또는 스트링의 출력전류 I_{DC} 는 현재의 일사량 조건 내에서 최대 출력을 발전하기 위해 인버터 제어기의 제어 알고리즘 실행단계에서 산정된 크기의 출력전류를 유지하며 운전되고 있을 것이다.
- [0089] 이후 구간 II 지점이 도래되어 현재 조건의 MPOP 값을 좀 더 현실적으로 정확하게 시험·측정하는 단계가 개시된다. 구간 II 지점의 시작과 동시에 측정대상의 태양전지모듈에 연결된 태양광 인버터는 계통(Grid)으로 전달하는 발전전력의 출력이 감소되게 제어된다.
- [0090] 이때, 태양전지모듈의 발전전압 V_{DC} 은 태양전지의 "전압-전류(I-V)곡선"과 같이 증가하게 되고, 발전전력(kW)은 태양전지모듈의 출력전류 I_{DC} 와 발전전압 V_{DC} 곱에 의해 약간 감소된다.
- [0091] 이때, 태양전지모듈의 출력전류 I_{DC} 가 현재의 일사량 및 온도 조건에서 발전가능한 최대치의 약 50% 수준이 되도록 태양광 인버터가 제어된 상태에서, MPP시험측정수단(104)의 초기 부하 시험전류(I'_{DC})를 구동시키는 것이 바람직하다.
- [0092] 이후 구간 III 지점이 도래되어 상기 스위칭소자(SW, 202)가 도통(On)되면, 태양전지모듈 또는 스트링(10)에 인덕터(L_s , 201)이 연결되고, 상기 인덕터(L_s , 201)을 통해 도 5에 표시된 사선부분에 해당되는 부하 시험전류(I'_{DC})가 거의 직선적으로 증가되다가 자체특성에 의해 최대 출력전류 지점을 지나게 되면 거의 일정한 값으로 유지되게 된다.
- [0093] 이때 태양전지모듈 또는 스트링(10)에 흐르는 출력전류 I_{DC} 는 태양광 인버터의 입력단에 흐르는 발전전류와 MPP 시험측정수단(104)의 부하 시험전류(I'_{DC})와의 합이 되고, 발전전압 V_{DC} 는 자체특성에 의해 곡선형태로 감소되기 시작하게 된다. 상기 부하 시험전류(I'_{DC})가 더욱 커지게 되면 상기 태양전지모듈은 거의 단락상태가 되어 발전전압 V_{DC} 는 영(0)에 도달될 수 있다.
- [0094] 또한 발전전력(kW) 순시치는 태양전지모듈 또는 스트링(10)의 출력전류 I_{DC} 와 발전전압 V_{DC} 파형의 순시치 곱셈 연산에 의해 구해질 수 있으며, 발전전력(kW)은 서서히 증가하다가 최대점인 산봉우리 모양의 정상점에 도달되게 되고 이후 다시 감소하게 된다.
- [0095] 이때의 상기 정상점이 최대전력 동작점(MPOP)에 해당되고, 상기 동작점에 해당되는 발전전압 V_{DC} 및 출력전류 I_{DC} 값이 현실적으로 정확하게 측정된 MPOP값이 되며, 상기와 같은 시험적 방법에 의해 태양광 인버터의 MPPT 운전과 관계없이 독립적으로 MPOP 데이터를 정확히 구해 낼 수 있게 된다.
- [0096] 태양전지모듈에 간헐적으로 그늘이 비추게 될 시에는 상기 발전전력(kW)의 곡선에 있어서 두개의 산봉우리 모양의 정상점이 얻어질 수 있으며, 이때에 발전전력(kW) 순시치를 연산단계에서 검토하여 두(2)개 중 최대값을 MPOP값으로 취하는 것이 바람직하다. 도 5에서 상기 발전 출력전류 I_{DC} 와 발전전압 V_{DC} 파형을 순시치 곱셈 연산하여 두 개의 정상점을 용이하게 찾을 수 있음은 이 분야 통상의 종사자는 모두 쉽게 이해할 수 있을 것이다.
- [0097] 만약 최초 1회의 측정·시험에 의하여 만족할 만한 MPOP값을 얻을 수 없을 경우나 태양전지모듈에 그늘이 비추어 발전전력(kW)의 산봉우리 모양의 정상점이 두개씩 가지는 것으로 예상되는 경우에는, 부하 시험전류(I'_{DC})의 가변범위를 더 증대시켜 MPOP값을 재차 반복하여 측정할 수 있도록 상기 MPP시험측정수단(104)를 제어하는 것이 바람직할 것이다.

- [0098] 이후 구간 IV 에서 상기 스위칭소자(SW, 202)가 폐쇄(Off)되면 상기 부하 시험전류(I_{DC})는 영이 되고, 상기 인덕터(201)에 저장된 자기 에너지는 환류다이오드(Ds, 203)를 통해 환류전류(도 5의 삼각형 빗금 표시 부분)를 흐르게 하고 이는 커패시터(Cp, 204)를 충전되게 된다. 상기 커패시터(Cp, 204)에 일시 충전된 에너지는 소정의 값이상으로 전압이 상승되면, 저장수단(105) 또는 태양광 인버터의 직류부스(DC-bus)의 커패시터에 저장되게 된다.
- [0099] 또한, 일반적으로 태양전지의 출력을 변화시키는 일사량과 모듈의 온도 특성 중에서 온도 변화의 동특성은 느리게 되며 일사량은 구름에 의한 그늘짐 같은 현상으로 인해 동특성이 빠르게 되는 경향이 있으므로, 태양전지의 출력전류보다는 전압이 더 안정적일 수 있다.
- [0100] 따라서 이러한 동특성 현상을 기초로 볼 때, 상기 구간 I 내지 III 구간 시험에서 MPP시험측정수단(104)가 초기 구동될 때 빨리 MPOP점을 찾을 수 있도록, MPP시험·측정시에 필요한 부하 시험전류(I_{DC})를 태양전지의 특성곡선상에서 발전전압(V_{DC})이 개방전압의 약 80%로 되는 값으로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0101] 도 6은 MPP 매핑 데이터의 일 실시예를 보여 준다.
- [0102] 도 6에 보인 바와 같이 MPP 매핑 데이터는 각 태양전지모듈 스트링의 발전 상태를 분석 감시하기 위해, 고유식별번호, 발전시각, 일사량, 발전전압/전류 및 발전전력/m²의 중 적어도 하나 이상을 포함하는 것이 바람직하며 태양전지모듈의 각 동작온도에 따라 최적 운전조건의 MPOP 데이터를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- [0103] 전술한 바와 같은 MPP시험측정수단(104)의 시험 동작 과정에 의하여 일사량 또는 태양전지 표면온도의 변화에 따른 MPOP 데이터를 계획된 시간마다 시험하거나 측정하여 송출된 MPP 매핑 데이터를 MCU(102)의 기억장치에 미리 저장한다. 상기 저장된 MPP 매핑 데이터의 변화 추이를 최초 공장출하 시점의 동일 측정조건에서의 MPOP 값과 비교 분석하여 태양전지모듈의 갱년변화에 의한 열화정도나 이상유무를 예측할 수 있다.
- [0104] 또한, 현재 MPP시험측정수단(104)에 의하여 시험 측정된 MPOP 데이터와 태양광 인버터가 현재 운전 제어되는 동일한 시간대 또는 일사량 대의 MPPT 제어값을 상호 비교 연산한 후 이 결과값이 소정치 이상으로 차이가 나면, 태양광 인버터의 MPPT 제어가 비정상 상태인 것으로 판단할 수 있다.
- [0105] 또한, 상기 임베디드 통신보드 또는 상기 MPP시험측정수단(104)으로 부터 주기적으로 얻어지는 최적 조건의 MPOP 데이터를 이용하여 태양광 인버터의 MPPT 운전을 효과적으로 감시 또는 제어하는 것이 바람직하다.
- [0106] 상기 MPP시험측정수단(104)에 배치된 통신포트(103)를 통하여 상기에서 시험·측정하여 얻어진 MPOP데이터를 태양광 인버터의 제어보드 측으로 송출하고, 태양광 인버터 제어기는 상기 송출받은 MPOP 데이터를 기초로 태양광 인버터 MPPT 제어의 수행과 관련된 데이터를 수정하게 하거나 상기 MPOP 데이터를 이용하여 MPPT 제어를 수행하게 할 수 있다.
- [0107] 또한, 상기의 MPP 데이터의 취득 및 비교 연산 단계를 태양광 인버터의 MPPT 제어 프로그램의 메인루틴에서 수행되게 설계할 수 있으나, 이의 처리에 필요한 연산량이 많을 경우에는 상기 MPP시험측정수단(104)로 부터 시험 측정된 MPP 매핑 데이터를 통신포트(103)을 통해 임베디드 통신보드(40)측으로 보내고, 임베디드 통신보드(40)가 태양광 인버터의 제어와 독립적으로 상기 수신된 데이터에 의해 비교 연산 단계를 수행 처리하도록 제어시스템을 설계하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0108] 또한, 넓은 장소에 걸쳐 설치되어 있는 다수개의 태양전지모듈의 일사량을 평균적으로 측정하여 얻을 수 있도록 표준 장소에 일사량을 측정하는 광센서를 태양전지모듈에 가능한 한 근접하여 배치할 수 있다. 이때 상기 광센서로부터 현재 시각의 일사량 데이터를 측정하고, 동시에 상기에서 측정된 일사량을 기준한 MPOP 데이터 및 최대 발전 전력량을 임베디드 통신보드(40)측으로 송출하고, 상기 현재 측정된 일사량 조건에서 얻을 수 있는 최대 전력량과 공장 출하시점에 이론적으로 산출된 해당 일사량 대비한 최대 발전가능 전력량을 상호 비교하여 소정치 이상 차이가 발생한 경우에는, 태양전지모듈에 먼지가 많이 끼어 있거나 태양전지의 노화가 진행되었다고 판단할 수 있으므로, 이를 기초로 하여 태양전지모듈의 노화상태나 이상 유무를 체계적으로 점검, 관리할 수 있다.
- [0109] 또한, 상기 임베디드 통신보드(40)는, 태양광 인버터 또는 상기 접속시험수단과 발전 정보 데이터를 직렬통신 방법에 의해 상호간에 수수할 수 있다. 이때 측정 대상 태양전지모듈의 일사량 측정 데이터와 이에 상응하는 발전 전력량에 차이가 있거나 측정된 최적 조건의 MPOP 데이터와 현재 운전되고 있는 MPPT 정보가 상이하다고 판별되어 태양광 발전시스템의 발전 동작에 이상이 인식되면, 이에 대한 상세 정보나 분석 처리 데이터를 블루투

스 또는 이더넷 통신(TCP/IP)을 통해 종합 관리 서버측으로 전송하여 원격에서 태양광발전 시스템의 운전동작 상태를 모니터링하는 것이 바람직하다.

- [0110] 일반적으로 각각의 태양전지는 그 제조 특성에 따라 일부 오차는 존재하나, 실험치에 의하면 태양전지모듈에서 특성을 측정하였을 때, 최초 출하시의 최대 출력전압 또는 출력전류의 대략 65%이하인 경우에는 태양전지 그 자체의 결함으로 판단할 수 있으며 이를 그대로 방치하는 경우 태양광발전 시스템의 전력 계통에 사고 를 초래할 수 있다. 따라서, 상기 원격측의 서버에서 태양전지모듈의 결함 여부를 판단하고 해당 태양전지모듈 또는 태양 전지모듈 스트링의 전원을 자동 차단할 수 있도록 하는 기능을 상기 임베디드 통신보드내에 배치하는 것이 태양 광발전 시스템의 전반적 전력 계통에 대해 안정성을 확보하기 위하여 매우 바람직하다.
- [0111] 결론적으로 정리한다면, 다수개의 태양전지모듈 또는 스트링의 MPOP 데이터를 공지의 Inc Cond 방법 등에 의하여 산출하거나 본 발명의 일 실시예로 제시된 시험적 측정방법에 의해 계획된 주기마다 또는 순차적으로 측정하여 새로 측정된 MPOP 데이터를 임베디드 제어보드측으로 송출하고, 새로 측정된 값으로 이미 저장된 MPP 매핑 데이터를 주기적으로 갱신하고 현재 운전중인 MPOP 데이터와 비교 연산처리함으로써 다수개의 태양전지모듈 스트링을 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태를 상시 감시할 수 있고, 또한 태양전지모듈을 포함한 태양광발전 시스템의 노화상태 및 고장(비정상 상태)유무를 인식하여 이의 결과를 로컬이나 원격측에 송출하여 표시하게 함으로써 태양광전지모듈이나 태양광발전 시스템을 체계적으로 점검·관리할 수 있다.
- [0112] 그러면, 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 태양광발전 고장 인식 진단방법을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0113] 먼저 접속시험수단에서 태양전지모듈의 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 시험·측정한다.(S201).
- [0114] 상기 단계(S201)의 전후에 각종 발전량 데이터(교류출력 전압 및 전류, 전력 또는 역율, 온도 등)를 측정하여 상기 최대전력 동작점(MPOP) 데이터와 함께 외부로 송출하는 것이 바람직하다. 또한 태양전지모듈의 일사량 센서로 부터 측정 대상의 일사량 측정 데이터를 측정하여 함께 외부로 송출하는 것이 바람직할 것이다.
- [0115] 또한, 상기 태양전지모듈의 최적 운전조건의 MPOP를 계획된 주기마다 반복 측정하여 새로 측정 갱신된 MPOP 데이터를 임베디드 통신보드로 송출하는 것이 바람직하다.
- [0116] 태양광 인버터 제어기로 부터 현재 운전되는 MPOP 데이터를 송출받아 임베디드 통신보드에 저장하고(S202), 상기 단계(S201)에서 시험·측정을 통해 얻어지거나 상기 단계(S201) 전후에 태양광 인버터 제어기로부터 얻은 MPOP 데이터를 유사한 시간대 또는 유사한 일사량별로 분류하여 매핑 처리한다.
- [0117] 측정 대상의 태양전지모듈 스트링의 일사량 측정 데이터에 상응하여 발전가능한 추정 전력량과 동일한 태양전지 모듈 스트링에 대하여 상기 일사량 측정시간과 동일한 시간대에 측정된 발전 전력량을 상호 비교하여 소정값 이상으로 차이가 있는 지 여부, 또는 동일 온도 및 동일 일사량 조건에서의 시험·측정된 최대전력 동작점(MPOP) 데이터와 실제의 MPPT 운전 정보 간에 차이가 있는 지 여부를 분석 비교한다.(S204)
- [0118] 태양광발전 시스템의 상기 분석 처리 결과 및 발전량 데이터의 상세 정보를 근거하여 이상 정보가 인식되면, 블루투스 또는 이더넷 통신(TCP/IP)을 통해 원격측의 종합 관리 서버로 전송하는 단계를 수행한다.(S205)
- [0119] 또한, 측정 대상의 태양전지모듈 또는 스트링에 대하여 시험·측정된 최적 조건의 MPOP 데이터와 동일 시간대의 MPPT 운전 정보를 비교 처리하여 상이하다고 판별되면 원격통신을 통해 종합 관리 서버측으로 전송하는 단계를 더 수행할 수 있다.(S206)
- [0120] 한편, 접속시험수단에서 태양전지모듈의 최대전력 동작점(MPOP) 데이터를 측정·시험하는 단계 (S201)는 아래와 같다.
- [0121] 구간 II 지점에서 MPP 측정값을 정확하게 시험하는 단계가 개시되고, 계통(Grid)으로 전달하는 발전출력이 감소 되게 상기 태양광 인버터 제어기를 동작시킨다.(S301)
- [0122] 이때, 태양전지모듈의 출력전류 I_{DC} 를 현재의 일사량 조건에서 최대 발전가능한 출력전류의 소정의 수준(본 실시예에서는 약 50% 이하가 바람직하다.)으로 출력되게 태양광 인버터의 출력을 감속시킨 상태에서, MPP시험측정 수단(104)를 초기 구동시키는 것이 바람직하다.
- [0123] 구간 III 지점이 도래되면 스위칭소자(SW, 202)가 도통(On)하여 인덕터(Ls, 201)을 통해 태양전지모듈에 부하 시험전류를 흐르게 한다.(S302)
- [0124] 이때 상기 부하 시험전류는 태양전지의 "전압-전류(I-V)곡선" 에 따라 직선적으로 증가하다가 최대 출력전류 지

점을 지나게 되면 거의 일정한 값으로 유지되게 되고, 전력(kW)은 서서히 증가하다가 최대점인 산봉우리 모양의 정상점(MPP)에 도달되게 되고 이후 다시 감소하게 될 것이다.

- [0125] 출력전류 I_{DC} 와 발전전압 V_{DC} 파형의 순시치 곱셈연산에 의해 발전전력(kW)이 최대가 되는 정상점을 구하여 최대 전력 동작점(MPOP)에 도달되는 시점의 해당 측정 시간, 일사량 및 출력전류/발전전압에 대한 MPOP 데이터를 취하여 이를 저장한다.(S303)
- [0126] 상기 단계 S303의 수행후 또는 동시에, 구간 IV 에서 상기 스위칭소자(SW)가 폐쇄(Off)되고 인덕터(201)에 저장된 자기 에너지는 다이오드(Ds, 203)를 통해 환류되고 커패시터(Cp)에 충전되게 된다.(S304)
- [0127] 이후 충전된 에너지가 상승되면 커패시터(Cp) 또는 에너지저장수단(105)에 일시 저장되고 태양광 인버터의 직류 부스(DC Bus)의 커패시터에 전달된다.
- [0128] 상기 단계(S303)의 MPOP 데이터를 정해진 시간마다 반복 취득하여 반복 취득된 데이터에 의해 최대전력 동작점(MPOP)의 매핑 테이블을 구한다.(S305).
- [0129] 또한, 일사량의 변화 및 태양전지 표면온도의 변화에 따라 측정·시험 단계((S301~S305)를 반복하여 각각의 기상 조건에 의한 최대전력 동작점(MPOP)의 매핑 테이블을 구한다.(S306).
- [0130] 만약 처음 1회의 측정·시험 단계((S301~S305)에 의하여 만족할 만한 MPOP값을 얻을 수 없을 경우나, 태양전지 모듈에 그들이 비추어 발전전력(kW)의 산봉우리 모양의 정상점이 두(2)개씩 가지는 것으로 예상되는 경우에는 재차 반복하여 측정하는 단계(S307)를 더 수행하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0131] 또한, 상기 단계(S302 내지 S307)에서 구한 상기의 MPOP 데이터를 태양광 인버터의 통신보드 측으로 송출하고, 상기 송출받은 MPOP 데이터를 기초로 하여 태양광 인버터의 MPPT 제어 수행과 관련된 데이터를 수정하게 하거나 MPPT 제어를 수행토록 지령하는 단계(S308)를 더 수행하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0132] 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 또한 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 청구범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

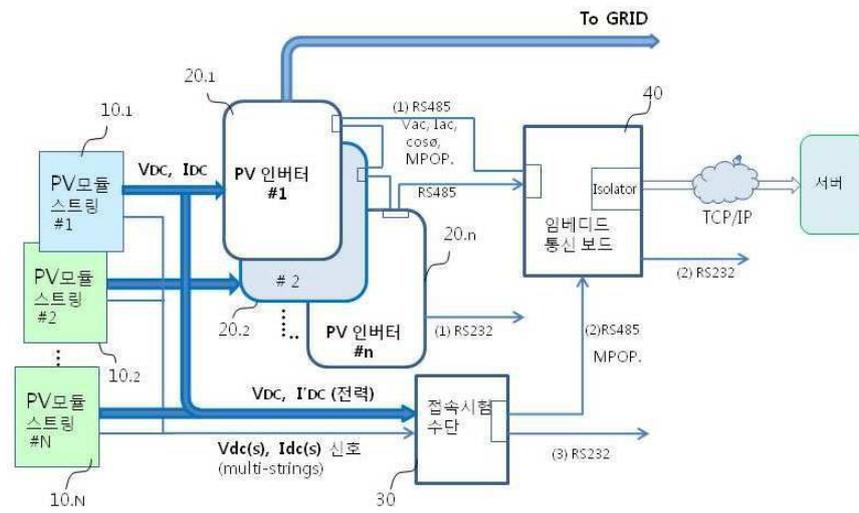
- [0133] 다수개의 태양전지모듈 스트링의 MPOP 데이터를 계획된 주기마다 또는 순차적으로 시험·측정하여 원격측 서버와 상호간 통신이 가능한 임베디드 통신보드측으로 송출하고, 현재 운전중인 MPOP 데이터와 비교 연산처리함으로써, 다수개의 태양전지모듈 스트링를 가지는 태양광발전 시스템의 운전상태를 상시 감시하고 시험적으로 정확하게 측정 산출된 MPOP 데이터를 기초로 태양광 인버터의 MPP제어 알고리즘을 주기적으로 갱신함으로써 태양광발전 시스템의 발전 효율을 극대화할 수 있다.
- [0134] 또한 태양전지모듈을 포함한 태양광발전 시스템의 노화상태 및 고장(비정상 상태)여부고장을 인식하여 이의 결과를 로컬이나 원격측에 송출하여 표시하게 함으로써 태양전지모듈이나 태양광발전 시스템을 체계적으로 점검·관리할 수 있으므로 태양광 발전사업자에 있어서 이용도가 높을 것으로 기대된다.

부호의 설명

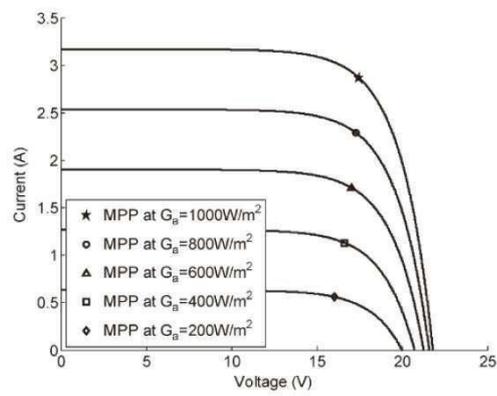
- [0135] 태양전지(PV)모듈 스트링; 10.1, 10.2,..... ,
- 태양광(PV) 인버터; 20.1, 20.2,.... , 임베디드 통신보드; 40
- 접속시험수단; 30, MPP시험측정수단; 104
- 스위칭수단; 106, 저장수단; 105, A/D컨버터; 101

도면

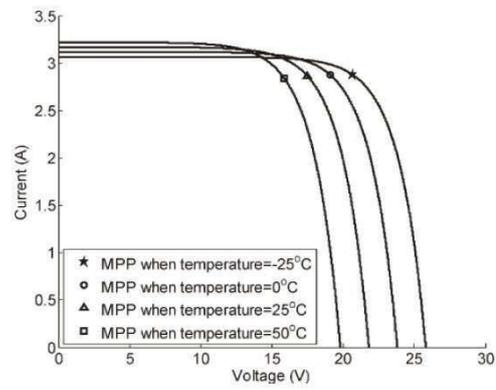
도면1



도면2

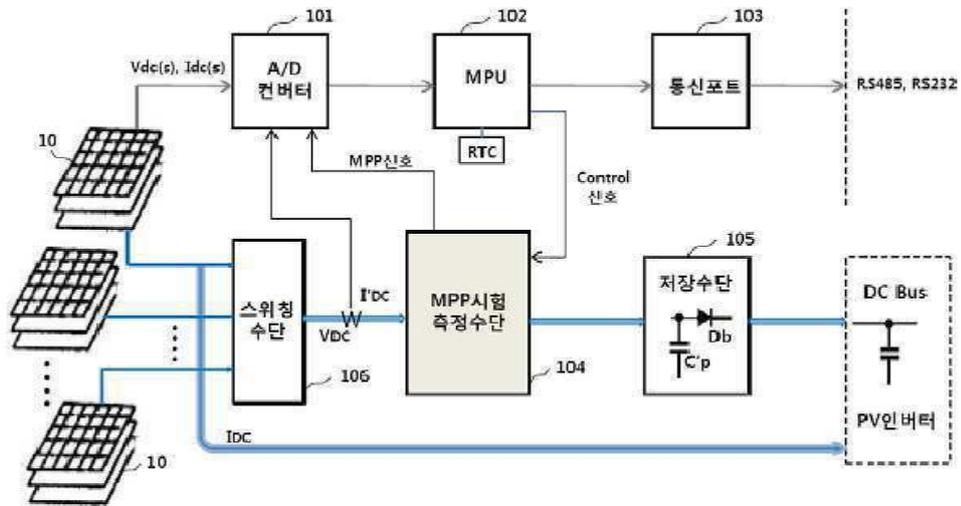


(a) 일사량 변화

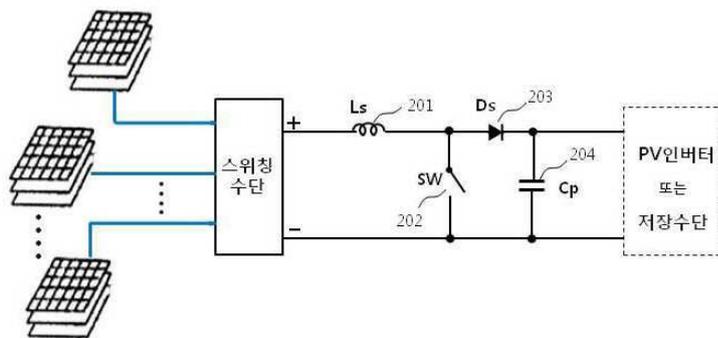


(b) 온도 변화

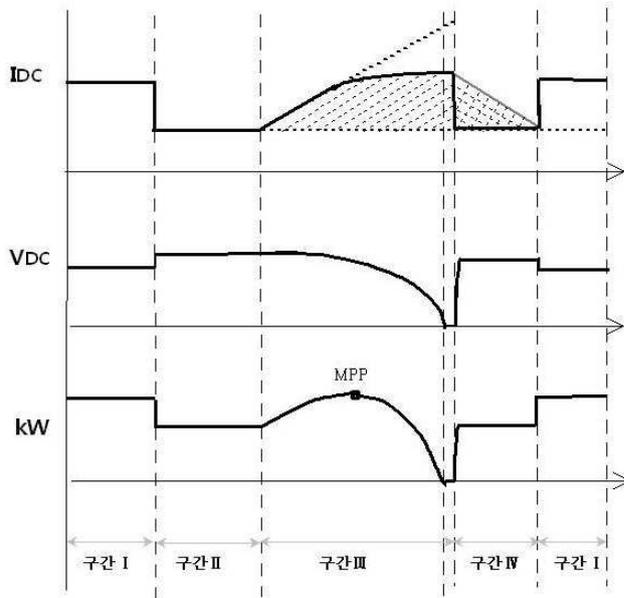
도면3



도면4



도면5



도면6

MPP 매핑 테이블의 예

측정시간	발전전압(V)	출력전류(A)	전지온도°C	일사량(%)	모듈식별번호
2010-01-05 11:23	168	32	0	98	15
2010-01-05 11:24	169	33	1	99	
t1	169	32	2	98	
t2	170	33	2	99	
.	
.	
.	
tm	167	28	4	83	15
.	
.	
t(n-3)	175	28	25	86	16
t(n-2)	176	28	26	87	16
t(n-1)	175	28	25	86	16
t n	177	27	28	88	16

도면7

