



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월11일
(11) 등록번호 10-0757320
(24) 등록일자 2007년09월04일

(51) Int. Cl.

H02J 7/35 (2006.01) G05F 1/67 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0041598

(22) 출원일자 2006년05월09일

심사청구일자 2006년05월09일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001075662 A

(73) 특허권자

창원대학교 산학협력단

경남 창원시 사림동 9 창원대학교내

(72) 발명자

박민원

경상남도 김해시 장유면 관동리 448-9 팔판마을6
단지 푸르지오아파트 603-1202

유인근

경남 창원시 대방동 332-10번지

(74) 대리인

장순부, 최영규

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 박태식

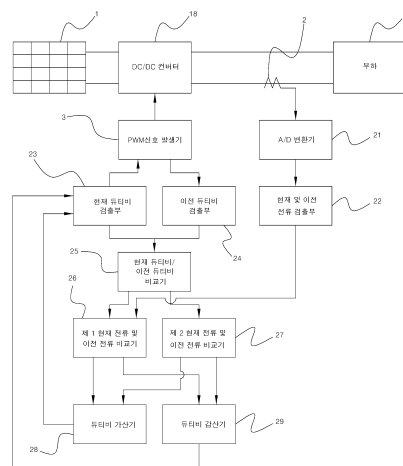
(54) 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠펙피티(MPPT)제어장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠펙피티(MPPT) 제어장치 및 그 방법에 관한 것으로 특히, 제어장치는 변류기와, A/D 변환기, 현재 및 이전 전류 검출부, 현재 듀티비 검출부, 이전 듀티비 검출부, 현재 및 이전 듀티비 비교기, 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기, 듀티비 가산기, 듀티비 감산기 및 PWM 신호 발생기로 구성하고, 제어방법은 변류기에 연결된 현재 및 이전 전류 검출부를 통해 부하로 유입되는 전류를 검출하여 저장하는 단계(S21)와; 이전에 사용된 PWM 듀티비와 현재 사용중인 PWM 듀티비를 검출하여 저장하는 단계(S22)와; 상기 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 큰지를 비교 판단 단계(S23)와; 상기에서 검출한 결과 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 크거나(S23에서 Yes) 또는 작으면(S23에서 No) 각각 현재의 전류(NC)가 이전의 전류(OC)보다 큰지를 비교 판단하는 단계(S24)(S25)와; 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고(ND>OD) 현재 전류가 이전 전류보다 크거나(NC>OC) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고(ND<OD) 현재 전류가 이전 전류보다도 작으면(NC<OC) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 가산($ND + \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S26)(S28)와; 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고(ND>OD) 현재 전류가 이전 전류보다 작거나(NC<OC) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고(ND<OD) 현재 전류가 이전 전류보다도 크면(NC>OC) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 감산($ND - \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S27)(S28)와; PWM 신호 발생기(3)를 통해 새로운 듀티비에 부응하는 PWM 신호를 발생하여 DC/DC 컨버터(18)를 제어하는 단계(S29);로 이루어진 것을 특징으로 한다.

따라서, 부하로 흘러들어가는 전류 하나만을 피드백 받아 태양전지 셀의 최대 출력점을 추종함으로써 항상 최적의 출력을 낼 수 있고, 또 피드백요소를 하나로 줄여 줌으로써 제어회로의 구성을 보다 간단화할 수 있음은 물론 추종제어의 실패를 최소화할 수 있는 것이다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

태양전지 셀의 출력전압을 입력받아 DC/DC 변환시켜 부하로 유입되는 DC/DC 컨버터의 출력전류를 검출하는 변류기와;

상기 변류기에서 아날로그신호로 출력되는 부하 전류를 디지털신호로 변환시켜 주는 A/D 변환기와;

상기 A/D 변환기에서 출력되는 전류값에서 부하에 유입되는 현재 전류 및 이전 전류를 각각 검출하여 저장하는 현재 및 이전 전류 검출부와;

듀티비 가산 및 감산기의 출력신호를 입력받아 현재 듀티비를 검출, 기억하는 현재 듀티비 검출부와;

PWM 신호 발생기의 출력신호를 입력받아 이전의 듀티비를 검출 기억하는 이전 듀티비 검출부와;

상기 현재 듀티비 검출부와 이전 듀티비 검출부의 출력신호를 각각 입력받아 상호 비교하는 현재 및 이전 듀티비 비교기와;

상기 현재 및 이전 듀티비 비교기의 비교 결과값과 현재 및 이전 전류 검출부에서 출력되는 현재 전류 및 이전 전류를 각각 입력받아 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 큰 상태 또는 작은 상태에서 각각 현재 전류와 이전 전류를 상호 비교하여 그 결과에 대응하는 출력값을 듀티비 가산기와 듀티비 감산기에 각각 출력해 주는 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기와;

상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비에 듀티비 변화량을 가산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 가산기와;

상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비에 듀티비 변화량을 감산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 감산기와;

상기 듀티비 가산 및 감산기에서 출력되는 새로운 듀티비에 부응하여 증,감된 현재의 듀티비가 현재 듀티비 검출부를 통해 입력되면 그 듀티비에 부응하여 제어신호의 펄스 폭을 변조(PWM)시켜 이전 듀티비 검출부와 DC/DC 컨버터로 출력시켜 주는 PWM 신호 발생기로 구성한 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠펙피티(MPPT) 제어장치.

청구항 2

변류기에 연결된 현재 및 이전 전류 검출부를 통해 부하로 유입되는 전류를 검출하여 저장하는 단계(S21)와;

이전에 사용된 PWM 듀티비와 현재 사용중인 PWM 듀티비를 검출하여 저장하는 단계(S22)와;

상기 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 큰지를 비교 판단 단계(S23)와;

상기에서 검출한 결과 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 크거나(S23에서 Yes) 또는 작으면(S23에서 No) 각각 현재의 전류(NC)가 이전의 전류(OC)보다 큰지를 비교 판단하는 단계(S24)(S25)와;

상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고($ND > OD$) 현재 전류가 이전 전류보다 크거나($NC > OC$) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고($ND < OD$) 현재 전류가 이전 전류보다도 작으면($NC < OC$) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 가산($ND + \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S26)(S28)와;

상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고($ND > OD$) 현재 전류가 이전 전류보다 작거나($NC < OC$) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고($ND < OD$) 현재 전류가 이전 전류보다도 크면($NC > OC$) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 감산($ND - \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S27)(S28)와;

PWM 신호 발생기(3)를 통해 새로운 듀티비에 부응하는 PWM 신호를 발생하여 DC/DC 컨버터(18)를 제어하는 단계(S29);로 이루어진 것을 특징으로 하는 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠펙피티(MPPT) 제어방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <19> 본 발명은 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠펙피티(Maximum Power Point Tracking ; 이하 "MPPT"라 약칭함) 제어장치 및 그 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 부하로 흘러들어가는 전류 하나만을 피드백 받아 태양전지 셀의 최대출력점을 추종하여 항상 최적의 출력을 낼 수 있고, 피드백요소를 하나로 줄여 제어회로의 구성을 보다 간단화할 수 있음과 동시에 추종제어의 실패를 최소화할 수 있도록 발명한 것이다.
- <20> 일반적으로 태양광 발전 시스템의 MPPT 제어법은 크게 전력비교법과 일정전압제어법을 이용한 방식으로 나눌 수 있다.
- <21> 이때, 상기한 MPPT 제어방법 중 전력비교법은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 결정질 실리콘(단결정, 다결정)이나, 비정질 실리콘 및 화합물 반도체 등과 같이 구성되어 광 기전력을 전기 에너지로 변환시켜 주는 태양전지 셀(1)에서 아날로그 신호로 출력되는 전류 및 전압을 각각 변류기(2)와 전압검출기(4)를 통해 실시간으로 샘플링 검출(S1)한 다음, 이를 제 1 및 제 2 A/D 변환기(5)(6)를 통해 디지털 신호로 변환시킨 후 전력 연산부(7)에 출력시켜 주므로 상기 전력 연산부(7)에서 이들 전류 및 전압을 통해 전력을 연산하고 이를 기억(S2)한다.
- <22> 이후, 상기 이전 셀 전력 검출부(8)와 현재 셀 전력 검출부(9)에서 상기 전력 연산부(7)의 출력신호를 입력받아 이전 셀의 전력(Old Cell Power; OP)과 현재 셀의 전력(New Cell Power; NP)을 검출하여 현재 및 이전 전력 비교기(10)로 전달하게 되면 상기 현재 및 이전 전력 비교기(10)에서는 이들을 상호 비교하여 현재의 셀 전력(NP)이 이전의 셀 전력(OP)보다 큰지를 검출(S3)하게 된다.
- <23> 그 결과 현재의 셀 전력이 이전의 셀 전력보다 크면($NP > OP$; S3에서 Yes) 그 상태에서의 현재 셀 전압(New Cell Voltage; NV)과 이전 셀 전압(Old Cell Voltage; OV)을 비교하는 제 1 현재 및 이전 전압 비교기(11)로 전달하게 되고, 현재의 셀 전력(NP)이 이전의 셀 전력(OP)보다 적으면(S3에서 No) 그 상태에서의 현재 셀 전압(NV)과 이전 셀 전압(OV)을 비교하는 제 2 현재 및 이전 전압 비교기(12)로 전달하게 된다.
- <24> 그러므로 상기 제 1 및 제 2 현재 및 이전 전압 비교기(11)(12)에서는 각각의 상태에서 현재 셀 전압(NV)과 이전 셀 전압(OV)을 비교(S4)(S5)하여 그 결과에 따라 전압 가산부(13)와 전압 감산부(14)에 각각의 비교 결과치를 출력해 주게 된다.
- <25> 따라서, 상기 전압 가산부(13)에서는 상기 제 1 및 제 2 현재 및 이전 전압 비교기(11)(12)의 출력값에 따라 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에 전압 변화량(ΔV)을 가산(S6)하여 주게 되는데, 예를 들어 NP가 OP 보다 크고(S3에서 Yes) NV가 OV보다 크면(S4에서 Yes) 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에 전압 변화량(ΔV)을 가산하여 그 결과값을 기준전압 발생부(15)로 출력시켜 주고, 또 NP가 OP 보다 작고(S3에서 No) NV가 OV보다 작으면(S5에서 No) 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에 전압 변화량(ΔV)을 가산하여 그 결과값을 기준전압 발생부(15)로 출력시켜 주게 된다.
- <26> 또한, 상기 전압 감산부(14)에서는 상기 제 1 및 제 2 현재 및 이전 전압 비교기(11)(12)의 출력값에 따라 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에서 전압 변화량(ΔV) 만큼을 감산(S7)하여 주게 되는데, 예를 들어 NP가 OP 보다 크고(S3에서 Yes) NV가 OV보다 작으면(S4에서 No) 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에서 전압 변화량(ΔV) 만큼을 감산하여 그 결과값을 기준전압 발생부(15)로 출력시켜 주고, 또 NP가 OP 보다 작고(S3에서 No) NV가 OV보다 크면(S5에서 Yes) 현재 입력된 값보다 1샘플링 전에 측정되어 저장된 전압값(Vd)에서 전압 변화량(ΔV) 만큼을 감산하여 그 결과값을 기준전압 발생부(15)로 출력시켜 주게 된다.
- <27> 따라서, 상기 기준전압 발생부(15)에서는 상기 전압 가산기(13) 및 전압 감산기(14)에서 출력되는 전압을 근거로 하여 새로운 기준전압을 발생(S8)시키게 되므로 이를 입력받은 감산기(16)에서는 상기 기준전압에 전압 검출기(15)에서 출력되는 현재의 태양전지 셀(1)의 출력전압을 감산하여 오차를 산출(S9)한 후 그 결과값을 PI 제어기(17)로 전달하게 된다.
- <28> 그러므로 상기 PI 제어기(17)에서는 이와 같은 오차값에 부응하는 제어신호를 펄스 폭 변조(PWM) 신호 발생기(3)로 출력(S10)시켜 주게 되므로 상기 PWM 신호 발생기(3)에서 출력되는 제어신호의 펄스 폭이 이에 상응하여 실시간으로 변화되어 DC/DC 컨버터(18)에 출력(S11)되므로 상기 태양전지 셀(1)에서 출력되는 전압을 입력받아

각 부하에 공급시켜 주는 상기 DC/DC 컨버터(18)에서 출력되는 직류전압이 매순간 변화되는 태양전지 셀(1)의 전압 및 전류의 변화에 부응하여 최대출력 점을 추종하여 실시간으로 공급(S12)시켜 줄 수 있는 것이다.

<29> 한편, 도 3은 태양전지 셀의 전력-전압 특성곡선을 도시한 것으로, MPPT 제어가 시작되는 점을 $0(P_0, V_0)$ 라 하고, 점 1은 (P_1, V_1) , 점 2는 (P_2, V_2) , 점 3은 (P_3, V_3) 라 할 때, 점 0에서는 최대전력을 추종하기 위해 V 는 증가(+), P 역시 증가(+하게 되고, 과정 $(0 \rightarrow 1)$ 다시 과정 $2(1 \rightarrow 2)$ 를 보게 되면 V 는 증가(+)하는데 P 가 감소(-)하게 되어 최대값을 추종하기 위해서는 ΔV (전압변화량)가 감소(-)가 되어야 한다.

<30> 또, 과정 2에서 $3(2 \rightarrow 3)$ 이 되면 V 는 감소(-)하고, P 는 증가(+하지만 다시 최대값 추종을 위해 ΔV 는 (-)가 되어야 하고, 과정 3을 지나게 되면(최대점을 지나서 반대쪽) V 는 감소(-), P 역시 감소(-)하므로 ΔV 는 (+)가 되어야 한다.(과정4) (여기서 제어요소는 전압 V 와 전력 $P = \text{전류}I$)

<31> 이와 같은 종래의 MPPT 제어 기법에 대한 알고리즘을 표1로 나타내면 다음과 같다.

【표 1】

과 정	V	P	ΔV
$0 \rightarrow 1$	+	+	+
$1 \rightarrow 2$	+	-	-
$2 \rightarrow 3$	-	+	-
$3 \rightarrow 4$	-	-	+

<33> 이때, 상기 변류기(2)와 전압 검출기(4) 및 DC/DC 컨버터(18)를 제외한 모든 구성품은 비록 도면상에서는 각 구성품으로 분리하여 도시하였으나 하나의 프로세서에 내장된 형태를 갖는다.

<34> 그러나 이와 같은 구성의 전력비교법은 태양전지 셀의 출력 전력과 전압을 이용하여 최대 출력점에서 운전하도록 되어 있기 때문에, 먼저 태양전지 셀의 출력단에 2개의 센서 즉, 변류기와 전압 검출기가 필요하고, 또 변류기와 전압 검출기에서 아날로그신호로 입력되는 전류 및 전압을 도 2와 같은 알고리즘에 적용하여 연산하기 위한 프로세서에 적용하기 위하여 프로세서에는 2개의 A/D 변환기가 필요하게 되는 물론 이와 같이 2개의 입력을 받아 연산하므로 연산과정도 상대적으로 복잡하다.

<35> 즉, 종래의 MPPT 제어방법 중 전력비교법은 태양전지 셀의 출력전압과 전류를 모두 피드백 전력과 전압의 증감을 비교함으로써 항상 최대의 출력을 추종하는 방식이나, 이와 같은 제어방법은 제어 알고리즘이 복잡하여 추종 제어의 실패의 위험이 큰 문제점이 있다.

<36> 한편, 일정전압제어법은 태양전지 셀의 출력전압만을 피드백 받음으로써 제어 알고리즘을 단순화하여 이러한 추종제어 실패의 위험성이 최소화되고, 제어의 안정성이 극대화되나, 태양전지 셀의 출력전압이 고정되어 있어 항상 최적의 출력을 내는 것은 아니다

<37> 따라서, 종래의 MPPT 제어법은 각각 제어법에 대한 특정한 결점을 가지고 있는 것이 사실이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<38> 본 발명은 이와 같은 종래의 제반 문제점을 해소하기 위하여 안출한 것으로, 부하로 흘러들어가는 전류 하나만을 피드백 받아 태양전지 셀의 최대 출력점을 추종하여 항상 최적의 출력을 낼 수 있고, 피드백요소를 하나로 줄여 제어회로의 구성을 보다 간단화할 수 있음은 물론 추종제어의 실패를 최소화할 수 있는 태양광 발전 시스템의 센스리스 엠피피티(MPPT) 제어장치 및 그 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

<39> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명 장치는, 태양전지 셀의 출력전압을 입력받아 DC/DC 변환시켜 부하로 유입되는 DC/DC 컨버터의 출력전류를 검출하는 변류기와; 상기 변류기에서 아날로그신호로 출력되는 부하 전류를 디지털신호로 변환시켜 주는 A/D 변환기와; 상기 A/D 변환기에서 출력되는 전류값에서 부하에 유입되는 현재 전류 및 이전 전류를 각각 검출하여 저장하는 현재 및 이전 전류 검출부와; 듀티비 가산 및 감산기의 출력신호를 입력받아 현재 듀티비를 검출, 기억하는 현재 듀티비 검출부와; PWM 신호 발생기의 출력신호를 입력받아 이전의 듀티비를 검출 기억하는 이전 듀티비 검출부와; 상기 현재 듀티비 검출부와 이전 듀티비 검출부의 출력신호를 각각 입력받아 상호 비교하는 현재 및 이전 듀티비 비교기와; 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기의 비교 결과값과 현재 및 이전 전류 검출부에서 출력되는 현재 전류 및 이전 전류를 각각 입력받아 현재 듀티비가 이전 듀티

비보다 큰 상태 또는 작은 상태에서 각각 현재 전류와 이전 전류를 상호 비교하여 그 결과에 대응하는 출력값을 듀티비 가산기와 듀티비 감산기에 각각 출력해 주는 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기와; 상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비에 듀티비 변화량을 가산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 가산기와; 상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비에 듀티비 변화량을 감산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 감산기와; 상기 듀티비 가산 및 감산기에서 출력되는 새로운 듀티비에 부응하여 증,감된 현재의 듀티비가 현재 듀티비 검출부를 통해 입력되면 그 듀티비에 부응하여 제어신호의 펄스 폭을 변조(PWM)시켜 이전 듀티비 검출부와 DC/DC 컨버터로 출력시켜 주는 PWM 신호 발생기로 구성된 것을 특징으로 한다.

<40> 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명 방법은, 변류기에 연결된 현재 및 이전 전류 검출부를 통해 부하로 유입되는 전류를 검출하여 저장하는 단계와; 현재 및 이전 듀티비 검출부를 통해 이전에 사용된 PWM 듀티비와 현재 사용중인 PWM 듀티비를 검출하여 저장하는 단계와; 상기 현재의 듀티비가 이전의 듀티비보다 큰지를 비교 판단 단계와; 상기에서 검출한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크거나 또는 작으면 각각 현재의 전류가 이전의 전류보다 큰지를 비교 판단하는 단계와; 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고 현재 전류가 이전 전류보다 크거나 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고 현재 전류가 이전 전류보다도 작으면 현재 듀티비에 듀티비 변화율을 가산하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계와; 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고 현재 전류가 이전 전류보다 작거나 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고 현재 전류가 이전 전류보다도 크면 현재 듀티비에 듀티비 변화율을 감산하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계와; 새로운 듀티비에 부응하는 PWM 신호를 발생하여 DC/DC 컨버터를 제어하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <41> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <42> 도 4는 본 발명 장치에 대한 블록 구성도를 나타낸 것이고, 도 5는 본 발명 방법을 설명하기 위한 플로우차트를 나타낸 것이며, 도 6은 본 발명에 의한 전력-전압 특성곡선도를 나타낸 것이고, 도 7은 본 발명 장치를 이용하여 실험에 사용된 PV 어레이의 전력-전압 및 전압-전류 특성곡선도를 나타낸 것이다.
- <43> 또한, 도 8은 본 발명을 이용하여 2초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어에 의한 태양전지 셀의 출력전력 비교 그래프를 나타낸 것이고, 도 9는 본 발명을 이용하여 10초 동안의 전력-전압 & 전압-전류 특성곡선위의 운전 특성도를 나타낸 것이며, 도 10은 본 발명을 이용하여 500초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어의 출력 특성 비교도를 나타낸 것이다.
- <44> 이에 따르면 본 발명 제어장치는, 태양전지 셀(1)의 출력전압을 DC/DC 변환시켜 부하(20)로 유입시켜 주는 DC/DC 컨버터(18)의 출력전류를 검출하는 변류기(2)와;
- <45> 상기 변류기(2)에서 아날로그신호로 출력되는 부하 전류를 디지털신호로 변환시켜 주는 A/D 변환기(21)와;
- <46> 상기 A/D 변환기(21)에서 출력되는 전류값에서 부하(20)에 유입되는 현재의 전류(New Inpt Current; NC) 및 이전의 전류(Old Inpt Current; OC)를 각각 검출하여 저장하는 현재 및 이전 전류 검출부(22)와;
- <47> 듀티비 가산 및 감산기(28)(29)의 출력신호를 입력받아 현재 듀티비(New Duty ratio; ND)를 검출, 기억하는 현재 듀티비 검출부(23)와;
- <48> PWM 신호 발생기(3)의 출력신호를 입력받아 이전의 듀티비(Old Duty ratio; OD)를 검출 기억하는 이전 듀티비 검출부(24)와;
- <49> 상기 현재 듀티비 검출부(23)와 이전 듀티비 검출부(24)의 출력신호를 각각 입력받아 상호 비교하는 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)와;
- <50> 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)의 비교 결과값과 현재 및 이전 전류 검출부(22)에서 출력되는 현재 전류(NC) 및 이전 전류(OC)를 각각 입력받아 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 큰 상태($ND > OD$) 또는 작은 상태($ND < OD$)에서 각각 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 상호 비교하여 그 결과에 대응하는 출력값을 듀티비 가산기(28)와 듀티비 감산기(29)에 각각 출력해 주는 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)와;
- <51> 상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비(ND)에 듀티비 변화량(ΔD)을 가산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 가산기(28)와;

- <52> 상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비(ND)에 듀티비 변화량(ΔD)을 감산하여 새로운 듀티비를 산출해 내는 듀티비 감산기(29)와;
- <53> 상기 듀티비 가산 및 감산기(28)(29)에서 출력되는 새로운 듀티비에 부응하여 증, 감된 현재의 듀티비(ND)가 현재 듀티비 검출부(23)를 통해 입력되면 그 듀티비에 부응하여 제어신호의 펄스 폭을 변조(PWM)시켜 이전 듀티비 검출부(24)와 DC/DC 컨버터(18)로 출력시켜 주는 PWM 신호 발생기(3)로 구성된 것을 특징으로 한다.
- <54> 또한, 본 발명의 제어방법은, 변류기(2)에 연결된 현재 및 이전 전류 검출부(22)를 통해 부하(20)로 유입되는 전류를 검출하여 저장하는 단계(S21)와;
- <55> 현재 및 이전 듀티비 검출부(23)(24)를 통해 이전에 사용된 PWM 듀티비와 현재 사용중인 PWM 듀티비를 검출하여 저장하는 단계(S22)와;
- <56> 상기 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 큰지를 비교 판단 단계(S23)와;
- <57> 상기에서 검출한 결과 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 크거나(S23에서 Yes) 또는 작으면(S23에서 No) 각각 현재의 전류(NC)가 이전의 전류(OC)보다 큰지를 비교 판단하는 단계(S24)(S25)와;
- <58> 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고($ND > OD$) 현재 전류가 이전 전류보다 크거나($NC > OC$) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고($ND < OD$) 현재 전류가 이전 전류보다도 작으면($NC < OC$) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 가산($ND + \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S26)(S28)와;
- <59> 상기에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 크고($ND > OD$) 현재 전류가 이전 전류보다 작거나($NC < OC$) 또는 현재 듀티비가 이전 듀티비보다 작고($ND < OD$) 현재 전류가 이전 전류보다도 크면($NC > OC$) 현재 듀티비(ND)에 듀티비 변화율(ΔD)을 감산($ND - \Delta D$)하여 새로운 듀티비를 생성하는 단계(S27)(S28)와;
- <60> PWM 신호 발생기(3)를 통해 새로운 듀티비에 부응하는 PWM 신호를 발생하여 DC/DC 컨버터(18)를 제어하는 단계(S29);로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <61> 이와 같은 구성 및 단계로 이루어진 본 발명의 작용효과를 설명하면 다음과 같다.
- <62> 먼저, 본 발명 시스템은 크게 태양전지 셀(1)과, DC/DC 컨버터(18), 변류기(2), A/D 변환기(21), 현재 및 이전 전류 검출부(22), 현재 및 이전 듀티비 검출부(23)(24), 현재 및 이전 듀티비 비교기(25), 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27), 듀티비 가산기(28), 듀티비 감산기(29) 및 PWM 신호 발생기(3)로 구성된 것을 주요 기술 구성요소로 한다.
- <63> 이때, 상기 변류기(2)는 태양전지 셀(1)에서 출력되는 전압이 DC/DC 컨버터(18)를 통해 DC/DC 변환된 후 부하(20)에 공급되면 부하(20)로 유입되는 전류를 검출하게 된다.
- <64> 또, A/D 변환기(21)는 상기 변류기(2)에서 아날로그신호로 출력되는 부하 전류를 디지털신호로 변환시켜 현재 및 이전 전류 검출부(22)로 입력시켜 주게 되므로 상기 현재 및 이전 전류 검출부(22)에서는 부하(20)에 유입되는 현재의 전류(NC)와 이전의 전류(OC)를 각각 검출하여 저장하게 된다.
- <65> 한편, 현재 듀티비 검출부(23)는 후술하는 듀티비 가산 및 감산기(28)(29)의 출력신호를 입력받아 현재 듀티비(ND)를 검출 및 기억하고, 이전 듀티비 검출부(24)는 PWM 신호 발생기(3)의 출력신호를 입력받아 이전의 듀티비(OD)를 검출 및 기억하게 된다.
- <66> 또, 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)에서는 상기 현재 듀티비 검출부(23)와 이전 듀티비 검출부(24)의 출력신호를 각각 입력받아 상호 비교하여 그 결과를 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에 각각 출력시켜 주게 된다.
- <67> 또한, 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)는 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)의 비교 결과값과 현재 및 이전 전류 검출부(22)에서 출력되는 현재 전류(NC) 및 이전 전류(OC)를 각각 입력받아 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 큰 상태($ND > OD$)에서와 작은 상태($ND < OD$)에서 각각 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 상호 비교하여 그 결과에 대응하는 출력값을 듀티비 가산기(28)와 듀티비 감산기(29)에 각각 출력해 주게 된다.
- <68> 따라서, 상기 듀티비 가산기(28)에서는 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에서 각각 소정의 출력신호가 입력되면 현재의 듀티비(ND)에 듀티비 변화량(ΔD)을 가산하여 새로운 듀티비를 산출해 내고, 상기 듀티비 감산기(29)에서는 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에서 각각 소정의 출력신호가 입

력되면 현재의 듀티비(ND)에 듀티비 변화량(ΔD)을 감산하여 새로운 듀티비를 산출해 내게 된다.

- <69> 그러므로 상기 PWM 신호 발생기(3)에서는 현재 듀티비 검출부(23)를 통해 상기 듀티비 가산 및 감산기(28)(29)에서 출력되는 새로운 듀티비를 입력받아 증가 또는 감소된 듀티비에 부응하여 제어신호의 펄스 폭을 변조(PWM)시켜 이전 듀티비 검출부(24)와 DC/DC 컨버터(18)로 출력시켜 줌으로써 DC/DC 컨버터(18)에서 출력되어 부하로 공급되는 태양전지 셀(1)의 출력전압을 항상 최적의 상태로 부하(20)에 출력시켜 줄 수 있는 것이다.
- <70> 즉, 본 발명에서는 하나의 변류기(2)를 통해 검출된 부하(20) 전류를 현재 및 이전 전류 검출부(22)를 통해 검출하여 저장하고(S21), 현재 및 이전 듀티비 검출부(23)(24)를 통해 이전에 사용된 PWM 듀티비(OD)와 현재 사용 중인 PWM 듀티비(ND)를 검출하여 저장(S22)하게 된다.
- <71> 이어서, 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)를 통해 현재 듀티비 검출부(23)와 이전 듀티비 검출부(24)의 출력신호를 각각 입력받아 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 큰지를 비교 판단(S23)하여 그 결과를 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에 전달하게 된다.
- <72> 즉, 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)에서 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 큰지를 비교 판단(S23)하여 그 결과를 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 크면(S23에서 Yes) 제 1 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)에 그 결과를 전달하고, 현재의 듀티비(ND)가 이전의 듀티비(OD)보다 작으면(S23에서 No) 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(27)에 그 결과를 전달하게 된다.
- <73> 따라서, 상기 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)(27)에서는 상기 현재 및 이전 듀티비 비교기(25)에서 현재 듀티비(ND)와 이전 듀티비(OD)의 비교 결과가 입력되면 상기 현재 및 이전 전류 검출부(22)에 기억되어 있는 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 각각 입력받아 각각 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 큰 상태($ND > OD$)에서와 작은 상태($ND < OD$)에서 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 상호 비교하여 그 결과에 대응하는 출력값을 듀티비 가산기(28)와 듀티비 감산기(29)에 각각 출력하여 주게 된다.
- <74> 즉, 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 큰 상태(S23에서 Yes)에서 상기 제 1 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)에서 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 판단(S24)한 결과 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 크면(S24에서 Yes) 듀티비 가산기(28)에 그 결과를 전달하게 되고, 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 작으면(S24에서 No) 듀티비 감산기(29)에 그 결과를 전달하게 된다.
- <75> 또한, 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 작은 상태(S23에서 No)에서 상기 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(27)에서 현재 전류(NC)와 이전 전류(OC)를 판단(S25)한 결과 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 크면(S25에서 Yes) 듀티비 감산기(29)에 그 결과를 전달하게 되고, 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 작으면(S25에서 No) 듀티비 가산기(28)에 그 결과를 전달하게 된다.
- <76> 이와 같이 상기 제 1 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)에서 비교 판단한 결과 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 크고($ND > OD$) 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 크거나($NC > OC$) 또는 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 작고($ND < OD$) 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다도 작아($NC < OC$) 그 결과가 상기 제 1 현재 전류 및 이전 전류 비교기(26)로부터 듀티비 가산기(28)에 전달되어 오면 상기 듀티비 가산기(28)에서는 현재의 듀티비(ND)에 임의의 듀티비 변화율(ΔD)을 가산($ND + \Delta D$)(S26)하여 새로운 듀티비를 생성(S28)한 후 이를 현재 듀티비 검출부(23)를 통해 PWM 신호 발생기(3)로 전달하게 된다.
- <77> 또한, 상기 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(27)에서 비교 판단한 결과 현재의 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 크고($ND > OD$) 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다 작거나($NC < OC$) 또는 현재 듀티비(ND)가 이전 듀티비(OD)보다 작고($ND < OD$) 현재 전류(NC)가 이전 전류(OC)보다도 커서($NC > OC$) 그 결과가 상기 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기(27)로부터 듀티비 감산기(29)에 전달되어 오면 상기 듀티비 감산기(29)에서는 현재의 듀티비(ND)에서 임의의 듀티비 변화율(ΔD)을 감산($ND - \Delta D$)(S27)하여 새로운 듀티비를 생성(S28)한 후 이를 현재 듀티비 검출부(23)를 통해 PWM 신호 발생기(3)로 전달하게 된다.
- <78> 따라서, 상기 PWM 신호 발생기(3)에서는 상기 듀티비 가산기(28) 또는 듀티비 감산기(29)에서 출력되는 새로운 듀티비에 부응하는 PWM 신호를 발생하여 DC/DC 컨버터(18)를 제어(S29)하게 된다.
- <79> 상기와 같이 본 발명에서는 부하(20)로 유입되는 전류의 피드백으로 태양전지 셀(1)에서 나오는 출력전압을 증감하게 되는데, 이때 상기 DC/DC 컨버터(18)의 제어신호로 입력되는 듀티비의 증감으로 DC/DC 컨버터(18)의 입력단 전압이 증감됨을 알 수 있다.
- <80> 즉, 상기 PWM 신호 발생기(3)에서 출력되는 PWM신호의 On-time이 많으면 DC/DC 컨버터(18)의 입력단 전압은 감소

하고, 유입되는 전류는 증가하는 반면 On-time 적으면 DC/DC 컨버터(18)의 입력단의 전압은 증가하고 유입되는 전류는 감소하게 되므로 상기 PWM 신호 발생기(3)의 제어를 받는 DC/DC 컨버터(18)를 통해 출력되는 태양전지 셀(1)의 출력전압을 항상 최적의 상태로 하여 부하(20)에 공급시켜 줄 수 있는 것이다.

- <81> 한편, 태양전지 셀의 V-I 특성곡선처럼 태양전지 셀(1)에서 출력되는 전류(I)와 전압(P)의 관계는 서로 반비례 작용을 한다고 볼 수 있는데, 예를 들어, DC/DC 컨버터(18)의 On-time이 많을수록 전류가 많이 흐르고 전압은 감소하게 된다.
- <82> 다시 말하면 듀티비(Duty ratio)가 증가하면(스위칭을 많이 하면) 전압은 감소하고 듀티비가 감소하면(스위칭을 적게 하면) 전압은 증가하게 됨을 알 수 있다.
- <83> 여기서, 듀티비는 PWM 신호 발생기(3)에 의해서 조정되는데, 상기 PWM 신호 발생기(3)에서 듀티비의 증감분을 알고 있다면, 전압(V) 성분의 증감(+,-)을 따로 피드백할 필요가 없게 된다.
- <84> 부하(20)의 입력전류(I)는 태양전지 셀(1)의 출력전력(P)과 비례하므로 하기하는 표2에서와 같이 전류(I)를 종래 MPPT의 P성분과 동일하게 생각할 수 있다.

【표 2】

- <85> PV 출력 센스리스 제어방법의 알고리즘

Course	듀티비	V	I=(P)	ΔD	ΔV
1($V_0 \rightarrow V_1$)	-	+	+(+)	-	+
2($V_1 \rightarrow V_2$)	-	+	-(-)	+	-
3($V_2 \rightarrow V_3$)	+	-	+(+)	-	-
4($V_3 \rightarrow V_4$)	+	-	-(-)	+	+

- <86> 또한, 도 6은 본 발명에 의한 전력-전압 특성곡선도로서 이를 통해 설명하면 $P=I$, $V=\text{듀티비}$, $\Delta V=\Delta \text{듀티비}$, 여기서 듀티비는 PWM 신호에 의해 조절 되므로(ΔV 의 증감역시 마찬가지로) 제어해야할 요소는 전류(I) 하나가 된다.
- <87> 따라서, 본 발명 장치 및 방법은 종래와 같이 전압의 피드백이 없어 종래의 방법보다 훨씬 간단하게 됨을 알 수 있다.
- <88> 이와 같은 본 발명의 제어방법을 실제 제작된 PV-SPE 시스템(여기서는 태양전지 셀의 출력이 증가함에 따라 입력 전력 및 전류가 증가하는 부하로 생각함)에 적용하여 시험한 결과 도 7에 도시된 본 발명 장치를 이용하여 실험에 사용된 PV 어레이의 전력-전압 및 전압-전류 특성곡선도와 같이 본 발명 방법이 종래의 MPPT 제어방법보다 우수한 출력 특성을 가진다는 것을 확인하였다.
- <89> 본 발명에서는 실제 PV-SPE 시스템에서 제어 시 고려해야할 요소를 SPE 시스템으로 유입되는 전류 하나로 줄임으로써 태양전지 셀의 출력을 항상 최대로 추종하고 동시에 SPE 시스템으로 유입되는 전력 역시 최대로 유지한다는 것을 증명하였다.
- <90> 도 8은 본 발명을 이용하여 2초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어에 의한 태양전지 셀의 출력전력 비교 그래프를 나타낸 것이고, 도 9는 본 발명을 이용하여 10초 동안의 전력-전압 & 전압-전류 특성곡선위의 운전 특성도를 나타낸 것이며, 또한, 도 10은 본 발명을 이용하여 500초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어의 출력 특성 비교도를 나타낸 것이다.
- <91> 단기간(도 8 및 도 9) 및 장기간(도 10)에 걸쳐 실험한 운전특성 결과를 나타내는 이들 그래프에서 알 수 있듯이 태양광 발전 시스템의 출력이 기존의 일정전압 제어법보다 출력특성이 좋음을 보여준다.
- <92> 특히 도 9에서 보듯이 본 발명의 제어방법은 최대 출력점에서 운전하지만, 종래의 일정전압 제어방법은 최대 출력점에 미치지 못하는 곳에서 운전함을 볼 수 있다.
- <93> 상술한 실시 예는 본 발명의 가장 바람직한 예에 대하여 설명한 것이지만, 상기 실시 예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변형이 가능하다는 것은 당업자에게 있어서 명백한 것이다.

발명의 효과

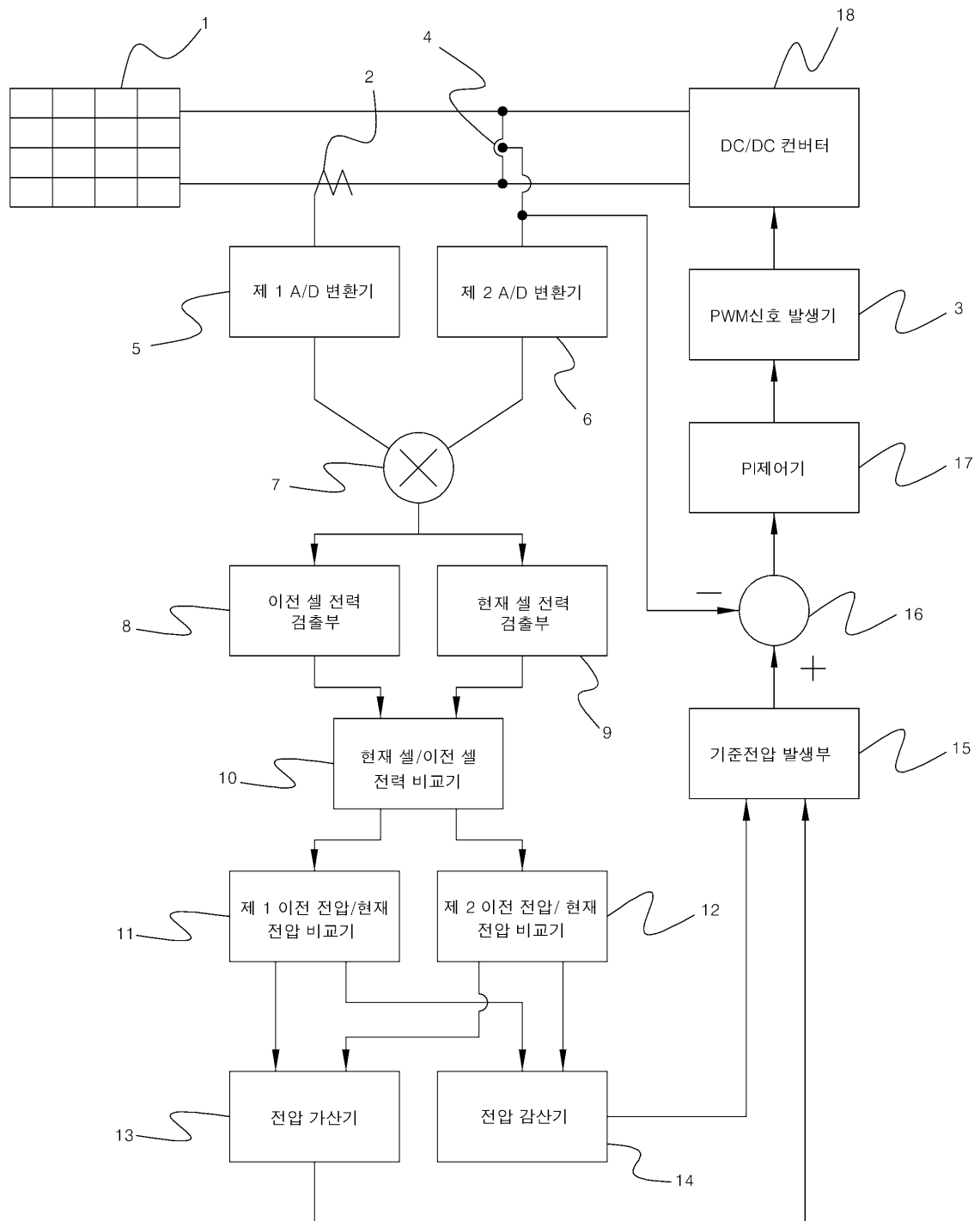
- <94> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 부하로 흘러들어가는 전류 하나만을 피드백 받아 태양전지 셀의 최대 출력점을 추종함으로써 항상 최적의 출력을 낼 수 있고, 또 피드백요소를 하나로 줄여 줌으로써 제어회로의 구성을 보다 간단화할 수 있음은 물론 추종제어의 실패를 최소화할 수 있는 등 매우 유용한 발명인 것이다.

도면의 간단한 설명

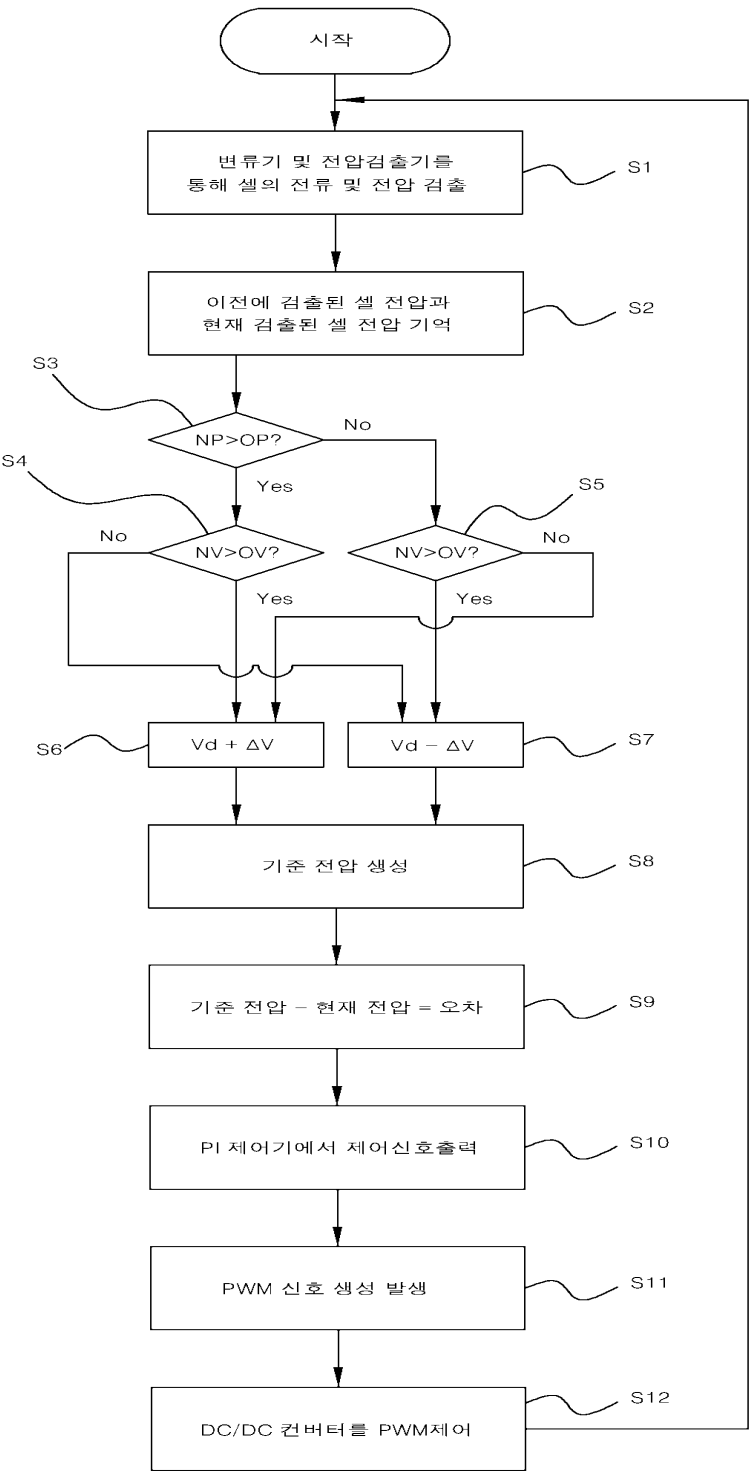
- <1> 도 1은 종래 태양광 발전 시스템의 전력비교장치에 대한 블록 구성도.
 <2> 도 2는 종래 전력비교법을 설명하기 위한 플로우차트.
 <3> 도 3은 태양전지 셀의 전력-전압 특성곡선도.
 <4> 도 4는 본 발명 장치에 대한 블록 구성도.
 <5> 도 5는 본 발명 방법을 설명하기 위한 플로우차트.
 <6> 도 6은 본 발명에 의한 전력-전압 특성곡선도.
 <7> 도 7은 본 발명 장치를 이용하여 실험에 사용된 PV 어레이의 전력-전압 및 전압-전류 특성곡선도.
 <8> 도 8은 본 발명을 이용하여 2초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어에 의한 태양전지 셀의 출력전력 비교 그래프.
 <9> 도 9는 본 발명을 이용하여 10초 동안의 전력-전압& 전압-전류 특성곡선위의 운전 특성도.
 <10> 도 10은 본 발명을 이용하여 500초 동안 최대입력전류제어와 일정전압제어의 출력특성 비교도.
 <11> * 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *
 <12> 1 : 태양전지 셀 2 : 변류기
 <13> 3 : PWM 신호 발생기 18 : DC/DC 컨버터
 <14> 20 : 부하 21 : A/D 변환기
 <15> 22 : 현재 및 이전 전류 검출부 23 : 현재 듀티비 검출부
 <16> 24 : 이전 듀티비 검출부 25 : 현재 및 이전 듀티비 비교기
 <17> 26,27 : 제 1 및 제 2 현재 전류 및 이전 전류 비교기
 <18> 28 : 듀티비 가산기 29 : 듀티비 감산기

도면

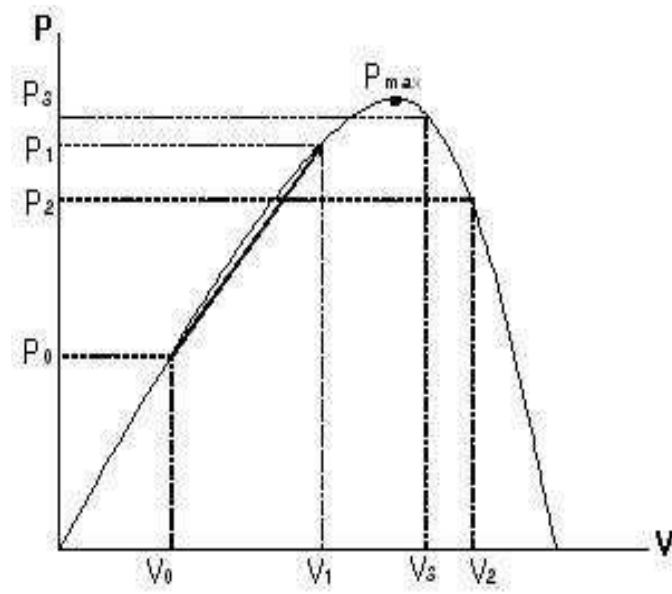
도면1



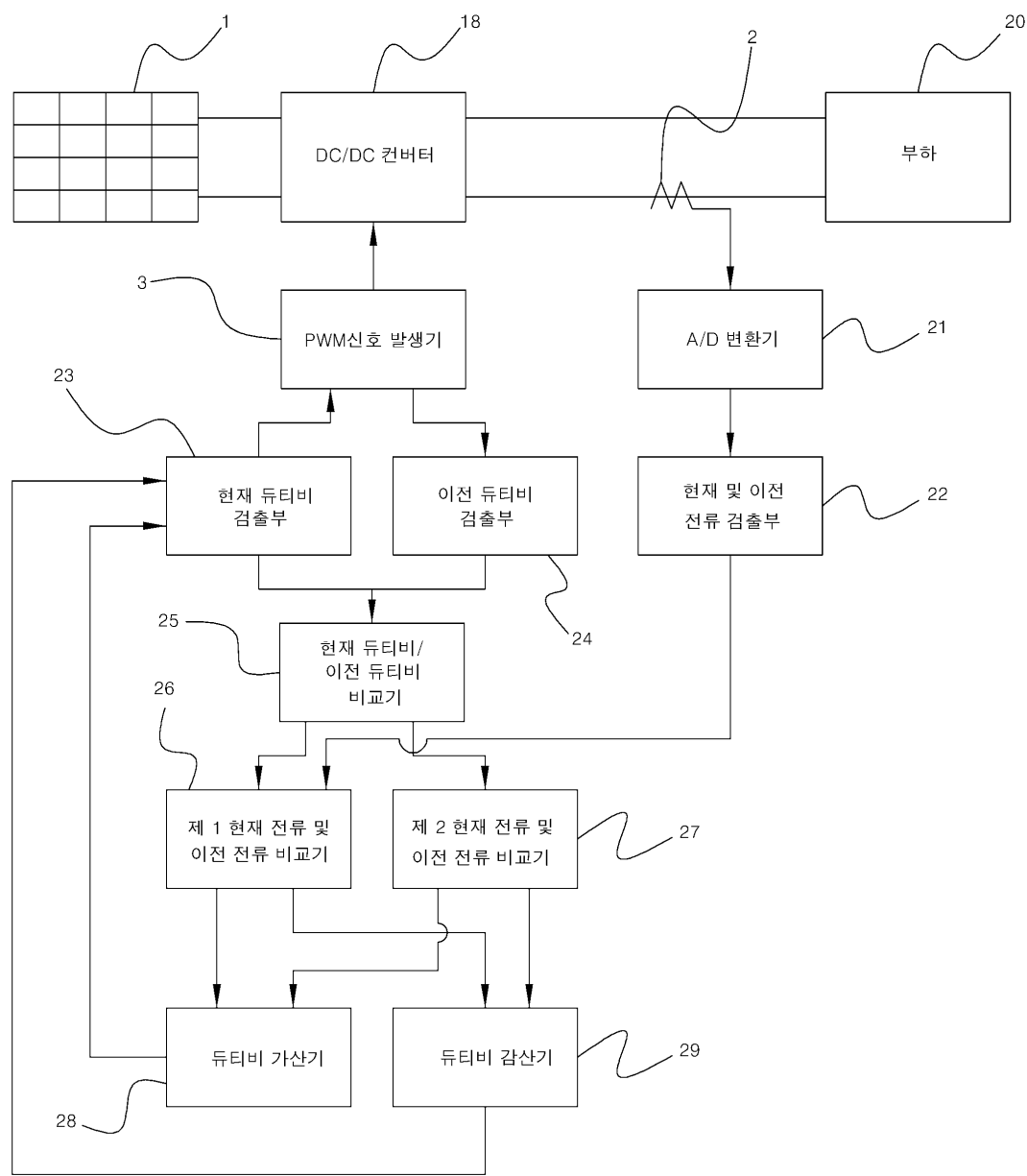
도면2



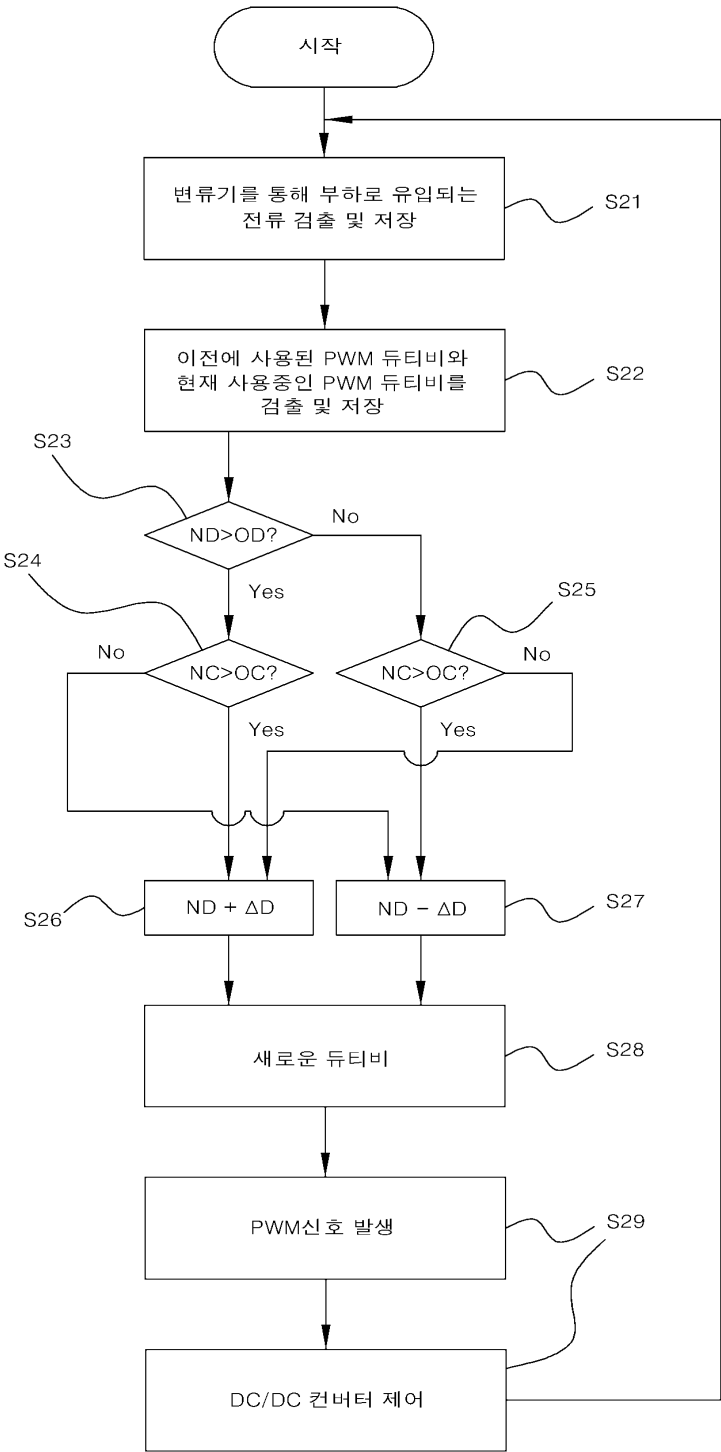
도면3



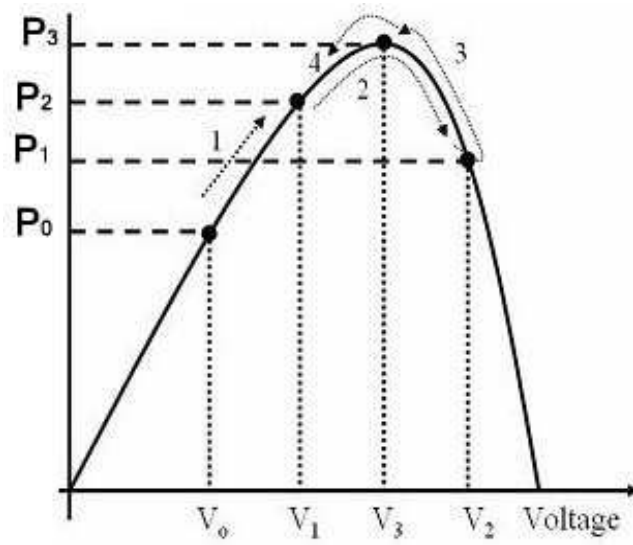
도면4



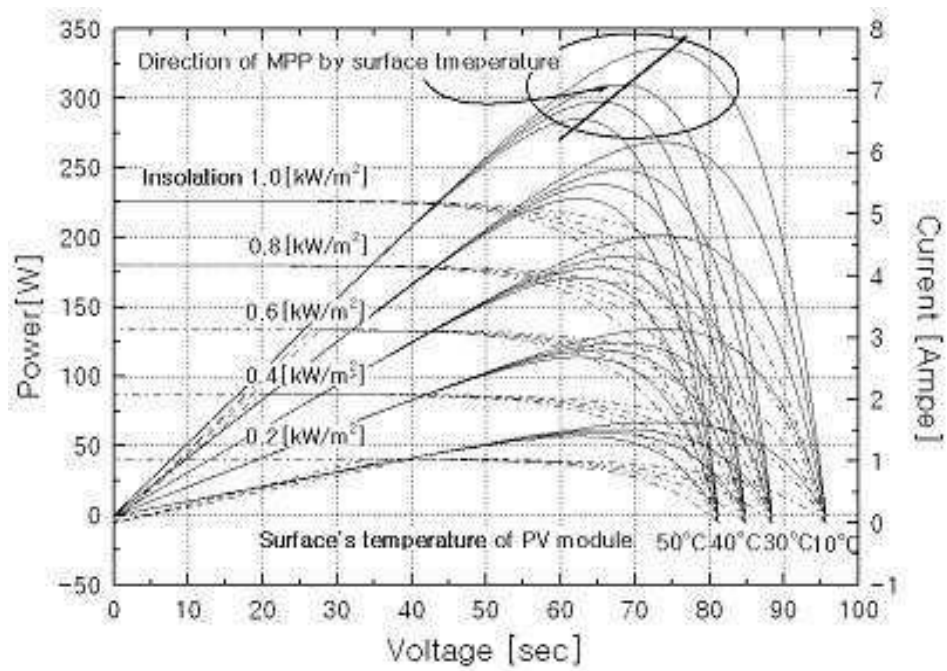
도면5



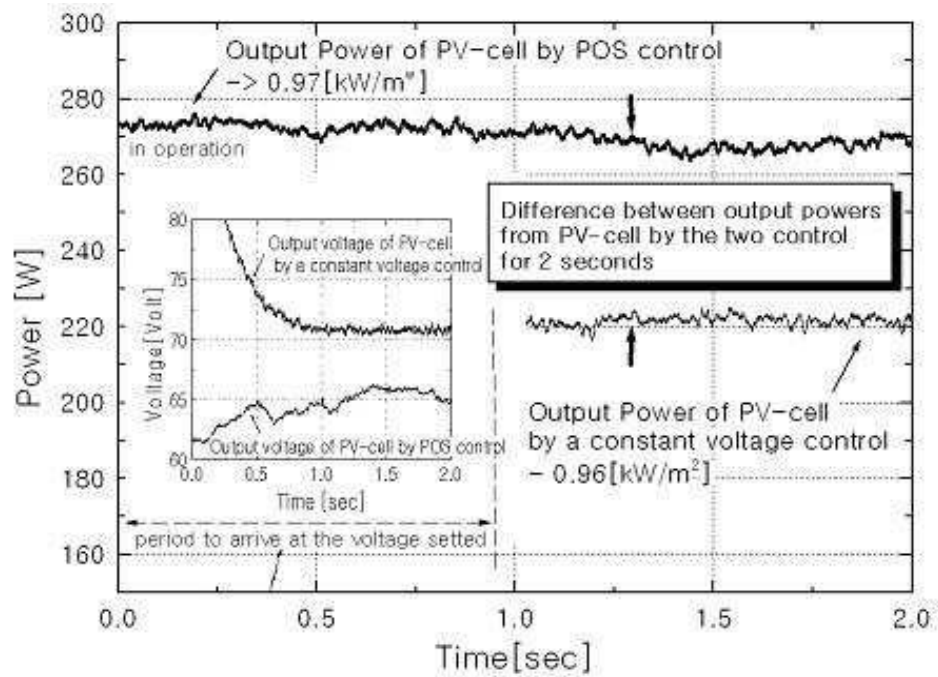
도면6



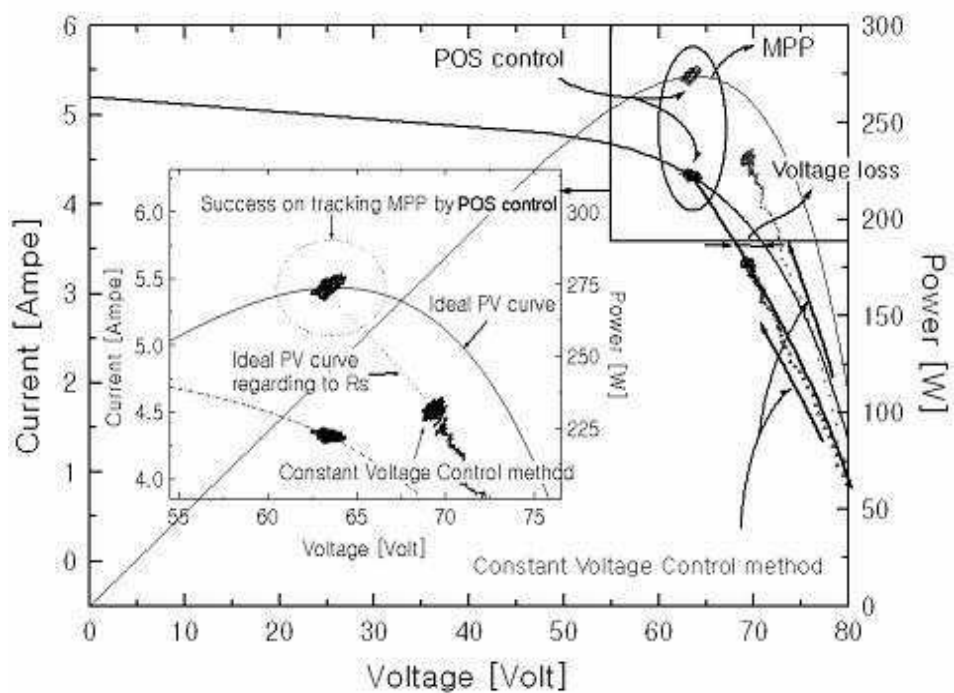
도면7



도면8



도면9



도면10

