

# 태양광 발전 시스템의 신형 MPPT 제어방식

태양광 발전 시스템의 발전효율을 높일 수 있는 신형 MPPT(Maximum Power Point Tracking) 제어법의 개요에 대해 소개한다.

이타코 카즈다카(板子 一隆) 가나가와 공과대학 전기전자정보공학과 준교수

## 개발 배경

일본에서는 2009년부터 태양광 발전 시스템 도입에 대한 보조금이 부활했다. 그 해 11월부터 일본판 FIT가 실시돼 시스템의 잉여전력을 매입하고 있어 앞으로 태양광 발전 시스템 도입이 더욱 증가할 것으로 예상된다.

태양광 발전 시스템에는 파워 컨디셔너이라 불리는 전력 제어장치가 사용되고 있어 태양전지에서 전력을 최대한 빼내기 위한 최대 전력점 추종(MPPT) 제어가 이루어지고 있다. 이미 실용화된 일반적인 MPPT 제어는 전력비교법(P&O법 : Perturb and Observe Method)으로 불린다. 이 방법을 적용하면 가령 태양전지 패널에 부분적으로 낙엽이나 수목 등의 그림자가 생겼을 경우나 다른 사양의 패널을 섞어 사용했을 경우, 또 패널을 다른 방위각으로 설치했을 경우 등에는 최대 전력점을 정확히 찾지 못할 수도 있어 출력이 크게 저하되는 문제가 있었다.

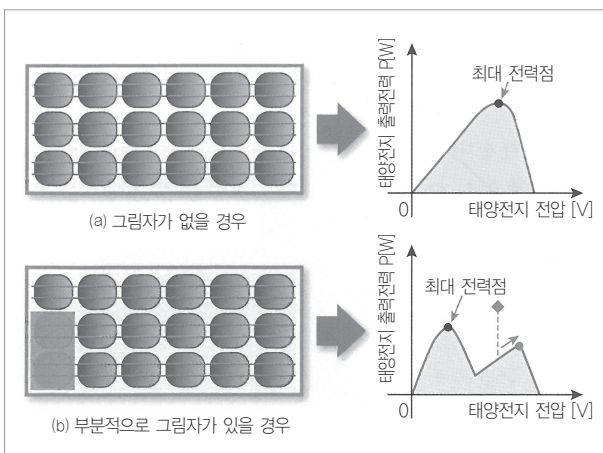


그림 1. 부분적으로 그림자가 있을 경우의 태양전지 특성

전량 매입 시대를 맞이한 현재, 지금 있는 발전설비에서 발전 전력량을 조금이라도 증가시키고자 하는 요구가 한층 높아졌다. 그래서 어떤 조건에서든 최대 전력점을 정확히 찾을 수 있는 MPPT 제어방식을 새로 개발했다.

## 신형 MPPT 제어방식의 개요와 특징

종전의 전력비교법은 일정한 시간 간격  $\Delta t$ 로 태양전지 전압을  $\Delta V$ 만큼 변화시켜 태양전지 출력 전력이 증가했는지 감소했는지를 확인하고 항상 증가하는 방향으로  $\Delta V$ 를 증감시켜 최대 전력점을 탐색하는 방법이다. 이 방식은 제어 알고리즘이 간단하고 실행하기 쉽기 때문에 널리 이용되고 있다.

그림 1(a)에 나타내는 바와 같이 태양전지 패널에 그림자가 없을 경우 태양전지는 출력전압에 대한 전력의 특성으로 하나의 피크를 갖고 있다. (b)는 패널에 부분적으로 그림자가 생겼을 경우의 예를 나타낸 것이다. 이와 같이 태양전지는 출력전압에 대한 전력의 특성으로 2개 이상의 피크가 발생한다. 전력 비교법은 1차원적인 탐색이므로 작은 쪽의 피크를 최대 전력점이라고 잘못 인식해 본래의 최대 전력보다 더 낮은 지점에

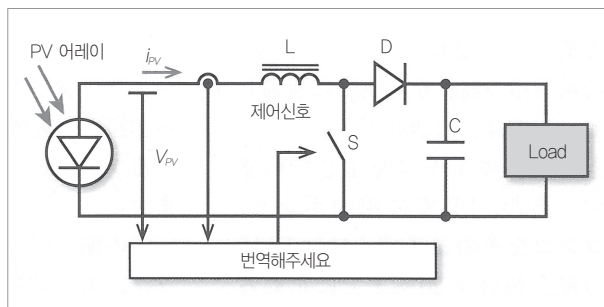


그림 2. 제어 시스템의 구성

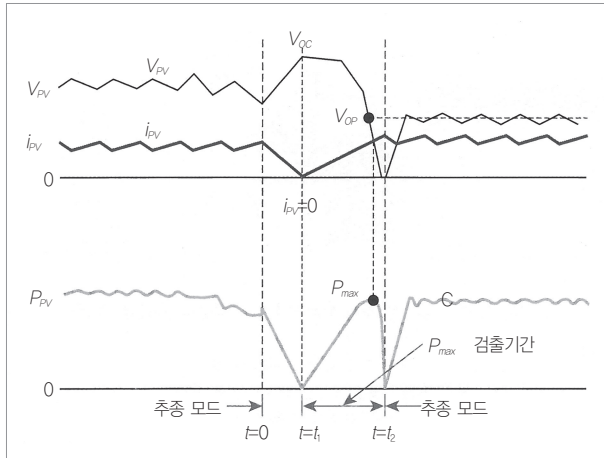


그림 3. 동작 파형 개념도

서 동작해 버리는 일이 있다. 그리고 전력의 기울기를 보면서 제어하므로 일사 강도가 자주 급변하면 동작이 불안정해지는 성질을 갖고 있다.

그래서 새로운 MPPT 제어방식으로 IV 특성 스캔형 MPPT 제어법(IVCS법 : IV Characteristics Scanning Method) (이하 순시 스캔법이라고 한다)을 개발했다.

MPPT 제어에 사용하는 승압형 DC-DC 컨버터를 그림 2에 나타낸다. 독립형 시스템에는 부하에 배터리가 포함되어 있다. 계통 연계 시스템은 인버터와 계통 전원을 포함하고 있다.

그림 3은 동작 파형 개념도를 나타낸 것이다. 순시 스캔법에서는  $P_{max}$  검출 시 스위치를 OFF 상태로 하고 태양전지를 개방 상태로 한다. 다음은 스위치를 ON 상태로 하고 태양전지 전류  $i_{pv}$ 를 0에서부터 단락전류까지 변화시킨다.

이 같은 단락동작일 때 태양전지 출력전력  $p_{pv}$ 의 변화를 이용해 최대 전력점에서 최적의 동작전압  $V_{op}$ 를 검출한다. 이 개방동작과 단락동작을 PWM 제어로 실시하면  $P_{max}$  검출동작 시간을 A/D 변환기의 분해능에 맞추어 임의로 바꿀 수 있다. 또한 개방·단락동작의 순서도 바꿀 수 있다. 그 다음에는 태양전지 전압이  $V_{op}$ (또는 최적의 동작전류  $I_{op}$ )가 되도록 PWM 제어를 실시한다(Tracking operation). 이 동작을 일정한 간격으로 실시하면 MPPT 동작을 실현할 수 있다.

이 방식은 I-V 특성을 스캔하기 때문에 최대 전력점 장소를 확실하게 파악할 수 있고 일사 강도가 자주 급변하더라도 동작은 안정적이다. 그리고 소프트웨어를 변경하므로 여분의 비용이 들지 않는 이점이 있다.

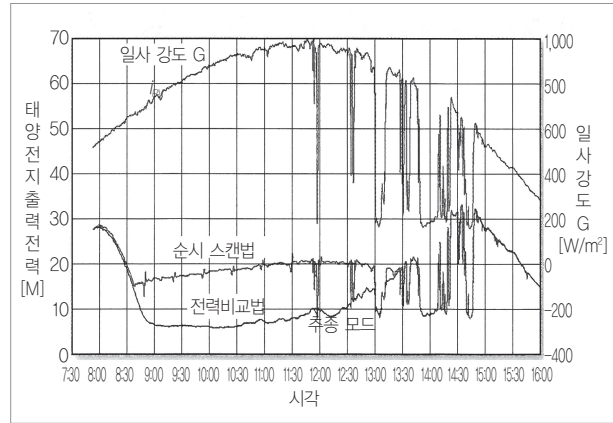


그림 5. 부분적으로 그림자가 졌을 때의 전력 취득 특성 비교

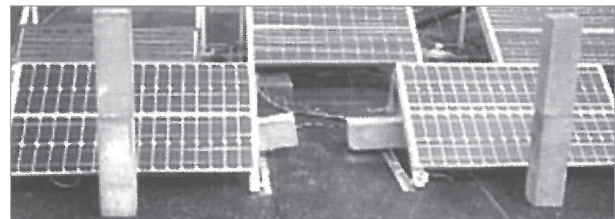


그림 4. 돌기등에 의한 부분 그림자

## 전력을 어느 정도 얻을 수 있을까?

그림 4에 나타내는 바와 같이 하나의 태양전지 모듈에 돌기등으로 부분 그림자를 만들고 순시 스캔법과 전력비교법의 전력 취득 특성을 비교했다.

하루의 전력 취득 특성을 그림 5에 나타낸다. 이 그림에서 그림자가 있는 시간대에는 순시 스캔법의 전력이 웃돌고 있어 전력량으로 비교하면 전력비교법이 110Wh, 순시 스캔법이 158Wh로 약 44% 더 많은 전력을 취득할 수 있음을 알 수 있다. 그리고 다른 사양의 태양전지를 사용했을 경우에도 2배 이상의 전력을 얻은 것으로 확인됐다.

태양광 발전 시스템의 파워 컨디셔너에는 하드웨어의 효율이 표기돼 있지만 MPPT 효율은 표기돼 있지 않다. 따라서 지금까지 효율이 향상되지 않았다.

이 제어방식은 태양전지 어레이를 일괄 제어하는 경우나 스트링별로 제어하는 경우 그리고 모듈별로 제어하는 경우 등 모든 접속 형태에서 유효하기 때문에 현재 필드시험을 실시해 실용화를 위해 검토하고 있는 중이다.

앞으로 MPPT 알고리즘을 탑재한 파워 컨디셔너가 제품화돼 일반가정에서 이용되길 기대한다. 