

Visual C++을 이용한 VI Tracer 개발

이재득*, 김봉태*, 박민원**, 성기철***, 유인근*
 창원대학교*, 오사카대학**, 한국전기연구소***

Developmet of a novel VI Tracer using Visual C++

Jae-deuk Lee*, Bong-tae Kim*, Min-won Park**, Ki-chul Sung***, In-keun Yu*
 *Changwon Nat'l Univ, **Osaka Univ. in Japan, ***KERI

Abstract - Hardware and software studies strongly indicate the feasibility of commercially producing a low cost, user-friendly photovoltaic cell curve tracer. The instrument will be used in conjunction with an IBM compatible PC. The system will show not only the parameters: Voc, Isc, FF, Iop, Vop, that the conventional VI tracer shows but also the internal parasitic resistance and the detail parameters.

- I = current flowing into load [A]
- Isc = short-circuit current [A]
- Ios = saturation current [A]
- s = insolation [kw/m²]
- q = electron charge [C]
- k = Boltzman constant [J/K]
- T = PV junction temperature [°C]
- n = junction constant
- A = temperature constant
- γ = temperature dependency
- Eg = energy gap [eV]
- V = across voltage of PV cell[V]
- Voc = open circuit voltage of PV cell [V]
- Vop = optimal voltage of PV cell[V]
- FF = Fill factor of PV cell [%]
- Iop = optimal current of PV cell[A]

1. 서 론

태양광발전시스템의 설치 및 운용시 필수적인 설치된 태양전지의 특성분석은 VI Tracer에 의해 추출된다. 종래기술로 인한 VI Tracer의 출력은 Voc, Isc, Vop, Iop, FF로 구성되어 있다. 개략적인 태양전지의 출력 특성은 확인할 수 있으나, 세부적인 특성방정식의 재구성은 불가능하다. 또한, VI Tracer를 이용한 측정 당시의 출력특성 이외에는 표시되는 정보가 없으며, 기상조건이 변할 경우, 또 다른 측정이 불가피해진다.

설치된 태양전지의 시뮬레이션을 통한 특성해석을 위해서는 특정방정식의 세부 파라미터가 필수조건임에도 불구하고, 종래기술로 인한 VI Tracer의 경우는 세부 파라미터의 계산이 없으므로 인해 설치된 태양전지에 대한보다 많은 정보의 제공이 요구된다. [1]

본 연구를 통해, 종래의 시스템에서는 구현 불가능했던 태양전지의 특성방정식 파라미터를 도출시킴으로써 사용자에게 보다 편리하고 세밀한 태양전지의 정보를 제공하고자 한다.

태양전지는 식 (1)과 같은 전압전류 특성방정식으로 표현 가능하다. 그에 따른 태양전지의 전압전류 특성곡선은 그림 1과 같이 나타낸다. 식 (2)는 포화전류 특성방정식이다. 태양전지의 단락전류 및 개방전압 특성은 태양전지의 재료 및 셀 접합방식에 따라 결정된다. 공통적인 셀의 특성으로는 그림 1에서와 같이, 단락전류는 일사량에 비례하고, 개방전압은 셀의 pn 접합부의 온도와 반비례한다. 상수 q와 k를 제외한 n, A, γ 그리고 Eg는 셀 종류에 따라 결정되며, s와 T는 기상조건에 의해 변하는 계수로 표현 가능하다. 출력 전압 V와 출력 전류 I는 외부접촉회로의 저항 값에 의해 결정된다. [2]

2. VI Tracer

2.1 VI 특성 방정식

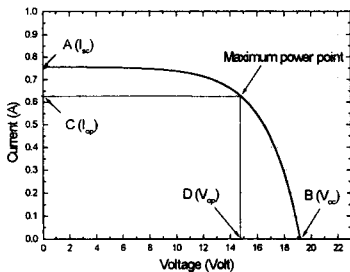


그림 1 태양전지의 전압-전류 특성곡선

$$I = I_{sc} - I_{os} \left[\exp\left(\frac{q}{n \cdot k \cdot T} \cdot V\right) - 1 \right] \quad (1)$$

$$I_{os} = AT^n \exp\left(\frac{-E_g}{n \cdot k \cdot T}\right) \quad (2)$$

2.2 하드웨어 구성

본 논문에서는 태양전지의 개방전압과 단락전류 그리고 파라미터를 구하기 위한 하드웨어를 그림2와 같이 구현해 보았다. 그림 2의 하드웨어 구성은 태양전지에 일사량계와 온도계를 설치하였으며 전자 부하장치를 이용하여 부하를 변화 시켜 전압-전류 특성을 알수 있게 하였다. 최종적으로 IBM방식 컴퓨터와 연결된다.

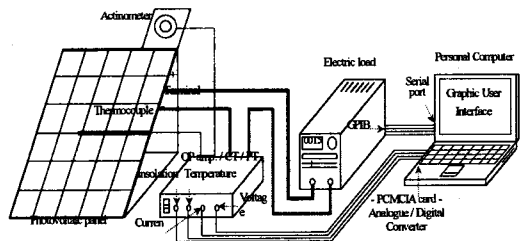


그림 2 하드웨어의 구성

일사량계와 온도계는 출력값이 아주 작기 때문에 Amp를 이용하여 출력을 증폭시켰다.

2.3 VI Tracer 프로그램의 구성

VI Tracer는 태양전지의 단락전류 및 개방전압 그리고 특성파라미터를 계산해내어 전압-전류 특성곡선을 보여줌으로써 태양전지의 특성을 쉽게 알수 있도록 한 프로그램이다. 그러므로 본 프로그램은 가장 널리 이용되고 있는 운영체제인 Windows에 적합한 프로그램으로 구성하였고, 태양전지의 특성을 쉽게 파악할수 있도록 Graphic User Interface 형식으로 구성되어 있다.

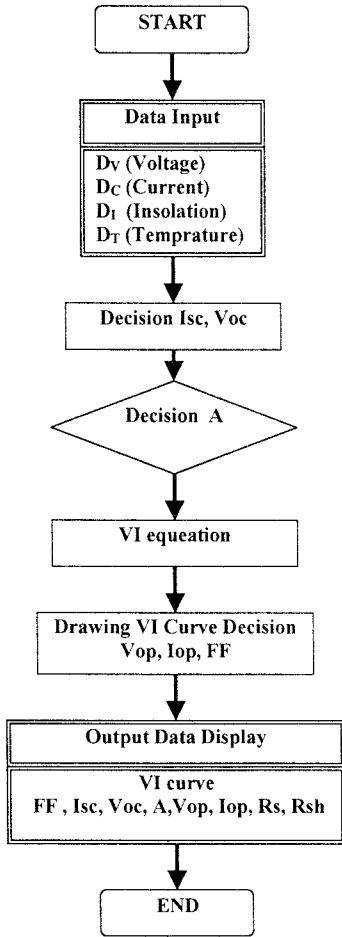


그림 3 VI TRACER의 프로그램 흐름도

그림 3은 VI Tracer의 프로그램 흐름도이다. VI Tracer는 처음 전류, 전압, 일사량, 온도의 4개의 데이터를 입력 받게된다. 다음 단계로 4개의 데이터를 이용하여 셀의 단락전류(at 1.0kw/m²)와 개방전압(at 1.0kw/m², 25°C)을 결정하고, 파라메타 A를 결정한다.

결정된 전류, 전압, A를 전압전류 특성식에 입력해서 계산되어진 데이터를 이용해서 전압전류 특성곡선을 그리게 되며 출력은 그림 6에서와 같이 나오게 된다. 전압-전류 특성곡선을 통해 Vop와 Iop값을 결정한 후 Fill-Factor를 구하게 되며 마지막으로 셀의 직렬저항과 병렬저항을 구하게 된다. 끝으로 전압-전류 특성곡선과 파라메타들을 출력 창을 통해 출력하게 되면 프로그램은 종료하게 된다.

그림 4와 그림 5는 순차적으로 VI Tracer의 입력 부분과 출력 값을 보여 주고 있다. 전압과 전류, 일사량, 그리고 온도 Data를 입력 시키고 여러종류의 태양

전지 가운데서 사용자가 이용하고 있는 태양전지를 선택할 수 있게 되어 있다. Configuration을 통해 프로그램의 계산범위 설정 및 출력 데이터의 파일과 관련된 설정에 관련된 내용을 선택하게 되어있다.

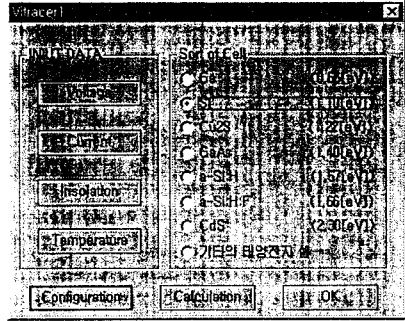


그림 4. VI Tracer의 Data Input 화면

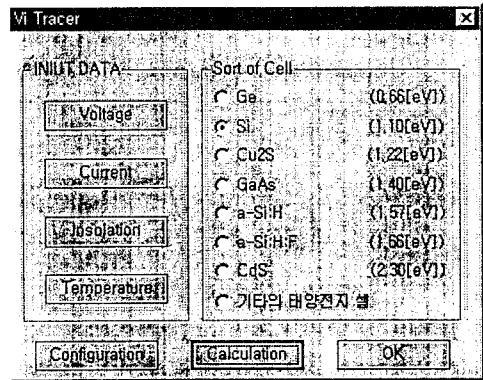


그림 5 VI Tracer의 Output Data 출력화면

그림 5에서 VI Tracer의 출력 Data인 단락전류와 개방전압, 그리고 파라미터의 출력값을 한 화면을 통해 확인할수 있다.

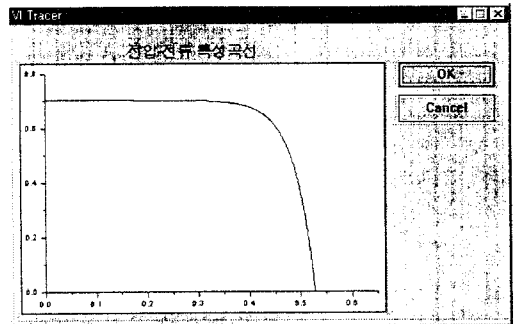


그림 6 VI Tracer의 전압-전류 특성곡선 출력화면

그림 6은 전압-전류 특성곡선을 보여주는 화면이다. 여기서는 전압값을 일정하게 증가 시켰을 때 전류의 Data를 이용한 특성곡선이다. 이 그림에서는 태양전지의 직렬저항과 병렬저항이 없는 이상적인 형태의 전압-전류 특성곡선이다.

그림 7은 실제 전압, 전류 Data를 이용한 특성곡선의 출력이다. 실제 Data를 이용한 그래프이기 때문에 측정

시의 일사량과 온도등의 영향을 받기 때문에 그래프상의 굴곡이 있음을 알수 있다.

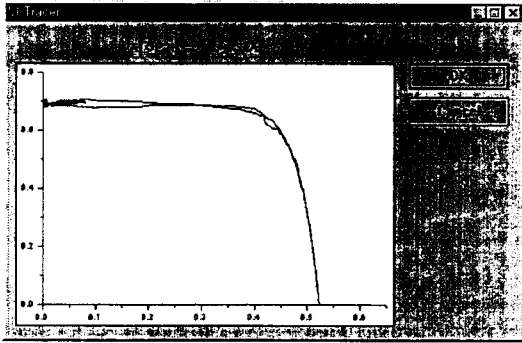


그림 7 VI Tracer의 실제 Data를 이용한 전압전류 특성곡선 화면

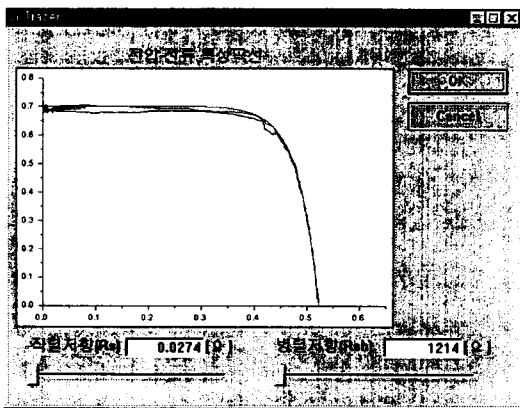


그림 8 VI Tracer에서의 Rs, Rsh 출력화면

병렬저항 Rsh 와 직렬 저항 Rs를 구하기 위해서는 두 개의 곡선이 필요하게 된다. 이상적인 형태의 전압-전류 특성곡선과 실제 데이터를 이용한 그래프를 비교함으로써 태양전지의 직렬 저항과 병렬 저항값을 구하게 되는 것이다. 그림 8에서 2개의 스크롤 바를 이용하여 직렬 저항값과 병렬 저항값을 변화 시켜 두 개의 곡선을 일치 시킴으로써 직렬저항과 병렬저항값을 구할 수 있다.

3. 결 론

VI Tracer는 태양전지의 전류-전압 특성곡선 및 Parameter를 계산하는 프로그램으로 Visual C++을 이용해서 windows 환경하에서 실행될수 있도록 제작되어진 프로그램이다.

본 프로그램은 휴대용 컴퓨터를 이용하여 언제 어디서든지 쉽고, 빠르고, 간편하게 태양전지의 특성을 파악할 수 있도록 하기 위해 제작되어 졌다. VI Tracer를 이용함으로써 태양전지의 특성 방정식을 쉽고 빠르게 재구성할수 있게 되었으며 보다 세밀한 태양전지의 특성을 알 수있게 되었다.

향후과제로 본 프로그램과 전자부장치간의 GPIB카드를 이용한 통신과 계측장비인 오실로스코프와의 멀티통신등을 개선해 나갈 예정이다.

(참 고 문 헌)

- [1] R. Messenger, j. Ventre, "photovoltaic System Engineering", CRC Press, 2000
- [2] Martin A. Green "Solar Cells Operating Principles, Technology, and System Applications", 1982 by Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. 07632