

[논문] 태양에너지
Solar Energy
Vol. 19, No. 4, 1999

Parabolic Dish형 태양열 집열기를 위한 2축 태양추적장치의 개발에 관한 연구

박영철*, 강용혁**

* 서울산업대학교 제어계측공학과

** 한국에너지기술연구소

A Study on the Development of Two Axes Sun Tracking System for the Parabolic Dish Concentrator

Y. C. Park*, Y. H. Kang**

* *Seoul National University of Technology*

** *KIER*

Abstract

The work presented here is a design and development of sun tracking system for the parabolic dish concentrator. Parabolic dish concentrator is mounted on azimuth and elevation tracking mechanism, and controlled to track the sun with computed and measured sun positions.

Sun tracking mechanism is composed of 1/30000 speed reducer(3 stages) and 400W AC servomotor for each axis. The nominal tracking speed of each axis is $\pm 0.6^\circ/\text{sec}$ and the system has a driving range of 340° in azimuth and of 135° in elevation. Sun tracking control system consists of sun sensor, wind speed and direction measurement system, AC servomotor position control system and personal computer as a master controller. Sun sensor detects the sun located within $\pm 50^\circ$ measured from the sun sensor normal direction. Computer computes the sun position, sunrise and sunset times and controls the orientation of parabolic dish concentrator through the AC

servomotor position control system. It also makes a decision of whether the system should follow the sun or not based on the information collected from sun sensor and wind speed and direction measurement system.

The sun tracking system developed in this work is implemented for the experimental work and shows a good sun tracking performance.

1. 서 론

태양열발전시스템 또는 산업공정열에서의 활용과 같이, 태양열을 고온의 열원으로 사용하는 태양열 활용시스템에서는, 태양에너지의 고밀도화를 위한 집광식 태양열 집열기가 사용된다. 집광식 태양열 집열기는 형태에 따라서 진공관형, PTC(parabolic trough concentrator)형, CPC(compound parabolic concentrator)형 또는 parabolic dish형 등으로 대별되며, parabolic dish형 집열기는 태양열 발전시스템과 같이 약 650°C~1200°C의 고온이 요구되는 시스템에서의 최적 집열기 구조로 활용되고 있다. 이는 parabolic dish형 집열기가, 다른 형태의 집열기와 비교하여 보다 높은 온도로의 집광이 용이하고, 따라서 이에 따른 시스템 효율의 향상을 기할 수 있다는 이점 때문이다.

고온의 열원을 제공하기 위한 집광식 태양열 집열기는, 태양추적장치에 의한 태양추적을 수행한다. 바꾸어 말해서 집광식 태양열 집열기는, 집열기 스스로가 태양의 위치를 판별하고, 이에 따라 집열기를 태양 방향으로 일치시키기 위한 집열기 구동 시스템 및 제어 시스템을 갖추고 있다. 또한 집광식 태양열 집열기는, 구동부를 포함하고 있기 때문에, 이에 따른 집열기의 정상 및 안전 운전을 위한 집열기 자동운전 및 보호장치를 필요로 한다. 즉 집광식 태양열 집열기는 바람 또는 일사량의 변화 등과 같은 주변환경의 변화에 스스로 대처할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다.

본 연구는 현재 국내에서 개발이 진행되고 있는

중고온 태양열 활용시스템을 위한 parabolic dish형 태양열 집열기를 위한 2축 태양추적장치의 개발에 관한 것이다. 외국의 경우, 태양추적장치의 구조¹⁾, 추적장치의 사용에 따른 태양열 활용시스템의 효율^{2),3)}, 태양추적 제어기의 개발^{4),5),6)}, 태양센서의 개발^{7),8)} 등과 같은, 태양추적장치의 개발 및 실용화와 관련된 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 국내의 경우, 최근에 들어서야 중고온 태양열 활용시스템의 개발⁹⁾과 이를 위한 태양추적장치의 개발에 관한 연구가 진행되고 있는 실정이다. 본 연구는 parabolic dish형 태양열 집열기의 태양추적을 위한 방위각·고도각 추적방식을 사용하는 2축 태양추적장치의 설계 및 제작, 계산 및 측정된 태양위치를 입력으로 하여 태양추적을 수행하는 태양추적제어기의 설계 및 제작, 그리고 태양추적시스템을 운영하는 시스템 운영 소프트웨어의 개발을 목적으로 하였다.

우선 2장에서 본 연구에서 제작된 태양추적장치의 구성 및 제원에 대하여 간략하게 설명하고, 3장에서 태양추적제어기의 구성 및 동작원리, 4장에서 시스템 운영 소프트웨어에 대하여 설명하며, 5장에서 현재 실증 시험이 진행되고 있는 태양추적시스템의 성능에 대하여 간략하게 설명한다. 마지막으로 6장에서 연구 결과의 요약 및 향후 연구 내용을 정리하였다.

2. 태양추적장치

태양추적장치는 크게 parabolic dish형 태양열 집

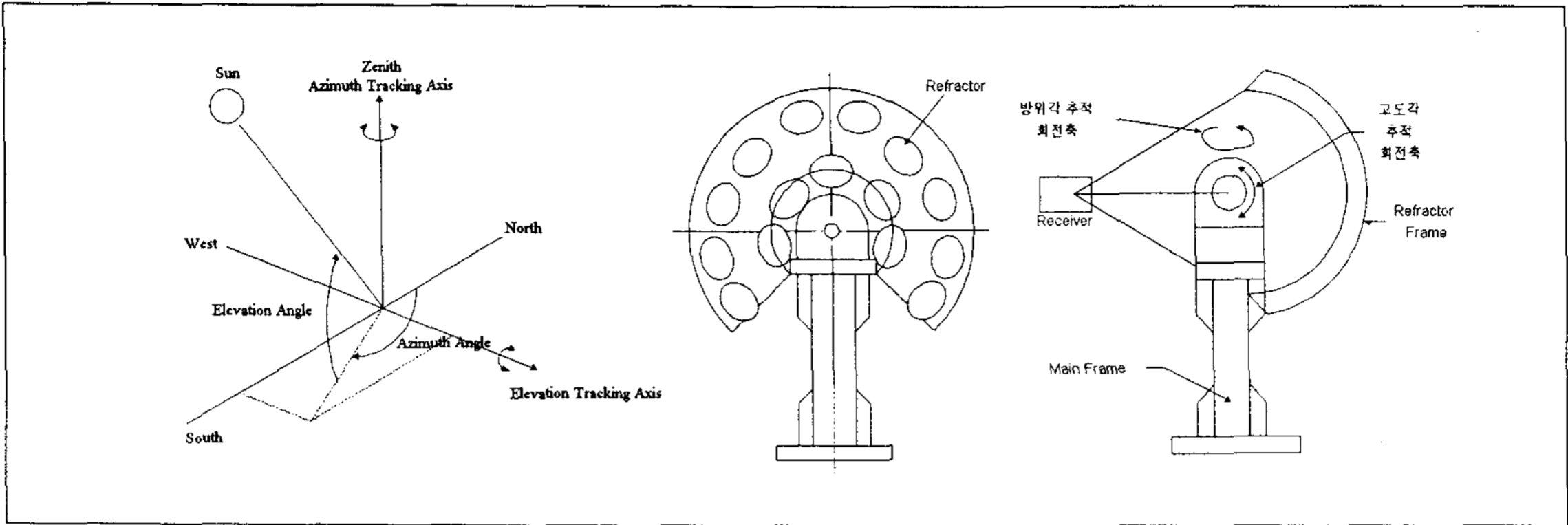


Fig. 1. Parabolic dish concentrator

열기를 구동시키기 위한 모터, 감속기 및 회전축을 포함하는 구동부와 이의 제어를 위한 태양추적 제어기로 구분되어 있다. Fig. 1은 본 연구에서 설계 및 제작된 parabolic dish형 태양열 집열기의 구조⁹⁾를 도식적으로 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 parabolic dish형 태양열 집열기는 직경 1m, 초점거리 3m의 parabolic형 반사체(refractor) 15개를 장착하고, 지표면에 수직인 축(방위각 추적축)을 기준으로 회전하며, 또한 지표면에 수평하고, 설치되는 지점의 동서를 연결하는 회전축(고도각 추적축)을 기준으로 하여 회전하도록 설계된 구동메카니즘에 의하여 태양추적을 수행한다.

태양추적장치는 년중 태양위치의 변화를 추적할 수 있는 구동범위를 가지도록 설계되었으며, 이는 태양위치계산식¹⁰⁾을 이용하여 계산된 국내 년중 태양위치가, 방위각의 경우 50° ~ 310° 범위를 가지며, 고도각의 경우 0° ~ 76°의 범위를 가지고 있고, 따라서 태양추적장치의 방위각 및 고도각 추적을 위한 구동 기구부의 회전 범위를 태양위치변화량보다 충분히 큰 범위가 되도록 설계하였다. 또한 태양추적장치에서 요구되는 구동 모터 및 감속기의 선정은, 태양추적을 위하여 요구되는 최대속도, 시스템의 총 중량 및 시스템 동작 중 허용 가능한 최대풍속을 극복하면서 시스템을 구동시키기 위하여 요구되는 동력을 근거로 하여 설정되었다⁹⁾. 바

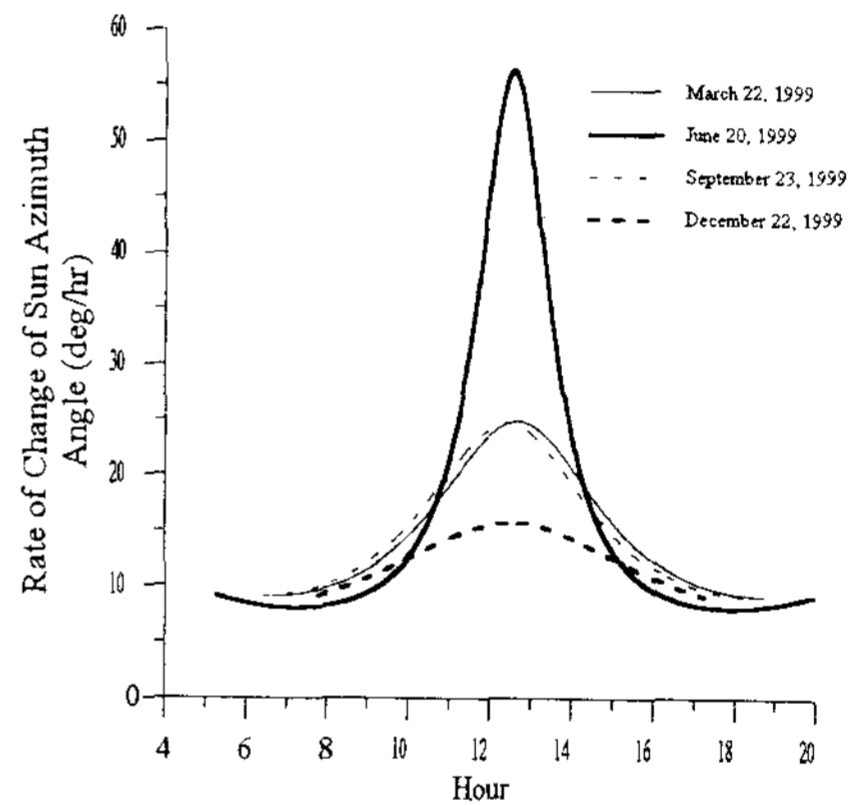


Fig. 2. Rate of change of sun azimuth angle (o/hour)

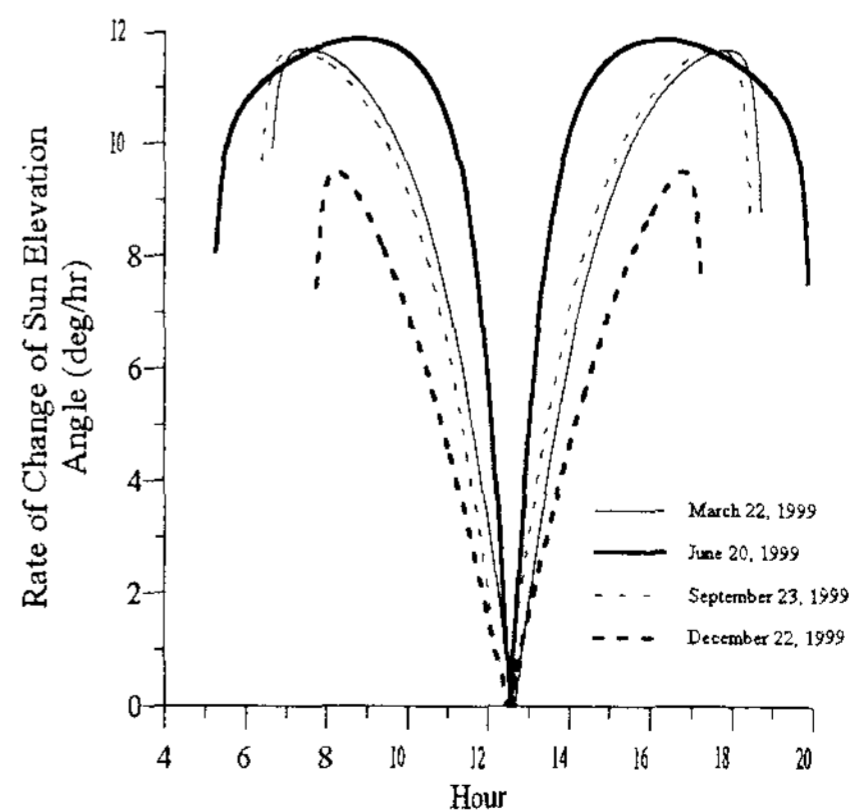


Fig. 3. Rate of change of sun elevation angle (o/hour)

꾸어 말해서 태양추적시스템에서 요구되는 감속기 및 구동모터는, 우선 구동모터의 정격회전속도를 3000rpm으로 설정하고, 태양추적을 위하여 요구되는 최대회전속도를 생성시킬 수 있는 감속비율을 갖는 감속기를 선정하였으며, 이를 근거로 하여 다시 시스템에서 요구되는 구동모터의 용량을 설정하였다.

Fig. 2 및 Fig. 3은 1999년 봄(3월 22일), 여름(6월 20일), 가을(9월 23일) 및 겨울(12월 22일)의 계산된 태양 방위각 및 고도각 변화율을 표시한 것이다. Fig. 2에서와 같이 태양 방위각 변화율은 여름이 겨울보다 크며, 또한 정오 부근이 일출 또는 일몰 부근에서 보다 크다. 따라서 태양추적시스템은 Fig. 2에서 요구되는 것과 같이 시스템 방위각 추적축의 최대 회전속도가 60°/시간 이상이 되도록 설계되었다. Fig. 3은 태양의 고도각 변화율을 표시한 것으로, 태양의 고도각 변화율은 일출 또는 일몰 부근에서 큰 값을 가지며, 태양이 남중하는 정오부근에서 작은 값을 가진다. 고도각

추적을 위하여 요구되는 최대속도는 12°/시간 이상이며, 본 연구에서는 설계 및 제작의 편리성을 고려하여 고도각 및 방위각 추적축의 감속비를 동일한 것으로 하였다.

Table 1은 본 연구에서 제작된 태양추적장치의 주요 제원을 정리한 것이다. 표에서와 같이 본 연구에서 제작된 태양추적장치는 태양의 방위각 및 고도각을 태양위치계산 및 태양센서에 의하여 추적하는 혼합식 태양추적장치이며, 태양추적을 위하여 400W AC 서보모터와 3단 30000:1의 감속기를 사용하였다.

3. 태양추적제어기

Parabolic dish형 태양열 집열기의 태양추적을 위한 태양추적제어기는 통합제어기로 사용되는 컴퓨터(PC), 태양센서, 풍향·풍속계, 구동제어기 및 AC 서보모터로 구성되어 있다. 여기서는 본 연구

Table 1. 태양추적장치의 주요 제원

순번	항 목	제 원	비 고
1	추적방식	Azimuth/Elevation 추적방식	
2	추적신호	Program/Sensor복합방식	
3	구동 모터	400W AC Servo Motor	정격 3000 RPM, 최대 4500 RPM
4	감속기	3단 1/30000	1차 감속비 15:1(모터 감속기) 2차 감속비 50:1(Harmonic) 3차 감속비 40:1(Warm Gear)
5	구동축 회전속도	최대 각속 ±0.9°/초 (정격 각속 ±0.6°/초)	최대회전속도 4500RPM 기준 (정격회전속도 3000RPM) 태양이동최대속도 : 58°/시간
6	허용가능 최대풍속	운전 : 최대 14m/초이내 대기 : 최대 22m/초이내	
7	추적 개시/종료	일출후 30분/일몰전 30분	
8	방위각범위	10° ~ 350°	년중 방위각 변화량 : 50°~310°
9	고도각범위	-45° ~ +90°	년중 고도각 변화량 : 0°~76°

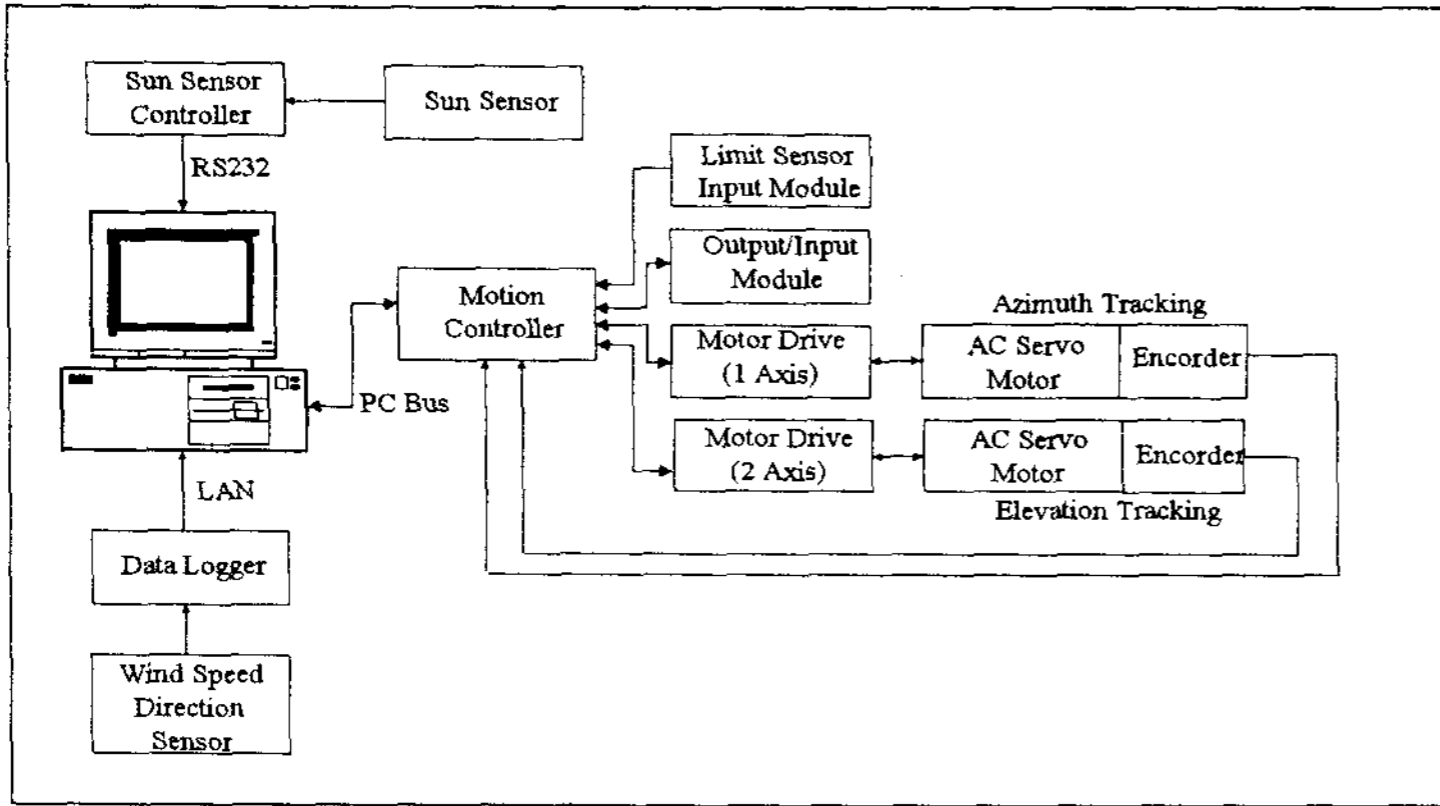


Fig. 4. Sun tracking control system

에서 개발된 태양추적제어기의 구성에 대하여 간략하게 설명하고, 태양추적제어기를 구성하는 각 요소 시스템에 관하여 설명한다.

3.1 태양추적제어기의 구성

Fig. 4는 태양추적제어기의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다. 태양센서는 태양의 유무 및 태양 위치를 판별하여 통합제어기인 컴퓨터에 태양센서 제어기를 통하여 전송하며, 풍향·풍속계로부터 측정된 주변 환경에 대한 정보는 신호획득장치(data logger)를 통하여 컴퓨터로 입력된다. 컴퓨터는 집열기가 설치된 지점의 위도, 경도 및 현재 시간을 사용하여 태양위치를 계산하고, 또한 태양 센서로부터 입력되는 태양위치를 사용하여 집열기를 태양 방향으로 일치시키기 위한 방위각 및 고도각 구동 모터의 위치 명령을 생성한다. 생성된 방위각 및 고도각 구동 모터의 위치 명령은 컴퓨터에 장착된 구동제어기(motion controller)에 의하여 방위각 및 고도각 추적을 위하여 설치된 서보 모터를 구동하여 집열기가 태양을 향하도록 한다.

3.2 태양센서

태양센서는 5개의 광센서(photodiode)를 사용하여 태양의 유무, 태양의 방위각 및 고도각 변화에 따른 태양의 위치를 판별하기 위한 센서이다. Fig.

5는 태양센서의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다. 그림에서와 같이, 센서 하우징 외부에 설치된 광센서 E는 태양이 일시적으로 구름에 가려있거나 또는 흐린 날씨를 판별하기 위한 것이며, 광센서 A와 B는 태양 방위각 변화에 따른 태양추적을, 광센서 C와 D는 태양 고도각 변화에 따른 태양추적을 수행하기 위한 것이다.

태양센서의 의한 태양추적은 광센서 E에 입사되는 태양 빛의 세기(intensity)가 추적조건에 적합할 경우, 태양추적용 광센서 A, B 및 C, D를 사용하여 추적을 수행하며, 태양이 일시적으로 구름에 가려 있거나 하는 경우와 같이 광센서 E로부터 생성되는 신호가 추적조건을 충족시키지 못할 경우, 시스템을 추적대기모드로 전환시켜 추적을 중지시킨다.

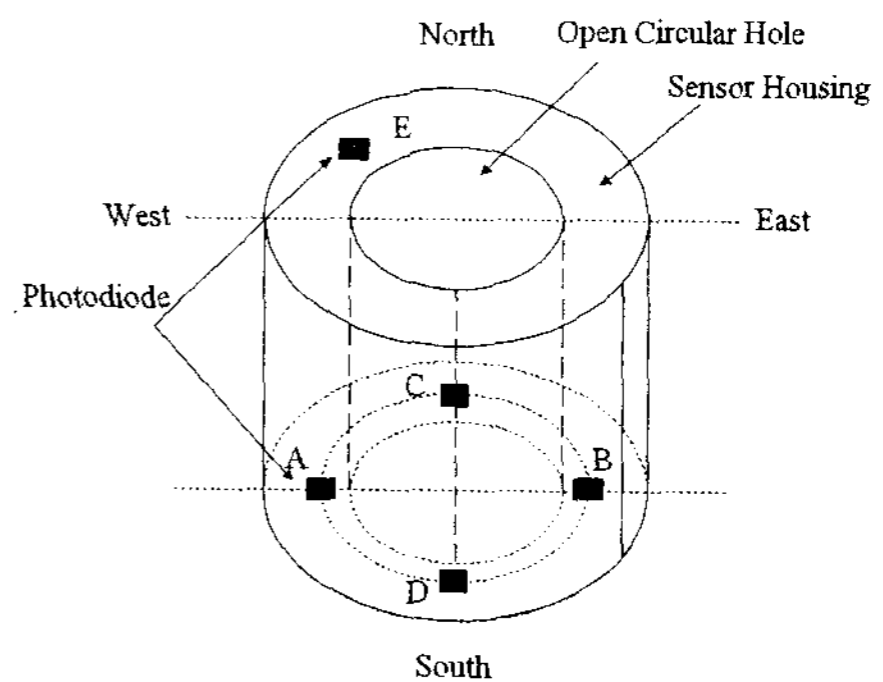


Fig. 5. Sun sensor

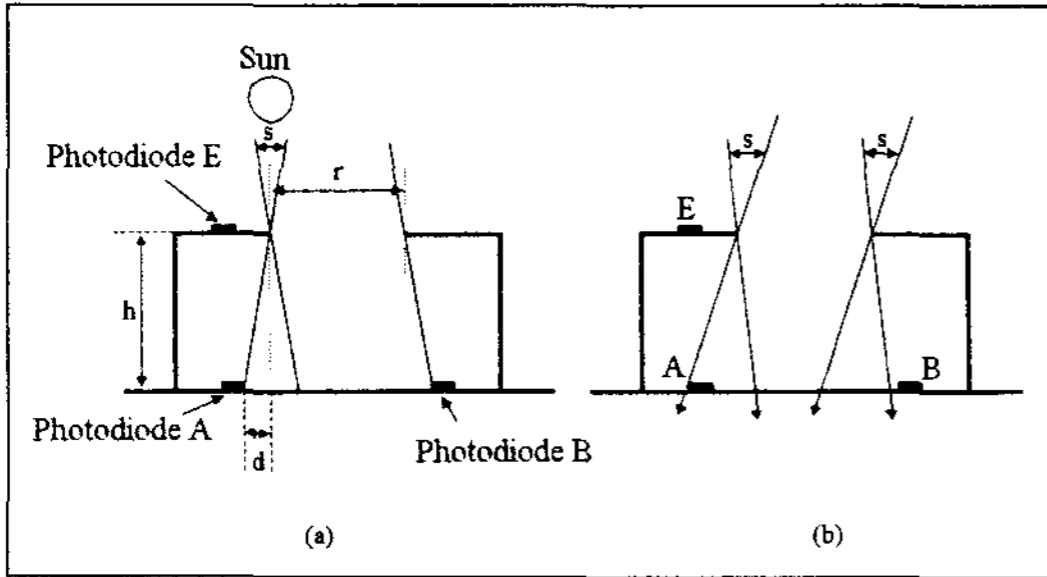


Fig. 6. Sun sensor operating principle

Fig. 6은 태양센서의 동작원리를 나타낸 것이다. Fig. 6(a)에서와 같이 태양광선이 태양센서로 입사되면, 광센서 A와 B로부터 발생하는 전압은 같아지게 되고, 따라서 태양추적장치는 방위각에서의 태양추적을 중지한다. 그러나 태양센서로 입사되는 태양광선이 Fig. 6(b)에서와 같이 경사각을 가지고 있으면, 광센서 A로부터 발생하는 전압이 B로부터 발생하는 전압보다 크게되며, 이와 같은 경우 태양추적제어기는 방위각 추적을 위한 구동모터를 회전시켜 광센서 A와 B로부터 발생하는 전압이 동일한 값을 가질 때까지 집열기를 회전시킨다. 태양 고도각 변화에 따른 태양추적은 태양센서의 광센서 C와 D를 사용하여 방위각 변화에 따른 태양추적을 수행하는 것과 동일한 원리로 고도각 추적축 구동모터를 회전시켜 태양을 추적한다.

제작된 태양센서는, 먼저 태양 추적 가능각도를 $a = \pm 50^\circ$ 로 설정하고, 센서의 높이를 $h = 30\text{mm}$ 으로 하였다. 또한 센서 제작에 사용된 광센서는 SHARP BS500B(외형 크기 $8 \times 6\text{mm}$, 감지면적 크기 $3 \times 3\text{mm}$)로 최대전류 0.8mA (측정치)를 생성

시키며, 광센서의 크기는 $p = 3\text{mm}$ 이다. 지구에서 관측된 태양의 지름은 $s = 0.53^\circ$ 에 해당되는 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 설정된 센서 높이 및 사용된 광센서의 크기를 기준으로 하여 광센서의 위치 d 및 센서 상부의 개방원지름 r 을 다음과 같은 계산식을 사용하여 결정하였다.

$$d = \tan(s/2) \times h = \tan\left(\frac{0.53}{2}\right) \times 30 = 0.1388\text{mm} \quad (1)$$

$$r = [\tan(a) \times h] - (p + d) \\ = [\tan(50^\circ) \times 30] - (3 + 0.1388) = 32.6138\text{mm} \quad (2)$$

3.3 태양센서제어기

태양센서제어기는 태양센서의 광센서로 입사되는 태양 빛의 세기를 디지털 값으로 변환하여 컴퓨터로 전송시키기 위한 것이다. Fig. 7은 태양센서제어기의 기본 구조를 도식적으로 나타낸 것이다.

태양센서 제작에 사용된 광센서는 입사되는 태양 빛의 세기 변화에 따라 전압의 변화가 거의 발생하지 않는 반면, 전류량이 큰 차이로 변화하는 특성을 가지고 있다. 태양 빛의 세기에 따라 변화하는 전류를 전압으로 변환시키기 위하여 전류-전압 차동증폭기를 사용하였으며, 전압으로 변환된 태양 빛의 세기는 다시 60Hz의 대역폭을 갖는 필터를 거쳐 아날로그/디지털 변환기(A/D converter)로 입력되고, 디지털 값으로 변환된 전압 값은 컴퓨터의 시리얼(RS232) 통신을 통하여

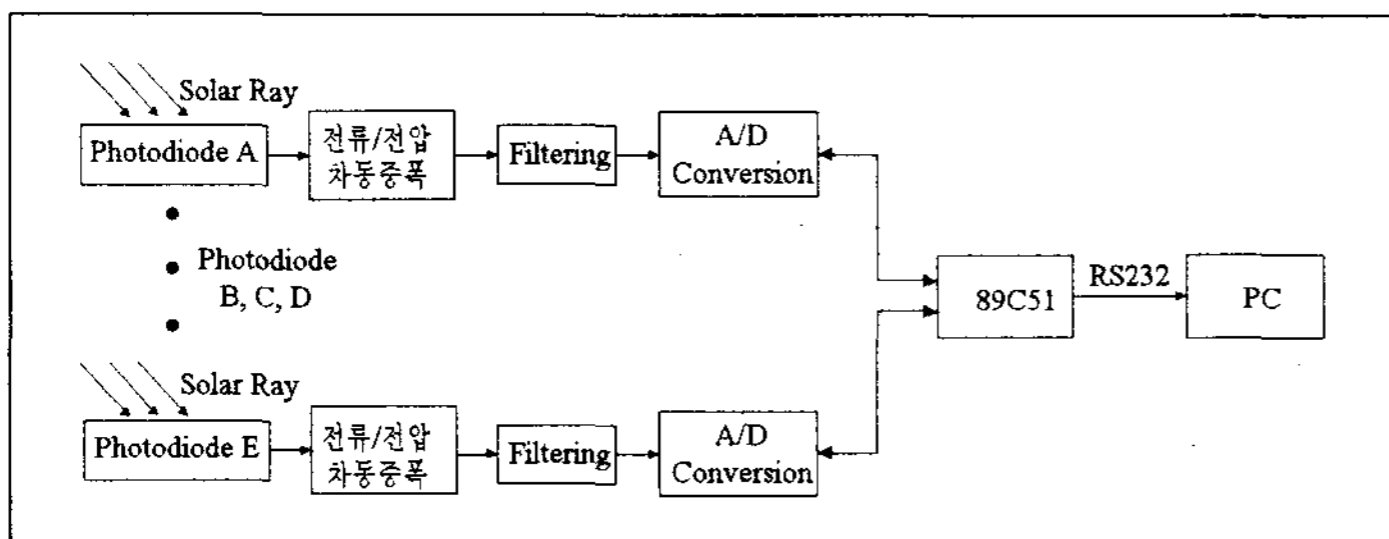


Fig. 7. Sun sensor controller

컴퓨터로 전송된다. 태양센서제어기에서 사용된 아날로그/디지털 변환기는 8비트의 분해능을 가진다. 일반적으로 아날로그/디지털 변환기의 분해능을 8비트 이상으로 사용하면 태양센서의 분해능을 향상시킴으로써 태양센서의 추적정밀도를 향상시킬 수 있으나, 실험을 통하여 8비트의 분해능을 갖는 아날로그/디지털 변환기를 사용하여 태양추적이 가능함이 입증되었으며, 따라서 제작된 태양센서는 8비트의 아날로그/디지털 변환기를 사용하였다.

3.4 구동제어기

태양추적제어기의 구동제어기(motion controller)는 태양위치계산식을 사용하여 계산된 태양위치와 태양센서로부터 측정된 태양위치를 입력으로 하여 태양열 집열기가 태양을 향하도록 회전시키기 위한 제어기이다. 본 연구에서 현재 사용되고 있는 서보모터제어기는, 국내에서 개발된 상용 범용 서보모터제어기로, 컴퓨터에 장착된 AC서보모터 제어기¹²⁾, 구동한계센서(limit sensor) 입력 모듈, 입력 및 출력 모듈 그리고 AC 서보 모터 드라이브¹³⁾로 구성되어있다.

AC 서보모터 제어기는 집열기 구동을 위하여 사용되고 있는 AC 서보모터의 위치제어를 담당하고 있으며, 입출력 모듈은 시스템에 설치되어 있는 근접센서로부터 입력되는 신호를 받아들이거나 또는 시스템의 운전을 위하여 요구되는 디지털 외부제어신호를 송출하는 역할을 담당하고, 구동한계센서 입력 모듈은 각 축의 구동 한계에 설치되어 있는 근접 센서의 입력 신호를 받아들이는 역할을 담당한다.

Fig. 8은 현재 본 연구에서 사용되고 있는 AC 서보모터제어기의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다. 컴퓨터에 설치되어 DPRAM을 통하여 컴퓨터와의 데이터 통신을 수행하는 AC 서보모터제어기는 32비트 DSP TMS320C31을 사용하여 4개의 서보모터를 동시에 제어할 수 있고, 32개의

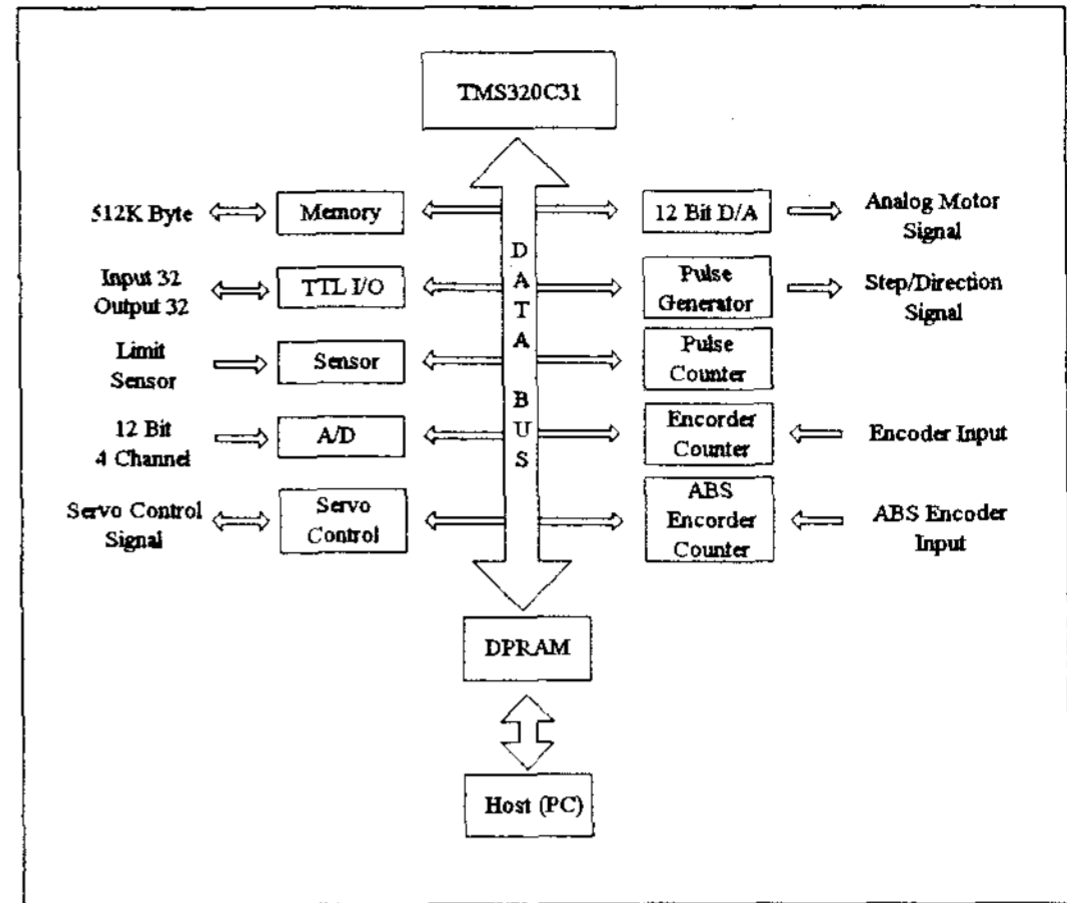


Fig. 8. AC servomotor controller

디지털 입출력을 처리할 수 있으며, 또한 12비트 4채널의 아날로그/디지털 변환기를 내장하고 있다.

4. 시스템 운영 소프트웨어

Visual C++를 사용하여 윈도우 그래픽으로 통합제어기인 컴퓨터(PC)에 구축된 시스템 운영 소프트웨어는 계산 및 태양센서로부터 측정된 태양위치를 사용하며, 또한 측정된 풍향과 풍속을 사용하여 태양추적시스템의 운영을 담당한다. Fig. 9는 본 연구에서 현재까지 개발된 태양추적시스템의 운영 소프트웨어의 구조를 도식적으로 나타낸 것으로, 크게 시스템 운전상태설정 및 시험, 수동운전 그리고 자동운전을 위한 운영 소프트웨어들로 구성되어 있다.

시스템 운전상태설정 및 시험은 다시 전원공급, 서보모터제어기의 설정, 통신 포트의 설정, 태양센서시험, 태양위치표시 및 계산, 일출 일몰시간의 표시 및 계산 그리고 신호획득장치의 설정 및 시험을 위한 프로그램들로 구성되어 있다. 전원공급은 태양추적시스템의 서보전원 상태를 제어하기 위한 것이며, 서보모터제어기의 설정은 AC

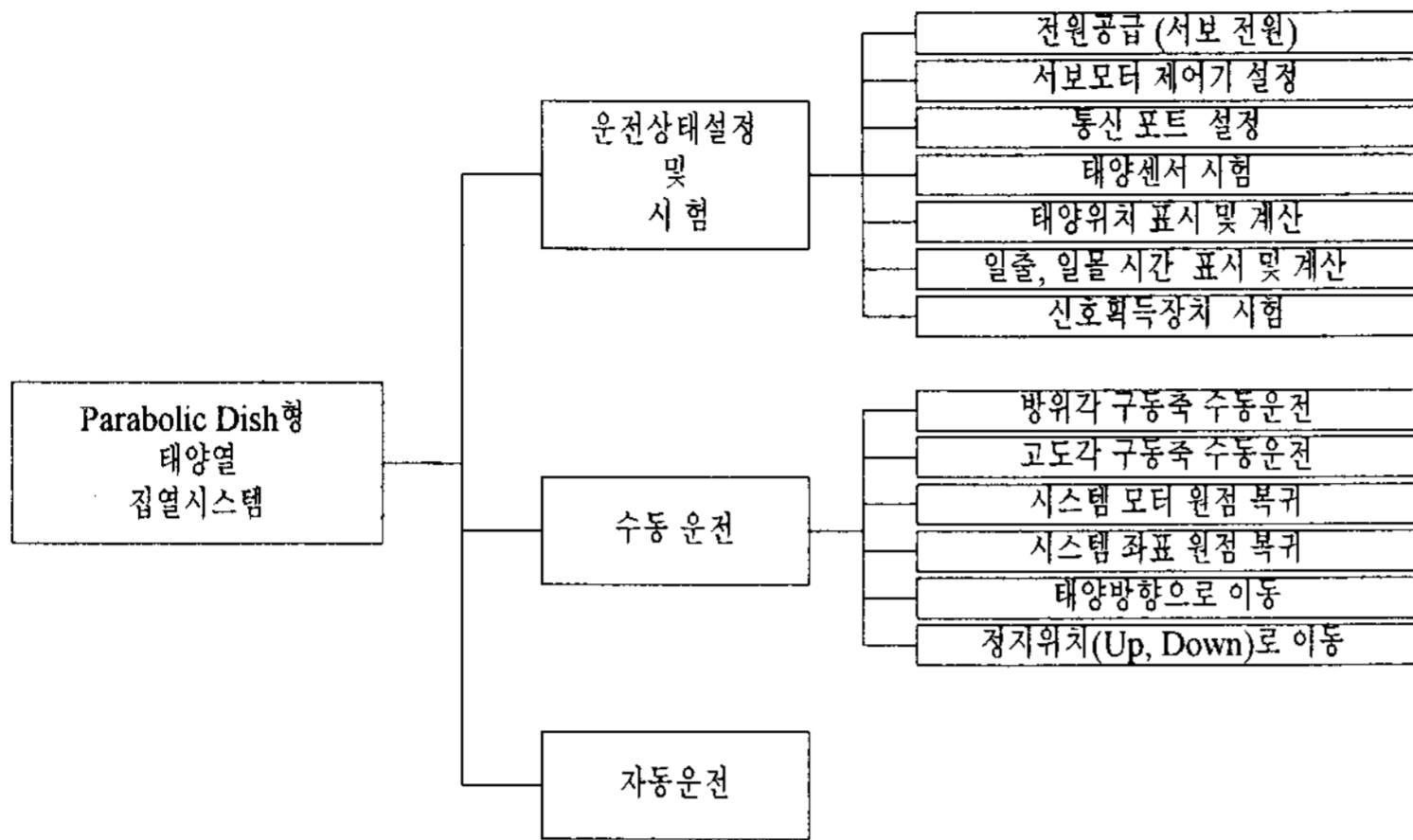


Fig. 9. Sun tracking system operating software

서보모터제어기의 제어 변수 설정을 위한 것이다. 태양추적시스템에서 사용되는 통신 포트는 태양 센서 및 신호획득장치와 통합 제어기인 컴퓨터와의 데이터 통신을 위한 것으로, PC의 COM1 및 COM2를 사용하며, 통신 포트의 설정은 데이터 통신을 위한 통신 변수의 설정을 가능하게 한다. 태양센서 시험은 태양추적을 위하여 설치된 태양 센서의 상태를 표시하며, 매초 센서 정보를 표시하는 기능을 가지고 있다. 태양위치표시 및 계산은 태양의 방위각과 고도각을 매초 단위로 계산하여 표시하며, 일출 및 일몰 시간은 금일의 일출과 일몰 시간을 표시하고, 임의 날짜의 일출 및 일몰 시간의 계산을 수행한다. 신호획득장치의 설정 및 시험은 시스템 운전 상태를 계측하기 위하여 사용되고 있는 80채널의 신호획득장치를 시험하기 위한 것으로 열전대(thermocouple), 일사량 측정기, 풍향계 및 풍속계의 현재 측정값을 표시할 수 있도록 하기 위한 것이다.

수동운전은 태양추적시스템을 수동으로 조작하기 위한 운영 프로그램으로, 태양추적시스템의 방위각 추적축 수동운전, 고도각 추적축 수동운전, 시스템 모터원점복귀, 좌표원점(home position)복귀, 태양위치로 이동, 정지(parking) 위치로 이동을 위한 메뉴들로 구성되어 있다. 방위각 및 고도각 추적축의 수동 운전을 위한 운영 프로그램

은 주전원 상태, 서보전원상태, 정지 또는 기동으로 표시되는 모터 구동상태, 현재의 모터 위치 및 각 추적축에 설치되어 있는 근접센서들의 상태를 표시하고, 또한 시스템 구동을 위하여 서보전원의 공급 및 차단, 상대이동, 절대이동, 연속 이동(jog mode 이동)이 가능하도록 설계되어 있다. 서보모터 원점복귀는 서보모터의 원점을 설정하기 위한 기능으로써, 방위각 추적축 및 고도각 추적축에 설치되어 있는 근접센서를 이용하여 각각 회전축의 서보모터 원점을 설정하는 동작이며, 좌표원점복귀는 임의의 위치에 있는 집열기를 태양추적시스템의 좌표원점으로 이동시키는 동작이다. 태양위치로의 이동은 계산된 현재시간의 태양위치를 사용하여 집열기가 태양을 행하도록 하며, 정지위치로의 이동은 시스템 동작이 종료된 후 조건에 따라 집열기를 하늘을 향하도록 정지시키는 위치(face up) 또는 집열기를 지면을 향하도록 정지시키는 위치(face down)로 이동시킨다.

계산된 태양위치 및 태양센서로부터 입력되는 태양위치를 사용하여 집열기의 자동태양추적을 수행하도록 하는 자동운전을 위한 운영 프로그램은 Fig. 10과 같이 구성되어 있다. 그림에서와 같이 자동운전 윈도우는 집열기가 태양추적을 수행하는 동안, 일사량, 풍향 및 풍속, 주전원 상태, 서보전원 상태, 시스템 구동상태, 근접센서 상태

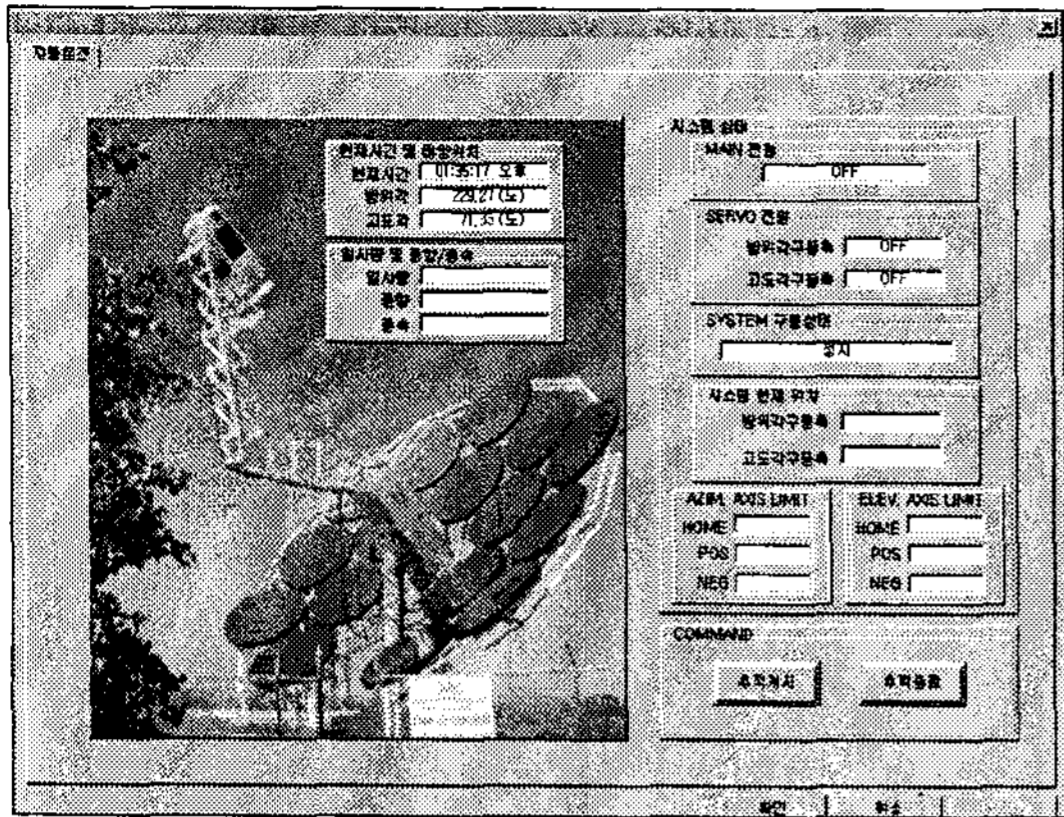


Fig. 10. Autotracking window

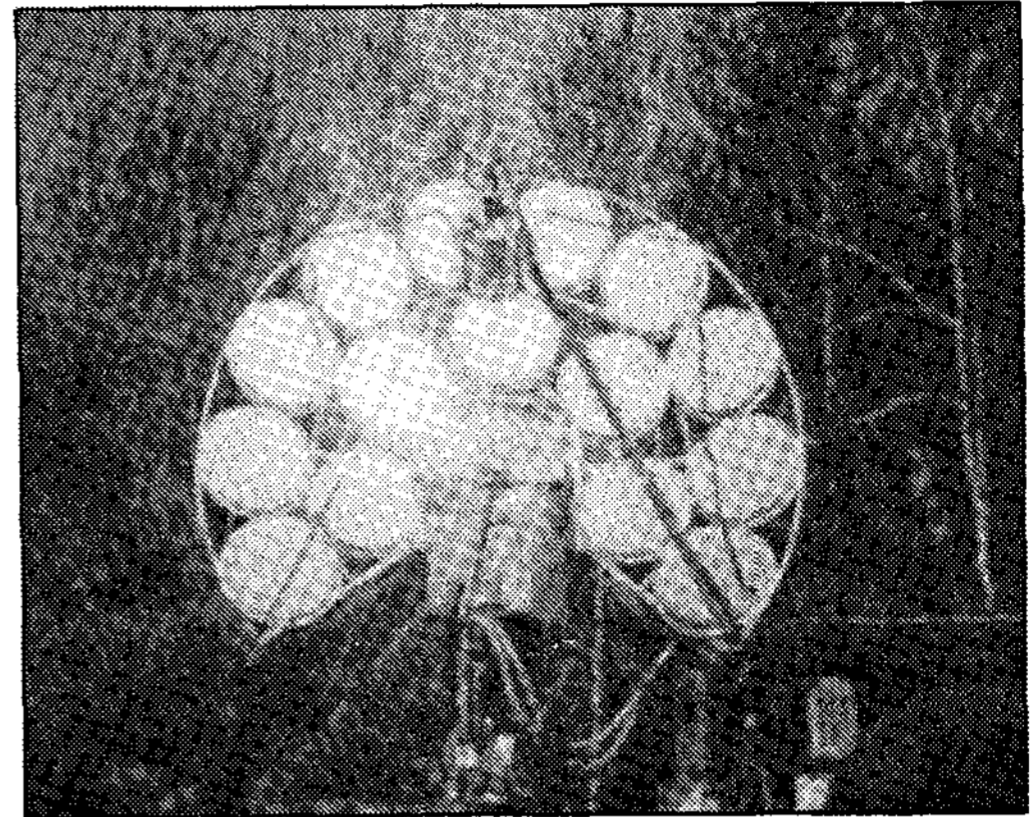


Fig. 11. Photograph of parabolic dish concentrator

를 동시에 표시하도록 되어 있다.

자동운전에서 태양추적은 태양탐색, 추적, 대기 및 중지 4가지 동작 모드에 따라 수행된다. 태양탐색 및 추적은 계산된 태양의 위치와 태양 센서로부터 입력되는 태양위치신호에 따라 집열기가 최초 태양의 위치를 탐색하고, 이후 지속적으로 태양을 추적하는 모드이며, 일사량의 감소 또는 풍속의 증가로 인하여 집열기의 운전을 일시 중지시킬 필요가 있을 경우 제어장치는 시스템에 대기모드를 발령하고 시스템의 동작을 일시 중지시킨다. 대기모드에서 대기중인 시스템은 일정 시간이 경과할 때까지 대기모드가 해지되지 못하면 시스템은 중지모드로 전환되고 집열기는 정지 위치로 이동한다.

5. 결과 및 고찰

본 연구는 parabolic dish형 태양열 집열기를 위한 태양추적시스템의 설계 및 제작에 관한 것으로서, 직경 5m의 parabolic dish형 프레임에 15개의 직경 1m 반사거울을 장착한 태양열 집열기의 태양추적을 위한 태양추적시스템의 구현을 목적으로 한 것이다.

Fig. 11은 본 연구에서 설계 및 제작된

parabolic dish형 태양열 집열기가 태양을 추적하고 있는 사진이다.

일반적으로 태양추적시스템의 성능은 태양추적의 정밀도와 주변 환경의 변화에 따른 시스템의 동작 신뢰성으로 평가되어 진다. 외국의 경우, 태양추적시스템을 탑재한 다양한 형태의 집광식 태양열 집열기가 개발 운용되고는 있으나¹⁴⁾, 태양추적시스템의 추적정밀도 및 시스템 동작신뢰성에 관한 평가가 수치적으로 문헌에 보고된 사례를 없으며, 또한 추적 정밀도 및 신뢰성에 대한 정확한 평가 방안이 문헌에 제시된 것도 아직까지는 발견하지 못하였다.

본 연구에서는 우선 제작된 parabolic dish형 태양열 집열기의 동작 상태를 관측함으로써 태양추적의 정확도 및 시스템 동작 신뢰성을 확인하였다. 이는 본 연구에서 개발된 태양추적시스템이 태양추적을 수행하는 동안 계산된 태양위치와 측정된 태양위치를 사용하여 태양열 집열기를 태양방향으로 정확하게 일치시킬 수 있음을 집광부(receiver)에 설치된 평판에 형성되는 태양열 집광 부분의 위치를 지속적으로 관측함으로써 확인한 것이다. 또한 본 연구에서 개발된 시스템 운영 체계 역시, 시스템을 일중 지속적으로 운전하면서 시스템의 동작 상태를 관측함으로써, 시스템이 주변 환경의 변화에 적절히 대처하고 있음을

확인 할 수 있었다.

태양추적시스템의 추적정밀도는 집열기로 입사되는 태양 광선과 집열면의 법선이 이루는 각도를 사용하여 평가하거나, 또는 집광부(receiver)에 도달되는 집열량의 변화를 측정함으로써 태양추적시스템의 추적정밀도가 평가될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 시스템 동작 신뢰성은 시스템을 장시간 무인 운전하고, 운전 중 취득한 운전 데이터를 분석함으로써 평가 될 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 현재 컴퓨터 비전 시스템을 이용하여 태양위치의 변화를 측정함으로써 태양추적시스템의 정밀도를 평가하기 위한 실험을 수행하고 있으며, 아울러 시스템 동작 신뢰성에 관한 실험 데이터를 수집하고 있고, 따라서 수집된 자료를 근거로 하여 수치적으로 평가된 추적정밀도 및 동작 신뢰성을 향후 제시할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

6. 결 론

태양발전시스템과 같은 고온 태양열 활용시스템을 위한 집광식 태양열 집열기는 태양추적장치에 의한 태양추적을 수행하며, 또한 시스템의 정상 및 안전 운전을 위한 집열기 자동운전 및 보호장치를 포함하고 있다. 본 연구는 parabolic dish형 태양열 집열기를 사용하는 고온 태양열 활용시스템의 실용화를 위한 연구 개발의 일환으로, parabolic dish형 태양열 집열기를 위한 태양추적장치의 설계 및 제작에 관한 것이다.

본 연구에서 설계 및 제작된 태양추적장치는 태양의 방위각과 고도각을 태양위치계산 및 태양센서에 의하여 추적하는 혼합식 태양추적시스템이며, 구동부와 태양추적제어기로 구성되어 있다. 개발된 태양추적장치의 동작 정확성 및 신뢰성 검증을 위한 실증 시험이 현재 한국에너지기술연구소에서 수행되고 있으며, 태양추적시스템은

parabolic dish형 태양열 집열기를 태양 방향으로 정확하게 일치시킬 수 있음이 초기 실험을 통하여 입증되었다.

태양추적장치의 추적 정밀도와 시스템 동작 신뢰성을 수치적으로 제시할 수 있는 평가 방안의 수립과 이를 위한 데이터의 수집을 위한 실험적 연구가 현재 진행되고 있으며, 실험 데이터를 근거로 하는 추적정밀도와 동작 신뢰성에 대한 평가가 향후 제시될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. R. Zogbi and D. Laplaze, 1984, "Design and construction of a sun tracker", Solar Energy, Vol. 33, No. 3/4, pp.369~372
2. P. Baltas, M. Tortoreli and P.E. Russell, 1986, "Evaluation of power output for the fixed and step tracking photovoltaic arrays", Solar Energy, Vol. 37, No. 2, pp. 147~163
3. D.M. Mosher, R.E. Boese and R. J. Soukupt, 1977, "The advantage of sun tracking for planar silicon solar cells", Solar Energy, Vol. 19, pp.91~97
4. A. Konar and A.K. Mandal, 1991, "Micro-processor based automatic sun tracker", IEE Proceedings-A, Vol. 138, No. 4, pp.237~241
5. W.A. Lynch and Z.M. Salameh, 1990, "Simple electro-optically controlled dual-axis sun tracker", Solar Energy Vol. 45, No. 2, pp.65~69
6. B. Koyuncu and K. Balasubramanian, 1991, "A microprocessor control automatic sun tracker", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 37, No. 4, pp.913~917

7. Sode-Shinni Nmada Rumala, 1986, "A shadow method for automatic tracking", Solar Energy, Vol. 37, No. 3, pp.245~247
8. P.J. Hession and W.J. Bonwick. 1984, "Experience with a sun tracker system", Solar Energy Vol. 32, No. 1, pp.3~11
9. 한국에너지기술연구소, 1998, "Dish형 태양열 집광시스템 개발"
10. 박영칠, 강용혁, 1998, "집광식 태양열 집열기의 태양추적장치를 위한 태양위치계산", 태양에너지, Vol. 18, No. 4, pp.87~94
11. J. Meeus, 1991, Astronomical Algorithm, Willmann-Bell, Inc.
12. 삼성전자, 1998, Multimotion 제어기 사용자 설명서
13. 삼성전자, 1995, Servo Drive 사용자 설명서
14. L.D. Jaffe, 1989, "Test results on parabolic dish concentrators for solar thermal power systems", Solar Energy, Vol. 42, No. 2, pp.173~187