

태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템 설계

송제호^{1*}, 이인상¹, 이유엽²

¹전북대학교 IT응용시스템공학과, 스마트 그리드 연구 센터, ²호원대학교 자동차기계공학과

Design of thermal system using 3-way valve and PTC to which a solar module

Je-Ho Song^{1*}, In-Sang Lee¹, You-Yub Lee²

¹Dept. of IT Applied System Engineering, Smart Grid Research Center, Chonbuk National University

²Dept. of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University

요약 본 논문에서는 최근 매장량의 한계로 인한 화석연료의 가격 상승과 그에 따른 환경적인 문제를 해결하고자 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템을 설계 하고자 한다. 온열 시스템은 태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기 사용을 전제로 3웨이 밸브를 이용한 온풍 및 난방 제어 시스템으로써 온도 센서부, 모드 설정부(온풍 및 난방 모드부), 공급부, 온열 시스템 제어부를 포함하여 구성된다. 온도 센서부는 배관 및 실내 온도 표시, 온도 설정부 다중 모니터링 기능이 있으며 모드 설정부는 온풍 및 난방모드 전환, 온풍 및 난방모드 온도 설정 기능을 수행한다. 또한, 온열 시스템 제어부는 PTC 제어 및 온도 설정, PTC 주야 및 시간 선택, 온풍 및 난방 제어, 3웨이 밸브 선택, 등의 기능을 수행한다. 따라서, 태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템 설계에 대한 연구 결과 온도 센서부는 680 μ s, 모드 설정부는 700 μ s, 온열 시스템 제어부는 610 μ s의 안정적인 동작 속도로 구동되는 것을 확인 할 수 있었다.

Abstract In this study, a thermal system was designed using a 3-way valve and PTC attached to a solar module. This design could help solve the problem of rising fossil fuel costs caused by limited reserves and environmental problems resulting from fossil fuel use. The thermal system is a hot-air and heating control system composed of a temperature sensor part, mode setting part (for hot air and heating modes), supply part, and thermal system control part. The temperature sensor part has piping and an indoor temperature display, and the temperature setting part has multiple monitoring functions. The mode setting part switches between hot air and heating modes and can be used to set the temperature. The thermal system control part performs functions such as PTC control and temperature setting, PTC day and night and time selection, hot air and heating control, and three-way valve selection. The results verify that the system operates with stable response speeds of 680 μ s in the temperature sensor part, 700 μ s in the mode setting part, and 610 μ s in the thermal system control part.

Keywords : Energy, PTC, Solar module, Thermal system, 3-way valve

1. 서론

대부분의 모든 주택, 비닐하우스에 사용되는 보일러

나 온풍기는 주로 기름, 가스, 연탄 등을 연료로 하여 난방 및 생활 온수, 온풍을 사용할 수 있도록 구성되어 있다. 하지만, 최근 매장량의 한계로 인한 화석연료의 가격

*Corresponding Author : Je-Ho Song(Chonbuk National Univ.)

Tel: +82-10-6630-6625 email: songjh@jbnu.ac.kr

Received October 31, 2016

Revised November 17, 2016

Accepted January 6, 2017

Published January 31, 2017

상승과 그에 따른 환경적인 문제가 커지면서 친환경적인 대체에너지 개발의 필요성이 증대되고 있는 실정이다[1].

또한, 기술적 동향을 살펴보면 해외에서는 독일의 그라머 솔라 태양열 온풍기라는 유사 시스템이 있지만 국내에서는 전무한 상태이다.

그림 1은 에너지원별 평균 성장률을 나타내었다.

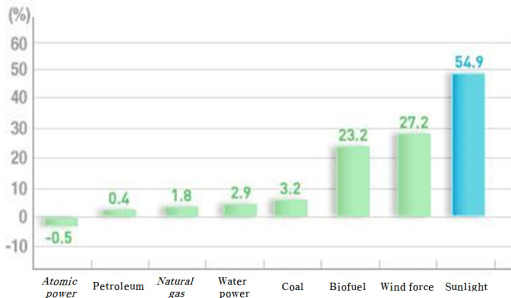


Fig. 1. Average growth rate of energy source

따라서, 본 논문에서는 태양광 모듈 및 태양열 축열을 이용하여 보다 편리하고 용이하게 사용할 수 있도록 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템을 설계하였다.

그림 2는 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템의 구성을 나타내었다.

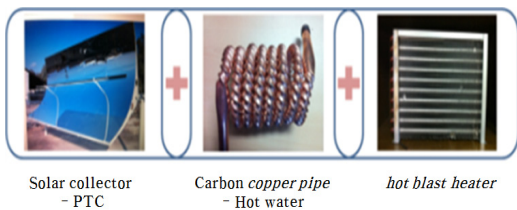


Fig. 2. Composition of thermal system using solar module attached PTC collector and 3-way valve

태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기와 제어 시스템의 공급전력은 태양광을 이용하고 PTC 집열기를 사용함으로써 온풍 및 난방의 전력에너지 효율을 증대시킨다. 또한, 온열 시스템은 3웨이 밸브를 이용한 온풍 및 난방 제어 시스템으로써 온도 센서부, 모드 설정부(온풍 및 난방 모드부), 공급부, 온열 시스템 제어부, 개폐밸브로 구성된다[2].

그러므로 본 논문의 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템을 설계함으로써

주택 및 비닐하우스의 온열 기능을 최대로 높일 수 있는 방안이 될 수 있으며 태양광을 이용한 전력생산, 태양열을 이용한 온풍 및 난방생산에 대한 기능을 통합하여 수행할 수 있는 메커니즘의 제어 및 시스템 효율을 극대화할 수 있다.

2. 본론

2.1 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템 설계

온열 시스템은 태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기 사용을 전제로 3웨이 밸브를 이용한 온풍 및 난방 제어 시스템으로써 온도 센서부, 모드 설정부(온풍 및 난방 모드부), 공급부, 온열 시스템 제어부, 개폐밸브를 포함하여 설계한다.

태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템의 블록도를 그림 3으로 나타내었다.

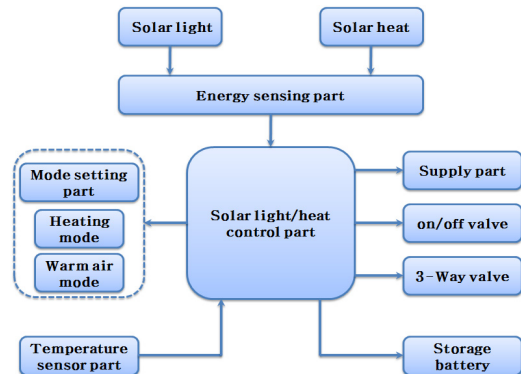


Fig. 3. Block diagram of thermal system using solar module attached PTC collector and 3-way valve

태양열 PTC 집열기 프레임의 내부에는 경사진 수용부와 수용부의 경사각을 조절하는 경사각도 조절부가 있으며 태양열을 집열한 후 전기에너지로 변환시키는 태양열 집열부, 태양열 집열부 및 태양광 셀이 변환시킨 전기에너지가 축전되는 축전지로 구성된다[3,4].

수용부는 바닥판과 바닥판의 상부와 하부에 각각 형성되는 상부판 및 하부판과 바닥판의 일단부와 타단부에 각각 형성되는 일측판 및 타측판을 포함한 바닥판으로 구성된다. 내부에는 축열부로 태양열을 반사시키는 반사판이 상하방향 및 일정간격으로 있으며 반사판 내측에는

열흡수관이 구비되어 태양열을 흡수하게 된다. 열흡수관은 동관으로 되어 있고 상측 열흡수관과 하측 열흡수관으로 나누어진다. 상측 열흡수관은 격자형상이며 하측 열흡수관은 상측 열흡수관의 하부방향에 위치한다.

안내부는 축열부에 의해 축열된 태양열과 열교환된 상태의 공기 및 난방수를 내부로 안내하는 역할을 한다. 축열부의 외주면에 나선형으로 감겨지는 코일 관으로 이루어지며 안내부를 개폐하는 개폐밸브와 온도측정부가 연결되어 실내로 난방수를 공급하는 난방수 공급라인 및 안내부와 난방수 공급라인을 연결시키는 3웨이 밸브로 구성된다[5].

축열부는 프레임의 전측에 구비되고 태양열이 축열되는 부분이며 관부재로 이루어져있다. 관부재는 단면이 원형형상인 동관 등으로 이루어지며 내부에는 태양열이 축열되는 축열재가 구비된다. 축열부는 태양열을 보다 극대화하기 위해 축열부의 관부재의 외면에는 검은색 크롬 등이 도금처리 된다.

공급부는 안내부의 내부로 공기 및 난방수 중 선택되는 하나를 흡입하여 공급하는 역할을 한다. 안내부의 내부로 프레임의 주변 공기를 흡입함과 동시에 안내부의 내부로 흡입되어 축열부에 축열된 태양열과 열교환된 상태인 고온의 공기를 실내로 배출할 수 있도록 블로워 모터 등을 이용한다[6].

제어부는 공급부를 제어하는 역할을 한다. 온도측정부의 온도측정값과 제어부에 입력된 기준 온도값을 비교하여 공급부, 개폐밸브 및 3웨이 밸브를 제어하며, 제어부에 주택 및 비닐하우스로 온풍이 공급될 수 있도록 설정하는 온풍모드부와 주택으로 난방수가 공급될 수 있도록 설정하는 난방모드부로 이루어지는 모드설정부가 구비된다. 또한 태양열에 의해 집열된 열에 의한 난방수 및 온풍과 태양광 셀에 의해 집진된 발생전력을 상시 비교하여 최대한의 에너지를 상호 교차 발생할 수 있도록 한다. 태양열에 의한 집열은 한시적으로 수행되기 때문에 짧은 시간 동안 많은 열을 축열시킬 수 있도록 하며, 태양광의 경우, 발생된 전력의 축전이 매우 용이하기 때문에 태양열 에너지로 수행하지 못하게 되는 경우에 태양광 에너지를 사용할 수 있도록 한다[7,8].

온도 센서부, 모드 설정부, 온열 시스템 제어부의 회로도를 각각 그림 4, 5, 6으로 나타내었다.

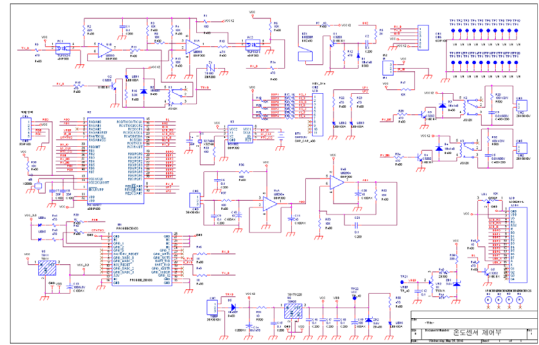


Fig. 4. Circuit diagram of temperature sensor part

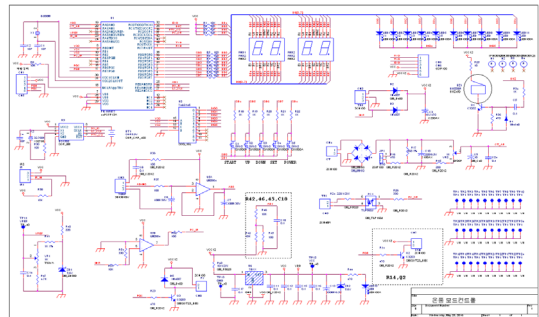


Fig. 5. Circuit diagram of mode setting part

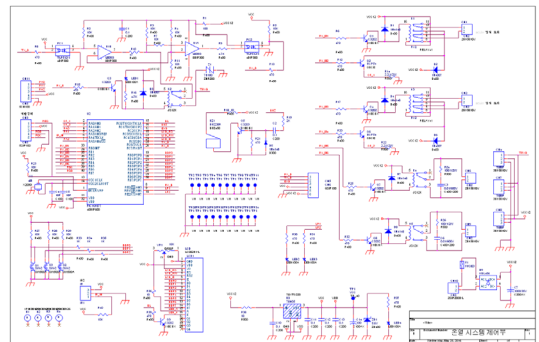


Fig. 6. Circuit diagram of thermal system control part

온도 센서부는 온도 설정부 다중 모니터링, 배관 온도 및 실내 온도 표시, LED 1은 통신 상태 확인, LED 2는 실내 I 동작 유무 확인, LED 3은 실내 II 동작 유무 확인, LED 4는 실내 III 동작 유무 확인 등으로 구성되며 선택된 실내를 ID로 표기하여 사용하도록 설계하였다.

그림 7은 PCB로 설계된 온도 센서부의 모습을 나타낸 것이다.

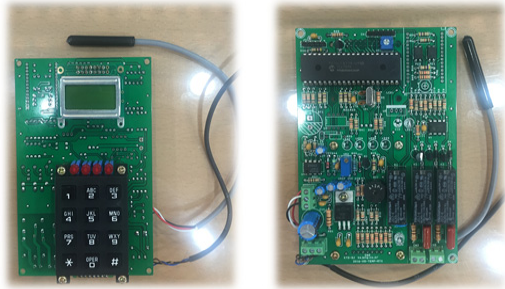


Fig. 7. Temperature sensor part Design

모드 설정부는 온풍모드 및 난방모드 전환 기능, 온풍 모드 및 난방모드 온도 설정 기능, LED 1은 통신 상태 확인, LED 2는 온풍 모드부 표시 기능, LED 3은 난방 모드부 표시 기능을 사용하도록 설계하였다.

그림 8은 PCB로 설계된 모드 설정부의 모습을 나타낸 것이다.

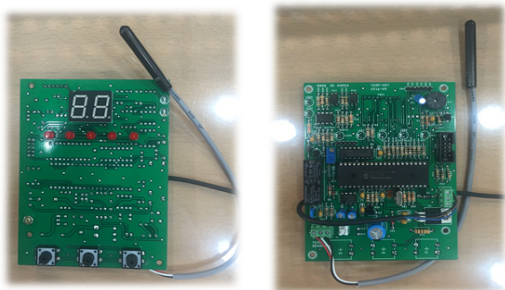


Fig. 8. Mode setting part Design

온열 시스템 제어부는 PTC 온도 설정, PTC 주야 및 시간 선택 기능, 온풍 및 난방 제어 기능, 3웨이 밸브 선택 기능, 온풍 및 난방 설정 기능, 온풍 및 난방 온도 조절 기능, 통신방식 RS-232C 사용, PTC 제어 기능을 사용하도록 설계하였다.

그림 9는 PCB로 설계된 온열 시스템 제어부의 모습

을 나타낸 것이다.

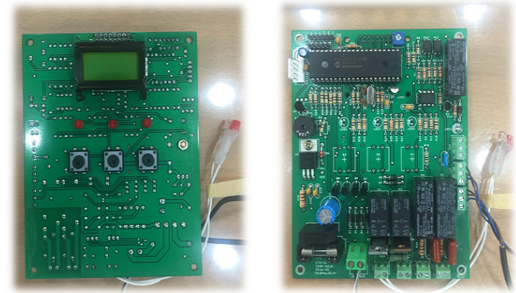


Fig. 9. Thermal system control part Design

2.2 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템 실험

온열 시스템의 동작 실험 모습을 그림 10으로 나타내었다.

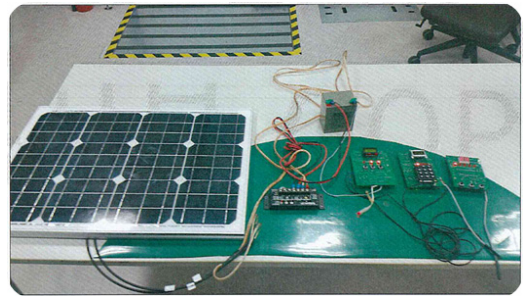


Fig. 10. Operation test shape of thermal system

온도 센서부는 680 μ s의 안정적인 동작 속도로 구동되었으며 실험 데이터를 그림 11로 나타내었다.



Fig. 11. Test data of temperature sensor part

모드 설정부는 700 μ s의 안정적인 동작 속도로 구동

되었으며 실험 데이터를 그림 12로 나타내었다.



Fig. 12. Test data of mode setting part

온열 시스템 제어부는 610 μs의 안정적인 동작 속도로 구동되었으며 실험 데이터를 그림 13에 나타내었다.



Fig. 13. Test data of thermal system control part

3. 결론

온열 시스템은 태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기 사용을 전제로 3웨이 밸브를 이용한 온풍 및 난방 제어 시스템으로써 온도 센서부, 모드 설정부(온풍 및 난방 모드부), 공급부, 온열 시스템 제어부를 포함하여 구성하였다.

태양광 모듈이 부착된 태양열 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템을 설계한 결과 온도 센서부는 680μs, 모드 설정부는 700μs, 온열 시스템 제어부는 610μs의 안정적인 동작 속도로 구동되는 것을 확인 할 수 있었다.

온열 시스템을 설계함으로써 태양열 및 태양광 병합 제어 시스템에 대한 메커니즘 구현과 태양 에너지 융합

분야에 대한 기술력 상승 및 에너지 분야에 대한 관심 고조로 인한 기술 인프라 구축이라는 기대성고가 나타날 수 있다. 또한 저비용 고효율의 온수/온풍 및 난방 사용과 공조 시스템 분야의 확대이라는 이점이 발생할 수 있다. 따라서, 본 논문은 보다 편리하고 용이하게 사용할 수 있는 태양광 모듈이 부착된 PTC 집열기 및 3웨이 밸브를 이용한 온열 시스템을 설계하였다.

References

- [1] Dacor industry research, "Solar systems market trends and outlook", Jinhan M&B, 2009.
- [2] Kanghoo Lee, "New growth engine alternative energy", Bookshill, 2008.
- [3] Sunshine energy research, "Understanding of photovoltaic system", Munundang, 2015.
- [4] Yongtaek Jung, "Latest temperature sensors technology trend", Hongreung publishing company, 2015.
- [5] Byungkwon Choi, "Valve beginner's book", Cheonmoon-gak publishing company, 2009.
- [6] Heesoo Moon, "3-way valve system using servo motor", Korea institute of patent information, 2009.
- [7] Jungchul Shin, "Solar heating and cooling technologies", Kuhmins publishing company, 2004.
- [8] Japan Newtonpress, "Photovoltaic Power", Newton korea, 2010.

송 제 호 (Je-Ho Song)

[정회원]



- 1996년 3월 ~ 현재 : 전북대학교 IT응용시스템공학과 교수
- 2003년 1월 ~ 현재 : 한국상표권 연구소 부소장
- 2009년 9월 ~ 현재 : 한국브랜드 학회 상임이사
- 2011년 1월 ~ 현재 : (사)한국산학 기술학회호남지부장

<관심분야>

VLSI, 정보통신, 통신망 네트워크 시스템 설계, DSP 설계

이 인 상(In-Sang Lee)

[준회원]



- 2014년 8월 : 전북대학교 IT응용시스템공학부(산업전기공학과) 학사
- 2016년 8월 : 전북대학교 IT응용시스템공학과 대학원 공학석사
- 2016년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 IT응용시스템공학과 대학원박사

<관심분야>

전기·전자공학, IT융합, 전자정보통신 기술

이 유 엽(You Yub Lee)

[정회원]



- 1986년 2월 : 한양대학교 대학원 정밀기계공학과 (공학석사)
- 2003년 2월 : 한양대학교 대학원 자동차공학과 (공학박사)
- 1988년 3월 ~ 1999년 8월 : 기아 자동차 선임연구원
- 2006년 4월 ~ 현재 : 호원대학교 자동차기계공학과 교수

<관심분야>

동역학, 소음진동, 이상진단