

히트파이프 난방 시스템 controller 개발에 관한 연구

윤석암, 윤정필, 차인수*, 운영찬**

*송원대학 전자미디어과, *동신대학교 전기공학과, **한국초고속에너지(주)

A study on the controller of heating system by heat-pipe

*Seok-Am Yoon, Jeong-Phil Yoon, In-Su Cha, and Yeong-Chan Yoon

*Dept. of Electrical & Media in Songwon College

*Dept. of Electronic Eng. in Dongshin Univ.

**Korea Effective Energy. Inc

ABSTRACT

국내 난방 시스템은 대부분 화석에너지를 열원으로 하는 온수순환방식이다. 화석에너지를 사용하기 때문에 난방 시스템 가동에서 발생하는 공해는 대기-오염의 여러 원인 중 하나이며 가동 효율도 떨어진다.

이러한 단점들을 보완하기 위하여 새롭게 보급되고 있는 난방 시스템 중 히트파이프를 이용한 난방시스템은 전기에너지를 열원으로 사용하는 청정 에너지로서 기존 난방시스템 보다 40%의 에너지 절감 효과를 나타내고 있다. 본 논문은 전기에너지를 사용하는 히팅 시스템의 제어를 위하여 개발된 컨트롤러에 관한 것이다.

1. 서 론

난방용 시스템의 핵심기술은 열원에서 열전달 장소까지의 열전달기구의 효율 및 열전달속도라 할 수 있다. 기존의 난방용 시스템은 물을 열전달물질로 하여 고무, 플라스틱 등의 저가형 파이프나 황동, 백동 등의 금속형 파이프를 사용하여 왔으나 열전달 효율 및 속도가 현저히 낮아 열손실로 인한 에너지 낭비가 심하였다. 게다가, 이 재료들은 지속적인 온수 순환을 통해 파이프 내부에 스케일 및 녹이 많이 생기게 되고 이 때문에 파이프 자체의 부식 또는 경화를 가져오는 단점을 지니고 있었다.

이러한 단점을 지닌 기존 난방용 시스템의 대체 시스템으로 최근 열전도율이 우수한 히트파이프가 각광을 받으면서 현격한 기술적 발전을 이루는 전기가 마련되었다. 히트파이프란 액체가 기체로 바

뀌는 증발과 반대로 기체가 액체로 응축될 때 흡수 및 방출되는 잠열을 이용하여, 대량의 열을 이동시키는 열전달기구로써 기존의 난방용 제품에 많이 쓰이는 일반 동 파이프에 비해 열효율 및 전달속도 측면에서 비약적인 개선효과를 나타내어 각광받고 있는 제품이다.

히트파이프는 기존의 동파이프 대비 1000배 이상의 열전달율을 가지는 스테인레스 재질의 파이프로서 파이프내에 주입된 액상의 작동유체를 진공상태로 밀폐하여 증발→단열→응축의 과정을 반복하면서 난방을 하게 되는데, 본 논문에서 제안하고자 하는 난방방식은 기존의 보일러를 통한 온수의 순환이 필요없이 히트파이프 끝부분에 전기 BAR히터엔진에서 발생된 전기에너지를 공급하여 전기에너지를 열에너지로 전환하는 새로운 개념의 난방방식이다. 이 난방방식을 적용한 주택용 난방기의 개발을 통하여 기존 대비 40%의 에너지비용 감소를 가져올 것으로 예상된다.

본 논문에서는 난방기의 온도 및 전원을 제어할 수 있는 컨트롤러의 개발을 통해 전력의 소비를 최소화 하고 대류 및 바닥면 온도의 컨트롤을 통한 에너지 효율 증대를 가져오고자 한다.

2. Heat Pipe

2.1 Heat Pipe 의 구조

Heat pipe의 구조는 그림 1과 같이 크게 증발부(가열부), 단열부 및 응축부(냉각부)의 세부분으로 나눌 수 있다.

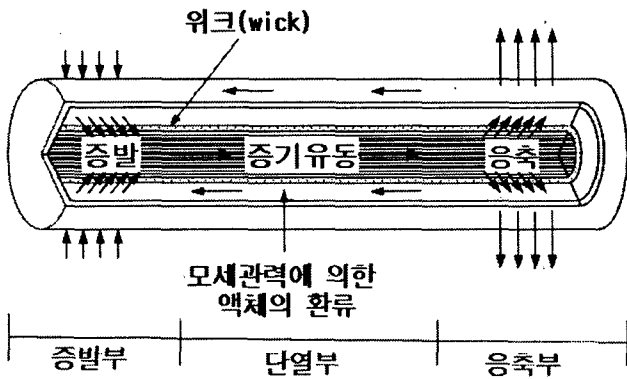


그림 1 히트파이프의 구조
Fig. 1 Structure of Heat pipe

2.2 Heat Pipe의 열전달 방식

Heat Pipe는 증발부 내의 작동 유체가 외부의 열에 의해 증발하고, 증기상태로 된 작동유체는 물질의 밀도 차에 의해서 응축부로 이동한 뒤 증발부보다 더 낮은 외부의 열매체에 열을 전달하고 작동 유체는 열부에서 응축하는 상변화에 의해 귀환하게 된다. 이때 작동유체는 잠열에 의해서 열을 지속적으로 전달하게 된다.

2.3 Heat Pipe 난방 시스템

본 논문에서 사용된 히트파이프 난방시스템은 그림 2와 같은 구조를 가진다.

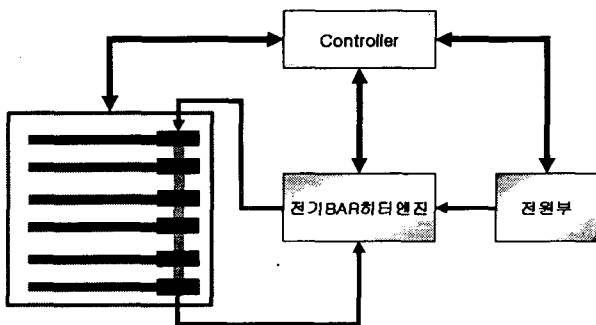


그림 2 히트파이프를 이용한 난방시스템
Fig. 3 Heating System using Heat Pipe

난방시스템은 전원부, 전기BAR히터엔진, 컨트롤러, 히트파이프의 네부분으로 나뉜다. 이 시스템은 전기BAR히터엔진에 컨트롤러를 통하여 전원을 인가받아 히트파이프를 가열하는 시스템으로서, 본 논문에서는 이 시스템의 컨트롤러 개발에 목적을 두었다.

3. Heat Pipe 난방 시스템 컨트롤러

히트파이프 난방시스템은 기존 난방시스템과 달리 전기에너지를 열원으로 사용하는 난방시스템으로서 컨트롤러의 제어에 따라 난방 온도 및 습도, 에너지 절약까지 이어진다 할 수 있다. 기존 컨트롤러는 단순히 외부온도만 입력받아 제어하여 정확한 온도구배가 이루어지지 않았지만 본 연구에서 개발한 컨트롤러는 외부 온도센서 및 히트파이프에 장착된 온도센서를 통하여 입력받아 프로그래밍된 PIC one chip에 의해 전원을 컨트롤하게 되며, 이를 통해 난방 시스템의 온도를 제어하게 된다.

3.1 컨트롤러의 제어

컨트롤러는 그림 3과 같은 제어 블록선도를 가진다.

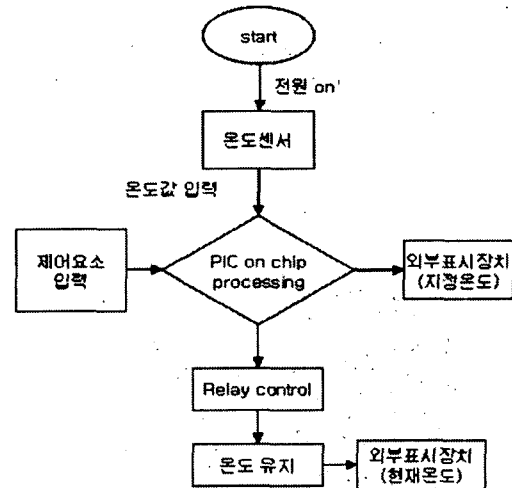


그림 3 컨트롤러의 블록선도
Fig. 3 Block Diagram of Controller

컨트롤러는 외부온도센서를 통하여 micro processor에 온도값을 입력받은 후 외출/난방 등을 위해 프로그래밍 된 값에 따라 전원제어를 통하여 온도를 유지하게 되는데, 최소 18℃, 최대 35℃의 온도 제어 폭을 가지게 하였다. 실제 현장 적용을 위하여 릴레이를 이용하여 전원 on/off를 하게 하였고, 릴레이는 지정온도 이하로 떨어지면 5초후 작동하게 하여 온도를 유지하며, 온도 유지폭은 1℃로 하였다.

3.2 컨트롤러의 제작

그림 3은 본 논문에서 개발된 컨트롤러의 회로도이다.

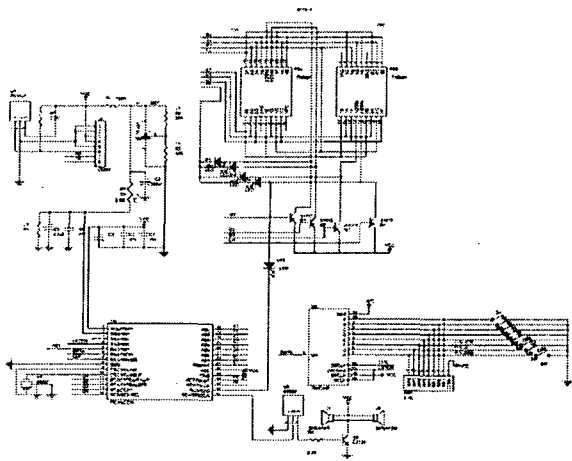


그림 4 컨트롤러의 회로도
Fig. 4 Circuit of Controller

그림 4의 회로도를 바탕으로 시제품 적용을 위하여 PCB 기판을 제작하였고, 회로소자를 장착하여 완성한 컨트롤러 기판과 외장 케이스는 그림 5, 그림 6과 같다.

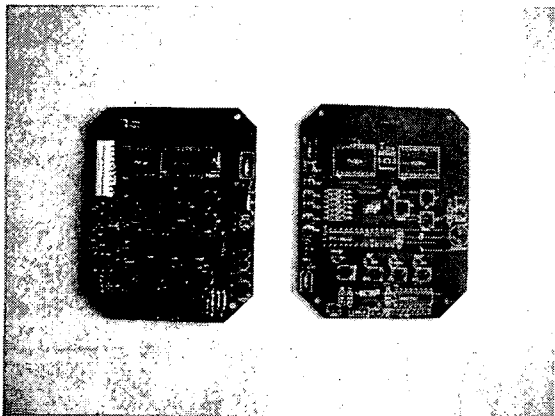


그림 5 컨트롤러 기판
Fig. 5 PCB of Controller

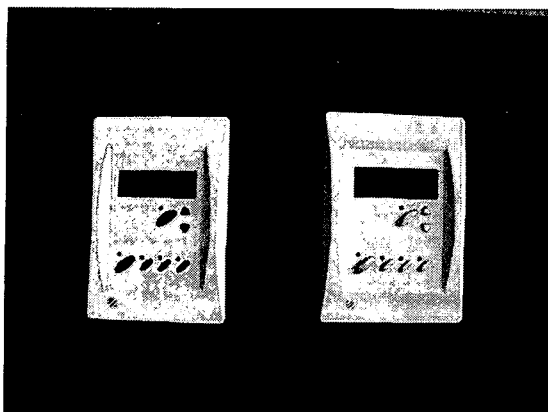


그림 6 컨트롤러의 외관
Fig. 6 Case of Controller

3.3 Controller 시험 결과

400W급 시험용 Heat Pipe System에 컨트롤러를 장착하여 시험한 결과 히트파이프는 컨트롤러를 통하여 지속적인 온도유지가 되는 것을 그림 7과 같은 온도특성 그래프를 통하여 확인 할 수 있었으며, 프로그래밍 된 외출기능 등의 기타 기능이 적절하게 작동하는 것을 확인할 수 있었다.

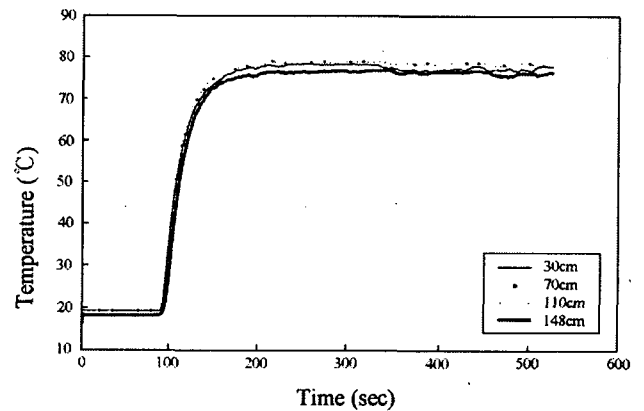


그림 7 컨트롤러를 사용한 히트파이프의 특성 곡선
Fig. 7 Characteristic Curve of Heat Pipe using controller

4. 결 론

히트 파이프 난방시스템은 에너지 절약 및 화석연료의 미사용, 깨끗한 난방환경, 보일러 설치공간 불필요 등의 수많은 장점으로 인하여 신축 주거시설, 대체 난방시설로 각광받고 있다.

본 논문에서는 이러한 히트파이프 난방시스템을 위하여 히트파이프 난방시스템 제어용 컨트롤러를 개발하게 되었다. 외부온도 및 히트파이프 자체 온도를 입력받아 컨트롤러에 의해 제어된 시스템은 안정적인 온도출력 특성 및 시스템 운전의 결과를 보여주었으며 단순히 외부 온도만 입력받아 제어하던 기존 컨트롤러보다 안정적인 온도제어 특성을 보여주었다.

미결 과제로는 시제품으로 사용된 400W급에서 확장된 3kW급 난방시스템의 다중 온도제어로서 차후 논문에서 언급하고자 한다.

이 논문은 중소기업청의 중소기업기술혁신과제 (SC304212-D0520891-10100011) 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참 고 문 헌

- [1] Feldman, K. T. Jr., Investigation of Heat Transfer Limits in Two-Phase Closed Thermosyphons", 5th IHPC, 1994.
- [2] 장종훈, "히트파이프의 비정상상태 작동온도 예측에 대한 연구", 울산대학교 공학 연구논문집, Vol. 28, No. 1, pp. 33~46, 1997.
- [3] 정원복, 부준홍, "위성체용 알루미늄 히트파이프의 성능에 관한 실험연구", 한국항공대학교논문집, Vol. 35, pp. 5-6, 1997. 3.
- [4] Jang, J. H, Faghri, A., and Chang, W. S., "Analysis of One-Dimensional Transient Compressible Vapor Flow in Heat Pipes", Int. J. Heat and Mass Transfer, Vol. 34, No. 8, pp. 2029-2037, 1991.