LED 조명 발열의 순차 제어시스템 연구

최형식+·신희영[1]·오지윤[2]·이상섭[3]

Temperature Control for LED lamps using RF Communication

Hyeung-Sik, Choi+, Hee-Young, Shin[1], Ji-Youn, Oh[2] and Sang-Seop, Lee[3]

Abstract : In this paper, a temperature control for LED(Light Emitting Diode) lamp using a cooling fan is studied. An efficient temperature control scheme for the LED lamp using the fan wind at the lowest sound noise is studied. For the study, after measurement of the minimum sound noise of the fan and related temperature of the LED lamp through tests, experiments on temperature control of the LED lamp using the fan with various size of heat sinks was performed. To minimize the fan sound noise, optimal size of the heat sink was studied. Also, a teleoperting control of LED lamps using RF communication was studied.

Key words : Heat Sink, Cooling Fan, Cooling System, Noise Control, RF communication

1. 서 론

본 연구에서는 LED등의 방열을 위한 능동형 방열 시스템인 팬과 방열판을 이용한 LED등의 방열 제어시스템의 냉각을 위해 사용하는 팬소음을 저감하기 위해 방열판의 크기를 최적화하여 팬 구동시간을 최소화하는 연구를 행하였다.

2. LED 시스템

2.1 방열시스템 성능분석

LED는 소비전력의 80%가 열로 발생하기 때문에 전체 전력(36W)의 80%인 28.8W가 발열량이 된다. 이를 기반으로 입구 온도와 출구 온도를 정한 뒤 선정된 방열판과 팬의 성능이 LED 방열에 가능한지 확인 하였다.

2.2 방열 관계식

일정표면 열 유속에서 LED는 정 전류 정 전압 제어로 구동되기 때문에 일정표면 열 유속이다.[5]

$$q = \dot{m}c_p(T_o - T_i) \tag{1}$$

식(1)로부터 질량 유량을 구하는데 사용 할 수 있다. 시스템의 공기의 속도는 다음 식에 의해 계산된다.

$$u = \frac{\dot{m}/N}{\rho A_c} \tag{2}$$

팬의 선정 시 식(2)를 만족하는 충분한 용량을 갖도록 팬을 선정하였다.

$$\frac{T_s - T_o}{T_s - T_i} = \exp[-\frac{PL\overline{h}}{\dot{m}c_p}] \tag{3}$$

온도차($T_o - T_i$)가 방열판의 축 방향 거리를 따라 지수적으로 감쇄하는 것을 나타낸다. T_s는 방열판의 표면 온도를 나타낸다.

2.3 제어 시스템

LED 제어시스템은 LED, 방열판, 온도센서, RF통신모듈, 방열용 팬 및 원 칩 마이크로프로세서로 구성되었고 온도제어 알고리즘은 RF통신으로 LED의 온도를 피드백 받아 이에 따른 PID제어로 전압을 조정하여 온도제어를 수행하도록 구성하였다.

3. 실험 및 고찰

Figure 1은 방열판의 핀 개수와 핀의 길이에 따라 다른 방열판 3개를 구성하여 실험한 결과이다. LED와 방열판의 온도특성을 파악하기 위해 팬을 최고속도인(2800 rpm)으로 구동한 실험과 구동하지 않은 자연대류 상태에서의 LED의 온도상태를 실험한 결과이다. Figure 2 ~ Figure 4는 팬의 회전수와 주파수별 소음을 측정한 결과이다.

+ 최형식(한국해양대학교 기계공학과),E-mail:hchoi@hhu.ac.kr, Tel: 051-405-4969
1 신희영 한국해양대학교 기계 에너지 시스템 공학부
2 오지윤 한국해양대학교 기계 에너지 시스템 공학부
3 이상섭 한국해양대학교 기계 에너지 시스템 공학부

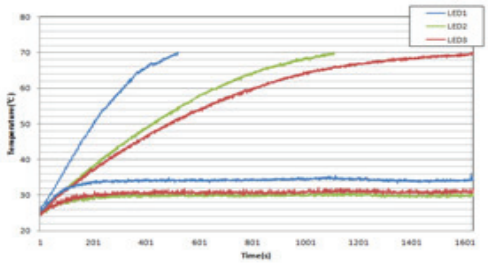

Figure 1 Compare of operating and non-operating fan

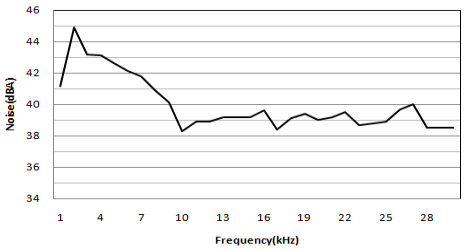

Figure 2 Measured noise by frequency of the fan

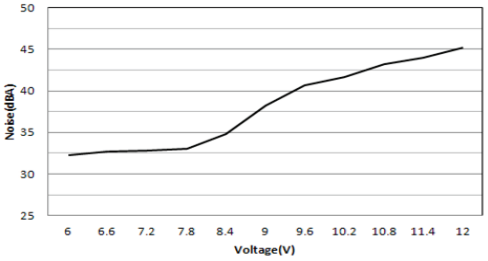

Figure 3 Measured each rpm noise in case of 10kHz frequency

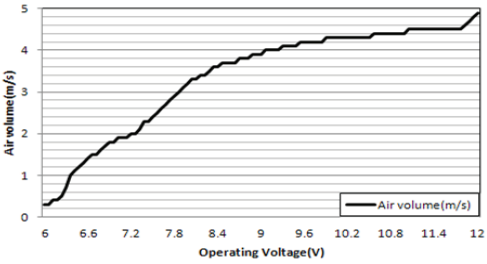

Figure 4 Voltage wise wind speed

4. 결론

팬의 구동 중 소음이 가장 작고, 상대적 풍량이 가장 높은 영역이 전압 8.4V일 때임을 확인하였다. **Figure 5 ~ Figure 6**은 LED의 설정온도를 60℃ 로 하여 실험한 결과이다. 제어 목표 온도인 50℃ ~ 60℃의 온도 변화를 팬의 PID 제어를 통해 온도가 감소하는 시간과 팬을 구동하지 않은 자연대류 상태에서 온도가 증가하는 시간을 측정한 결과이다.

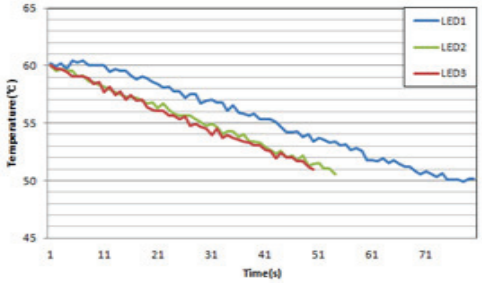

Figure 5: LED control with 8.4V input

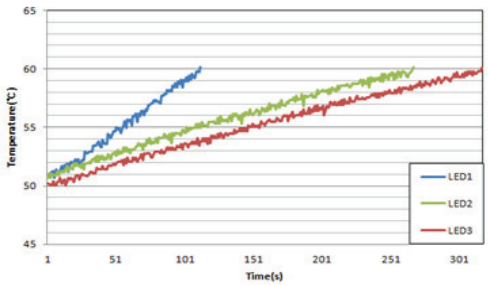

Figure 6 Time duration for the temperature change from 50℃ to 60℃

방열판의 잠열효과와 열관성을 고려했을 시 **Figure 5 ~ Figure 6** 과 같이 방열판의 크기가 단순히 증가하기 보다는 면적대비 방열판의 핀 간격이 좁을수록 강제대류 시 방열효과가 증가하는 것을 확인하였다. 이 때의 전력 소모량은 760mW이며 필요한 전력은 전체 LED구동 전력인 36W의 2%만의 미소 전력만을 사용하였다. 이를 기반으로 방열판의 최적화와 팬의 소음제어를 통해 LED등의 구동 시 발생되는 소음을 최소화 할 수 있음을 실험적으로 확인하였다.

5. 후 기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0301-12-2009)

참고문헌

[1] 장정완, 김종수, 하수정, “진동형 히트파이프를 이용한 고출력 LED 조명 방열 설계,” 대한설비공학회, 2009 June 25 , pp.1379-1384, 2009.

[2] 이상규, 박상훈, 김경훈, “LED 램프의 방열시스템 설계 및 제작,” 대한기계학회 춘추학술대회, Vol.2009

No.2 [2009], 2431-2436, 2009.
[3] 고만석, 이주한, 오상준, 조현석, 서태범, "팬과 히트 싱크를 이용한 LED 전조등의 냉각성능 해석," 대한기계학회논문집, B권, 제33권 제12호, pp. 947~951, 2009.
[4] 어익수, 양해술, 최세일, 황보승, “ 펠티어 소자를 이용한 40[W]급 LED 조명기구의 방열에 관한 연구,” 한국산학기술학회논문지, Vol. 8, No. 4, pp. 733-737, 2007.
[5] FRANK P.INCROPERA, DAVID P.DEWITT, THEODORE L.BERGMAN, ADRIENNE S. LAVINE, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, sixth edition, 2006.
[6] 주대영, ‘녹색성장의 총아인 LED 조명산업 발전전략’, KET 산업경제, pp14-23, 2009
[7] 박창규, 조상묵, 이민진, 김진선, 김정수, 정희석, 이영주, "Power LED의 신뢰성 평가 규격 비교 연구”, 한국조명•전기설비학회 춘계학술대회 논문집, pp216-230, 2008
[8] 전재승, 기전연구사, 센서회로 디자인 북(1996)
[9] 최형식, 추우헌, “온도 조절형 무연납 인두기 제어 시스템 개발”, 한국마린엔지니어링 추계학술대회, pp.49, 2008.