

루프형 히트파이프를 이용한 LED 헤드램프 열적 특성

노형철*(경희대 기계공학과), 박경석(경희대 테크노공학대학), 강병도(자동차성능시험연구소),
손성만(경희대 기계공학과)

LED Headlamp Thermal Characteristics by Looped Heat Pipe

H. C. Noh(Mech.Eng.Dept.,KHU), K. S. Park(Adv.Eng.Dept.,KHU), B. D. Kang(KATRI),
S. M. Son(Mech.Eng.Dept.,KHU)

ABSTRACT

The influence of the heat sources on LED junction temperature are Engine room air, Back plate, Electric power device, and so on. LED lamp cooling system is considered to be an important subject for high light efficiency. Because LED Chip will be problem When LED junction temperature be over 135°C. In this Study, The Looped Heat Pipe System is considered to prevent LED Chip fall. The LHPS is consist of evaporator part, condenser part, heat pipe part. The working fluid of LHPS is HCFC-123. In this study, to prevent LED Chipfall, we study thermal characteristics for Looped Heat Pipe System with LED lamp.

Key Words : Light Emitting Diode headlamp(LED 헤드램프), Looped Heat Pipe System(루프형 히트파이프 시스템)

1. 서론

현재 LED를 헤드램프의 광원으로 적용할 시 성능적인 면에서 해결되어야 할 문제점을 갖고 있다. 이 중 중요한 것은 전조등을 비췌었을 때 얼룩이나 빛 줄기의 유무를 판단할 때 보이는 균일성과 다수의 LED 모듈에서 발생하는 고열을 효과적으로 외부로 방열시키는 것이다. LED 주변에서 발생하는 열원은 엔진룸의 온도, LED 자체온도, 그리고 여러 가지 1,2 차적인 열원 등이 있으며 LED junction temperature가 135°C에 가까울수록 모듈이 고온의 온도에 노출되어 LED Chip fall현상이 발생하게 되어 LED 집합부와 주위온도가 일정 온도이상 넘지 않게 설계를 하기 위한 방열설계가 필수적이다.¹

따라서 본 연구에서는 LED 헤드램프의 냉각장치인 루프형 히트파이프 시스템(Looped Heat Pipe System, LHPS)을 제작하고 LED에 장착하여 그 효과에 대한 열적특성을 파악하였다.

2. 실험장치

LED 헤드램프 방열을 위해 제작된 LHPS는 Fig. 1과 같이 구성되어 있다. LHPS는 기화부의 용적을 중심으로 설계하였으며 기화부는 온도측정부위를 고려하여 정방형으로 설계하였다. 또한 응축부의 용적 설계 시 기화부 용기의 내용적을 기준으로 하여 작동유체의 충전율을 400%로 가정하여 설계하였다.^{2,3}

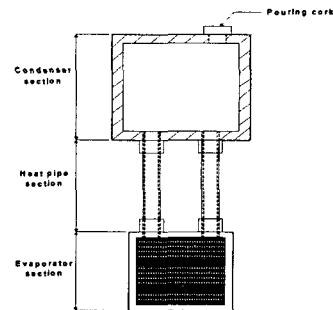


Fig. 1 The structure of the LHPS

본 연구에서는 LHPS의 열적 특성을 평가하기 위하여 LED 헤드램프의 방열판 슬러그와 동일한 크기의 히터를 기화부에 장착하여 작동유체 0~100%를 충전하여 총 10가지의 조건에서 실험을 수행하였고, LED 헤드램프에 전류공급량의 변화에 따른 LED 헤드램프 방열 성능 평가를 수행하였다.

실험장치는 LHPS, Heater, Data acquisition system, Micro T/C, T/C K-type, 조도 측정 장치 등으로 구성하였다. 온도 측정은 LHPS의 기화부 표면에 Micro T/C 및 T/C K-type을 부착하여 수행하였다. 기화부에서의 온도 측정 부분은 열원으로부터 가장 가까운 지점을 point 1, 기화부의 모서리 부분을 point 2로 하여 온도 측정을 하였다. 작동유체는 산업적용이 편

리하고 상온에서 작동하는 온도범위를 가지고 있는 HCFC-123을 사용하였다. 작동유체는 0~100%를 충전하여 총 10가지의 조건에서 실험을 수행하였다. LED의 방열판 슬러그와 동일한 크기의 Heater로 기화부를 가열하였으며 기화가 충분히 일어날 수 있는 시간을 설정하고 각 부의 온도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 LHPS의 열적 특성 평가

본 연구에서는 LHPS의 열적 특성을 분석하기 위하여 기화부에 150℃의 동일한 히터 조건하에서 작동유체의 충전율에 따라 실험을 수행하였다.

Fig. 2는 작동유체 충전율에 따른 point 1과 point 2에서 측정된 기화부 표면의 평균 온도를 나타내었다.

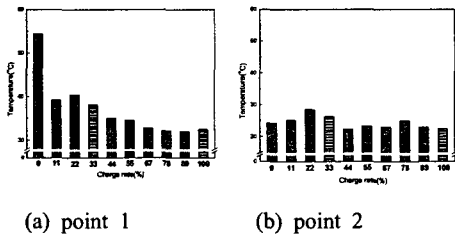


Fig. 2 Temperature of evaporator

LHPS에 주입되는 작동유체의 충전율이 약 44% 이상일 경우에는 point 1에서 측정된 온도가 큰 차이를 보이지 않는 것을 확인할 수 있었고, point 2에서 측정된 온도에서는 충전율이 증가하여도 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있다.

3.2 LED 헤드램프 방열 성능 평가

Fig. 3은 전류공급량에 따른 point 1과 point 2에서 측정된 기화부 표면의 평균 온도를 나타내었다. 전류공급량이 700mA와 850mA에서는 약 31.5℃가 측정되었으며 1000mA에서는 약 33.4℃가 측정되어 전류공급량이 증가하여도 기화부 표면의 온도는 크게 증가하지 않는 것을 확인할 수 있었다.

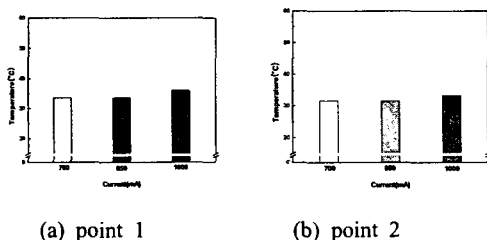


Fig. 3 Temperature of evaporator

Fig. 4는 전류공급량 변화에 따른 LED 헤드램프에서 측정된 조도 측정치이다. LED 헤드램프에 공급해주는 전류량이 커질수록 LED에서 측정된 조도 측

정치도 커지는 것을 알 수 있다.

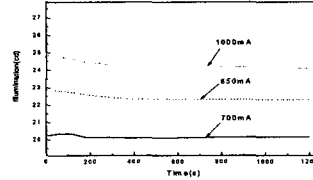


Fig. 4 Illumination of LED with LHPS

4. 결론

본 연구에서는 LED lamp에서 발생하는 LED chip fall 현상을 방지하기 위하여 LHPS를 제작하여 LED 헤드램프의 냉각 열적 특성을 파악하였으며 다음과 같은 결론을 내렸다.

- 1) 루프형 히트파이프의 열적특성을 분석하기 위하여 기화부에 고열원을 가하며 이 부분의 온도를 측정하였을 때 측정된 기화부의 온도는 35±5℃의 범위로 LED 헤드램프 방열시스템의 조건에 만족하는 결과를 얻을 수 있었다.
- 2) LED 헤드램프를 장착한 상태에서 LHPS의 냉각 성능은 고열원으로 가열하였을 때의 열적특성과 동일한 성능을 유지하였으며 램프의 조도에서도 만족한 결과가 나왔다
- 3) LHPS는 작동유체가 약 44% 충전율에서 냉각 성능을 만족하는 것으로 보아서 기화부의 용적을 줄이고 충전률을 높여서 제작 설계가 가능할 것으로 예상된다. 그리고 여러개의 LED 헤드램프를 적용할 경우에도 우수한 성능을 가진 LHPS의 제작이 가능할 것으로 예상된다. 그러나 LHPS에 적용될 LED의 수에 따른 LHPS 냉각 성능 평가에 대한 실험 및 연구의 필요성이 고려된다.

후 기

본 논문의 연구비를 지원해주신 IHL(주)에 감사드립니다.

Reference

1. Kazushige Kikuchi, Yoshihiko Hamashima and Yusuke Kobayashi, "An Approach to Predicting LED Junction Temperature With Fluid and Thermal Analysis", SAE 2005-01-0864
2. B. H. Kim, K. H. Kim, "Cooling Performance Evaluation of Loop Type Heat Pipe", ILASS-Korea Vol. 7, No. 2, 2002
3. D. S. Choi, T.H.Song, "Performance Characteristics of a Loop Thermosyphon for Heat Source Cooling", KSME Vol. 28, No. 12, 2004