

백색광 LED를 사용한 독서등의 최적 색온도에 따른 사람의 시력 변화 연구

김주현¹, 장원범¹, 이석환¹, 정광교¹, 김동현¹, 김정미¹, 류재준¹, 문성득¹, 이승현¹,
고영수¹, 허 산¹, 장미나¹, 정창호², 장지호^{1,a}

¹ 한국해양대학교 나노반도체공학과

² (주)삼창 SC 디자인사업부

Research a Person's Eyesight Changes on According to the Optimum Color Temperature for the Stand Lamp Using White Light LED Sources

Juhyun Kim¹, Wonbeom Chang¹, Seokhwan Lee¹, Kwangkyo Jung¹, Donghyun Kim¹, Jeongmi Kim¹, Jaejun Ryu¹, Seongdeuk Moon¹, Seunghyun Lee¹, Youngsu Ko¹, San Huh¹,
Mina Jang¹, Changho Jung², and Jiho Chang^{1,a}

¹ Department of Nano-semiconductor, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

² Department of Design, Samchang SC Co., Busan 607-060, Korea

(Received July 12, 2012; Revised October 22, 2012; Accepted November 7, 2012)

Abstract: White light emitting diode (LED) determined the most appropriate color temperature in reading lighting evaluated fatigue degree of eye according to color temperature. The eye fatigue degrees are determined by brightness and color temperature. Therefore, we measured the results of eyes test according to the change of color temperature and brightness. Experiments except for astigmatic corrected visual acuity of 0.8 more and age 20 to 25 years old, male and female college students was conducted in 100 patients. And constant illumination conditions, visual acuity was measured by varying the color temperature. The optometry at 10 minutes in the darkroom adapted eye. And then the temperature of 25 ± 3 degrees, the humidity was carried out at $50\pm 5\%$. As a result of typical color temperature of white light (5,600 K) has identification of the readability.

Keywords: White light, Color temperature

1. 서 론

a. Corresponding author: jiho_chang@hhu.ac.kr

Copyright ©2013 KIEEME. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

조명은 어둠을 밝히는 단순한 기능에서 탈피하여 다양한 생활환경에 적용되는 효율적 기능을 가지는 개념으로 바뀌게 되었다. 이에 따라 각각의 환경에 최적화된 조명을 제공하기 위한 연구가 시도되고 있다 [1]. 일반적으로 조명은 밝을수록 잘 보이며 작업 능력도 상승하게 되지만 너무 밝은 조명은 오히려 식

별력을 저하시켜 효율을 감소시키는 것으로 알려져 있다. 실제 작업환경에 따른 최적의 조명 조건이 KS 표준으로 정해져 있다. 예를 들어, 독서 환경에서 필요한 조도는 300~600 lux로 정해져 있는데, 창문과 같은 반사체에서 반사가 생기지 않는 위치에서 실내 조명의 밝기는 300 lux 정도가 독서에 적합한 것으로 정해져 있다 [2]. 이외에도 장시간의 독서를 위해서는 독서 자세의 편안함과 실내 공기의 정화 및 적당한 온·습도 조절이 필요하다 [3]. 안과에서 권장하는 독서에 좋은 환경조건은 햇빛이 있는 초가을 날씨로 온도는 20~25℃이고, 습도는 50~70%이다. 조도는 200~500 lux 정도로 약간 어두운 상태가 심리적으로 적합하며, 빛이 일정 영역을 비췄을 때의 중심부의 휘도와 주변의 휘도비가 1/2의 차이를 보이는 것이 가장 좋은 환경이라고 설명하고 있다 [4].

이렇게 독서에 필요한 환경 요인과 광원 요인에 대해서는 기존의 연구 결과가 존재하지만, 최근 백색 LED 광원이 조명에 이용되면서 색온도에 관한 영향을 명확히 할 필요가 생겼다. 여기서 색온도란 광원이 나타내는 색상을 수치로 표시한 것을 말하며, 흑체에 열을 가했을 때, 온도에 따라 흑체가 발산하는 색으로 나타낸 것이다. 그리고 켈빈 (K)을 그 단위로 해서 표시하고 있다 [5]. CIE 1960색 공간에 나타난 것과 같이 백색광은 각각의 색깔에 따라 여러 가지로 분류되며, 우리가 흔히 말하는 냉 백색광은 맑은 날 정오 무렵 태양광의 색온도인 5,800 K을 말하는 것이다. 이보다 색온도가 높으면 푸른색을 띄게 되고, 낮으면 붉은색을 띄게 된다 [6,7].

따라서 본 연구에서는 백색 LED를 이용한 독서등의 최적 색 온도에 따른 사람의 시력 변화를 파악하고자 실험을 진행하였다. 이를 위하여 LED등의 색온도 변화에 대한 시력의 변화를 살펴보고, 그 결과를 고찰하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 암실 내부에 안과용 시력 측정표를 설치하고 (시력 측정거리= 4 m), 시력 측정표에 조사되는 조명의 색 온도를 변화시켰다. 서로 다른 4종류의 색 온도 그림 1(a) 5,600 K를 갖는 백색 LED를 광원으로 이용하여 실험을 진행하였다.

본 실험은 인체의 눈으로 느끼는 변화를 파악하고자 하는 실험이기 때문에 피실험자는 개인에 따른 편

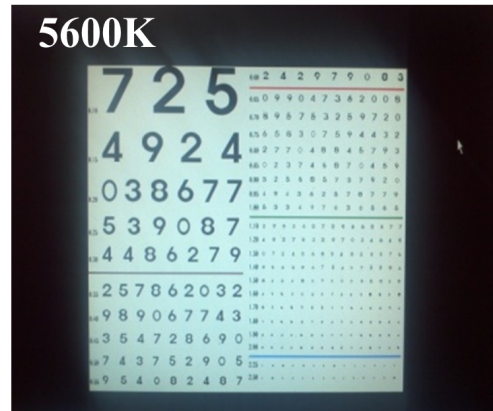


Fig. 1. The eyesight test chart according to the illuminance (5,600 K).

Table 1. Experimental conditions according to the color temperature.

Color temperature	Illuminance(lux)	luminance(cd/m ²)
2,600 K	310	64
4,000 K	304	125
5,600 K	306	116
7,000 K	311	105

Table 2. The identifies the color vision in number of people for the according to the color temperature.

Color temperature	Increase	Maintain	Decrease
2,600 K	7	69	24
4,000 K	22	76	2
5,600 K	32	59	3
7,000 K	10	64	26

차를 고려하여 교정시력이 0.8 이상이고, 색상 인지에 문제가 없으며, 심한 난시가 없고, 나이가 20~25세인 남·여 대학생 100명을 모집단으로 선정하였다. 또한 당일의 건강상태에 대한 시력의 변화 요인을 제거하고자 동일 실험을 다른 날에도 반복하여 평가 결과를 얻었다. 또한 실험은 1차 실험과 2차 실험으로 나누어 실시하였다. 1차 실험에서는 조건과 방법을 결정하기 위하여 진행하였고, 이때 얻어진 1차 실험 결과는 2차 결과에서 배제하였다.

각 광원 환경에서의 실험 조건은 표 1과 같이 설정하였다. 디지털 조도계 (KONICA-MINOLTA,CL-200A)를 사용하여 시력측정표의 영역 내에 색 온도와 관계없이

일정한 조도가 얻어짐을 확인하였고, 실험 시 온도와 습도는 각각 $25 \pm 3^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\%$ 였다.

시력 측정은 낮은 색 온도에서 시작하여 높은 색 온도의 순으로 진행하였다. 또한 실험 진행 전 일반적인 실내조명 조건에서 기준 시력부터 측정하였다. 시력측정은 외부 광원의 영향을 배제하기 위하여 암실에서 실시하였는데, 시력 측정 시 밝은 곳에서 갑자기 어두운 곳으로 이동하였을 때의 영향을 고려해 암실에 입실 후 5분 간 적응하고, 각기 다른 색 온도에 대해서 평가할 때마다 빛에 순응할 수 있는 시간 5분을 주고 실험을 진행하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 전술한 바와 같이, 백색 LED 조명의 색 온도를 온백색 (2,600 K), 백색 (4,000 K), 냉백색 (5,600 K), 주광색 (7,000 K)으로 변화시키며 모집단의 시력을 측정하였다.

표 2는 색 온도에 따른 시력의 변화를 나타낸 것이다. 이 때 시력의 변화량 자체는 의미가 없다고 판단하고, 시력의 증감을 기록한 인수만을 실험 인자로 보고 고찰하였다. 결과를 보면 색 온도가 2,600 K일 때는 시인도가 감소한 인원이 더 많았고, 4,000 K와 5,600 K일 때는 시인도가 증가한 인원이 많았으나, 다시 7,000 K에서는 감소한 인원이 더 많았다. 이러한 결과는 색 온도가 학생들의 독서 환경으로 적합하다는 것을 알 수 있다.

단시간에 걸친 시력검사에서 시력의 변화를 나타낼 정도의 영향이라면, 장시간에 걸친 독서 환경에서는 그 영향이 증폭될 것으로 예측할 수 있다는 것이다.

특히 실내조명으로 많이 사용되는 백색광 4,000 K 이나 주광색 7,000 K보다 냉 백색에 가까운 5,600 K 에서 시인도가 향상한 사람들이 많았다. 이것은 매우 중요한 결과로, 현재 실내조명으로 많이 사용되는 백색 형광등이 독서 환경에서의 최적의 조명이 아닐 수 있다는 것이다.

따라서 학생들이 독서등을 장기간 사용했을 경우에는 최적의 색 온도를 갖는 조명을 선택하는 것이 중요하다라는 결론을 얻을 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 독서에 가장 적합한 색 온도를 확인하기 위하여 여러 가지 색 온도를 갖는 LED조명을 이용하여 사람의 시력이 변화하는 정도를 측정하였다. 시력 측정을 통하여 5,600 K에서 시인도가 가장 향상되는 결과를 얻었고, 이 결과로부터 독서에 적합한 색 온도임을 판단하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 육성지원 사업 (NIPA-2012-H0301-12-2009)과 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발 사업 (No. 000446630110)의 연구 결과로 수행되었음.

REFERENCES

- [1] T. I. Seol, S. T. Chung, and S. W. Cho, *The Journal of the Korea Contents Association*, **9**, 115 (2009).
- [2] KSA 3011: 1998, *Korea Standards Association* (1998).
- [3] Y. H. Kang, *Right and Eyeball Health Care*, http://jejueye.com/html/sub05_26.html, (2011).
- [4] W. R. Stevens, *Principles of Lighting* (Constable, London, 1951) p. 1-482.
- [5] Y. Jeong, J. Yoo, S. Lee, and J. Hong, *Sensor. Actuat., A Phys.*, **135**, 215 (2007).
- [6] M. Adam and D. Lewis, *Projective Transformations of I.C.I. Color Specifications*, **27**, 294 (1937) doi:10.1364/JOSA.27.000294.
- [7] A. N. Netravali and B. G. Haskell, *Digital Pictures: Representation, Compression, and Standards*, 2E ed. (Springer. ISBN 0-306-42195-X, 1986) p. 288.