Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers Vol. 18, No.3, pp. 1~6 May 2004 논문 18-3-1

LED 광원 모듈과 센서를 통한 인터랙티브 라이팅 기법에 관한 연구

(A Study on the Interactive Lighting Methods by LED Light Module & Sensor)

정강화*
(Kang-Wha Chung)

요 약

고체기반 조명인 LED를 적용시킨 건축조명 설계사례는 최근 수적으로 증가하고 있으나, 조명기구의 개발 및 설계적용기법은 새로운 광원에 적합하지 못한 경우가 많다. 본 논문에서는 디지털 기술로 제어되는 조명설계기법 관련 요소를 살펴보고, 디지털 광원 모듈을 개발하여 건축조명설계에 적용해봄으로써 센서와 연동되는 인터랙티브 라이팅 기법의 효용성을 검토하였다. 자연의 아날로그적 변화를 센서로 검출하여 연출하는 인터랙티브 라이팅은 디지털 기술이 조명대상공간을 획일화시킬 수 있다는 부정적 측면을 극복할 수 있는 하나의 새로운 대안이 된다 하겠다.

Abstract

Recently the examples of a designing a building-lighting to which LED, a solid state Lighting, is applied are increasing in number, but the development of lighting apparatus and the techniques applied to a designing lighting apparatus frequently don't fit to a new source of light. This essay refers to the matters relevant to the techniques for designing a lighting, which are controlled with a digital technology, and the effectiveness of a "Interactive-lighting technique" which has a ductility by a sensor with developing a digital source of light module and applying it to a real designing a building-lighting. In the negative aspect that a digital technology can standardize a space for a lighting, a "Interactive-lighting technique", which detects an analogic change of nature through a sensor and produces it, can become a new alternative one.

Key Words : LED, Digital Light Module & Sensor, Interactive Lighting Methods

1. 서 론

19세기 말 대중화되기 시작한 아크램프와 에디슨의 백열전구 발명에 따라 '전기의 세기(The Electric Age)'라 불리는 20세기가 시작되었고, 스위치 하나로 대량의 빛을 만들어 내는 기술적 진보를 이루어 내게 되었다. 이후 다양한 종류의 램프, 조명기구, 조명수법 등이 개발되어 전기조명의 시대가 시작되어 오늘에 이르고 있다[1].

한편 고체기반조명(Solid State Lighting)이라는 새로운 키워드로 불리며 최근 일반조명에 적용되기 시작한 LED는 인공조명기술의 패러다임을 전기의 시대에서 전자의 시대로 변화시키며 21세기 새로운 '빛의 시대'를 열고 있다. LED는 미래 광원기술의 커다란 하나의 축으로서 급속하게 성장하고 있으며 조명연출

* 주저자 : 건국대학교 디자인학부 조교수
Tel : 02-450-3795, Fax : 02-450-3795
E-mail : kangfa@konkuk.ac.kr
접수일자 : 2003년 6월 20일
1차심사 : 2003년 6월 25일
심사완료 : 2004년 5월 20일

분야에서도 적용되는 사례가 급증하고 있다[2].

이러한 배경에는 무엇보다도 청색LED의 고휘도화가 실현되어 적(R), 녹(G), 청(B) 3원색 LED가 실용화 되면서 풀컬러 연출이 가능하게 된 점에 있고,[3],[4] 이러한 풀컬러 생성 및 제어에 관한 연구들도 다양하게 시도되고 있다[5],[6],[7].

하지만 디지털 조명소재는 과거 아날로그 조명과는 확연히 구별되는 기술적, 조형적 특성을 가진다는 점에서 새로운 디자인 프로세스와 수법에 대한 연구를 필요로 한다. 특히 LED는 전자적으로 제어되면서 미세한 단계까지 광색과 밝기에 대한 제어가 가능하고, 이를 통해 빛의 변화를 준다는 점에서 빛의 움직임을 어떻게 컨트롤 할 것인가 하는 상호작용적 조명연출-인터랙티브 라이팅은 새로운 방향으로서 핵심적 문제라 하겠다[8].

본 연구는 이러한 상황을 배경으로 디지털로 제어되는 광원 중 LED를 활용한 조명연출 기법, 특히 센서가 결합한 를 활용한 인터랙티브 라이팅 에 대해서 사례연구를 통하여 그 효용성과 가치를 검증하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. LED광원모듈과 인터랙티브 라이팅

1962년 Holonyak이 GaAsP 적색 LED를 처음으로 개발한 이후 약 40년이 지난 지금, 이제는 빛의 3원색인 적(R), 녹(G), 청(B) 뿐만 아니라, 모든 가시광선 영역의 LED를 비롯하여 나아가서는 고휘도 백색 LED 구현이 가능하게 됨에 따라 차세대 조명기기에의 LED의 응용이 활발하게 전개되는 시대가 도래하게 되었다.

이렇게 최근 LED를 이용한 반도체 조명이 새롭게 부각된 배경에는 무엇보다도 LED 관련 반도체 기술의 발달을 들 수 있다. 종래의 단순 표시기에 사용되었던 저휘도 LED의 발광효율이 매 10년 마다 30배씩 증가되어 이제는 적색 및 등황색 LED의 경우에는 형광등을 넘어선 수준의 성능을 보이고 있다. 백색 LED의 경우에도 실험실에서 CCFL 수준을 넘어서고 있다. 또한 반도체 LED 조명이 저전력 소모, 장수명, 내구성 및 견고성, 다양한 집적화 및 정교한 디자인이 가능하다는 점이 강점으로 작용하고 있는 배경으로 설명된다[9].

이처럼 LED는 초기의 표시장치(signal)로서의 역할에서 한걸음 나아가 조명장치(lighting)라는 역할을 부여받음으로써 미래의 조명 패러다임을 바꾸는 중요한 역할을 담당하게 되었다. 하지만 아직까지도 효율 면에서 발전단계인 LED는 개당 광속(lumen)이 작기 때문에 여러 개를 모아서 사용하는 집적화라는 길을 택하고 있고 이것이 조명디자인에는 직접적인 영향을 미치고 있다. 다시 말해 집적하는 방식에 따라서 빛의 형태가 점(point), 선(line), 면(surface)으로 변화하게 되는 것이다.

이것이 디지털 조명의 한 특징인 모듈화(module system)의 개념으로 모듈의 구성(assembles, composition)과 구조(structure)에 따라 다양한 디자인에의 적용 및 적응(afford)이 가능하다.

한편 빛의 컨트롤에 있어서도 단순한 점멸(on/off)에서 나아가 다양한 밝기 및 색상변화를 PWM(pulse width modulation)등의 방법을 통해 다양성을 확보하고 있다. 문제는 빛의 변화 가능성 보다는 어떠한 의도에서 변화를 주고자 하는가 하는 변화의 요인 설정이 디지털 조명 연출에 있어 핵심적인 부분이며, 그에 대한 대안 중 하나가 인터랙티브 디자인 수법이다. 인터랙티브 디자인(interactive design)은 디자인 결과물이 사용자, 공간, 환경적 요인과 상호 연동하며 변화해 나가는 개념으로 유기적 디자인의 개념으로 볼 수 있다. 과거 기계시대의 디자인이 고정되고 무기적인 사물을 생성해 냈다고 한다면, 전자적 컨트롤로 상호작용을 반복하여 마치 살아있는 생명체를 창조하는 개념의 새로운 디자인 발상으로 해석할 수 있다.

이러한 의미에서 인터랙티브 라이팅은 사물과 공간에 생명성을 담보하는 가장 강력하면서도 효과적인 수단이며, 상품, 건축, 도시를 넘어 문화에 이르기까지 더욱 영향력을 증대시킬 것으로 생각된다.

3. 적용사례-이경민 포레(Foret)사옥 경관조명

3.1 개요 및 연출컨셉

서울시 강남구 청담동에 위치한 지상 5층 건물로

서 외벽은 압출성형 콘크리트 패널로 마감되었다. 최초의 건축설계에는 외벽의 창문이 계획되었으나 조명의 연출을 위하여 생략되었다. 메이크 업 아티스트인 이경민에 의해 명명된 포레(Foret)는 불어로 '숲'이라는 뜻이다. 따라서 기본적 디자인 컨셉은 숲의 이미지와 연관되어 시작되었다. 즉 '숲'은 상상만으로도 깊고 편안한 호흡과 아늑한 휴식을 주고, 싱그러움으로 지친 삶을 풍만하게 채워준다는 점에서 피부를 다루는 이경민의 작업과 연관되어 건축의 피부(skin)을 표현하는 것이 중요한 테마가 되었다. 이러한 점 때문에 건물표피를 빛의 반사체 및 발광체로 보고 호흡하는 피부를 빛으로 형상화하고자 하였다.

본 사례에서 최우선으로 고려한 조명연출 컨셉은 '생명성'의 부여에 있었으며, 공간자체를 살아있는 유기체로 생각하였다. 'Foret'라는 숲의 의미도 사실은 살아 숨쉬는 전체로서 인식되어야 하기에 살아있음을 어떻게 표현 할 것인가 하는 점에 집중하였다. 조명을 더 이상 장식적 측면으로만 설치하는 것이 아니라, 우리가 디자인하는 공간이 늘 살아 숨쉬고 변해나가는 것으로 표현하기 위해 사용하는 것으로 생각했다.

빛의 조형언어를 만드는 구체적 방법으로서 숲의 문제를 생각해 볼 때, 숲은 생성의 과정을 통해 끊임없이 움직이고 변화한다. 그것은 계절의 변화처럼 뚜렷하게 나타나기도 하지만 하룻밤 사이에도 바람의 세기나 방향에 따라 수많은 나뭇잎들이 변화하고 움직이며, 이러한 부드러운 움직임들은 자연의 변화를 가져온다. 이러한 점을 고려하여 빛을 통해 자연의 작은 움직임, 시간의 변화, 인간의 감성을 구체적으로 표현하고자 하였다.

이러한 이유에서 구체적 표현 방법으로 LED를 사용하여 건물의 표면에 배치하고, 빛나는 점들이 '숲-Foret'을 상징하는 부드러운 빛의 잎이 되어 바람과 비, 계절의 움직임을 자연스럽게 표현해 주도록 계획하였다. 빛의 잎들은 바람의 세기와 방향에 따라 같이 연동하고, 천천히 빛났다가 사그라지면서 숲이 그러하듯 같이 숨을 쉰다. Foret는 도심 한 가운데 건물들 속에서 숲이 그러하듯 빛을 통해 자연의 변화와 움직임 그리고 사람들의 숨겨진 감성을 일깨워준다. 단순한 beauty salon이 아닌 숲처럼 사람들에게 편안한 감동을 주고, 끊임없이 자라고 변화하는 'Foret'를 나타내고자 하였다.

3.2 라이팅 모듈 개발

숲의 이미지를 빛의 조형언어로 표현하기 위해 빛의 점적 이미지를 건물의 표면(skin)에 배치하여, 움직임의 미세한 표현으로 생명성을 부여하고자 하였다. 이를 위해 건축 표면에 빛의 점들을 구성하기 위해 다양한 디자인 안들을 검토하였으며 그 결과 수평방향의 막대모양의 빛의 형상을 최종적으로 결정하였다.

이 막대형 라이팅 모듈은 여러 차례 현장실험을 거쳐 폭 430mm, 높이 42mm, 깊이 60mm의 크기로 결정하였으며, 건물 파사드의 베이스 패널과 같은 레벨로 마감하여 주간에도 간결하고 심플한 느낌으로 보이도록 하였다. LED는 R, G, B 3원색을 삼각형 모양으로 배치하여 하나의 유니트로 구성하였으며, 17mm 간격으로 배치하여 위 24유니트, 아래 24유니트 합 48유니트를 배치하였다. 라이팅 모듈의 마감은 유백색 레진으로 마감하여 기구가 건물색과 비슷한 톤으로 보여지게 하였고, 그 위를 투명레진으로 덮어 외부 오염과 충격에서 LED가 보호되도록 하였다.

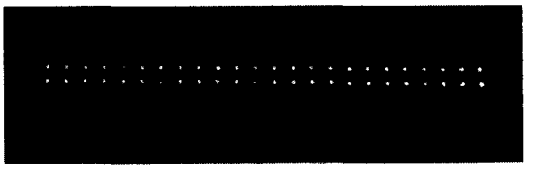

그림 1. LED 모듈
Fig. 1. LED Module

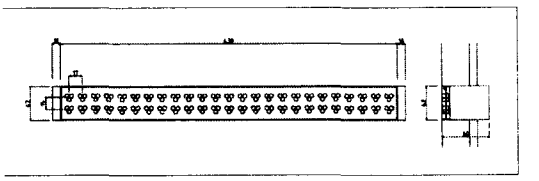

그림 2. LED 모듈 디테일
Fig. 2. LED Module detail

3.3 센서

본 사례연구에 있어서 센서는 빛의 움직임에 생명

성을 부여하는 가장 중요한 부분이다. 빛의 움직임은 점멸, 밝기변화, 색상변화 등 다양한 형태로 표현 가능하다. 움직임의 원리가 무엇인가에 따라 인공적 혹은 작위적으로 표현될 수 있기 때문에 보다 자연스럽고 생명성을 표현하기 위한 방법으로서 시시각각 변하는 자연의 변화를 도입하기로 하였다.

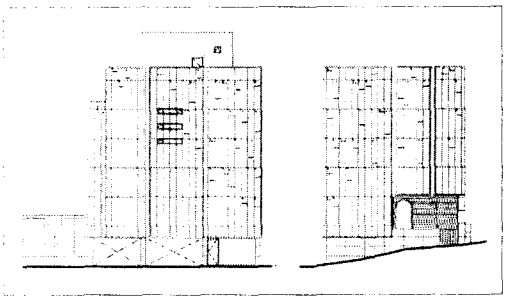

그림 3. LED모듈의 배치 입면도
Fig. 3. Elevation of LED Module Installation

따라서 자연의 변화요인을 감지하는 다양한 센서들이 검토 되었고, 그 중 실현 가능성이 높은 풍향, 풍속, 일사, 우적감지센서가 채택되었다.

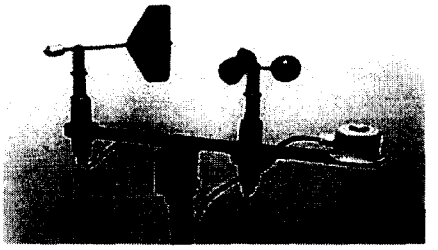

그림 4. 풍향풍속센서
Fig. 4. Wind direction & speed sensor

본 사례에서 사용한 풍향 및 풍속센서는 [그림4]에서 보이는 바와 같이 광범위한 기상관측에 대응하는 소형·경량 센서로서 풍속 센서, 풍향-풍속 센서, 풍속-일사 센서, 풍향-풍속-일사 센서 등 용도에 맞게 결합이 가능한 특징을 가진다. 또한 3배식의 풍배의 회전을 주파수로서 읽어내는 방식으로 구조가 심플하고 긴 수명과 높은 정밀도를 가진 포텐션 메타에 접속되어있어, 지시침의 지시 방향에 정확하게 비례한 신호가 출력되도록 설계되어 있으며 구체적 사양은 [표1]과 같다.

표 1. 풍향풍속센서 사양
Table 1. specification of Wind direction & speed sensor

검출범위	풍속 0~50 m/s
	풍향 0~360도(메카니칼)
	352도 (전자적) 8도 오픈
기동풍속	풍속-1.1m/s
	풍향-1.3m/s 일때 10도
	1.9m/s일때 5도
출력신호	풍속-AC정현파 1회전 펄스
	0.75m/s per Hz
	풍향-포텐션메타식(10kΩ)
부착	30~40mmØ파이프기둥
중량	약680g

일사 센서는 태양광 에너지를 실리콘 포토다이오드에 의하여 전기 신호로 변환하여, 내부 회로에서 각종 계측장치와 직접 접속 가능한 신호로서 출력하며, 장소에 관계없이 설치 가능하다[그림5]. 햇빛을 받는 산란판은 내후성이 뛰어난 테프론 수지가 사용되어 장시간에 걸쳐 안정적인 측정이 가능하며, 구체적인 특징은 [표2]와 같다.

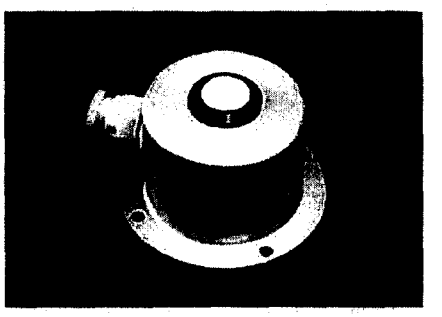

그림 5. 일사센서
Fig. 5. Sun sensor

우적센서는 가열전극판상에서의 전기전도 값의 변화에 의하여 강우를 검출하는 센서와 빗방울의 음향 레벨을 검출하는 센서를 병용하여 약하게 내리는

비와 강하게 내리는 비를 식별하는 기능을 가지고 있다 또한 검출부에 세라믹 기판을 사용하여 장기간에 걸쳐 안정적으로 사용이 가능한 구조를 가지고 있으며, 전원피뢰회로를 내장하고 있다.

표 2. 일사센서 사양
Table 2. specification of Sun sensor

측정범위	0-1.4 kW/㎡
출력감도	140 ㎷/(kW/㎡)
	100 ㎷/(cal/(㎠ · min)
응답속도	2 μ sec
종합정도	±5% 이내
내부저항	약270Ω
재질	광학부…테프론수지
	본체부…내식알루미늄
	lock부…폴리카보네이트수지
외형크기	80 ㎜Ø × 50 ㎜(H)
중량	95g

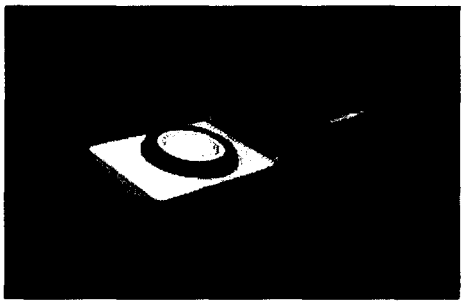

그림 6. 우적(雨滴) 센서
Fig. 6. Rain sensor

3.4 연출방법 및 결과

본 사례에서 사용된 라이팅 모듈의 총수는 55개이다. 라이팅 모듈은 센서에 의한 자연적 연출효과를 표현하는 센서모드와 특별한 날을 위한 프로그램 모드 2가지로 실행하였다. 메인 컴퓨터의 컨트롤 화면은 [그림8]과 같으며, LED 모듈을 구동하기 위한 다이어그램은 [그림7]에 나타냈다.

센서에 감지된 신호는 각각 다음과 같은 기준에 의해 프로그램 하였다. 풍향센서에서 감지된 신호는 동, 서, 남, 북의 네 가지 신호로 구별하여 55개의 LED 모듈의 움직임을 표현하도록 하고, 풍속은 미풍, 보통, 강풍의 3단계로 나누어 LED 모듈의 색상 변화를 주도록 했다. 즉, 미풍일 때 밝은 그린(light green)에서 시작하여 강풍일 때 진한 파랑(blue)으로 변화하도록 하였다. 일사센서는 24시간 움직이는 조명연출을 위하여 어두움, 밝음, 흐림을 감지할 수 있도록 설정하여 LED 모듈의 밝기와 연동시켰다. 우적센서는 강한 비와 약한 비를 검지하여 붉은보라(red violet)에서 푸른보라(blue violet)로 변화하도록 하였다.

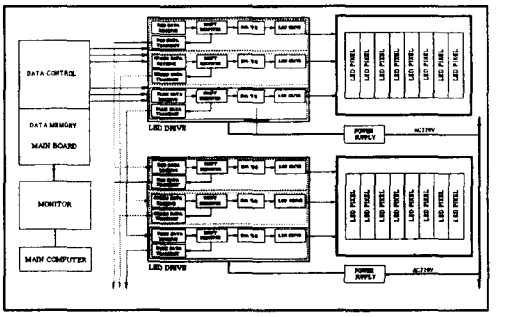

그림 7. LED 구동 다이어그램
Fig. 7. LED drive diagram

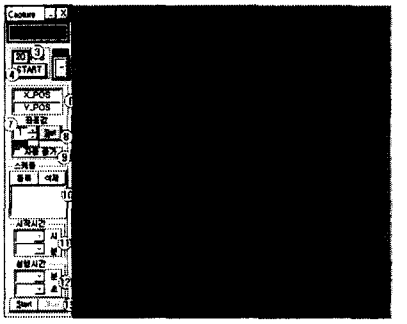

그림 8. 컨트롤 화면
Fig. 8. control panel

또한 이벤트 혹은 크리스마스 등 특별한 날을 위하여 프로그램 된 빛의 변화, 건물 전체가 붉게 혹은 희게 표현되는 연출을 시도하였으며, [그림9]에서 보여 지는 바와 같이 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 등을 활용하여 디자인하였다.

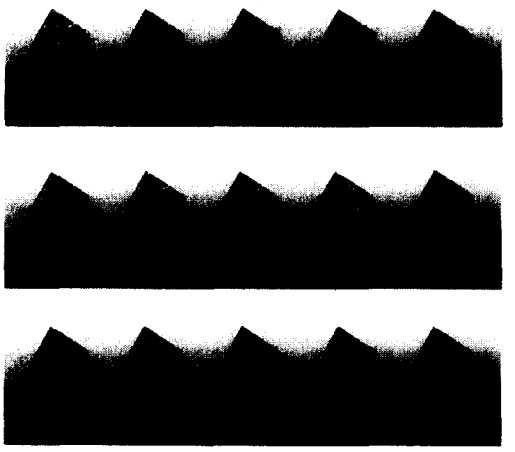

그림 9. 빛의 변화 시뮬레이션
Fig. 9. Light change simulation

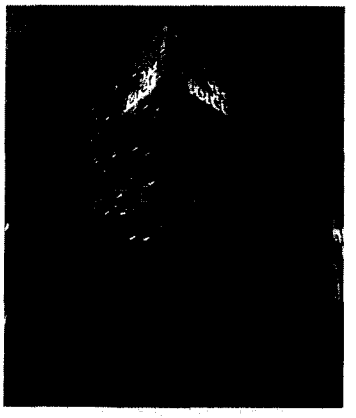

그림 10. 완공사진
Fig. 10. completion photo

4. 결 론

LED 등 고체기반조명 분야의 조명디자인에 센서를 사용하여 자연과 인간의 아날로그적 움직임을 빛의 움직임으로 바꾸어 표현하는 인터랙티브라이팅 기법은 디지털조명에 있어서 유용한 방법 중의 하나라 할 수 있을 것이다. 특히 조명대상인 건축 내외부 공간에 대한 적용은 건축물이 살아있는 유기체처럼 표현되도록 할 수 있는 기법으로 자칫 차가워지거나 비감성적인 또는 비인간적으로까지 보일 수 있는 디지털라이트를 인간, 자연과의 관계를 센서를 통해 반응하게 하는 새로운 가능성을 가진 설계기법이 될 것으로 본다.

이경민 포레 사옥의 경관조명 연출사례를 통해 LED와 센서의 결합을 통해 새로운 조명설계 방법의 가능성을 시도하였으며, 결과로서 빛은 공간에 있어서 생명성을 담보하는 가장 강력한 수단이며, 빛의 의미를 생각하며 공간에 생명을 불어넣는 일이야 말로 조명디자인이 지향해야 할 하나의 커다란 목표가 될 수 있다는 점을 확인 하였다.

"이 논문은 '2001학년도 건국대학교 신임교원연구비 지원에 의한 논문임"

References

[1] Brian Bowers, Lengthening the Day: A History of Lighting Technology, Oxford University Press, Oxford, 1998.
[2] Light Emitting Diodes (LEDs) for General Illumination Update 2002 - Tutorial, OIDA Optoelectronics industry Development Asssociation, September, 2002.
[3] S. Nakamura, M. Senou and T. Mukai : "P-GaN/N-InGaN/N-GaN Double-Heterostructure Blue-Light-Emitting Diodes", Japanese Journal of Applied physics, 32-1A/B, pp.L8-L11 (1993).
[4] 中村修二：「青色發光ダイオード、ダブルヘテロ構造で1cd實現」、日経エレクトロニクス、602、pp.93-102 (1994).
[5] 여인선 외12, "고휘도 LED를 이용한 조명제품 개발에 관한 연구", 광주광역시 연구기획 사업보고서, pp.1-2, 2000.8.31.
[6] 이정욱, 한달영, 김훈, "LED를 이용한 가변색 광원의 개발",한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, pp.91-98, 1999.11.6.
[7] 박준석, 김광헌,여인선, "LED조명 광원의 광학적 배치 및 광색 제어에 관한 연구", 한국조명·전기설비학회 논문지제15권2호, pp.7-12,2001년3월.
[8] 정강화, 이제는 색이다!-색이 만드는 미래, 도서출판 국제, 2002, pp.212-220.
[9] 홍창희, 고휘도 LED의 연구개발동향, 한국조명·전기설비학회지제17권 5호, pp.11-20.

◇저자소개◇

정강화 (鄭康和)
1964년 12월 12일생. 1987년 서울대학교 산업디자인과 졸업. 1991년 홍익대학교 산업미술대학원 산업디자인학과(석사). 1994.4~1999.3 동경예술대학 대학원 공간디자인전공(박사). 2001.9~현재 건국대학교 예술문화대학 디자인학부 교수.