

생물시계변경안경의 빛조임체계에 대한 연구

서광혁, 김금희, 김철수

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《과학기술을 발전시켜야 나라의 경제를 빨리 추켜세울수 있으며 뒤떨어진 기술을 앞선 기술로 갱신하여 생산을 끊임없이 높여나갈수 있습니다.》(《김정일선집》 제20권 증보판 62페이지)

자연조건에서 생물시계는 외부의 빛주기에 의한 조종을 받아 밤낮의 변화에 정확히 동조된다. 눈의 빛수감체들은 해빛을 검출하고 뇌수에 일정한 신호를 보내어 24h주기의 리듬을 형성한다. 그러나 이 리듬은 사람이 실내에 오래 머물러있는 경우, 시간대가 옮겨지는 경우, 불규칙적인 시간에 일하는 경우에 혼란되게 된다.

록색빛이 생물시계를 촉진시키거나 지연시키는데 가장 효과적인 파장이라는것이 증명되어 부드러운 록색빛을 눈에 쏘여 생물시계를 재설정함으로써 시간대가 다른 지역에 간 사람들이 밤에 쉽게 잠들고 아침에 쉽게 일어날수 있게 하는 생물시계변경안경이 개발되였다.[1-4]

우리는 사람의 눈에 충분한 밝기와 균일한 비침도를 보장하는 생물시계변경안경의 빛조임체계를 구성하는데서 나서는 문제와 그 설계방법에 대하여 고찰하였다.

1. 생물시계변경안경빛조임체계의 요구조건

생물시계변경안경구조와 LED위치는 그림 1과 같다.

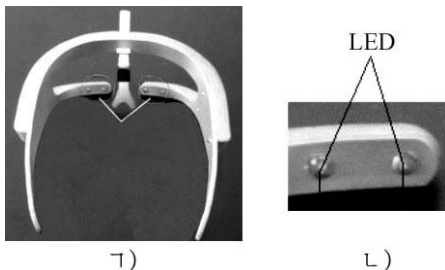


그림 1 생물시계변경안경구조(ㄱ)와 LED위치(ㄴ)

그림 1에서 보는바와 같이 생물시계변경안경은 사람이 그것을 착용하는 경우 빛조임체계의 LED가 발광하는 빛을 직접 눈에 쏘이게 되어있다. 이러한 빛조임체계에서 나서는 문제는 사람마다 눈의 크기와 그 사이거리가 서로 다르고 코날의 크기와 높이가 다른 조건에서 안경을 리용하는 모든 사람의 눈에 대하여 충분한 밝기(500lx이상)와 균일한 비침도를 보장하는것이다.

또한 빛조임체계를 구성하고있는 LED의 종류와 쏘임면에 대한 그것의 발광빛세기공간분포특성, 그 개수 및 그것들사이의 설치거리 등을 밝히는것이다.

2. 생물시계변경안경조임광원의 빛세기공간분포특성

광원을 중심으로 하는 반경이 r 인 구면우에서 방향각 α 와 방위각 θ 에 따르는 비침도(E) 분포특성은 광원의 빛세기공간분포특성을 반영한다. 즉 빛세기분포특성을 보여주는 비침도 분포특성은 다음의 식에 의하여 표시할수 있다.

$$E = f(r, \alpha, \theta) \quad (1)$$

먼저 출력이 64mW(3.2V, 20mA), 파장 525nm의 녹색LED를 생물시계변경안경의 빛조임광원으로 선택하고 그것에 대한 빛세기공간분포특성을 고찰하였다.

선택한 LED로부터 300mm의 거리에 전용비침도계를 설치하고 180° 구간에서 방향각 α 에 따르는 비침도에 대한 측정을 진행하였다. 파장이 525nm인 녹색LED의 빛세기공간분포 측정체계와 그것을 통하여 얻은 α 에 따르는 2차원빛세기분포특성은 그림 2와 같다.

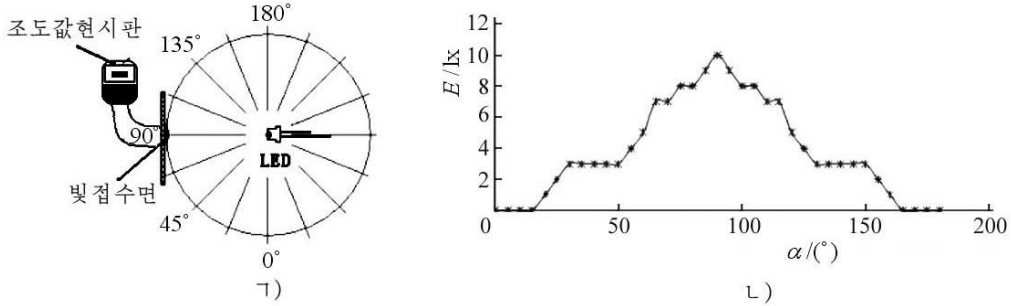


그림 2. LED광원의 빛세기공간분포측정체계(㉠)와
선택한 녹색LED의 2차원빛세기분포곡선(㉡)

그림 2에서 보는바와 같이 방향각이 90°일 때 비침도가 제일 크다는것을 알수 있다.

3. 빛조임체계에 의한 빛조임면에서의 비침도분포특성

LED로부터 r 만큼 떨어진 빛조임면에서 x 축($\theta=0^\circ$ 즉 눈에 대하여 수평 또는 수직방향)에 따르는 빛조임체계는 그림 3과 같다.

방향각 α 에 따르는 빛세기분포곡선의 비침도측정값 $E_{0,\alpha} = f(300, \alpha)$ 에 기초하여 조임면의 점 A에서의 비침도 E_A 는 다음의 식으로 표시된다.

$$E_A = E_{0,\alpha} \cdot (300/r_\alpha)^2 \quad (2)$$

$r_\alpha = r/\sin(\alpha)$ 이므로 식 (2)는 다음과 같다.

$$E_A = E_{0,\alpha} \cdot (\sin(\alpha) \cdot 300/r)^2 \quad (3)$$

식 (3)으로부터 컴퓨터에 의한 수값처리를 진행하여 얻은 조임거리(30~50mm)에 따르는 조임면에서의 비침도분포는 그림 4와 같다.

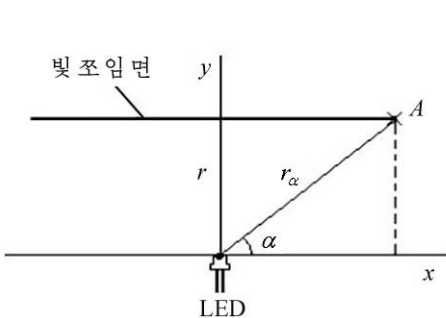


그림 3. 1개의 LED에 의한 빛조임체계

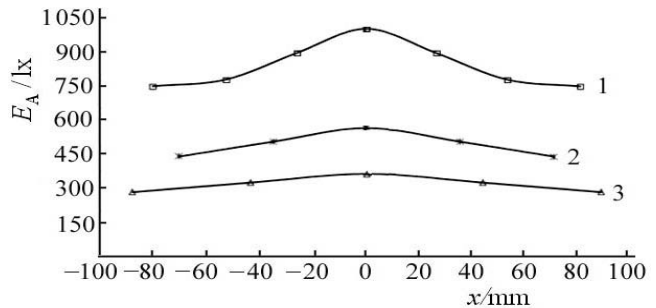


그림 4. 1개 LED에 의한 조임거리에 따르는
조임면에서의 비침도분포특성
1-3은 r 가 30, 40, 50mm인 경우

그림 4에서 보는바와 같이 생물시계변경안경을 착용하였을 때 LED와 눈의 최소거리는 30mm이고 최대거리는 50mm라는것을 알수 있다. 또한 $r=30\text{mm}$ 인 경우 유효조임구역($x=-10\text{mm}$ 부터 10mm 까지 : 사람마다 달라질수 있는 눈위치의 변화구간)의 조임면에 대하여 비침도가 970~1 000lx이며 최대조임거리가 $r=50\text{mm}$ 인 경우에는 조임면구역에서의 비침도가 거의 균일하지만 330lx정도라는것을 알수 있다.

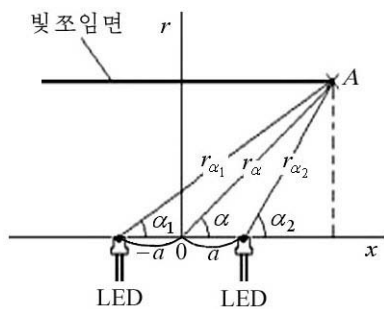


그림 5. 2개의 LED에 의한 빛조임체계

그림 6에서 보는바와 같이 2개 LED조임체계를 리용하는 경우 조임거리내에서 유효조임면에 주는 조임특성을 보면 LED사이의 설치간격에는 거의 무관계하고 비침도는 720~2 000lx이며 $r=30\text{mm}$ 일 때 비침도편차가 30lx정도라는것을 알수 있다.

생물시계변경안경은 눈의 시각중심점아래 부분에서 빛을 받아 모든 빛이 눈에 전달되도록 하며 착용상태에서도 대상에 대한 감시를 할수 있도록 설계된것으로 하여 눈의 조임면에 대한 법선 n 과 빛조임체계의 복사중심선 h 사이에는 일정한 각 θ 가 존재한다.(그림 7)

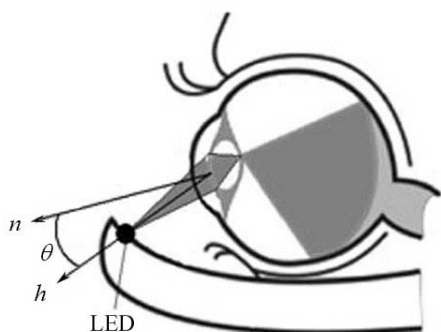


그림 7. 생물시계변경안경에서 빛조임 체계에 의한 실제적인 빛전달체계

LED사이거리가 $2a$ 인 동일한 2개의 빛조임체계는 그림 5와 같다.

빛조임면의 점 A에서 2개의 LED에 의한 비침도 E_A 는 매개의 LED가 각각 α_1 방향과 α_2 방향에서 주는 비침도의 대수적합으로 표시된다.

1개 LED에 의한 비침도분포특성에 기초하여 동일한 2개 LED가 그림 5의 조임면에 주는 비침도분포에 대한 컴퓨터수값처리를 진행하여 얻은 결과는 그림 6과 같다.

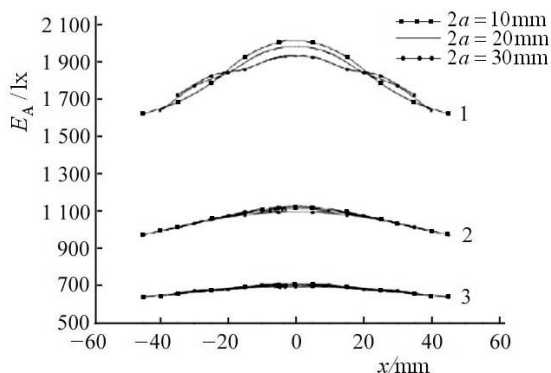


그림 6. 2개 LED조임체계에서 LED간격에 따르는 조임면에서의 비침도분포
1-3은 그림 4에서와 같음

그림 7에서 보는바와 같이 생물시계변경안경을 실제로 착용하는 경우 θ 는 보통 $15\sim 20^\circ$ 사이에서 설정되며 이때 유효조임면에서의 비침도특성은 선택한 LED의 빛세기공간분포(그림 2)와 2개 LED 빛조임체계에 의한 유효조임면에서의 비침도분포특성을 통하여 알수 있다.

방향각도 20° (그림 2에서 70° 또는 110° 방향)에서는 비침도가 수평방향(그림 2에서 90° 방향)에 비하여 최대로 30%까지 작다.

이러한 특성들을 고려하여 그림 7과 같은 실제의 안경착용상태에서 $\theta=20^\circ$, 최대조임거리 $r=50\text{mm}$ 일 때 눈의 조임면에서의 비침도는 500lx정도($\theta=0^\circ$ 일 때 720lx정도)이다.

맺 는 말

1) 출력이 64mW(3.2V, 20mA)이고 파장이 525nm인 녹색LED를 리용하는 2개 LED빛조임체계는 조임거리가 30~50mm인 유효조임구역에서 안경을 착용하는 모든 사람의 눈에 500lx 이상의 충분한 비침도를 보장한다.

2) 두 LED의 호상거리를 10~30mm구간에서 임의로 설정해도 이러한 비침도특성에서는 큰 차이가 없다.

참 고 문 헌

[1] H. R. Wright et al.; J. Pineal Res., 36, 140, 2004.

[2] L. Leon et al.; Sleep and Biological Rhythms, 5, 78, 2007.

주제103(2014)년 5월 5일 원고접수

Light Irradiation System of a Portable Bioclock Light Device

So Kwang Hyok, Kim Kum Hui and Kim Chol Su

We have considered illuminance characteristics on the irradiation section by one LED and two LEDs light irradiation system of the portable bioclock light device that irradiated direct to the human eyes.

The two green LEDs light irradiation system with the output of 64mW(3.2V, 20mA), wavelength of 525nm provides enough illuminance above 500lx for all the human eyes with this device within effective irradiation distance from 30mm to 50mm.

No matter what you choose from 10mm to 30mm for the distance between two LEDs, there is not much difference in such illuminance characteristics.

Key words: bioclock, light irradiation system, LED