

論文2001-38SP-5-8

3 관식 프로젝션 HDTV의 기준 백색 설정

(The Most Suitable Reference White Setting for Three-tube Projection HDTV)

權容大*, 鄭才榮**, 李光淳**, 金銀洙*, 李相勳*, 宋奎翼*

(Yong-Dae Kwon, Jae-Young Jung, Gwang-Soon Lee, Eun-Su Kim, Sang-Hoon Lee, and Kyu-Ik Sohng)

요약

대형 디스플레이 화면에 대한 소비자의 선호도가 증가함에 따라 3관식 프로젝션 (projection) 텔레비전의 수요가 늘고 있다. 그러나 3관식 HD (high definition) 프로젝션 TV에서는 직시형 CRT (Cathode Ray Tube)를 사용하는 TV보다는 단위 면적당 절대 밝기가 어둡다. 또한 프로젝션 TV에 사용되는 인광체의 색 재현 영역 (gamut)이 기존의 NTSC (National Television System Committee) 표준과 다른 것을 사용하고 있다. 본 논문에서는 3관식 프로젝션 HDTV의 RGB 인광체 좌표와 RGB 빔 전류비의 관계를 색온도 변화에 대하여 해석하고, 전류비에 따른 빔 프로파일의 변화에 의한 영상의 열화와 시각 특성인 Helmholtz-Kohlrausch 효과를 고려하여 시청자가 느끼는 밝기를 최대화하기 위한 기준 백색 (reference white)의 범위를 제안하였다.

Abstract

According to increase of preference to the large display device, demand of a three-tube projection TV increase in the display market. But luminance per unit area of a 3-tube projection TV is less bright than that of original one-tube TV. The color gamut of phosphor used in the projection TV is different to standard gamut of phosphor in NTSC. In this paper, we analyze the relationship between coordinates of RGB phosphor and RGB beam currents according to the color temperature in projection HDTV. We also proposed the range of reference white which maximize the luminance that viewer feel based on both Helmholtz-Kohlrausch effect which is visual property and degradation of image according to the change of beam profile by current-ratio.

I. 서론

최근 디스플레이 장치 개발이 급속히 발전되고 있으

며, 특히 대형 디스플레이 화면에 대한 소비자의 선호도가 증가함에 따라 3관식 프로젝션 텔레비전의 수요가 늘고 있다. 따라서 3관식 HD 프로젝션 TV에서 사용되는 인광체의 색 재현 영역과 RGB 빔 전류비에 의한 기준 백색 설정에 대한 연구가 필요하다.

* 正會員, 正會員, 慶北大學校 電子工學科

(Dept. of Electronics Engineering Kyungpook Univ.)

** 正會員, 韓國電子通信研究院

(Electronics and Telecommunications Research Institute)

接受日字:2001年2月6日, 수정완료일:2001年5月8日

컬러 텔레비전 수상기의 기준 백색과 인광체는 NTSC의 표준과는 달리 여러 가지로 변천 해왔다. 이는 NTSC 표준 규격 제정 당시의 인광체로는 발광효율이 낮아 화면이 어두웠기 때문에 발광 효율이 좋은 형광체를 사용하고 기준 백색의 색온도를 올려서 더욱

밝은 화면을 실현하려 하였기 때문이다. 브라운관을 사용하는 디스플레이 장치에서의 기준 백색 설정은 RGB 각 브라운관의 자극량의 비를 조절함으로써 이루어지며, RGB 자극량은 각 수상관의 빔 전류에 비례하고, 이들 빔 전류의 조성비에 따라 수상관의 밝기도 달라진다.^[1] 또한 수상관의 빔 전류는 비디오 증폭기의 이득에 따라 변화되며, 일반적으로 증폭기의 이득과 대역폭의 곱은 일정한 값을 가지므로 가능한 RGB 각 채널의 이득이 비슷하여야 RGB 비디오 증폭기 각각의 대역폭도 서로 비슷해진다. 그러나 컬러 텔레비전의 경우 기준 백색의 설정은 인광체의 발광 효율과 화면의 밝기 및 일반 시청자들이 선호하는 백색 등을 고려해야 하며, 이때 기준 백색에 따른 RGB 각 채널의 증폭기 이득은 상당한 편차가 있을 수 있으며, 편차가 발생할 경우 해상도가 달라지게 된다.

한편, 프로젝션 텔레비전에 사용되는 전자빔의 전류 밀도 프로파일은 일반적으로 가우스 분포를 하며, 이로 인하여 영상의 경계 부분에서 열화가 일어난다. 특히 컬러 텔레비전에서의 기준 백색의 설정에 따라서 일반적으로 RGB 전류비가 달라지므로, 기준 백색 설정에 따라 영상의 경계 부분에서의 열화의 정도가 달라진다. 또한 인간의 시각 특성에는 계측기로 측정시 같은 밝기를 나타내고 있지만 색온도에 따라서 느끼는 밝기가 달라지는 Helmholtz-Kohlrausch 현상이 있다. 따라서 직시형 CRT를 사용하는 TV보다는 단위 면적당 절대 밝기가 어두운 프로젝션 TV에서 시청자가 느끼는 밝기를 최대로 해주는 기준 백색의 설정이 필요하다.

본 논문에서는 3관식 프로젝션 HDTV의 RGB 인광체 좌표에 대해 기준 백색 설정과 RGB 빔 전류비의 관계를 해석하였다. 그리고 모의 실험을 통하여 빔 전류비에 따른 흑백 경계 영역에서의 상승거리 (rising distance)의 변화에 대한 영상의 열화와 Helmholtz-Kohlrausch 현상을 이용하여 일반 시청자가 느끼는 밝기를 최대로 할 수 있는 기준 백색의 범의를 제안하였다.

II. 컬러 텔레비전의 기준 백색 설정

1. CRT 전자 빔의 공간 밝기 분포

CRT에서 전자 빔 프로파일은 일반적으로 가우스 분포를 하고 있으며, 빔 전류가 증가할수록 그 분포가 더욱 넓어진다. 스크린 상의 공간 밝기 분포는 빔의 중심

에서부터 거리 r 만큼 떨어진 곳 (x, y) 의 밝기 $\rho(r)$ 은

$$\rho(r) = \rho_0 \exp\left(-\frac{r^2}{r_0^2}\right) = \rho_0 \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{r_0^2}\right) \quad (1)$$

로 주어진다.^[2] 여기서 ρ_0 는 빔 중심에서의 밝기이고, r_0 는 빔의 중심에서부터 $\rho(r)$ 값이 ρ_0/e 로 떨어지는 곳까지의 거리이며, 빔 프로파일의 분포 폭을 나타내는 요소이다. 식 (1)로 모델링한 경우 단일 스포트 (spot) 전자 빔 프로파일에 의한 CRT 스크린 상의 공간 밝기 분포는 그림 1에서와 같다.

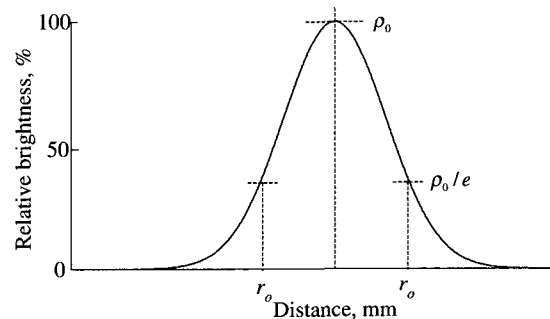


그림 1. 단일 스포트 (spot)의 전자 빔프로파일에 의한 스크린 상의 공간 밝기 분포

Fig. 1. Spatial bright distribution on the screen by the single spot electron beam profile.

단일 빔 프로파일의 중심에서의 공간 밝기 ρ_0 는

$$\rho_0 \propto \frac{I}{r_0^2} \quad (2)$$

로 주어진다. 여기서 I 는 전체 빔 전류이다. 또한 빔 폭 r_0 는 빔 전류에 따라 선형적으로 증가하므로 수상관의 중앙 영역에서는 근사적으로

$$r_0 = aI + \beta \quad (3)$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 a 와 β 는 상수로서 빔 전류 값에 따른 r_0 를 측정함으로써 구할 수 있다.

식 (1), 식 (2), 및 식 (3)으로 모델링 되는 프로파일의 전자빔이 주사 될 때 스크린 수평 공간상의 임의의 위치 x 에서의 밝기 $B(x)$ 는

$$B(x) \propto \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \rho(r) dy dx = \int_{-\infty}^{\infty} h(x) dx \quad (4-1)$$

$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho(r) dy \quad (4-2)$$

로 계산된다. 계단과 전류 $I(x)$ 가 주사될 때의 스크린 상의 공간 밝기 분포 $B(x)$ 를 나타내면 그림 2에서와 같다. 이 그림에서 나타난 것과 같이 빔 프로파일 $h(x)$ 에 의해서 경계부분의 에지가 넓게 열화됨을 알 수 있다. 빔이 스크린상에서 수평속도 v_s 로 주사될 때 이에 대응하는 스크린 공간상의 수평거리 $x_H(t)$ 는

$$x_H(t) = v_s t \tag{5}$$

로 나타낼 수 있다.^[2] 56인치 3관식 프로젝션 HDTV인 경우 화면의 수평 거리가 123.6 cm정도가 되며 수평 주파수가 33 KHz가 된다. 따라서 스크린 상에서의 수평 주사 속도 v_s 는 약 40×10^6 [mm/sec]이다. 한편 시간축 상의 상승시간에서의 같이, 최대 공간 밝기 분포의 10 %에서 90 % 사이의 수평거리를 상승거리라고 정의한다.^[2]

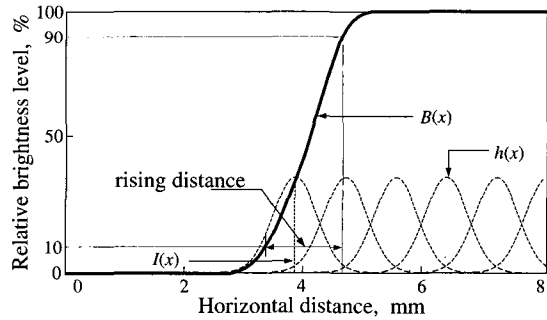


그림 2. 계단과 전류 $I(x)$ 에 대한 공간 밝기 분포 $B(x)$
 Fig. 2. The spatial brightness distribution $B(x)$ for a step current $I(x)$.

2. 기준 백색과 RGB 빔 전류비의 관계^[3]

수상관에서 수신된 신호로부터 임의의 기준 백색을 재현할 경우, $R = G = B = 1$ 이므로 기준 백색의 자극치 Y_w 는

$$Y_w = y_R K_R + y_G K_G + y_B K_B \tag{6}$$

로 주어진다.

한편, 인광체에 따른 빔 전류와 빛 밝기 관계가 선형임을 가정하면 기준 백색에 대한 휘도 신호 Y_w 는

$$Y_w = L_R I_R + L_G I_G + L_B I_B \tag{7}$$

로 나타낼 수 있다. 여기서 $L_R, L_G,$ 및 L_B 는 각 인광체의 전류에 대한 발광 비례 계수이며 $I_R, I_G,$ 및 I_B 는 RGB의 각 빔 전류이다. 따라서 식 (6)과 식 (7)로부터 기준 백색을 재현할 경우 RGB 인광체에 대한 빔 전류비 및 비디오 전압 증폭기의 이득비는 각각

$$I_R : I_G : I_B = \frac{y_R K_R}{L_R} : \frac{y_G K_G}{L_G} : \frac{y_B K_B}{L_B} \tag{8-1}$$

$$A_R : A_G : A_B = \left[\frac{y_R K_R}{L_R} \right]^{\frac{1}{\gamma_d}} : \left[\frac{y_G K_G}{L_G} \right]^{\frac{1}{\gamma_d}} : \left[\frac{y_B K_B}{L_B} \right]^{\frac{1}{\gamma_d}} \tag{8-2}$$

임을 알 수 있다. 여기서 $A_R, A_G,$ 및 A_B 는 비디오 전압 증폭기의 이득비이고, γ_d 는 수상관의 감마 값이다.

식 (8-1) 및 (8-2)로부터 수상관의 인광체 y 좌표 값과 발광 효율, 그리고 디스플레이 기준 백색의 좌표 설정에 따라서 비디오 증폭기의 이득비가 결정됨을 알 수 있다.

Ⅲ. 빔 전류비를 이용한 기준 백색의 설정에 대한 제안

1. 색온도 변화에 대한 RGB 빔 전류비의 분포 특성
 광원의 분광 분포와 색도가 동일한 흑체 (black body)의 절대 온도를 그 광원의 색온도 (color temperature)라 한다. 광원색의 색도와 가장 근접한 색도를 가지는 흑체의 절대 온도를 상관 색온도 (correlated color temperature)로 정의한다.^[3]

기준 백색의 좌표를 결정하기 위하여 그림 3에서와 같이 흑체의 제적 및 상관 색온도에 대하여 휘도 신호의 백색의 최대 밝기와 비디오 증폭기의 이득비를 조사하는 모의 실험을 하였다. 이 실험에서는 허용 가능한 기준 백색의 범위를 흑체 제적의 색온도 5000 K부터 12000 K까지 제한하였으며, 상관 색온도는 -10 MPCD (minimum perceptible color difference)부터 10 MPCD 까지 10 MPCD 간격으로 증가시키면서 모의 실험을 하였다. 모의 실험에 사용된 56인치 3관식 (모델명: P16LNM07RJA, P16LNM07HKA, and P16LNM-07BMB) 프로젝션 HDTV의 인광체 좌표와 휘도에 대한 전류의 관계를 나타내는 상대적인 발광 비례상수 L 은 표 I과 그림 4에 나타내었다.

빔 전류비와 기준 백색의 관계를 조사하기 위하여

기준 백색의 좌표를 그림 3에서와 같이 흑체의 궤적 (black body locus)을 따라 x 를 0.25부터 0.35까지 변화시키며 모의 실험을 하였다. 기준의 단관식 컬러 텔레비전의 경우에는 과다 전자 방출 시의 X-ray 선을 제한 하기 위하여 RGB 세 개의 전자 총에서 방출되는 전류비의 총 합을 3 [mA]로 제한하여 설계하고 있다. 본 모의 실험에 사용된 HD 프로젝션 TV인 경우는 독립된 3개의 RGB CRT에서 흐르는 전류를 각각 0.7 [mA]로 제한하여 사용하고 있다. 따라서 RGB 각각의 CRT에 0.7 [mA]로 제한한 경우의 색온도 변화에 대한 RGB 전류비를 계산하였다. 또한 기존의 직시형 TV와

같은 구동 회로를 사용하는 경우를 위하여 RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우에 대하여서도 모의 실험을 하였다. 전자의 경우 상관 색온도를 매개변수로 하여 흑체의 색온도 궤적에 따른 RGB 빔 전류의 변화는 그림 5에서와 같았으며, RGB 빔 전류비는 상관 색온도가 증가할수록 G 채널의 전류비가 증가함을 알 수 있다. 후자의 경우에 대한 빔 전류의 변화는 그림 6에서와 같았다.

표 1. 모의 실험에 사용된 HDTV 인광체 좌표와 상대 발광 비례 상수 L

Table 1. Phosphor coordinates and proportional constant L used in simulation.

color	Phosphor type	CIE coordinates			L
		x	y	z	
R	P16LNM07RJA	0.644	0.347	0.009	3.725
G	P16LNM07HKA	0.337	0.575	0.088	8.686
B	P16LNM07BMB	0.145	0.056	0.799	0.490

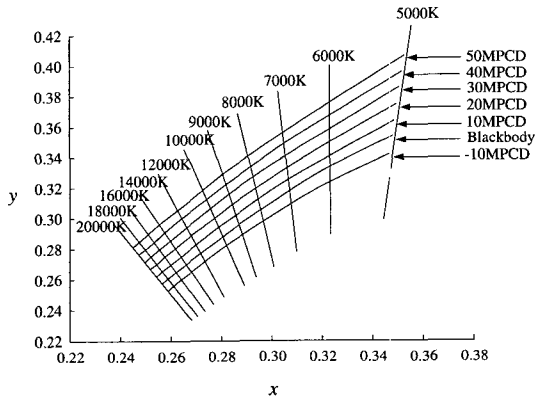


그림 3. xy 색온도 상에서 등 색온도선 및 등 편차선
Fig. 3. (x, y) -chromaticity diagram showing black body locus and isotherm lines defining loci of constant correlated color temperature.

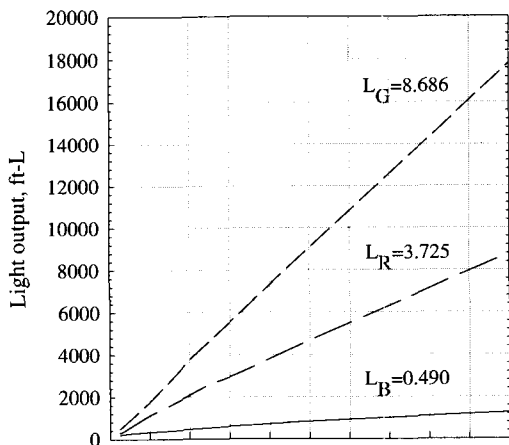


그림 4. 3관식 프로젝션 HDTV에 사용된 R, G, 및 B 인광체의 발광특성
Fig. 4. Light output characteristics of R, G, and B phosphor in three-tube projection HDTV.

2. Helmholtz-Kohlrausch 현상을 고려한 밝기

3관식 프로젝션 HDTV에서 색온도에 따른 기준 백색의 측색적 밝기는 그림 8에서와 같다. 여기서 상대적 휘도 신호의 최대 밝기는 흑체 궤적에서 5000 K의 백색 휘도를 100이 되도록 정규화 하였다.

기준 백색의 측색적 밝기 측면에서 보면 기존의 P22 인광체를 사용하는 CRT 경우는 색온도가 증가하여 푸른 백색이 될수록 더 밝게 보였지만,^[4] 3관식 HD 프로젝션 TV인 경우에는 B의 발광 효율이 P22보다 낮게 나타나므로 기존의 P22 인광체를 사용하는 경우와는 반대로 색온도가 증가할수록 휘도가 감소함을 볼 수 있다.

또한 그림에서 기준 백색의 휘도는 MPCD가 증가할수록 밝게 나타나는데 이는 기준 백색의 위치가 발광 효율이 가장 높은 G 인광체의 좌표 방향으로 이동하기 때문이다.

그림 8에서의 기준 백색의 휘도는 디스플레이면 상에서 측색적인 밝기를 의미하며 눈이 느끼는 심리 물리적인 밝기는 Helmholtz-Kohlrausch 현상에 의해서 달라진다. Helmholtz-Kohlrausch 현상은 동일한 휘도의 색광에서 고체도 색이 더 밝게 느껴지는 것이다. 이 현상의 실험 방법은 10° 시아의 원내에 기준광과 20 [cd/m²]의 실험광을 양분하여 발하게 하고 기준광의

휘도를 조절하여 실험광의 휘도와 같게 한다. 이때 주변인 $40^\circ \times 40^\circ$ 의 사각 시야의 휘도는 눈의 색 순응을 고정시키기 위해 실험광의 것과 같게 한다.

상기와 같은 실험을 통해 얻어진 Helmholtz-Kohlrausch 현상을 그림 7에 나타내었다. 이 그림에서 등고선은 백색광 D_{65} 와 밝기가 같게 느껴지는 색광의 휘도를 구하고, 그 역수값이 같아 지는 색좌표를 연결하여 그린 등휘도 곡선이다.^[5,6] 따라서 그림 7의 Helmholtz-Kohlrausch 현상의 가중치 (weighting)를 고려하여 그림 8의 수상기 디스플레이 기준 백색의 밝기를 다시 표현하면 그림 9에서와 같다. 그림 8과 그림 9을 비교 하면 7000 K 이상의 색온도에서 눈이 느끼는 밝기는 상승함을 알 수 있다.

IV. 모의 실험 결과 및 고찰

1. 흑백 경계 영역에서의 상승거리

빔 전류비의 변화에 따른 RGB 전자 빔 프로파일이 스크린상의 공간 밝기 분포에 미치는 영향을 조사하였다. 먼저, 입력되는 계단파 영상 전압 신호를 HDTV의 주파수 대역 30 [MHz]로 제한한 후, 프로젝션 CRT의 감마 특성에 따라 비선형적인 전류로 변환한다. 그 다음에 식 (1), 식 (2), 및 식 (3)을 실험적으로 구한 각 계수를 이용하여 프로젝션 스크린 상에 빔 전류 값에 해당하는 단일 빔 프로파일을 생성한 후, 전류 변화에 따라 주사되는 모든 단일 빔 프로파일을 적분하여 스크린 상의 공간 밝기 분포를 계산하였다. 이 과정에서 증폭기의 이득과 대역폭의 굵은 일정 하다는 사실에 근거하여 모의 실험을 하였다. 그 결과 상관 색온도를 매개변수로 한 상승거리의 변화는 그림 10에서와 같다. 이 그림에서 색온도가 증가할수록 계단파 신호에 대한 경계영역의 공간 밝기 분포의 상승거리는 감소하고 있음을 알 수 있다.

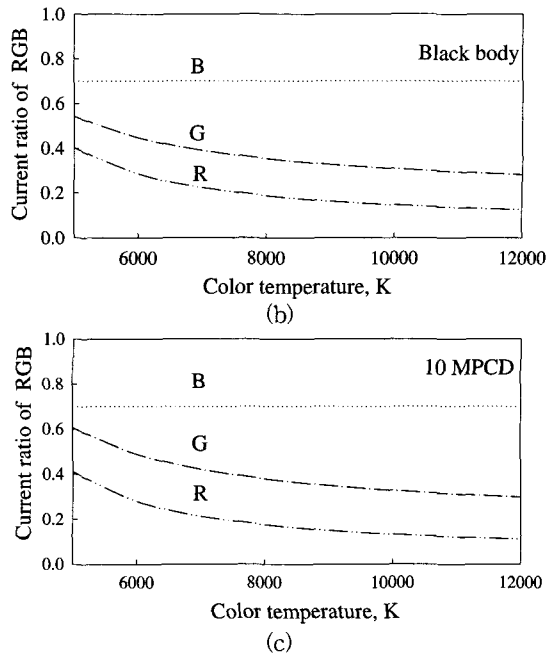
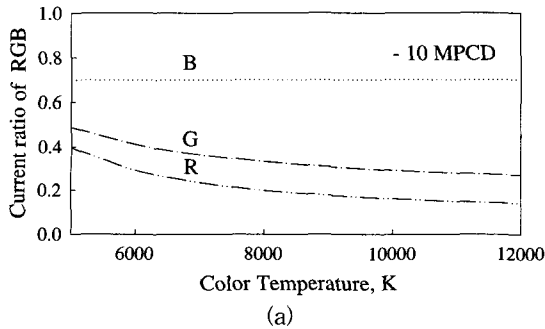
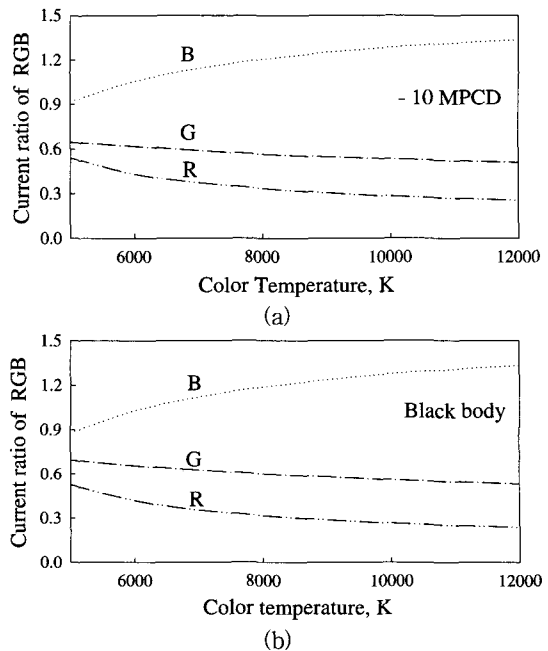


그림 5. 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]가 되도록 정규화 된 경우의 색온도에 따른 RGB 빔의 상대적인 전류비: (a) -10 MPCD; (b) black body; (c) 10 MPCD

Fig. 5. On condition that the current ratio of B channel consisting maximum current is normalized in 0.7 [mA], RGB relative current ratios according to color temperature and correlated color temperature in the (a) -10 MPCD; (b) black body; (c) 10 MPCD .



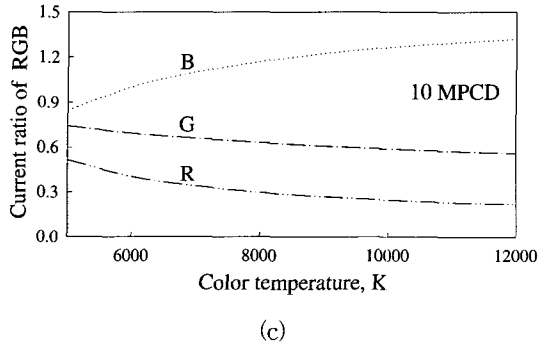


그림 6. RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA] 로 제한된 경우, 상관 색온도를 매개변수로 하여 색온도에 따른 RGB 빔의 상대적인 전류비: (a)-10 MPCD; (b) black body; (c) 10 MPCD

Fig. 6. On condition that the sum of RGB total current is limited in 2.1 [mA], RGB relative current ratios according to color temperature and correlated color temperature in the (a)-10 MPCD; (b) black body; (c) 10 MPCD.

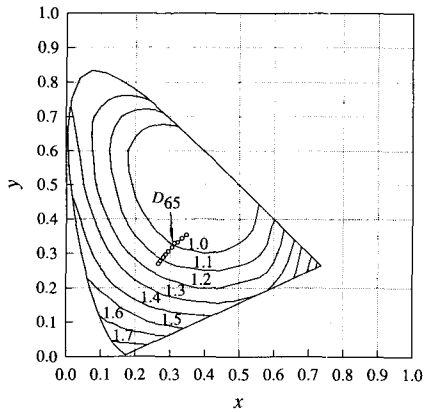


그림 7. Helmholtz-Kohlrausch 현상도
Fig. 7. Helmholtz-Kohlrausch effect.

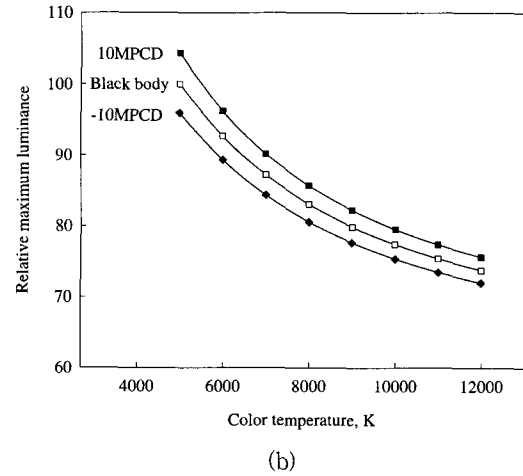
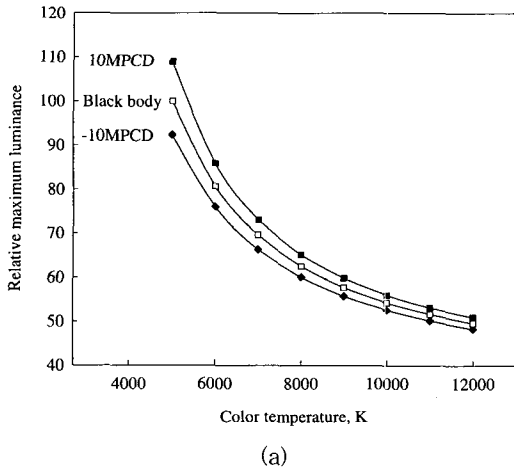


그림 8. 상관 색온도를 매개변수로 하여 색온도에 따른 기준 백색의 휘도: (a) 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]가 되도록 정규화 된 경우; (b) RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우

Fig. 8. Relative maximum luminance of white reference according to color temperature and correlated color temperature: (a) On condition that the current ratio of B channel consisting maximum current is normalized in 0.7 [mA]; (b) On condition that the sum of RGB total current is limited in 2.1 [mA].

2. 인간 시각 특성을 고려한 기준 백색 범위의 설정
3관식 프로젝션 텔레비전의 경우 기준 백색의 설정은 첫째, 인광체의 발광 효율 화면의 휘도 및 Helmholtz-Kohlrausch 현상 등을 고려해야 한다. 둘째, 스크린에 도달하는 빔 프로파일의 폭은 수상관의 크기

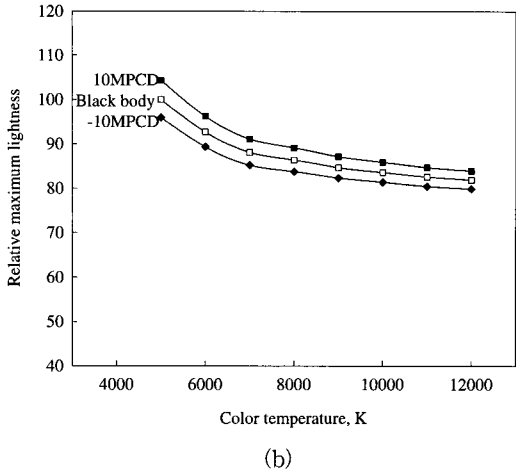


그림 9. Helmholtz-Kohlrausch 현상을 고려하여 색온도에 따른 기준 백색의 밝기: (a) 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]가 되도록 정규화 된 경우; (b) RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우

Fig. 9. Relative maximum lightness of white reference considering Helmholtz-Kohlrausch effect according to color temperature and correlated color temperature: (a) On condition that the current ratio of B channel consisting maximum current is normalized in 0.7 [mA]; (b) On condition that the sum of RGB total current is limited in 2.1 [mA].

가 증가할수록 더욱 넓어진다.^[7,8] 이와 같은 빔 프로파일의 특성은 영상의 경계 부분에서 에지를 열화시켜 선예도 (sharpness)를 저하시키는 중요한 원인으로 작용하며 특히 밝은 화상 영역에서 더욱 두드러지게 나타난다. 따라서 영상의 해상도 (resolution) 및 선예도와

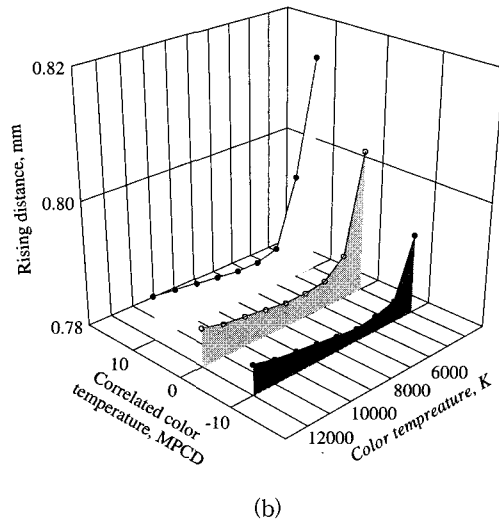
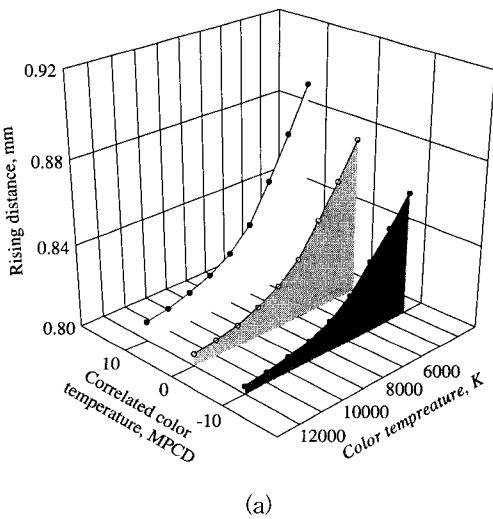
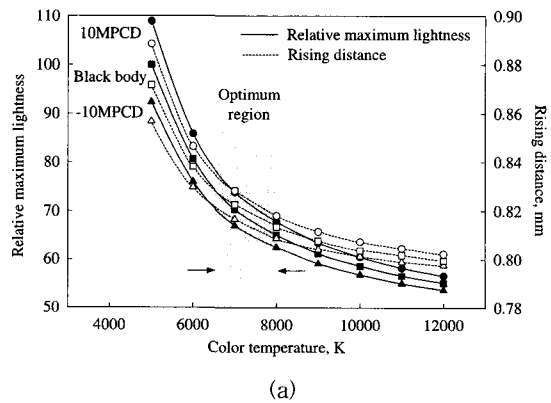
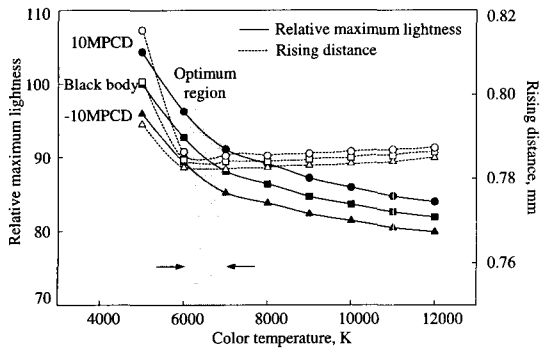


그림 10. 색온도 및 상관 색 온도에 따른 상승거리: (a) 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]가 되도록 정규화 된 경우; (b) RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우

Fig. 10. Rising distance according to color temperature and correlated color temperature: (a) On condition that the current ratio of B channel consisting maximum current is normalized in 0.7 [mA]; (b) On condition that the sum of RGB total current is limited in 2.1 [mA].

밀접한 관계를 가지는 RGB 빔 전류비는 기준 백색을 결정하는 중요한 요소이다. 그림 11의 (a)는 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]로 제한한 경우, Helmholtz-Kohlrausch 현상을 고려한 기준 백색에 따른 밝기와 상승거리를 함께 나타낸 것이다. 이 모의 실험의 결과로부터 밝기를 최대 70%까지 허용한다면 8000 K 이하, 상승거리가 감소되는 감소 포화점이





(b)

그림 11. 색온도 및 상관 색 온도에 따른 기준 백색의 밝기와 상승거리: (a) 최대 전류값을 이루는 B 채널의 빔 전류가 0.7 [mA]가 되도록 정규화 된 경우; (b) RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우

Fig. 11. The relative maximum lightness of white reference and the rising distance according to color temperature and correlated color temperature: (a) On condition that the current ratio of B channel consisting maximum current is normalized in 0.7 [mA]; (b) On condition that the sum of RGB total current is limited in 2.1 [mA].

약 6500 K 지점이다. 따라서 기준 백색의 설정범위는 화질의 열화와 전자 빔의 상승거리 등을 고려할 때 6500 K~8000 K가 적당할 것으로 판단된다. 또한 그림 11의 (b)에서는 RGB 총 전류의 합이 2.1 [mA]로 제한된 경우를 나타낸 것이다. 이 모의 실험 역시 빔의 상승거리와 화질의 열화 등을 고려할 경우, 3관식 HD 프로젝션 TV인 경우 기준 백색의 설정 범위는 상승거리의 최적 지점인 6000 K~7000 K 지점이 적당할 것으로 판단된다.

V. 결론

최근 디스플레이 장치 개발이 급속히 발전되고 있으며, 특히 대형 디스플레이 화면에 대한 소비자의 선호도가 증가함에 따라 3관식 프로젝션 텔레비전의 수요가 늘고 있다. 브라운관을 사용하는 디스플레이 장치에서의 기준 백색 설정은 RGB 각 브라운관의 자극량의 비를 조절함으로써 이루어지며, RGB 자극량은 각 수상관의 빔 전류에 비례하고, 이들 빔 전류의 조성비에 따

라 수상관의 밝기도 달라진다. 컬러 텔레비전의 경우 기준 백색의 설정은 인광체의 발광 효율과 화면의 밝기 및 일반 시청자들이 선호하는 백색 등을 고려해야 하며, 이때 기준 백색에 따른 RGB 각 채널의 증폭기 이득은 상당한 편차가 있을 수 있으며, 이로 인하여 해상도가 달라지게 된다.

한편, 프로젝션 텔레비전에 사용되는 전자빔의 전류 밀도 프로파일은 일반적으로 가우스 분포를 하며, 이로 인하여 영상의 경계 부분에서 열화가 일어난다. 특히 컬러 텔레비전에서의 기준 백색의 설정에 따라서 일반적으로 RGB 전류비가 달라지므로, 기준 백색 설정에 따라 영상의 경계 부분에서의 열화의 정도가 달라진다. 또한 인간의 시각 특성에는 계측기로 측정시 같은 밝기를 나타내고 있지만 색온도에 따라서 느끼는 밝기가 달라지는 Helmholtz-Kohlrausch현상이 있다. 따라서 직시형 CRT를 사용하는 TV보다는 단위 면적당 절대 밝기가 어두운 프로젝션 TV에서 시청자가 느끼는 밝기를 최대로 해주는 기준 백색의 설정이 필요하다.

본 논문에서는 3관식 프로젝션 HDTV의 RGB 빔 전류비와 기준 백색의 관계를 해석하고, Helmholtz-Kohlrausch현상에 의한 인간 시각이 느끼는 최대 밝기를 조사하였다. 또한 RGB 빔 전류 프로파일에 의한 화질의 열화를 알아보기 위해 계단과 입력신호에 대한 상승거리를 컴퓨터 모의 실험을 통하여 알아 보았다. 상기의 모의 실험을 통하여 3관식 프로젝션 HDTV에서는 6500 K~8000 K 사이의 범위를 기준 백색으로 설정하는 것이 빔의 상승거리에 의한 화질 측면이나 인간 시각의 특성을 고려한 화면의 최대 밝기를 제시하는 면에서 최적의 기준 백색 범위가 됨을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] K. Blair Benson and Jerry C. Whitaker, *Television Engineering Handbook*, McGraw-Hill, 1992.
- [2] S. Yoshida, A. Ohkoshi, and K. Shinkai, "Achievement of High Picture Quality in Color CRTs with the Beam Scan Velocity Modulation Method," *IEEE Trans. CE*, vol. 23, no. 3, pp. 366-374, Aug. 1977.
- [3] 송규익 강의자료, *색채 디스플레이 공학*, 도서출

- 판 화성, Aug. 1999
- [4] 김주동, "수상관의 밝기 및 해상도를 고려한 기준 백색 설정," *경북대학교 전자공학과 석사학위논문*, 1995년 12월
- [5] G. Wyszecki and W. S. Stiles, *Color Science*, John Wiley & Sons, 1982.
- [6] Mark D. Fairchild, *Color Appearance Models*, Addison-Wesley, 1998.
- [7] S. Yoshida, A. Ohkoshi, and S. Miyaoka, "25-V inch 114-degree trinitron color picture tube and associated new developments," *IEEE Trans. BTR*, vol. 20, no. 3, pp. 193-200, Aug. 1974.
- [8] Y. Fuse, S. Yamanaka, and T. Saito, "A new trinitron color HDTV with beam scan velocity modulation," *IEEE Trans. CE*, vol. 22, no. 1, pp. 13-21, Feb. 1976.

 저 자 소 개

權 容 大(正會員) 第 37 卷 SP編 第 6 號 參照

李 光 淳(正會員) 第 37 卷 SP編 第 6 號 參照

鄭 才 榮(正會員)

金 銀 洙(正會員) 第 37 卷 SP編 第 6 號 參照

1999년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 2001년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사), 2000년 12월~현재 한국전자통신연구원 근무, 주관심 분야는 색 공학, 비디오 공학, HDTV 신호처리

李 相 勳(正會員) 第 37 卷 SP編 第 6 號 參照

宋 奎 翼(正會員) 第 37 卷 SP編 第 6 號 參照