Ch1 텔레비젼 신호

CVIP Lab

1.1 흑백 텔레비전의 원리와 영상신호

1)TV 란?

- 송신측:영상의 명암(칼라)정보를 전기신호로 바꾸어 원거리로 송신
- 수신측:송신된 신호를 브라운관에서 재현

2) 용 어 해 설

① 수평주사(Horizontal scanning)
- -좌에서 우로 주사

② 수직주사(Vertical scanning)
- -위에서 아래로 주사
- -수직주사가 1회종료하면 한화면의 주사가 종료

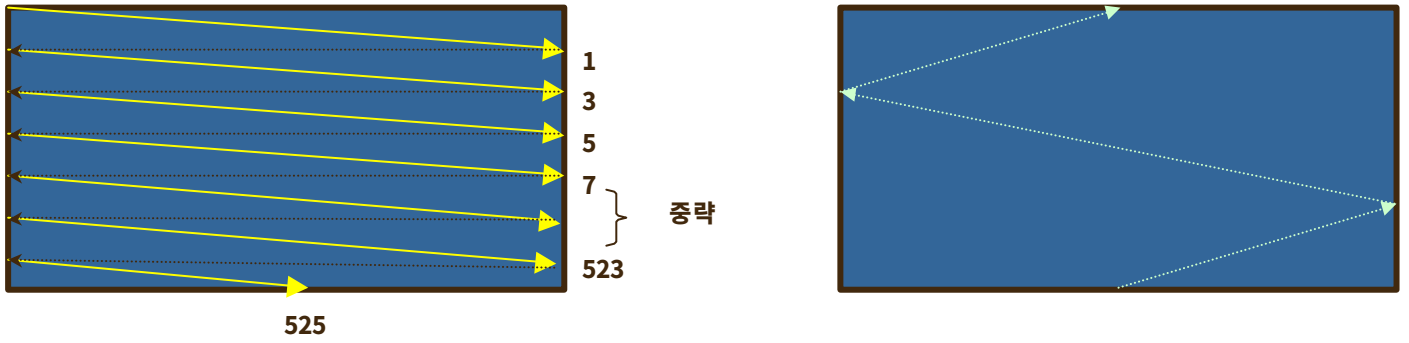
③ 주사선수,라인주파수(Line frequency)
- -전화면의 주사에 필요한 수평주사선의 개수
  - 미국,일본(NTSC):525
  - 서유럽, 소련(PAL,SECAM):625

④ 프레임(Frame)
- -주사선 525(625)개로 구성된 1매의 화면

⑤ 프레임주파수(Frame frequency)
- -1초당 프레임 수
  - NTSC : 30Hz
  - PAL,SECAM : 25Hz

⑥ Interlaced scanning(비월주사)

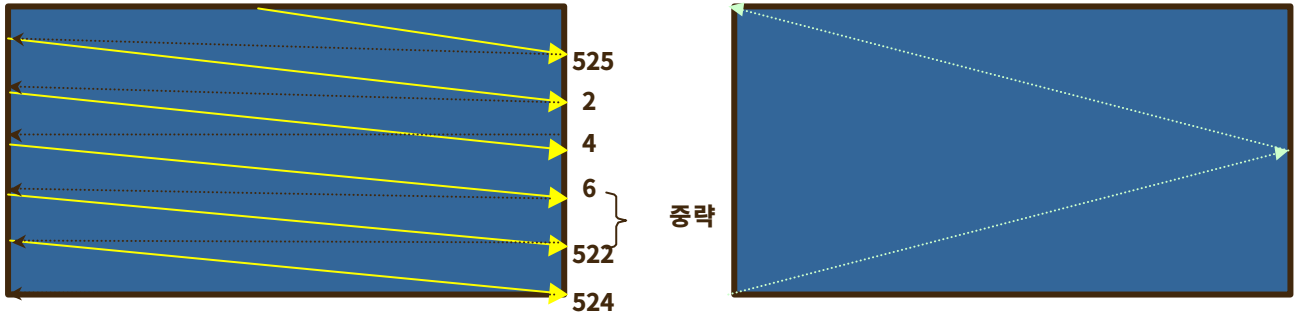
- 수직수사에 의한 fliker(플리커;화면깜박임)를 적게하기 위해 프레임 수는 많은 편이 좋다. 하지만 프레임수가 많아지면 대역폭이 커지는 문제점이 생긴다.
- 비월주사를 이용하게 되면 fliker가 적은 화상 전송이 가능하다



제1수직주사에 대한
기수(홀수)번째 선

제1수직주사선이
되돌아오는 선

제1필드:262.5줄
(기수필드)



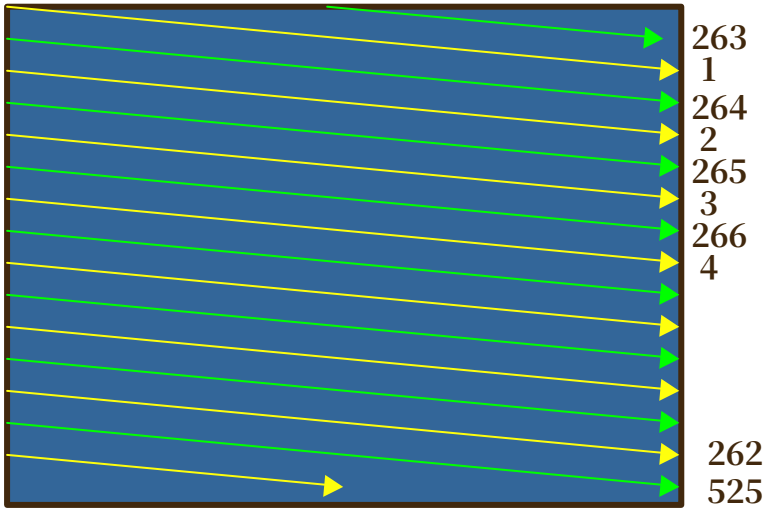
제2수직주사에 대한 우수(짝수)번째 선

제2필드:262.5줄 (우수필드)

제2수직주사선이 되돌아오는 선

제1필드262.5줄 + 제2필드:262.5줄 = 한프레임 :525줄

필드주파수 : 60Hz =>fliker가 느껴지지 않음 (인간의 눈으로 느낄수 없는 한계주파수)



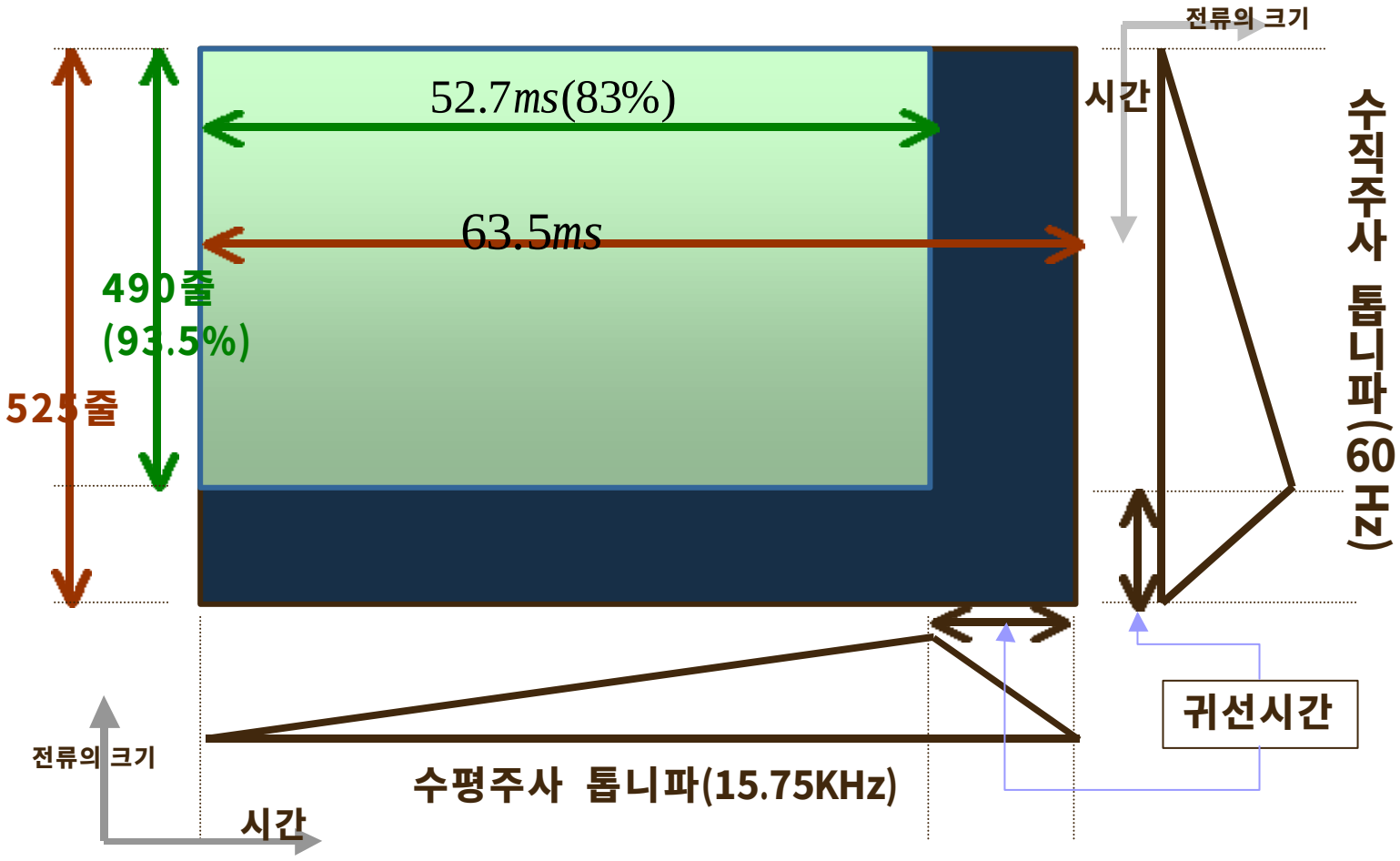
263

❑ 이와 같은 비월주사방식이 플리커가 적은 화상을 순차주사방식보다 좁은 대역으로 보낼 수 있다.

❑ 실질적으로, 프레임수를 30으로 2:1 비월주사방식을 이용

⑦ 톱니파

- 화면을 주사할 경우 수평, 수직 모두 직선적인 주사를 하기위해 촬상관이나 브라운관에서 사용
- 주사선을 되돌리는 귀선시간을 화면에 방해를 주므로, 이 방해를 방지하기 위해 휘도신호를 저지할 필요가 있다.



1.2 영상신호의 주파수

1) 수 평 주 사 주 파 수 (Line frequency)

NTSC방식에서 frame rate는 30Hz이고 field rate는 60Hz이다. 1 frame을 구성하는 line수는 525줄이므로, 수평주사주파수는

$$f_h = 525 \times 30 = \frac{525}{2} \times 60 = 15.75KHz$$

2) 수평주사기간

$$H = \frac{1}{f_h} = \frac{1}{15.75\,KHz} = 63.5ms$$

3) 유효수평주사기간

$$H_a = 0.83H = 52.7ms$$

4) 수직주사기간

$$V = \frac{1}{f_v} = \frac{1}{60} = 16670\ ms$$

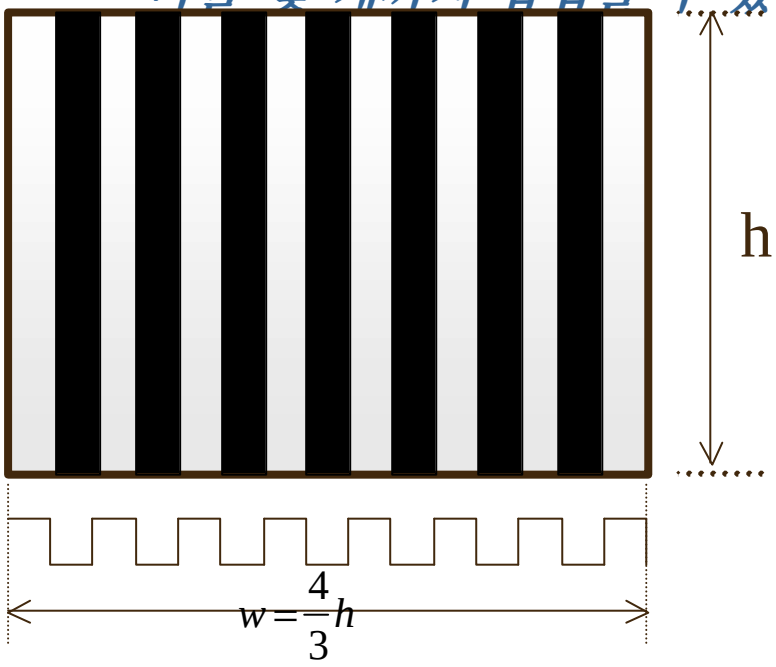
- **수직유효주사기간**

$$V_a = 0.935\,V = 15586\ .35\,ms$$

6) 수직귀선시간

$$V_r = 0.065\,V = 1083\ .65\,ms$$

8) 영상신호의 대역폭과 해상도 - *해상도란 화면에 흑백의 바를 몇 개까지 삽입할 수 있는 정도를 말함*



① 최고수직해상도

시각적으로 유효주사선의 70%를 최고 수직 해상도로 봄.
따라서 최고 수직 해상도는

$$D_v = 525 \times 0.935 \times 0.7 = 343$$

② 수평해상도

화면의 종횡비(aspect ratio)는 3:4이므로 수평해상도는

$$D_h = 343 \times \frac{4}{3} = 457$$

③ 흑과 백 bar에 해당하는 신호가 1cycle이므로 하나의 유효 수형주사 기간에는

$$\frac{457}{2} = 228.5\,Hz$$ 가 실려있다.

④ 유효수평주사기간 H_a

에 해당하는 주파수 f_a

$$f_a = \frac{1}{H_a} = \frac{1}{52.7ms} = 19KHz$$

⑥ 최대흑백바의 주파수 f_{MAX}

$$f_{MAX} = 19KHz \times 228.5 = 4341.5KHz \cong 4.3MHz$$

1-3 흑백텔레비젼의 영상신호파형

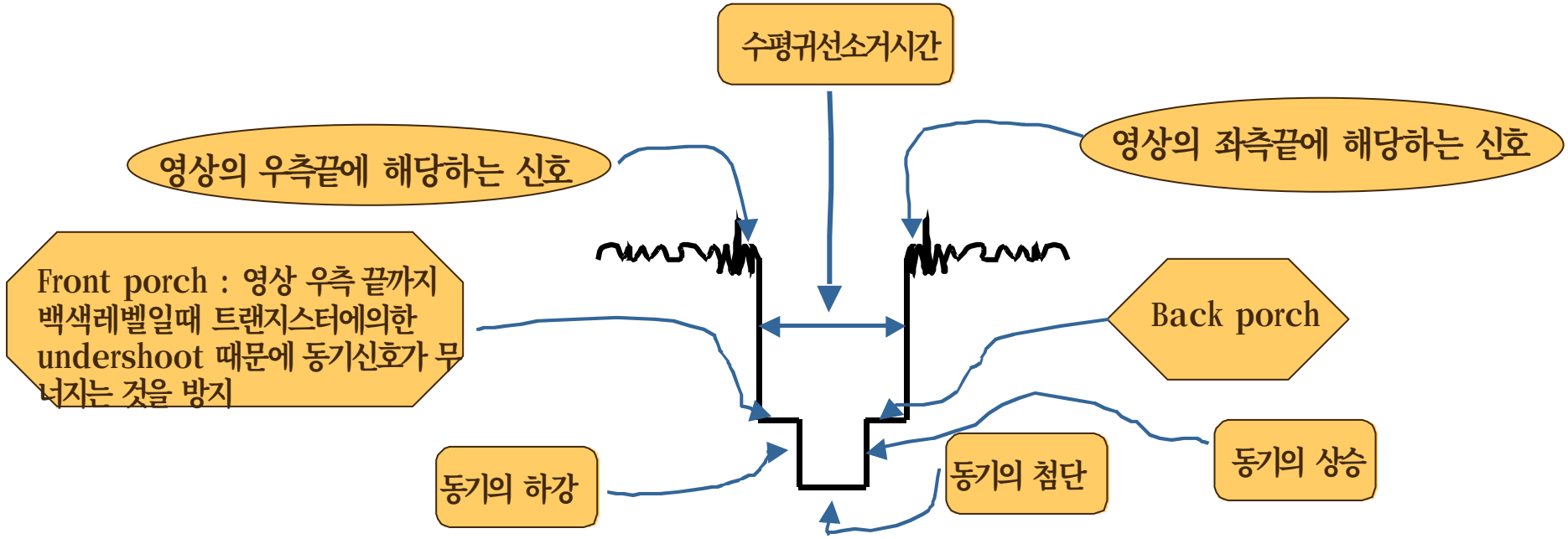
1) 신호의 종류

① 휘도신호(Liminance signal)
- 명도의 정보를 가지고 있는 신호
- 값이 클수록(+레벨) : 밝다
- 값이 작을수록(-레벨) : 어둡다

② 귀선소거신호(Blanking signal)
- 화면 재현에 필요없는 기간의 휘도 신호를 흑색레벨이하의 귀선소거 레벨(blanking level)로 억압하기 위한 신호

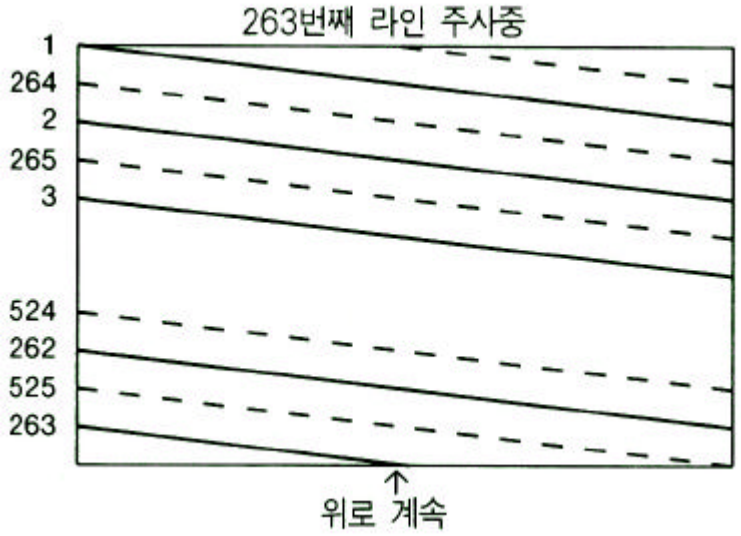
③ 동기신호(Synchronization signal)
- 송신측과 수신측의 주사를 일치시키기 위한 신호

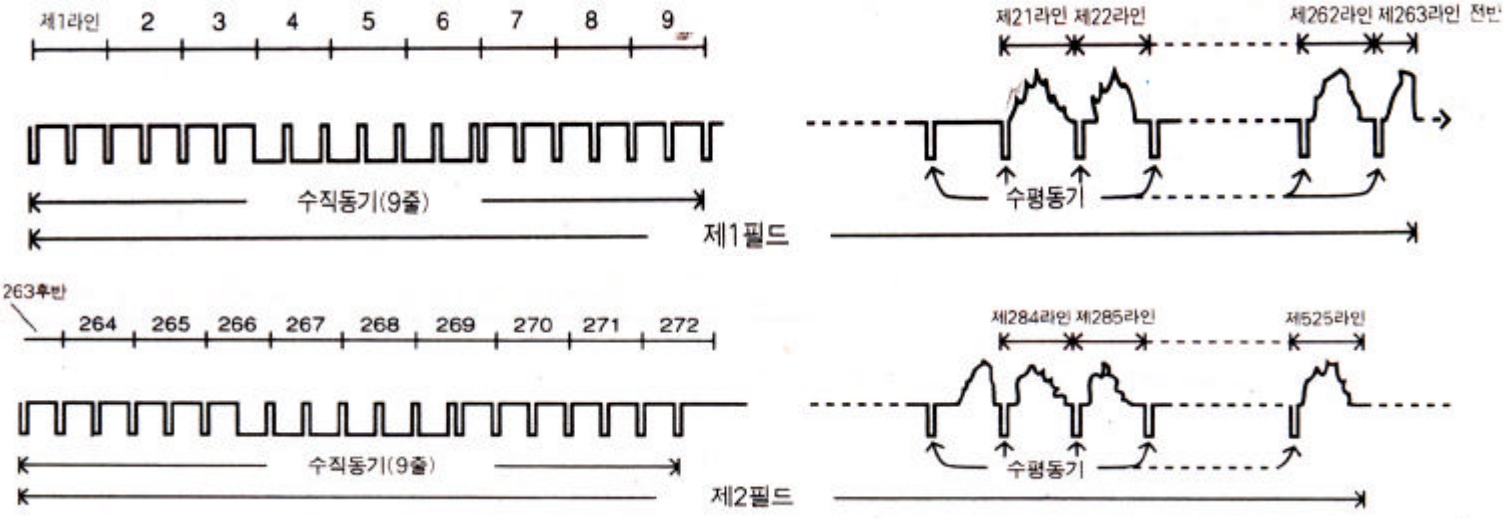
④ 수평동기펄스(Horizontal synchronizing pulse)
- 각 수평주사마다 수평귀선소거기간 내에 삽입



수직동기펄스(vertical synchronizing pulse)

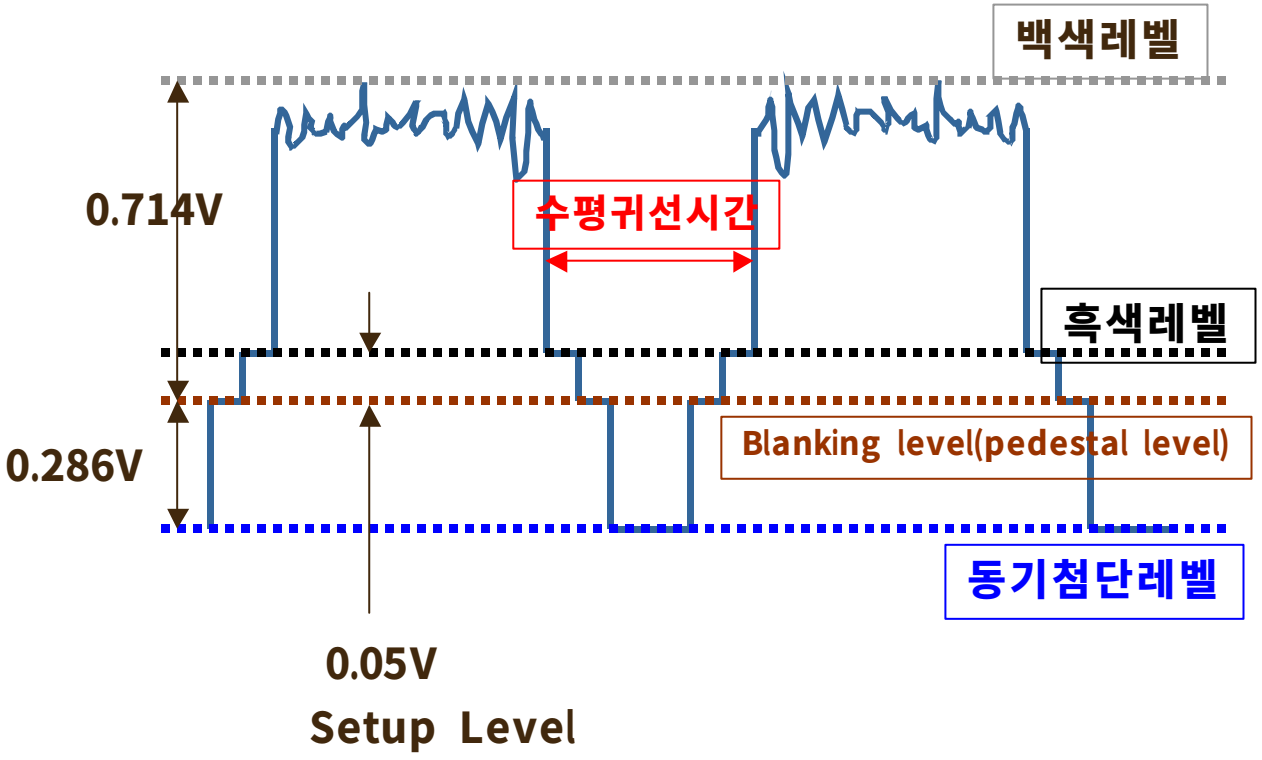
- 각 필드마다 수직귀선소거기간 중에 삽입





2) 신호의 레벨

◆동기신호의 첨단(-의 peak)와 휘도신호의 백색첨단(+peak)의 차는 $1.0V_{P-P}$ 이다

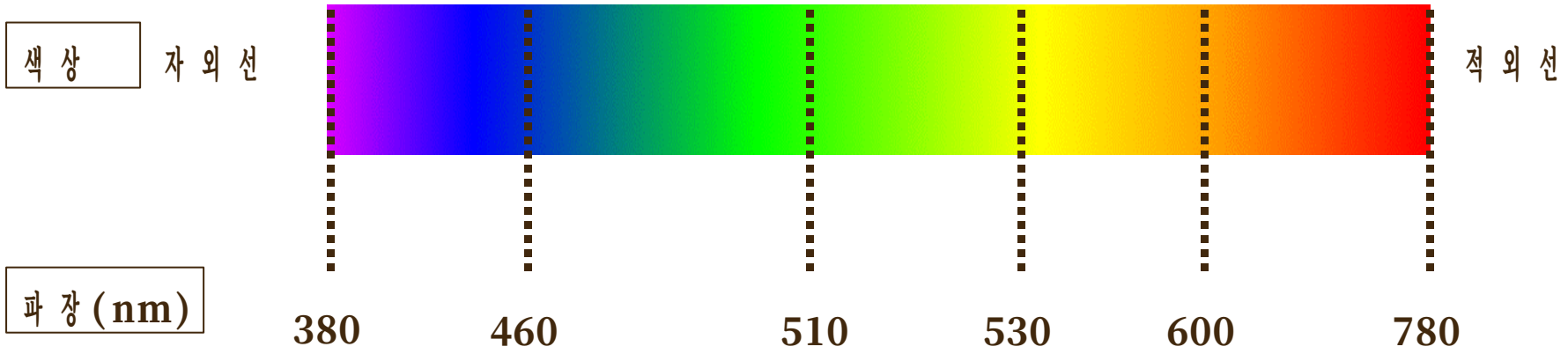


Ch2. 칼라 텔레비전에 필요한 색체의 개요

CVIP Lab

1) 광과 색

광파장에 따라 색상이 변함.



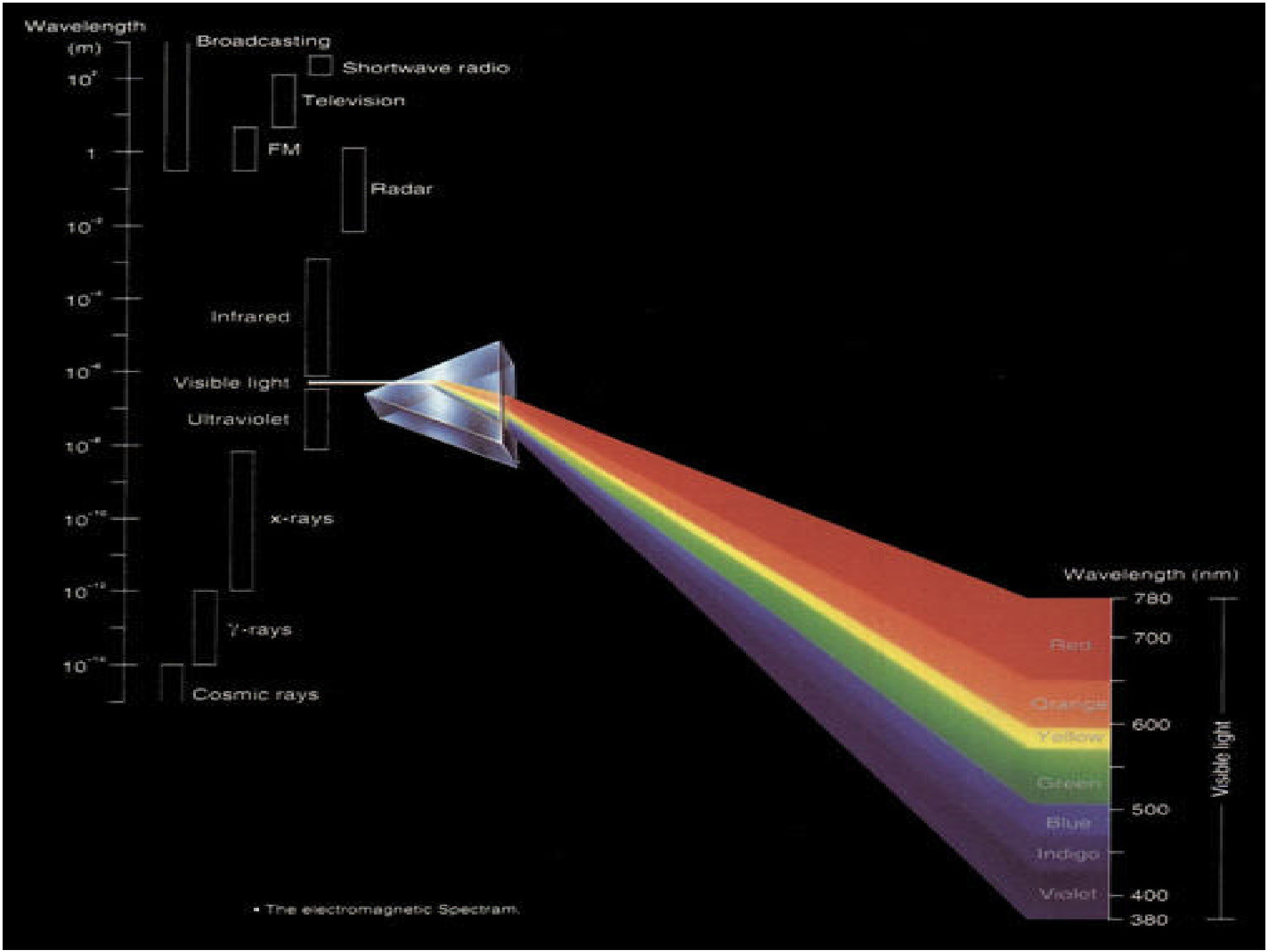
2) 색광과 색채

색광 : 발광체의 색

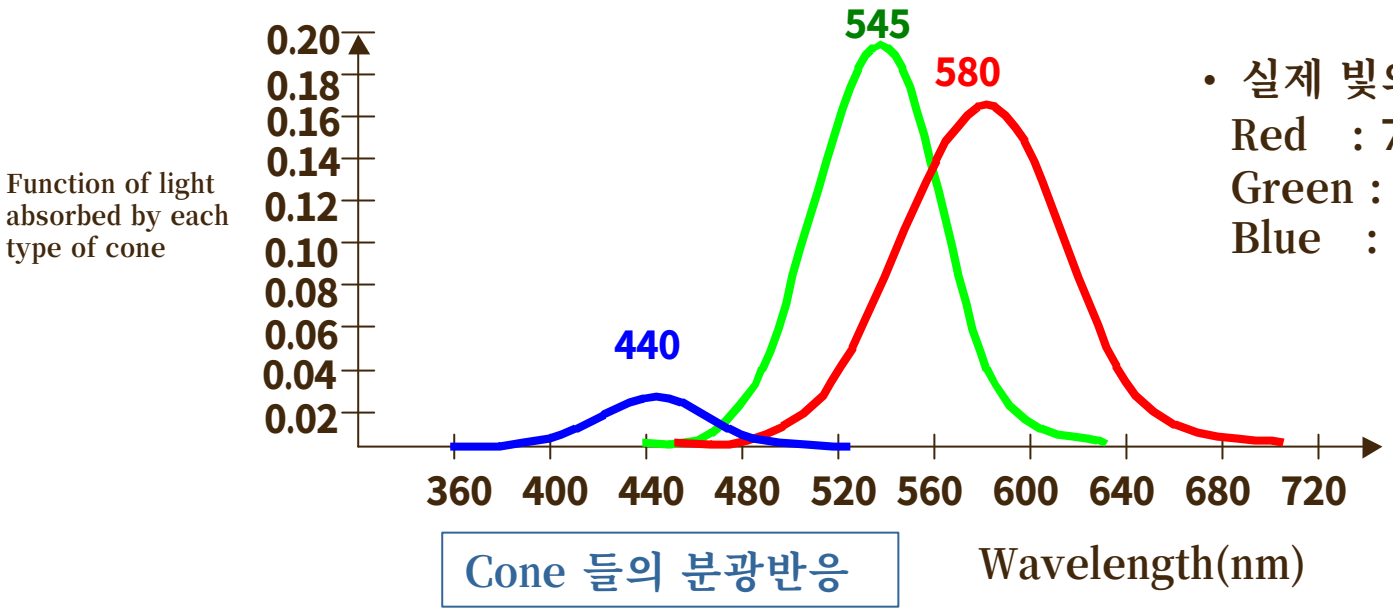
색채: 다른 광원으로부터 광을 반사 또는 투과하여 나타나는 색

-무채색 :흑, 백, 회색

-유채색 :적, 황, 녹, 청, 등



• The electromagnetic Spectram.



Cone 들의 분광반응

- 실제 빛의 파장
  Red : 700nm
  Green : 543.1nm
  Blue : 435.8nm

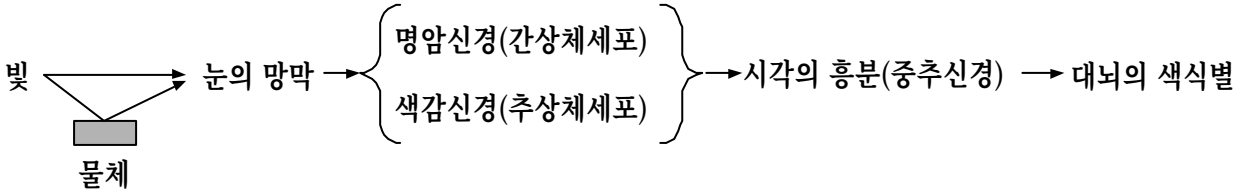
- Cone들의 최대 반응점은 이들 색깔들과 대응되는 파장에 정확히 일치하지 않고, 두 가지 이상이 서로 중첩되어 반응함으로써 서로 다른 빛의 파장을 식별할 수 있다.

- 특별한 범위의 파장이 한 종류의 cone만을 자극한다면 인간의 시각 시스템은 그 범위의 파장과 강도를 구별해 낼 수 없다.

참고 감광기관

•간상세포(Rod) : 눈의 그물막에 있는 명암을 느끼는 막대모양의 세포

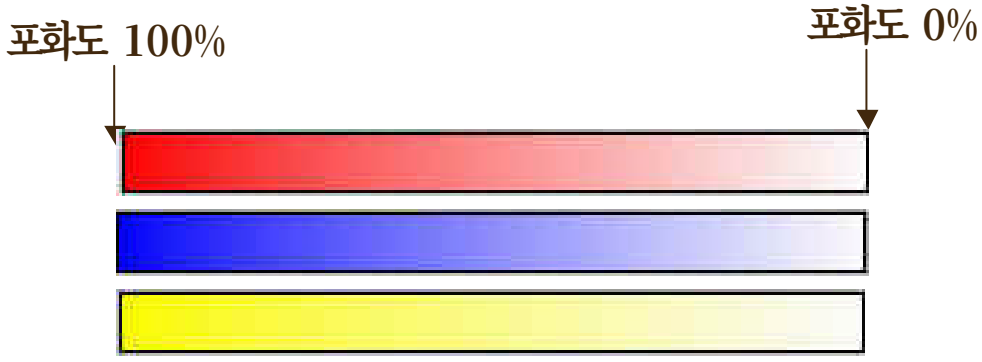
•원추세포(Cone) : 망막의 가장 안쪽에 있는 색깔을 느끼는 시세포



3) 색의 3가지 속성

- 영상데이터는 빛의 파장에 의해 정의되는 색도, 빛의 양인 휘도 등과 같은 물리량이다.
- 감광신경은 이들의 자극을 뇌에 전달하고 뇌는 색상(Hue)이나 명도(brightness), 채도(saturation)와 같은 속성으로 감지한다.

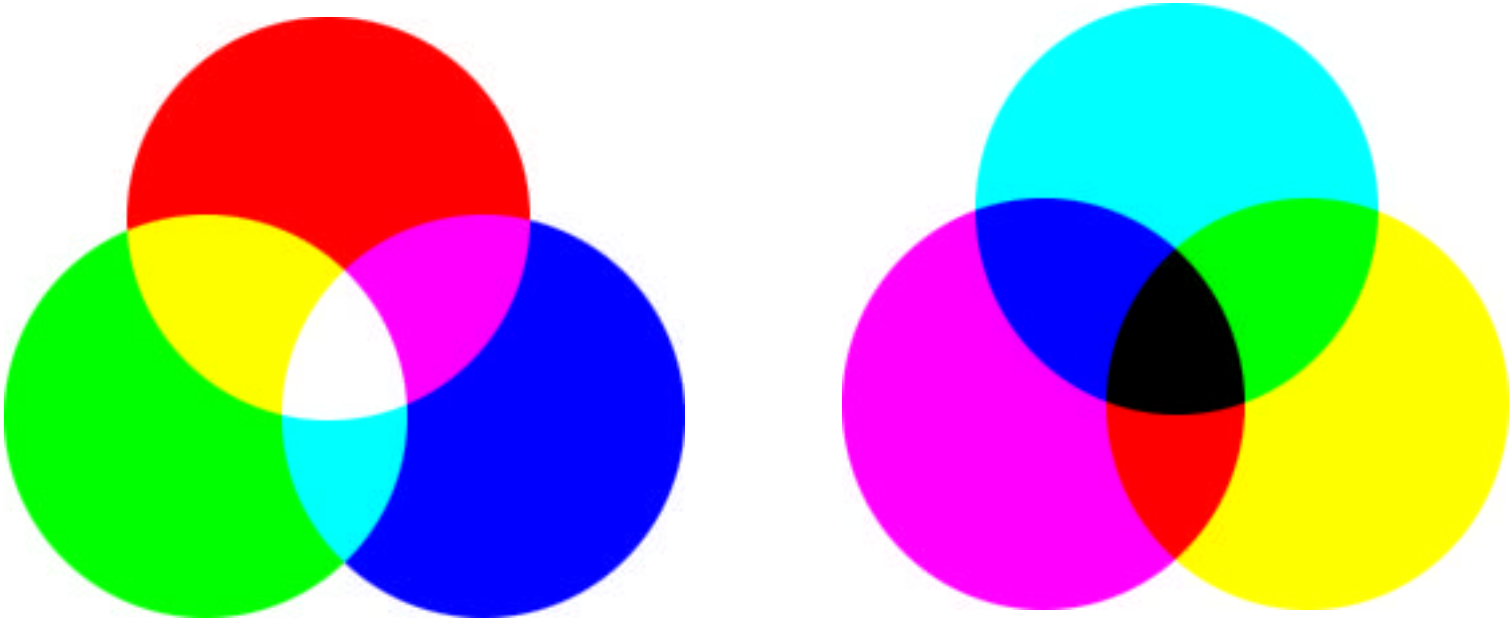
① 명도(brightness) : 색의 밝기, 휘도
② 색상(hue) : 색의 종류
③ 채도(saturation) : 색의 선명도, 포화도(백색광의 포함정도)
%(percent)로 나타냄



4) 색의 혼합

3가지의 색을 적절히 혼합하면 모든 색을 합성해 낼 수 있다.

- 가산혼합(additive mixture) : 색광혼합
- 감산혼합(subtractive mixture) : 색채혼합



5) Grassman's Law

① 3가지 색광의 혼합으로 임의의 칼라를 match 시킬 수 있다.

② 혼합된 색에 대해서 육안은 그 성분을 분해해서 느낄 수 없다.

③ 혼합에 의해서 얻은 색의 밝기(휘도)는 각 성분의 색 밝기의 합과 같다.

④ 3원색의 혼합비가 일정하면 색상과 색포화도는 같다.

예) R:G:B=1:2:3

R:G:B=2:4:6 (같은 색상과 색포화도를 가짐)

⑤ Color matching: (등색)

$$C = m \cdot M + n \cdot N + p \cdot P$$

① 가산법칙

M=N 이고 P=Q이면

M+P=N+Q이다.

② 감산법칙

M+P=N+Q 이고 P=Q 이면

M=N이다.

③ 교환법칙

M=N이고 N=P이면

M=P이다.

6) 표색(color specification)

임의의 색은 Grassman's Law에 의하여 삼원색(R,G,B)의 혼합으로 등색이 되므로 등색에 필요한 3원색의 양으로 그 색을 수량적으로 정의 할 수 있다.

색방정식 $$C = R_1[R] + G_1[G] + B_1[B]$$

3원색의 량 R_1 G_1 B_1을 색광 C의 3자격값(Tri-stimulus value)이라 한다.

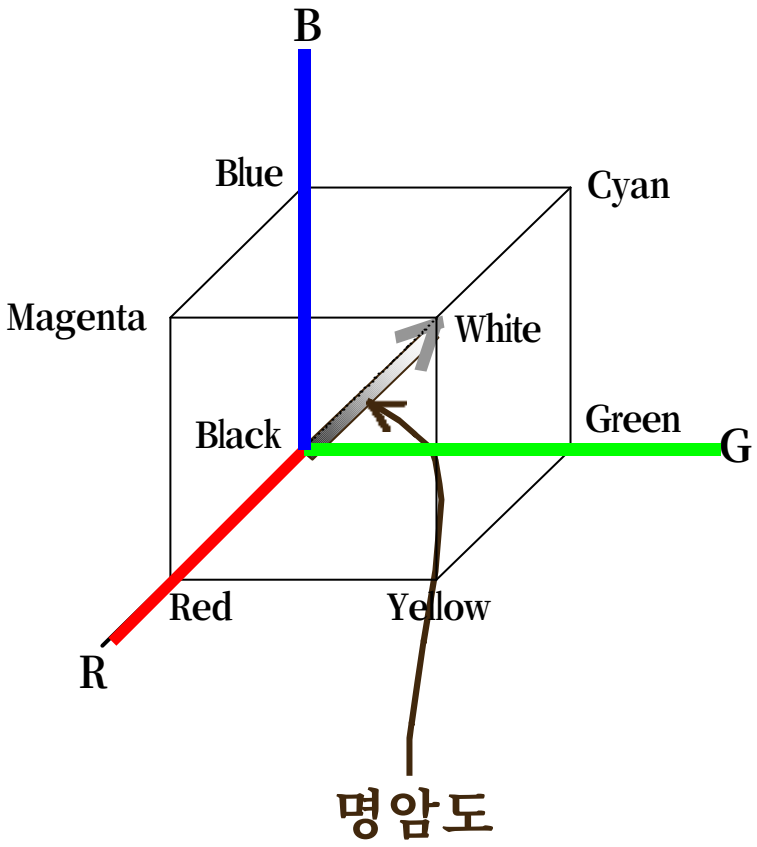
칼라공간(칼라모형)

- 가시광선의 수백만 가지 색 파장 중 사람의 눈으로는 단지 수십만 개의 칼라만을 구별해 낼 뿐이다. 이렇기에 칼라를 체계적인 방법으로 조작하기 위해 객관적으로 표현할 수 있는 color model을 이용한다.

- 이를 통하여 color 와 다른 color와의 관계를 정의한다

7) RGB 표색계

- Red, Green, Blue 빛의 삼원색의 좌표의 세축을 구성
- 가산 색체계
- Color CRT 와 컴퓨터 그래픽스 시스템이 사용하는 모델
- 장점 :컴퓨터 그래픽스시스템의 설계를 간단하게 만듬
- 단점 : R,G,B 컬러 요소들의 큰 상호관계로 영상처리 알고리즘을 수행하는데 어려움



8) CMY 표색계

- Cyan, Magenta, Yellow로 구성
- RGB색공간과 반대의 공간
- Cyan, Magenta, Yellow는 각각 Red, Green, Blue의 보색.
- White로 부터 감산하여 원하는 색을 만들어 내는 감산혼합색 체계

o RGB to CMY

두좌표계는 흰색에 대한 보색관계이므로 아래와 같다

- Cyan = 1.0 - Red
  = (255,255,255) - (255,0,0) =(0,255,255)
- Magenta = 1.0 – Green
  = (255,255,255) - (0,255,0) =(255,0,255)
- Yellow = 1.0 – Blue
  = (255,255,255) - (0,0,255) =(255,255,0)

o CMY to RGB

- Red = 1.0 - Cyan
- Green = 1.0 – Magenta
- Blue = 1.0 - Yellow

9) CMYK 표색계

이론상으로 Black(K)는 Cyan, Magenta, Yellow의 혼합으로 만들어짐.
실질적으로는 염료의 비순수성과 잉크의 낭비라는 점에서 비효율적임.
CMY 표색계에서 네번째 칼라인 Black을 추가하여 CMYK 공간의 정의.

- **CMY to CMYK**

  $K=\min(C,M,Y)$
  $C=C-K$
  $M=M-K$
  $Y=Y-K$

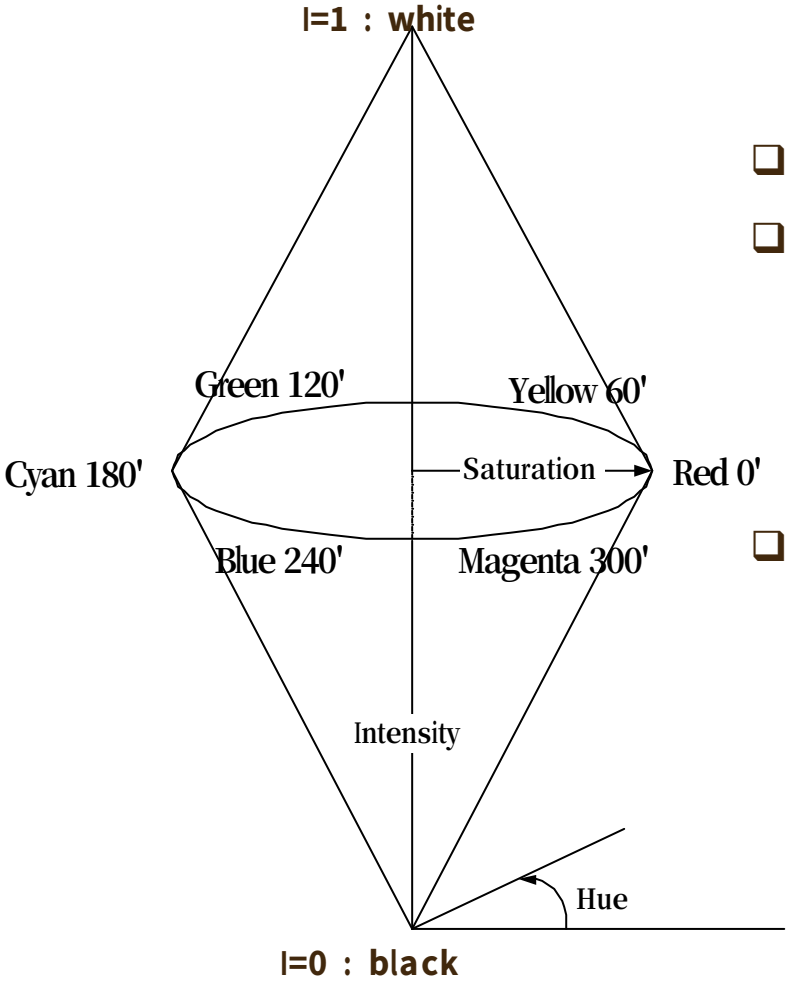
- **CMYK to CMY**

  $C=C+K$
  $M=M+K$
  $Y=Y+K$

10) HSI 표색계

Hue(색상), Saturation(채도), 명도(Intensity)로 color를 표현

수많은 application이 HSI 칼라모델을 사용



- Hue : 색의 종류로 0~360도의 각도로 표시
- Saturation : 색의 선명도(백색광의 포함정도)
  - 0~1 범위의 반지름에 해당
  - S=1일 때 100% 채도(백색광이 전혀 섞이지 않은 칼라)
  - S=0일 때 0% 채도(무채색)
- Intensity : z축에 해당(영상의 전체적인 밝기를 의미)
  - 0일 때는 black
  - 1일 때는 white

RGB to HSI

- RGB 공간에서 HSI 공간으로의 변환

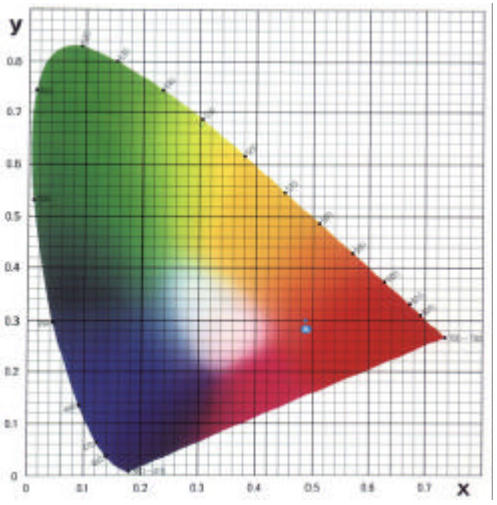
$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

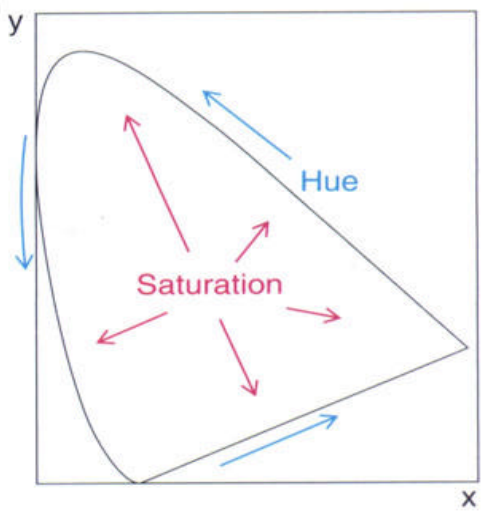
$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)}[\min(R,G,B)]$$

$$\begin{cases} H = \cos^{-1}\left[\dfrac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}}\right] & \text{If } B \le G \\ H = 360^\circ - H & \text{else} \end{cases}$$

11) xyz 표색계

- RGB 나 CMY(K) 같은 비표준 모델은 스캐너나 프린터 메이커에 따라 색차이가 있으므로 기기들 사이에 호환성이 없음.
- 기기에 영향을 받지 않는 표준 색공간의 필요성이 대두
- xyz 컬러모델이 1931년 CIE(Commission International d' Eclairge : 국제조명위원회)에 의해 개발





- x,y,z는 인간의 R,G,B 에 가까운 색을 표시하는 수치임
- y는 동시에 휘도도 표현

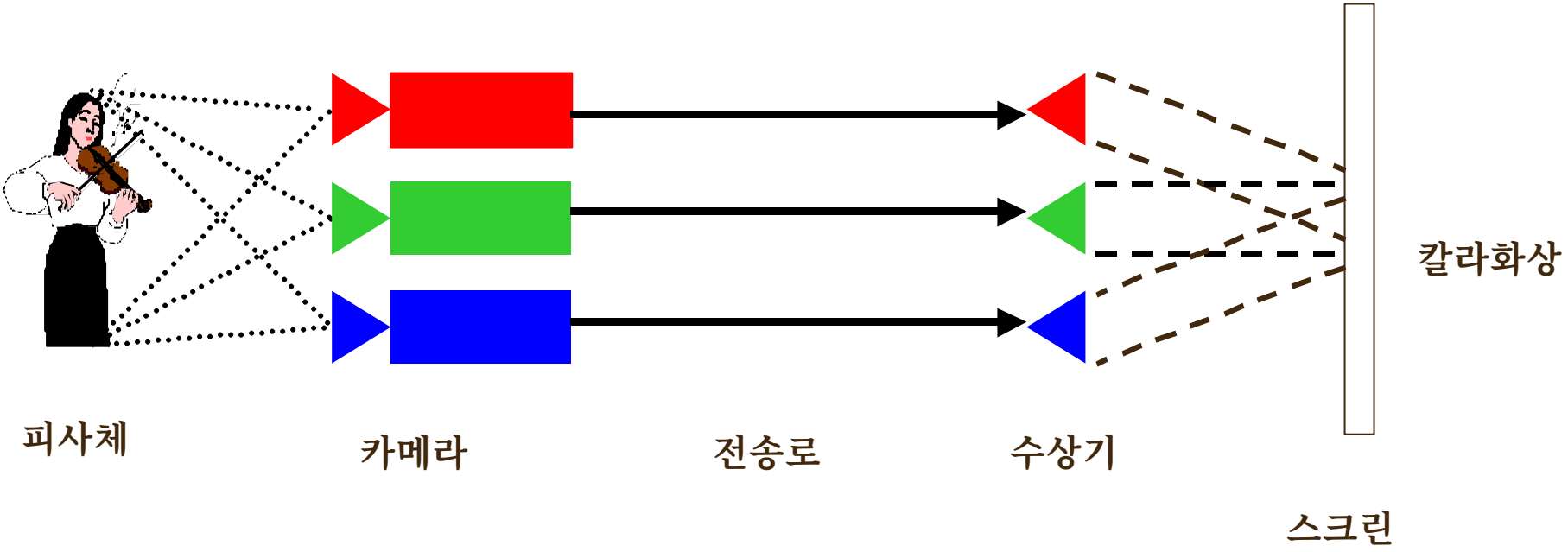
$$\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0.608 & 0.174 & 0.200 \\ 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.000 & 0.0662 & 1.112 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} R \\ G \\ B \end{vmatrix}$$

Ch3. NTSC 방식 칼라텔레비젼

CVIP Lab

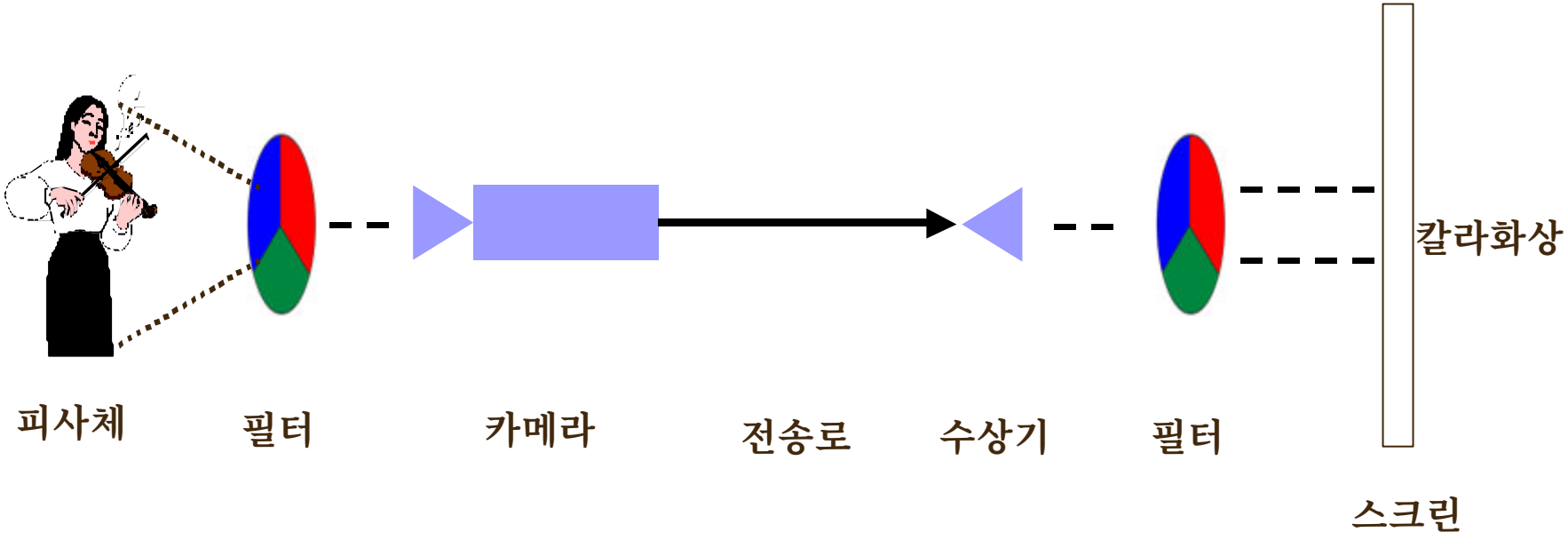
3-1 Color TV 방식의 기본

1) 동시식 color TV 방식



- 하나의 컬러영상에 대하여 세개의 전송로가 필요하므로 흑백에 비해 3배의 주파수 대역을 사용
- 흑백TV와 양립성이 없다

2) 순차식 Color TV 방식



- 잔상에 의한 칼라화상 재현
- 흑백TV와 양립성이 없다.
- 공업용이나 의학용등 사설 TV로 이용

3-2 NTSC 방식의 특징

NTSC : National Television System Committee

1953.12 미국의 표준방식으로 채택

- 컬러TV와 흑백TV와의 양립성(Compatibility)이 있다.

  흑백수상기로 컬러 방송신호를 흑백으로 시청할 수 있다.

  컬러수상기는 흑백 방송신호를 흑백으로 시청할 수 있다.

- 요구사항

  ① 주사방식이 흑백TV와 동일

  – 주사선수, 필드수, 비월주사, 동기방식이 동일할 것

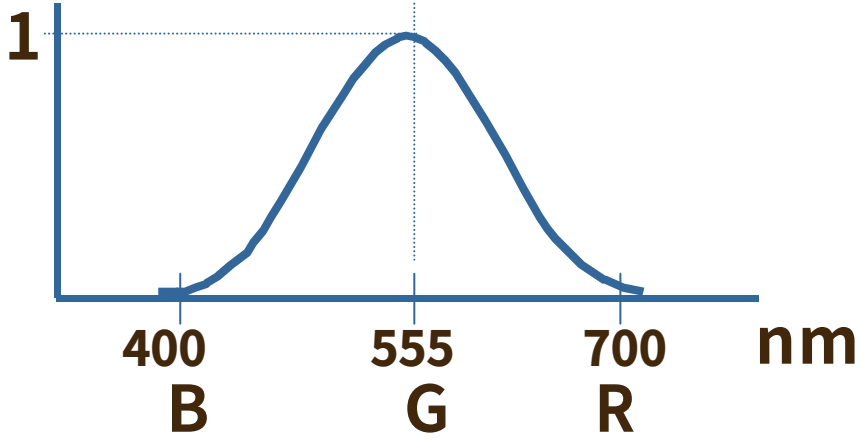
  ② 컬러TV 방송전파의 채널폭이 흑백방식과 동일할 것

  ③ 컬러TV 영상신호중 1개는 흑백TV의 휘도신호일 것

3-3 Color TV 신호와 전송기술

1) 휘도신호(luminance signal)

- 표준 비시감도(relative luminous efficiency) 곡선 - CIE
- (Green 계열의 비시감도가 가장 높다.)

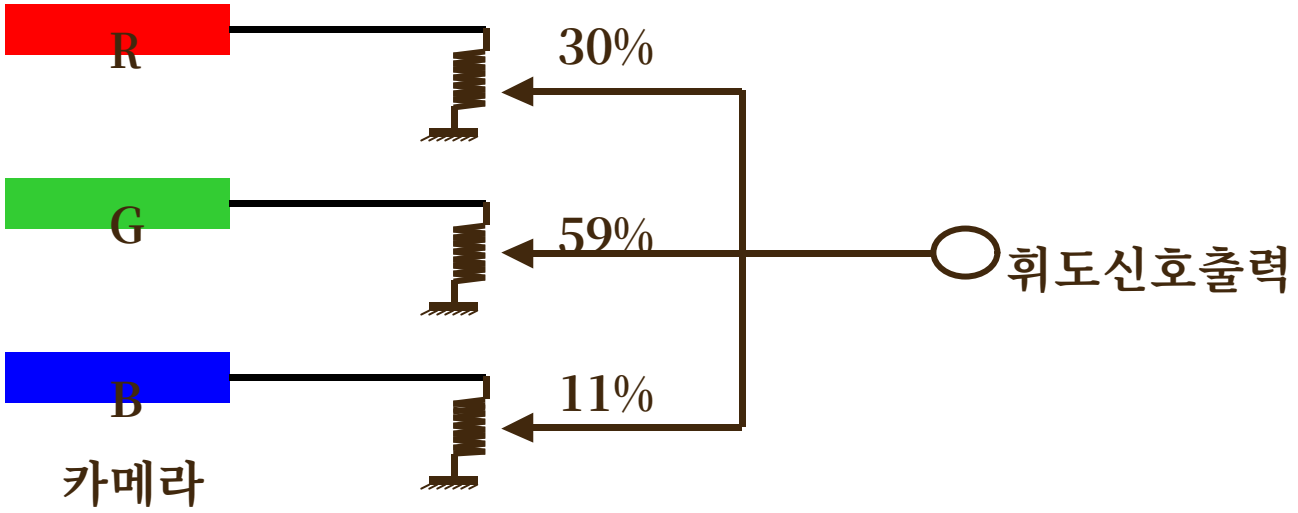


휘도신호 $E_Y = 0.299E_R + 0.587E_G + 0.11E_B$

$E_Y \approx 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$

$E_R = E_G = E_B = 1$ 일때 $E_Y = 1$

- 휘도신호회로



2) 색차신호(color difference signal / chrominance signal)

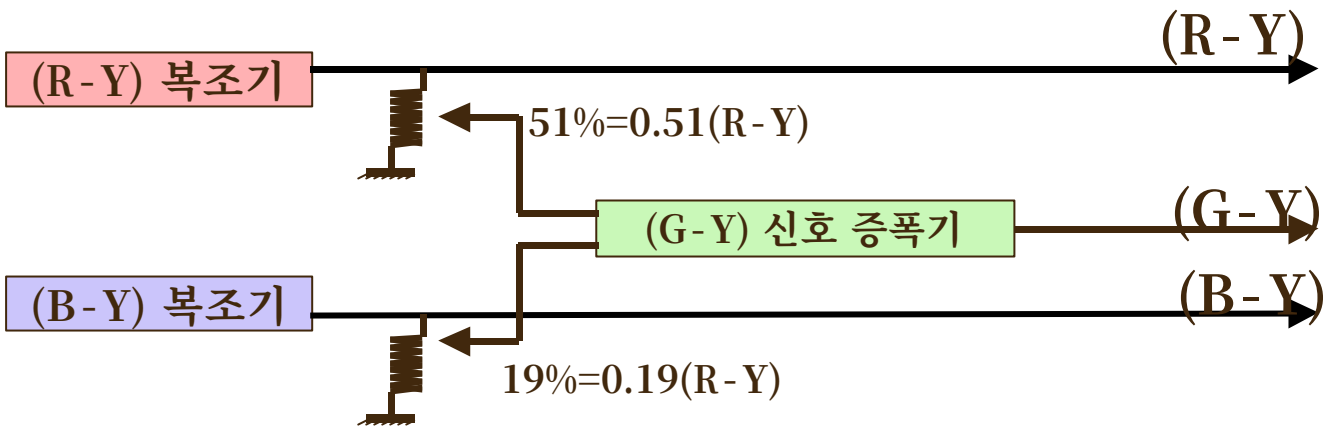
$$E_R - E_Y = 0.70E_R - 0.59E_G - 0.11E_B$$

$$E_B - E_Y = -0.30E_R - 0.59E_G + 0.89E_B$$

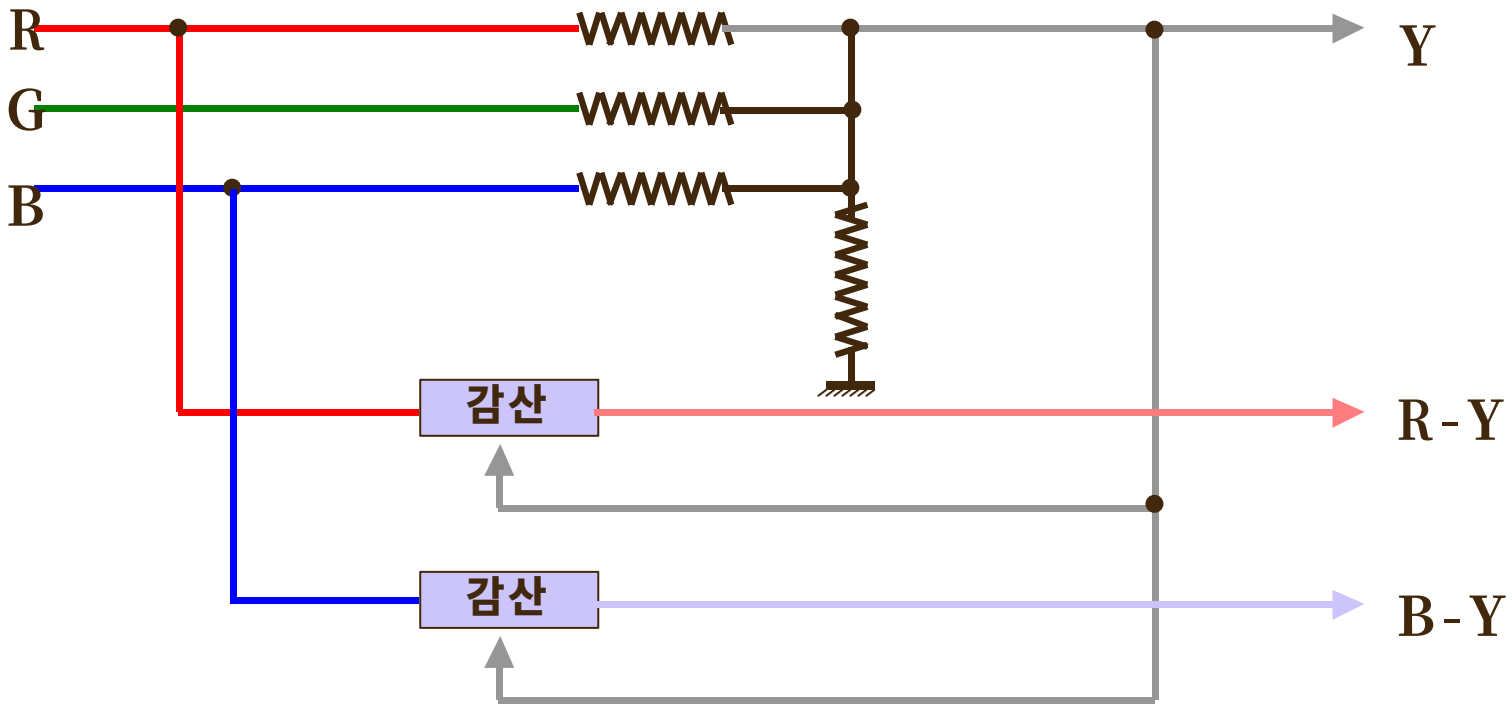
$$E_G - E_Y = -0.30E_R + 0.41E_G - 0.11E_B$$

여기서 $E_G - E_Y = -0.51(E_R - E_Y) - 0.19(E_B - E_Y)$

이므로 전송할 필요가 없다.



❑ 수상 매트릭스 회로(matrix circuit)



❑ R, G, B 신호로 부터 Y, 색차신호를 만드는 회로(송상측)

- 색차신호의 성질

① 포화도가 높을수록 진폭이 크고 무채색의 흑백화상일 경우 색차신호들은 zero.
($E_R=E_G=E_B$ 이므로 $E_R-E_Y=E_G-E_Y=0$)

① 색차신호만을 3색수상관에 공급한다면,
수상관의 밝기는 제로.
$0.3(E_R-E_Y)+0.59(E_G-E_Y)+0.11(E_B-E_Y)=0$

3) E_I 신호, E_Q신호

- E_Y, E_R-E_Y, E_B-E_Y 신호를 모두 사용하면 R, G, B를 모두 전송할때 와비교하여 대역폭이 절감되지 않는다.
- 인간의 눈은 색에 매우 둔감하므로 색차신호를 휘도신호처럼 고주파성분까지 다 전송하지 않아도 우리의 육안은 이를 구별하지 못한다.
- 이를 이용하여 NTSC 방식에서는 색차신호를 약간 변형한 별도의 색신호(E_I 신호, E_Q신호)를 사용하여 대역폭을 절감한다.

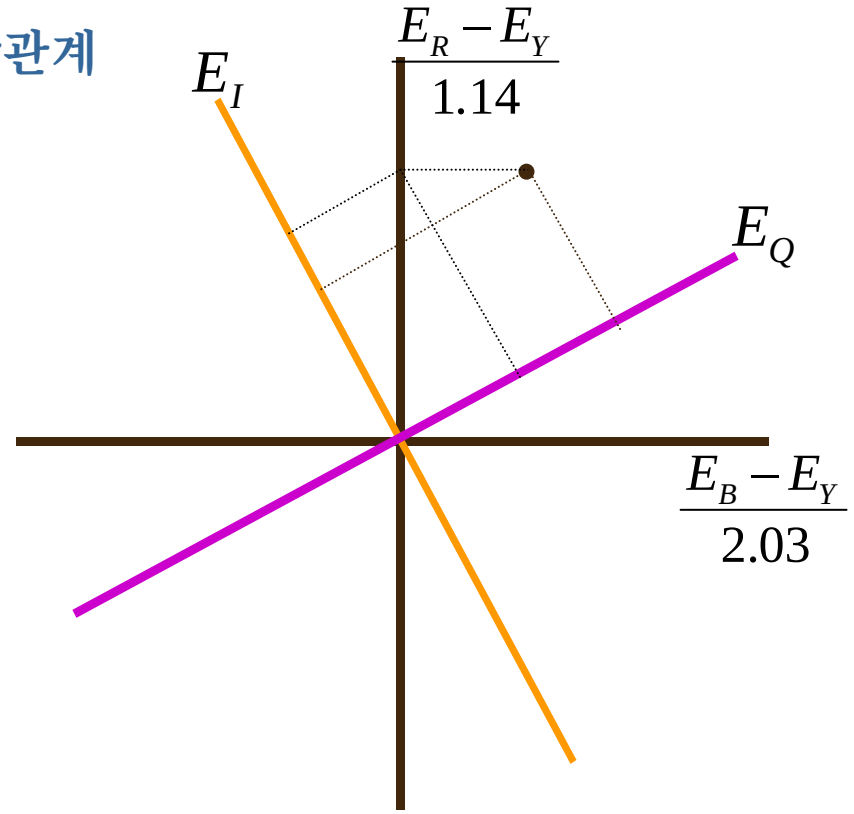
휘도신호의 대역폭 : 4.3MHz
E_I(I) 신호의 대역폭 : 1.5MHz
E_Q(Q)신호의 대역폭 : 0.5MHz

❑ 색차신호 E_R-E_Y, E_B-E_Y 대신에 시감도가 높은쪽(I축;Imphase)과 낮은쪽(Q축;Quadrature)을 색신호로 사용

❑ EI, EQ 신호와 색차신호와의 위상관계

$$E_I = \frac{E_R - E_Y}{1.14}\cos 33^\circ - \frac{E_B - E_Y}{2.03}\sin 33^\circ$$
$$= 0.74(E_R - E_Y) - 0.27(E_B - E_Y)$$
$$= 0.60E_R - 0.28E_G - 0.32E_B$$

$$E_Q = \frac{E_R - E_Y}{1.14}\sin 33^\circ + \frac{E_B - E_Y}{2.03}\cos 33^\circ$$
$$= 0.48(E_R - E_Y) + 0.41(E_B - E_Y)$$
$$= 0.21E_R - 0.52E_G + 0.31E_B$$



$$E_I = x - y$$

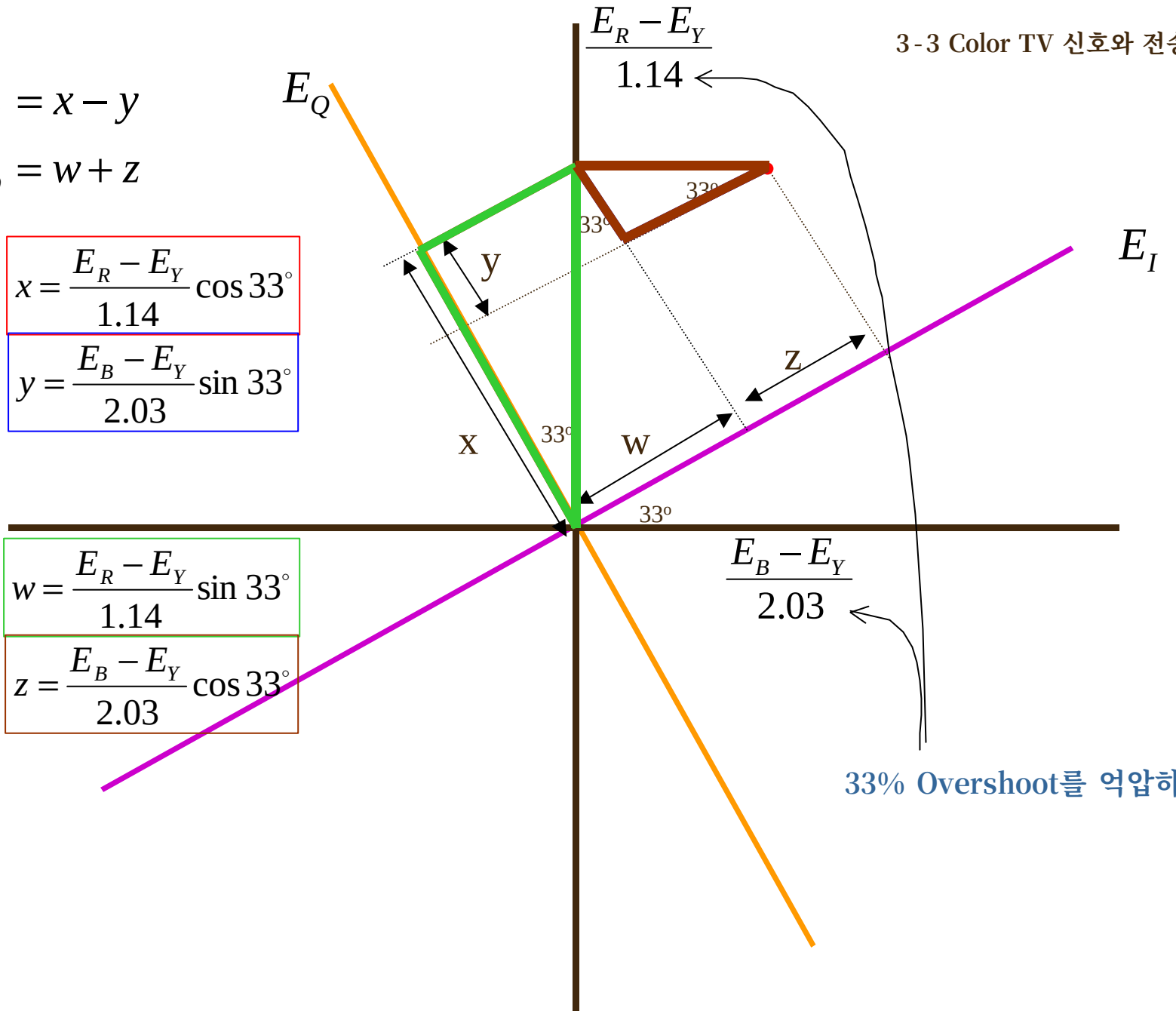
$$E_Q = w + z$$

$$x = \frac{E_R - E_Y}{1.14}\cos 33^\circ$$

$$y = \frac{E_B - E_Y}{2.03}\sin 33^\circ$$

$$w = \frac{E_R - E_Y}{1.14}\sin 33^\circ$$

$$z = \frac{E_B - E_Y}{2.03}\cos 33^\circ$$



33% Overshoot를 억압하기 위해

- 수신측에서 E_I, E_Q, E_Y 신호로 E_R, E_G, E_B를 복원할려면

색차신호

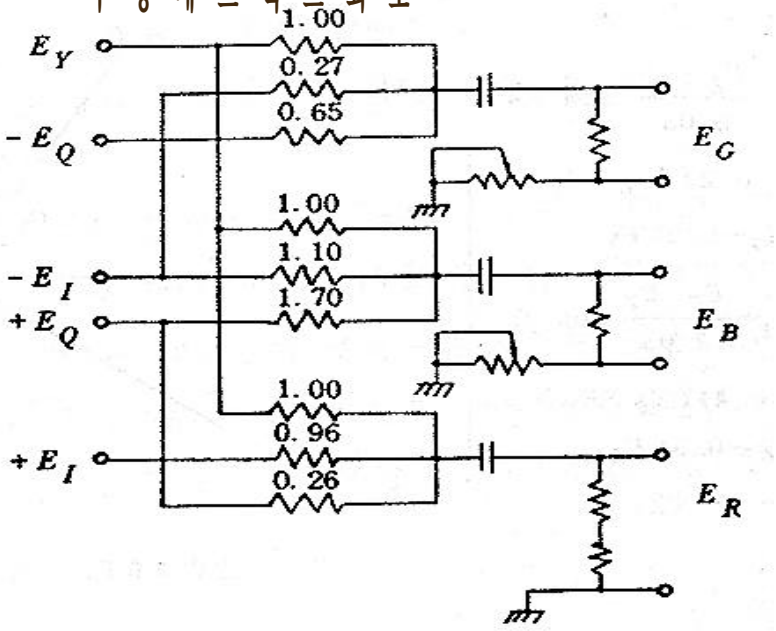
$$E_R - E_Y = 0.96E_I + 0.26E_Q$$

$$E_B - E_Y = -1.10E_I + 1.70E_Q$$

$$E_G - E_Y = -0.27E_I - 0.65E_Q$$

에 휘도신호 E_Y 를 각각 더한다.

수 상 매 트 릭 스 회 로



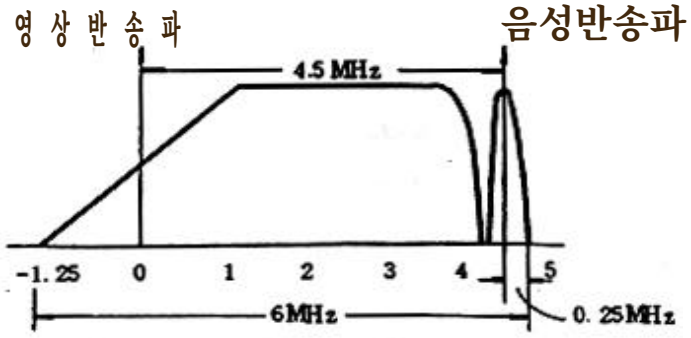
$$E_R = 0.96E_I + 0.26E_Q + E_Y$$

$$E_B - E_Y = -1.10E_I + 1.76E_Q + E_Y$$

$$E_G - E_Y = -0.27E_I - 0.65E_Q + E_Y$$

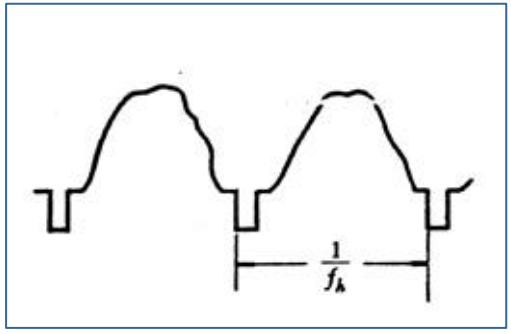
4) 주파수 인터리브(interleave) 다중

- 흑백TV 방송파의 주파수특성

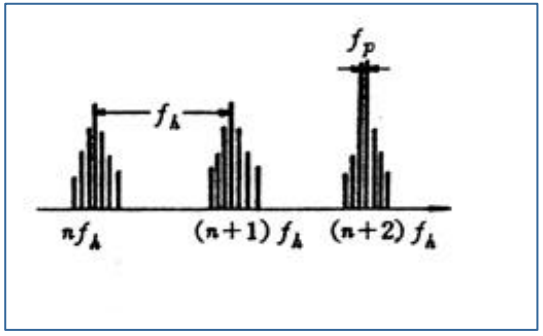


흑백영상신호의 대역폭은 잔류측파대 방식을 사용
상측파대 : 4.25MHz
하측파대 : 1.25MHz

- 휘도신호의 에너지분포는 수평주사주파수 및 그 고조파에 집중되어 있고 아래의 그림과 같이 간격이 존재
- 영상신호의 에너지는 저주파대에 집중



휘도신호파형

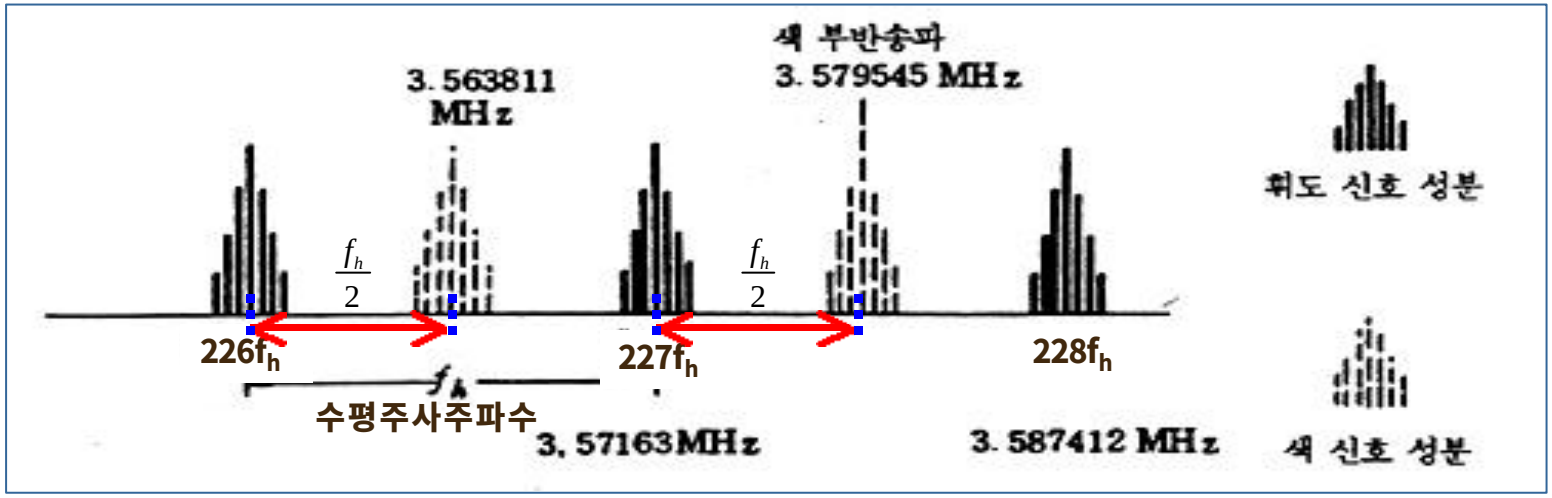


주파수 스펙트럼

fh: 수평주사주파수

f_p: 프레임주파수

- 컬러TV가 흑백과 양립하려면 위의 대역내에서 E_Y, E_I, E_Q 신호를 전송해야함
- 휘도 주파수의 고조파 사이에 E_I, E_Q 색신호를 삽입하는 방식이 고안 -> 색부반송파(Color subcarrier)를 E_I, E_q의 양신호로 2상변조한다.



주파수 인터리빙에 의한 color TV 신호의 주파수 스펙트럼

위의 그림과 같이 삽입된 색신호가 휘도신호의 스펙트럼에 영향을 주지 않기 위해 색 부반송파(Color sub-carrier)의 주파수를 수평주사주파수(f_h)의 ½로 설정하고 수평주사주파수(f_h)의 455배 고조파로 선정한다.

색부반송파의 주파수 $f_s = \frac{f_h}{2} \times 455 \approx 3.58\,MHz$

색부반송파 주파수를 455배 고조파로 정한 이유는 Q신호로 색부반송파를 변조하면 $\pm 0.5MHz$ 의 측파대가 생기는데 이는 3.08~4.08MHz의 범위로 휘도신호 속에 들어가므로 색부반송파의 주파수를 정하는 하나의 조건이 된다.

- 현재의 칼라 NTSC에서는 수평주사주파수를 음성반송주파수 4.5MHz 의 286번째 고조파로 한다.

$$f_h = \frac{4.5M}{286} = 15.73427\,KHz \approx 15.73KHz$$ 흑백과 유사

- 수직주사주파수

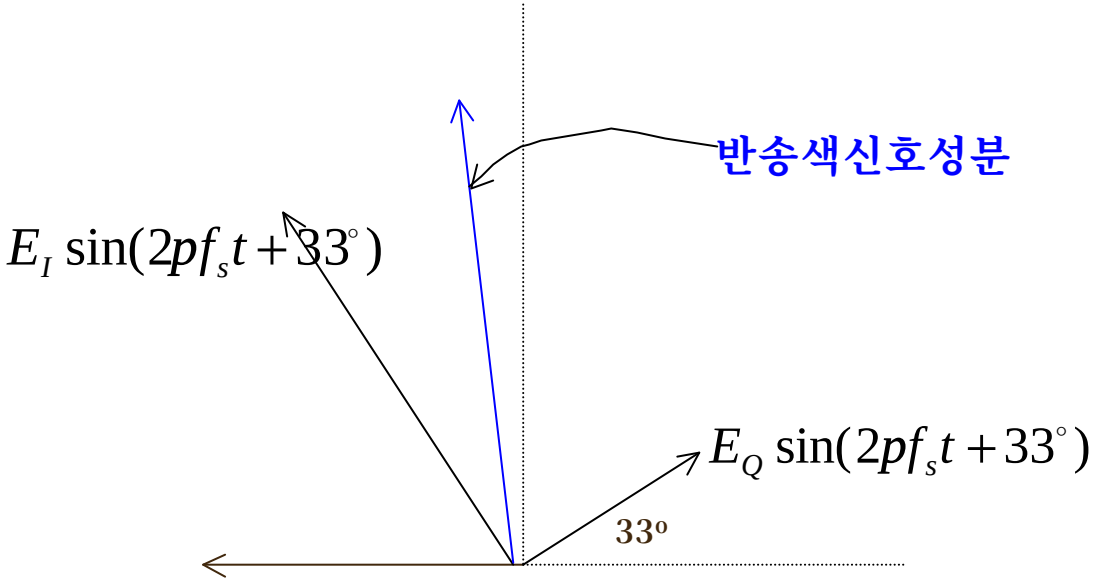
$$f_v = \frac{15.73427\,KHz}{262.5} = 59.94Hz \approx 60Hz$$ 흑백TV 수상기에서 수신가능

fs는 수평주사주파수(fh)의 277.5배

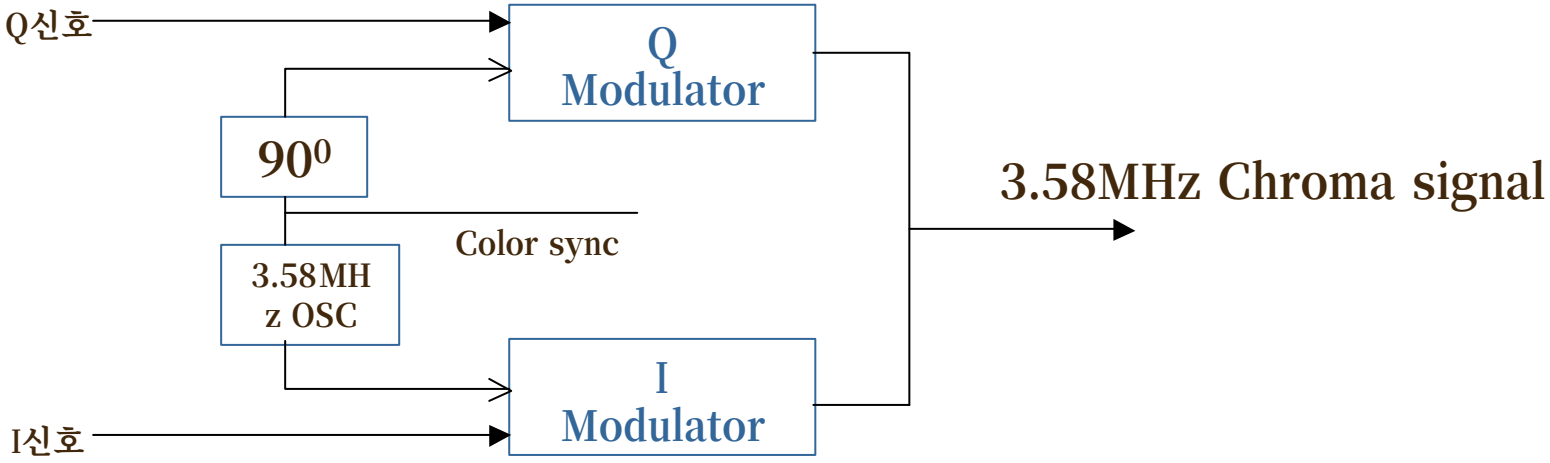
$$f_s = \frac{f_h}{2} \times 455 = f_h \times 227.5 = 15.73427\ KHz \times 227.5 = 3.579543\ MHz$$

$$\approx 3.58\,MHz$$

색부반송파의 직각 2상변조



Color burst(색동기신호)



5) 색차신호의 감폭

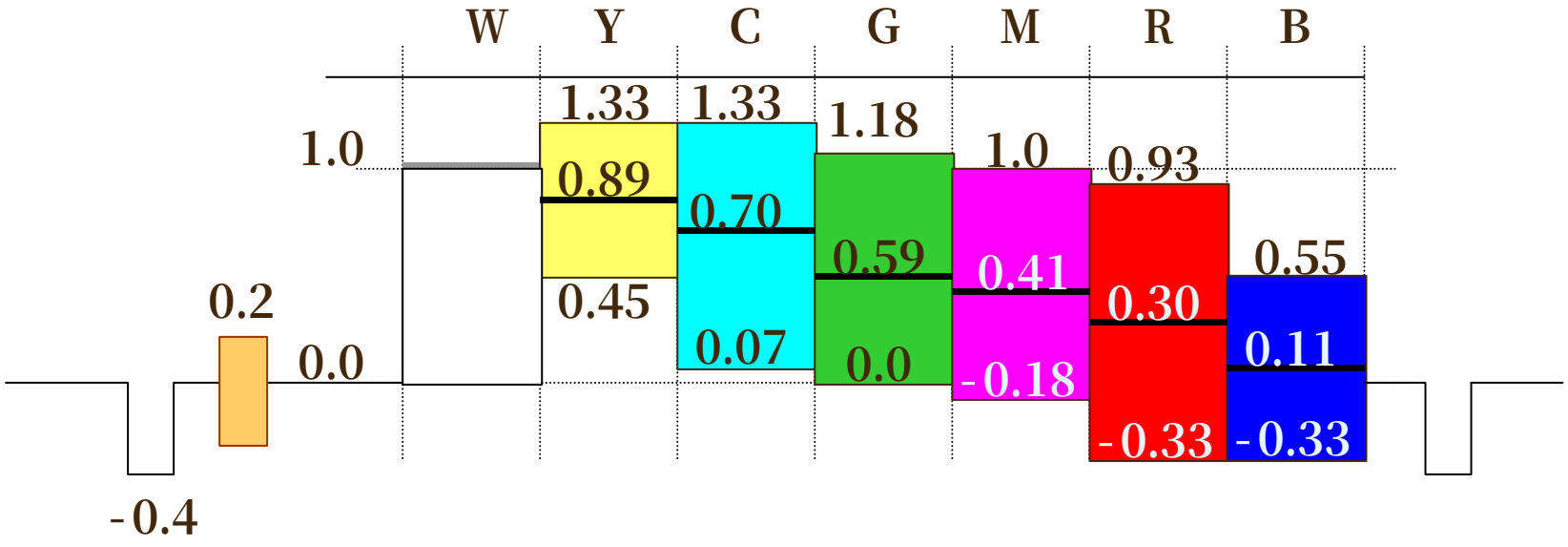
- NTSC 방식에서는 overshoot가 33%를 넘어서는 안된다는 규정이 있다.
- Overshoot를 억압하기 위해

$E_R - E_Y$ 신호를 $\frac{1}{1.14} = 0.877$

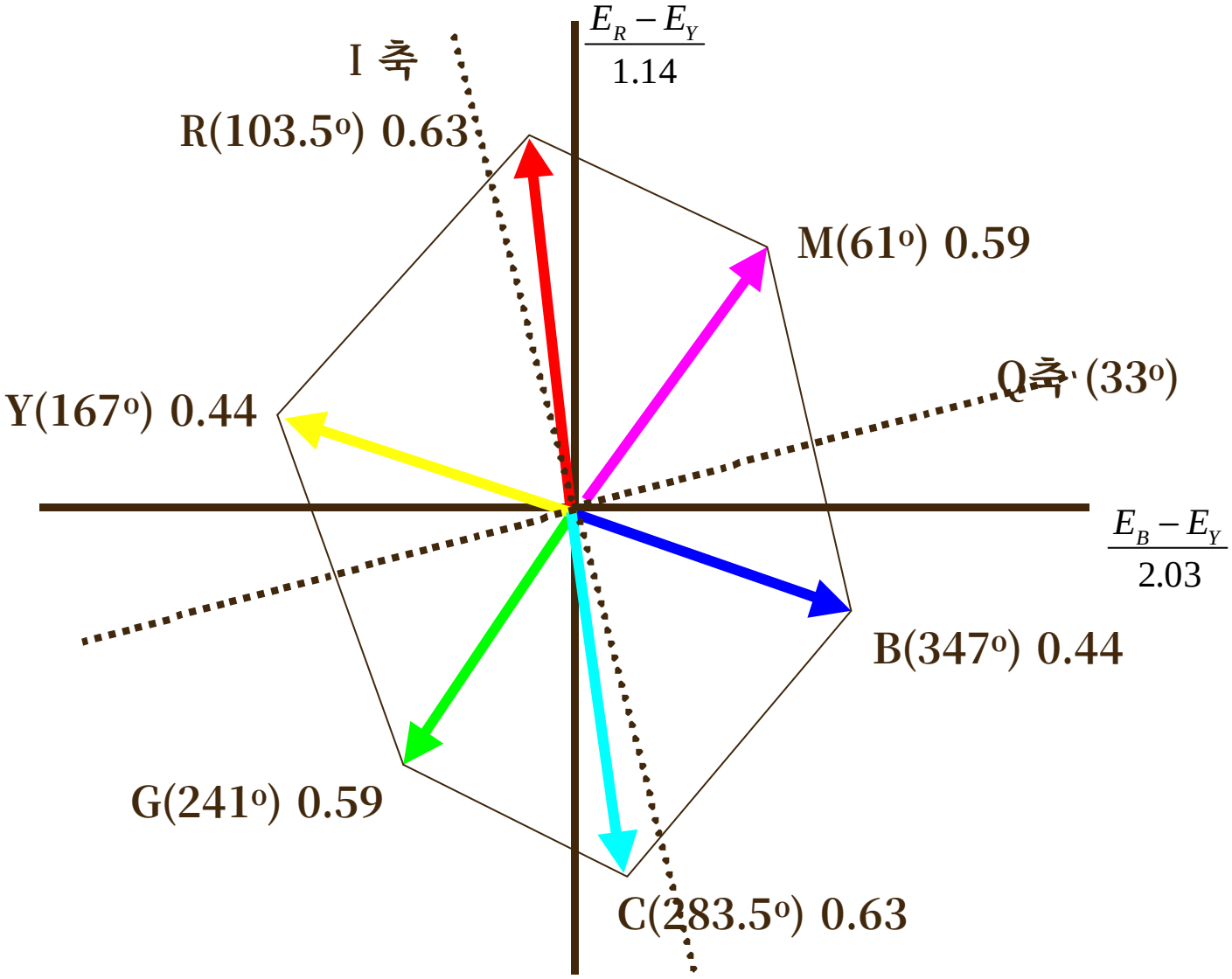
$E_B - E_Y$ 신호를 $\frac{1}{2.03} = 0.493$

} 배로 줄인다

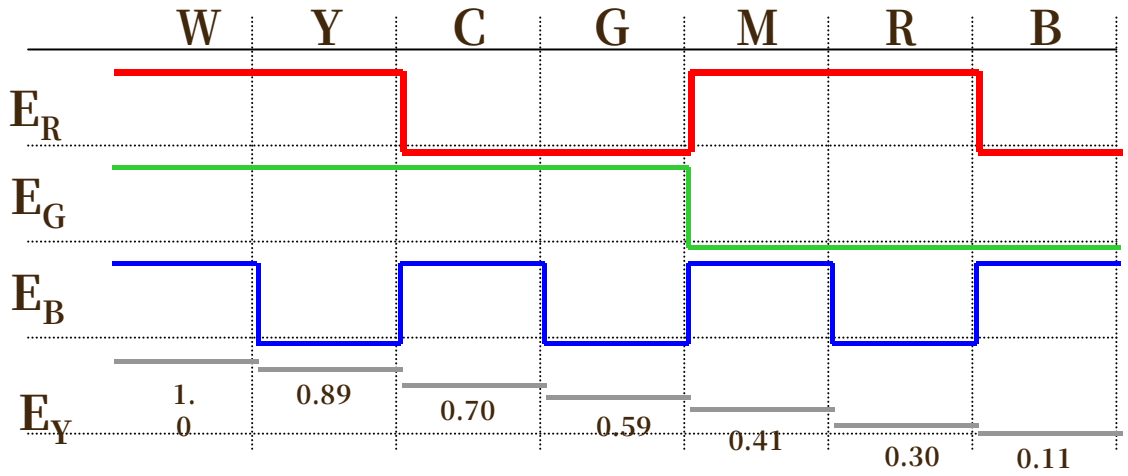
100% color bar



□ 칼라바 도형을 주사시의 부반송파 벡터도



예) 100% 적색의 색부반송파의 진폭및 위상을 구하면?



$$E_Y = 0.30E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$$

$$|E_C| = \sqrt{\left(\frac{E_R - E_Y}{1.14}\right)^2 + \left(\frac{E_B - E_Y}{2.03}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1.0-0.3}{1.14}\right)^2 + \left(\frac{0-0.3}{2.03}\right)^2} = \sqrt{0.614^2 + (-0.148)^2} = 0.632$$

$$q = \tan^{-1}\frac{0.148}{0.614} = 13.5^\circ$$