

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H01J 61/44(11) 공개번호 특2000-0010909
(43) 공개일자 2000년02월25일

(21) 출원번호	10-1998-0709056
(22) 출원일자	1998년 11월 10일
번역문제출일자	1998년 11월 10일
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/00942
(86) 국제출원출원일자	1998년 03월 06일
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 국내특허 : 아일랜드 캐나다 중국 일본 대한민국 미국
(30) 우선권주장	97-054531 1997년 03월 10일 일본(JP)
(71) 출원인	마츠시타 덴끼 산교 가부시키가이샤 일본 오사카후 가도마시 오오아자 가도마 1006 하시모토 겐지로
(72) 발명자	일본국 오사카후 오사카시 야사히코 다이시바시 3-14-17 야노 다다시 일본국 교토후 소라쿠군 기즈쵸 소라쿠다이 8-6-24-에이202 시미즈 마사노리 일본국 교토후 교탄나베시 구사우치 한쇼와리 42-1-738 사카모토 쇼에쓰 일본국 오사카후 히라카타시 고리가오카 12-24-20 김영철
(74) 대리인	

심사청구 : 없음(54) 형광램프**요약**

형광 피크 파장이 530nm~560nm에 있는 녹색 형광체와, 600nm~630nm에 있는 적색 형광체에 의해 주된 발광을 얻는 형광램프에 있어서, 상기 형광램프광 하에서 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3에 규정되어 있는 특수연색 평가수 계산용 No.9, No.10, No.11, No.12의 4시험색의 먼셀색상이 각각 적색, 황색, 녹색, 청자색으로 지각될 수 있는 것을 특징으로 한 형광램프.

대표도**도1****명세서****기술분야**

본 발명은 연색성은 낮지만 램프효율이 높은 형광램프에 관한 것이다.

배경기술

발광관 내의 방전현상을 이용한 방전 램프에는 고휘도 방전램프와 형광램프가 있다. 고휘도 방전램프는 램프효율이 높고 밝으며 수명도 길기 때문에 경제성이 뛰어난 램프이다. 이런 이유로 고휘도 방전램프는 대규모 공간의 큰 밝기가 요구되는 옥외조명 등에 널리 사용되고 있다.

이 고휘도 방전램프 중 가장 램프효율이 높은 램프가 저압 나트륨 램프이다. 따라서 저압 나트륨 램프는 경제성이 중시되는 장소, 특히 터널 내의 조명에 사용되고 있다. 그러나 저압 나트륨 램프는 나트륨 증기 중의 방전을 이용한 램프이고, 590nm 부근의 오렌지 황색의 단색광을 발광한다. 그 때문에 저압 나트륨 램프로 조명된 물체는 거의 색의 식별이 불가능하다.

이와 같이, 저압 나트륨 램프는 단색광을 발광하기 때문에 터널 내에서도 노면에 그어진 차선의 색이 백색인지 황색인지를 식별하기 어려워 차선변경의 일부를 알기 어렵거나, 대부분의 물체가 무채색으로 보여 위화감을 느끼는 등의 문제점이 있었다.

한편, 방전램프 중 형광램프는 다른 램프에 비하여 간단히 점등이 되며, 연색성이 뛰어나고, 수명이 길고, 광색이 풍부하다는 등의 많은 장점이 있기 때문에 넓은 분야에서 대량으로 사용되고 있다.

이 형광램프 중 최근에는 특히 3파장 영역의 발광형 형광램프가 널리 사용되고 있다. 이 3파장 영역의 발광형 형광램프는 인간의 눈이 색을 잘 느끼는 약 450nm의 청색, 약 540nm의 녹색, 약 610nm의 적색의 3파장 영역에 광을 집중시켜 발광시키기 때문에 밝기를 손상시키지 않고 고연색성을 갖는 형광램프이다.

이와 같이 3파장 영역의 발광형 형광램프가 널리 사용됨에 따라 3파장 영역의 발광형 형광램프에 사용되고 있는 3가지의 혼대역 발광형 형광체는 개량에 개량이 거듭되었다. 그 때문에 이 형광체는 다른 형광체에 비해 양자효율이 높은 등의 뛰어난 특성을 갖는다. 3색의 혼대역 발광형 형광체 중 특히 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} 의 화학식으로 나타내는 녹색 형광체를 이용한 녹색의 단색 형광램프의 램프효율은 고주파 점등으로 약 140 lm/W가 되고, 조명기구의 점등회로 효율을 포함한 총합효율은 약 130 lm/W가 된다. 이것은 현재의 형광램프 중에서 가장 총합효율이 높은 형광램프이다. 이와 같이 형광램프라도 효율이 높은 것을 실현할 수 있는 가능성이 생겨났다.

발명의 상세한 설명

따라서 본 발명은 저압 나트륨 램프의 효율과 동등 또는 그 이상이고, 또한 최저한도의 색식별 가능한 형광램프를 제공하는 것을 목적으로 한다.

청구항 1의 본 발명은 발광 피크 파장이 530nm~560nm에 있는 녹색 형광체와, 600nm~630nm에 있는 적색 형광체에 의해 주된 발광을 얻는 형광램프로서, 상기 형광램프광 하에서 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3에 규정되어 있는 특수 연색평가수 계산용 No.9, No.10, No.11, No.12의 4시험색의 먼셀 색상(Munsell color)이 각각 적색, 황색, 녹색, 청자색으로 지각될 수 있는 것을 특징으로 한 형광램프이다.

청구항 2의 본 발명은, 상기 형광램프의 상관색 온도가 3200K~4500K이고, 그 광색의 색도점은 CIE 1960uv 색도 도면 상에서 흑체궤적으로부터의 색도편차가 0.015~0.045인 것을 특징으로 하는 청구항 1 기재의 형광램프이다.

청구항 3의 본 발명은, 상기 녹색 형광체가 태르븀, 또는 테르븀·세륨 또는 테르븀·가돌리늄·세륨을 활성화한 희토류 형광체이고, 상기 적색형광체가 유로퓸을 활성화한 희토류 형광체인 청구항 2 기재의 형광램프이다.

청구항 4의 본 발명은, 상기 형광체를 차지하는 상기 녹색 형광체와 상기 적색 형광체의 중량%비가 70:30~50:50인 청구항 3 기재의 형광램프이다.

청구항 5의 본 발명은, 상기 형광램프의 용도가 옥외 조명용인 것을 특징으로 하는 청구항 1 내지 4 중 어느 한 항 기재의 형광램프이다.

청구항 6의 본 발명은, 상기 형광램프의 용도가 도로 조명용 및 터널 조명용인 것을 특징으로 하는 청구항 1 내지 4 중 어느 한 항 기재의 형광램프이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 관한 형광램프의 상대분광 분포도이다.

도 2는 본 발명의 색채특성의 평가방법도이다.

도 3은 본 발명의 기본개념이 되는 먼셀 색상의 분할도이다.

도 4는 색도 편차 SP를 도시한 도면이다.

실시예

우선 총합효율이 높고 연색성이 낮은, 예를 들면 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프를 개발하기 위해 고려해야 할 점을 설명하기로 한다.

형광램프의 총합 효율을 높게 하기 위해서는, 즉 램프 효율을 높게 하기 위해서는 발광 효율이 높은 형광체를 사용하는 것이 유효하다.

따라서 상술한 바와 같이, 현재 가장 효율이 높고 3파장 영역의 발광형 형광램프에서 사용되고 있는 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} 등의 화학식으로 나타내는 녹색 형광체를 적어도 사용하는 것이 유효하다.

다음으로 효과적으로 최저한도의 연색성을 갖기 위해서는, 또 다른 어떤 형광체가 어느 정도 조금인지가 문제이다.

원래 형광램프는 관내에 방전된 전자에 의해 수은이 휘선을 발하고, 그 휘선에 의해 여기된 형광체가 발광한다.

따라서 형광램프로부터 발광되는 광은 형광체가 발광한 광과 가시수은 휘선의 광이 혼합된 광이다. 가시수은 휘선은 특히 405nm, 436nm 등의 단파장 영역에서의 발광이 많고 형광램프에 포함되는 가시수은 휘선량은 약 51m/W라고 한다.

따라서 형광램프는 원래 어느 정도 청색발광을 갖는다. 또 청색발광은 소량으로 연색성을 향상시키는 것, 청색 형광체의 발광효율은 녹색, 적색 형광체의 발광효율에 대하여 좋지 않은 것, 그리고 위험을 나타내는 표시에는 적색계의 문자나 그림이 사용되고 있는 것 등의 이유때문에 청색 형광체를 사용하지 않

는 것이 바람직하다.

이상에서 적색 형광체와 녹색 형광체를 조합하는 것이 바람직한 것을 알 수 있다.

또 적색 형광체는 3파장 영역의 발광형 형광램프에서 실증되어 있는 바와 같이, 인간이 효율적으로 색을 잘 느끼는 약 610nm의 파장을 중심으로 하여, 600nm~630nm의 발광 피크를 갖는 발광효율이 좋은 형광체가 좋다.

또 그 최저한도의 연색성을 갖기 위해서는 녹색 형광체와 적색 형광체의 조합비율을 어떻게 하면 좋은가라는 문제가 있다.

그 최적의 조합비율을 구하기 위한 색채 계산방법은 다음과 같이 하여 결정하였다.

즉 적어도 기본적인 색에 관해서는 물체 본래의 색으로서 거의 지각할 수 있는 것이다. 그 색의 지각에 대해서는 인간의 눈의 색순을 상태를 고려할 것. 또 물체 본래의 색이란 항상 자주 보고 있는 표준광 하에서의 색일 것. 또 물체의 색 지각에서는 색상이 가장 중요한 것 등을 고려하였다.

이상의 점에서, 기본적인 색으로서 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No. 13.3의 특수연색 평가용 시험색인 No.9, No.10, No.11, No.12를 사용하였다.

이들 시험색은 일본 국내에서, 또 세계 각국에서도 광원의 연색성을 평가하기 위해 선정된 고채도의 4시험색이다. 4시험색의 분광방사 흐도율을 표 1에 나타낸다.

[표 1]

CIE 13.2-1974의 No.9~No.12의 4시험색의 분광 방사률

파장 λ (nm)	시험색				파장 λ (nm)	시험색			
	No. 9	No. 10	No. 11	No. 12		No. 9	No. 10	No. 11	No. 12
380	0.066	0.050	0.111	0.120	580	0.060	0.701	0.125	0.017
385	0.062	0.054	0.121	0.103	585	0.076	0.704	0.114	0.017
390	0.058	0.059	0.127	0.090	590	0.102	0.705	0.106	0.016
395	0.055	0.063	0.129	0.082	595	0.136	0.705	0.100	0.016
400	0.052	0.066	0.127	0.076	600	0.190	0.706	0.096	0.016
405	0.052	0.067	0.121	0.068	605	0.256	0.707	0.092	0.016
410	0.051	0.068	0.116	0.064	610	0.336	0.707	0.090	0.016
415	0.050	0.069	0.112	0.065	615	0.418	0.707	0.087	0.016
420	0.050	0.069	0.108	0.075	620	0.505	0.708	0.085	0.016
425	0.049	0.070	0.105	0.093	625	0.581	0.708	0.082	0.016
430	0.048	0.072	0.104	0.123	630	0.641	0.710	0.080	0.018
435	0.047	0.073	0.104	0.160	635	0.682	0.711	0.079	0.018
440	0.046	0.076	0.105	0.207	640	0.717	0.712	0.078	0.018
445	0.044	0.078	0.106	0.256	645	0.740	0.714	0.078	0.018
450	0.042	0.083	0.110	0.300	650	0.758	0.716	0.078	0.019
455	0.041	0.088	0.115	0.331	655	0.770	0.718	0.078	0.020
460	0.038	0.095	0.123	0.346	660	0.781	0.720	0.081	0.023
465	0.035	0.103	0.134	0.347	665	0.790	0.722	0.083	0.024
470	0.033	0.113	0.148	0.341	670	0.797	0.725	0.088	0.026
475	0.031	0.125	0.167	0.328	675	0.803	0.729	0.093	0.030
480	0.030	0.142	0.192	0.307	680	0.809	0.731	0.102	0.035
485	0.029	0.162	0.219	0.282	685	0.814	0.735	0.112	0.043
490	0.028	0.189	0.252	0.257	690	0.819	0.739	0.125	0.056
495	0.028	0.219	0.291	0.230	695	0.824	0.742	0.141	0.074
500	0.028	0.262	0.325	0.204	700	0.828	0.746	0.161	0.097
505	0.029	0.305	0.347	0.178	705	0.830	0.748	0.182	0.128
510	0.030	0.365	0.356	0.154	710	0.831	0.749	0.203	0.166
515	0.030	0.416	0.353	0.129	715	0.833	0.751	0.223	0.210
520	0.031	0.465	0.346	0.109	720	0.835	0.753	0.242	0.257
525	0.031	0.509	0.333	0.090	725	0.836	0.754	0.257	0.305
530	0.032	0.546	0.314	0.075	730	0.836	0.755	0.270	0.354
535	0.032	0.581	0.294	0.062	735	0.837	0.755	0.282	0.401
540	0.033	0.610	0.271	0.051	740	0.838	0.755	0.292	0.446
545	0.034	0.634	0.248	0.041	745	0.839	0.755	0.302	0.485
550	0.035	0.653	0.227	0.035	750	0.839	0.756	0.310	0.520
555	0.037	0.666	0.206	0.029	755	0.839	0.757	0.314	0.551
560	0.041	0.678	0.188	0.025	760	0.839	0.758	0.317	0.577
565	0.044	0.687	0.170	0.022	765	0.839	0.759	0.323	0.599
570	0.048	0.693	0.153	0.019	770	0.839	0.759	0.330	0.618
575	0.052	0.698	0.138	0.017	775	0.839	0.759	0.334	0.633
					780	0.839	0.759	0.338	0.645

또 상술한 색순응 상태의 예측에는 CIE 109-1994의 CIE색순응식을 이용하고, 상술한 표준광에는 표준광C를 이용하였다. 또 상술한 물체의 색 지각에 이용하는 색상에는 먼셀표색계의 먼셀색상을 사용하였다.

여기에서 먼셀표색계 및 먼셀색상에 관하여 간단히 설명하기로 한다.

먼셀표색계란 미국의 화가 A.H.Munsell이 제창한 것으로, 색을 먼셀색상, 먼셀명도, 먼셀채도의 3가지 속성으로 분류하여 배열한 표시계이다.

이 중 먼셀색상은 R, Y, G, B, P의 5가지 기본 색상의 각각의 사이에 YR, GY, BG, PB, RP를 더한 10색상을 등간격으로 환형으로 배열하고, 또 각각 이웃한 색상의 사이를 10등분하여 심리적으로 같은 색상의 차를 가진 합계 100종류의 눈금을 갖는다.

우선 색채계산에 앞서 그 색채계산의 기본이 되는 램프의 분광 분포를 얻기위해 40W의 직선형 관으로 된 단색 형광램프를 제작하였다. 녹색의 단색 형광램프는 3파장 영역의 발광형 형광램프에서 실적이 있는 LaPO₄:Ce³⁺, Tb³⁺의 화학식으로 나타내는 형광체를 이용하였다. 적색의 단색 형광램프도 마찬가지로 3파장 영역의 발광형 형광램프에서 실적이 있는 Y₂O₃:Eu³⁺의 화학식으로 나타내는 형광체를 이용하였다.

다음으로 이 녹색의 단색 형광램프와, 적색의 단색 형광램프의 분광분포와, 전체 광속(光束)을 측정하였

다.

이 분광분포를 기초로 하여 혼광계산에 의해 양 형광램프의 광속 비율을 변화시켜 여러 가지 혼광 조명광의 분광분포를 산출하였다.

이 산출된 각 조명광의 분광분포를 이용하여, 상기 색채계산의 일례인 도 2에 도시된 계산방법에 의해 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프의 특성을 검토하였다.

먼저 조명광의 분광분포와, 4시험색의 분광방사 휘도율과, CIE2° 시야 등색함수를 입력한다.

(1) 그리고 상술한 바와 같이 하여 산출된 각 조명광의 분광분포와, 상기 표 1에 나타낸 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3의 4시험색의 분광방사 휘도율과, CIE2° 시야 등색함수로부터 CIE XYZ의 3자극값을 산출한다.

(2) 표준광C를 기준광으로 하여, 각 조명광, 기준광의 조도를 각각의 1000 lx, 배경의 반사율을 20%로 한 표준조건에서, CIE 색순응식을 이용하여 C광의 대응색을 xyY값으로 구한다.

(3) 다음으로 표준광C 하에서의 xyY값을 먼셀값(HV/C)으로 변환한다.

또 각 조명광 하에서의 4시험색의 먼셀값(HV/C)을 각 시험색별로 다음의 표 2에 나타낸다.

[표 2]

시험색 No. 9

조명광	광속비 녹색(G), 적색(R)	먼셀 색상 H	먼셀 명도 V	먼셀 채도 C
No. 1	G:R = 10:0	5.2RP	2.9	9.7
No. 2	G:R = 9:1	7.9RP	3.4	11.3
No. 3	G:R = 8:2	9.7RP	3.8	12
No. 4	G:R = 7:3	1.3R	4.1	12.2
No. 5	G:R = 6:4	2.9R	4.4	12
No. 6	G:R = 5:5	4.3R	4.7	11.5
No. 7	G:R = 4:6	6.0R	5	10.9
No. 8	G:R = 3:7	7.8R	5.2	10.2
No. 9	G:R = 2:8	9.7R	5.4	9.5
No. 10	G:R = 1:9	2.2YR	5.7	8.8
No. 11	G:R = 0:10	4.9YR	5.9	8.2
표준광 C		5.0R	3.9	13.4

시험색 No. 10

조명광	광속비 녹색(G), 적색(R)	먼셀 색상 H	먼셀 명도 V	먼셀 채도 C
No. 1	G:R = 10:0	3.8GY	8.2	8.9
No. 2	G:R = 9:1	1.9GY	8.2	8.8
No. 3	G:R = 8:2	0.2GY	8.3	8.8
No. 4	G:R = 7:3	8.1GY	8.3	9
No. 5	G:R = 6:4	6.3GY	8.3	9.3
No. 6	G:R = 5:5	4.9Y	8.4	9.7
No. 7	G:R = 4:6	4.1Y	8.4	10.2
No. 8	G:R = 3:7	3.4Y	8.4	10.6
No. 9	G:R = 2:8	2.8Y	8.5	11
No. 10	G:R = 1:9	1.5Y	8.5	12
No. 11	G:R = 0:10	1.0Y	8.5	13
표준광 C		5.2Y	8	10.1

시험색 No. 11

조명광	광속비 녹색(G), 적색(R)	먼셀 색상 H	먼셀 명도 V	먼셀 채도 C
No. 1	G:R = 10:0	4.8G	5.3	3.5
No. 2	G:R = 9:1	7.3G	5.1	4.7
No. 3	G:R = 8:2	8.8G	5	5.7
No. 4	G:R = 7:3	9.8G	4.9	6.6
No. 5	G:R = 6:4	0.6BG	4.8	7.2
No. 6	G:R = 5:5	1.2BG	4.6	7.7
No. 7	G:R = 4:6	1.8BG	4.5	7.9
No. 8	G:R = 3:7	2.4BG	4.4	7.9
No. 9	G:R = 2:8	3.0BG	4.2	7.5
No. 10	G:R = 1:9	4.0BG	4.1	6.7
No. 11	G:R = 0:10	5.5BG	3.9	5.6
표준광 C		4.8G	5	7.8

시험색 No. 12

조명광	광속비 녹색(G), 적색(R)	먼셀 색상 H	먼셀 명도 V	먼셀 채도 C
No. 1	G:R = 10:0	8.6PB	2.6	11.3
No. 2	G:R = 9:1	7.6PB	2.5	11.1
No. 3	G:R = 8:2	6.9PB	2.4	11.2
No. 4	G:R = 7:3	6.3PB	2.3	11.2
No. 5	G:R = 6:4	5.9PB	2.2	11.4
No. 6	G:R = 5:5	5.6PB	2.1	11.5
No. 7	G:R = 4:6	5.4PB	2.1	11.8
No. 8	G:R = 3:7	5.3PB	2	11.9
No. 9	G:R = 2:8	5.3PB	1.8	12.2
No. 10	G:R = 1:9	5.4PB	1.7	12.7
No. 11	G:R = 0:10	5.6PB	1.6	13
표준광 C		3.3PB	3	10.7

표 2에 나타내는 바와 같이, 표준광 하에서, 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No. 13.3의 4시험색 중, No.9의 시험색의 먼셀색상은 5.0R, 황색의 먼셀색상은 5.2Y, 녹색의 먼셀색상은 4.8G, 청색의 먼셀색상은 3.3PB이다.

따라서 표준광 하에서는 4시험색의 색상은 먼셀색상의 10색상 중, 먼셀 색상에서 R이라 칭하는 적색영역, 먼셀색상에서 Y라 칭하는 황색영역, 먼셀색상에서 G라 칭하는 녹색영역, 먼셀색상에서 PB라 칭하는 청자색 영역의 거의 중앙부에 위치한다.

또한 표준광 하에서는 CIE 1976 ΔE_{ab}^* =1.2의 색차에서 대부분의 사람이 색을 변별할 수 없고, $\Delta E_{ab}^*=2.5$ 의 색차에서 대부분의 사람이 색을 변별할 수 있다.

따라서 먼셀색상의 색변별은 약 1단위강(more about one unit(H=△1.0))으로 간주할 수 있다.

따라서 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3의 No.9의 시험색을 적색으로 거의 지각할 수 있는 범위는 먼셀색상에서 9RP~R~1YR이고, No.10의 시험색을 황색으로 거의 지각할 수 있는 범위는 먼셀색상에서 9YR~Y~1GY이며, No. 11의 시험색을 녹색으로 거의 지각할 수 있는 범위는 먼셀색상에서 9GY~G~IBG이고, No.12의 시험색을 청자색으로 거의 지각할 수 있는 범위는 먼셀색상에서 9B~PB~1P이다.

각 조명 하에서 상기(1)~(3)의 계산 단계에 기초하여 얻어진 각 시험색의 먼셀색상이 상술한 범위 내에 있으면, 각 시험색을 적색, 황색, 녹색, 청자색으로 거의 지각할 수 있을 것이다.

다음으로 표 2에서 산출된 각 조명광 하에서의 각 시험색의 먼셀색상값을 도 3에 표시하였다. 도 3의 흑사각은 표준광C 하에서의 4시험색, 즉 색표 자체의 색, ●(검은 원)은 상술한 4시험색을 본래의 색으로서 거의 지각할 수 있는 먼셀색상의 영역에 들어가는 각 시험색의 계산값, ○(흰 원)은 ● 이외의 각 조명광 하에서의 각 시험색의 계산값을 나타낸다.

도 3에서 알 수 있는 바와 같이, No.9의 시험색을 먼셀색상에서 R이라 칭하는 적색영역에 거의 연색하는 조명광은 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2로부터 2:8이다. No.10의 시험색을 먼셀색상에서 Y라 칭하는 황색영역에 거의 연색하는 조명광은 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2로부터 0:10이다.

No.11의 시험색을 먼셀색상에서 G라 칭하는 녹색영역에 거의 연색하는 조명광은 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 10:0으로부터 6:40이다.

No.12의 시험색을 먼셀색상에서 PB라 칭하는 청자색 영역에 거의 연색하는 조명광은 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 10:0으로부터 0:100이다.

따라서 No.9의 시험색이 먼셀색상에서 R이라 칭하는 적색영역에 거의 연색하고, No.10의 시험색이 먼셀색상에서 Y라 칭하는 황색영역에 거의 연색하며, No.11의 시험색이 먼셀색상에서 G라 칭하는 녹색영역에 거의 연색하고, No. 12의 시험색이 먼셀색상에서 PB라 칭하는 청자색영역에 거의 연색하는 조명광은 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2로부터 6:40이다.

또 본 계산에서는 발광 피크 파장이 530nm~560nm에 있는 녹색 형광체의 대표로서 $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} 의 화학식으로 나타내는 형광체를 이용하여, 발광 피크 파장이 600nm~630nm에 있는 적색 형광체의 대표로서 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 의 화학식으로 나타내는 형광체를 사용한 단색 형광램프의 분광분포를 이용하였지만, 본 계산결과는 처음부터 그와 같은 파장을 갖는 양 단색 형광램프를 훈광한 조명광을 이용하여 행한 조명광의 특성에 대한 일반적인 계산결과를 나타내므로, 따라서 상기 이외의 형광체를 사용하더라도 유효하다. 즉 발광피크 파장이 530nm~560nm에 있는 녹색 형광체와, 600nm~630nm에 있는 적색 형광체로 주된 발광을 얻는 형광램프이다.

여기에서 표 3에 상기 훈광 계산에 의해 양 형광램프의 광속비율을 변화시켜 산출한 여러가지의 조명광의 특성을 나타낸다. 표 3에 차례로 조명광의 번호, 광속비, 상관색 온도, 광색의 색도점과 CIE 1960uv 색도 도면 상에서 흑체궤적으로부터의 색도편차(이하 Δuv 라 기재함), 예측되는 램프효율을 기재한다.

[표 3]

조명광의 특성

조명광	광속비 녹색(G), 적색(R)	상관 색온도	Δuv	램프효율 (1 m/W)
No.1	G:R = 10:0	5726	0.076	130
No.2	G:R = 9:1	4933	0.0554	125
No.3	G:R = 8:2	4175	0.0356	119
No.4	G:R = 7:3	3466	0.019	114
No.5	G:R = 6:4	2852	0.0061	108
No.6	G:R = 5:5	2366	-0.0031	103
No.7	G:R = 4:6	2000	-0.0091	97
No.8	G:R = 3:7	1725	-0.0131	92
No.9	G:R = 2:8	1512	-0.0156	86
No.10	G:R = 1:9	1341	-0.0172	81
No.11	G:R = 0:10	*****	*****	75

이 표 3을 이용하여 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 8:2로부터 6:4의 각 조명광에 대한 각 조명광의 상관색 온도와, 그 광색의 색도점의 CIE 1960uv 색도 도면 상에서 흑체궤적으로부터의 색도편차(Δuv) 및 램프효율의 내용을 상세히 조사하였다.

녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 8:2인 조명광은 상관색 온도가 4175K, Δuv 가 +0.0356, 램프효율이 약 120 lm/W이다. 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 7:3인 조명광은 상관색 온도가 3466K, Δuv 가 +0.0189, 램프효율이 약 110 lm/W이다.

또한 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 6:4인 조명광은 상관색 온도가 2852K, Δuv 가 +0.061, 램프효율이 약 100 lm/W이다.

따라서 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 6:4인 조명광의 램프효율은 현행의 40W 직선형 관의 3파장 영역의 발광형 형광램프가 갖는 램프효율 약 90 lm/W에 대하여 특별히 큰 우위성은 보이지 않는다.

따라서 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2로부터 약 7:3의 조명광일 때에 램프 효율이 높고, 또한 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프를 제작할 수 있다.

특히 이들의 조명광 중에서 녹색의 단색 형광램프의 광량이 가장 많고, 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프로부터 발생되는 광의 광속비가 약 8:2인 경우에 가장 램프 효율이 높고, 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프를 제작할 수 있다.

이상으로부터 표 3을 참조하고, 또한 형광체의 종류에 따라 조명광의 특성이 얼마간의 폭을 갖는 것을 고려하여, 본 발명의 조명광의 상관색 온도 및 Δuv 의 영역을 다음과 같이 결정하였다.

본 발명의 현저한 효과는, 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2로부터 약 7:3의 범위에 있지만, 그 주위의 9:1로부터 6:4의 범위에도 그것에 준하는 효과가 존재한다.

따라서 광속비 7:3과 6:4의 중간의 상관색 온도 3150K와 흑체궤적으로부터의 색도편차 0.013과, 광속비 9:1과 8:2의 중간의 상관색 온도 4550K와 흑체궤적으로부터의 색도편차 0.045의 수치를 범위가 좁은 쪽으로 라운딩(rounding)한 것을 본 발명으로 하였다.

즉, 본 발명의 조명광, 즉 형광램프의 상관색 온도는 약 3200K~4500K이고, 그 광색의 색도점은 CIE 1960uv 색도 도면 상에서 흑체궤적으로부터의 색도편자는 0.015~0.045로 된다.

또 이 범위는 상기 도 3의 범위에서 2와 3 사이와, 4와 5 사이에 끼워지는 색상에 상당하고, 상술한 바와 같이 먼셀색상의 색변별 영역은 약 1단위($\Delta H=1.0$)에 상당하므로 상기 범위에서 램프 종류와 형광체 종류의 제조상의 폭을 고려하면서 본 발명의 효과를 실현할 수 있다.

(형광램프의 제 1 실시예)

이상의 색채계산에 의한 검토에 입각하여 본 발명의 일실시예로서 제작한 40W 직선형 관의 형광램프의 분광분포를 나타낸다.

도 1은 $\text{LaPO}_4\text{:Ce}^{3+}$, Tb^{3+} 와 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{:Eu}^{3+}$ 의 화학식으로 나타내는 형광체를 중량%로 약 6:4의 비율로 혼합한 형광램프의 분광분포이다.

본 형광램프는 표 3의 No.3의 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2의 조명광의 분광분포와 거의 동등하게 되도록 제작하였다. 램프효율은 약 120 lm/W이다.

다음으로 본 발명의 형광램프가 최저한도의 연색성을 갖고 있는지를 확인하기 위해 관측실험을 하였다.

관측실험에는 안길이 170cm, 가로 150cm, 높이 180cm의 크기로 천정면에 본 발명의 형광램프를 설치하였다.

관측 부스의 벽면은 N8.5, 바닥면은 N5, 책상은 N7이고, 책상 위에 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3의 특수연색 평가용 시험색인 No.9, No.10, No.11, No.12에 준하는 적색, 황색, 녹색, 청자색 색표를 두었다. 또 관측에 앞서서 5분간의 색순응을 행하였다.

관측 결과, 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3의 No.9에 준한 색표는 적색으로 거의 지각할 수 있고, No.10에 준한 색표는 황색으로 거의 지각할 수 있고, No.11에 준한 색표는 녹색으로 거의 지각할 수 있고, No.12에 준한 색표는 청자색으로 거의 지각할 수 있고, 최저한도의 연색성을 갖고 있는 것을 확인하였다.

또한 상술한 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프의 특성의 정량화 방법의 유용성을 재차 확인하기 위해 도 1에 도시된 분광분포로부터 상술한 색채 계산에 따라 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3의 No.9~No.12의 4시험색의 먼셀값(HV/C)을 산출하였다. 계산된 결과를 표 4에 나타낸다.

본 발명의 일실시예의 형광램프의 색채특성

[표 4]

시험색	먼셀색상	먼셀명도	먼셀채도
			C
No.9	9.8RP	3.8	12
No.10	0.1GY	8.3	8.8
No.11	8.8G	5	5.8
No.12	6.9PB	2.4	11.2

표 2에서 나타내는 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약8:2인 No.3의 조명광 하에서의 각 시험색의 먼셀값(HV/C)을 계산한 결과와 표 4에 나타내는 제작한 형광램프광 하에서의 각 시험색의 먼셀값(HV/C)을 계산한 결과는 거의 일치하고 있었다.

따라서 본 계산방법에 의해 최저한도의 연색성을 갖는 형광램프의 특성을 실제로 제작한 형광램프에서도 적용할 수 있다.

상기의 도 1에 도시된 바와 같이, 실시예의 일례를 나타내었으나, 이 밖에도 여러가지 형광체의 조합으로 제작할 수 있는 것은 물론이다.

일례로서, 발광 피크 파장이 530nm로부터 560nm의 녹색 형광체로는 테르븀 또는 테르븀·세륨 또는 테르븀·가돌리늄·세륨을 활성화한 희토류 형광체가 있고, $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 0.2\text{SiO}_2 \cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $\text{CeMgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Tb}^{3+}$ 나 $\text{GdMgB}_5\text{O}_{10}:\text{Ce}^{3+}$, Tb^{3+} , $(\text{La}, \text{Ce}, \text{Tb})_2\text{O}_3 \cdot 0.2\text{SiO}_2 \cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5$ 등의 화학식으로 나타난다.

발광 피크 파장이 600nm로부터 630nm의 상기 적색 형광체로는 유로퓸을 활성화한 희토류 형광체가 있고, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $(\text{Y}, \text{Gd})_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Pr}^{3+}$ 등의 화학식으로 나타낸다.

또한 발광 피크 파장이 530nm로부터 560nm의 녹색 형광체와 발광 피크 파장이 600nm로부터 630nm의 적색 형광체 이외에 피크파장을 갖는 미소한 형광체를 첨가시켜도 청구항 1을 만족하면 본 발명의 형광램프와 거의 동등한 특성을 갖는 형광램프를 제작할 수 있는 것은 물론이다.

또 녹색 형광체와 적색 형광체를 혼합하는 중량%는 각 형광체의 발광효율, 각 형광체의 입자직경, 중량, 표면형상, 또 형광램프를 제작할 때 형광체를 녹이는 매체, 온도, 건조조건 등 여러가지 조건에서 변화한다.

3파장 영역의 발광형 형광램프에 일반적으로 사용되고 있는 녹색의 형광체와 적색의 형광체에 대해서는 표 3의 No.3, 4의 녹색의 단색 형광램프와 적색의 단색 형광램프의 광속비가 약 8:2~약 7:3의 조명광의 특성과 거의 동등하게 되는 녹색 형광체와 적색 형광체의 중량%비는 70:30~50:50이다.

또 본 실시예에서는 40W 직선형 관으로 작성된 형광램프를 나타내었으나, 램프출력(W)이 다르거나 형광램프의 형상이 다르더라도 본 발명의 형광램프를 작성할 수 있음은 물론이다.

또 고주파 점등용으로 32W의 직선형 관으로 하면 램프 효율이 가장 높은 본 발명의 형광램프를 제작할 수 있다.

본 발명의 형광램프는 최저한도의 연색성을 갖고, 효율이 높은 형광램프이기 때문에 점등하기 쉽다거나 고워도 방전램프에 비해 영가라는 등 많은 장점도 갖는다.

따라서 현재 고워도 방전램프가 사용되고 있는 비교적 경제성을 중시하는 옥외조명용, 특히 도로조명용 및 터널 조명용에 적합하다.

또 그다지 선명하게 색이 보일 필요는 없지만, 에너지 절약이나 경제효율이 우선되는 교통조명, 가로조명, 보안등, 야광등, 자동화 공장의 공장조명, 사람의 왕래가 적은 장소의 공공조명 등의 분야에도 적용할 수 있다.

또 도 4에 도시된 바와 같이, 색도편차 Δu , v 란 광원의 광색의 색도점을 $S(u, v)$, 이 색도점 S 로부터 흡체궤적에 내린 수직선과 흡체궤적의 교점을 $P(u_0, v_0)$ 로 할때, CIE 1960uv 색도 도면 상에서의 색도점 S 와 교점 P 의 거리 SP 로 정의한다.

단 색도점 S 가 흡체궤적보다 좌상측(녹색을 띤 광색측)에 있는 경우에 색도편차는 정($\Delta u, v > 0$), 우하측(적색을 띤 광색측)에 있는 경우에 색도편차는 부($\Delta u, v < 0$)로 하였다.

산업상이용가능성

이상과 같이 본 발명에 의하면, 최저한도의 연색성을 갖고 효율이 높은 형광램프를 실현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

발광 피크 파장이 530nm~560nm에 있는 녹색 형광체와, 600nm~630nm에 있는 적색 형광체에 의해 주된 발광을 얻는 형광램프에 있어서,

상기 형광램프광 하에서 국제 조명위원회 출판물 CIE Publication No.13.3에 규정되어 있는 특수 연색평 가수 계산용 No.9, No.10, No.11, No.12의 4시험색의 먼셀색상(Munsell color)이 각각 적색, 황색, 녹색, 청자색으로 지각할 수 있는 것을 특징으로 하는 형광램프.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 형광램프의 상관색 온도는 3200K~4500K이고, 그 광색의 색도점은 CIE 1960uv 색도 도면 상에서 흑체궤적으로부터의 색도편차가 0.015~0.045인 것을 특징으로 하는 형광램프.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 녹색 형광체는 테르븀 또는 테르븀·세륨 또는 테르븀·가돌리늄·세륨을 활성화한 희토류 형광체이고, 상기 적색 형광체는 유로퓸을 활성화한 희토류 형광체인 것을 특징으로 하는 형광램프.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 형광체를 차지하는 상기 녹색 형광체와 상기 적색 형광체의 중량%비가 70:30~50:50인 것을 특징으로 하는 형광램프.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 형광램프의 용도가 옥외조명용인 것을 특징으로 하는 형광램프.

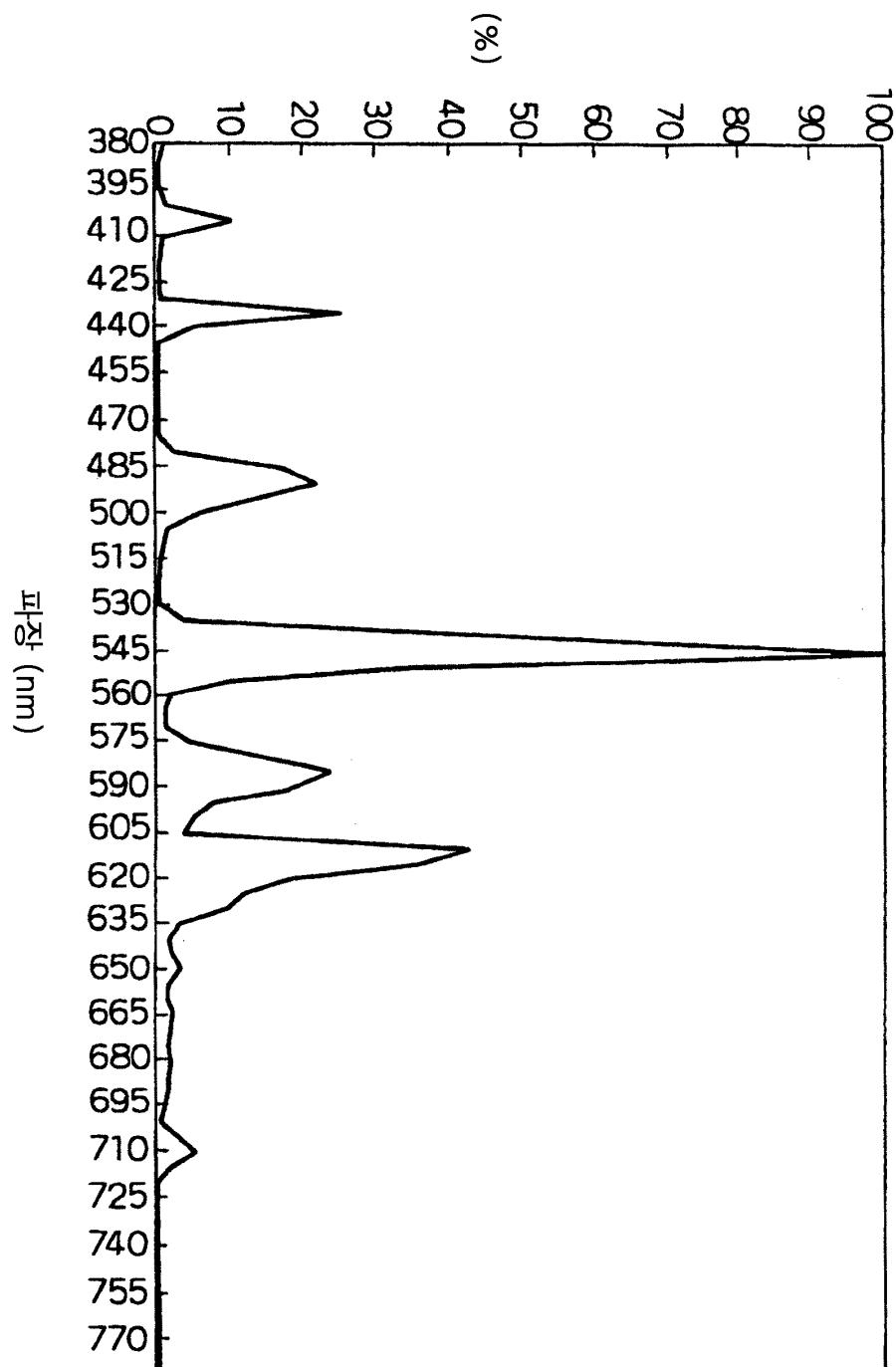
청구항 6

제 1항 내지 제 4항 중 어느 한 항에 있어서,

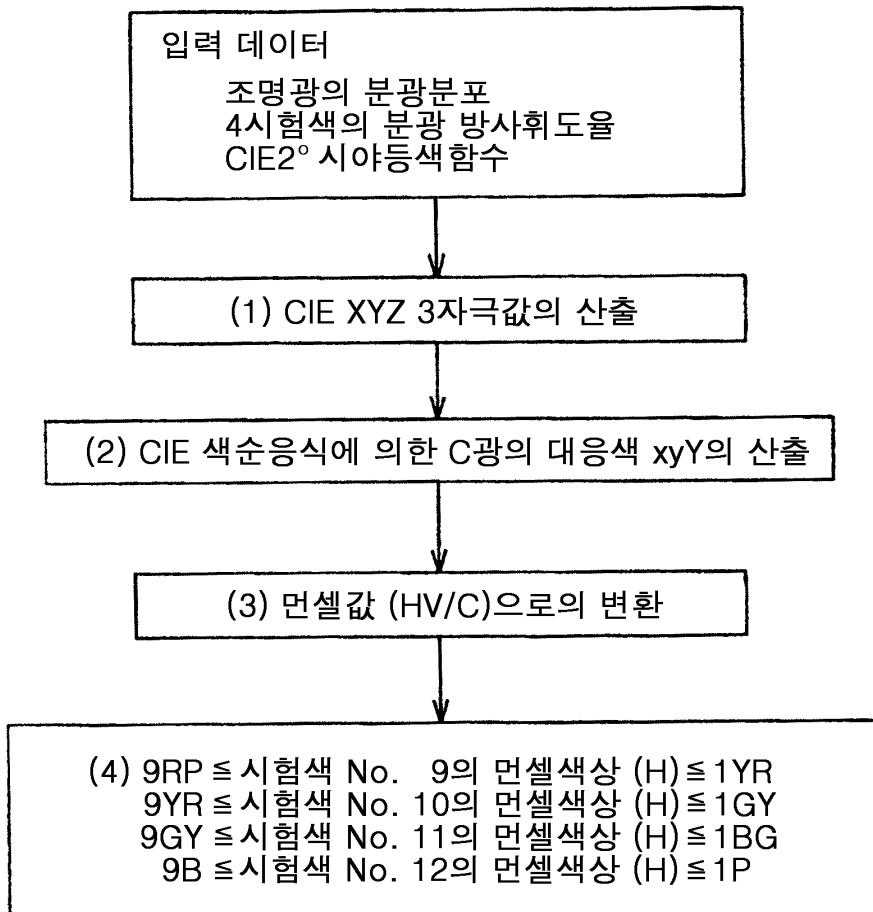
상기 형광램프의 용도가 도로조명용 및 터널조명용인 것을 특징으로 하는 형광램프.

도면

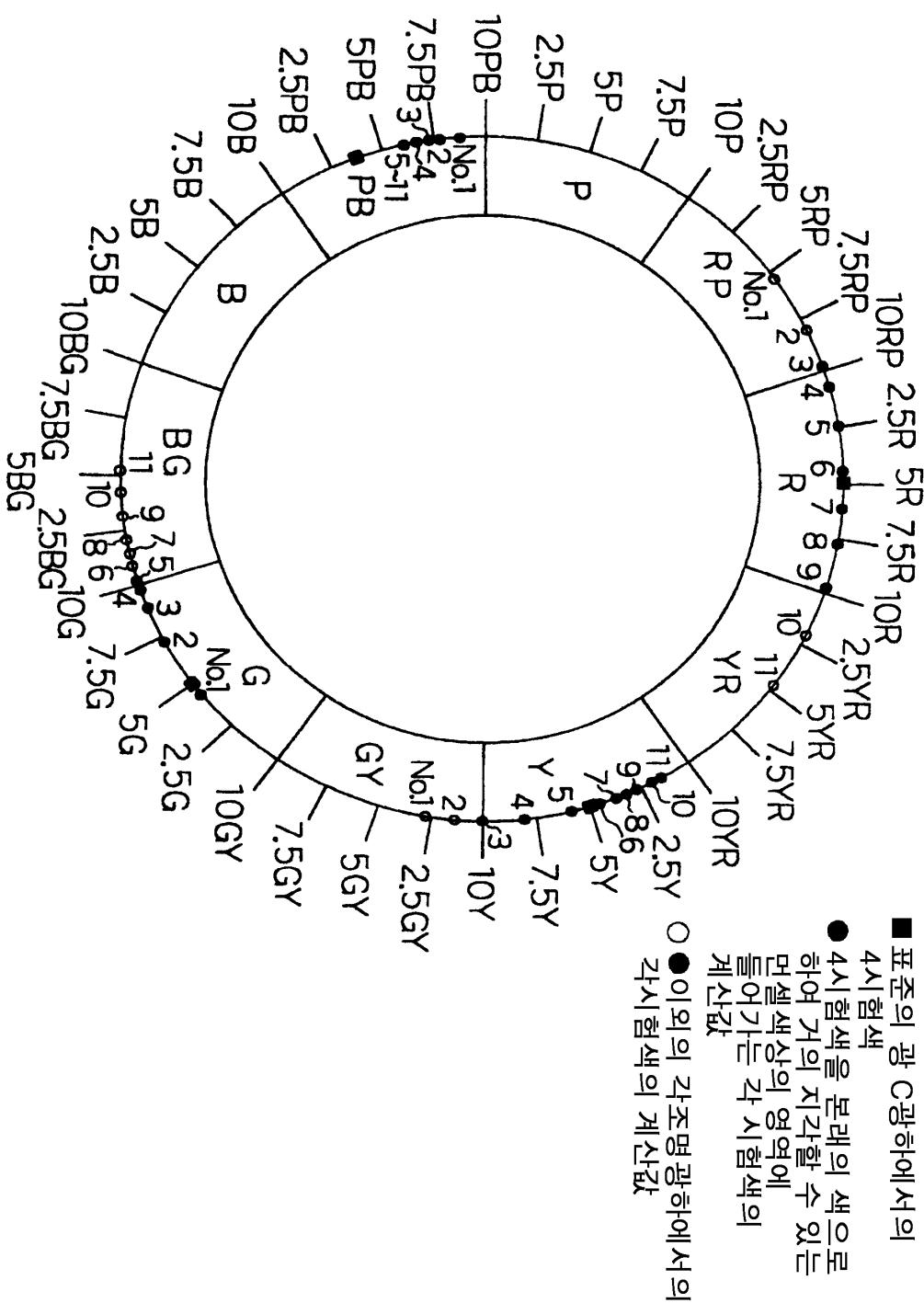
도면1



도면2



도면3



도면4

