

주택용 고효율 조명기구 개발

김태훈 · 박진성 · 한연주 · 정지애 · 윤철구(미미라이팅(주)부설조명연구소)

1 서 론

우리나라에서는 일반적으로 조명기구를 선정함에 있어서 적절한 배광과 미관 디자인 측면만을 치중하고 있으며 광원의 특성을 최대한으로 활용할 수 있는 광원과 기구와의 적절한 조합에 의한 기구 효율향상과 양질의 조명에 의한 시각환경 조성에 기여하는 조명기구의 특성이 등한시 되고 있는 실정이다. 실내용 조명기구의 광원으로는 대체로 발광관이 단일관으로 된 형광램프를 사용하고 있다. 단일관인 발광관은 외부 온도의 영향을 많이 받는데 고온에서의 영향보다 저온에서의 발산광속이 심히 영향을 받아서 발산광속이 극도로 저하되어 결과적으로 기구 효율이 떨어진다. 주택용 조명기구를 광원인 형광램프와 전자식 안정기, 이를 에워싸고 있는 조명기구와의 적정상관 관계로 램프발광효율을 최대한으로 유지하고 전자식 안정기의 취부구조개선등으로 수명연장을 도모하여 결과적으로 기구효율을 향상시키고 기구수명을 증가시키는 고효율 에너지 절약형 기구를 개발한다.

2. 조명기구 효율

조명기구의 효율은 에너지를 절약하는 경제적인 조명기구를 판단하는 중요한 기준이 된다. 이것은 조명기구에서 방출되는 광속과 조명기구 안에 설치된 램

프의 광속과의 비율을 말한다. 조명기구의 효율 향상에는 기구에 장착되어 있는 ① 램프의 효율 향상(안정기 포함), ② 배광의 개선으로 인한 고유조명률 향상, ③ 투과율이 높은 디퓨저의 사용 등의 방법이 있다. 램프와 반사판 등을 기본적으로 유지한채로 기구 효율을 개선하는 경우 위의 요인들을 개선하는 것으로 기구효율을 향상시킬 수 있다.

3. 형광램프의 온도특성

실내용 광원으로 널리 사용되고 있는 형광램프는 발광관과 이를 에워싼 외관의 2중관인 고휘도 방전관인 고압나트륨램프, 메탈할라이드 등과는 달리 단일 발광관으로 되어 있어 외부의 온도에 매우 민감한 광원이다. 2중관과 달리 단일관인 형광램프는 추위에는 큰 영향을 받고, 고온에서는 영향이 적다고 알려져 있다. 최근에 일반 직관형광램프(FL32(W)) 조명등에서 겨울철 지하출입구나 여름철 냉방기부근에 조명기구주위온도가 저온 및 바람에 의한 형광램프 말단의 적화현상 등이 발생되어 램프보온 등에 대한 대책등이 수립되어 적용되고 있다. 주위온도의 저온대책에 대한 문제점은 많이 지적되고 있으나 주위온도가 고온시 문제점은 거의 고려되지 않고 있다. 일반주택조명기구는 항상 일정한 주위온도에 사용되고 있으며 미관을 중시하여 디자인만을 고려하여 형광램프가 밀

기술해설

폐되어 사용되고 램프주위온도가 80[°C]까지 상승하는 경우도 있다. 즉 일반조명용 램프에서 주위온도 40[°C]에서 최대광속이 발산되며 60[°C]에서 발산 광속이 84[%]로 16[%]감소되었으며, 20[°C]에서는 66[%]로 34[%]감소되어 40[°C]의 광속에 비하여 2배 이상 감소된다. 본 고효율 조명기구 개발에는 램프주위온도를 램프가 가지고 있는 최대효율을 발산할 수 있도록 40[°C] 정도로 유지하도록 하는 것이다.

4. 조명커버의 투과율

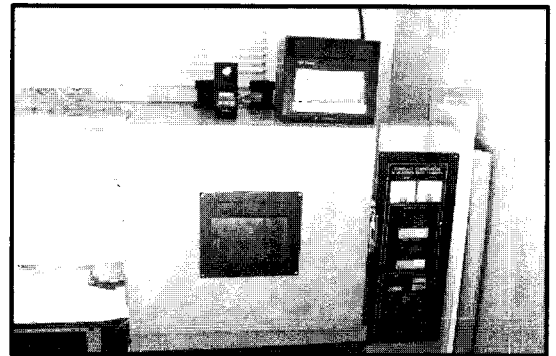
조명기구는 램프로부터 나오는 빛을 제어하여 효과적인 배광과 램프의 휘도 및 눈부심을 감소시키는데 있다. 조명기구의 빛의 제어는 반사판의 반사 및 확산 제어와 기구 커버의 투과율로 분류된다. 기구의 반사 투과율은 효과적 배광과 기구효율 향상을 도모하고 휘도감소를 고려하여야 한다. 반사면은 도료에 의한 백색 도장과 고효율 기구의 반사판으로 반사율이 매우 높은 고순도 전해 연마된 알루미늄이 사용되고 있다. 우리나라 조명기구 업계에서는 배광과 시각적인 판별로 커버재료가 채택되고 매우 중요한 기구효율은 등한시되고 있다. 커버는 램프의 휘도 감소와 더불어 기구의 효율을 좌우하는 투과율 또한 고려하여 설계, 제작되어야 한다. 일반적으로 일반유리는 광선의 투과율이 양호하지만 아크릴 수지나 PC수지는 투과율이 매우 불량하므로 이들의 성능을 검증 후에 사용하는 것이 중요하다.

5. 실험결과 및 검토

본 장에서는 형광램프의 주위온도에 따른 발산광속의 변화와 현재 사용되고 있는 조명커버에 대한 광투과성 등에 대한 실증실험으로 조명기구의 고효율화에 대한 최적의 조명기구 설계를 도모한다.

5-1. 형광램프의 온도특성시험

- ㄱ. 안정기에 램프를 연결하여 챔버내에서 발광시켜 온도를 가변시켜 조도를 측정한다.
 - ㄴ. 램프와 조도계와의 거리는 약 30[cm]이다.
 - ㄷ. 조도계의 수부는 챔버안에 위치, DISPLAY는 챔버밖에 위치한다.
 - ㄹ. 온도 설정 1시간 경과 후 조도를 측정한다.
- * 측정장비 : 챔버·조도계, 타점식 온도메타, 챔버(小)



챔버(大)



명기된 실험 방법에 의해 램프 주위온도에 따른 램프 직하점의 조도변화는 표 1과 같다.

표 1. 램프주위온도에 따른 조도

Lamp	주위온도와 조도					
	주위 온도 ((°C))	판 벽 온도 ((°C))			조도 ((lx))	비율 ((%))
		상	중	하		
T5 14(W)	-5	6.3	-1.6	10	100	9.03
	0	11.2	3.9	15.5	154	13.9
	10	23.5	16.4	27.9	412	37.2
	20	31.8	26.2	36.3	734	66.3
	30	41.5	36.7	45.3	1035	93
	40	51.5	47.2	54.6	1107	100
	50	61	57.4	63.8	1030	93
	60	70.1	66.5	73	935	84
	80	78.7	75.3	81	845	76
FPL 55(W)	-5	-4.2	8	27.5	250	9.3
	0	0.5	13	32.6	330	12.4
	10	11.6	23.8	42.4	710	26.6
	20	20.7	32.3	47.7	1300	48.8
	30	31.7	43.1	55.8	2260	84.9
	40	40.1	50.8	63.3	2660	100
	50	50.1	60.1	72.7	2650	99.6
	60	58.7	68.6	81.6	2440	91.7
	80	79	87.8	98.2	1880	70.6
FPL 36(W)	-5	18.7	7.8	8.1	202	10.9
	0	21.8	12.9	12.8	308	16.6
	10	31.7	24.5	23.7	715	38.6
	20	41	34.4	33.4	1330	71.8
	30	48.7	42.8	42.1	1747	94
	40	55.7	53.1	52.1	1852	100
	50	68.1	62.8	61	1750	94.4
	60	77.4	72.2	71.1	1560	84
	80	84	80.3	79.6	1380	74.5
FPL 32(W)	-5	4.6	4.5	2.5	108	6.5
	0	9.4	9.5	7.2	165	10
	10	20.2	19.7	17.5	430	26
	20	29.2	29.4	27.2	905	55
	30	40.2	40.3	38.5	1430	87
	40	49.1	50.3	49	1640	100
	50	63.1	60.5	59.8	1615	98
	60	71.4	68	67.4	1460	89
	80	81.8	78.2	77.6	1300	79
80	89.4	85.3	84.8	1245	75.9	

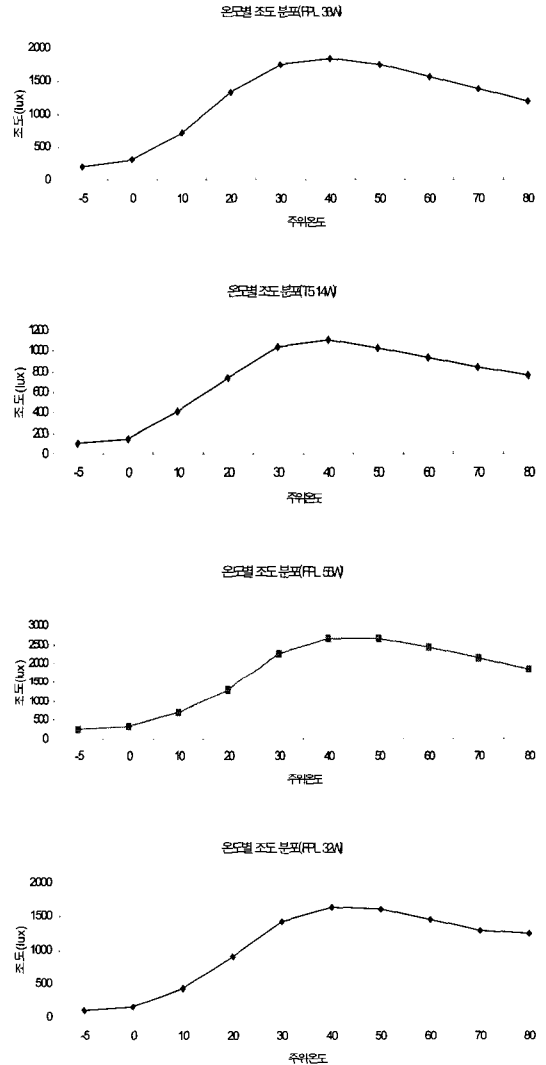


그림 1. 주위온도와 조도

이상의 결과에서와 같이 형광램프는 종류에 관계없이 주위온도 40(°C)일 때 최대효율을 나타낸다. 이는 기본으로 주위온도 25(°C)일 때 발산광속을 기준으로 한다면 기구설계를 최적화하였을시 약 10(%)의 램프 효율상승을 얻을 수 있다.

5.2 조명커버의 투과율 시험

현재 주택용 조명기구 및 일반 오피스조명에서

기술해설

사용되고 있는 조명커버에 대한 광투과율시험은 한국표준과학원에 의뢰하여 가시광선(380~780(nm)) 투과율에 대하여 분광투과시험을 한 결과 표 2와 같다.

표 2. 조명커버의 투과율

종 류	평균투과율	비 고
유백색아크릴	약 25[%]	3(mm)
크랑크그라스	약 43[%]	5(mm)
연스리아크릴	약 58[%]	3(mm)
플리카보네이트	약 34[%]	5(mm)
루마사이트	약 64[%]	5(mm)
한지	약 53[%]	3(mm)
포리그라스	약 58[%]	5(mm)

5.3 전자식안정기의 주위온도와 수명

형광램프용 전자식 안정기는 최근 회로가 비교적 안정되어 수명은 반영구적이라 할 수 있으나 설치장소의 변화에 따른 전압변동, 온도, 습도 등이 회로내 부품들에 영향을 주고 부품자체의 수명을 고려해 볼 때 5년을 보장할 수 있다고 한다. 이와 같이 볼 때 전자식안정기의 수명은 전자식 안정기에 사용되는 주요 부품에 대한 수명을 기준으로 판단하여야 한다. 타려식 방식이라면, 사용된 제어 IC가 전 온도 범위에서 몇 년을 보증하는지, 또는 사용된 전해 커패시터 수명이 어떻게 되는지 등을 파악하면 수명을 확인할 수 있다. 주택용 조명기구에서 사용하는 전자식 안정기는 제조사에서 출하시 -15~45(℃)에서 사용하도록 되어 있다. 그러나 현재 대부분의 주택용 조명기구는 그 내부온도가 80(℃)까지 상승하는 경우가 있으므로 전자식 안정기의 실효수명을 단축시킬 수가 있다.

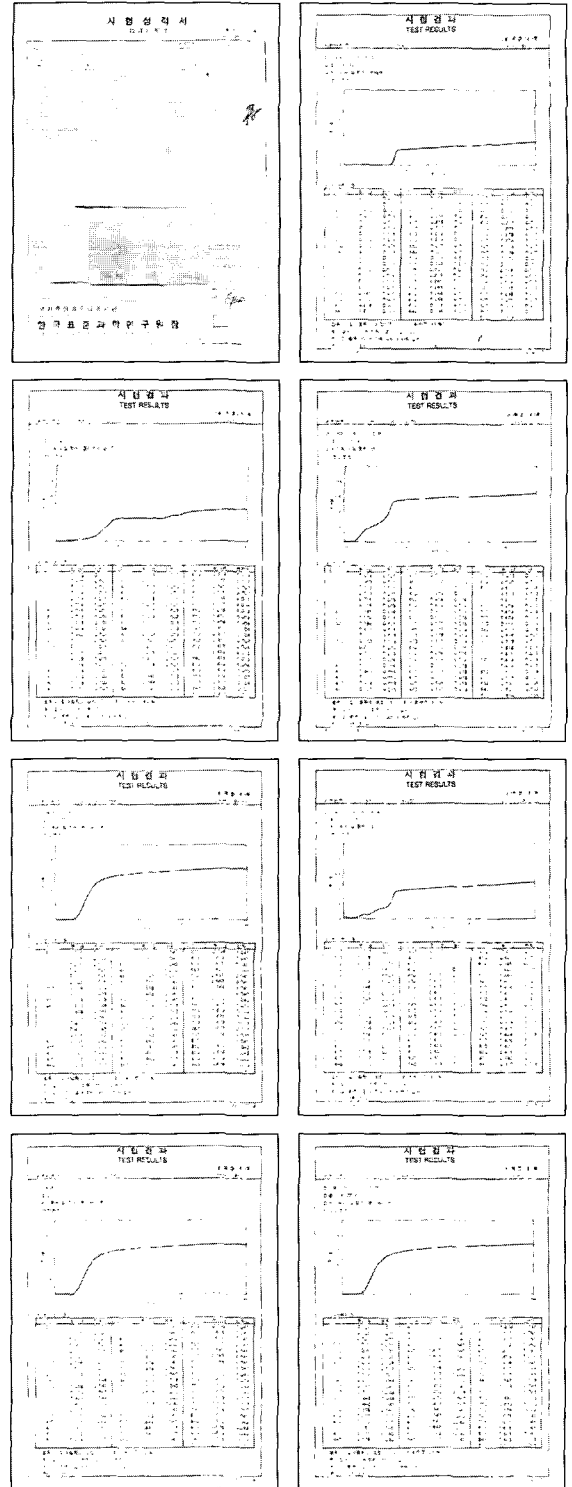


그림 3. 투과율 시험성적서

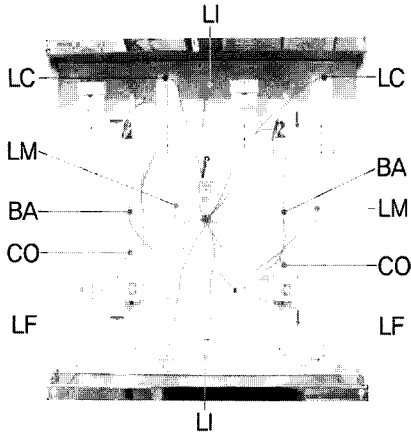


그림 4. 주택용 조명기구 내부

그림에서와 같이 주택용 조명기구에 사용되는 전자식 안정기는 기구구조상 형광램프 가까이 보호커버 없이 사용되므로 램프 발산 하는 열이 안정기에 그대로 전달되므로 안정기 온도를 상승시켜 전자안정기내부의 IC나 전해콘덴서의 수명에 영향을 미친다.

6. 주택용 고효율 조명기구 개발

공동주택용 조명기구에서 고효율 조명기구 개발로 에너지 절약은 물론 조명기구자체의 수명연장에도 기여할 수 있도록 고안되었으며 외관이미지 또한 삼각을 모티브로한 독창적인 형태미가 존재하도록 디자인 되었다. 신세대 풍의 감각적인 조명기구로써 모던한 인테리어 컨셉과 잘부합되어 조화로운 공간을 연출도록 하였다.

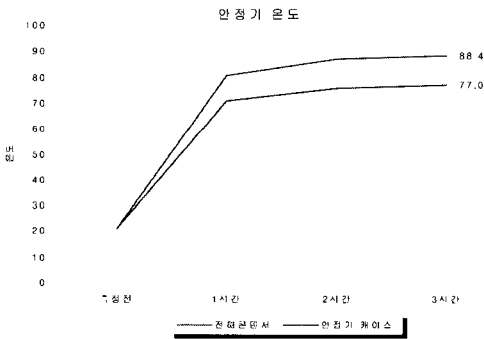


그림 5. 주택용 조명기구 내부안정기 온도

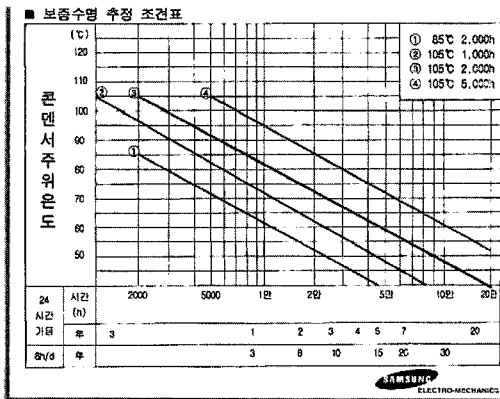
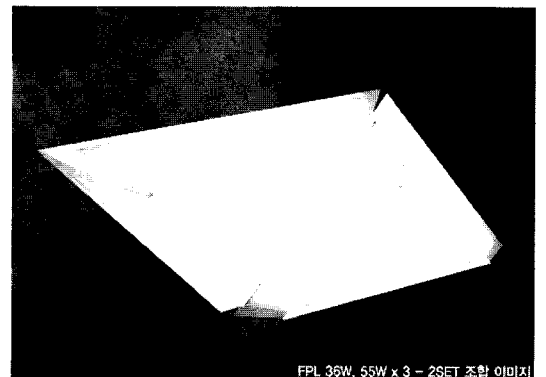
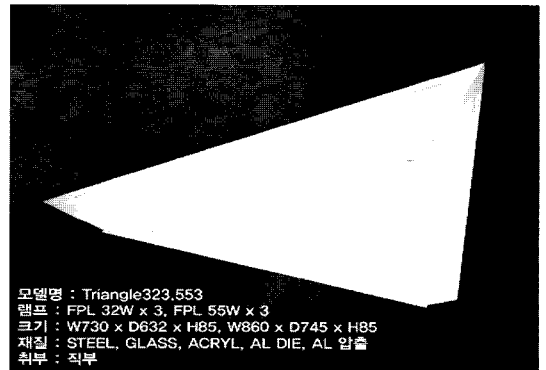
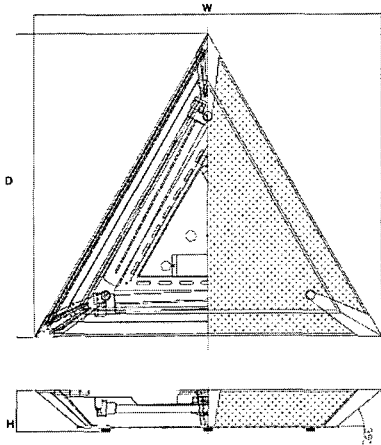


그림 6. 전자안정기용 전해콘덴서(105°C용) 온도특성표

Lighting image, 이미지 및 세밀



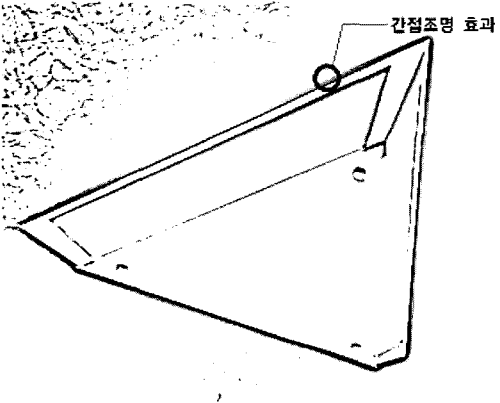
Drawing, 조명기구 상세도



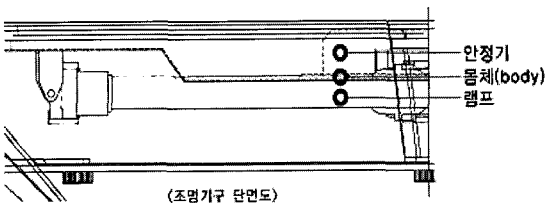
Model.NO	Lamp	Lumen	W(mm)	D(mm)	H(mm)
MTA323	FPL32Wx3	3100	730	632	85
MTA553	FPL55Wx3	4800	860	745	85

Special Feature, 특장점

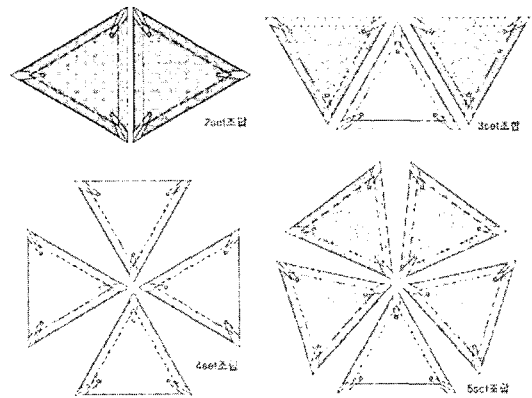
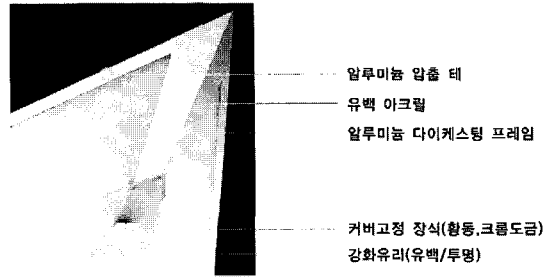
* 측면아크릴을 통한 간접조명효과



* 안정기와 램프를 분리시켜 수명연장



Detail, 상세 이미지 및 재질

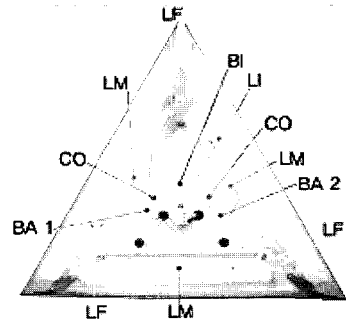


* 삼각을 여러 가지형태로 조합 공간연출

실험 데이터(램프/안정기 분리 설계)

FPL 32W x 3등용 기준

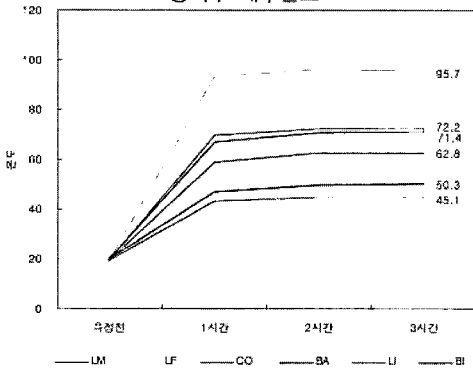
램프/안정기 분리 설계



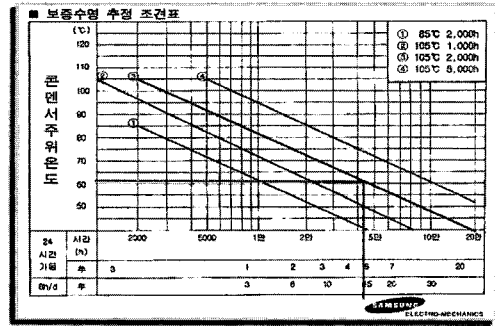
- LM : 램프중간지점
- LF : 램프 필라멘트 지점
- LI : 내부온도
- CO : 전회권면서
- BA : 안정기
- BI : 안정기 내부온도

주택용 고효율 조명기구 개발

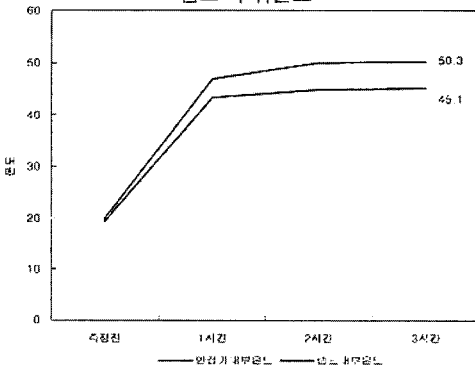
등기구 내부온도



(안정기 문헌서 수명 조건표)

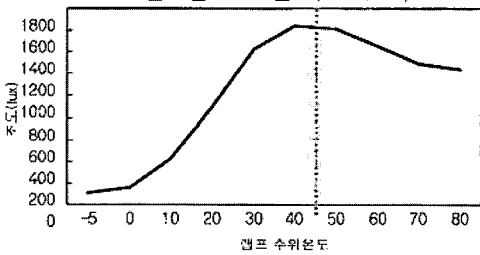


램프 주위온도



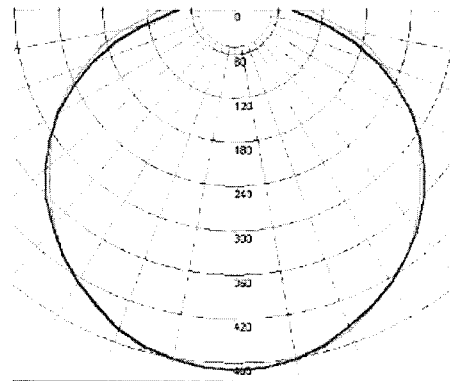
안정기와 램프를 분리시킴으로 조명기구 내부온도는 하락하였으며, 램프의 주위온도는 최대효율의 광속(LUMEN)을 발산할 수 있고, 안정기는 일일 8시간 사용시 14년 사용 가능함.

온도별 조도 분포(FPL32W)

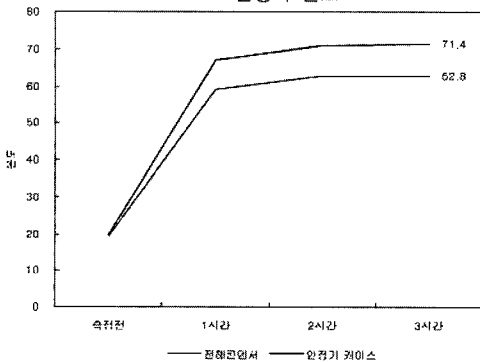


배광곡선 및 실내 조도(FPL 32W x 3등용 기준)

PHOTOMETRIC DATA



안정기 온도



기술해설

실내 조도계산 데이터

1:X X는 1에 가까워야만 균제도가 좋음

시물레이션

조도 균제도

안방 기준
W3xD3xH2.3
(단위 : M)

226lux

Emin : Emax
1 : 1.7

안방등
W3.5xD3.8xH2.3
(단위 : M)

181lux

Emin : Emax
1 : 2.3

* 본제품에 대한 수상실적



GOOD DESIGN
산업자원부선정

대한주택공사
Korea National Housing Corporation

제6회 조명설계 디자인대전
대상 수상

고효율 조명기구는 에너지를 절약하는 경제적인 조명기구를 판단하는 중요한 기준이 된다. 조명기구의 효율을 최적화 시킬 수 있는 조명 기구의 온도특성 및 광학부품의 투과율 특성 등을 고려한 공동주택용 고효율 조명기구를 개발한 것이다.

◇ 저 자 소 개 ◇



김태훈(金泰勳)

1978년 3월 8일생. 호서대학교 전기공학과 졸업. 미미라이팅(주) 부설조명연구소 연구원. 조명디자이너 자격인증. 한국조명설비학회 정회원.



박진성(郭珍星)

1978년 4월 6일생. 대불대학교 산업디자인과 졸업. 미미라이팅(주) 부설조명연구소 연구원. 한국조명설비학회 정회원.



한연주(韓妍珠)

1978년 7월 26일생. 청주대학교 산업디자인과 졸업. 미미라이팅(주) 부설조명연구소 연구원. 조명디자이너 자격인증. 한국조명설비학회 정회원.



정지애(鄭智愛)

1983년 12월 29일생. 서원대학교 산업디자인과 졸업. 미미라이팅(주) 부설조명연구소 연구원.



윤철구(尹喆九)

1960년 7월 7일생. 한양대학교 공학대학원 전기공학과 졸업. 미미라이팅(주) 부설조명연구소 소장. 한국조명설비학회 정회원/이사/편수위원. 국제조명위원회 한국위원회 이사. 조명사 인증(일본조명학회). 조명 콘설탄트 인증(일본조명학회).