

# ACRICHE LIGHTING DESIGN GUIDE

– MR16 –

솔루션 파트

# Contents

## Table of contents

1. MR16 개요 - 재래광원
2. 재래 MR16 대체용 LED 요구사항
3. Target 설정
4. Optical, Thermal, Electrical 선택고려사항
5. Supply Chain
6. Standard

# I. MR16 개요 - 재래광원

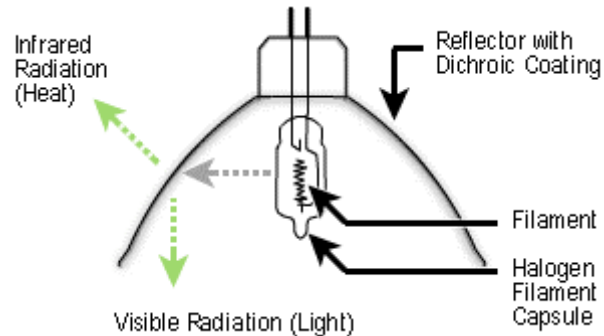
## 1. MR (Multifaceted Reflector) 램프

MR의 의미는 “다면체 반사판”을 나타내는데, 이는 다면체 구조를 가지는 압축유리의 반사판 표면에 각 면에 대해서 균일하게 반사 물질이 코팅되어 있는 형태로, 이러한 각 면들은 광학적으로 필라멘트에서 나오는 빛을 모아주거나 집광시키는 특성을 가지고 있다. 어떤 MR 램프 반사판이 다면체가 아닌 매끄러운 구조로 되어있지만, 아직까지 이를 통칭해서 MR 램프라고 부른다.

MR은 원래 슬라이드 프로젝터의 광원용으로 개발되어졌던것으로, 현재는 직접조명용으로 Track lighting, recessed ceiling lights, desk lamps, pendant fixtures, landscape lighting, retail display lighting에 사용되어지고 있다.



MR16 램프의 반사판은 알루미늄이나 다이크로익 (Dichroic)이 코팅되어 있으며, 다이크로익으로 코팅되어진 램프의 경우 가시광선은 전방으로 향하고, 적외선 영역의 열은 후면으로 흡수되어진다. 하지만 알루미늄으로 코팅되어진 램프의 경우는 가시광선과 적외선을 모두 전면으로 방출시킨다. 어떤 MR16 램프의 경우 전면에 유리커버가 있는데, 이는 램프가 파괴되었을 때, 파편을 막아주기 위한 역할도 한다.



MR 램프는 크기가 다른데, 이는 램프의 최대 지름에 따라 결정된다. 대부분 MR램프라 하면, MR16을 이야기 하는데, 여기서 숫자 16은 MR 램프 바깥면 최대 지름치수를 나타내는데, 계산은 16/8 인치(inches) 즉 2 인치가 되며 이는 램프의 외곽 지름이 5 cm정도인 것을 의미하며 이를 구분한다. MR8 램프의 경우 8/8 인치로 지름이 2.5 cm이고, MR11은 11/8 인치로 지름이 3.5 cm인 램프를 의미한다.

## 2. MR16 램프를 사용함에 있어서 어떠한 장점이 있는가?

### 2.1 크기(Size)

MR16의 크기는 작다. 2-Inch인 5cm 지름을 가지고 있어 유연하게 사용되어 질수 있다. 특히 공간적 제약이나, 미적 고려를 해야하는 곳에는 쉽게 사용할수 있다. 예를 들어, 핀홀 다운라이트(Pinhole downlight)와 같은 1¼ Inch(3cm)의 아파쳐를 가지는 곳에도 사용되어진다.

### 2.2 색온도 특성

MR16은 일반적으로 2800K에서 3200K의 색온도를 가지며, 다이크로닉 코팅을 한 제품은 이보다 높은 4700K까지 가능하다. 이는 일반적 백열전구의 색온도보다 높다. 이유는 필라멘트가 컴팩트하여 온도가 높기 때문이다.

### 2.3 색재현성(CRI)

MR16의 CRI는 95-100이다.

### 2.4 광 조절(Beam Control)

MR16에 사용된 저전압의 필라멘트는 반사판을 사용하여 광조절을 쉽게 만들어 줍니다. MR16은 7도에서 60도까지를 가지고 있어, 조명디자이너들이 설계하기에 매우 유용하다.

## 3. MR16 램프를 사용함에 있어서 어떠한 단점이 있는가?

MR16 램프는 정상적으로 사용하지 않을 경우, 위험한 사항이 발생할 수 있으므로 사용시 항상 주의해야 한다.

### 3.1 에너지 효율 특성

형광등과 같은 높은 효율의 광원이 아니므로 전체조명을 위한 응용에는 적합하지 않다. 국부조명에 적합하다.

### 3.2 온도 특성

필라멘트의 온도가 적어도 260℃까지 올라가고 점등되는 동안 할로겐재생사이클을 한다. 높은 고온으로 인해 화상의 위험이 있으며, 특히, 박물관과 같은 곳에서 사용할 때, 열에 손상 받을 수 있는 것들의 주의가 요구된다.

### 3.3 필라멘트 취급 요망

가압되어진 필라멘트램프 표면을 손으로 만질 경우 램프 구동시 파손의 문제가 발생할 수 있다.

# 2. 재래 MR16 대체용 LED 요구사항

## 1. ANSI의 MR16 구분

ANSI Designation	Lamp Abbreviation* (wattage MR16 / Beam Angle)
BAB	20MR16/40°
ESX	20MR16/10°
EXN	50MR16/40°
EXT	50MR16/15°
EXZ	50MR16/25°
FPA	65MR16/15°
FPB	65MR16/40°
FPC	65MR16/25°
EYC	75MR16/40°
EYF	75MR16/15°
EYJ	75MR16/25°
* Data taken from ANSI C78.379-1994 Annex B	

VNSP: Very narrow spot (8도이하)  
 NSP: Narrow spot (8-15도)  
 SP: Spot (8-20도)  
 NFL: Narrow flood (24-30도)  
 FL: Flood (35-40도)  
 WFL: Wide flood (55-60도)  
 VWFL: Very wide flood (60도 또는 그 이상)

## 2. Lamp제조업체별 빔 각도 명명법

Beam Angle (degrees)	GE	OSRAM	SYLVANIA Philips	USHIO
7	VNSP	*	*	*
8	*	NSP	SP	*
10	*	NSP	SP	*
12	*	*	*	Narrow
13	*	*	*	Narrow
15	NSP	*	*	*
20	SP	*	*	Medium
22	*	*	*	Medium
23	*	*	*	Medium
24	*	*	NFL	Medium
25	NFL	NFL	*	*
28	*	*	*	Medium
30	NFL	*	*	*
35	*	FL	*	*
36	*	*	FL	Wide
38	*	*	FL	Wide
39	*	*	*	Wide
40	FL	FL	*	*
55	WFL	*	*	*
60	*	VWFL	WFL	Super Wide
* Lamp manufacturer does not offer beam angle				

### 3. 조명디자이너들이 MR16 Lamp를 선정하는 방법

3.1 필요한 조도와 조명효과를 얻기위한 빔각도(Beam angle)와 중앙 빔축광(Center beam candlepower\_CBCP)을 결정하고 MR16을 선택.(같은 형태의 MR16이라도 빔각도와 중앙빔축광이 업체마다 제품에따라 다를수 있다.)

3.2 CCT를 선택.

(MR16의 CCT는 같은 업체, 같은 제품이라도 실제로는 색의 차이가 발생할수 있다.)

3.3 어플리케이션에 따라, 다양한 빛의 형태 칼라등을 요구한다. 이에 맞게 실제 설치후 선택해야한다.

### 4. LED가 적용된 MR16 요구사항

4.1 MR16과 동일한 빔각도와 중앙의 빔축광을 가져야함.

(빔각도는 7도 - 60도 사이에서 결정)

4.2 2800 - 3200K의 색온도를 가져야하며, 4200K의 색온도도 필요함.

4.3 색재현성(CRI)은 국내는 70이상, 미국은 75이상되어야 함.(KS, Energy star에 근거)

4.4 소비전력당 광속은 아래를 참조 결정함.

스펙상								실측 (점등후 1H)		
No	Type	제조사	소비전력 (W)	CCT (K)	lm	Efficacy (lm/W)	지향각	CCT (K)	lm	Efficacy (lm/W)
1	MR16	오스람	20	3000	320	16	36	2848	210	10.5
2		오스람 (ST)	35	3000	900	25.7	38	2951	310	8.9
3		오스람 (ES)	35	3000	900	25.7	36	2911	620	17.7
4		오스람	50	3000	1250	25	36	2834	557	11.1

### 3. Target설정

#### 1. 재래 MR16대체 Target설정

재래 lamp 광원						A3 4W	AN4 4W
Base	수명 [hr]	색온도 [K]	W	lm	lm/W	lm	lm
GU5.3 GU10 E11	2000~ 6000	2750~ 3050	20	150	7.5	215(CW) 145(WW)	200
			35	250	7.1	-	-
			50	400	8.0	-	-

Importance	Characteristic	Unit	
Critical	Luminous Flux	Lumens (lm)	A3 4W
			AN4 4W
			200(CW) 120(WW)
	Electrical Power consumption	Watts (W)	4W
Potentially Important	Beam Angle	Degree	36
	Lifetime	Hours	Residential indoor : 25,000h Residential Outdoor: 35,000h All Commercial : 35,000h
	Operating temperatures	°C	
	Operating humidity	% RH	
	Color temperature	K	2800-3200K
	CRI		70(국내), 75(미국)
	Manufacturability		
	Ease of installation		
	Form factor		

## 2. Led 개수 선정방법

- 먼저 Target 제품의 Lumen을 선정한다.
- 실제 Led가 구현하기위해 필요한 Lumen 계산법  
실 필요 Lumens = Target Lumens / (Optical Efficiency \* Thermal Efficiency)
- Led의 개수 선정  
Led 개수 = 실 필요 Lumens / Led당 Lumens

ex) 1. MR16 20W를 선정하였으며, Target Lumen은 150lm이다.

2. 실 필요 Lumens = Target Lumens / (Optical Efficiency \* Thermal Efficiency)  
= 150 lm / (91% \* 85%) = 193.9 lm

3. Led 개수 = 실 필요 Lumens / Led당 Lumens  
= 193.9 lm / 215lm = 1 Leds

(AW3220 = 215lm)

## 3 Heat sink의 외부 온도를 선정

- KS고효율 기자재 규격에 근거하여 선정

: LED 램프 캡(베이스) - 90도, LED 램프 몸체 - 70도, LED 램프발광면 - 60도 초과하지 않아야함.(Ta = 25도)

### \* 참고자료

- 광, 열, 전기 시스템의 효율

System	Efficiency	Type
Optical	91%	Light
Thermal	85%	Light
Electrical	87%	Power



# 4. Thermal, Optical, Electrical 선택시 고려사항

## 1. Led에서의 광손실

### 1.1 Thermal Loss

LED의 경우 Junction Temperature에 따라서 광량이 저하된다. 일반적으로 Spec 상에 표기되는 광량은 Tj=25도에서의 광량이며 Tj에 따른 LED 광량 저하율은 spec 상에 표기 되어 있다. (그림 1. 참고) 따라서 LED 조명기기 제작 시 Module에 실장 된 LED의 Tj를 고려하여 광량을 산출해야 한다.

Ex) P4 Cool White LED 4ea를 Module에 실장 후 Tj 측정 시 90도라면, 실제 광량은  $100lm \times 4ea \times 0.82$  (Tj=90℃에서 발광효율) = 328lm임.

### 1.2 Optical Loss

LED를 이용한 대부분의 조명 기기는 배광 Pattern을 변경하기 위하여 Secondary Optics를 사용한다. 일반적으로 Secondary Optics의 효율은 85~90%이다. 또한 Reflector와 같은 조명 기기의 Fixture에 의해서도 광의 손실이 일어난다. 그러나 LED조명이 일반 CFL과 같은 재래 조명 대비 발광 Pattern이 좁아 Fixture에 맞는 부분이 상대적으로 적기 때문에 Fixture에 의한 손실은 재래 광원대비 적다.

### 1.3 Electrical Loss

LED 조명 기기에 사용되는 대부분의 Driver 효율은 100%를 만족하지 못한다. 이런 Driver의 효율은 전반적인 조명기기의 Efficacy의 저하에 영향을 주기 때문에 LED 조명 System 설계 시 이를 고려해야 한다. Driver의 효율은 주로 80~90%이며 90%이상 이 되려면 Cost가 높아진다. 또한 Output load에 따라서 Converter의 효율의 차이가 나는데 고효율, 저 Cost의 Driver 설계를 위해서는 최소 Output Load가 50%이상 이 되어야 한다. (그림2. 참고)

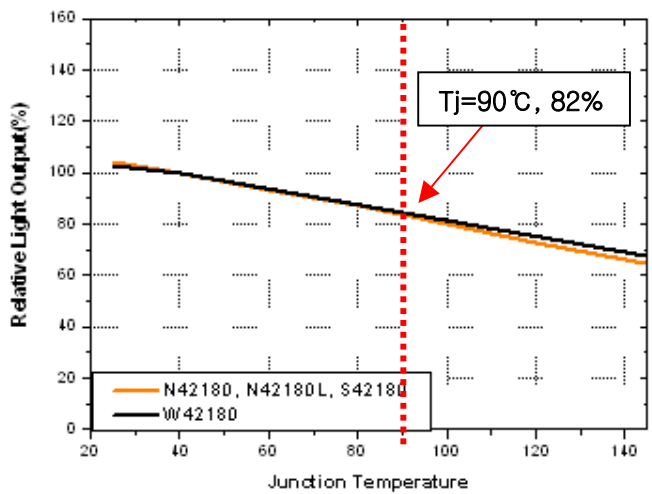


그림1. Junction Temperature vs Relative Light Output

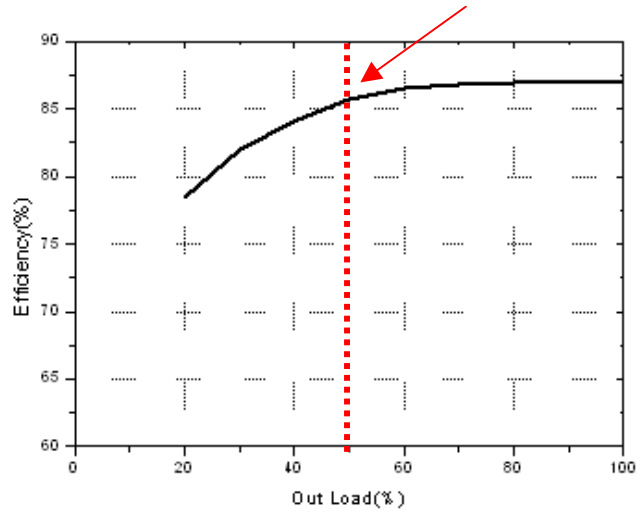


그림2. Efficiency vs Output Load

## 2. Heat sink의 설계

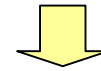
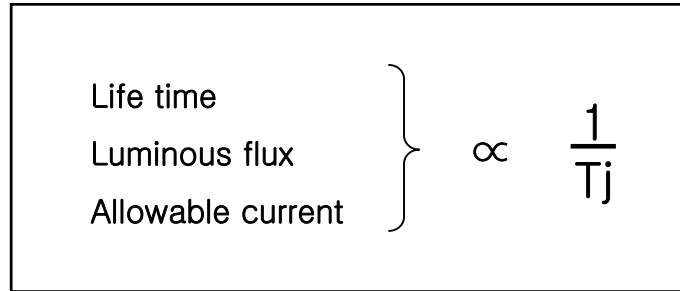
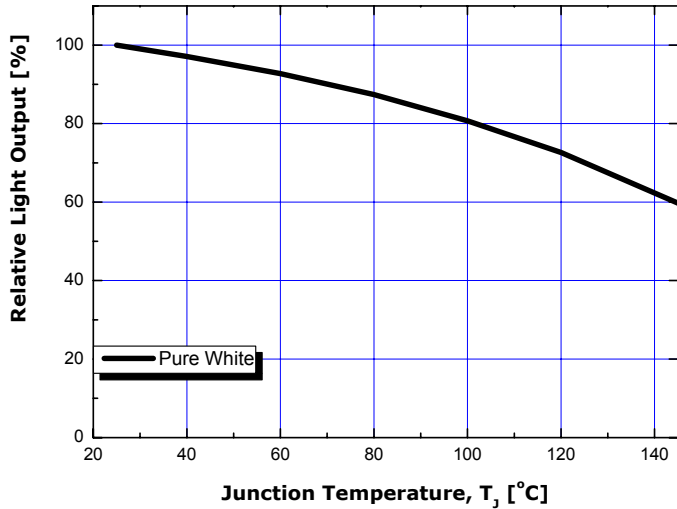
- Heat sink를 통해 Tj를 낮추면 Life time, Luminous flux의 감소를 최소화 할수 있다.

- Heat sink의 설계시 고려 사항

: Heat sink의 재질

Heat sink의 각도, 핀 두께, 간격

Tj에 따른 광 출력 예



Heat sink를 통해 Tj를 낮추는 것이 중요

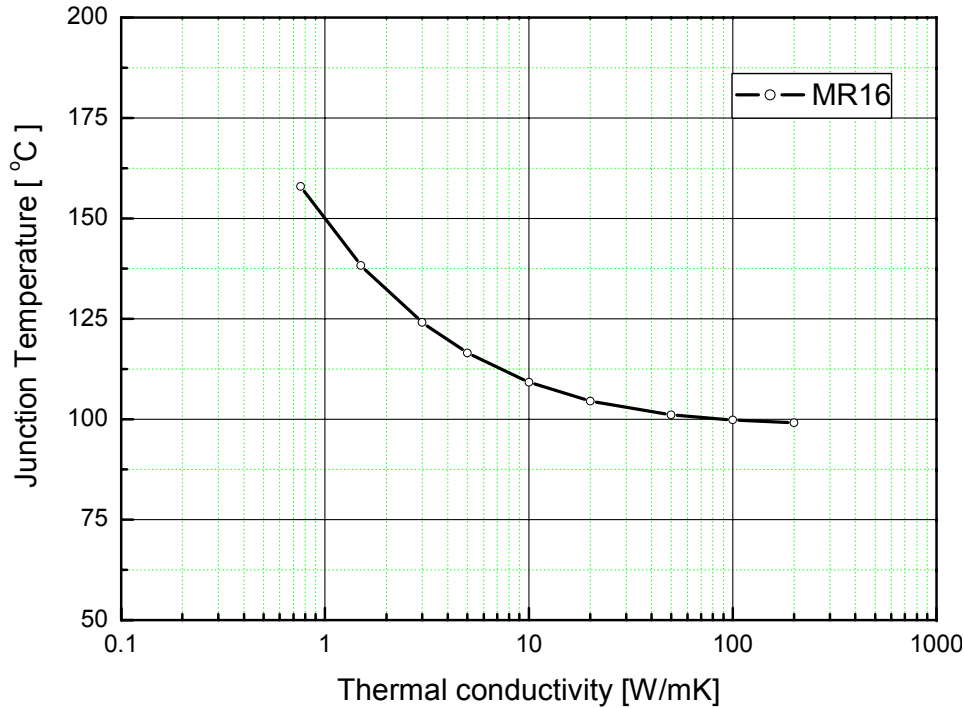
조건	Heat sink fin 간격 및 두께	Heat sink 재질
1. Ambient 온도 : 25°C 2. Bulb 용 히싱크 디자인 - Ø 60 기준 설계 3. heat source : A3 size [ 3.4W ] 2ea Heat sink : Al6061 4. T monitor point : - heat source		

## 2.1 Heat sink의 재질별 시뮬레이션

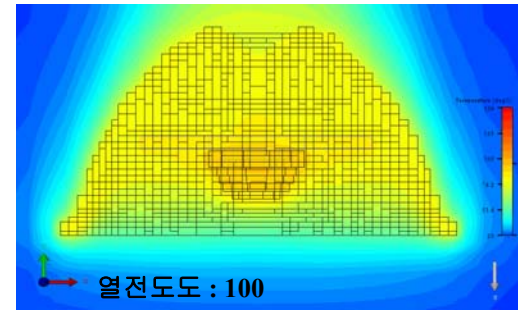
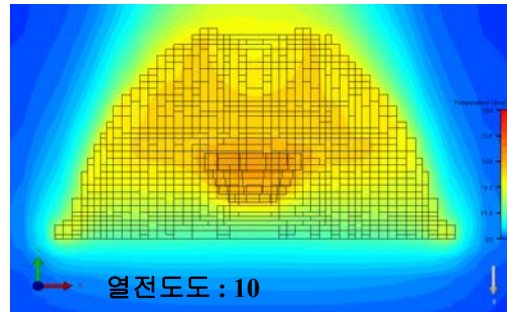
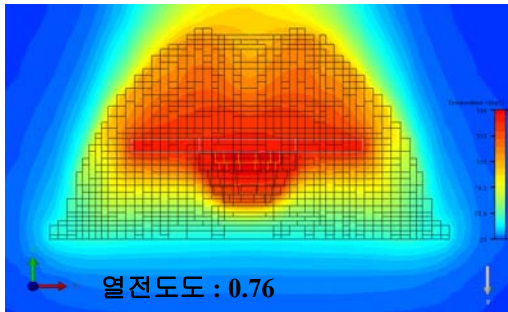
- 시뮬레이션 조건 : MR16 Ø 49 기준 설계

heat source는 A3 (3.4W) 1pcs

Ambient temp는 25℃



열전도도	정선온도	비고
0.76	158.00	RTP LCP_3499-3X
1.50	138.30	-
3.00	124.10	-
5.00	116.50	-
10.00	109.20	Coolpoly_LCP_d5506
20.00	104.50	Coolpoly_LCP_e2
50.00	101.10	
100.00	99.79	ALDC 12
200.00	99.08	AL 1100, Epoxy/Carbon Fiber Composite



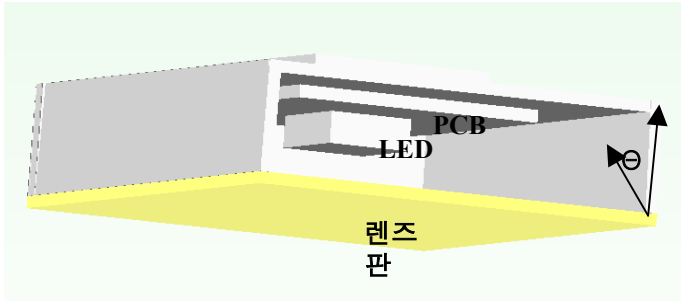
**Note :** 상온 구동 조건에서 열전도도 10 w/mK의 이상의 자재 적용시 정선 온도가 110℃를 넘지 않을 것으로 사료되며, MR16의 구조의 경우 히트 소스가 중앙에 위치하여 전도 열의 이동 경로가 짧게 설계 되어 있어 유효 방열 면적을 효율적으로 사용하고 있음. 단, Polymer 표면 구조상 접합면의 계면 조건을 최적화 시키는 것이 중요함.

## 2.2 Heat sink의 반사판 각도에 따른 시뮬레이션

- 시뮬레이션 조건 : MR16 Ø 49 기준 설계

heat source는 A3 (3.4W) 1pcs

Ambient temp는 25℃

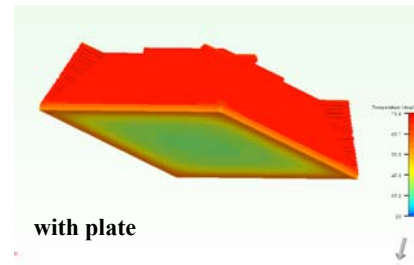
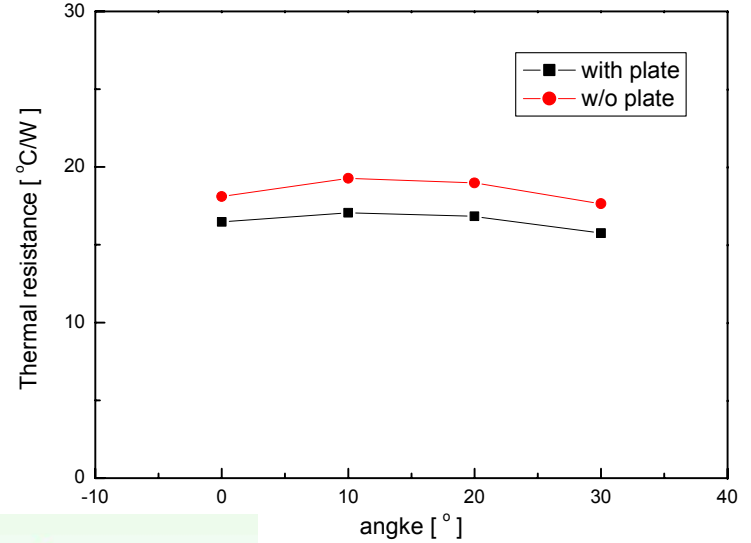


렌즈판 채택

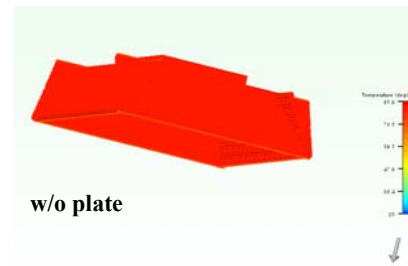
각도	0	10	20	30
측정 포인트	온도	온도	온도	온도
hot source	77.7	79.6	78.8	75.4
top base	75.3	77.1	76.0	73.1
wall	73.2	75.0	73.6	71.4
inside air	57.3	61.5	59.8	59.0
ambient	25.0	25.0	25.0	25.0

렌즈판 비채택

	angle	angle	angle	angle
측정 포인트	온도	온도	온도	온도
hot source	83.0	86.7	85.7	81.4
top base	80.5	84.2	82.9	79.1
wall	78.5	82.1	80.6	77.4
inside air	66.4	69.6	68.2	67.2
ambient	25.0	25.0	25.0	25.0



with plate



w/o plate

**Note :**

각도 증가에 따라 대류 열전달이 증대되어 방열효율이 증가. 렌즈판 제거 시 히트싱크 표면의 대류 열전달 계수가 미소 상승되나, P.C의 낮은 열저항에 불구하고, 렌즈판에 전달된 열량이 렌즈 표면에서 방열되어 방열 측면에서 유리하게 작용됨.

## 2.3 Heat sink의 핀의 두께, 간격에 따른 시뮬레이션

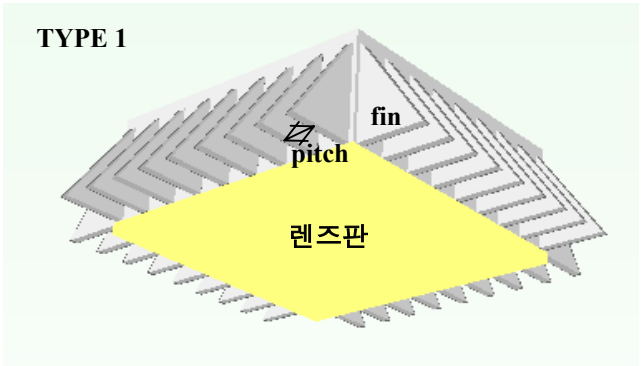
- 시뮬레이션 조건 : MR16 Ø 49 기준 설계

heat source는 A3 (3.4W) 1pcs

Ambient temp는 25℃

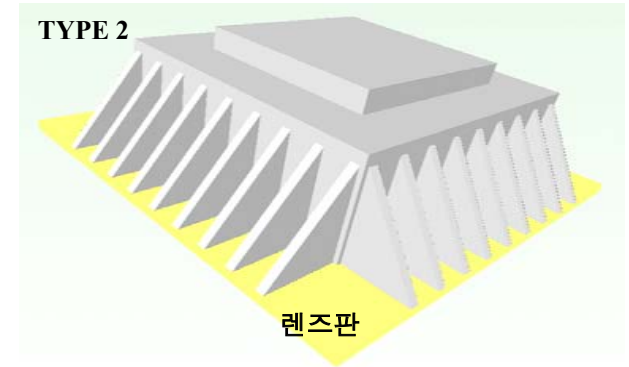
### TYPE 1

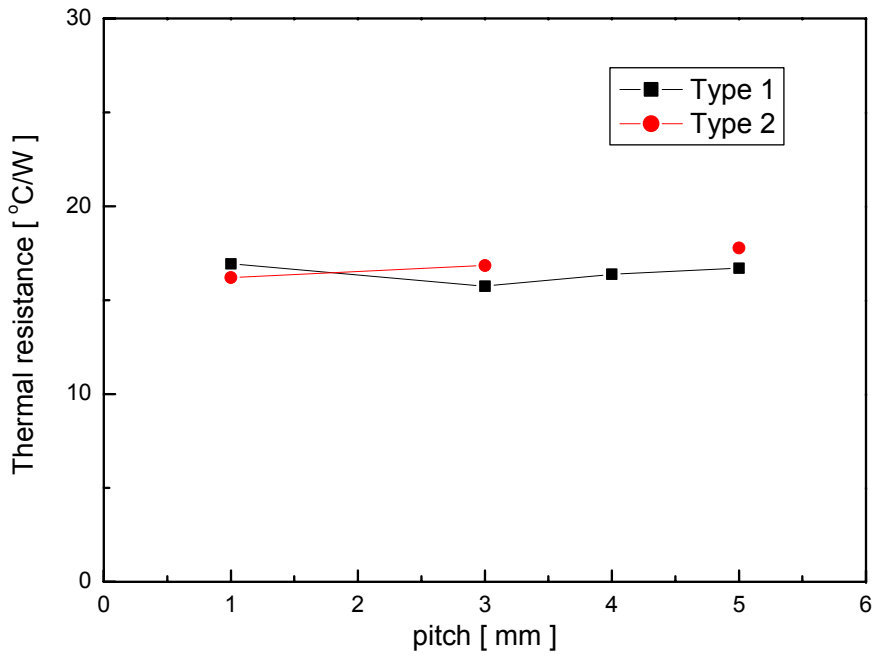
thickness	1	1	1	1	2	2
pitch	1	3	4	5	2	4
측정 포인트	온도	온도	온도	온도	온도	온도
hot source	79.2	75.4	77.4	78.5	77.0	77.4
top base	76.7	72.9	74.9	75.9	74.5	74.8
wall	75.2	71.2	73.2	72.1	72.9	71.6
inside air	65.1	61.9	63.5	64.2	63.3	63.5
ambient	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0



### TYPE 2

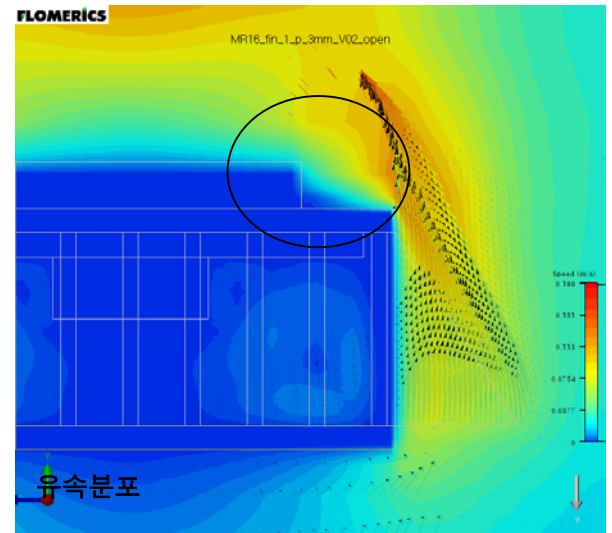
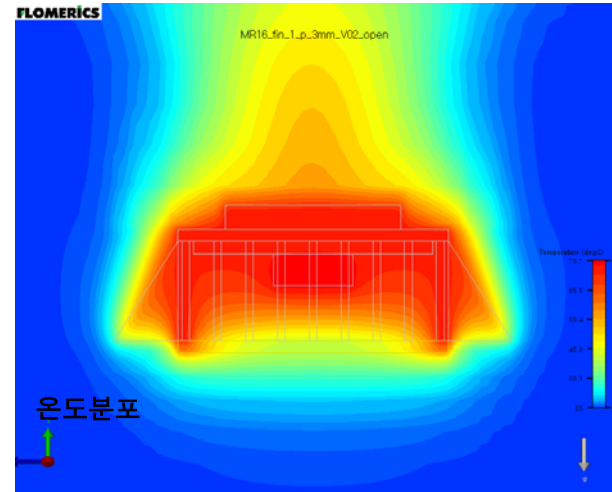
thickness	1	1	1
pitch	1	3	5
측정 포인트	온도	온도	온도
hot source	76.9	78.9	81.9
top base	74.4	76.4	79.3
wall	72.9	74.8	75.0
inside air	63.6	64.7	67.1
ambient	25.0	25.0	25.0



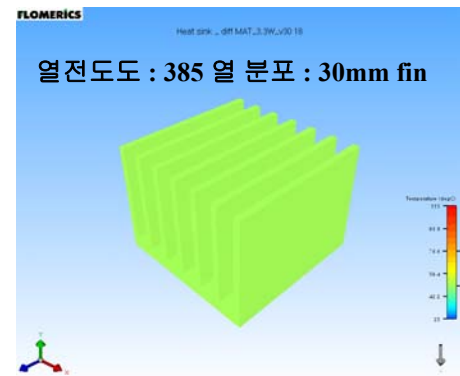
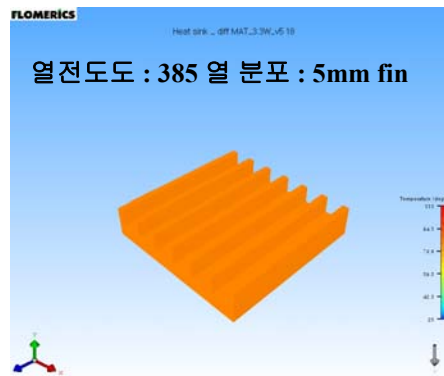
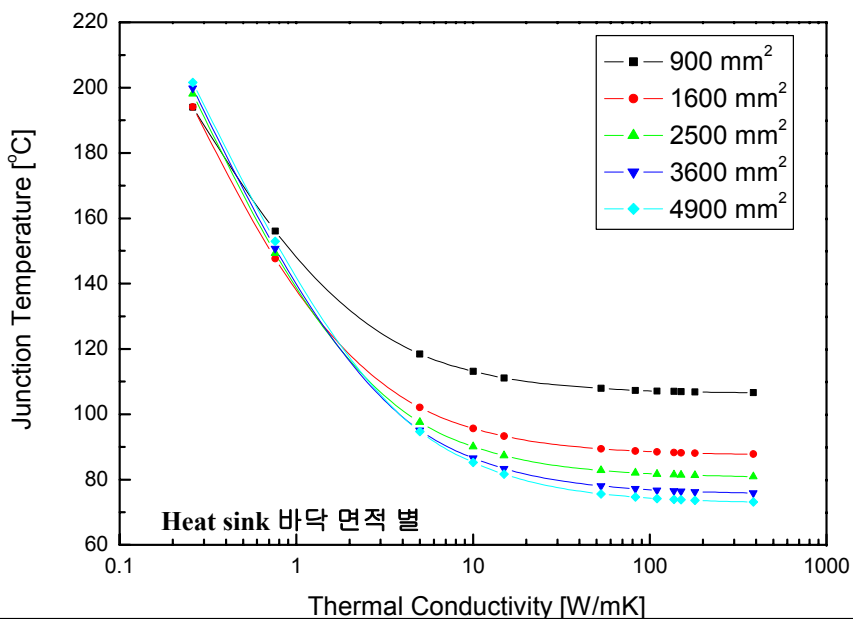
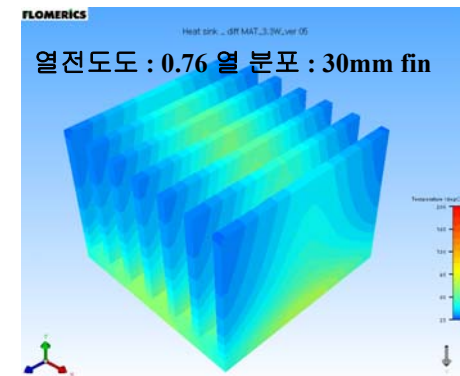
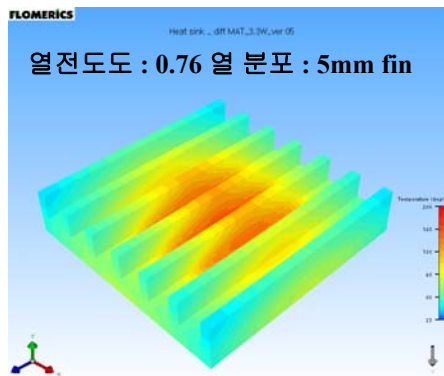
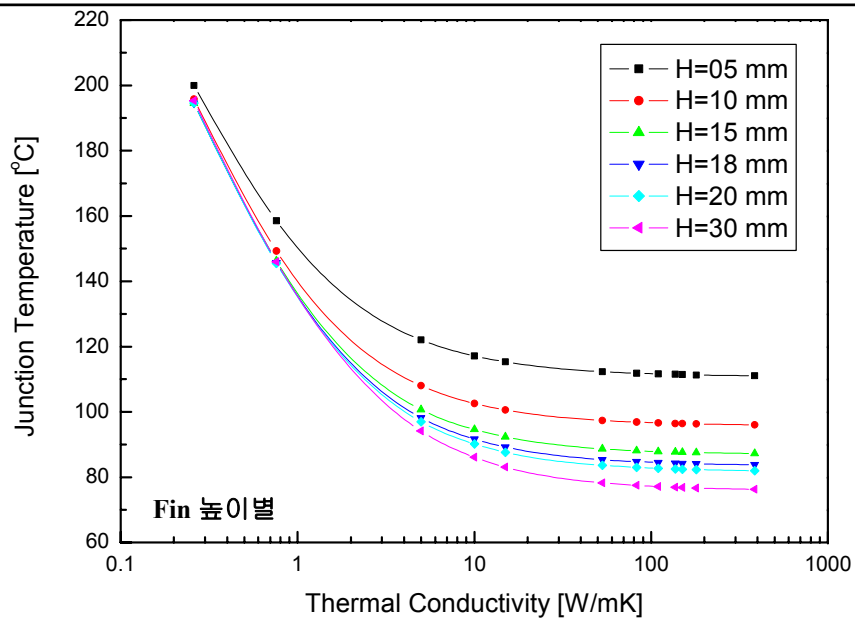


**Note :** 핀에 대한 열전달량을 증대 시키지 위하여 핀의 두께 증가는 효율성이 없음.  
 핀 간격은 Type 1에서 유속의 증대를 위하여 3 mm 가 최적이며,  
 상부 디자인시 유속이 없는 부분에 대하여는 열전달을 시키는 면적을  
 확보 하는 것이 바람 직함.

**결론 :** 하부 반사경의 각도는 30도,  
 핀 두께 1 mm  
 핀 간격 3 mm  
 상부 디자인시 유속 없는 부분은 히싱크로 열 전달 면적을 증대.



# 참조 : 히싱크 면적, fin 높이에 따른 전도도별 열 특성



### 3. Secondary Optic 설계

- Secndart Optic을 통해 지향각을 조정하며, 광량을 확보한다.
- Secndart Optic 고려사항
  - : Led와 결합시의 형태, 지향각, 광손실

#### 3.1 Secondary Optic의 종류와 특성

Reflector type	Collimator type	Fresnel Lens type
		

#### 3.2 Lens type 별 비교 Simulation Result (A3 PKG 120도 기준)

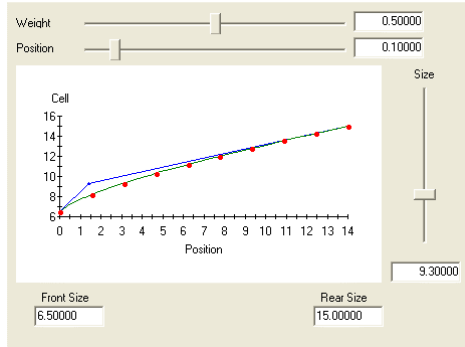
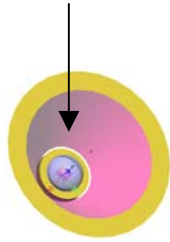
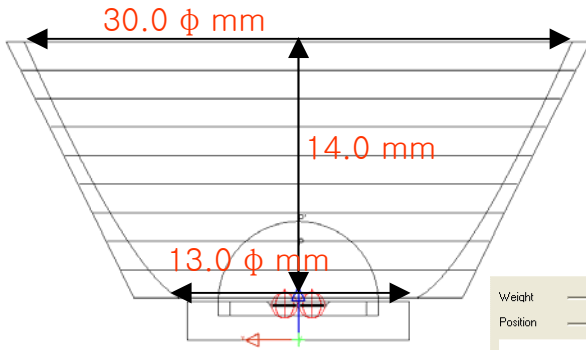
Lens type / 지향각	10도 Target Efficiency	30도 Target Efficiency	Cost	비고
Reflector type	81.5%	81.61%	60%(R/F) + 30%(Cover)	투명 cover 별도 필요 Cover에 의한 추가 광손실
Collimator type	<b>84.7%</b>	83.52%	100%	
Fresnel Lens type	74.65%	74.6%		얇은 lens 구현 가능



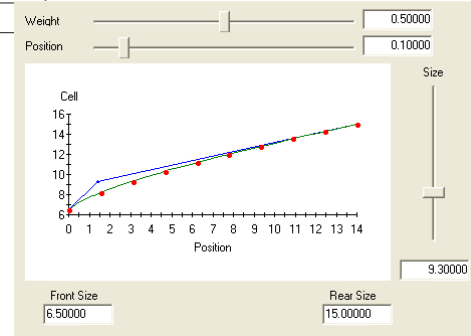
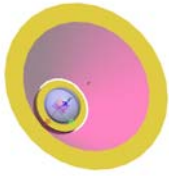
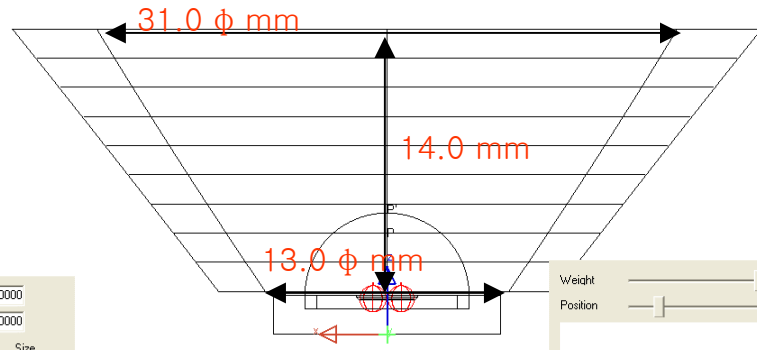
### 3.2.1 Secondary Optic A3 PKG Reflector type 시뮬레이션

#### 1) module type

Aluminum coating

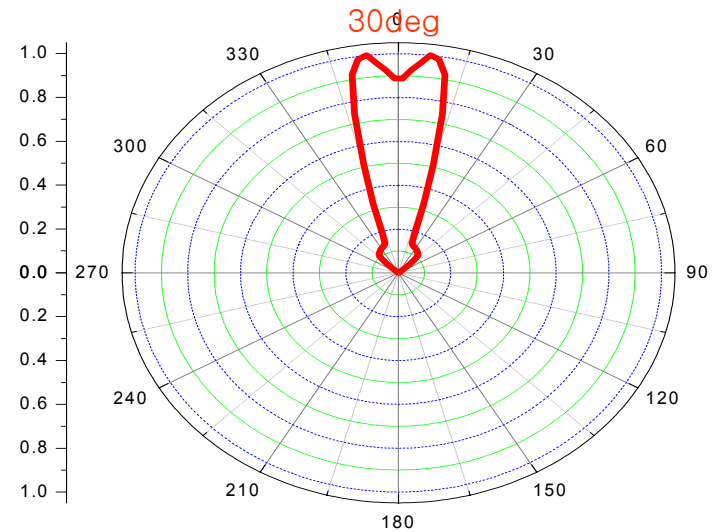
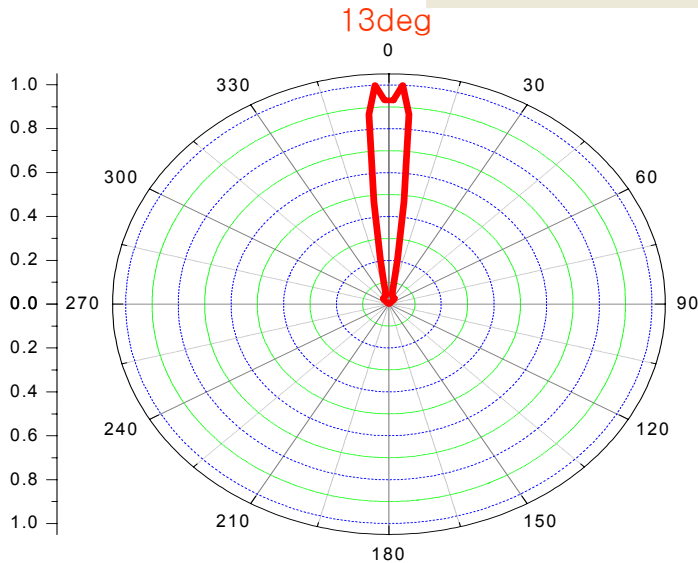


광 효율 : 81.50%



광 효율 : 81.61%

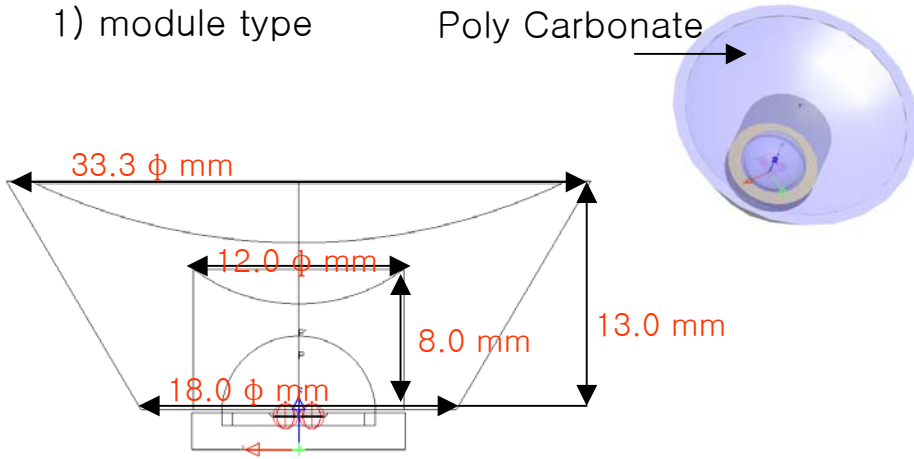
#### 2) 지향각



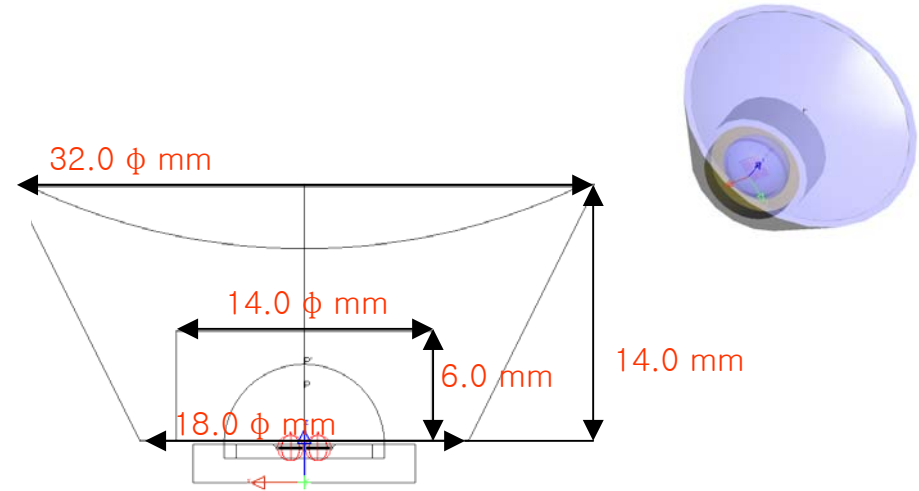
### 3.2.2 Secondary Optic A3 PKG Collimator type 시뮬레이션

1) module type

Poly Carbonate

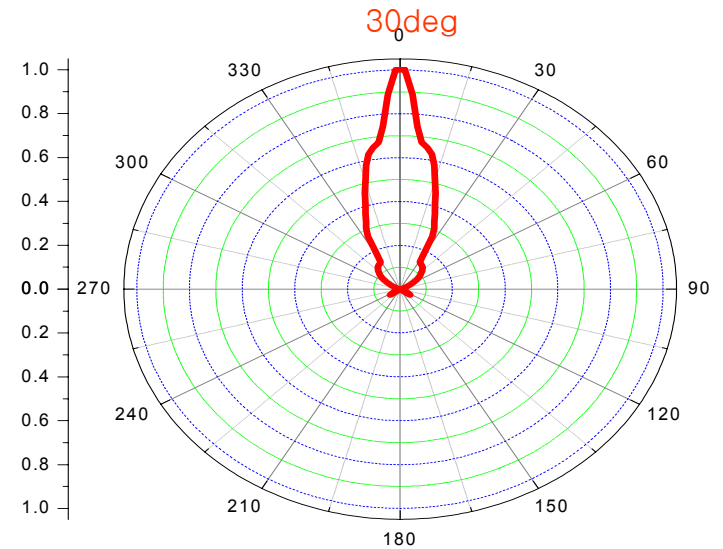
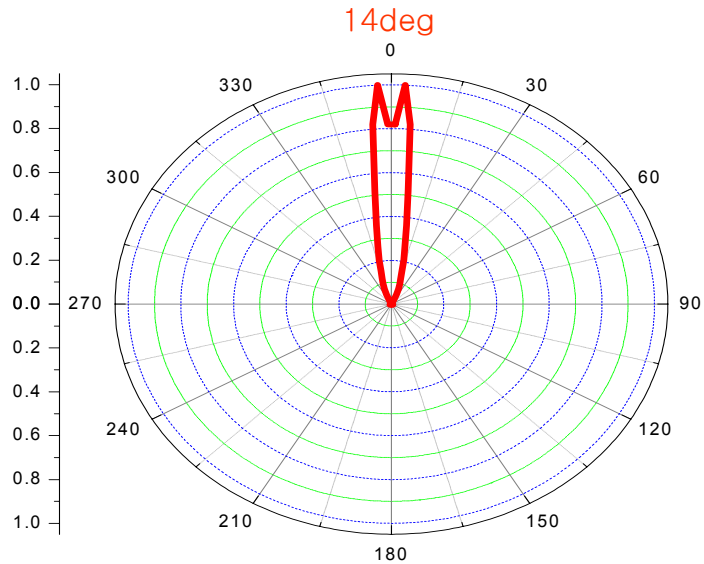


광 효율 : 84.07%



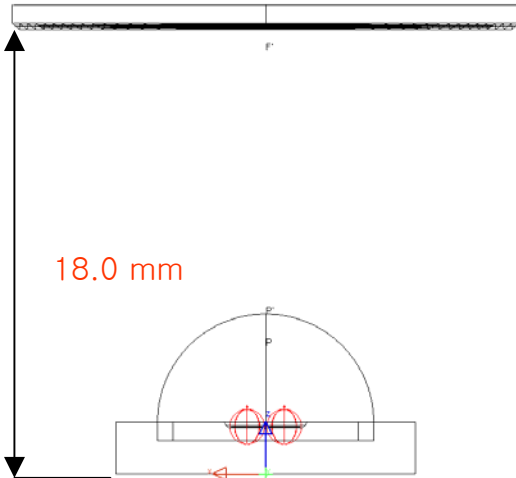
광 효율 : 83.52%

2) 지향각



### 3.2.3 Secondary Optic A3 PKG Fresnel type 시뮬레이션

#### 1) module type



18.0 mm

광 효율 : 74.65%

**Lens**

Lens Diameter: 20  
 Center Thickness: 1  
 Fresnel Radius: 12  
 Effective Focal Length: 24.2915  
 Conic Constant: -0.92  
 Draft Angle: 5  
 Material: Acrylic  
 LensName: myFresnel

**Lens Optic Axis**

Horizontal (creates a regular Fresnel lens)  
 Vertical (creates a 'Beacon')  
 Cylindrical (creates an extruded Fresnel lens)

Inner Radius: 10  
 Width: 10

**Groove Type**

Equi Depth  
 Groove Depth: 0.25  
 Equi Facets  
 Grooves Per Millimeter: 2

Create negative grooves

Aspheric Coefficients (for a curved base surface)

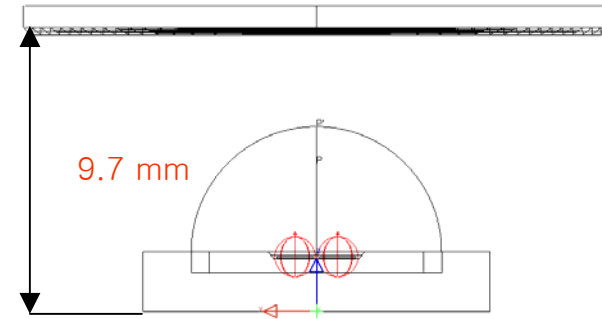
A1	B1	C1
0	0	0

$Z = A1Y^2 + B1Y^3 + C1Y^4$

Delete existing fresnel lens (if any)

**Summary File**

Write Points To File  
 C:\LTUser\TempFresnelData.txt

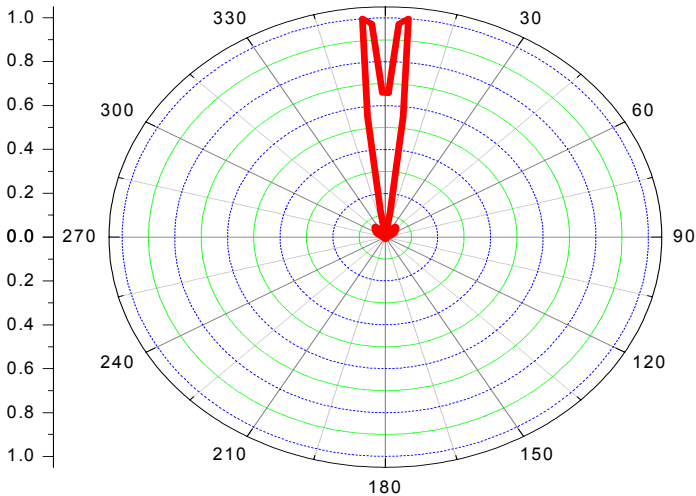


9.7 mm

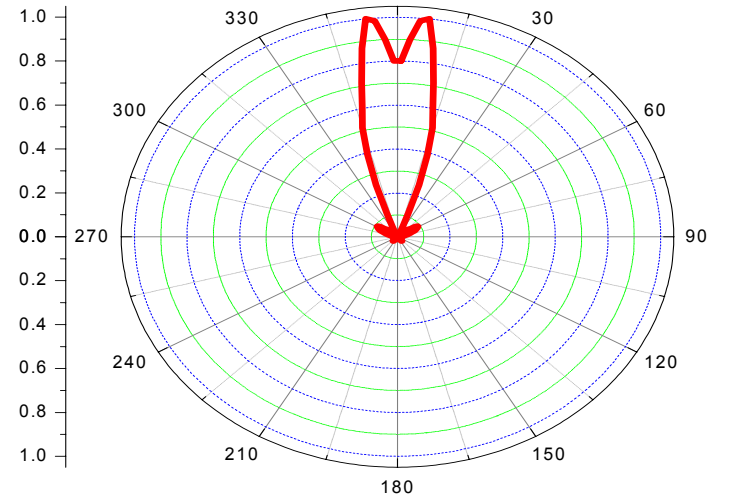
광 효율 : 74.60%

#### 2) 지향각

14deg



30deg



## 4 Electrical 고려사항




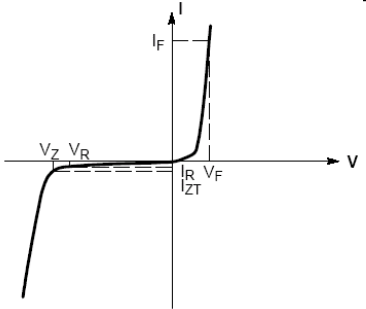
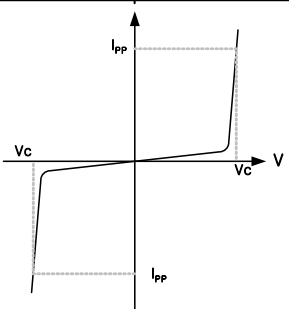
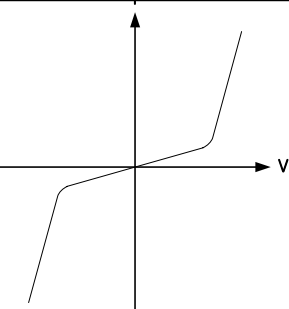
### 4.1 고장형태에 따른 해결방법

고장형태	전기적 문제 형태	문제 해결 방법
미점등/휘도감소	과 전압	Zener Diode, TVS, MOV사용
	과 전류	PTC, NTC사용
	절연파괴	Pcb Pattern거리 확보, 절연코팅, 기구적방법
Acriche 잔광현상	Acriche 잔광현상	접전용 S/W연결, 저항사용

### 4.2 Over voltage protection

#### 4.2.1 Over voltage 발생원인

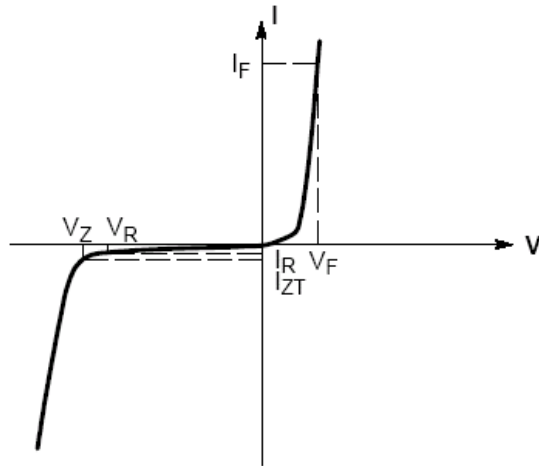
: ESD(Electrostatic discharge), Lighting surge, Transient voltage, Switching of load in power circuits, etc...

Item	Zener diode	TVS	MOV
Direction	Uni-directional	Bi-directional	Bi-directional
Supply voltage	DC	DC/AC	DC/AC
Response time	수십 ps	수십 ps	10-20 ns
Symbol			
I-V characteristic			
Application	Fig 1	Fig 2	Fig 3

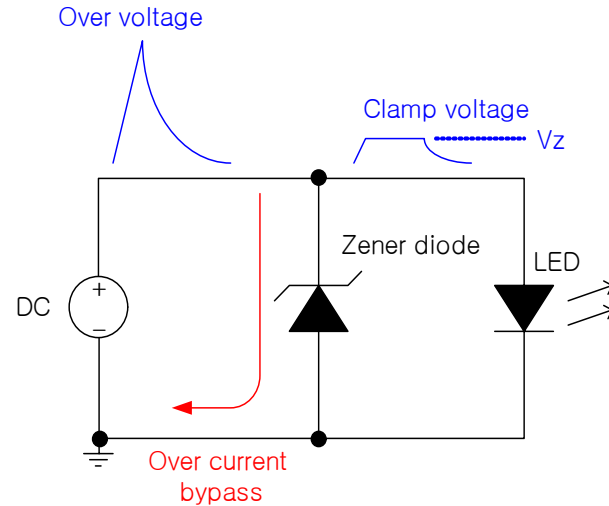
. TVS : Transient Voltage Suppressor

. MOV : Metal Oxide Varistor(Variable Resistor)

### 4.2.1.1 Zener diode protection



(a) Zener diode I-V 특성



(b) LED 보호 동작

Fig 1. Example of zener protection

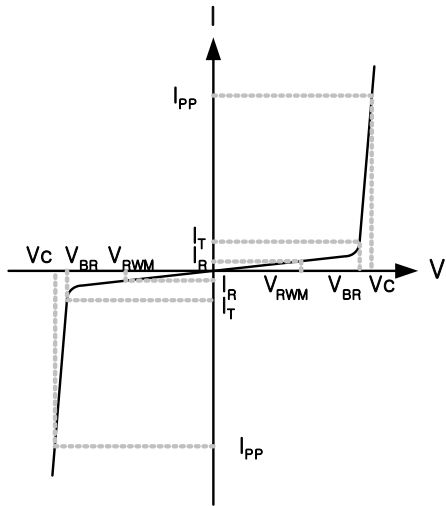
#### - 동작원리

- 전원단으로부터 over voltage가 인가될 경우 zener 항복작용으로 인해 over current는 zener diode를 통해 bypass되고 LED에는  $V_Z$ 만큼의 regulated 전압만이 인가되어 LED를 보호함
- Zener diode protection은 LED를 over voltage로부터 보호하는 가장 간단하며 기본적인 선택이므로 모든 외부의 over voltage로부터 LED를 완벽하게 보호하지는 못함 -> 추가 보호회로의 구성이 필요

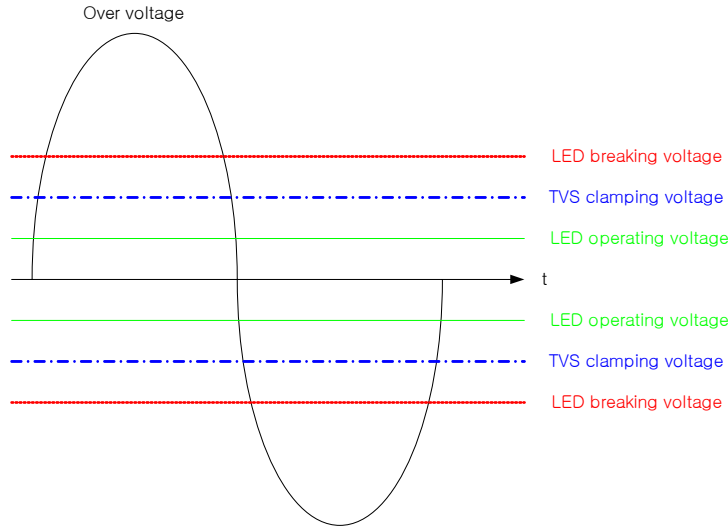
#### - Zener diode 선택시 고려사항

- LED의  $V_F$ 보다 높은  $V_Z$ 값을 갖는 소자 사용
- LED의  $V_F$ ,  $I_F$  및 사용전압을 고려 적절한 정격전력을 갖는 소자 선택
- 빠른 bypass 동작을 위해 낮은 제너 저항을 갖는 소자 선택
- LED의 구동 전류가 클 경우 가능한 높은 전류밀도를 갖는 소자 선택
- Low leakage current

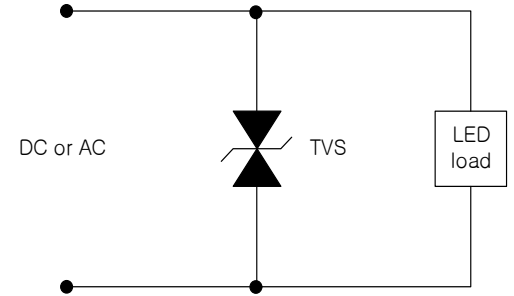
### 4.2.1.2 TVS protection



(a) TVS I-V 특성



(b) TVS clamping



(c) TVS protection circuit

Fig 2. Example of TVS protection

- 동작원리

- Zener diode가 양방향으로 결합된 구조로 avalanche breakdown을 이용한 protection 소자
- AC 연결단에서는 bi-directional 소자, DC 연결단에서는 uni-directional 소자를 사용해도 무방

- TVS 선택 고려사항

- LED의 VF보다 높은 VBR값을 갖는 소자 사용
- LED의 VF, IF 및 사용전압을 고려 적절한 정격전력을 갖는 소자 선택
- LED의 파괴전압이하의 clamping 전압값(Vc)을 갖는 소자를 선택  
(LED 파괴전압이상의 Vc를 갖는 소자 사용시 외부 over voltage로부터 LED를 보호하지 못함)

### 4.2.1.3 MOV protection

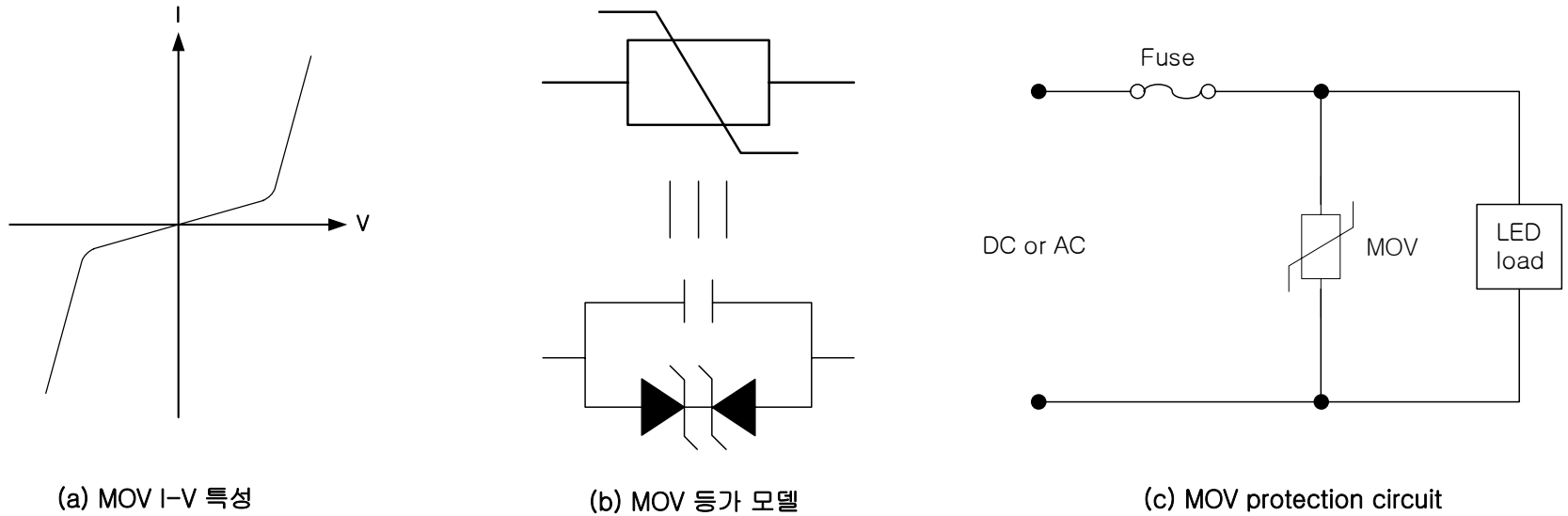


Fig 3. Example of MOV protection

- 동작원리
  - TVS와 동일한 over voltage 기능을 수행
  - 정상 동작시에는 절연체(capacitor)로 수백 MΩ 이상의 절연 저항값을 가지나, 순간 over voltage가 인가시 수 mΩ 이하의 도체가 되어 over current를 bypass함
- MOV 선택 고려사항
  - LED의 VF보다 높은 VB값을 갖는 소자 사용
  - LED의 VF, IF 및 사용전압을 고려 적절한 정격전력을 갖는 소자 선택
  - MOV의 정격을 초과하는 전류 유입을 방지하기 위해 fuse 사용 권장

## 4.2.2 Over Current protection

### 4.2.2.1 PTC(Positive Temperature Coefficient) resistor protection

- 동작 원리

- 소자의 온도 상승시 저항값이 크게 증가하는 특성을 가진 소자
- PTC에 정격보다 큰 전류가 흐를 경우 자기발열 작용으로 저항값이 크게 증가하여 전류를 억제하는 기능을 수행함
- LED에 직렬로 연결하여 LED에 흐르는 과전류를 억제함

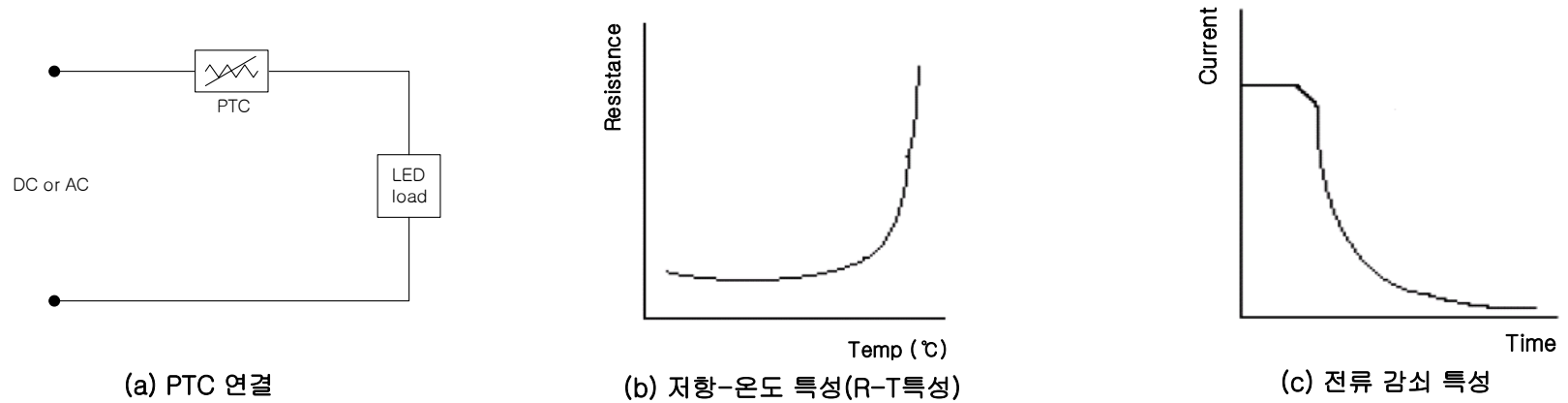


Fig 4. Example of PTC protection

- PTC 선택 고려사항

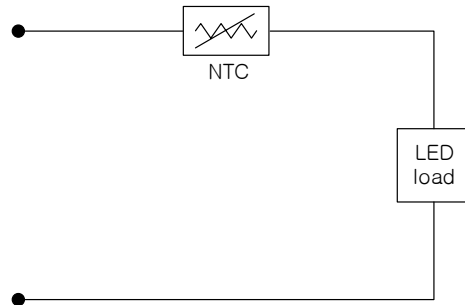
- LED의 최대 전압, 최대 전류, 최대  $T_a$ 를 고려하여 PTC를 선정
- PTC의 전류 억제 반응시간이 빠른 소자 선정



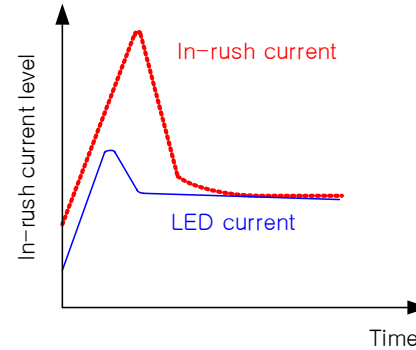
#### 4.2.2.2 NTC(Negative Temperature Coefficient) resistor protection

- 동작원리

- In-rush current로부터 LED를 보호하기 위해 사용
- In-rush current는 power supply의 boost 동작, initial power-up 동작시 발생할 수 있으며, 적절한 보호대책이 없으면 LED가 파괴될 수 있음
- LED에 직렬로 연결하여 in-rush current를 억제



(a) PTC 연결



(b) In-rush current 억제 특성

Fig 5. Example of NTC protection

- NTC 선택 고려사항

- NTC는 크게 두 종류(high resistance and low resistance)가 있으며 이중 in-rush current 보호용으로 low resistance NTC를 주로 사용
- NTC의 최대허용 전류/전력

## 4.3 절연내력 강화방법

### 4.3.1 절연 내력 저하 원인

PCB의 Cu Pattern이 PCB의 Edge 또는 PCB Hole 에 가까이 있을 경우 Metal Heat sink 또는 PCB의 Metal부분과의 거리가 가까워지면서 고전압 인가 시 방전이 발생하여 Heat sink와 단자간에 전류가 통할 수 있다.

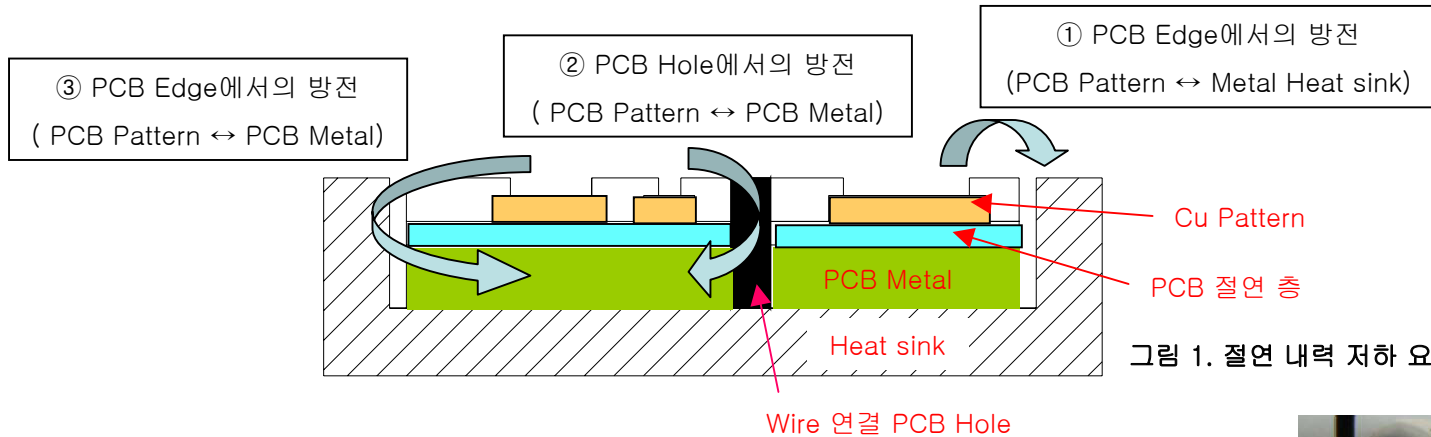


그림 1. 절연 내력 저하 요인 분석

### 4.3.2 절연 내력 향상 방안

#### ① PCB 의 Pattern 설계 시 PCB edge 또는 hole로부터 일정 간격 유지

절연 내력을 높이기 위해서 PCB의 Cu Pattern을 PCB의 edge나 PCB hole로부터 일정 간격을 유지해주는 방법. 최소 5mm이상의 간격을 유지해 주는 것이 4kV이상의 결과를 얻을 수 있으며 이는 고객 설계 사양에 따라 변경 될 수 있음.

#### ② PCB에 절연 물질 도포

주로 Cu Pattern이 가까운 PCB의 edge나 hole에서 방전이 일어나기 때문에 이 부분을 절연 물질로 도포해주면 절연 내력 향상. 도포 Material 선정 시 내열성 및 내 화학 성이 우수하며 LED 봉지재에 영향을 주는 부산물 (Gas 등)이 생성되지 않는 재료를 선정하는 것이 좋음. (그림1. 참고)

#### ③ 절연 물질로 만든 Case에 PCB를 실장 하여 Heat sink와 절연 시키는 방법

절연 물질로 case를 만들어 PCB를 그 안에 실장 함으로써 Heat sink와 완전히 절연을 유지시켜 주는 방법. 열 방출이 잘 되지 않는 Material을 사용할 경우 LED PKG의 Tj를 고려하여 그 두께를 최소화 함으로써 열 방출이 원활하게 진행될 수 있도록 설계 필요. (그림2. 참고)

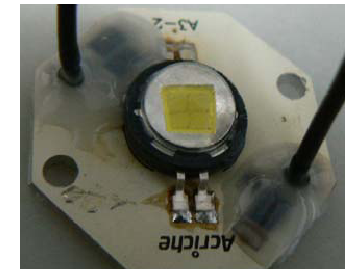


그림1. 도포 방법 예시

( 방전이 되는 부분을 절연 물질로 도포)

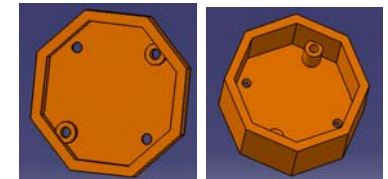


그림2. PCB Case Concept 예시

## 4.4 Acriche(A3) 잔광 현상 개선 방안

### 4.4.1 현상

:Acriche가 적용된 조명 모듈(bulb, MR, PAR etc.)을 건물내 설치 후 조명 통합 스위치를 off 시켰을 때 Acriche가 완전히 off 되지않고 미약하게 발광

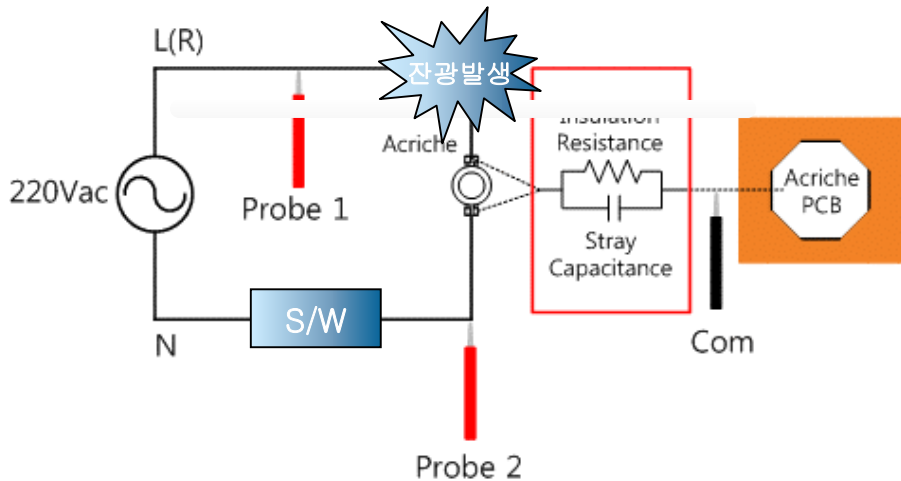
### 4.4.2 원인

:스위치를 건물내 380Vac 3상 4선 중 N상에 연결하고, 조명 모듈의 케이스(heak sink)를 건물 내 F.G.(flame ground)에 연결한 경우 발생

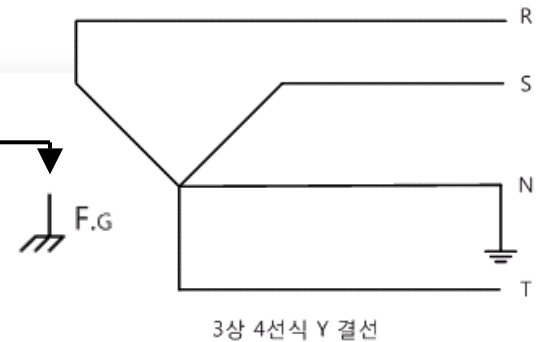
→ 대부분의 건물내에서 조명 모듈의 케이스를 건물 내 F.G.에 연결함. F.G.는 대부분 N상에 연결됨

→ 이 경우 스위치가 off 되어도 조명 모듈의 케이스에 연결된 F.G에 의해 Acriche에 상 전압이 유기되어 잔광이 발생 (Acriche 상 유기전압 ~ 130Vac)

Acriche 인가전압 시험 diagram



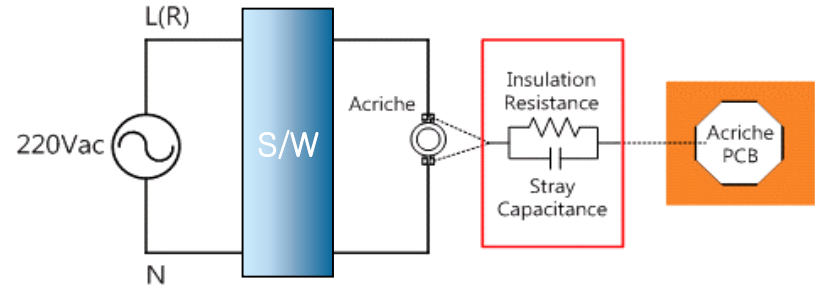
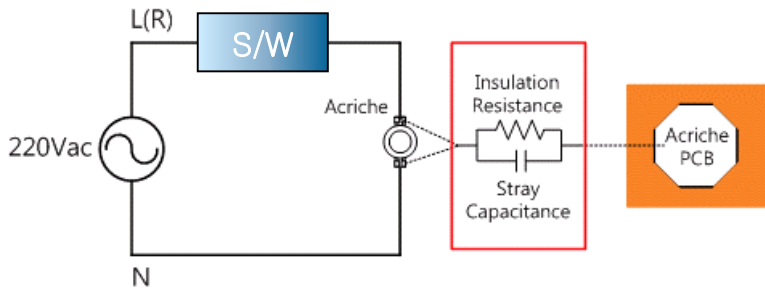
일반적인 전기 공급 방식 (380V 3상 4선식)



- . 3상 4선식 Y결선의 상간 전압 - 380Vac
- . 상(R, S, T)과 N간 전압 - 220Vac

### 4.4.3 개선방안

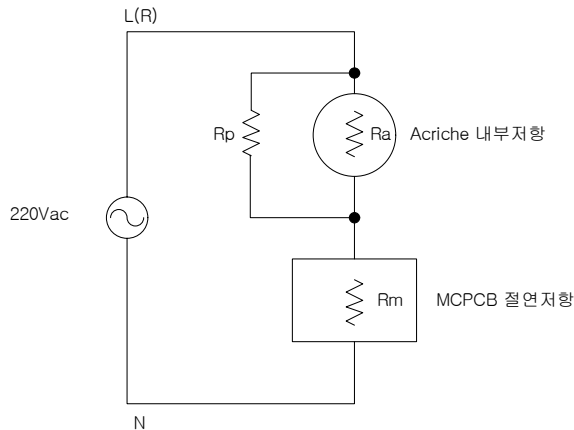
#### 4.4.3.1 S/W를 L(R)상에 연결 또는 L-N 두 접점용 S/W 연결



- S/W를 L상에 연결하여 S/W off시 아크리치에 잔여전압이 인가되지 않도록 함

- L(R)상에 S/W 연결이 어려울 경우 L-N 두 접점용 S/W사용

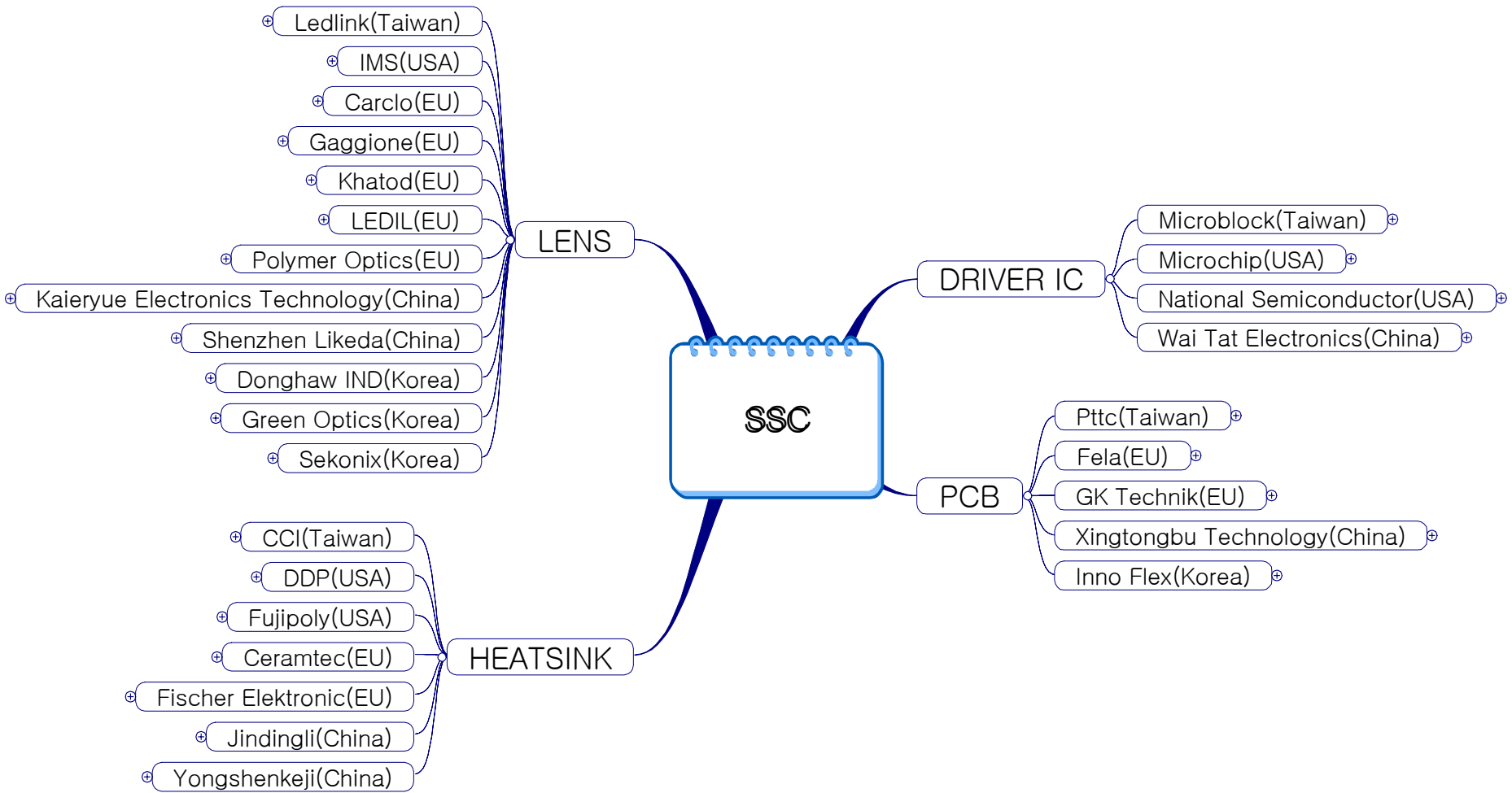
#### 4.4.3.2 저항을 이용한 아크리치 잔여 전압 분배



- A) MCPCB 절연저항을 증가시켜 Acriche에 인가되는 잔여전압을 MCPCB 절연저항으로 분압시켜 잔광 제거(S/W off시)
- B) 아크리치 양단에 병렬로  $R_p$  연결하여 Acriche에 인가되는 잔여전압을 분압시켜 잔광 제거(S/W off시)  
: 수 MΩ 이상

# 5. SUPPLY CHAIN

## 1. 서울반도체 Supply Chain



## 2. Supply Chain WEB Site

SOLUTION	COMPANY	WEB SITE
DRIVER IC	Microblock(Taiwan)	www.mblock.com.tw
	Microchip(USA)	www.microchip.com
	National Semiconductor(USA)	www.national.com
	Wai Tat Electronics(China)	www.wtel.com.cn
PCB	Pttc(Taiwan)	www.pttc.com.tw
	Fela(EU)	www.fela.de
	GK Technik(EU)	www.elektronik-von-gk.de
	Xingtongbu Technology(China)	www.toppcb.cn
	Inno Flex(Korea)	www.inno-flex.co.kr
LENS	Ledlink(Taiwan)	www.ledlink-optics.com
	IMS(USA)	www.imsighting.com
	Carclo(EU)	www.carclo-optics.com
	Gaggione(EU)	www.lednlight.com
	Khatod(EU)	www.khatod.com
	LEDIL(EU)	www.ledil.fi
	Polymer Optics(EU)	www.polymer-optics.co.uk
	Kaeryue Electronics Technology(China)	www.kaeryue.cn.alibaba.com
	Shenzhen Likeda(China)	www.ledlens.cn
	Donghaw IND(Korea)	www.dwled.com
	Green Optics(Korea)	www.greenopt.com
	Sekonix(Korea)	www.sekonix.com
HEATSINK	CCI(Taiwan)	www.ccic.com.tw
	DDP(USA)	www.datadisplay.com
	Fujipoly(USA)	www.fujipoly.com
	Ceramtec(EU)	www.ceramtec.de
	Fischer Elektronik(EU)	www.fischerelektronik.de
	Jindingli(China)	www.kitli.com
	Yongshenkeji(China)	www.szyongsen.cn

# 6. Standard

## 1. KS 규격

▶ 일반 사양 - AC LED의 경우 KSC7651(안정기 내장형)에 해당

	KS C 7651 (안정기 내장형)	KS C 7652 (안정기 외장형)	KS C 7653 (매입 형 등 기구)
적용범위	정격 220V 60Hz, 정격 전력 60W	정격 50V 이하 (12V, 24V, 48V)	정격 220V 60Hz
초기광속 (100시간 Aging 후 측정)	정격 광속의 95%이상	정격 광속의 95%이상	정격 광속의 95%이상
광속 유지율 (2000h Aging 후 측정)	초기 광속 측정값의 90%이상	초기 광속 측정값의 90%이상	초기 광속 측정값의 90%이상
절연 저항	4000Vrms 1분 인가 시	500Vrms 1분 인가 시	KS C IEC 60598-2-2 2.14 적합
절연 내력	4MΩ 이상	2MΩ 이상	
역률	0.9 이상 (5W 초과) 0.85 이상 (5W 이하)	0.9 이상 (5W이하) 0.85 이상 (5W 이하)	0.9 이상 (5W 초과) 0.85 이상 (5W 이하)
캡 온도	$\Delta t_s = 120^\circ\text{C}$ 이하 (램프 준비단계와 안정화 후의 온도 차)	$\Delta t_s = 120^\circ\text{C}$ 이하 (램프 준비단계와 안정화 후의 온도 차)	KS C IEC 60598-2-2 2.8 적합
연색성	70 이상	70 이상	70 이상
THD (전류 고조파 함유율)	KS C IEC61000-3-2에 따름 [*]	KS C IEC61000-3-2에 따름 [*]	KS C IEC61000-3-2에 따름 [*]

▶ KS규격 광 효율 기준

		KS C 7651 (안정기 내장형)	KS C 7652 (안정기 외장형)	KS C 7653 (매입 형 등 기구)				
초기광속 (100시간 Aging 후 측정)		정격 광속의 95% 이상	정격 광속의 95% 이상	정격 광속의 95%이상				
광속 유지율 (2000h Aging 후 측정)		초기 광속 측정값의 90%이상	초기 광속 측정값의 90%이상	초기 광속 측정값의 90%이상				
구분	색온도	광효율 lm/W	광효율 lm/W	광효율 lm/W(초기 광속 & 2000h aging 후에도 만족해야 함)				
				10W 이하	10W~30W	30W~60W	60W~100W	100W 이상
F 6500	6530±510	50	55	50	55	60	65	70
F 5700	5665±335	50	55	50	55	60	65	70
F 5000	5028±283	50	55	50	55	60	65	70
F 4500	4503±243	45	50	45	50	55	60	65
F 4000	3985±275	45	50	45	50	55	60	65
F 3500	3465±245	45	50	45	50	55	60	65
F 3000	3045±175	40	45	40	45	50	55	60
F 2700	2725±145	40	45	40	45	50	55	60

▶ 고효율 기자재 광 효율 기준

항 목	5W 이하	5W 초과 10W 이하	10W 초과 15W 이하	15W 초과
초 광 속	광효율(lm/W) × 표시 입력전력(W) 이상일 것			
광속유지율	초광속의 90% 이상			
광 효 율	50 lm/W	55 lm/W	58 lm/W	60 lm/W
역율	0.9이상			
전류고조파함유율	40%이하			
연색성	75이상			



## 2. Energy Star

### ▶ 일반 사양

조건	기준
Minimum Light Output	최소 125lm per lineal foot을 내야 하며 하기와 같은 식으로 계산한다. (1ft=12inch) $\frac{\text{Measured Fixture Length (inches)}}{12} \times 125 = \text{Minimum Required Light Output (lumens)}$
Color Spatial Uniformity	모든 지향 Pattern에서 평균 CIE좌표에서 0.004 이내 (CIE1976 u`v` 좌표 기준)
Color Maintenance	Lifetime 내 좌표 변화 0.007이내(CIE1976 u`v` 좌표 기준)
Power Factor	Residential≥0.7 Commercial≥0.9
Output Operating Frequency	≥120Hz
Color Rendering Index (CRI)	Min75 (Indoor luminaires)
Lumen Depreciation of LED Light Sorces(L70)	Residential indoor : 25,000h Residential Outdoor: 35,000h All Commercial : 35,000h

### ▶ CIE

기존 Fluorescent lamp에서 기준한 CCT에서 비어 있는 부분을 사용 가능하도록 4500K & 5700K 추가됨.

CFL의 7-step MacAdam ellipses와 overlap 되도록 사각형으로 짜여짐.

조건	기준	
CCT (Correlated Color Temperature)	Nominal CCT (Fluorescent lamp)	CCT(K)
	2700K	2725 ± 145
	3000K	3045 ± 175
	3500K	3465 ± 245
	4000K	3985 ± 275
	4500K	4503 ± 243
	5000K	5028 ± 283
	5700K	5665 ± 355
	6500K	6530 ± 510

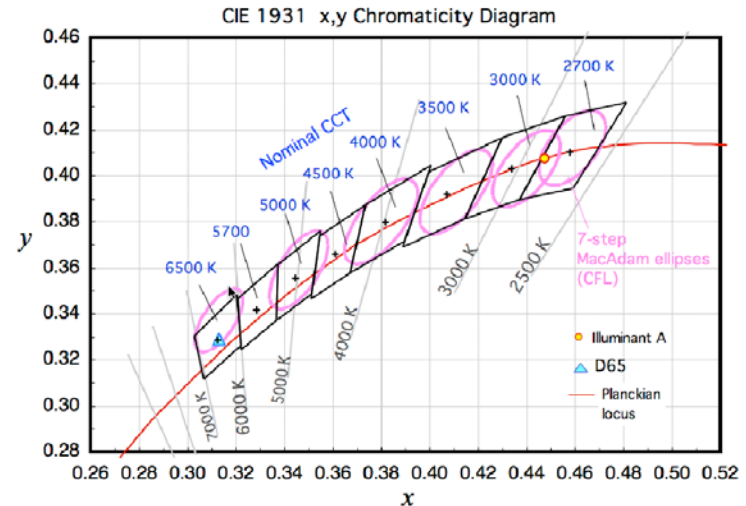


Figure 1. CIE 1931 Chromaticity Diagram Showing the Eight Nominal CCT Quadrangles