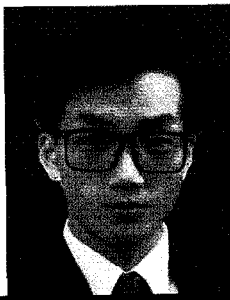


## HID (High Intensity Discharge) 시장현황과 과제



문재호 설계실장(중앙전자통신(주))

전체 조명시장 중 산업용 조명시장을 중심으로 광범위하게 사용되는 HID LAMP는 최근에 에너지 절약측면과 환경문제에 의해 이 분야에 대한 관심이 집중되고 있고, 이의 개량을 위해서도 많은 발전이 이루어져 그 적용분야를 확대하고 있다.

하지만 국내시장은 LAMP 품질의 균일성이 떨어지고 이에 사용되는 안정기도 자기식 안정기가 주를 이루으로써 에너지 효율성 및 세계시장의 추세에 접근을 못하고 있어 이의 극복이 조명 업계의 주요 과제이다.

또한, HID LAMP용 전자식 안정기는 선진국가에서도 아직 많은 문제를 해결하지 못하여 정착되지 못하고 있기 때문에 국내 업계에서 조금만 더 관심을 가지고 연구개발한다면 우리나라 조명분야의 기술력으로 앞서나갈 수 있는 벤처 산업 분야로 기대할 수 있다.

이를 위해 우리나라 조명시장의 고부가가치 시장 창출을 위한 미약하나마 도움이 될 수 있기를 바라며 관련자료를 정리 하였다.

### 1. HID (High Intensity Discharge) LAMP

#### 1-1. HID LAMP란?

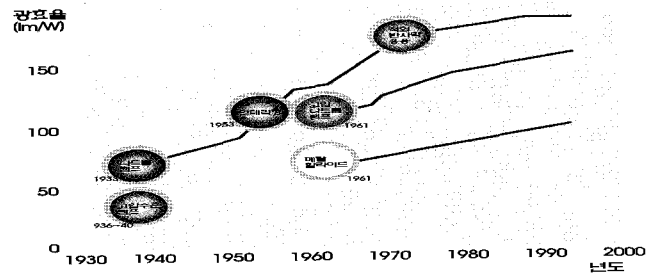
High Intensity Discharge Lamp의 약칭으로 고압가스 또는 중기 중의 방전에 의한 발광을 이용한 발광관의 관변 부하가  $3W/cm^2$  이상의 고휘도 방전램프를 의미한다.

HID Lamp에는 메탈할라이드(Metal Halide)Lamp, 고압 나트륨등(High Pressure Sodium Lamp), 고압수은등(High Pressure Mercury Vapor Lamp) 등이 있다.

#### 1-2. HID LAMP의 변천사

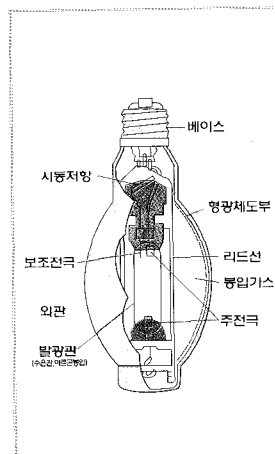
1930년대에 고압수은등이 최초로 개발된 이후에 연색성이 뛰어나고, 고효율, 장수명 등의 여러 가지 장점으로 산업용 조명시장을 중심으로 발전해왔다. 최근에는 에너지 절약측면과 환경문제로 수은 함유량이 적고 효율이 뛰어난 메탈할라이드 Lamp에 대한 개발이 가속화되고 있다.

< HID LAMP의 변천사 >



#### 1-3. HID LAMP의 종류 및 특징

(1) 고압수은등 (High Pressure Mercury Vapor Lamp)



구분	내용
발광관	<ul style="list-style-type: none"> <li>내열성, 내압성이 뛰어난 석영유리로 제조</li> <li>관내 봉입물질: 수은, 아르곤</li> </ul>
전극	<ul style="list-style-type: none"> <li>재질: 전지방출물질 (알칼리토금속화합물)이 충전된 텅스텐 코일</li> <li>주전극과 기동용 보조전극으로 구성</li> </ul>
외구	<ul style="list-style-type: none"> <li>외구내 봉입물질: N<sub>2</sub></li> <li>역할: 보온, 자외선 차단</li> <li>형광물질: 희토류 형광체</li> </ul>

## 2) 특징

- 시동전압: 220V~600V, 유지전압: 100V~400V
- 백열전구에 비해 3배~4배의 고효율 유지
- 재시동시간: 10분 이내 • 수명: 12,000~24,000시간
- 사용주위온도: -5~40 • LAMP구성범위: 100~1,000W

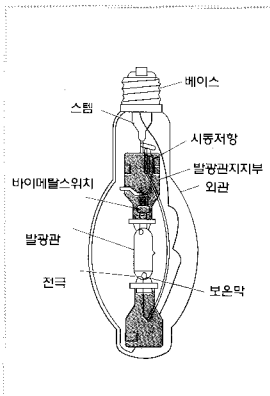
## 3) 용도

- 경제적인 일반번조명에 사용
- 주택의 정원등 • 방범등 • 고천정의 공장조명
  - 체육관 조명 • 도로, 가로, 광장조명

## (2) 메탈할라이드 등 (Metal Halide Lamp)

메탈할라이드 램프는 고압수은등에 금속화합물을 첨가함으로써 용도에 맞는 분광에너지로 변화 시켜서 일반조명 뿐만 아니라 복사용, 광학용, 식물 육성용, 어업용 등으로 널리 이용되는 광원이다.

## 1) 구조



구분	내용
발광관	• 내열성, 내압성이 뛰어난 석영유리로 제조 • 관내 봉입물질: 수은, 아르곤금속할로겐 화합물
전극	• 재질: 전자방출물질 (희토류금속)이 충전된 텅스텐 코일
외구	• 외구내 봉입물질: N <sub>2</sub> • 역할: 보온, 자외선 차단 • 형광물질: 희토류 형광체

## 2) 특징

- 시동전압: 600~800V, 유지전압: 100~400V
- 백열전구에 비해 5배, 수은등의 1.5배의 고효율 유지
- 재시동시간: 10분 이내 • 수명: 6,000~9,000시간
- 사용주위온도: -5~40 • LAMP구성범위: 30~1,000W

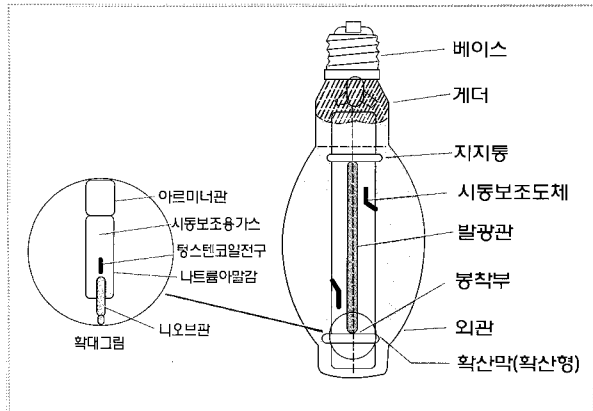
## 3) 용도

- 교통조명: 주차장, 일반도로등 • 투광조명: 건물, 기념물, 간판등
- 공장조명: 연색성을 중시하는 공장의 고천정조명 (예: 자동차, 염색, 제지공장)
- 스포츠 조명 • 상업조명: 식료품, 화장품, 백화점, 호텔등
- 특수조명: 광화학용, 식물육성용, 어업용등

## (3) 고압나트륨등 (High Pressure Sodium Lamp)

고온의 알칼리 증기에도 침식되지 않는 산화알루미늄의 개발에 의해 제작이 가능해진 일반조명 중 최고의 효율을 가진 Lamp

## 1) 구조



구분	내용
발광관	• 투광성 산화알루미늄 세라믹 또는 다결정 산화알루미늄으로 제작 • 관내 봉입물질: 크세논 가스, 나트륨수은아말감
전극	• 재질: 전자방출물질 (희토류금속)이 충전된 텅스텐 코일
외구	• 시동보조가스: Ne-Ar페닝가스 • 관내 Ba게더를 이용 고진공 유지 • 외구: 경질유리

## 2) 특징

- 시동전압: 2~3KV, 유지전압: 100~200V
- 수은등의 2배, 메탈할라이드 램프의 1.5배의 고효율 유지
- 재시동시간: 1분 이내
- 수명: 24,000시간
- 빛의 투광성이 높고, 자외선 방사가 적다.
- LAMP구성범위: 50~1,000W

## 3) 용도

- 고천정용 공장조명 (철강, 조선, 창고)
- 옥외 경기장 조명
- 도로, 터널, 주차장 조명

## 2. HID (High Intensity Discharge) LAMP & BALLAST

### 2-1. HID LAMP용 BALLAST의 HISTORY

HID LAMP용 BALLAST는 1957년에 고압수은등용으로 등장하여 10년 후인 1967년에 메탈할라이드용, 고압나트륨등용으로 자기식과 전자식이 결합된 안정기가 개발되었다. 형광등용 안정기 관련 분야가 1980년대에 MICRO-PROCESSOR를 이용한 조명제어 SYSTEM이 개발되고, HID LAMP용 안정기의 전자화가 이때 START되었다.

향후 몇 년간도 HID LAMP용 안정기는 계속 자기식 위주로 되고 소용량 분야의 전자화의 개발만 이루어질 것으로 전망된다.

# Engineering Handbook

년도	HID LAMP용 BALLAST	비고
1957	• 고압수은등용 플리커리스 2등용 실용화	
1958	• 고압수은등용 정전력형 개발	
1959	• 고압수은등용 디등 병렬화로 개발	
1961	• 고압수은등용 POLE내장형 실용화 • 도로조명용 직렬점등방식 개발	
1962	• 고압수은등용 직렬점등방식 실용화	
1964	• 고압수은등용 조광형 개발 (RELAY 사용방식)	
1965	• 고압수은등용 조광형 개발(SCR 사용)	
1967	• 메탈할라이드 LAMP용 반도체시동방식, 리드피크방식 실용화 • 고압나트륨등용 반도체시동방식 실용화	• 반도체형식 등장 • 메탈할라이드 LAMP고압나트륨 등용안정기 등장
1968	• 고압나트륨등용 정전압식 실용화	
1970	• 고압수은등용 배전압 정류형 실용화	
1973	• 고압나트륨등용 조광형 실용화 (반도체 이용)	
1978	• 고압나트륨등용 시동내장형 실용화 (고압수은등 사용가능)	
1979	• HID LAMP용 위상제어형 실용화 • 전구대체용 소전력 메탈할라이드 LAMP용 전자식 안정기 발안	• HID LAMP용 전자식 안정기 검토 START

## 2-2. HID LAMP의 방전특성 및 BALLAST의 역할

### (1) HID LAMP의 방전특성

방전등은 그림과 같은 여러 방전상태를 거쳐 글로우 방전 상태를 지나 전류가 증가하면 전류밀도가 증가하게 되어 ARC TUBE의 양단전압이 급격히 증가하는 비정상적인 글로우 방전상태로 되고, 이 증가된 전류와 전압이 음극에서 발생하는 열량을 증가시키게 된다.

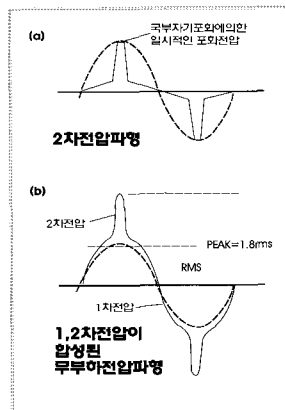
열전자의 방출이 시작되나 안정된 동작점이 되지 못하고 부하곡선과 전압-전류특성이 만나는 G점으로 이동된다.

이때 음극에 2차 전자를 방출시키기 위해 큰 전압을 걸어줄 필요가 없게 되어 부성저항 특성을 갖게 된다.

### (2) HID LAMP용 BALLAST의 역할

- 1) 방전등의 전류 제어 역할
- 2) 방전등의 시동에 시동전압을 공급한다.

방전등의 시동은 봉입 GAS의 이온화를 시키기 위하여 충분히 높은 전압을 공급 하여야 한다.

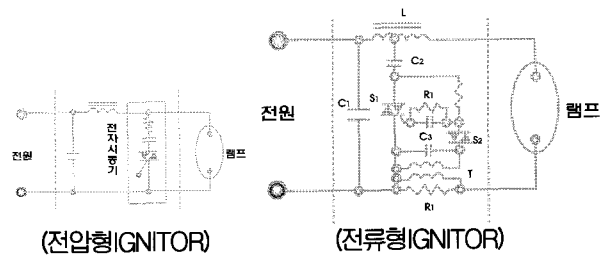


이 방법에는 2가지 방법이 있다.

### 가) IGNITOR 시동형

전자부품의 스위칭 작용을 이용하여 BALLAST 2차측에 고압 PULSE를 발생 LAMP를 점등 시키는 YPPE를 말하며 이런 방법에 의하여 점등이 되면 IGNITOR의 동작은 정지하고 자기식 BALLAST에 의해 점등을 유지한다.

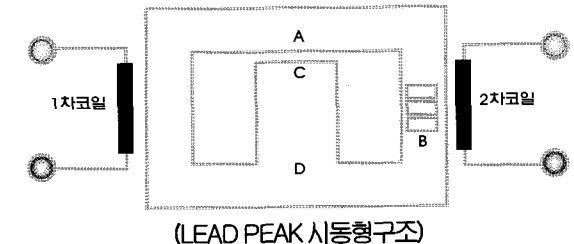
IGNITOR는 전압형과 전류형 두 가지 형태가 있다. (회로도 참조)



### 나) LEAD PEAK 시동형

HID LAMP를 점등 시키는데 별도의 점등 보조장치를 사용하지 않고 SPLINE GAP 이 있는 CORE를 사용하여 철심의 국부자기포화를 일으켜 AC파형에 PEAK전압을 발생시키는 방식

### LEAD PEAK 시동형의 구조와 동작원리



그림과 같은 구조의 TRANSFORMER에 입력전압이 인가되어 1차전압이 최대에 이를 때 위상이 90도 늦은 1차전류 및 자화력은 거의 0에 가까운 상태이다.

이때 SPLINE(B)은 포화되지 않은 상태로 매우 높은 투자율을 가지며 대부분의 자속은 자로 ABD를 통하여 2차에 유기된다. CORE는 국부 자기포화를 일으켜 2차측에는 비정상적인 일시적 포화전압이 발생된다.

포화된 SPLINE(B)은 투자율이 낮은 AIR-GAP으로 작용된다. 따라서 SPLINE(B)가 SHUNT GAP보다 더 큰 GAP을 가지고 있어 자로 ACD는 자로 ABD보다 큰 효과를 가져 대부분의 자속은 자로 ACD를 통하여 2차에 유기되어 다시 낮은 전압이 발생된다(파형참조).

\*피크전압 PULSE WIDTH는 SPLINE(B)의 단면적과 CORE 총 단면적 비율에 의해 결정되며 이는 SPLINE GAP 과 SHUNT GAP의 비율을 의미한다.

### LEAD PEAK 시동형 설계시 유의사항

\*피크 PULSE WIDTH를 크게 하면 램프시동 특성은 좋아지지만 파형의 왜곡에 의해 발열 및 파고율 (CREST FACTOR)특성이 나빠진다.  
파고율 설계기준 : 1.8이하  
CORE설계 시 이 기준에 의거 SPLINE(B)의 단면적을 결정하여야 한다.

### 다) 램프에 적절한 파형 공급 및 안정된 점등을 유지

램프의 전류가 1/2CYCLE마다 0으로 될 때 재점등에 필요한 높은 재점호 전압을 필요로 하는데 BALLAST는 전류 파형의 제어로 안정된 재점등을 할 수 있도록 하여야 한다.

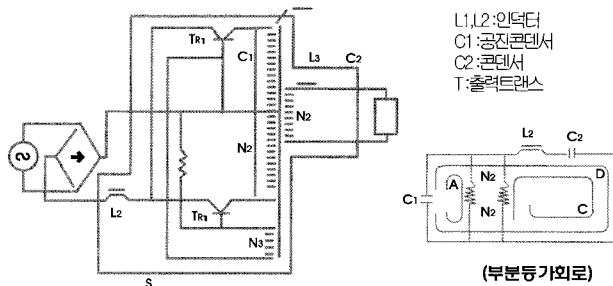
## 2-3. HID LAMP용 BALLAST의 종류

### (1) 자기식 BALLAST

종류	기본회로도	용도	특성	비고	
자기식	CC		• 설치비 저렴 • 소형 경량 • 전압변동이 적은 장소	• 회로 단순 • 전압변동 허용률 5% • 가격 저렴	CH: CHOR E COIL AT: AUTO TRANS
	TC		• 전압 변동이 적은 장소 • 특수입력 전압용	• 전압변동 허용률 5%	R: 방전저항 C: 역률개선 CAPACITOR
	RC		• 전압변동이 큰 장소 • 전원배선부담을 줄일 때	• 전압변동 허용률 10% • 시동시, 무부하시 전류안정	L: LED LAMP PLAT
	PLA		• 전압변동이 큰 장소 • 전원배선부담을 줄일 때	• 리드피크 시동형 • 전압변동 허용률 10%	PEAKLEAD AUTO TRANS
자기식 + 전자식	CCP		• 설치비 저렴 • 소형 경량 • 전압변동이 적은 장소	• 회로단순 • 전압변동 허용률 5% • 가격 저렴	CH: CHOKE COIL AT: AUTO TRANS
	TCP		• 전압변동이 적은 장소 • 특수입력 전압용	• 전압변동 허용률 5% • IGNITOR 부작	R: 방전저항 C: 역률개선 CAPACITOR L: LED LAMP PLAT
	CWA		• 전압변동이 큰 장소 • 전원배선부담을 줄일 때	• 정전력형 • 입력전류 적응 • 전압변동 허용률 10%	PEAKLEAD AUTO TRANS

### (2) 전자식 BALLAST

반도체의 진보에 따라 고전압 대전력 트랜지스터의 출현으로 이미 형광램프에서는 전자식 안정기가 실용화되고 있지만 HID LAMP용 BALLAST에서는 현재까지 음향적 공명현상 등의 기술적 어려움 때문에 실용화의 어려움을 겪고 있다.



#### 1) 동작설명

기본적인 동작은 형광등용 전자식 BALLAST와 동일하다.

- A. 전원이 입력되면 한쪽 TR이 ON 된다.
- B. TR이 ON되면 입력권선 N1의 일부로 전류가 흘러 전압이 입력권선에 인가된다.
- C. 입력권선과 공진용 CAPACITOR에 의해 병렬 공진되어 N2, N3의 출력전압이 반전된다.
- D. 권선 N3의 전압에 의해 TR의 베이스전위가 에미터전위에 대해 반전되어 ON상태의 TR은 OFF, OFF상태의 TR은 ON이 된다.
- E. 역 극성의 공진전압이 발생된다.
- F. TR의 SWITCHING이 반복되고 공진작용에 의해 L2, C2에 정현파전압이 인가되어 방전등이 시동점등 된다.

#### \*설계시 유의사항

음향적 공명현상 제거를 위해 1차 공진회로의 공진주파수는 기본파성분의 주파수가 되게하고 2차 공진회로의 공진주파수는 기본파의 3배 정도가 되도록 설계되어야 한다.

#### 2) 공명현상

방전등이 교류로 방전할 때 방전주파수에 의한 가스 밀도의 변화와 방전관의 구조에 따라 정해지는 공명주파수와 방전주파수가 일치할 때 일어나는 현상으로 ARC주가 흔들리거나 꺼지며 방전관이 파괴된다.

$$F = \frac{mV}{2l}$$

F: Lamp방전관의 공명주파수  
m: 정수 1,2,3,....  
V: 방전관의 방전공간내 음속  
l: 방전관의 길이

상기식과 같이 공명주파수는 기본주파수의 정수배의 주파수로 나타나지만, 방전관의구조, 방전관 봉입물의 종류 및 봉입물 상태에 따라 변화된다.

전자식 BALLAST설계시에는 공명주파수 영역을 피할 수 있도록 LAMP의 특성을 파악하여 공진주파수를 결정하여야만 한다.

## 3.HID LAMP및 BALLAST 시장현황

### 3-1. HID LAMP의 세계 수요전망

HID LAMP의 세계 총수요는 년 평균 6% 신장하여 2천 년에는 약 2조원으로 메탈할라이드 램프가 35%, 고압나트륨 등 및 고압수은등이 65%로 구성되며, HID LAMP용 BALLAST역시 LAMP와 함께 같은규모로 신장할 것으로 전망된다.

### 3-2.미국의 HID LAMP 및 BALLAST시장현황

#### (1)HID LAMP 시장현황

미국조명시장에서 금액규모로 HID LAMP는 약 13%의 규모이며 산업용이 56%, 상업 공공기관용이 44%로 구성되어 있다. 미국시장이 세계시장에서 최대수요시장으로 앞으로 세계시장과 같은 규모로 성장 할 것으로 전망된다.

GREEN ROUND와 에너지절약에 대한 정부시책에 의해 고압수은등은 향후 감소 추세이고, 메탈할라이드 램프가 저용량은 실내조명용으로 대용량은 고압나트륨등과 함께 고압수은등 대체용으로 수요가 크게 늘어날 것으로 전망된다.

#### (2) HID LAMP용 BALLAST 시장현황

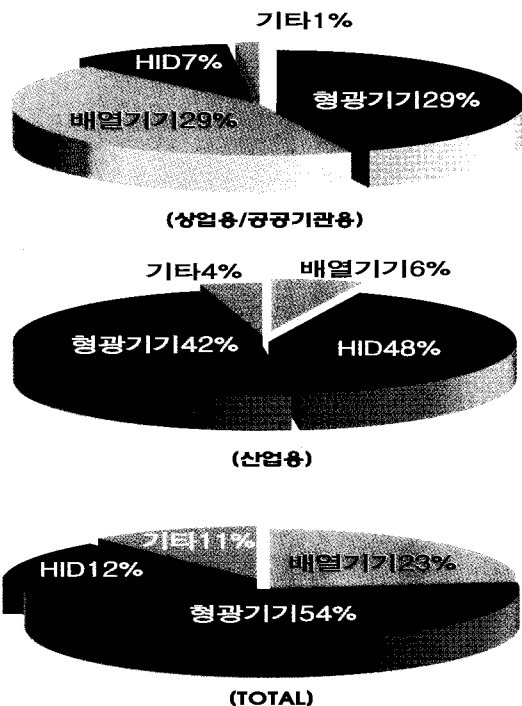
현재 HID LAMP용 BALLAST는, IGNITOR를 중심으로 전자화가 이루어져 자기식과 전자부품을 이용한 IGNITOR가 부착된 BALLAST TYPE이 주를 이루고 있다.

### <HID LAMP의 수요전망>

(단위 : 억원)

구분	세계시장				국내시장				비고
	94	97	2000	신장율(%)	94	97	2000	신장율(%)	
메탈할라이드	3,900	4,680	7,020	10	100	170	300	20	97, 2000년 국내 자료는 예측치임
고압나트륨등 외	10,920	12,480	13,260	3	260	300	350	5	
계	14,820	17,160	20,280	6	360	470	650	13	

\*SOURCE : 한국조명협동조합, 조명기구 보급실태 조사 보고서



형광등용 전자식 BALLAST와 같은 고주파점등형 전자식BALLAST는 실내조명용 메탈할라이드 램프의 소용량(30W ~100W)을 중심으로 개발되어지고 있으나 활성화는 일정시간이 경과된 후에 이루어질 것으로 전망된다.

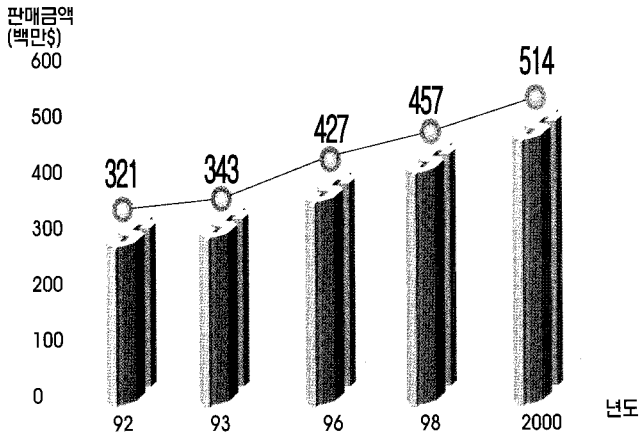
(\* 전자식의 시장규모는 현재 파악이 어려워 이하 자기식BALLAST를 중심으로 작성됨.)

#### 1) HID LAMP용 자기식 BALLAST시장현황

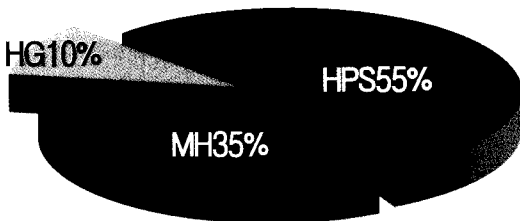
전자식BALLAST가 향후 5년간은 기술적 어려움, 가격 경쟁력에 의해 활성화가 이루어지지 않는다는 가정하에 자기식 BALLAST는 HID LAMP와 같이 6%성장이 예상되었을 때 2000년의 시장규모는 약 5억불 정도이다.

#### 2) 향후 시장전망

고압수은등 전용 BALLAST는 램프수요의 감소 추세에 의해 성장이 둔화 될 것이며, 고압나트륨등과 고압수은등 모두 사용할 수 있는 BALLAST로 대체되고 있다.



자기식 BALLAST 시장수용현황



HID LAMP별 자기식 BALLAST비율

●메탈할라이드용 BALLAST는 전구대체용 및 실내장식용인 소용량에 대해 고주파 점등형 전자식 BALLAST가 램프의 성능향상 및 에너지효율 향상, COMPACT한 크기에 대한 소비자 NEEDS로 증가될 것이며 더 나아가 램프, BALLAST일체형으로 이루어질 전망이다.

●고압나트륨등용 BALLAST는 향후 몇 년간 자기식 BALLAST가 주종을 이룰 것이며 성장률은 미국 산업 성장률에 영향을 받겠지만 2-3% 정도로 예상됨

### 3-3. 국내의 HID LAMP 및 BALLAST 시장현황

#### (1) 국내의 HID LAMP 시장현황

국내 HID LAMP 시장규모는 '94년 기준으로 약 360억 정도로 국내 램프시장의 16%를 차지하고, HID LAMP의 보급률은 7% 정도이고, 그 중에 산업용으로의 보급률이 91%로 HID LAMP 시장은 국내 산업시설에 좌우되고 있다.

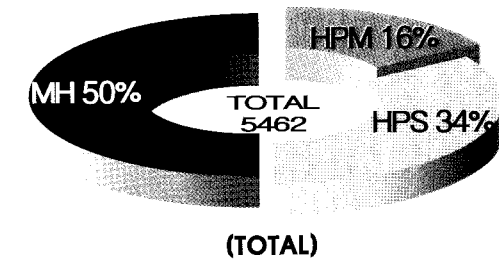
국내 HID LAMP 시장의 성장은 산업기반 시설확충 등에 힘입어 전체적으로 년평균 13%의 성장률이 전망되며 그 중에도 메탈할라이드 램프의 성장이 20% 정도로 두드러질 것으로 전망된다.

## 4. 맺음말

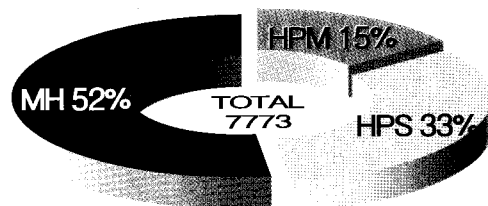
HID LAMP용 BALLAST를 고 신뢰성의 제품으로 개발하기 위해서는 각 사의 HID LAMP의 특성을 파악하여야 하는 어려움이 있다.

이것은 각 사의 제품의 발광간의 특성에 따라 공명특성, 효율 등이 상이하게 나타나기 때문이다. 그러나 중소기업 중심의 국내 업체는 선진 업체들에 비해 투자가 부족하고 기초적인 DATA와 KNOW-HOW가 축적되지 않아 이를 실현하는 데는 많은 시간적인 GAP이 있다.

앞으로 국내업체의 과제는 개발에 의한 기술력을 바탕으로 세계시장으로의 발전을 도모해야 할 것이다. 형광등에 비해 발광효율이 뛰어난 HID (High Intensity Discharge) LAMP 및 BALLAST에도 공인 기관의 시험/규격 기준 및 에너지 소비효율등급 등을 적용하여 보급 확대할 수 있게 함으로써 국가 정책에 부합되는 절전 사업에 적극적으로 동참 하계급 관계자 및 정부기관의 적극적인 지원이 필요 하다고 생각된다.



(TOTAL)



(산업용)



(상업/공공기관용)

(국내 HID LAMP 보급현황)