

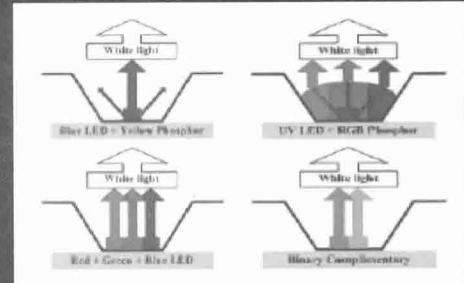
LED I

기술동향 및 시장동향

한국광산업진흥회

1.1 기술 동향

- 발광 다이오드 기술은 기존 LED의 고휘도화와 함께 최근에는 백색 LED 기술의 개발이 가장 이슈화되어 있으므로, 여기서는 백색 LED 기술개발을 중심으로 기술하였음.
- 백색 LED의 구현 방식
 - 백색 LED를 발광하는 방식은 크게 2가지 방법이 있음.
 - 첫 번째 방법은 적색, 녹색, 청색인 빛의 3원색 LED를 조합하여 동시 발광하는 방법으로 칩 개수에 따라 1 chip형, 2 chip형 및 3 chip형으로 나눌 수 있음.



〈그림 1〉 LED에 의해 백색광을 얻는 방법
 자료: KETI 기술기획실, LED 기술로드맵, 기획리포트, 전자정보센터

방식	여기원	발광재료	발광/제작 원리	특징
1Chip형	청색	InGaN/YAG: Ce CdZnSe/ZnSe	청색광으로 YAG형광체(황색발광)를 여기 청록광과 기판의 주황이 함께 2색 발광	- 일본 Nichia 화학이 1993년 개발한 청색 LED를 기초로 형광체를 조합한 최초의 개발 방법
	자외	InGaN/ R, G, B 형광체	형광체형광램프와 같은 모양으로 자외광에서 형광체를 여기	- 사용되는 LED램프가 1칩 2단자의 단순한 구조이기 때문에 제조단가를 절감 - 자연적인 백색을 실현할 수 있으며, 색 밸런스가 깨질 위험이 없음
2Chip형	청색 황록	InGaN, GaP	소자 아래의 청색발광 소자에서 방출된 photon 중 일부는 그냥 통과하고 일부는 상부층에서 yellow photon으로 에너지가 바뀌는 형태를 이용하여 적 당한 물질조성과, 두께를 적용하는 구조	- Boston University에서 제안한 mixing과 exciting방법을 결합해서 제작 - 보색관계의 2색을 응용하며, 한 chip 안에 두개의 LED가 적용된 형태로 사용
3Chip형	적색 녹색 청색	InGaN, AlInGaP	보색관계에 있는 빛의 3원색(Red, Green, Blue) LED Chip을 조합해 하나의 Package에 실장	- 칩(마이크로미터) 3개와 플러스단자 칩을 합쳐 총 4개의 단자가 필요 - 설계 및 조정이 복잡할 뿐 아니라 LED 칩 1개에 문제가 생겨도 백색을 표현 할 수 없게 되는 단점 - 니치아의 백색 LED는 InGaN 청색LED 칩 표면에 YAG(이트륨·알루미늄·기 네트)계의 형광체 층을 투과하고 나머지는 형광체에 닿아서 노란빛이 되는데, 이 2색 빛이 섞이면서 백색 빛을 발함. - 스미토모 전기공업은 ZnSe 청색LED 발광과 ZnSe기판의 초록색에서 빨간색 을 혼합하여 백색을 얻음.

표1. LED에 의해 백색광을 얻는 방법

*최근 주우전공에서 실용화된 I-VI족 화합물반도체 ZnSe를 Base로 한 Type
 자료: Semiconductor Monthly, 2000.2를 재가공

- 두 번째 방법은 청색 또는 자외선을 발광하는 LED를 형광체의 발색과 조합하여 백색광을 얻는 방법
- 최근에는 고휘도 청색 LED와 형광 재료를 조합하여 발광 효율을 크게 향상시킨 백색 LED도 개발 하고 있음.
- 백색LED 제조업체별 구현방식 및 구현 방식별 장단점을 나타내면 (표 2), (표 3)와 같음.

구분	회사명	종류	년도
일본	Nichia	YAG	1997
	Sumitomo Electric	YAG	
미국	Cree	Phosphor	1998
	Agilent	YAG	1999
	Teledyne	Phosphor	1999
	Nitres	Polymer	-
독일	Osram	Polymer	1998

표2. 백색 LED 제조업체 및 구현 방식

자료: Optoelectronics, A Strategic Study of the Worldwide Semiconductor Optoelectronic Component Industry to 2005 by Reed Electronics (2nd Edition, 2001)

구분	Blue LED+ Phosphor	UV LED+ RED Phosphor	Binary complementary	RGB Multichip
Color Rendering	Fair	Best	Fair	Good
Color Stability		Best	Fair	Fair
Lumens Maintenance	Fair	unproven	Good	Good
Phosphor Material	Available	Under development	Not required	Not required
Efficiency	Fair	Best	Good	Good
Application	Backlight	White lamp	Task lighting	Displays

표3. 백색LED를 구현하는 제작방법 비교

자료: 전기전자 재료학회지 제 14권 11호, 2001. 11

○ 백색 LED의 발전방향

- 현재 백색 LED의 성능은 약 20~30lm/W로서 주로 휴대폰, PDA, 디지털카메라용 LCD의 백 라이트, 휴대폰용 플래시 등에 국한되어 사용되고 있으며, 백열등, 형광등과 같은 일반 조명용으로 사용하기 위해서는 100lm/W 이상의 성능을 구현하여야 가능해짐.
- 이를 위해서는 저가격의 반도체 에피 성장기술 향상과 함께 LED 칩구조, 패키징 및 열제어 기술 등의 향상이 요구되고 있음.
- 2010년까지는 일반 조명에 이용이 가능한 100lm/W이상의 고휘도 LED가 개발될 것으로 예상되고 있음.
- 백색 LED의 성능 변화 추이 및 기술로드맵을 (그림 2)과 (그림 3)에 나타내었는데, 대략적인 상용화 시기는 2007~2011년 사이로 예측하고 있음.

○ LED의 발광효율을 높이기 위해서는 외부양자 효율 (external quantum efficiency)을 높여야 됨. 외부 양자

효율은 내부 양자 효율(internal quantum efficiency)과 추출 효율(extraction efficiency)의 곱으로 주어지기 때문에 LED 칩의 발광효율을 높이기 위해서는 내부 양자 효율을 높이는 것이 우선 과제임.

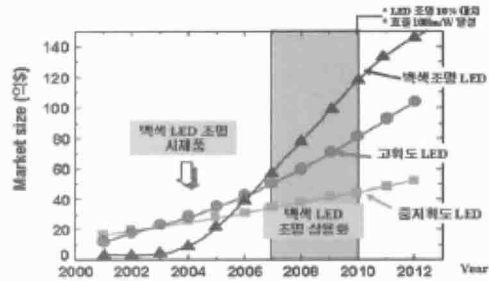


그림 2. 백색 LED의 국내 시장규모 및 성능 변화 추이



그림 3. LED 기술로드맵
자료: KETI 기술기획실, LED 기술로드맵, 기획리포트, 전자정보센터

1.2 국내 기술수준

○ 니치아, 루미레즈(Lumileds) 등 해외 LED 업체의 경우 100lm/W 이상의 시제품을 출시하고 있으나, 국내 LED 기술은 광변환 효율 60lm/W 수준으로 해외업체와 다소 기술 격차를 보이고 있음.

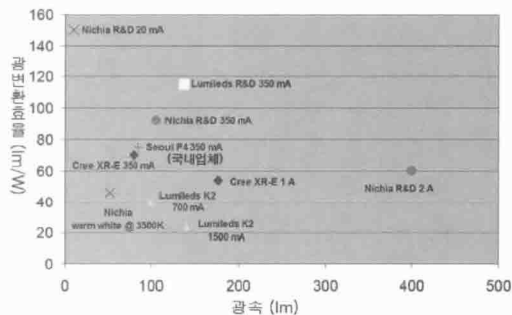


그림4. 주요업체의 LED 제품 현황 / 자료 : LEDs Magazine, 2007. 5

LED I

기술동향 및 시장동향

- 전자부품연구원이 발표한 국산화실태기술경쟁력분석 자료에 따르면, 국내 LED 기술은 해외 선발업체 대비 75% 수준으로 평가되고 있음.
- 국내 웨이퍼 업체들은 자체적으로 에피 성장기술을 보유하고 있으나, 일본, 대만에 비해 뒤처지는 수준임.
- 범용 LED 패키징의 경우 해외업체와 대등한 수준이나, 고휘도 LED의 경우에는 아직 해결해야 할 문제가 남아 있음.
- 백색 LED의 경우 니치야의 특허공세에 대응할 수 있는

핵심기술	2005년	2006년
웨이퍼 칩 제조기술	70	75
패키징 기술	80	82
백색 LED 구현기술	65	67
종합기술수준	72	75

표4. 국내 LED 기술수준
 자료 : 전자부품연구원, 국산화실태기술경쟁력분석, 2007. 1.
 주 : 일본 100% 기준

기술개발에 노력하여 왔으나, 니치야의 형광체와 대등한 특성을 가진 형광체 개발은 어려운 상황임.

○ 산업연구원이 조사한 자료에 따르면, 국내 LED 산업경쟁력은 기술경쟁력 및 품질경쟁력 측면에서 일본에 열위에 있으며, 가격경쟁력 측면에서는 대만에 비해 다소 열세인 것으로 평가되고 있음.

구분		일본업체	국내업체	대만업체
기술경쟁력	현재	100	70	80
	2010	100	90	90
가격경쟁력	현재	100	110	120
	2010	100	110	120
품질경쟁력	현재	100	90	85
	2010	100	100	90

표5. 현재 및 2010년의 LED 산업 경쟁력 비교
 자료 : 산업연구원(KIEI) 실태조사
 주 : 가격경쟁력은 일본보다 저렴하면 100 이상, 비싸면 100 이하임.

1.3 국내 시장 동향

○ 국내 LED의 시장 현황을 보면 2006년 약 4000억원에서 2010년에 약 1조원으로 성장할 것으로 전망되며 2006-2110년까지의 시장 추이를 <그림 22>와 <표 8>에 각각 나타냄.

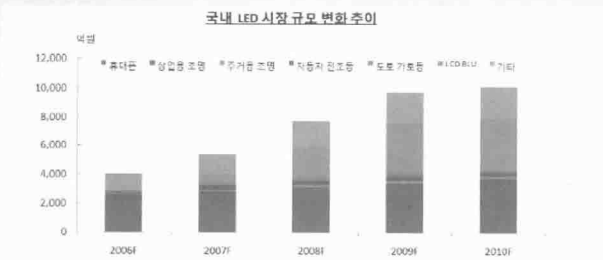


그림 5. 국내 LED 시장 현황(2006-2010) 자료: 대신증권

적용분야	2006	2007	2008	2009	2010	CAGR(%)
휴대폰	2,235	1,990	1,880	1,822	1,821	-4.0%
상업용 조명	477	869	1,267	1,638	1,944	32.4%
주거용 조명	17	107	150	171	194	62.4%
자동차 전조등	166	278	318	310	248	8.4%
도로 가로등	4	181	238	199	152	107.0%
LCD BLU	51	632	2,144	3,432	3,547	134%
기타	1,135	1,356	1,759	2,165	2,219	14.3%
합계	4,060	5,412	7,755	9,736	10,125	20.1%

표6. LED 국내 시장규모 전망(자료: 대신증권) 단위: 억원

○ 통계청 광업 제조업 통계조사 보고서(2008.1 품목편)에 따르면 2003년 3066억의 출하액에서 2006년에는 4069억에 달하는 것으로 나타남.
 ○ 국내 LED의 시장 현황을 보면 2003년-2004년은 사업체 수가 연평균 45개, 2004-2006년은 51개로 2004 이후 사업체 수가 많이 증가하였으며, 생산액은 2003-2006년 평균이 387,985백만원으로 연평균 11.54% 성장, 2004-

구분	2003	2004	2005	2006
사업체수(개소)	26	39	53	62
생산액(백만원)	301,591	368,694	463,191	418,462
전년대비	-	122%	125%	90.3%
출하액(백만원)	306,617	366,174	464,366	406,988
전년대비	-	119%	127%	87.6%

표7. LED 국내 생산액 및 출하액
 자료: 통계청, "광업·제조업통계조사 보고서(품목편)", 2008.1

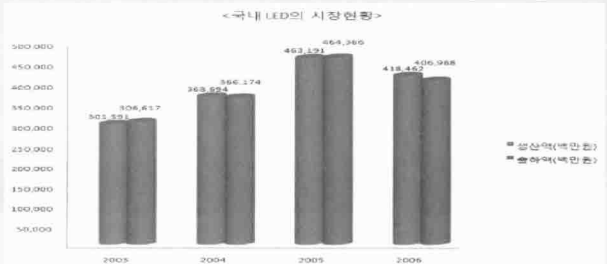


그림 6. 국내 LED 시장 현황
 자료: 통계청, "광업·제조업통계조사 보고서(품목편)", 2008.1

2007은 평균이 416,782백만원으로 6.54% 성장, 출하액은 2003-2006년이 386,036백만원으로 연평균 9.90% 성장, 2004-2006년은 412,509백만원으로 연평균 5.43% 성장하였으나 2007년 이후는 성장률이 둔화되고 있음.

구분	사업체수		생산액(백만원)		출하액(백만원)	
	연평균	연평균 성장률	연평균	연평균 성장률	연평균	연평균 성장률
2003~2006	45	33.60%	387,985	11.54%	386,036	9.90%
2004~2006	51	26.09%	416,782	6.54%	412,509	5.43%

<표 8> 2003-2006과 2004-2006 LED 국내 생산액 및 출하액 비교
 자료: (주) 벨류어드, 2008.1

○ 국내 LED 업체는 대부분 패키징 분야에 집중하고 있음
 - 삼성전기, LG 이노텍 등 일부 대기업이 웨이퍼에서부터 패키징까지 전공정을 자체적으로 수행하고 있음
 - 에피밸리, 에피플러스 등 일부 중소 전문업체들이 웨이퍼와 칩 분야에 진출하여 있음.

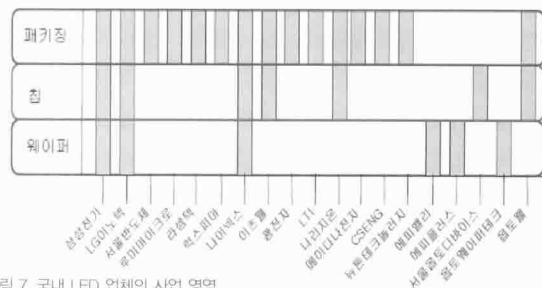


그림 7. 국내 LED 업체의 사업 영역
 자료: LED산업동향 및 주요 이슈, 산은경제연구소, 2007. 7.19

○ 국내 백색 LED 시장에 대한 통계 조사 자료가 충분하지 못한 관계로 정확한 시장 점유율 추정하기는 어려우나 서울반도체가 1위, 루미마이크로, 럭스피아의 순으로 될 것으로 추정함.