

I. 기술의 구성 및 PM분석 범위

1. 기술의 개요 및 PM분석 범위

LED (light-emitting diode)는 p-n 접합 다이오드의 일종으로, 순방향으로 전압이 걸릴 때 단파장광(monochromatic light)이 방출되는 현상인 전기발광효과(electroluminescence)를 이용한 반도체 소자이고, LED에 의해 방출되는 빛의 파장은 사용되는 소재의 밴드 갭 에너지(bandgap energy, Eg)에 의해 결정되며, 적외선, 가시광선, 근자외선에 걸쳐 있다.

초기에 적외선과 적색 소자로부터 시작된 LED 기술은 짧은 파장의 빛을 방출하는 소자를 개발하는 과정을 통해 발전되어 왔다. 특히 청색 LED의 경우 개발에 많은 어려움을 겪어왔으나, 1993년 니치아(Nichia) 화학의 Nakamura에 의해 GaN를 기본으로 하는 발광 소자가 개발되어 1990년대 후반 상용화되었으며, 이는 이미 개발된 적색, 녹색 발광다이오드와 함께 백색 LED를 구현할 수 있는 계기가 되었다.

레이저(LASER)란 "원자나 분자에 의한 광의 유도 방출을 이용하여 광을 증폭한다"는 의미의 영어 "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"의

머리글자를 따서 만든 단어이다.

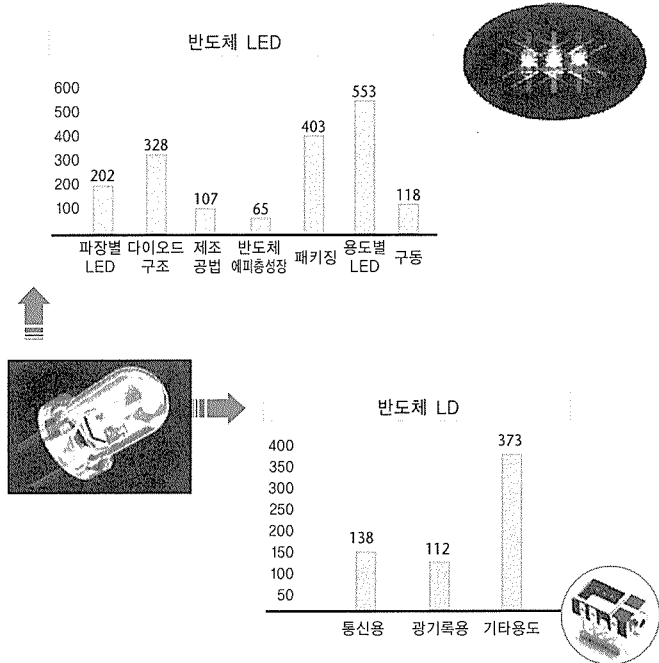
레이저 다이오드(LED) 소자는 밴드 갭이 큰 반도체 물질 사이에 낮은 밴드 갭의 박막층(활성층)을 삽입시킨 이중 이질구조를 가지는데, 활성층에 전하를 구속시켜 밀도반전 상태가 유도되도록 설계된다. 이때, 밴드 갭이 작고 굴절률이 큰 활성층은 광자를 구속시키는 광도파관 역할을 함으로써 임계전류가 낮고 양자효율이 높은 레이저 다이오드(LED)를 가능하게 한다.

본 과제에서 기술 분야별로 반도체 LED는 파장별 LED 202건, 다이오드 구조 328건, 제조 공법 107건, 반도체 에피층 성장 65건, 패키징 403건, 용도별 LED 553건, 구동 118건, 총 1776건이며, 반도체 LD는 통신용 138건, 광 기록용 112건, 기타용도 373건, 총 623건을 대상으로 특허분석을 하였다.

2. 기술발전동향 및 산업동향

초기에 적외선과 적색 소자로부터 시작된 LED 기술은 짧은 파장의 빛을 방출하는 소자를 개발하는 과정을 통해 발전되어 왔으며, 반도체 LED 분야의 연구 개발이 활기를 띠게 된 것은 빛의 삼원색인 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) LED 중 미진하였던 청색(Blue) LED 개발 기술을 1990년대 중반 일본의 니치아 화학회사가 III족 질화물을 통해 개발한 이래 이미 개발된 적색, 녹색 발광 다이오드와 함께 백색 LED를 구현할 수 있는 계기가 되었으며, 이를 바탕으로 총천연색의 풀 칼라 디스플레이가 가능하게 되어 조명 등의 사용 가능성을 보여 주었다.

[그림1] LED 분석대상건수

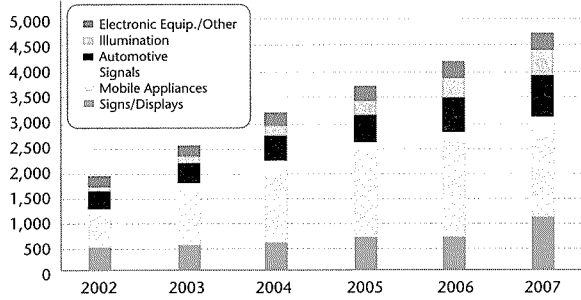


개발 동향

기술분야	개발 및 실적동향
백색 LED	-백색 LED 구현을 위한 형광체 기술 -소자 구동 및 방열 -반도체 박막 증착 기술 및 이후 칩 제조를 위한 FAB 공정 기술 -사파이어 기판 상에 GaN막을 성장
GaN	-레이저 발진을 유도하는 물질층의 최하층에 열 방출 수단을 구비 -웨이퍼를 고정밀도로 효율 높게 절단하는 방법
통신용 LD	-동작전압, 발광 역치 전류 등을 저하시킬 수 있는 면발광형 반도체 레이저 소자 칩

시장동향을 살펴보면, 2003년 약 25억 불 정도였던 고휘도 LED 세계 시장은, 2007년에는 약 50억불에 가까운 규모로 시장이 확대될 전망이며, LED의 일반 조명시장 진입이 본격화될 것으로 예상되는 2010년 이후부터는 기하급수적으로 증가될 것으로 예상된다.

[그림 2] 고투도 LED 세계 시장 전망

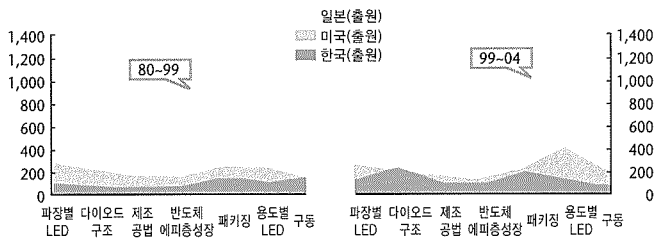


II. 전체기술의 특허정보분석

1. 국가별 특허출원현황

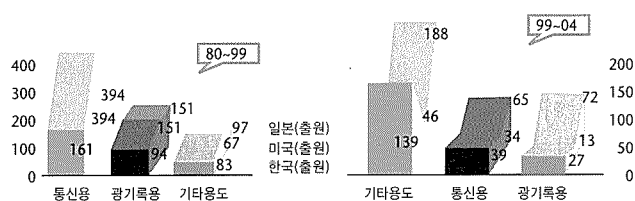
반도체 LED의 특허등록동향에 있어서 크게 파장별 LED, 다이오드 구조, 제조 공법, 반도체 에피층 성장, 패키징, 용도별 LED 그리고 구동으로 나눌 수 있다.

[그림 3] 반도체 LED의 국가별/기술별 특허현황



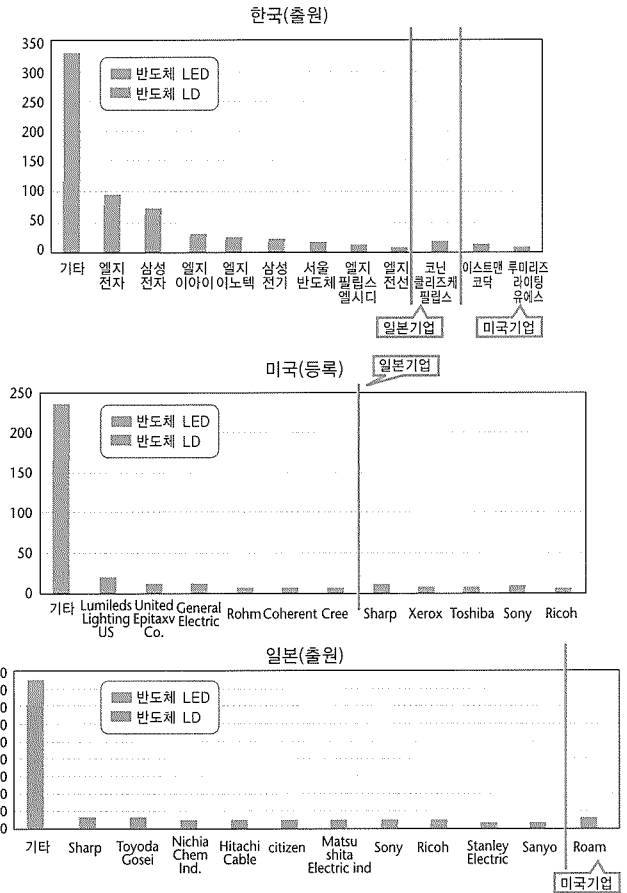
반도체 LED는 파장별 발광 다이오드와 다이오드 구조, Electrode와 제조 공법, LPE, VPE, MBE, MOCVD 등 반도체 에피층 성장법, 패키징, 용도별 발광 다이오드, 구동으로 분류하여 특허 분석하였다. 패키징 및 파장별 다이오드가 높은 비율을 차지하고 있으며, 이외에 다이오드 구조와 구동이 그 뒤를 잇고 있다.

[그림 4] 반도체 LD의 국가별/기술별 특허현황



반도체 LD는 크게 3가지의 통신용과 광기록용 그리고 기타용도로 나누었으며, 한국, 미국, 일본 등록특허에 있어서 전체 비율을 살펴보면 Solid State Laser Pumping, 구동 등의 출원 증가로 인하여 기타용도가 많은 부분을 차지하고 있다.

[그림 5] 각 국가별 주요 출원인 특허현황



2. 주요 출원인별 특허출원현황

반도체 LED 분야의 주요 출원인별 특허출원동향을 살펴보면 한국에서는 엘지전자, 삼성전자, 엘지이아이 가 가장 많은 비중을 차지하였으며, 외국계 기업으로 이스트맨 코닥, 코닌 클리즈케 필립스, 루미리즈 등의 기업이 진출해 있는 것을 알 수 있다. 미국에서는 Lumileds Lighting US, United Epitaxy, Sharp가 가장 많은 출원을 하였고, Cree, Rohm, Toshiba 등의 출원인의 출원이 활발한 것으로 나타났다. 일본에서는 Sharp와 미국계 기업인 Rohm, 그리고 Toyoda Gosei, Nichia Chem Ind, Hitachi Cable, Citizen이 활발한 출원 활

등을 보이고 있으며, 이 외에도 Matsushita Electric Ind, Sony 등의 출원인이 있다.

### Ⅲ. 세부기술분야별 특허정보분석

#### 1. 반도체 발광 다이오드(LED)

반도체 발광 다이오드(LED)의 기술별 특허출원(등록) 비율을 나타낸 그래프이다. 대분류의 반도체 발광 다이오드(LED)는 중분류 파장별 LED, 다이오드 구조, 제조공법, 반도체 에피층 성장, 패키징, 용도별 LED, 구동으로 분류하였으며 이 중에 용도별 LED가 31.14%, 패키징이 22.69%, 다이오드 구조가 18.47%를 차지하여 높은 비율을 점유하고 있는 것으로 나타났다.

초기 LED 기술은 짧은 파장의 빛을 방출하는 소자를 개발

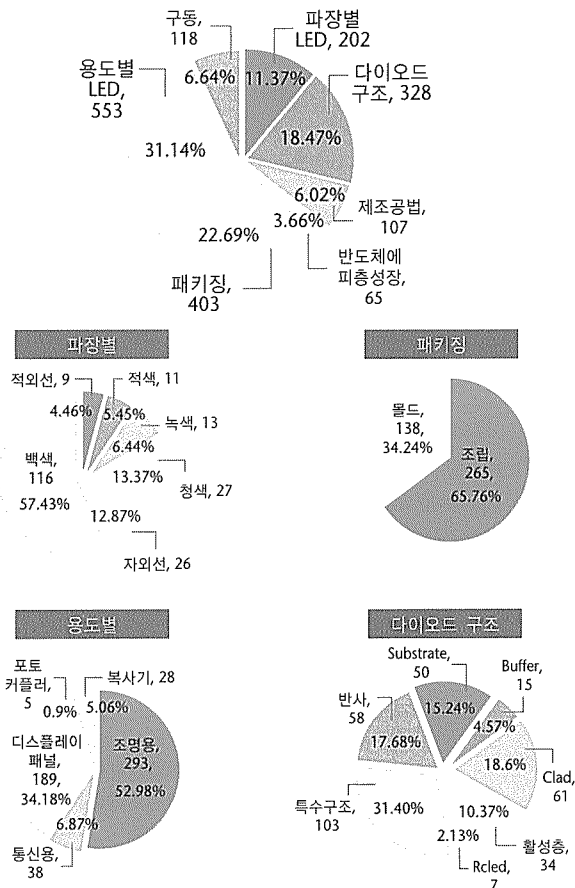
하는 과정을 통해 발전되어 왔으며, 반도체 LED 분야의 연구 개발이 활기를 띠게 된 것은 1990년대 중반 일본의 니치아 화학회사가 고휘도의 청색(Blue) LED를 개발한 이래 백색 LED 및 중간색 LED 소자 및 색도 보정 방법과 균일한 백색광을 얻을 수 있는 방법에 관한 다양한 연구가 지속되어 이미 개발된 적색, 녹색 발광 다이오드와 함께 백색 LED를 구현할 수 있는 계기가 되었으며, 이를 바탕으로 총 천연색의 풀 칼라 디스플레이가 가능하게 되어 조명 등의 사용 가능성을 보여 주었다.

청색(Blue) LED 시대의 서막을 연 니치아 화학회사의 청색(Blue) LED 기술에 관한 대표적인 특허로 1996년 출원된 한국등록특허 0434871(발광표시 소자와 표시장치)를 들 수 있는데, 이를 살펴보면 청색광을 발광하는 발광소자와, 상기 발광 소자에 의하여 발광된 청색광의 일부를 흡수하여 흡수된 광의 파장과는 다른 파장의 광을 발광하는 황색의 형광체를 포함하는 코팅부재를 구비하고, 상기 코팅부재는 확산제를 포함함으로써 유백색광을 띠게 되는 것을 특징으로 한다.

또한, Ⅲ족 질화물 반도체 결정층의 성장 방법 및 Ⅲ족 질화물 반도체 결정층을 구비한 반도체 장치의 연구를 필두로 한 질화물 반도체를 이용한 신 기능 소자의 개발은 새롭고 획기적인 에피택셜 구조 및 방법 개발을 통해 조명, 디스플레이, 기록매체, 통신 등의 산업 분야에서 기존의 실리콘 및 화합물 반도체의 특성 및 성능에 의해 제한되었던 광전자 산업의 기술적 한계를 극복하고 고부가가치 산업의 창출과 더불어 기존의 산업 발전구도를 함께 변화시킬 것으로 기대되고 있다.

1999년에 출원된 일본등록특허 3293583(Ⅲ족 질화물 반도체 결정층의 성장 방법 및 Ⅲ족 질화물 반도체 결정층을 구비한 반도체 장치)에 Si 단결정 기판 상에 다결정 또는 비정질의 BP로 된 제1완충층을 저온에서 성장시키고, 상기 층상에 단결정의 BP로 된 제2의 완충층을 고온에서 성장시킨 후 제2의 완충층 상에 Ⅲ족 질화물 반도체로 이루어지는 결정층을 기상 성장법으로 성장시키는 방법이 소개되어 있으며, 미국등록특허 6521914(광 생성 능력을 높은 Ⅲ-질화물 발광 다이오드)에서는 Ⅲ족 질화물 소자에 대해서 흡광률과 비저항을 낮추었다.

[그림 6] 반도체 발광 다이오드(LED)의 기술별 특허출원(등록) 비율



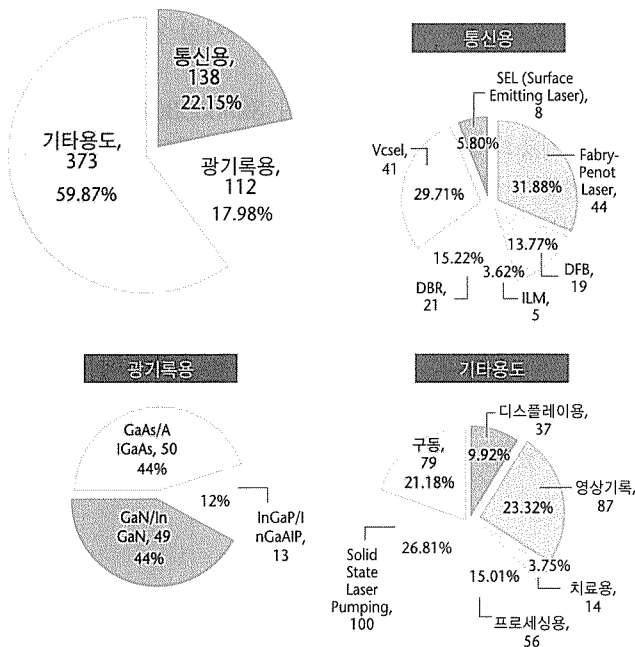
#### 2. 반도체 레이저 다이오드(LD)

그림 7은 반도체 레이저 다이오드(LD)의 기술별 특허출원(등록) 비율을 나타낸 그래프이다. 대분류의 반도체 레이저

다이오드(LED)는 중분류 통신용, 광기록용, 기타용으로 분류하였으며 이 중에 기타용도가 59.87%로 많은 비율을 차지하며, 통신용이 22.15%, 광기록용이 17.98%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

고출력 청/녹색 레이저 다이오드는 Laser projection Display (LPD), Color Copier 및 Color Processing의 광원으로 향후 멀티미디어 시대를 여는데 필수적인 부품으로 개발이 기다려지고 있는 상황으로, 앞으로 고성능 디스플레이 개발이 급격히 요구되는 요건을 충족하기 위해 시급해 확보해야 할 기술은 100인치 정도의 대화면 고성능 디스플레이 제조기술인데, 이의 실현을 위해서 디스플레이 개발에 광원으로 사용될 고출력 청/녹색 레이저 다이오드의 중요성은 필연적으로 증가하리라 예측되며, 이를 구현하기 위한 수단으로 GaN 소자가 대두되고 있다. 1999년 출원된 한국등록특허 0304664(GaN막 제조 방법)에서는 HVPE법의 공정을 기존과 다르게 변경하여 성장 속도가 빠르면서도 결정 특성이 좋은 거울 면과 같은 표면을 갖고 고품질의 GaN막을 성장시키는 GaN막 제조 방법을 제시하고 있으며, 2001년에 와서는 효율적인 열 방출과 함께 공정 시간의 감소 및 수율 증대를 도모할 수 있는 GaN계 III-V족 질화물 반도체 레이저 다이오드를 제공하는 한국등록특허 0397608(GaN 계열 III-V족 질화물 반도체 레이저 다이오드)이 출원되었다.

[그림 7] 반도체 레이저 다이오드 (LD)의 기술별 특허출원(등록) 비율



IV. 결론

현재 LED는 디지털 가전, 정보통신, 조명, 광고, 환경, 건강 및 바이오 분야에서 응용될 수 있으며, 특히 백색 LED는 백열등이나 형광등을 대체하는 차세대 에너지 절약형 광원으로 기대되지만 기존 광원에 비해 광출력, 상관색온도, 연색성 평가지수, 가격 등에서 열세에 있으므로 기술적 뒷받침이 충분하다면 차세대 광원으로 각광받을 것은 자명한 일이다.

LED의 기술개발전망

기술분류	기술개발전망
파장별 발광	-반도체 박막 증착 기술 및 이후 칩 제조를 위한 FAB 공정 기술
다이오드	-백색 LED 구현을 위한 형광체 기술
다이오드구조	-휘도의 저하를 최소한으로 하여 총 두께 및 캐리어 농도를 최적화
제조공법	-플립칩 방식의 LED 소자 구현 방식
반도체 LED	-에피 결함의 대표적인 형태인 전위 밀도를 감소시키는 기술
패키징	-발광층 내의 분극 조절 기술
응도별발광	-광기구 설계 부분이 포함된 패키지 기술
다이오드	-LCD의 백라이트 광원
구동	-산업용, 비상용, 가혹 환경용 LED 조명 광원
통신용	-저소비 전력으로 높은 VI의 LED 소자의 구동을 용이
반도체 LED	-전지의 전압이 저하되어도 휘도의 변화를 억제
광기록용	-소자의 열화를 방지하는 파워 모듈
기타용도	-광통신 부품 개발 및 기존의 광소자 성능 향상을 위한 Photonic Crystal 관련 기술
기타용도	-정보저장 용량 25GB 자외선 LD 광원
기타용도	-HDVD급 정보저장용 광원 등 개발
기타용도	-고부가가치의 광반도체 부품기술과 광산업체의 특성화, 집적화 구축을 위한 산업용 고품질 LD 핵심기술개발

[그림 8] LED TRM (Technology Road Map)

