

GaN 광소자 관련 특허



김관식

특허청 심사4국 반도체2과 심사관

kwanshik@kipo.go.kr

1. 서 론

질화갈륨계 반도체는 1969년 마르스카(H. P. Maruska)와 티엠텐(J. J. Tietjen)이 1969년에 VPE법으로 단결정을 성장하여 3.9 eV의 광학적 밴드갭을 보고한 이래, 발광소자의 개발에는 큰 진척을 보이지 못하였으나, 1986년 일본의 아마노 히로시와 아카사키 이사무교수가 AlN 버퍼층을 이용하여 GaN 결정을 성장하면 성장된 결정의 특성이 양호하게 된다는 것을 발견하고 1987년에는 이를 이용하여 질화물을 이용한 최초의 발광소자를 MIS 구조로 제작하여 발표한 바가 있다. 그후 동연구인에 의해 그때까지 p-n 접합방식의 발광소자에 가장 큰 걸림들이 되고 있던 GaN의 p-도핑법을 Mg 도핑 및 LEEBI(Low-energy electron beam irradiation) 후처리를 이용하여 $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 의 캐리어 농도를 얻었고 이 연구결과를 바탕으로 1991년에 p-n 접합식의 GaN LED를 발표하였다. 그후 니치아 화학공업주식회사의 나카무라 슈지가 저온 성장된 GaN 버퍼를 사용하여 양질의 질화갈륨 박막을 성장하고, 고효율의 GaN p-n 접합 LED 및 LD를 발표하여 질화물 발광소자의 연구분야에서 독보적인 기술을 과

시하고 있다. 위와 같이 새로운 기술을 각고의 노력 끝에 확보한 연구자들은 그 기술을 적절하게 보호받기 위해서 특허제도를 이용하고 있는데 이러한 특허의 출원동향 및 특허내용을 분석하여 현재의 기술수준 및 현재 특허로써 보호되고 있는 기술분야를 파악하여 기술개발의 방향을 설정하고, 산업기술분야에서는 이러한 특허를 회피할 수 있는 방향으로 신기술을 개발하도록 해야 할 것이다.

2. 출원동향

질화갈륨계 발광소자와 관련되어 국내 및 국외에 출원된 특허를 기술분야로 분류하면,

- 가. 양질의 GaN 결정 박막 및 p-도핑층을 얻는 방법,
- 나. 성장된 박막에 양질의 전기적 특성을 갖는 오믹 전극의 제조방법,
- 다. 이중 헤테로, 양자우물등의 소자구조분야

로 나눌 수 있다.

질화갈륨계발광소자와 관련하여 국내의 주요 특허출원인으로는 국내업체로 삼성전자, LG전자 및 광전

자반도체를 들 수 있고 국외업체로는 일본의 니치아(日亞)화학공업주식회사, 샤프, 도요타고세(豊田合成), 아사히카세(旭化成)등의 일본기업이 대부분을 차지하고 미국의 크리(Cree Co.)사에 의해서도 일부 출원이 이루어지고 있다.

반도체 발광소자의 특허 및 실용신안 출원동향을 연도별로 보면 표 1과 같다.

사들의 출원도 잇따랐다. 국내의 중소기업인 광전자반도체는 1998년부터 출원을 하고 있다. 또한 질화물을 이용한 반도체 레이저부문에서는 1992년에 국내, 국외에서 1건씩 출원이 있었고, 1996년에 국외에서 2건, 1997년에 국내 국외 각2건씩 출원이 이루어지고 있으며 최근 출원이 증가하는 추세에 있다. 표 2에서는 외국계 회사가 국내에 출원한 질화갈륨계 발

표 1. 반도체 발광소자의 연도별 출원현황

출원년도		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999/7
반도체 발광소자 (H01L31)	특허	26	46	30	20	44	70	66	62	28
	실용	6	5	2	5	5	9	7	2	0
	소계	32	49	32	25	49	79	73	64	28
화합물 반도체 발광소자	국내			2	5	10	9	5	3	
	해외			8	7	12	19	15	14	
	소계			10	12	22	28	20	17	

표 2.

회사명	1993	1994	1995	1996	1997	1998	소계
니치아	1	1	1	1		1	5
도요타고세			1	4	2		7
아사히카세		1					1
Cree	1			1	1		3
샤프			1	4	1	1	7
도시바	2	1			2	2	7
스미토모덴키	1		1	1			3
휴렛팩커드	2						2
미쓰비시덴키				1			1
소계	7	3	4	12	6	4	36

표에서 반도체 발광소자라고 표시된 것은 국제특허 분류에 따라 H01L31분류로 출원된 건수를 통계 낸 것이다. 이 분류에는 반도체를 이용한 발광소자가 대부분 포함되어 있으나, EL(Electroluminescence) 소자등과 같이 화합물을 이용하지 아니한 반도체 발광소자도 포함되어 있으므로, 화합물을 이용한 반도체 발광소자로 분류를 한정하여 통계를 낸 것이 표 1 하단부의 화합물 반도체 발광소자 부문이다. 초기에는 일본 니치아사가 출원을 거의 독점하다시피 하였고 1995년에 국내의 LG전자가 출원을 개시하였으며 1996년에는 일본의 도요카고세 및 도시바, 샤프

광소자의 출원 연도별 출원건수를 표시하고 있다.

3. 출원특허분석

3-1 국외기업의 특허출원

국내 질화 갈륨계 반도체 소자에 관한 출원인으로 가장 주요한 기술을 확보하고 있는 일본 니치아사의 특허를 중심으로 분석하여 본다.

니치아사는 1992년 특허출원 제1542호인 '질화갈륨계 화합물 반도체의 결정성장방법'으로 출원을 시

작한 이래 꾸준히 출원을 계속하고 있다. 절대적인 출원건수가 많은 것은 아니지만 내용적으로는 결정성장, p-형 도핑, 오믹 접촉전극의 형성, LED 및 LD의 구조등에 관한 기술등과 같이 질화갈륨계 반도체 소자에 관하여 주요한 기반기술에 관하여 특허출원을 지속하고 있다.

표 3은 니치아사가 국내에 특허출원후 1년6월이 지나 공개된 출원특허의 목록을 보여준다.

이라고 되어 있어 저온 AlGaIn 버퍼층을 성장한후 고온에서 AlGaIn층을 성장하는 것을 본 특허의 주요 기술로 하고 있음을 알 수 있다. 또한 본원에는 양질의 질화갈륨 박막을 형성하는 데 사용한 성장로의 독특한 구조(소위, two-flow 법으로 알려져 있다.)가 그림 1과 같이 공개되어 있다. 그림에서 '반응가스관'으로 표시된 화살표 방향으로 유기금속등의 반응기체가 유입되고 상부로부터 수직하방으로는 반응기

표 3. 니치아사의 국내 특허출원현황

출원번호	발명의 명칭
제92-1542호	질화갈륨계 화합물 반도체의 결정성장 방법
제93-24947호	이중 헤테로 구조체를 구비한 발광질화갈륨계 화합물 반도체 장치
제94-9055호	음전극을 가지는 3-5족 화합물 반도체 디바이스 및 그 제조방법
제95-46093호	질화물 반도체 발광 소자 및 질화물 반도체 발광 다이오드
제96-52331호	질화물 반도체 장치
제98-30067호	질화물 반도체 장치

니치아사에 의한 최초 출원인 특허출원 제92-1542호는 1992년 1월 31일에 출원되었으며, 일본에 출원한 3건의 특허를 기초로 하여 조약에 관한 우선권¹⁾을 주장하고 있다. 본건의 주요기술로는 사파이어 기판상에 GaN 또는 AlGaIn 버퍼를 성장한 후 이보다 고온에서 AlGaIn 에피층을 성장하는 것으로 하고 있으며 특허청구범위 제1항을

1. 기판위에 제1온도에서 일반식 $Ga_xAl_{1-x}N$ (단 x 는 $0 < x \leq 1$ 의 범위이다.)로 표시되는 버퍼층을 기상성장시키는 공정 ;
및 형성된 버퍼층위에, 상기 제1온도보다 높은 제2의 온도에서 일반식 $Ga_xAl_{1-x}N$ (단 x 는 $0 \leq x \leq 1$ 의 범위이다.)로 표시되는 반도체층을 기상성장시키는 공정을 구비한 질화갈륨계 화합물 반도체의 결정성장방법.

체에 대해 불활성인 질소, 수소등의 가압기체를 공급하여 반응기체의 흐름방향을 기판쪽으로 돌려주어 반응기체와 기판이 상호 반응하여 결정이 성장하도록 하는 역할을 한다. 본 건은 특허심사를 거쳐 1995년에 공고번호 제95-6968호로 특허공고되고 11월 25일에 대한민국 특허 제92103호로 특허등록되었다.

니치아사에 의한 2번째 국내출원은 1993년 11월 19일자 '이중 헤테로구조체를 구비한 발광질화갈륨계화합물 반도체장치' 로써 주요내용으로는 질화물 반도체 다이오드의 활성층으로 InGaIn/GaN 이중헤테로구조를 이용하는 것을 들 수 있으며 현재는 최초 거절이유통지 후 분할출원²⁾ 되어 현재 심사중이다. 분할된 각 출원의 청구항 제1항은

1. n형 질화갈륨계 화합물 반도체층과 Mg를 도프한 p형 질화갈륨계 화합물 반도체의 사이에 불순물을 도프한 저비저항의

- 1) 우선권 제도는 1883년에 제정된 "산업재산권 보호를 위한 파리협약"에 의해 동맹국 상호간에 실질적인 최선출원을 보호해주자는 취지로써 제1국에 출원한 후 일정 기간내(현재는 1년)에 제2국에 출원하면 특허권 설정에 필요한 일정한 요건에 대해서는 제1국에 출원한 것으로 인정하는 제도. 우리 나라는 이 협약에 1980년 5월에 가입하였다.
- 2) 하나의 출원에 2이상의 발명내용이 포함되어 있을 때 그 나머지 발명에 대하여 새로이 출원할 수 있는데 이를 분할출원이라 하며 분할출원된 내용이 원래의 명세서에 포함된 것으로 인정되면 분할출원서의 출원일이 원 출원일로 소급적용된다.

InGaN($0 < x < 1$)으로 이루어지는 층을 발광층으로서 구비하는 것을 특징으로 하는 질화갈륨계 화합물 반도체 발광소자.

- 제1 및 제2표면을 가진 발광층을 포함하며, 인듐, 갈륨 및 질소를 함유하는 3~5족 질화갈륨계 화합물 반도체를 포함하는 이중헤테로 구조체와 ; 상기발광층의 제1표면의 측면에 제공되어 n형 질화갈륨계 화합물 반도체를 포함하는 제1클래드층과 ; 상기발광층의 제2표면의 측면에 제공되어 마그네슘을 함유한 불순물로 도핑된 인듐, 갈륨 및 마그네슘을 포함하는 p형 질화갈륨계 화합물 반도체를 포함하는 제2클래드층 ; 및 상기 제2클래드층에 결합되어 마그네슘을 함유한 불순물로 도핑된 p형 질화갈륨을 포함하는 접촉층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광 질화 갈륨계 화합물 반도체 소자.

로 하고 있다.

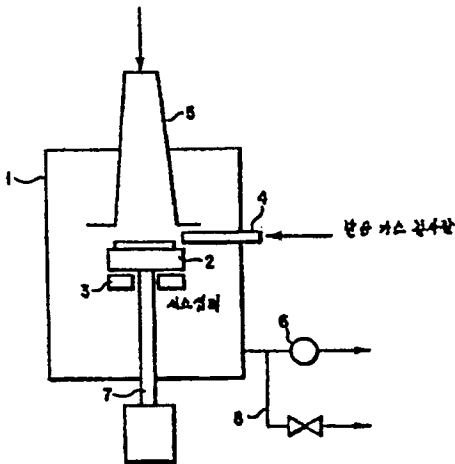


그림 1. 특허공고 제95-6968호의 제8도

니치아사의 특허출원 제94-9055호는 '움전극을 가지는 질화갈륨계 3~5족 화합물 반도체 디바이스 및 그 제조방법'을 제목으로 1994년 4월 27일자 출원되었으며, 주요내용으로는 n-형 및 p-형 전극재료에 특징이 있다. 그림 2는 본 출원의 대표적인 실시예를 나타낸 것인데, 그림에서 12, 13은 각각 n-형 및 p-형 반도체 층을, 14, 15는 n-형 전극, p-형 전극을 나

타낸다. n형 전극(14) 재료로는 Ti/Al으로 하고 p-형 전극(15) 재료로는 Au, Ni, Pt, Al, Sn, In, Cr, Ti 중 1종 이상 포함하거나, Cr, Ni, Au, Ti, Pt 중 2종 이상 포함하는 전극으로하여 오믹 전극을 형성하는 전극의 재료에 관련된 특허청구를 하고 있다.

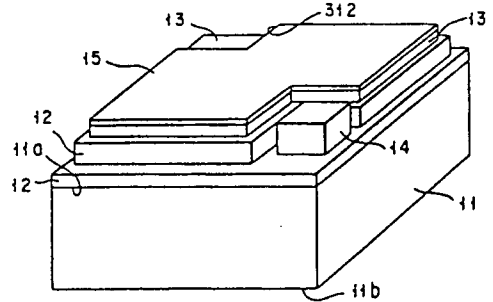


그림 2. 특허출원 제94-9055호의 실시예

니치아사의 특허출원 제95-46093호는 1995년 12월 1일에 '질화물 반도체 발광소자 및 질화물 반도체 발광다이오드'의 제목으로 출원되었으며, 활성층으로 InGaN를 이용한 단일양자우물 및 다중 양자우물을 이용하고 피복층으로 AlGaIn 층을 사용하는 것을 주요내용으로 하고 있다.

니치아사의 국내 5번째 특허출원인 특허출원 제96-52331호는 활성층으로 InGaIn 양자우물(그림 3의 16에 해당)을 이용하고 피복층으로 제1, 제2, 제3 GaN 계 층(그림3의 201, 202, 203에 해당)을 사용하여 단일 양자우물구조를 갖는 InGaIn 활성층의 양측에 터널링 가능한 배리어층을 구비하여 발광효율을 향상시키는 것에 특징을 가지고 있다. 그림 3은 본원에서 청구하는 소자 구조의 밴드갭 에너지를 나타낸 것이다.

니치아사의 국내 6번째 출원인 제98-30067호는 LED 및 LD의 출력향상과 순방향 구동전압의 감소를 위해 n-접촉층을 undoped/n-doped/undoped 구조의 3층 구조 또는 초격자구조로 형성하여 8×10^{-3} Ohm-cm 정도의 낮은 n전극 비저항을 달성하는 것을 특허청구범위로 하고 있다.

니치아사 이외에도 소수 외국기업의 출원이 있으며 그 중에서 주목할만한 기술로는 도요타고세사가 1996년 8월 2일 특허출원96-32289호로 특허출원한 '반도체 광소자'에서 발광다이오드의 p-형 박막형성시 도핑된 Mg를 적외선 광원으로 활성화 할 때 전극패드의 하부에 고저항 영역을 SiO₂로 구성하여 광방출 또

는 광검출에 직접 기여하지 않는 부분인 p-전극하부에 전류가 흐르지 않도록 하여 소자의 효율을 증가시키는 것을 주요기술로 하고 있다.

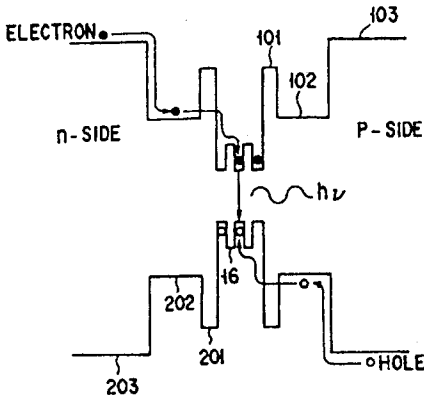


그림 3. 특원 제96-52331호의 밴드구조예

도요타고세사의 출원 중 주목할만한 다른 출원은

1996년 10월24일 특허출원 96-47856호인데 이것은 Zn, Si으로 이중도핑된 AlGaIn/AlGaIn 다중양자우물을 활성층으로하여 자외선을 발생시키고 이를 다이오드의 p-층상에 도포된 형광층을 이용하여 가시광으로 변환하는 것을 특징으로 하고 있다. 또한 1997년 10월2일의 출원번호 제 97-50850호에서는 n-전극을 형성함에 있어 n형 GaN 상부에 V, Zr, Nb, Cr중의 하나를 기저층으로 형성하고, 이후 주전극을 형성하고 열처리하여 전기적특성을 향상시키는 것을 특징으로 하고 있다. 상기회사는 p-전극의 형성에 관한 기술도 특허출원하고 있는데 1997년 11월29일자 출원번호 97-65761호에서는 p-전극을 광투과특성 및 오믹특성을 갖는 Co 또는 Pd 합금형성에 관한 기술을 공개하고 있다.

3-2 국내기업의 특허출원

도요타고세등의 일본계외국기업을 제외한 국내기

표 4. LG전자의 질화물 반도체 발광소자 특허출원현황(발체)

출원번호	출원일	발명의 명칭
제93-00890호	1993.01.26	청색 반도체 레이저 다이오드니치아화학공업
제93-18969호	1993.09.16	반도체 레이저 다이오드
제94-21219호	1994.08.26	청색레이저 소자 제조방법
제95-10119호	1995.04.27	반도체 레이저
제95-43022호	1995.11.22	청색 발광소자
제96-01129호	1996.01.19	청색레이저 소자의 제조방법
제96-01966호	1996.01.29	고휘도 청색 발광소자 및 그 제조 방법
제96-01967호	1996.01.29	발광소자 어레이 구조 및 그 제조방법
제96-19656호	1996.06.03	청색 발광소자의 전극형성방법
제96-27961호	1996.07.11	반도체 소자 식각방법
제96-47112호	1996.10.21	발광다이오드 제조방법
제96-47113호	1996.10.21	발광다이오드 및 그 제조방법
제96-61922호	1996.12.05	질화갈륨 반도체 단결정 기판의 제조방법
제96-61924호	1996.12.05	청색 발광 다이오드 제조방법
제96-72216호	1996.12.26	발광다이오드 칩 분리 방법
제96-73518호	1996.12.27	질화갈륨 발광다이오드 및 그 제작 방법
제96-79263호	1996.12.31	청색 레이저 다이오드

표 5. 삼성전자의 질화물 반도체 발광소자의 특허출원현황(발체)

출원번호	발명의 명칭
제96-28861호	자기공진형 단파장 레이저 다이오드
제96-28864호	면발광 GaN레이저 다이오드
제96-28863호	집적화된 청색 및 녹색 발광 다이오드 소자
제96-28862호	GaN 수직 공진기형 반도체 레이저
제96-36886호	금속마스크 패턴 형성방법
제96-51853호	자기공진구동을 하는 단파장 레이저 다이오드
제97-20726호	질화물 반도체 레이저 다이오드의 질화물 박막형성방법

업의 출원도 1993년에 LG전자에서 청색반도체 레이저다이오드에 관한 출원이 이루어진 이래로 지속적으로 이루어지고 있다. 표 4, 5는 각각 LG전자와 삼성전자가 질화물 반도체 발광소자에 대해 출원한 특허중 이미 특허출원공개된 발명에 관한 목록이다.

3-3 미국내 특허동향

질화물 반도체의 미국내 특허는 판코브(J. I. Pankove)가 1972년에 MIS구조의 GaN 발광소자에 대해 취득한 특허 제3683240호³⁾가 효시이다. 이후에 일본의 아카사키 교수가 AlN 버퍼를 이용한 질화물 반도체층의 성장법으로 미국특허 제 4855249호⁴⁾를 취득하였고, 그 이후로는 일본의 나카무라 슈지가 일련의 주요한 특허를 연속적으로 취득하였다. 표 6은 나카무라 슈지가 1999년 9월 현재 미국에서 취득한 특허의 목록인데 미국내에서 취득한 특허와 국내출원과의 상호관계에 주목할 필요가 있

다. 나카무라 슈지가 가장 최근에 취득한 미국특허 제5959307호는 총 38개의 청구항으로 구성되어 있으며 제1항은 다음과 같다(그림 3의 밴드구조 참조).

1. A nitride semiconductor device having a nitride semiconductor layer structure comprising :

an active layer of a quantum well structure which has a first surface and a second surface and which comprises an indium-containing nitride semiconductor ;
a first nitride semiconductor layer which is formed to adjoin the first surface of the active layer and has a band gap energy larger than that of the active layer ;

- 3) 미국특허 제368240호 : Electroluminescent Semiconductor Device of GaN

청구범위 제1항 : An electroluminescent semiconductor device including a body of insulation, crystalline gallium nitride and a pair of contacts electrically connected to spaced points of the body.

- 4) 미국특허 제4855249호 : Process for growing III-V compound semiconductors on sapphire using a buffer layer

청구범위 제1항 : A process for growing a compound semiconductor wherein an organometallic compound and ammonia gas (NH₃) are reacted in hydrogen gas (H₂) or hydrogen gas mixed with nitrogen gas (N₂) to grow epitaxially at least one layer of single crystalline Al_xGa_{1-x}N(0<x<1) on a sapphire substrate, said process comprising subjecting the sapphire substrate to a heat treatment of brief duration in a atmosphere comprising at least an Al-containing organometallic compound, NH₃, and H₂ at a temperature lower than the single crystalline AlN growing temperature to deposit a non-single crystalline buffer layer of an AlN compound on the surface of the sapphire substrate and thereafter growing epitaxially at a high temperature said single crystalline Al_xGa_{1-x}N directly on said non-single crystalline buffer layer.

a second nitride semiconductor layer which is non-active and is formed on the first surface side of the active layer at a location more distant from the active layer relative to the first nitride semiconductor layer and

which has a band gap energy smaller than that of the first nitride semiconductor layer ; and
a third nitride semiconductor layer which is formed on the first surface side of the active layer at a location

표 6. 나카무라 슈지가 미국에서 취득한 질화갈륨계 반도체 발광소자 특허현황

미국특허번호	특허등록일	발명의 명칭	비고
US05290393	03/01/1994	Crystal growth method for gallium nitride-based compound semiconductor	국내특원 제92-1542호와 동일
US05306662	04/26/1994	Method of manufacturing P-type compound semiconductor	Ⅲ-V족 반도체층의 열처리와 E-빔조사에 의한 p-형 형성
US05334277	08/02/1994	Method of vapor-growing semiconductor crystal and apparatus for vapor-growing the same	반응기체와 가압 기체의 분리 "two-flow 법"
US05433169	07/18/1995	Method of depositing a gallium nitride-based Ⅲ-V group compound semiconductor crystal layer	미국특허 제5334277호의 부분계속출원
US05468678	11/21/1995	Method of manufacturing P-type compound semiconductor	Ⅱ-VI 반도체층의 p-형 형성방법
US05563422	10/08/1996	Gallium nitride-based Ⅲ-V group compound semiconductor device and method of producing the same	국내특원 제94-9055호와 동일
US05578839	11/26/1996	Light-emitting gallium nitride-based compound semiconductor device	국내특원 제93-24797호와 동일
US05652434	07/29/1997	Gallium nitride-based Ⅲ-V group compound semiconductor	미국특허 제5563422호의 분할출원
US05734182	03/31/1998	Light-emitting gallium nitride-based compound semiconductor device	미국특허 제5578839호의 분할출원
US05747832	05/05/1998	Light-emitting gallium nitride-based compound semiconductor device	미국특허 제5578839호의 분할출원
US05767581	06/16/1998	Gallium nitride-based Ⅲ-V group compound semiconductor	미국특허 제5563422호의 분할출원
US05777350	07/07/1998	Nitride semiconductor light-emitting device	국내특원 제95-46093호와 동일
US05877558	03/02/1999	Gallium nitride-based Ⅲ-V group compound semiconductor	미국특허 제5563422호의 분할인 제5767581의 분할
US05880486	03/09/1999	Light-emitting gallium nitride-based compound semiconductor device	미국특허 제5578839호의 분할출원
US05959307	09/28/1999	Nitride semiconductor device	국내특원 제96-52331호와 동일

more distant from the active layer relative to the second nitride semiconductor layer and which has a band gap energy larger than that of the second nitride semiconductor layer.

따라서, 나카무라 슈지의 본 미국특허는 국내특원 제96-52331호에 해당한다는 것을 알 수 있다. 나카무라 슈지가 미국에서 취득한 특허중 국내에 특허출원 하지 않은 것으로 현재 알려진 것으로는 미국특허 제5306662호와 제5334277호, 제5433169호, 제5468678호가 있는데 이중 제5334277호와 제5433169호는 반응기체를 가압기체를 분리하여 화합물 반도체 박막을 성장하는 소위 "two-flow법"에 관한 것인데 국내특원 제92-1542호에 그 기술이 일부 공개되어 있으며, 국내에 특허출원되어 있지 않은 미국특허 제5306662호와 제5468678호는 각각 III-V 족 및 II-VI 화합물 반도체에서 p-형 도펀트가 도핑된 반도체층을 400℃ 이상의 온도에서 열처리하거나, 600℃ 이상의 온도에서 전자빔 조사를 하여 고농도의 p-형 반도체층을 형성하는 방법에 관한 것이다.

4. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 질화갈륨계 반도체를 이용한 LED 및 LD등의 발광소자에 관해서 국내 및 미국에서 활발하게 특허출원이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 특히 질화갈륨계 발광소자에 관해서 원천기술을

확보하고 있는 일본계 기업은 자신이 확보한 기술을 활발하게 미국, 한국등에 출원하여 미국에서는 국내의 특허출원 제96-52331호와 동일한 기술에 관해 미국에 1996년 11월 6일에 출원한 활성층 양측에 터널링 가능한 배리어를 형성하는 기술에 관한 미국특허 제5959307호까지의 대부분의 출원에 대하여 이미 특허가 허여된 상태이며, 국내에는 몇 개의 세부기술분야중 국내에 특허출원되지 않은 분야도 있으나, 대부분의 주요 기술에 대해서는 이미 특허출원이 되어 있으며, 현재 심사가 진행 중인 건이 많아 허여된 특허의 수가 일본, 미국등에 비해 많지는 않으나 머지않아 등록되는 특허 수가 점차 증가할 것으로 예상되며 이에 따라 특허공세도 강화될 것으로 예상된다. 따라서 개량기술 및 대체기술개발에 심혈을 기울여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 대한민국 특허청, 공개특허공보, 1998.
2. 대한민국 특허청, 특허공보, 1998.
3. United States Patent and Trademark Office, Patent Gazette, 1998.
4. 日本國特許廳, 公開特許公報, 1998.
5. 吉藤幸朔, 特許法概說, 대광서림, 1997.
6. Donald S. Chisum, *Elements of United States Patent Law*, Yushodo Co. Ltd. (1987).
7. K. S. Kim, A. Saxler, P. Kung, and M. Razeghi, K. Y. Lim, Appl. Phys. Lett. **71**, 800 (1997).
8. S. Strite and H. Morkoç, J. Vac. Sci. Technol. **B10** (4), 1237 (1992).