

광통신용 고분자 소재

-비선형 광학재료-

하승규 심사관 · 권오식 변리사

1. 최신 기술개발 및 산업 동향

1.1 개요

오늘날 우리의 삶과 떼어놓을 수 없는 관계에 있는 현대과학은 자연을 통일적으로 이해하고자 하는 인간의 부단한 노력의 결과라고 볼 수 있다. 그 중에서도 소립자에서부터 우주에 이르기까지 자연의 여러 현상을 이론적인 체계를 갖추어 이해하고자 하는 것이 바로 물리학에서 추구하는 바이다. 즉 물리학의 대상은 원자내부의 소립자로부터 원자핵, 원자, 분자, 분자들이 모여서 구성하는 응집체 등 뿐만이 아니라, 대기, 해양, 지질 및 지구, 태양계, 나아가서 우주 전체를 포함한다. 이러한 다양한 대상에서 일어나는 현상들을 가능한 한 간단한 몇 가지 원리로써 체계적으로 이해하고자 하는 것이 물리학자의 꿈이다. 근대물리학의 시초를 아이작 뉴턴으로 잡는다면, 그 후 전자기학을 완성시킨 제임스 클라크 맥스웰, 열을 통계적인 앙상블로 그려낸 조시아 김스, 상대론을 통하여 시간과 공간을 통일한 알버트 아인슈타인, 빛의 열역학적 성질로부터 양자론을 끌어낸 막스 플랑크 등은 이러한 꿈을 현실로 바꾸어낸 정신의 소유자라고 볼 수 있다. 그러나 이러한 이론이 공통으로 가지고 있는 출발점은 선형성(線型性, linearity)이다. 선형성이란 어떤 물체에서 나타나는 반응이 외부에서 가한 변화에 선형적으로 비례하며 일어난다는 것을 의미한다. 그러나 실제 자연에서 관찰되는 많은 현상이 항상 이러한 선형성을 만족하는 것은 아니다. 자연에서 관찰되는 이러한 여러가지 비선형(非線型, nonlinearity) 현상은 물리학을 풍부하게 해왔다. 이러한 비선형성이 광학현상에서 관찰될 때 이를 비선형광학(非線型光學, nonlinear optics)이라고 한다. 비선형 광학현상은 약 30여 년 전 레이저가 처음 발견된 이후 새롭게 관찰된 현상이다. 어떤 주어진 광학매질에서 비선형성이

중요하게 되기 위해서는 매질에 존재하는 전자에 가해지는 원자핵의 쿨롱포텐셜에 버금가는 크기의 전기장이 외부의 빛에 의해 가해져야 한다.

이러한 크기의 전기장은 펄스레이저를 이용하면 쉽게 얻어낼 수 있다. 따라서 레이저 발견 이후 초기에 펄스레이저의 시초인 루비레이저가 개발된 후 여러 가지 재미있는 비선형광학 현상이 보고되었다.

1.2 비선형광학 효과

비선형광학 현상은 크게 짝수차수와 홀수차수로 나눌 수 있다. 홀수차수의 현상은 비선형광학 특성을 지닌 물질의 공간적 대칭구조와 관계없이 항상 존재하나, 짝수차수의 현상, 예를 들어 제2차 고조파 발생이나 전기광학효과는 중심대칭성을 갖지 않는 물질의 경우에만 가능하다. 이는 물질에 유도되는 전기편극이 극벡터(polar vector)임을 고려하면 쉽게 알 수 있다. 즉 중심대칭성을 가진 물질의 대칭점에 대하여 좌표의 축을 반대 방향으로 바꿀 때 홀수차수의 전기장은 부호를 바꾸지만, 짝수차수의 전기장은 부호를 바꾸지 않기 때문이다. 이러한 까닭에 홀수차수의 비선형광학 현상은 보편적으로 모든 물질에서 원칙적으로 관찰 가능하다.

홀수차수의 비선형광학 현상 중 가장 낮은 차수인 제3차 비선형 효과로 인하여 생기는 여러 가지 재미있는 현상을 살펴보면 먼저 외부에서 진동수 ω 를 가진 빛이 어떤 광학매질을 통과한다고 하자. 제3차 비선형 효과가 존재한다면 매질의 굴절률이 입사파 세기에 따라서 변할 수 있다는 사실이다. 이러한 효과가 나타내는 현상으로는 빛의 자기집광(self-focusing)이라는 현상이 있다. **그림 1**에서와 같이 빛의 공간적 세기 분포가 가우스(Gauss) 함수꼴을 가진 경우, 빛이 진행하는 광축의 중앙부분으로 갈수록 빛의 세기가 세어진다. 이러한 빛이 비선형광학 매질을 통과하는 경우 중앙부분의 굴절률이 가장자리의 굴절률보다 커지게 되고 따라서 빛의 진행속도가 중앙부분에서 상대적

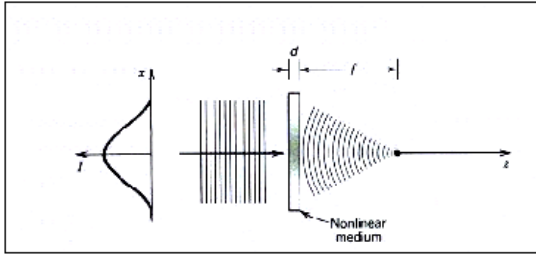


그림 1. 빛의 자기집광(Self-Focusing)(출처: "비선형 광학이란", 우정원, 이화여대).

으로 느리게 된다. 다른 말로 표현하면 같은 시간에 빛의 위상면이 중앙부분에서는 가장자리에 비해 상대적으로 천천히 진행하며, 이는 평면파가 볼록렌즈를 통과하여 진행하는 것과 같이 비유할 수 있다. 즉 비선형광학매질을 통과하면서 빛이 스스로 집광되는 현상이 일어난다. 여기서 n_2 를 양의 값으로 가정하였으며, 음의 값을 가지는 매질의 경우 비선형광학매질은 오목렌즈의 구실을 하게 된다. 이러한 현상은 선형광학에서 관찰되지 않는 것으로, 고출력 레이저 발견 이후 과학자들을 당황하게 했던 현상중의 하나이다. 실제 실험실에서 고출력 펄스레이저에서 나오는 빛을 렌즈를 통하여 프리즘(prism)이나 빔가르개(beam splitter)와 같은 광학부품에 집광시키는 경우, 비선형적 자기집광효과 때문에 렌즈의 집광률을 초과하는 집광으로 인하여 광학부품을 손상시키는 경우가 허다하게 발생하였다. 그후 비선형광학 현상에 대한 기초적인 이해가 이루어지면서 자기집광효과는 물질의 비선형광학 현상 규명에서 중요한 역할을 해왔다.

1.3 비선형 광학재료의 활용

비선형광학 현상은 여러 가지 물질에서 관찰된다. 기체나 액체에서 관찰된 것은 물론이고 여러 형태의 응집체에서 그 현상이 관찰된다. 특히 결정체의 많은 경우 중심대칭성이 깨어져 있기 때문에 제2차 비선형광학을 쉽게 볼 수 있다. 대표적인 예가 제2고조파 발생(second harmonic generation)이다. KDP 결정체의 경우 펄스레이저용 제2고조파 발생장치가 이미 상용화되어 있고, LiNbO₃ 결정체의 경우 결정체의 도메인(domain)을 주기적으로 바꾸어 극화시켜서 CW용 광매개발생기(optical parametric oscillator)에 사용하고 있는 실정이다. 또한 고분자의 경우 빠른 응답속도 때문에 여러 비선형 광소자에 널리 쓰이고 있다.

1.4 연구개발 동향

현재 사용되고 있는 2차 비선형 광학재료는 유기물질이 무기결정에 비하여 레이저에 대한 문턱손상값

이 높고 대량 생산이 용이하며 가공온도가 낮고 감응시간이 짧으며 유전상수가 작을 뿐만 아니라 분자구조의 설계에 의하여 비선형 광학계수가 큰 물질을 얻을 수 있다는 다양한 장점들 때문에 무기결정을 유기물로 바꾸려는 노력이 진행되어 지고 있다. 특히 가공이 유리하다는 장점에 의해 얇은 필름형태의 가공이 가능하며, 모서리나 edge의 처리가 가능하다. 2차 비선형 광학효과는 2차 전계 비선형 광학계수로 표현되어 질 수 있으며 고분자의 2차 비선형 광학계수 $\chi(2)$ 는 식 (1)과 같이 나타내어 진다

$$\chi(2)_{IJK} = N f_{ijk} \langle \cos 3\theta \rangle \quad (1)$$

F : 국부전기장요소(local field factor),

N : 발색단의 갯수(number of chromophores)

그러므로 2차 전계 비선형 광학계수를 크게 얻으려면 β 값이 커야할 뿐만 아니라 발색단의 밀도가 높아야 하며, 이들의 외부장에 의하여 잘 배향되어야 한다. 이와 관련하여 다양한 계에 대하여 연구가 진행되어 오고 있다. 비선형광학 성질을 나타내는 발색단을 무정형 고분자 매트릭스에 도핑(doping)시키는 방법이 비교적 초창기부터 연구되어 왔으나 도핑시킬 수 있는 발색단이 중합체와의 섞임성이 부족할 경우 이들의 양을 증가시킬 수 없다는 점과, 이들의 결정화에 의한 빛의 산란이 발생하게 되며 이들 도핑된 발색단들이 가소제(plasticizer) 역할을 함으로써 host 중합체의 유리전이온도, T_g 를 낮추는 역할을 해 비교적 낮은 온도에서도 전기장에 의하여 유도된 분자들이 배향이 쉽게 이루어지는 등의 많은 문제점들이 제기되어 왔다.

따라서 최근에는 발색단들을 고분자 사슬에 직접 공유결합으로 연결시키는 방법이 많이 연구되어지고 있다. 이 방법은 비선형광학 성질을 띠는 발색단을 주사슬이나, 곁가지에 치환시킬 수 있다는 점과 공유결합된 발색단들의 이완현상을 현저하게 개선시킬 수 있다는 장점이 있다. 그 외의 방법으로는 고분자사슬의 가교결합을 이용하여 이완현상을 줄이는 방법과 고분자 주사슬이 강직한 구조로 된 고분자에 직접 전자주계와 전자받계를 치환시키는 방법 그리고 고분자 사슬에 수소결합이 가능한 구조를 포함시켜 수소결합을 통하여 폴링된 발색단의 이완을 방지하고자 하는 노력 등이 진행되고 있다. 그러나 고분자 사슬의 가교결합반응을 이용하는 경우는 이완현상을 방지하는데 효과적이지만 가교결합 밀도의 조절이 어려울 뿐만 아니라 균일한 가교결합을 얻기가 힘들어 가교된 고분자의 투명도가 저하

되며 가교결합이 진행될수록 전도도가 증가하여 풀링이 어려워지는 단점을 지닌다.

한편 유기고분자의 경우에는 이완현상은 T_g 와 밀접한 관계가 있으며, 이는 T_g 가 고분자 사슬의 열적 거동과 관계가 있다는 점에서 짐작할 수 있는 결과이다. 따라서 비교적 높은 T_g 를 지니는 중합체를 합성하여 polar order들의 이완 현상을 방지하고자 하는 많은 노력들이 현재 여러 연구진에 의하여 진행 중에 있으며 대표적인 예로서 T_g 가 보통 200 °C 이상인 폴리이미드들을 매트릭스로 하여 발색단을 매트릭스에 혼합하거나, 발색단을 폴리이미드의 주사슬에 공유결합시켜 열안정성이 뛰어난 중합체를 얻고자 하는 노력들이 이루어져 왔다. 그러나 중합체의 T_g 가 높은 경우 풀링에 있어 많은 어려운 점이 있으며, 고온에서의 풀링을 장시간 진행시킬 때의 어려움으로 인하여 발색단의 배향을 효과적으로 유도할 수 없게 되며, 따라서 비선형광학 계수가 큰 중합체를 얻기가 어렵다는 단점도 동시에 지니고 있다.

이와 같은 이유들로 인하여 비교적 최근에는 중합체의 T_g 가 너무 높아 가열에 의한 풀링의 어려움을 극복하기 위하여 아조 발색단을 지닌 중합체의 빛에 의한 이성질화 현상(photo-isomerization)을 이용한 실온에서의 광 유발 풀링이나, 고압하에서 CO₂ 기체에 의한 가소제 효과를 이용한 실온에서의 풀링을 하고자 하는 노력 등과 같이 중합체뿐만 아니라 풀링 방법 등의 개선에도 많은 연구들이 진행되고 있다.

베타-카로틴은 탄소 원자들이 가늘고 긴 사슬처럼 연결된 형태이며, 양쪽 끝에 링 모양의 그룹들이 붙어 있다. 링들 중의 하나는 분자의 다른 한 쪽으로부터 전자를 빼앗는 “수용자(acceptor)”의 역할을 하며, 이로부터 강한 비선형 효과가 유발된다. 이러한 성질을 더욱 강하게 만들기 위해 Marder의 연구팀은 베타-카로틴의 수용자를 보다 더 강하게 전자를 “강탈” 하는 분자로 거듭 교체함으로써, 중합체에 포함된 작은 분자들의 전자적인 성질을 조작함으로써, 지금까지 알려진 가장 강한 비선형 광학 효과를 가지는 물질보다 35배나 큰 효과를 가지도록 만들 수 있어 3차 비선형 광학 효과를 증폭시킬 수 있다.

2. 특허기술분류체계 및 분석범위

본 분석에서는 분석 대상기간이 1999년부터 2001년까지의 3년간으로 짧기 때문에 더 이상 세분류를 하

지 않고, 2000년 당시 분석결과보고서의 분석범위인 1978~1998년의 결과와 연계하여 최근 3년간의 결과를 비교하였으며 한국, 일본, 유럽의 공개특허와 미국의 등록특허들을 대상으로 분석하였다.

2.1 분석의 관점

분석 대상으로 검색된 특허는 한국, 일본, 유럽의 경우 공개특허이고 미국의 경우는 등록특허가 대상으로 되었으며, 검색된 특허 중에 본 분석의 취지에 맞는 특허를 각 특허의 요약내용을 중심으로 선정하였다(한국 : 70건 일본 : 117건, 미국 : 9건, 유럽 : 9건).

2.2 비선형 광학 고분자 재료

2.2.1 4개국 전체

2.2.1.1 국가별 기간별 출원건수(4개국, 비선형)

비선형 고분자 재료에 관련된 국가별 기간별 출원동향을 2000년도 분석 결과와 연계시켜 보면(그림 2) 일본의 경우 1980년대 후반을 정점으로 출원이 줄어드는 경향을 보이나 금번 분석 결과에서 다시 출원이 급증한 것으로 나타나고, 미국이나 유럽은 1990년대 초를 정점으로 계속 감소하는 경향을 보이거나 한국은 계속 증가하는 경향을 보이고 있다.

또한, 기간별로 각 국의 점유율(그림 3)을 분석하면 한국이 점유율의 증가가 가장 많이 이루어지고, 일본도 점유율이 증가하는 경향을 보이지만, 미국이나 유럽은 점유율도 감소하고 있는 것으로 나타나고 있다. 따라서 최근 비선형광학 고분자 재료와 관련된 특허의 출원은 건수 측면에서는 일본에 가장 많은 건수가 출원

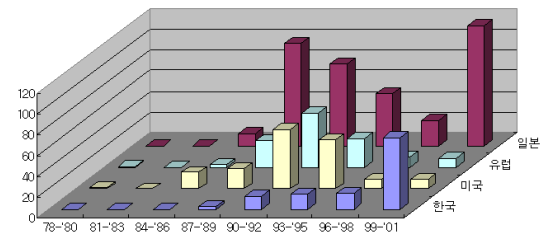


그림 2. 국가별 기간별 출원건수(4개국, 비선형).

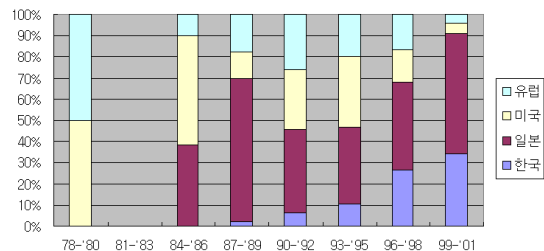


그림 3. 국가별 기간별 출원 점유율(4개국, 비선형).

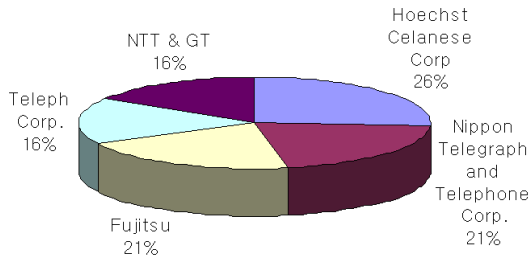


그림 4. 출원인별 출원 점유율(4개국 전체, 비선형, 상위 5개, 1984~1998).

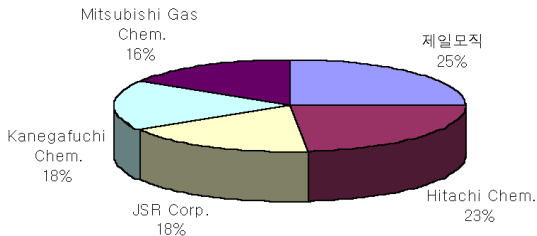


그림 5. 출원인별 출원 점유율(4개국 전체, 비선형, 상위 5개, 1999~2001).

되고 있고, 출원율 증가는 한국에서 가장 활발하게 이루어지고 있다고 할 수 있다.

2.2.1.2 출원인별 출원 점유율 비교(4개국 전체, 비선형)

분석 대상 4개국 전체에서 비선형광학 고분자 재료에 관련된 특허의 출원을 가장 많이 한 출원인을 비교하여 보면 2000년도 분석(**그림 4**)시에는 Hoechst Celanese Corp., Nippon Telegraph and Telephone Corp., Fujitsu, Teleph. Corp., NTT & GT의 순으로 출원을 많이 하였으나 금번 분석(**그림 5**)에서는 제일모직, Hitachi Chem., JSR Corp., Kanegafuchi Chem., Mitsubishi Gas Chem.의 순으로 출원을 많이 한 것으로 나타났다. 즉 1998년 이전에는 유럽 및 미국과 일본의 출원인들이 비선형광학 고분자 재료 관련 기술에 관심을 많이 갖고 특허 출원을 하였으나 1999년부터 2001년까지의 기간에는 한국과 일본의 출원인들이 많은 출원을 하고 있는 것으로 최신의 기술은 일본과 한국에서 많이 출원되고 있다고 할 수 있다. 또한, 상위 5개 출원인들에 있어 1998년 이전과 1999년 이후는 완전히 다른 출원인들로 교체가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

2.2.2 한국

2.2.2.1 기간별 출원건수(한국, 비선형)

한국에서의 비선형광학 고분자 재료에 관련된 특허

의 출원(**그림 6**)은 1998년 이전에 비하여 1999년부터 2001년까지의 기간에는 출원건수가 급격하게 증가하고 있음을 알 수 있다.

2.2.2.2 출원인별 출원 점유율 비교(한국, 비선형)

한국에 비선형광학 고분자 재료와 관련된 특허의 출원건수가 많은 순서로 출원인을 비교하여 보면 1998년 이전(**그림 7**)에는 코오롱, 한국과학기술연구원, 롱 폴랑 쉬미, AKZO, Dow Chemical Co., Enichem. SPA.의 순이었으나 1999년부터 2001년까지의 기간에는 제일모직, 시바 스페셜티, 엘지화학 외 8개 출원인(**그림 8**)들로 과거의 출원인들이 계속 특허를 출원하는 것이 아님을 알 수 있다.

2.2.3 일본

2.2.3.1 기간별 출원건수(일본, 비선형)

비선형광학 고분자 재료와 관련으로 일본에 출원된

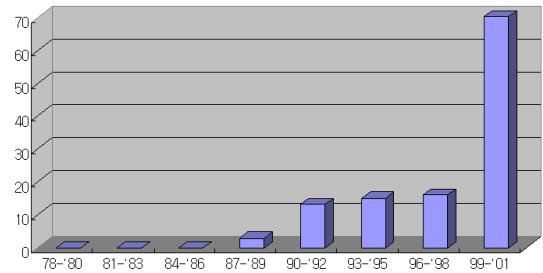


그림 6. 기간별 출원건수(한국, 비선형).

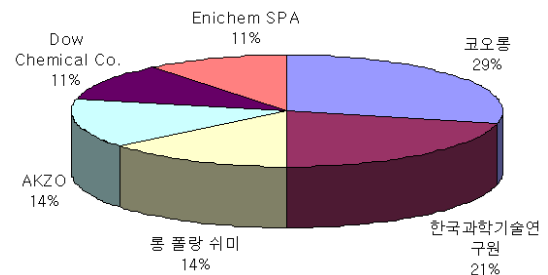


그림 7. 출원인별 특허점유율(한국, 비선형, 상위 5개, 1989~1998).

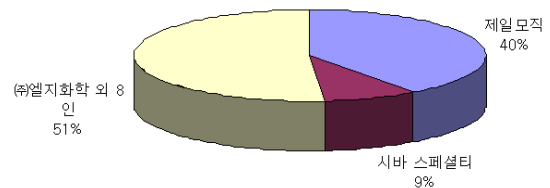


그림 8. 출원인별 특허 점유율(한국, 비선형, 상위 3개, 1999~2001).

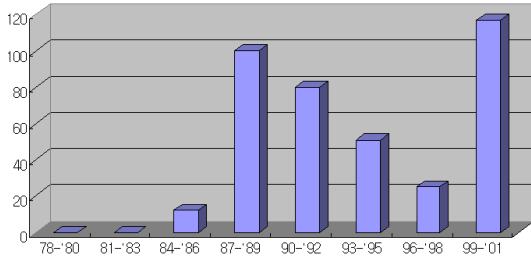


그림 9. 기간별 출원건수(일본, 비선형).

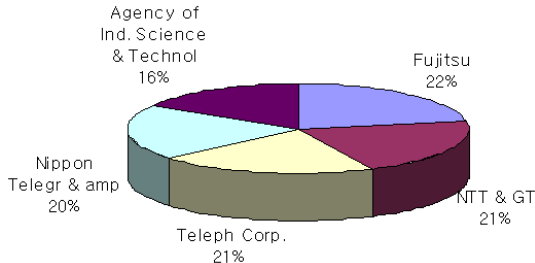


그림 10. 출원인별 특허 점유율(일본, 비선형, 상위 5개, 1984~1998).

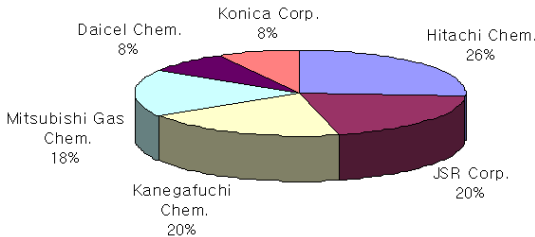


그림 11. 출원인별 특허 점유율(일본, 비선형, 상위 5개, 1999~2001).

특허건수(그림 9)는 2000년도 분석시 1980년대 말을 정점으로 감소하는 경향을 보였으나, 본 분석의 대상 기간인 1999년부터 2001년까지 1980년대 말보다 건수 면에서는 더 많은 건수가 출원된 것으로 분석되었는데, 분석 시점 및 관점의 차이도 있겠지만, 출원건수 상위 출원인들이 바뀌면서 많은 건수가 출원되었다고도 사료된다.

2.2.3.2 출원인별 출원 점유율 비교(일본, 비선형)

비선형 광학 고분자 재료에 관련하여 일본에의 출원건수 상위 5개 출원인(그림 10)들의 출원건수 점유율을 비교하여 보면 1998년 이전에는 Fujitsu, NTT & GT, Teleph Corp., Nippon Telegr & amp., Agency of Ind. Science & Technol.의 순이었으나, 1999년부터 2001년까지는 Hitach Chem., JSR Corp.,

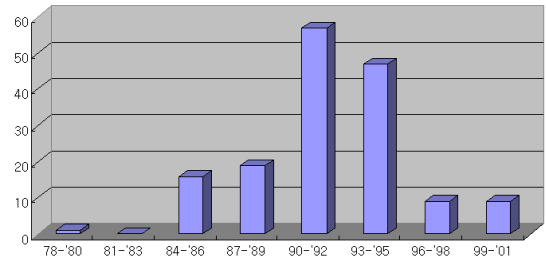


그림 12. 기간별 출원건수(미국, 비선형).

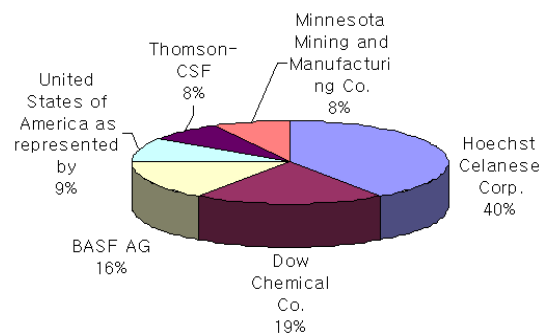


그림 13. 출원인별 특허 점유율(미국, 비선형, 상위 5개, 1978~1998).

Kanegafuchi Chem., Mitsubishi Gas Chem., Daicel Chem., Konica Corp.의 순으로 완전히 새로운 출원인(그림 11)으로 교체가 이루어졌다.

2.2.4 미국

2.2.4.1 기간별 출원건수(미국, 비선형)

미국에 있어서 비선형 광학 고분자 재료 관련 특허의 출원(그림 12)은 2000년도 분석시 마지막 기간인 1996년부터 1998년까지의 기간과 금번 분석된 1999년부터 2001년까지의 기간이 같은 수준의 출원동향을 보여 비선형 광학 고분자 재료와 관련하여 미국에의 특허 출원은 감소하고 있다고 할 수 있다.

2.2.4.2 출원인별 출원 점유율 비교(미국, 비선형)

비선형광학 고분자 재료와 관련하여 미국에의 특허 출원건수 상위 5개 출원인을 비교하면 1998년 이전(그림 13)에는 Hoechst Celanese Corp., Dow Chemical Co., BASF AG, United States of America as represented by, Thomson-CSF, Minnesota Mining and Manufacturing의 순으로 출원건수가 많았으나 1999년부터 2001년(그림 14)까지는 Siemens Aktiengesellschaft, EMS-Inventa AG, Fina Research SA, Molecular OptoElectronics, Riken Saitama-ken, Miliken & Co.의 순으로 미국에의 비선형광학 고분자

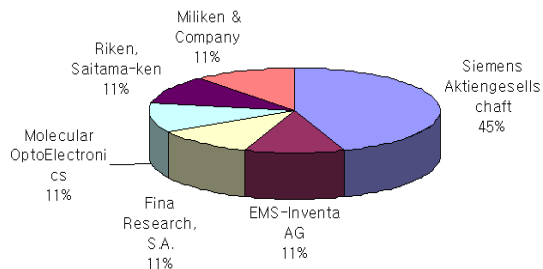


그림 14. 출원인별 특허 점유율(미국, 비선형, 상위 5개, 1999~2001).

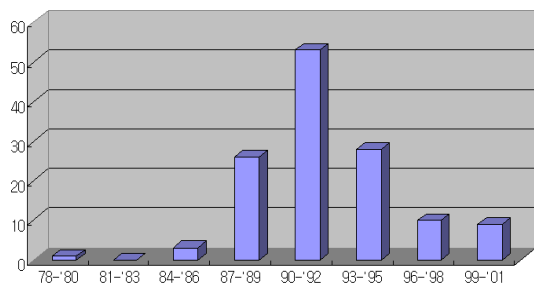


그림 15. 기간별 출원건수(유럽, 비선형).

재료 관련 특허의 다출원에서도 상위 5개 출원인이 모두 새로운 출원인으로 바뀌었음을 알 수 있다.

2.2.5 유럽

2.2.5.1 기간별 출원건수(유럽, 비선형)

유럽의 비선형 광학 고분자 재료 관련 특허의 출원은 미국에서와 같이 1990년대 초를 정점으로 계속 저하되고 있음을 보여주고 있다. 2000년도 분석 결과와 금번 분석 결과를 연계시킨 그림 15에 나타난 바와 같이 1996년부터 1998년까지의 2000년도 분석시 마지막 기간에 이어 금번 분석 대상 기간에도 계속 출원이 줄어드는 동향을 보이고 있다.

2.2.5.2 출원인별 출원 점유율 비교(유럽, 비선형)

유럽의 비선형 광학 고분자 재료 관련 특허의 다출원 순위 4위까지의 출원인들을 비교하여 보면 1998년 이전(그림 16)까지는 Hoechst Celanese Corp., BASF AG, Celanese Corp., Dow Chemical Co., Rhone-Pholenc Chimie, Du Pont의 순으로 유럽과 미국의 화학이나 고분자 관계 기업들로 이루어져 있으나, 1999년부터 2001년까지는(그림 17) Siemens Aktiengesellschaft, Mitsui Chemicals, American Cyanamid, Daicel Chemical, Ferrania SPA, Mitsubishi Gas Chem., Teijin Ltd.의 순으로 새로운 출

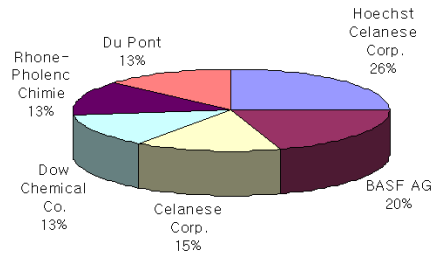


그림 16. 출원인별 특허 점유율(유럽, 비선형, 상위 4개, 1980~1998).

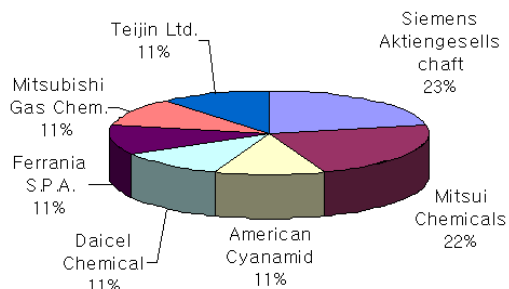


그림 17. 출원인별 특허 점유율(유럽, 비선형, 7개, 1999~2001).

원인들이 상위를 차지하였고, 일본의 화학 관계 출원인들이 많은 출원을 하였다는 특색을 보이고 있다.

3. 특허권리 분석 및 전망(표 1)

2000년도 분석 결과에 의하면 1978년부터 1983년까지의 기간에는 내열성 조사용 조사 적량 지지자로 카바줄 디아세틸렌 고분자(미국등록 4208501)가 발표되었고, 1984년부터 1988년까지의 기간에는 비닐리텐플루오라이드 등 포함 공중합체(일본등록 2666370), 측쇄에 작용기 등 포함 광학 공중합체(미국등록 4579915), LB법에 의한 비선형광학 재료(미국등록 4818616) 등이 발표되었으며, 1989년부터 1993년까지의 기간에는 파이버전자 주계/받계 단위 함유 조성(미국등록 5093456), 아크릴계, 폴리우레탄계, 폴리카보네이트계 수지조성(미국등록 5093456), 폴리말린아미드중합체, 내열성 아릴하이드라존 폴리이미드, 아조염료 사용, 사이클로부타디엔 공중합체(일본등록 3042121), 가교성 작용기 또는 경화제 사용 비선형 광학고분자(미국등록 5266651) 등이 발표되었고, 1994년부터 1998년까지의 기간에는 폴리퀴놀린 사용, NLO화합물 함유 폴리아

표 1. 기간별 특허공고와 내용

기간	기술내용	특허
1978~1983	· 조사 적량 지시자용 카바졸 디아세틸렌 고분자	미국등록 4208501
1984~1988	· 비닐리텐플루오라이드 등 포함 공중합체 · 측쇄에 작용기 등 포함 광학 공중합체 · LB법에 의한 비선형광학 재료	일본등록 2666370 미국등록 4579915 미국등록 4818616
1989~1993	· 파이전자 주계/받계 단위 함유 조성 · 아크릴, 우레탄, 카보네이트계 수지조성 · 폴리말린아미드 및 사이클로부타디엔 공중합체 · 가교성 작용기 또는 경화제 사용 광학고분자	미국등록 5093456 일본등록 3042121 미국등록 5266651
1994~1998	· 폴리퀴놀린, NLO화합물 함유 폴리이미드산 조성물 · 스틸벤 및 아조벤젠계 색소 사용 폴리이미드 · 저광손실 방향족 폴리에스터계 비선형 광학 고분자 · 열가소성, 열경화성 및 IPN계 비선형 광학 고분자	한국등록 199865 한국등록 204047 미국등록 5532320
1999~2001	· 전방향족 폴리이미드로 된 강유전성 고분자 비선형 광학 재료 · 전기 및 비선형 광학 계수가 높고, 장기 열안정성이 높은 비선형 광학 특성을 나타내는 키랄 폴리머 · 아조벤젠, 결정화 방지 에테르케톤계 덴드리머 조성 재료	한국출원 1999-309640 미국등록 6288206 일본출원 2001-55337

미드산 조성물(한국등록 199865), 스틸벤 및 아조벤젠계 색소 사용 폴리이미드(한국등록 169910), 저광전송 손실 방향족 폴리에스터계 비선형광학 고분자(한국등록 204047), 열가소성, 열경화성 및 IPN계 비선형 광학 고분자(미국등록 5486580, 미국등록 5532320) 등이 발표되었다.

금번 분석 기간인 1999년부터 2001년까지의 기간에는 전기광학계수 및 비선형광학계수가 높고, 장기 열안정성이 높으며, 비선형 광학 특성을 갖는 키랄 폴리머(미국등록 6288206), 4개의 방향환 중 적어도 1개의 말단에 공유결합 반응성 치환기를 갖는 전 방향족 폴리이미드로 된 강유전성 고분자 재료(일본 출원 1999-309640), 아조벤젠부, 결정화 방지 에테르케톤계 덴드리머부로 구성되는 비선형광학 재료(일본출원 2001-55337) 등이 발표되고 있다.

4. 향후 전망

유기재료의 비선형광학 특성을 이용한 소자 개발과 유기분자의 배열성 연구가 한창이다. 소자 개발 분야에서는 blue laser나 광메모리에 응용될 수 있는 제2고조파 발생(second harmonic generation, SHG)용 유기물 개발 및 그 특성 분석을 시도하고 있다. 이곳에서 개발하고 있는 유기물은 카이랄 성질을 갖는 것이 특징인데, 최근 이러한 특성이 길이 4층에 비례하는 제2고조파를 발생시키는 것(기존의 물질은 위상정합 조

건에서 길이 제곱에 비례하는 출력 발생)을 규명하였다. 이러한 물질연구와 더불어 비선형광학 특성을 이용한 표면분석, Molecular Beam Epitaxy를 이용한 분자배열(태양전지 응용 가능), 강유전성 네마틱 액정을 이용한 비선형 광학 소자 개발 가능성 등을 연구하고 있다.

최근 전자산업의 눈부신 발전과 더불어 고분자 재료를 전자부품의 소재로 활용하고자 하는 연구가 매우 활발히 이루어지고 있다. 특히 저가격의 반도체 레이저 및 이를 이용한 정보기록방식의 개발 방향은 기존의 집적회로(IC)로 대표되는 microelectronics 기술로 초점을 맞춰가고 있다. 따라서 이의 기본소재로 이용 가능한 물질 개발에 많은 관심이 집중되고 있으며, 특히 유기 고분자 재료와 광의 상호작용을 이용하여 광에너지를 다른 형태의 에너지(화학, 열, 전기, 다른 파장의 광)로 변환시키는 능동적 광기능성을 갖는 고분자재료에 대한 연구개발이 선진 각국에서 집중적으로 이루어지고 있다. 광기능성 고분자에는 광전도성, 광응답성, 광기록, 광변색 고분자 등이 있으며, 최근에는 optoelectronics 기술의 최종 목표로 할 수 있는 광집적회로(optical integrated circuitry)용의 유기 비선형 광학소재의 개발도 매우 활발하다. 이러한 광기능성 고분자재료는 소재 본연의 뛰어난 기능성과 더불어 경량성, 성형가공성, 대량생산성 등의 이점으로 인하여 제품의 공업적 생산 가능성이 매우 크며 이미 몇몇 제품은 산업적 생산이 개시되어 나날이 그 생산 규모가 커지고 있다. 특히 전자복사기 및 레이저 프린터의 감광체로 사용되는 광전도성 고분자는 1970년대에 IBM에서 개발된 이래 시장 규모

가 급속히 확대되어가고 있으며, 광변색성 고분자 및 유기 고분자 비선형광학 소재의 상업화도 임박한 것으로 평가되고 있다. 이러한 광전도성을 필두로 하는 다양한 광기능성 고분자의 개발은 고분자 재료와 광과의 상호작용의 이해가 절대적으로 필요하며 집약적인 기초연구가 선행되지 않고는 접근하기 어려운 첨단 기술 분야이므로, 고분자계에서의 광물리화학 과정의 규명과 같은 기본적인 연구로부터 실제적인 기능 소자의 응용개발에 이르기까지 국가 정책적으로 장기적이고 과감한 연구 투자가 절실히 요청된다.

※ 보다 상세한 정보를 얻고자 하시는 분은 특허청 홈페이지나 발명진흥회 홈페이지 PM보고서조회를 참조하시기 바랍니다.

참고문헌

위 글은 2000년도 특허청 신기술동향조사보고서의 Up-date 부분 중 비선형 광학 재료만 간추린 내용입니다.

제목 저자	광통신용고분자소재
특허청 정밀화학과	김현숙 심사관
연세대학교	김은경 박사
한남대학교	김환규 교수
서울대학교	박수영 교수
한남대학교	이광섭 교수
(주)포인텍	이태형 사장
한국화학연구원	진문영 박사