

황화아연의 응용 기술 최신 동향 분석: 특허정보분석을 중심으로

이도연¹ · 강현무¹ · 윤종만² · 이정구^{1†}

¹한국과학기술정보연구원, ²(주)제이몬

Recent Application Technology Trends Analysis of Zinc Sulfide: Based on Patent Information Analysis

Do-Yeon Lee¹, Hyun-Moo Kang¹, Jongman Yoon² and Jeong-Gu Lee^{1†}

¹Korea Institute of Science and Technology Information, ²JMON Co., Ltd

(Received November 30, 2015 : Revised January 11, 2016 : Accepted January 12, 2016)

Abstract Zinc Sulfide (ZnS) is one of the II-VI semiconducting materials, having novel fundamental properties and diverse areas of application such as light-emitting diodes (LEDs), electroluminescence, flat panel displays, infrared windows, catalyst, chemical sensors, biosensors, lasers and biodevices, etc. However, despite the remarkable versatility and prospective potential of ZnS, research and development (R&D) into its applications has not been performed in much detail relative to research into other inorganic semiconductors. In this study, based on global patent information, we analyzed recent technical trends and the current status of R&D into ZnS applications. Furthermore, we provided new technical insight into ZnS applicable fields using in-depth analysis. Especially, this report suggests that ZnS, due to its infrared-transmitting optical property, is a promising material in astronomy and military fields for lenses of infrared systems. The patent information analysis in this report will be utilized in the process of identifying the current positioning of technology and the direction of future R&D.

Key words zinc sulfide(ZnS), semiconducting, infrared-transmitting, optical, patent information analysis, technology trend.

1. 서 론

황화아연(zinc sulfide, ZnS)은 II-VI 반도체 화합물 소재의 일종으로, 다양한 기본적 특성과 독특한 광학적 및 화학적 적용성을 갖고 있기 때문에 발광다이오드(light-emitting diodes), 전기장 발광(electroluminescence), 적외선 윈도우(infrared window), 센서, 레이저, 바이오 소재 및 바이오 장치 등에 활용되고 있는 물질이다.¹⁾ 황화아연의 원자구조 및 화학적 특성은 산화아연(zinc oxide, ZnO)와 비슷하지만 보다 특이하고 유용한 특성을 가지고 있다.²⁻⁶⁾ 황화아연의 밴드갭(bandgap)은 3.72~3.77 eV로서 산화아연의 밴드갭(3.4 eV)에 비해 높으므로 자외선(UV)을 이용하는 센서나 광 검지기에 적합한 특성을 가지고 있으며, 이원화합물(binary compounds)이기 때문에 격자 결합을 갖기 쉽고, 결정구조의 변화에 따른 원자

의 상대적 위치의 이동으로 인해 전기적 성질이 달라지는 압전형 반도체(piezoelectric semiconductor)이다.⁷⁻⁸⁾ 또한 산화작용과 가수분해 작용에 대한 화학적 안정도가 탁월한 광역-갭(wide-gap)의 반도체로서 황화아연의 나노 입자는 촉매 활성화에 대해 상당히 주목 받는 재료이며, 황화아연을 몇 가지의 원소로 도핑(doping)하게 되면 제조공정을 단순화하는 동시에 황화아연의 발광 효율을 효과적으로 향상시킬 수 있어 용이하게 개량된다.⁹⁻¹¹⁾ 더욱이 황화아연은 광상(mineral deposits)에 풍부하게 존재하고 독성이 없으므로 유기 성분을 포함하는 오염수 및 독성 폐수의 처리 등의 환경보호 분야에서도 유용한 촉매 소재로 활용할 수 있으며, 폐수 중 염료나 p-니트로페놀 및 할로겐화-벤젠-유도체 등과 같은 유기 오염물질을 광분해 하기도 한다.¹²⁻¹⁴⁾ 황화아연의 나노 구조는 광-여기(photo-excitation)현상에 의한 전자-정공 쌍의 생성이 신

[†]Corresponding author

E-Mail : jglee@kisti.re.kr (J.-G. Lee, KISTI)

© Materials Research Society of Korea, All rights reserved.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

속하고 여기 전자의 환원전위가 높고 그 모양과 결정에 있어서 가변성이 높으므로 광학적 및 전기적 특성의 개량 및 개질이 가능한 소재이며,¹⁵⁻¹⁶⁾ 칼코겐(chalcogen)계 유리 소재에 비해 제조단가, 우수한 강도 및 투광도가 우수하기 때문에 독일, 일본 등에서 장파장 적외선 윈도우 소재의 핵심 조성 및 저가 공정기술이 크게 발전하고 있다.¹⁷⁻²¹⁾ 이처럼 황화아연은 광학적 특성과 화학적 특성에 있어서 매우 광범위한 활용 가능성과 소재의 특성에 따른 다양한 장점을 갖고 있으나, 국내에서는 실질적인 응용 기술의 개발을 통한 실용화는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 황화아연 소재를 활용한 응용 기술 분야의 확장과 실용화 연구 개발 현황을 분석하는 것은 무엇보다 중요하다. 이에 본 논문에서는 황화아연의 광학적 특성 및 화학적 특성을 포함한 기본적인 특성을 중심으로 황화아연의 응용분야에 대한 국내외 특허정보를 수집하고 분석하여, 현재의 기술 현황 및 동향을 파악하고 객관적인 특허 동향 분석 정보를 제공함으로써 향후 국내 황화아연 응용기술 분야의 관련 연구자들에게 도움을 주고자 하였다. 특허정보를 활용한 기술 동향 분석 작업은 기존에 수행되었던 관련 기술의 연구 내용과 수준을 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 최근 기술개발 추이에 맞추어 향후 연구의 방향을 설정하기 위한 중요한 자료를 제공하고 연구 개발 내용이 중복되는

것을 방지하는 역할도 할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

2.1 특허 검색 대상 및 분석 범위

황화아연의 광학적 특성 및 화학적 특성을 포함한 응용 기술 관련 특허를 분석하기 위하여 자료의 검색 범위와 기간을 설정하였다. 특허분석 국가는 한국, 미국, 일본, 유럽으로 제한하였으며, 특허검색은 (주)윌스의 Wintelips에서 제공하는 DB를 이용하여 2015년 4월까지 공개 또는 등록된 특허를 검색하였으며, 본 논문에서 분석한 자세한 분석 범위는 Table 1과 같다. 그리고 특허에 대한 각국의 특성에 따라 한국은 공개특허 및 등록특허, 일본은 공개특허, 미국은 공개 및 등록특허, 유럽은 공개특허에 대해 검색하였다. 특허의 경우, 출원 후 1년 6개월 이후에 공개되는 특허제도의 특성상 2013년 11월부터 미공개 특허가 존재하므로 분석 결과의 유효기간은 2013년 10월까지인 것으로 볼 수 있다.

2.2 특허 검색식 및 데이터 구축

황화아연을 이용한 응용기술의 파급효과 및 다각적 산업 활용으로의 목적을 고려하여 Table 2에서와 같이 황화아연의 광학적 특성과 화학적 특성을 이용한 응용기

Table 1. Searching DB and search range of patent applications by patent office.

Type	Database	Section	Search Range
Public Patent	KIPO (the Korean Intellectual Property Office)	~2015.4	Patent Publication, registered title, summary, representing claims
	JPO (the Japan Intellectual Property Office)		Patent Publication, registered title, summary, representing claims
	EPO (the European Intellectual Property Office)		Patent Publication, registered title, summary, representing claims
	USPTO (the United States Patent and Trademark Office)		Patent Publication, registered title, summary, representing claims

Table 2. Technical classification and search keyword of patents.

		Search keyword	Search count			
			KIPO	JPO	USPTO	EPO
Optical property of ZnS application	English	((infra adj red) infrared* IR) and (lens* window* optical*) and (ZnS* zincsulfide zinc-sulfide (zinc adj sulfide) ((Moisture* Humidity* Dry* Water* pH* (potential adj hydrogen) (Hydrogen adj exponent) (Fisheries adj exponent) Ionization* Ionisation* α-ray β-ray γ-ray Radiation dampness wetness (Carbon adj dioxide) (Carbon adj monoxide)	52	87	153	80
Chemical property of ZnS application	English	Radioactivity Neutron Nuclear vapor fiber) AND (Zns (zinc adj sulfide)).CLA. and (sensor* detect* diagnos* prognos* test* check* measur* inspect* examinat* monitor* observ* supervis* evaluat* estimat* analy* indicator*) AND (H05G*.....). IPCM.)	52	82	270	55
Total Sum (831)			104	169	423	135

술에 관한 2개의 기술 분야로 나누어 분석하였다. 상기 기술에 맞춰 각각의 검색 키워드를 선정하였고, 특허의 명칭, 요약, 청구항에 제한을 두어 검색하였으며, 연산자로 조합하여 Table 2와 같은 유효 특허 데이터를 추출하였다. 검색 건수는 중복 및 노이즈를 제거한 최종 분석 대상 건수이며, 주요 특허는 패밀리 특허의 수, 피인용 수, 독립항의 수, 권리의 잔존기간을 고려하여 정량적 중요도를 평가하였으며, 특허의 유사성, 기술성을 고려하여 정성적 중요도를 평가하여 주요 특허를 선정하였다.

3. 연구 결과

3.1 주요 시장국 연도별 특허 동향 분석

주요 시장국 연도별 특허 동향 그래프는 출원연도에 따라 특허출원건수를 시계열적으로 표현한 선형그래프로서, 출원국가별로 연도별 동향을 나타낸 것은 특정 시장에서의 출원 활동을 분석하기 위해서이다(Fig. 1). Fig. 1에서 점선은 각 국이 보통 출원 후 1년 6개월 이후 공개되는 것을 감안하여 나타낸 특허 분석 구간이다. 따라서 최근 연도에 출원건수의 감소 현상을 실제로 출원건수가 감소한 것으로 분석하면 안 되므로 유의해야 한다. 황화아연의 응용기술(광학적 특성, 화학적 특성)의 관련 특허는 1975년도부터 꾸준히 출원되고 있으며, 전 세계적으로 1990년대 이후로 지속적으로 출원 건수가 증가하였으며, 특히 2000년대 중·후반을 기점으로 최대 출원을 보이는 것으로 나타났다. 국가별 출원 건수는 미국이 422건으로 가장 많았으며, 일본이 162건, 유럽이

141건, 한국이 104건으로 조사되었다. 한국의 경우 2000년대 초반에 들어 집중적으로 출원활동이 이루어졌으며, 향후 다양한 응용분야가 개발됨에 따라 지식재산권 활동도 점차적으로 증가될 것으로 기대된다.

3.2 전 세계 주요 특허출원인 Top 10 동향

Table 3에서는 황화아연의 응용기술에 대한 관련 특허를 출원한 주요 기관(Top 10)의 현황을 나타내었다. 한국, 일본, 미국, 유럽에 대하여 대상 기술과 관련된 특허 중 제 1출원인 기준으로 주요 기관을 살펴보면, 황화아연 응용기술과 관련하여 최다 출원인은 Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.가 45건으로 25%의 가장

Table 3. Global top 10 applicants of patents based on count and occupancy rate.

Rank	Applicant	Count	Occupancy rate (%)
1	Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.	45	25
2	Raytheon Company	31	17
3	General Electric Company	17	9
4	Sony Corporation	14	8
4	SRU Biosystems, Inc.	14	8
4	Texas Instruments Incorporated	14	8
5	Hughes Aircraft Company	13	7
6	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.	12	6
7	Japan Atomic Energy Agency	12	6
8	Lockheed Martin Corporation	11	6

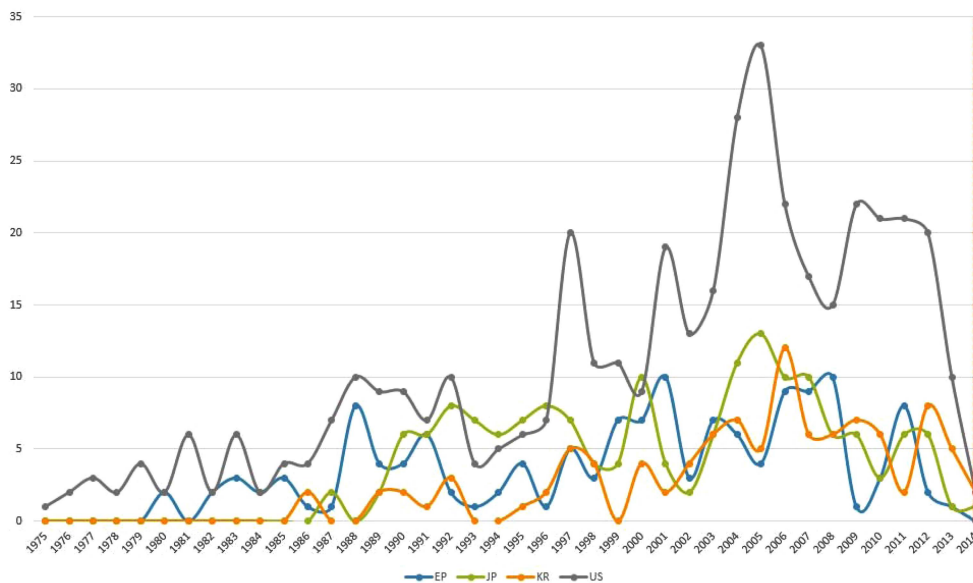


Fig. 1. Trends of patent based on the number of patent applications from 1975 to 2014 by year.

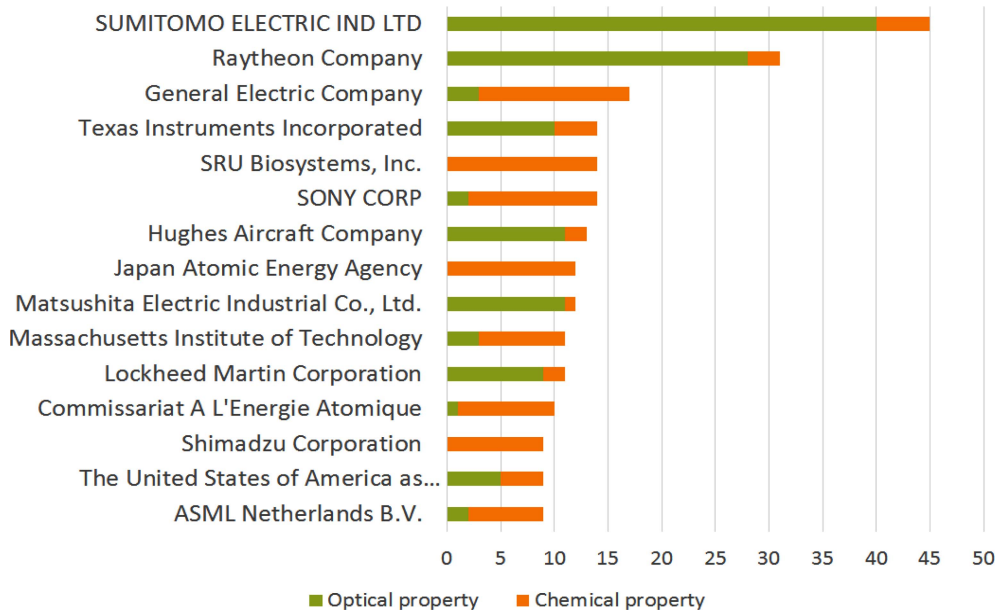


Fig. 2. Trends of top 15 applicants based on the number of patent applications from 1975 to 2014.

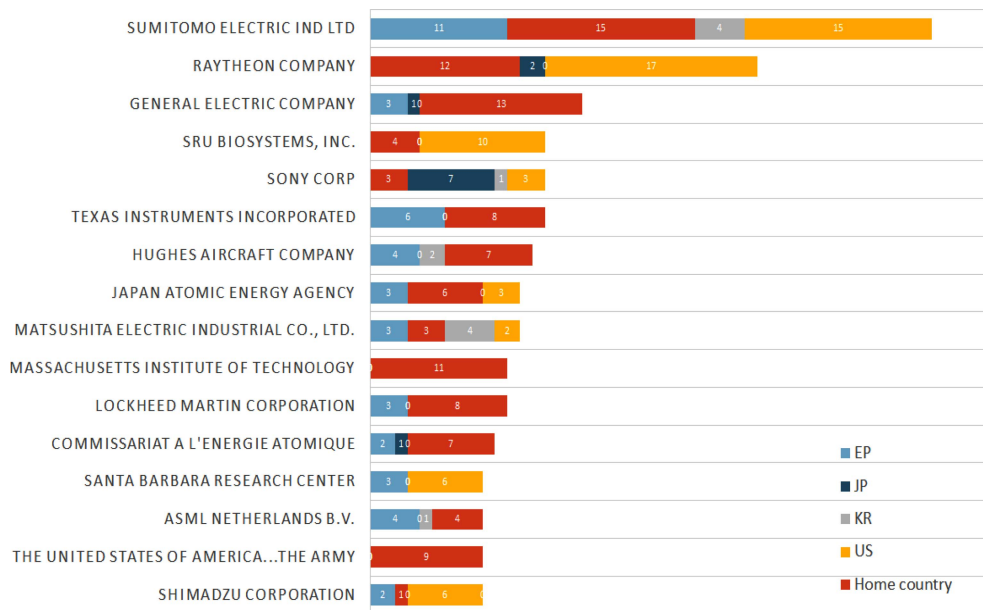


Fig. 3. Trends of global major applicants according to nationality.

큰 점유율을 차지해 기술을 주도하고 있는 것으로 나타났다. 이 외에 주요 기관으로는 Raytheon Company 31건(17%), General Electric Company 17건(9%), Texas Instrument Incorporated 14건(8%), SRU Biosystems Inc. 14건(8%), Sony Corporation 14건(8%), Hughes Aircraft Company 13건(7%), Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. 12건(6%), Japan Atomic Energy Agency 12건(6%), Lockheed Martin Corporation 11건(6%) 등으로 나타났다.

3.3 전 세계 주요 특허출원인의 기술별 출원 동향

Fig. 2는 주요출원인의 기술별 출원 동향을 나타낸 그래프이다. Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.은 전체 특허 45건 중 40건, Raytheon Company는 전체 31건의 특허 중 28건이 광학적 특성 응용기술에 관한 특허인 것으로 조사되었다. General Electric Company의 경우 전체 17건의 특허 중 14건의 특허가 습도센서 등의 기술을 포함한 화학적 특성과 관련된 특허인 것으로

조사되었으며, SRU Biosystems Inc.의 경우 전체 14건의 특허가 모두 화학적 특성과 관련된 특허 출원 동향을 보이는 것으로 나타났다.

3.4 전 세계 주요 특허출원인의 국가별 출원 동향

Fig. 3은 주요출원인의 국가별 출원 동향을 살펴본 그래프이다. Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.의 경우 자국인 일본에 15건의 출원이 이루어진 것으로 나타났으며, 해외 출원의 경우 미국 15건, 유럽 11건, 한국 4건으로 미국과 유럽에 집중하여 적극적으로 해외 시장 지향적 특허 활동을 추구하고 있는 것으로 검토되었다. Raytheon Company의 경우 자국인 미국에 17건의 출원이 이루어진 것으로 나타났으며 해외 출원의 경우 유럽 12건, 일본 2건으로 유럽과 일본 높은 출원 동향을 보이는 것으로 조사되었다. General Electric Company의 경우 자국인 미국에 13건의 출원이 이루어진 것으로 나타났으며, 해외 출원의 경우 유럽 3건, 일본 1건으로 조사되었다. SRU Biosystems은 자국인 유럽에 4건의 출원이 이루어진 것으로 나타났으며, 해외 출원의 경우 미국 10건의 출원이 이루어진 것으로 조사되었다. Sony Corporation의 경우 자국인 일본에 7건의 특허가 출원되었으며, 해외 출원의 경우 미국 3건, 유럽 3건, 한국 1건의 출원이 이루어진 것으로 조사되어 자국 내 특허출원을 선호하는 방어적 특허활동을 추구하는 것으로 사료된다. 그 외에 출원인 중 한국에 특허를 출원한 출원인은 Hughes Aircraft Company 2건, Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. 4건, ASML Netherlands B.V. 1건이 있는 것으로 조사되었다.

3.5 미국 특허 출원 동향

황화아연 응용기술의 국가별 특허 출원 현황을 살펴보면, 미국이 가장 많은 출원이 이루어졌으며, 다수의 출원인이 소수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타났다. 미국의 특허 출원 동향을 살펴보면, Fig. 4에서와 같이

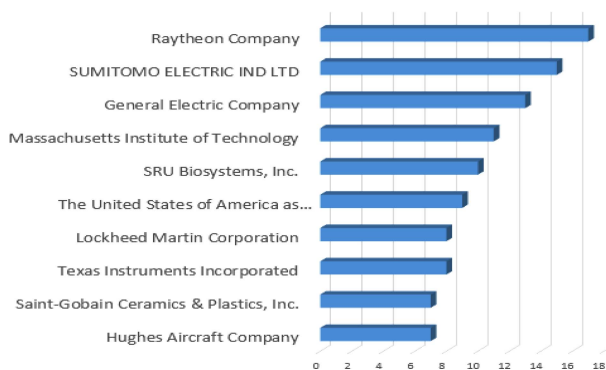


Fig. 4. Top 10 applicants of patents in U.S.

Raytheon Company가 17건으로 가장 많은 특허를 출원하였으며, Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.가 15건, General Electric Company, Massachusetts Institute of Technology, SRU Biosystems Inc., Lockheed Martin Corporation 등의 순으로 나타났다. 특히 미국은 Lockheed Martin, The United State of America Army, Hughes Aircraft Company 등 방위산업과 관련된 출원인이 주요 출원인으로 나타났으며, SRU Biosystems Inc.와 같은 바이오산업과 관련된 출원인의 동향도 높은 것으로 나타났다. 해외 출원인의 경우 일본의 Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd., 프랑스의 Saint-Gobain Ceramics & Plastics가 미국에서 높은 출원을 보이고 있는 것으로 나타났다.

3.6 일본 특허 출원 동향

Fig. 5는 황화아연 응용기술의 일본 특허 출원 동향을 나타낸 그래프이다. 일본은 황화아연 응용기술 분야에서 Sumitomo Electric Industrial Co. Ltd.가 15건의 출원을 하여 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 Panasonic Corporation 9건, Sony Corporation 7건, Mitsubishi Electric Corporation 6건, Japan Atomic Energy Agency 6건 등의 순으로 나타났다. 일본의 경우 Panasonic, Sony, Mitsubishi 등 전자 분야와 관련된 출원인과, Japan Atomic Energy와 같은 화학적 특성을 이용한 전기촉매, 원자력 센서 등과 관련된 특허의 비중이 높은 것으로 나타났다.

3.7 유럽 특허 출원 동향

Fig. 6은 황화아연 응용기술의 유럽 특허 출원 동향을 나타낸 그래프이다. 유럽의 주요 출원인으로는 Raytheon Company가 12건의 특허를 출원하여 가장 높은 출원 동향을 나타냈으며, 다음으로 Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd. 11건, Texas Instruments Incorporated 6건, Thales 4건 등의 순으로 나타났다. 유럽의 경우 미국, 일

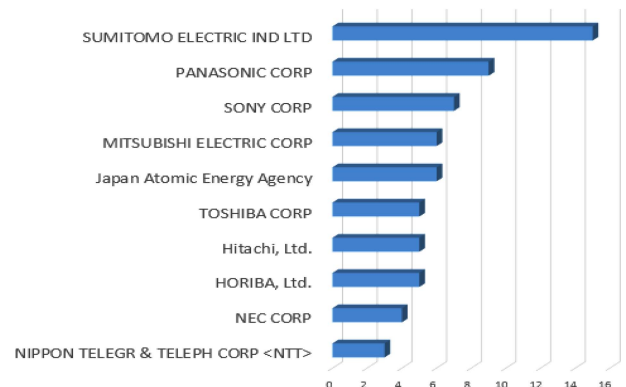


Fig. 5. Top 10 applicants of patents in Japan.

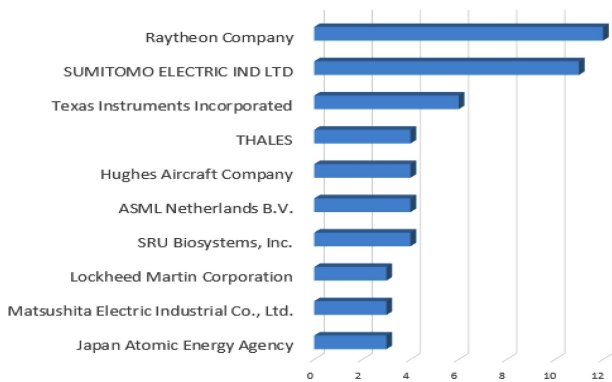


Fig. 6. Top 10 applicants of patents in Europe.

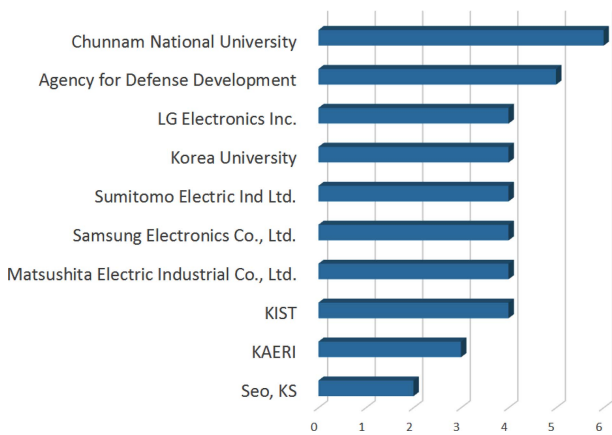


Fig. 7. Top 10 applicants of patents in Korea.

본 국적의 해외 출원인이 주요 출원인으로 조사되었으며, 유럽 국적의 출원인으로는 Hughes Aircraft, ASML, Thales 등이 주요 출원인으로 나타났다. 특히 유럽의 황화아연 응용기술 분야 주요 출원인은 Raytheon, Sumitomo, Thales, Hughes Aircraft, Lockheed Martin 등 방위산업과 관련된 출원인의 비중이 높은 것으로 나타났다.

3.8 한국 특허 출원 동향

Fig. 7은 황화아연 응용기술의 한국 특허 출원 동향을 나타낸 그래프이다. 한국은 황화아연 응용기술 분야와 관련하여 주요 출원인으로 정부출연연구원, 대학의 산학협력단 등 비영리 연구소가 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, 현재까지는 대부분의 연구개발 투자가 정부의 정책적 지원에 의해 주도되어 온 것으로 판단된다. 주요 출원인으로는 전남대학교 산학협력단이 6건으로 가장 많은 출원 동향을 보이는 것으로 나타났으며, 다음으로는 국방과학연구소 5건, 고려대학교 산학협력단 4건의 순으로 나타났으며, 해외출원인의 경우 일본국적의 Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.와 Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.이 각각 4건으로 나타났다.

Table 4. Trends of patent based on count and occupancy rate according to IPC.

Rank	IPC (international patent classification)	Count	Occupancy rate (%)
1	G01 ; Measuring; Testing	268	32.3
2	G02 ; Optics	181	21.8
3	H01; Basic Electric Elements etc.	156	18.8
4	C09; Applications of Materials etc.	25	3.0
5	C23; Coating Metallic Materials etc.	22	2.6
6	G03; Photography; Electrography etc.	17	2.0
7	B32; Layered Products etc.	15	1.8
8	C12; Biochemistry etc.	12	1.4
9	A61; Medical Science; Hygiene etc.	12	1.4
10	G11; Information Storage	11	1.3
11	B29; Working of Plastics etc.	9	1.1
12	H05; Electric Techniques etc.	9	1.1
13	C04; Ceramics, Refractories etc.	8	under 1
14	C01; Inorganic Chemistry	8	under 1
15	B01; Physics Processes or Apparatus etc.	8	under 1
16	B82; Nano-Technology etc.	8	under 1

3.9 출원특허 대표 IPC 분석

황화아연의 응용기술에 대한 출원 특허들의 IPC 동향에서는 G01(측정(계수); 시험)가 총 268건으로 전체 출원 건수의 32.3%로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, 그 뒤로 G02(광학, 21.8%), H01(기본적 전기소자, 18.8%) 등이 그 뒤를 이었다. 세부적으로는 H02 분류 내에서 G02B-013/14(적외선 또는 자외선으로 사용하는 것) 이 총 42건으로 5.6%를 점유하고 있는 것으로 나타났다(Table 4).

3.10 황화아연의 광학적 특성 분야의 주요 특허 동향

황화아연의 광학적 특성을 활용한 응용기술 분야에 대하여 패밀리 특허의 수, 피인용 수, 독립항의 수 등의 정성적 중요도를 평가하여 28건의 주요특허를 선정하였으며, 선정된 주요특허에 대하여 정량적 중요도를 평가하면 Table 5와 같다. 주요특허 28건에 대하여 살펴보면, Raytheon Company 8건, Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd. 7건, Hughes Aircraft 4건, Texas Instruments 3건, Lockheed Martin 1건 등이 출원되어 주요특허 출원인으로 분석되었으며, Raytheon Company는 미국의 방위산업 기업으로 황화아연의 셀린화를 통해 광

Table 5. List of the core patents in optical property of ZnS application.

Nationality	Publication Number	Title	Applicant
US	1983-473891	Coaxial wideband refractive optical system	Texas Instruments
US	1984-619642	Polycrystalline zinc sulfide and zinc selenide articles having improved optical quality	Raytheon Company
US	1987-123491	Thick, impact resistant antireflection coatings for IR transparent optical elements	Raytheon Company
US	1988-218420	Wide spectral band infrared refractive lens	Texas Instruments
US	1988-264714	Dual band/dual FOV infrared telescope	Hughes Aircraft
US	1990-515812	Polycrystalline zinc sulfide and zinc selenide articles having improved optical quality	Raytheon Company
US	1991-776716	Optical window with gap protective coating	Texas Instruments
US	1992-823413	Optical viewing and near infrared tracking system for a portable missile launcher	Hughes Aircraft
US	1994-232897	Process for making low cost infrared windows	Hughes Aircraft
JP	2002-262034	Optical film for IR region and optical element	Matsushita Electric
US	1995-511670	Method for making low cost infrared windows	Hughes Aircraft
US	1997-790123	Infrared transmissive protective window	Raytheon Company
US	1997-869609	Infrared-transparent window structure	Raytheon Company
US	1998-185249	Optical cavity enhancement infrared photodetector	Lockheed Martin
US	1999-289718	Optical component, zinc sulfide sintered compact, and fabricating method thereof	Sumitomo Electric
JP	2000-097667	Ceramics infrared sensor	Sumitomo Electric
EP	2001-107727	Ceramic infrared sensor	Sumitomo Electric
EP	2001-127052	Infrared laser optical element and manufacturing method therefor	Sumitomo Electric
US	2001-988337	Jettisonable protective element	Rafael-Armament Development Authority
EP	2004-256812	Compact fisheye infrared imaging optical system	Raytheon Company
JP	2006-183367	Method of manufacturing optical sensor	Sumitomo Electric
EP	2006-823099	INFRARED LENS, INFRARED CAMERA AND NIGHT VISION	Sumitomo Electric
US	2007-281257	Infrared zoom lens and infrared camera	Sumitomo Electric
US	2009-635853	Broad spectral telescope	Raytheon Company
US	2010-687622	Infrared lens, infrared camera, and night vision	Sumitomo Electric
EP	2010-290548	Broad spectral telescope	Raytheon Company
EP	2011-150132	Flat field schmidt telescope with extended field of view	Raytheon Company
US	2011-017755	Infrared lens, infrared camera, and night vision	Sumitomo Electric

학적 특성을 증대시키는 방법에 대한 특허를 보유하고 있으며, Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd.은 일본의 전선, 광섬유케이블, 특수강선사업을 영위하는 기업으로 국방, 일반산업 전방에 걸쳐 사용되어지는 적외선 렌즈, 센서에 대한 특허를 보유하고 있다. Hughes Aircraft는 미국의 방위산업 기업으로 미사일 추적 레이더, 적외선 레이더 등 국방 분야에 밀접한 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났으며, Texas Instruments는 적외선 렌즈의 광학적 특성을 코팅을 통해서 증대시키는 방법에 대한 특허를 보유하고 있는 것으로 분석되었다. 특히 방산기업의 보유특허는 광학적 특성을 국방 분야에 맞게

증대시키는 방법에 대한 출원동향이 높은 비중으로 나타났다.

3.11 황화아연의 화학적 특성 주요 특허 동향

황화아연의 화학적 특성을 활용한 응용기술 분야에 대하여 패밀리 특허의 수, 피인용 수, 독립항의 수 등의 정성적 중요도를 평가하여 8건의 주요특허를 선정하였으며, 선정된 주요특허에 대하여 정량적 중요도를 평가하면 Table 6과 같다. 주요특허 8건에 대하여 살펴보면 SRU Biosystems Inc. 3건, Satronic AG 1건, California Institute of Technology 1건, Raychem Corporation 1건,

Table 6. List of the core patents in chemical property of ZnS application.

Nationality	Publication Number	Title	Applicant
US	2005-214396	Label-free high-throughput optical technique for detecting biomolecular interactions	SRU Biosystems
US	2005-122357	Optical detection of label-free biomolecular interactions using microreplicated plastic sensor elements	SRU Biosystems
US	2000-110805	Semiconductor component for the detection of radiation, electronic component for the detection of radiation, and sensor system for electromagnetic radiation	Satronic AG
US	2005-201237	Guided mode resonant filter biosensor using a linear grating surface structure	SRU Biosystems
US	2004-973938	Pyrolyzed-parylene based sensors and method of manufacture	California Institute of Technology
US	1997-839995	Organic matrix for acoustic reflector array	Raychem Corporation
US	1985-765727	Optical humidity sensor	KMS Fusion, Inc.
US	1980-194397	Fiber-optic temperature-measuring apparatus	Asea Aktiebolag

KMS Fusion, Inc. 1건, Asea Aktiebolag 1건으로 SRU Biosystems Inc.은 황화아연을 이용한 바이오센서에 대한 특허가 대부분을 차지하고 있으며, Satronic AG 방사능 센서에 대한 특허, KMS Fusion, Inc.는 습도센서에 대한 특허를 확보하고 있는 것으로 나타났다. 또한 Asea Aktiebolag는 온도 측정 센서에 대한 특허를 보유하고 있으며, Raychem Corporation은 유기용매에 대한 특허를 보유하고 있는 것으로 나타났다.

4. 결 론

황화아연은 반도체 화합물 소재의 일종으로 다양한 기본특성과 광학적 성질, 촉매 활성 등으로 다양한 산업 분야에 적용될 수 있는 소재이다. 특히 물체에서 발산되는 적외선을 기기 내부로 손실 없이 투과할 수 있어 광학소재로의 활용이 가능하기 때문에 열상장비, 적외선 광학 장비, 전투기 및 유도무기의 적외선 탐색기 보호 윈도우 등 군수용 장비 개발에 매우 각광받는 소재이다. 최근 전자, 정보, 통신, 의료 기술의 급속한 발달로 의료 진단, 보안 감시, 자동차 야간 장비 등 다양한 연구개발의 시도가 이루어지고 있다. 따라서 본 논문에서는 황화 아연 소재의 응용기술 분야에 대한 특허정보 분석을 실시하였으며, 그 결과 미국, 유럽, 일본, 한국 순으로 특허출원이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 황화아연의 응용 기술과 관련된 특허는 1975년에 최초 출원이 이루어진 이후 꾸준히 출원되고 있으며, 전 세계적으로 1990년대 이후로 지속적으로 출원 건수가 증가하였으며, 특히 2000년대 중·후반을 기점으로 최대 출원을 보이는 것으로 나타났다. 주요 출원인을 살펴보면, Sumitomo Electric Industrial Co., Ltd., Raytheon Company, General Electric Company, SRU Biosystems Inc., Sony, Hughes Aircraft Company, Matsushita Electric Industrial Co.,

Ltd., ASML Netherlands B.V. 등이 있는 것으로 나타났다. 특히 광학적 특성의 응용기술에 대한 특허출원이 높은 것으로 나타났으며, 그 중에서도 방위산업과 관련된 출원인의 특허가 상당수를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 황화아연 소재를 활용한 적외선 광학계 기술은 적외선 렌즈 및 필터에 사용되는 소재 기술, 소재 가공 기술 및 성형 기술, 렌즈 설계 기술, 광학계 평가 기술, 박막 및 필터링 기술, 비열화(athermalization) 기술로 구분할 수 있다. 적외선 응용 소재기술은 적외선 영역에서 투과성이 좋고, 물리·화학·기계·광학적 특성이 우수한 소재 개발을 위한 지속된 연구가 필요하다. 특히 나노 기술의 발전과 융·복합 소재 기술의 보편화로 이들 기술을 접목한 소재개발 연구가 진행될 것으로 판단되며, 아울러 개발된 소재의 특성을 평가할 수 있는 기술 개발이 병행되어야 할 것으로 사료된다. 적외선 응용 소재 가공 및 성형 기술은 적외선 소재를 렌즈 또는 윈도우 형태로 제작하기 위한 가공 및 성형 기술로서, 국내 반도체 기술을 접목한 결정 성장 기술, 표면 연마(polishing) 기술, 잉곳 절단 기술, 테두리 연마 기술, 웨이퍼 평탄화 기술, 웨이퍼 세정 기술 등을 접목한 기술 개발이 이루어질 것으로 예측된다. 또한 금형 기술에 대한 지속적 연구도 이루어 질 것으로 판단된다. 적외선 응용 박막 및 필터링 기술은 적외선 투과성을 높이거나 선택적 투과 또는 차단을 위해 요구되는 기술로 고투과성 박막 설계 및 가공, 광대역 차단 기술에 대한 개발이 이루어질 것으로 예측된다. 이와 같이 황화아연 소재를 활용한 적외선 광학계 응용기술의 민간 시장으로의 보급을 위해서는 경제성이 고려된 양산 제조 기술이 필요하며, 업체 간 경쟁력을 가지기 위해서 가격경쟁력이 중요한 요인으로 작용할 수 있기 때문에 렌즈 또는 윈도우의 개발 공정을 간소화 할 수 있는 기술 개발 또한 시도해 볼 기술이다. 현재 적외선 광학소재를 양산

하기 위한 기술은 대부분 용융과 응고에 의한 단결정 또는 CVD 등을 통한 박막 성형이 이루어지기 때문에 광학적 특성은 우수하지만 크거나 제조비용이 높아 제품의 고가화를 초래하고 있으므로 황화아연과 같은 유용한 광학소재의 저가화를 통해 적용 영역을 확대하기 위한 기술개발의 노력이 필요할 것으로 사료된다.

References

1. X. Fang, T. Zhai, U. K. Gautam, L. Li, L. Wu, Y. Bando and D. Golberg, *Prog. Mater. Sci.*, **56**, 175 (2011).
2. W. L. Davidson, *Phys. Rev.*, **74**, 116 (1948).
3. J. Huang, Y. Yang, S. Xue, B. Yang, S. Liu and J. Shen, *Appl. Phys. Lett.*, **70**, 2335 (1997).
4. S. Okur, N. Uzar, N. Tekguzel, A. Erol and M. Arikan, *Physica E*, **44**, 1103 (2012).
5. M. Bredol and J. Merichi, *J. Mater. Sci.*, **33**, 471 (1998).
6. P. Calandra, M. Goffredi and V. T. Liveri, *Colloids Surf. A*, **9**, 160 (1999).
7. M. Y. Lu, J. Song, M. P. Lu, C. Y. Lee, L. J. Chen and Z. L. Wang, *ACS Nano*, **3**, 357 (2009).
8. M. Bilge, S. Kart, H. H. Kart and T. Cagin, *JAMME*, **31**, 29 (2008).
9. X. Fang, L. Wu and L. Hu, *Adv. Mater.*, **23**, 585 (2010).
10. B. Y. Geng, G. Z. Wang, Z. Jiang, T. Xie, S. H. Sun, G. W. Meng and L. D. Zhang, *Appl. Phys. Lett.*, **82**, 4791 (2003).
11. N. Karar, F. Singh and B. R. Mehta, *J. Appl. Phys.*, **95**, 656 (2004).
12. R. Z. Stodilka, J. L. Carson, K. Yu, M. B. Zaman, C. Li and D. Wilkinson, *J. Phys. Chem.*, **113**, 2580 (2009).
13. N. Liu, Y. Mu, Y. Chen, H. Sun, S. Han, M. Wang, H. Wang, Y. Li, Q. Xu, P. Huang and Z. Sun, *Part. Fibre Toxicol.*, **10**, 37 (2013).
14. B. J. Swift and F. Baneyx, *PLoS One*, **10**, e0124916 (2015).
15. J. P. Borah and K. C. Sarma, *Acta. Physica. Polonica A*, **114**, 713 (2008).
16. Y. C. Zhu, Y. Bando and D. F. Xue, *Appl. Phys. Lett.*, **82**, 1769 (2003).
17. P. Biswas, R. Senthil Kumar, P. Ramavath, V. Mahendar, G. V. N. Rao, U. S. Hareesh and R. Johnson, *J. Alloy. Comp.*, **496**, 273 (2010).
18. R. Zamiri, D. M. Tobaldi, H. A. Ahangar, A. Rebelo, M. P. Seabra, M. S. Belsley and J. M. Ferreira, *RSC Adv.*, **4**, 35383 (2014).
19. Y. Li and Y. Wu, *J. Am. Ceram. Soc.*, **98**, 2972 (2015).
20. W. G. Li, D. J. Li, T. B. Cheng and D. N. Fang, *J. Mech.*, **31**, 449 (2015).
21. Y. J. Yoo, K. S. Chang, S. W. Hong and Y. M. Song, *Opt. Quant. Electron.*, **47**, 1503 (2015).