

**특허 및 국가연구개발 현황 분석을 통한 테라비트급 광통신 부품 R&D 방향성 연구**박정호^a, 유혁상^a, 김창훈^{b,*}, 이철주^c, 황성환^d, 임병직^e**R&D Strategy Direction in Terabit Optical Communication Components
by Analyzing Patent Indexes and National R&D Projects**Jeongho Park^a, Hyeoksang Yu^a, Chang Hoon Kim^{b,*}, Cheol-ju Lee^c, Sung-Hwan Hwang^d, Byung jick Lim^e^a IP-R&D Strategy Team, Korea Intellectual Property Strategy Agency (KISTA)^b Industrial Academic Cooperation Group, Gangneung-Wonju National University^c Program Planning Team, Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT)^d Future Strategy & Planning Division, Korea Photonics Technology Institute (KOPTI)^e Chemical Material Engineering Department, Hanyang University ERICA**ARTICLE INFO***Article history:*Received 13 September 2023
Revised 21 October 2023
Accepted 27 October 2023*Keywords:*Index analysis
Patent data
Optical communication components
National R&D
NTIS**ABSTRACT**

In this study, we investigated patent indexes of technology, market, and concentration and compared the results with those of national R&D projects. We studied terabit optical communication components, which are the core infrastructure for data centers and edge-clouds, among 38 future leading items of the national R&D industry. In this study, we try to understand the national R&D direction for this technology by analyzing the patents and R&D projects trends. The patent analysis suggested that the technology and market indexes of the patents for the Korean industry are lower than those of leading countries. The patent concentration index indicates weak competition market in this area. Based on the results for national R&D projects, we observed that the Korean government supports basic and development-level research. Finally, we recommend that the Korean government should support basic and applied research in terabit optical communication components for the national industrial competitiveness.

1. 서론

현재 정부에서는 글로벌 산업공급망 이슈에 대응하기 위해서 미래에 우리나라가 공급망을 선도할 소재·부품·장비 품목에 대해서 R&D를 집중적으로 추진 및 지원하고 있다. 본 논문에서는 국가적으로 지원하고 있는 미래선도품목에 대한 국내 산업의 역량을 특허 정보에 대한 기술력, 시장력, 집중력을 중심으로 분석하고, 그 결과를 국가 R&D 지원 현황과 비교 분석하여 향후 지원방향에 대한

시사점을 도출해 보고자 한다.

연구의 대상은 국가에서 추진하고 있는 소재·부품·장비 R&D 중에서 신산업 창출을 견인하는 미래선도 품목으로 미래소재, 비대면 디지털 등 신산업 4대 분야의 기술 트렌드를 고려하여 총 38개 미래선도품목 중에서 테라 비트급 데이터 전송용 광통신 부품을 선정하였다^[1]. 이 테라비트급 광통신 부품은 비대면 디지털 확산의 핵심 인프라가 되는 초고속 통신 관련 품목으로서 데이터 센터, 에지 클라우드에 활용되는 테라비트급 광송수신 부품 및 모

* Corresponding author. Tel.: +82-33-760-8259

E-mail address: kimch@gwnu.ac.kr (Chang Hoon Kim).

들에 해당된다.

최근에 화상회의, 인공지능 등 비대면 디지털 수요 증가에 따라 전세계 인터넷 트래픽은 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 대용량, 초고속 트래픽 처리 및 전송을 위해서 테라비트급의 초고속 광통신을 요구하고 있다. 또한, 본 품목은 한국의 강점 분야인 차세대 6G 이동통신의 미래 시장을 선제적으로 대비하고 지속하기 위한 미래 선도품목으로 요구받고 있다^[2].

멀티미디어 및 클라우드 서비스의 보급과 AR/VR 등 초실감 서비스와 인공지능 서비스 보편화로 초고속 대용량 데이터센터의 중요성이 급성장하고 있다. Alibaba, Amazon, Meta(구 Facebook), Google, Microsoft 등 대형 클라우드 데이터센터 운영기업은 향후 2~3년 이내에 테라비트급 광통신 부품이 데이터센터 내에 도입될 것으로 예상하고 있으며, 국내에서도 비대면 경제의 급부상으로 네이버, 카카오, SK그룹 등에서도 초고속 광통신 네트워킹된 데이터센터 구축을 하고 있다.

시장규모를 살펴보면, 컨설팅 기관인 윌디벨롭먼트(Yole development)에서는 전 세계 광송수신 시장을 2021년 102억 달러에서 2027년 247억 달러로 확대될 것으로 전망하고 있다^[3]. 이는 소셜 네트워킹, 비즈니스 미팅, UHD의 비디오 스트리밍, 전자상거래 및 게임 애플리케이션 등이 본 시장을 지속적으로 성장시키고 있기 때문으로 밝히고 있다.

테라비트급 광통신 부품의 글로벌 산업현황 중에서 중요한 이슈는 선진국의 메이저기업들은 광소자부터 시스템까지 자국내 기업으로 공급망을 수직계열화한다는 것이다. 통신시스템 업체인 CISCO는 부품업체인 Luxtera, Acacia 등을 인수합병하였고, Coherent는 II-VI, Finisar를, Lumentum은 광소자/모듈 기업인 Oclaro를 인수하는 등 글로벌 주요 업체들은 광소자부터 시스템까지 초고속 광통신부품의 안정적 수급을 위해 M&A를 활발하게 추진하고 있다. 뿐만 아니라, Google, Meta, Microsoft, Intel, NVIDIA 등 주요 데이터센터 사업자 또한 효율적 운영을 위한 광통신 부품 및 시스템 개발에 직접 참여하고 있다.

본 논문에서는 테라비트급 광통신 부품분야에 대한 국내의 R&D 역량 및 정책적 지원방향에 대한 시사점의 도출을 위해 특허정보의 분석을 통해 기술력, 시장력, 집중력 지수를 도출하고자 한다. 이러한 특허지수 분석 결과를 우리나라 국가 R&D 과제의 지원현황에 대입하여 정책적 방향성을 파악하고자 한다. 특허정보 분석에 있어서는 특허지표를 중심으로 국내의 기술력을 파악하는 동시에 시장성의 정보도 함께 분석하고자 한다. 또한 특허의 집중도도 함께 분석하여 국내 기업의 강점 및 약점을 알아보고 이 분야의 국가 R&D의 집중도를 파악하여 정부 지원의 R&D방향성 연구를 하고자 한다.

Table 1 Market share of optical component (23.1Q)

Company	Nation	Market share (%)
Coherent (II-VI)	USA	18.1
Innolight	China	10.6
Lumentum	USA	10.3
Accelink	China	6.7
Broadcom	USA	5.4
Hisense	China	4.8
Acacia	USA	4.4
HG Genuine	China	3.9
O-Net	China	3.3
Sumitomo	Japan	2.6
Other	Others	29.9

2. 선행연구

테라비트급 광통신 부품 기술은 미국과 중국을 중심으로 다양한 연구개발이 진행되어 왔다. 이들 국가는 초고속 통신기술이 곧 국가 안보로 직결한다고 판단하고 있기 때문이다. 이와 같은 이유로, Table 1과 같이 광통신 부품의 세계 시장 점유율 상위 10위는 미국과 중국 기업들이 차지하고 있으며 이들의 점유율은 전체 시장의 70%에 달한다^[4].

이에 반해, 국내 광트랜시버 기업들은 글로벌 상위 기업들에 비해 매출액 규모와 시장 점유율 측면에서 매우 적은 비중을 차지한다. 이러한 글로벌 산업환경에서 우리는 테라비트급의 초격차 기술 확보를 위한 기술적 노력이 매우 중요한 시점이 되었다.

초고속 네트워크 구현에 대한 관심이 높아지면서 광원소자기술, 광검출기 소자기술, 파장다중화/역다중화 소자기술, 광송수신 모듈(광학엔진, 구동보드, 광트랜시버) 기술 등 초고속 광통신 네트워크 부품 기술이 지속적으로 개발되고 있다^[5].

특정 기술의 현황 파악을 위해 해당 분야 국가 R&D 투자정보와 특허정보는 매우 귀중한 정보원(information-source)으로 활용이 가능하다.

그간 다양한 기술 분야에서 국가 R&D의 투자 규모, 연구개발 단계, 부처별 지원현황 등에 대한 종합 분석을 통해 정책적 시사점 및 국가연구개발 지원의 방향성을 도출하고자 하는 연구가 있어 왔다^[5,6,7,12].

또한 다양한 기술분야에서 정부 R&D 예산 투자의 효율화를 위해 특허정보를 활용하는 연구가 있었으며^[8], 특허지표를 활용하여 기술력, 시장력, 집중력을 분석하고 국가 R&D 투자 규모, 연구개발 단계, 부처별 지원현황 등을 종합적으로 연구하여 R&D 방향성을 제시하는 연구도 있었다^[9].

본 연구에서도 테라비트급 광통신 부품 기술에 대한 특허정보와

Table 2 The scope of patent search

Type	Patent office	Data base	Search period	Search range
Publicized or registered patent	KIPO	KeyWert	2001. 1. 1. ~ 2022. 5. 31.	Publicized or registered patents
	USPTO			
	JPO			
	EPO			EP-A(applications) and EP-B(Granted)

국가R&D 투자정보를 종합적으로 분석하되 특허정보를 먼저 분석하여 전반적인 기술현황과 우리나라의 기술 경쟁력을 파악한 후 국가R&D 투자현황의 적정여부를 판단하고자 한다.

3. 연구의 범위 및 분석 방법

3.1 연구 범위

테라비트급 광통신 부품 분야의 특허기술 분석을 위해 2001년부터 2022년 상반기까지 한국, 미국, 일본, 유럽 주요 4개 특허청에 공개 및 등록된 특허를 대상으로 특허정보 검색 DB(KeyWert)를

Table 3 The technology classification

Category	Type	Technical details
Light emitting/receiving parts	Light emitting device	• Light source for optical communications. (ex) Laserdiode(LD)
	Light receiving device	• A component that converts optical input signal into electrical output signal. (ex) Photodiode(PD)
	Optical modulator	• Components that change the phase or intensity of light.
Passive optical devices	Optical connector	• Device that connects light sources and optical fibers or between optical fibers
	Optical coupler	• Device that branches or combines optical signals traveling through optical fibers or waveguides
	Optical isolator	• Device that blocks the back reflection/scattering of light
	Optical Attenuator	• Device that reduces the intensity of light used in optical communication at regular intervals or continuously
	Optical filter	• Device that is filtering light of a specific wavelength
	Optical Mux / Demux	• Device that combine or divide lights of different wavelengths
	Active optical devices	Optical transceiver
Optical amplifier		• Device that amplifies optical signals

Table 4 Effective patents for major patent offices

Type	KR	US	JP	EP	Total
Light emitting device	188	280	362	59	889
Light receiving device	89	490	207	132	918
Optical modulator	22	325	145	98	590
Optical connector	46	237	90	53	426
Optical coupler	33	160	3	68	264
Optical isolator	7	57	49	20	133
Optical attenuator	13	104	48	34	199
Optical filter	32	196	90	65	383
Optical Mux / Demux	4	155	87	46	292
Optical transceiver	73	503	100	165	841
Optical amplifier	78	379	172	106	735
SUM	585	2,886	1,353	846	5,670

사용하여 아래 Table 2와 같이 검색 방법 및 범위를 확정하였다.

테라비트급 광통신 부품 분야에 대한 기술 분류를 위해 1차 가 검색을 진행하면서 효율적인 특허검색 및 분석을 위해서 Table 3과 같이 중분류로 발광/수광 소자, 수동 부품, 능동 부품으로 분류체계를 확정하였다. 소분류는 각각의 중분류 내에서 세부 부품에 따른 분류로 기술트리를 구성하였고 표의 내용과 같이 기술내용을 한정하여 연구하였다.

또한 특허분석에 있어서 광통신 분야에 대해 발생할 수 있는 노이즈에 대해서는 Table 3에서 보는 바와 같이 소분류 기술 분야에 대한 분류기준을 명확히 하였다.

또한 특허 IPC분류 코드를 적용하여 보고자 하는 기술분야를 추가로 한정하여 노이즈를 제거한 결과 Table 4와 같이 전세계 주요 4개 특허청에서 총 5,670건의 유효특허를 추출하여 광통신 분야 주요 기술에 대한 특허 정량 분석을 실시하였다.

확정된 기술체계 중 테라비트급 광통신 기술에 가장 큰 영향을 미치는 부품분야는 중분류 중 능동부품임으로 소분류로 분류된 광송신모듈과 광증폭기에 대해서 집중적으로 지표 분석 및 심층 분석으로 연구를 진행하였다.

3.2 연구 방법

본 논문에서는 연구를 다음 Fig. 1과 같은 프레임워크로 진행하고 분석하였다. 먼저, 광통신 부품 산업분야에 해당하는 출원 및 등록 특허를 검색하고, 유효한 특허를 검색하고 이 중에서 테라비트급 광통신 부품 산업분야를 중심으로 특허지표를 만들어 분석을 진행하였다.

연구 프레임워크의 1단계는 특허지표에 대한 분석으로 Table 5의 특허 지표 분류에서 볼 수 있듯이 기술력지표, 시장력지표, 집중력지표 등 3개 영역으로 구분하여 진행하였다^[10,11,12].

2단계는 NTIS 데이터를 중심으로 국가 R&D 현황을 분석하였

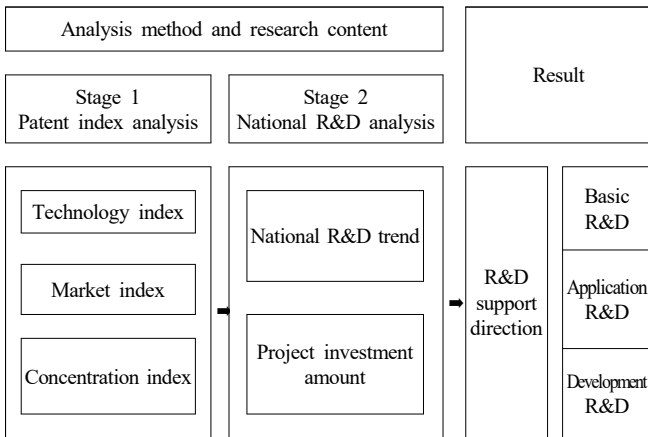


Fig. 1 The research framework

Table 5 Patent indexes

Type	Index name
Technology index	<ul style="list-style-type: none"> • CPP(cites per patent) • PII(patent impact index) • TS(technology strength)
Market index	<ul style="list-style-type: none"> • PFS(patent family size)
Concentration index	<ul style="list-style-type: none"> • CRn(concentration ratio n) • HHI(Herfindahl-Hirschman index)

다. 마지막 3단계에서는 1단계의 특허지표에 대한 결론을 2단계인 국가 R&D 현황분석에 적용하여 우리나라의 연구개발 지원 방향에 대한 의미있는 시사점을 도출하였다^[13].

본 연구는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 수록된 국가 R&D 과제 중 테라비트급 광통신 부품 관련 과제의 최근 10년간 (2013.1.1.~2022.12.13.) 지원현황을 확인하였다.

이를 위하여 NTIS에서 제공하는 데이터의 기술분류와 다운로드 서비스를 활용하였다. NITS DB는 과제에 대한 다양한 기술분류를 제공하는데 이 중 6T 기술분류에 따르면 ‘테라비트급 광통신 부품기술’은 ‘IT분야’(대분류), ‘핵심부품’(중분류)내 소분류 기술에 해당한다. 그러므로 6T 기술분류 중 소분류 기술이 ‘테라비트급 광통신 부품기술’로 분류된 247개 과제를 1차로 추출하고 이 중 관련성이 없는 49개 과제를 제거한 결과 2013년부터 2022년까지 신규과제 기준으로 198개 과제를 최종 추출하였다. 참고로 연구에 활용된 과제의 특성(필드) 값은 ‘기준년도’, ‘연구수행주체코드’, ‘신규/계속과제 여부’, ‘키워드’, ‘정부투자연구비’, ‘사업명’, ‘연구개발단계’ 등 이다.

4. 분석 결과

4.1 특허 분석 결과

광통신 부품 분야 전체에 대한 특허기술의 성장단계를 살펴보기

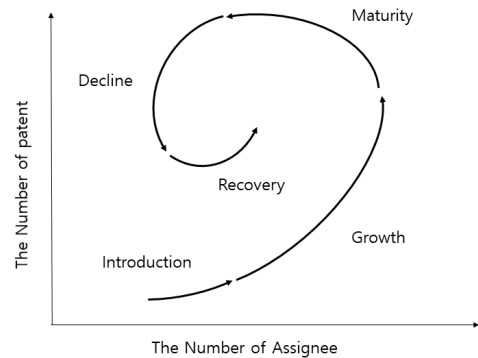


Fig. 2 The explanation of patent growth stages

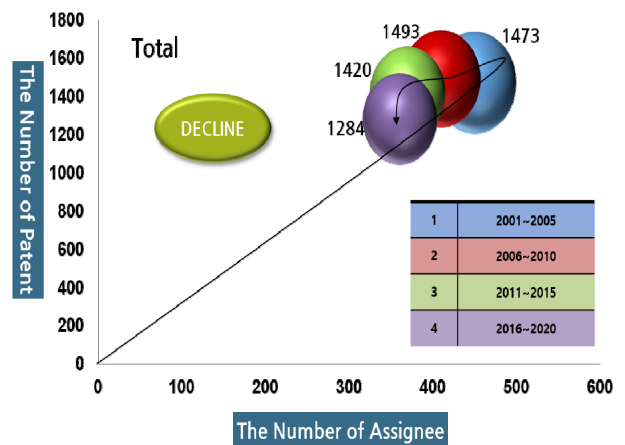


Fig. 3 The growth stage of patent technology

위해 Fig. 2에서 볼 수 있는 것처럼 2001년부터 2020년까지 주요 4개 특허청의 데이터에서 특허의 출원건수와 출원인수를 4개 구간으로 구분하여 좌표를 분석해 보았다^[12].

Fig. 3에서와 같이 분석 결과 해당 기술 분야는 출원건수와 출원인수가 모두 급격한 성장 이후 성숙기의 양상을 보이고 있었다. 최근까지 출원건수는 다소 정체되어 있는 반면, 특허를 출원하는 출원인수는 감소하고 있는 것으로 분석 된다. 즉, 시장에서 주요 플레이어들이 주로 기술발전에 참여하고 있고 새로운 플레이어의 참여가 힘든 성숙 단계에 와있다는 것을 의미한다.

① 기술력과 시장력 분석 결과

해당 기술 분야에 대해 중분류별 특허출원건수를 확인해 본 결과 Fig. 4의 (a)에서 볼 수 있듯이 발광/수광 소자 분야의 특허출원이 전체 건수 대비 42%를 차지하였고, 수동부품분야는 30%, 능동부품분야는 28%를 각각 점유하는 것으로 분석되었다. Fig. 4의 (b)에서 보면 연도별 특허 출원 추세 결과 세 개의 기술 분야의 모두 꾸준히 출원 수가 유지 되고 있으며, 그중 테라비트급 광통신의 주요 요소 기술로 파악이 되는 능동 부품 분야의 경우 다른 분야가 최근 하락세인 것에 비해 꾸준히 특허 출원이 되고 있어서 이

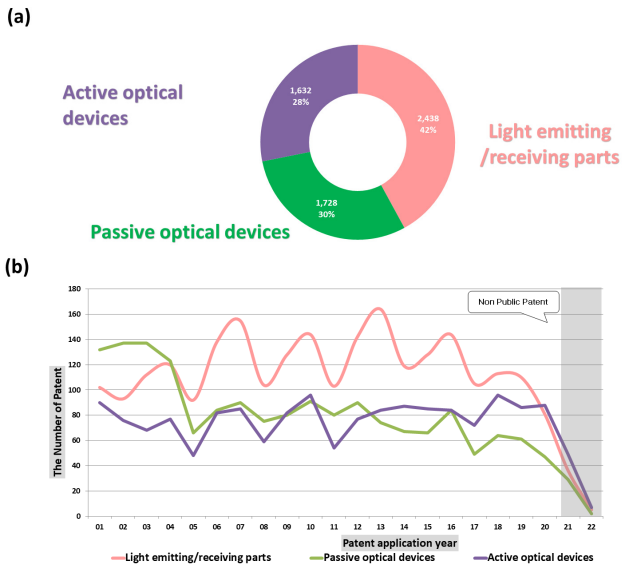


Fig. 4 The patent application trends for technology groups

분야 미래 R&D의 기술적 트렌드를 파악할 수 있었다.

본 논문에서는 테라비트급 광통신의 주요 핵심요소 기술을 포함하고 있는 광수신 모듈과 광증폭기 기술의 출원된 특허를 중심으로 각국의 기술력과 시장력에 해당하는 특허지표를 분석하여 의미를 도출하고자 했다.

특허지표를 통한 기술력분석은 특허출원이 가장 활발하고 인용도 지수가 명확하게 파악되는 미국특허청 데이터를 활용하고 CPP, PII, TS, PFS 지수를 산출하여 비교 분석하였다. 먼저 피인용도지수(CPP)는 등록된 특허가 후속특허에 얼마나 인용되고 있는지의 횟수를 파악하는 것으로 기술력이 좋은 등록특허가 얼마나 많은가를 보여주는 지표이다.

해당 기술분야에 있어 CPP는 광송수신모듈 분야에서는 프랑스가 34.20으로 가장 높게 나온 반면 한국은 3.50으로 격차가 큰 것으로 분석되었다. 반면 광증폭기 분야는 캐나다가 15.17로 가장 높지만 한국이 12.55로 2위를 차지하고 있어 경쟁력이 비교적 좋은 것으로 판단된다. 둘째 영향력지수(PII)는 출원인 국적의 피인용도지수를 전체 CPP 값으로 나눈 지수로 해당 기술 분야에서의 영향력을 살펴보는 지표이다. 이 지수는 광송수신모듈 분야에서는 프랑스가 3.27로 가장 높았고 한국은 0.33으로 매우 낮은 편이었다(Table 6). 반면 광증폭기 분야에서는 1위를 기록한 캐나다가 1.46이고 2위인 한국이 1.21로 근소한 차이를 보이고 있어서 한국이 이 분야의 특허기술적 영향력이 다소 있음을 보여주는 것으로 판단된다(Table 7). 다만 CPP와 PII에서 미국이 여타 국가에 비해서 특허의 총량은 큰 차이로 많다는 것이 지수에 영향을 주었다는 것을 간과해서는 안될 것으로 보인다. 따라서 마지막으로 기술 분야의 특수성을 고려한 기술력지수(TS)는 PII 지수에 특허건

Table 6 Technology and market indexes of patent optical transceiver

National	US registered patent	CPP	PII	TS	PFS
US	263	10.84	1.03	272.16	0.87
JP	62	7.34	0.70	43.45	1.26
SG	16	7.13	0.68	10.89	0.70
FR	15	34.20	3.27	48.99	1.72
CN	13	5.54	0.53	6.88	0.84
SE	11	4.36	0.42	4.58	1.57
IL	7	15.14	1.45	10.12	1.18
GB	6	13.00	1.24	7.45	2.00
KR	6	3.50	0.33	2.01	0.87
TW	6	3.50	0.33	2.01	0.87

Table 7 Technology and market indexes of patent optical amplifier

National	US registered patent	CPP	PII	TS	PFS
US	151	11.03	1.06	160.37	0.94
JP	55	7.02	0.68	37.18	0.93
KR	31	12.55	1.21	37.47	1.09
GB	14	7.64	0.74	10.31	1.53
CN	11	3.09	0.30	3.27	1.23
SE	9	2.67	0.26	2.31	1.36
CA	6	15.17	1.46	8.77	1.02
FR	5	7.00	0.67	3.37	1.35
TW	5	9.20	0.89	4.43	0.49
IL	3	6.67	0.64	1.93	0.31

수를 곱하여 산출한 값으로 분석해 판단해 볼 필요가 있다. TS지수에 있어 광송수신모듈 분야는 미국이 272.16으로 특허기술력이 압도적이며, 한국은 2.01로 다소 저조한 것으로 분석되었다(Table 6). 광증폭기 분야에서는 미국이 160.37로 압도적인 우위에 있었고, 2위는 한국이 37.47을 기록함으로써 기술력 면에서 다소 강한 면을 보여주고 있다고 판단된다(Table 7).

다음으로 특허지표를 통해서 시장력을 분석하기 위해서 동일 특허를 몇 개의 국가에 패밀리로 출원했는가를 판단하는 시장확보지수(PFS)를 분석해 보았다. 이 지표는 특허출원인 국적의 등록특허 평균 패밀리 국가 수를 전체 평균 패밀리 국가 수로 나눈 값을 보여준다. 먼저 광송수신모듈 분야의 경우 PFS값은 영국(2.00), 프랑스(1.72), 스웨덴(1.57) 순으로 가장 높게 나왔으나 특허수 자체가 작기 때문에 일본이 1.26으로 나온 것이 가장 의미있다고 분석할 수 있다. 그에 반해 한국은 0.87로 상위 경쟁 국가에 비해 세계 시장 진출에 대한 경쟁력이 다소 미흡한 것으로 판단된다(Table 6). 또한 광증폭기 분야에서도 영국(1.53), 스웨덴(1.36), 프랑스

Table 8 Concentration indexes of patent

Type	CR4	HHI	Competition strength	Concentration level	Total
Optical transceiver	17.65	148.82	Buyer oriented high competition	Very low [very easy to market entry]	Less competition market
Optical amplifier	23.53	218.05	Buyer oriented high competition	Very low [very easy to market entry]	Less competition market

(1.35)가 PFS값이 상위에 위치하고 있으나 한국의 경우 특허 등록 수가 이들 국가에 비해 많은 것을 고려할 때 1.09지만 해외 시장력을 어느 정도 구축해가고 있는 것으로 분석할 수 있다 (Table 7).

이상의 기술력 및 시장력 분석을 토대로 테라비트급 광통신 기술 분야에 있어 한국의 기술 및 시장 경쟁력은 다음과 같이 분석할 수 있다. 먼저 광송수신 모듈의 경우 원천특허의 의미가 있는 피인용도지수와 특허건수를 함께 고려한 기술력지수 등에서 모두 상위 선도 국가들과의 격차가 다소 크다고 판단할 수 있다. 또, 시장력지수에 있어서도 격차가 있는 것으로 판단된다. 반면에 광증폭기 분야의 경우 피인용도지수나 기술력지수에 있어 선도 국가 대비 경쟁력을 보이고 있으며, 해외 시장에서도 권리확보 측면에서 앞서고 있다고 판단할 수 있다. 따라서 한국의 경우 향후 기술력 및 시장력이 부족한 부분인 광송수신 모듈 분야에 대한 원천기술 기반의 소재부품장비에 대한 기술 확보 및 지원이 시급한 것으로 판단된다. 반면 기술력 뿐만 아니라 시장력의 경쟁력도 있는 것으로 보이는 광증폭기 분야에 대해서는 기술력 고도화 및 시장 확대에 강화 방안을 지원해야 할 필요가 있다고 판단된다.

② 특허기술 집중력 분석 결과

테라비트급 광통신 부품 분야의 특허기술에 대해 출원인의 집중력 지수를 CRn과 HHI 지수를 통하여 분석해 보았다. 집중력 지수는 기업을 중심으로 한 출원인들이 기술을 개발하여 시장에 진출하고자 할 때의 경쟁력이나 장벽도를 판단할 수 있는 중요한 지표가 될 수 있다.

먼저 집중력지수로 CR4를 분석하였는데, 이는 광송수신모듈과 광증폭기 분야 각각의 상위 출원인 1위부터 4위까지의 특허 점유율을 분석하여 해당 분야의 시장 독과점 수준을 평가하고자 한 것이다. 그 결과 광송수신모듈 분야는 17.65와 광증폭기는 23.53으로 각각의 독과점 수준이 높지는 않은 것으로 판단되었다.

허핀달-허쉬만지수(HHI)는 각 기술 분야의 전체 출원 건수 중 각 출원인의 출원 건수에 백분율을 제곱한 총합으로 산업의 집중도를 측정하는 방법이다. HHI 평가 결과는 광송수신모듈 분야는 148.82, 광증폭기 분야는 218.05로 각각의 집중화 정도가 약한 정

(X-axis) Year; (Y-axis) no. of projects

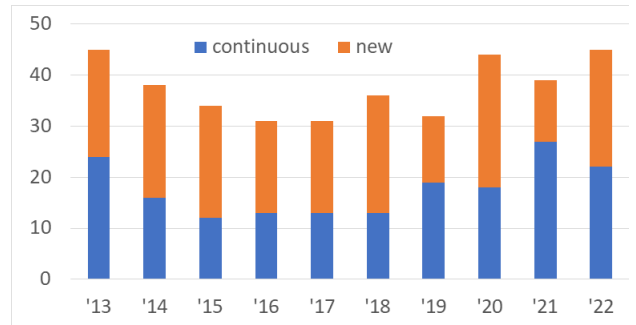


Fig. 5 Trend of national R&D project

(X-axis) Year; (Y-axis) W100,000,000

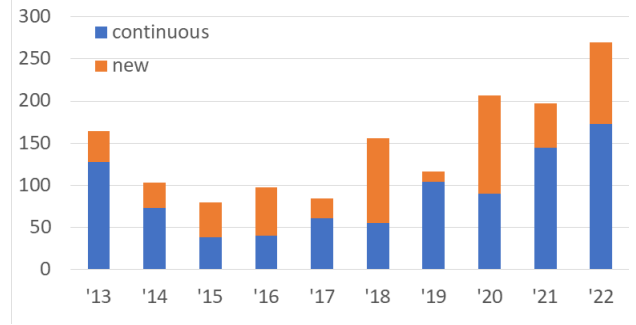


Fig. 6 Trend of national R&D funding

도로 신규 기업의 시장 진입이 용이한 것으로 판단된다(Table 8).

이상의 분석을 토대로 테라비트급 광통신 부품 분야 시장의 현황 및 한국 기업의 특허수준 및 향후 R&D 방향성을 분석할 수 있다. 해당 분야의 시장은 아직까지는 성숙된 시장은 아니며, 집중화 정도가 높지 않은 시장으로 판단된다. 따라서 테라비트급 광통신 부품에 대한 우리 기업의 정책은 기술력을 확보하고 다양한 응용 시스템으로의 적용 및 참여를 해야 할 것으로 사료된다.

4.2 국가 R&D 분석 결과

테라비트급 광통신 부품에 대한 국가 R&D 지원 현황을 파악하기 위해서 앞장에서 상술한 NTIS를 활용한 동 분야 과제 추출 방법에 따라 동 분야 R&D 과제 198건을 추출하였고 이를 분석한 결과는 다음과 같다.

먼저 연도별 과제 건수 및 지원금액 현황은 다음과 같다. 테라비트급 광통신 부품기술 분야 국가 연구개발 과제 건수는 2013년까지는 감소 추세에 있다가 2018년부터는 증가하는 지원 과제 수 및 지원 금액이 증가하고 있음이 확인된다(Fig. 5, 6).

과제당 연간 정부출연금은 평균 1.6억원 규모인데 '19년 이후부터는 과제당 연간 2~3.9억원 수준으로 과제당 정부출연금의 현저한 증가 추세가 확인 된다(Table 9).

국내 다수 정부 부처들은 각 부처의 고유의 목적을 달성하기 위하여 국가연구개발과제를 지원하고 있는데 동 분야 198개 신규과

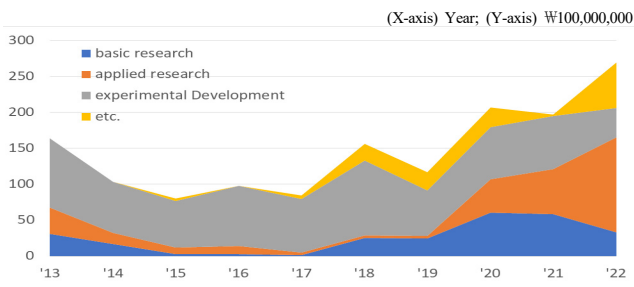


Fig. 7 The trends of national R&D stages

Table 9 Support amount of national R&D per projects

Year	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	Sum
Funding amount (W100,000,000) (A)	127.8	73.0	38.4	39.9	60.7	55.4	104.2	90.2	145.0	173.3	907.7
No. of projects (B)	45	38	34	31	31	36	32	44	39	45	569
A / B	2.8	1.9	1.1	1.3	2.0	1.5	3.3	2.0	3.7	3.9	1.6

제에 대해 가장 많이 지원한 부처는 중소벤처기업부로 89건이었고, 이어서 과학기술정보통신부(구 미래창조부 포함) 72건, 산업통상자원부 20건, 기타 부처가 17건이 있다.

과학기술표준분류에서 가장 많이 지원된 분야는 ‘제조업(전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비)’ 분야로 107개 과제가 지원되었고, 다음으로 ‘제조업(의료, 정밀, 광학기기 및 시계)’ 분야가 20건, ‘교통/정보통신/기타 기반시설’ 분야가 19건으로 이어서 가장 많이 지원되었다.

마지막으로 테라비트급 광통신 부품기술 분야의 국가 연구개발 과제의 연구단계에 따른 지원현황은 Fig. 7과 같다. 특이한 것은 2018년까지는 개발연구가 주를 이루고 있으나 최근 들어 기초 또는 응용 분야의 연구개발 과제 비중이 증가하는 추세를 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 소재·부품·장비 산업분야의 미래선도품목 중 테라비트급 광통신 부품 분야에 대한 특허 데이터의 기술력, 시장력, 집중력 지수 등을 통해 한국의 이 분야 R&D 역량을 분석하였다. 또한 이 분석 결과를 중심으로 우리나라의 국가 R&D 지원 현황을 분석하고, 시사점을 도출하고자 하였다.

테라비트급 광통신 분야의 주요 핵심요소 기술에 대한 특허 분석의 결과는 다음과 같았다. 먼저 특허를 통한 기술력 지수(TS)에 있어서 한국은 광송수신 모듈 분야가 낮아 기초분야가 강하지 않다고 판단되는 반면 광증폭기 분야는 미국에 이어 강점을 보이고 있다는 한국이 아직까지는 기술력 지수(TS)가 낮은 편으로 기초분야가 강하지 않다고 파악되었다.

특허의 시장력 지수(PFS)에 있어서도 메인 기술인 광송수신 모듈은 세계 상위 경쟁 국가에 비해 세계 시장 진출 경쟁력이 미흡한 것으로 분석된다. 이것은 전세계 시장에서의 완제품 응용 기술의 시장화에 있어서 메인 기술인 광송수신 기술에 대한 권리 확보에 대한 경쟁력을 키울 수 있는 정책적인 지원이 필요해 보인다. 종합적으로 한국은 테라비트급 광통신 부품 장비의 기술력과 시장력을 키울 수 있는 원천기술의 확보 및 권리화에 지원의 필요성이 있다는 시사점을 보여준다. 더구나 집중력 지수인 CRn과 HHI 지수에 의하면 세계 시장은 아직은 소수의 기업에 의한 과점 시장은 아니며, 경쟁이 가능하다는 지표를 보여주고 있다. 따라서 우리나라는 정책적으로 이 분야에 있어 원천기술기반의 소재부품장비 기반의 기술확보와 지원이 시급하다고 분석할 수 있다.

한편 동 분야의 국가 R&D 지원 현황을 종합하여 살펴보면 다음과 같다. 최근 들어 동 분야 국가연구개발 과제 수와 과제당 지원 금액은 현저하게 증가하고 있음이 확인되는데 이는 유튜브 등 동영상 매체의 활성화, 비대면 사회의 가속화 등으로 인해 전 세계적으로 정보 트래픽이 폭발적으로 증가하고 이를 처리하기 위한 고성능 초고속 광통신 부품에 대한 연구개발이 지속적으로 필요하기 때문이라 판단된다.

또한 흥미로운 것은 최근 들어 동 분야에서 기초 또는 응용 분야 과제가 현저히 증가하고 있음이 확인되는데 이는 동 분야의 기존 연구개발과제들이 선진국 추격형 제품개발 위주였다면 최근에는 동 분야 원천기술 확보를 위한 연구과제들이 활발하게 지원되고 수행되고 있기 때문이라 판단되며 이는 고부가가치 핵심원천기술 확보 측면에서 매우 바람직한 현상이라 보인다. 다시 말하면 앞서 특허분석 결과에서 지적한 원천기술확보의 필요성을 충족하기 위하여 동 분야에서 광송수신 모듈 등에 대한 기초 또는 응용 분야에서 국가 R&D 과제에 대한 지원이 지속적으로 증가할 필요가 있다고 판단된다.

특히, 광송수신 모듈 분야에서 생산 제조 기술과 관련해서는 레이어 부품의 고성능 광반도체 공정기술, 광학부품의 초정밀 성형 기술과 광학부품간의 초미세 정렬 기술 등이 생산 제조 효율성 향상 등에 대한 R&D 과제 지원이 필요하다.

다만 응용 또는 개발 연구를 주로 지원하는 산업통상자원부에서 지원한 과제는 전체 과제 중 10% 정도에 불과한데 이는 산업통상자원부에서 지원하는 다수 과제들이 개별기업 성장보다는 산업생태계 조성에 기여도가 높음을 고려하면, 산업통상자원부에서 동 분야에 대한 보다 활발한 사업과 과제의 기획 및 지원이 이루어질 필요가 있다 보인다.

본 연구의 한계점으로는 소재·부품·장비 산업분야의 미래선도품목 38개 중목 중 하나인 테라비트급 광통신 부품 분야에 국한되어 연구되었다는 것이다. 향후에 다른 분야에 대해서도 특허 및 국가

R&D 지원 현황에 대한 분석으로 국가적인 R&D의 역량 파악 및 방향성을 비교 분석할 필요가 있다고 사료 된다.

References

- [1] Jointly with related Korean ministries, 2021, viewed 29 August 2023, Future Leading Product R&D Plan for Materials, Parts, and Equipment, 1-33, <https://www.motie.go.kr/motie/ne/press/press2/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=164132&bbs_cd_n=81¤tPage=1&search_key_n=&cate_n=&dept_v=&search_val_v=>> .
- [2] Kang, H. S., 2022, viewed 29 August 2023, Prospects and Trends of 6G Optical Communication Technology, IITP Weekly ICT Trends, 2035 2-14, <[https://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/2035/file2996268472125192267-2035\(2022.03.02.\)-07.pdf](https://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/2035/file2996268472125192267-2035(2022.03.02.)-07.pdf)>.
- [3] Yole Development, 2022, viewed 27 November 2023, Optical Transceiver Industry: New Applications Drive Expanding Data Center Infrastructure, <<https://www.yolegroup.com/press-release/optical-transceiver-industry-new-applications-drive-expanding-data-center-infrastructure/>>.
- [4] Cignal AI Optical Components, 2023, viewed 6 September 2023, Revenue Leaderboard 1Q23, Lightcounting, The Optical Vendor Landscape: 2023, <<https://www.coherent.com/content/dam/coherent/site/en/documents/investors/investor-presentations/2024/september-19/communications-market-overview-09192023.pdf>>.
- [5] Han, Y. T., Lee, D. H., Kim, D. J., Shin, J. U., Lee, S. Y., Yun, S. J., Beak, Y., 2022, Technology Trends of Optical Devices and Components for Datacenter Communications, Electronics and Telecommunications Trends, 37:2 42-52, <https://doi.org/10.22648/ETRI.2022.J.370205>.
- [6] Kim, Y. J., Jung, U., Jeong S. K., 2009, A Study on the Status and Supporting Strategy of National R&D Programs related to the Convergence Technology, Journal of Korea Technology Innovation Society, 12:2 413-429.
- [7] Son, B. H., Yang, H. S., 2000, Analysis and Policy Implication of National R&D Project Investment, Journal of Technology Innovation, 8:2 67-96.
- [8] Kim, A., Lee, S., Kim, Y.-S., 2023, Analysis of National R&D Projects Related to Herbal Medicine (2002-2022), Herbal Formula Science, 31:2 81-98, <https://doi.org/10.14374/HFS.2023.31.2.81>.
- [9] Cha, H. J., Lee, C. J., Lee, J. W., Lim, M. H., Ko, B. C., Han, J. S., 2021, Study on Industrial Technology R&D Positioning Methodology using Patent Information, Proc. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng. Autumn Conf. 2021, 137-137.
- [10] Kim, S. H., 2021, A Study on the Patent Competitiveness of Companies using Patent Indicators, Doctorate Thesis, Seoul National University of Science and Technology, Republic of Korea.
- [11] Korea Intellectual Property Strategy Agency, 2021, viewed 29 August 2023, Government R&D Technology Patent Trend Research Guidebook, <https://www.ripis.or.kr/U_Pds.do?method=m01>.
- [12] Park, J. H., Yu, H. S., Kim, C. H., Lee, C. J., Woo, C. H., Lim, B. J., 2022, R&D Strategy Direction in High-Precision Mobile Radar Industry by Analyzing Patent Indexes and National R&D Projects, J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng., 31:5 330-337, <https://doi.org/10.7735/ksmte.2022.31.5.330>.
- [13] Lee, J. W., Kim, M. K., Lim, J. S., Bae, S. H., 2019, Analysis of R&D Program Status in Spatial Information Field using National R&D Information on NTIS Services, J. Korean Soc. Manuf. Technol. Eng., 28:6 358-367, <https://doi.org/10.7735/ksmte.2019.28.6.358>.

	<p>Jeongho Park Expert Adviser in Korea Intellectual Property Strategy Agency(KISTA). His research interest is Intellectual Property Strategy Analysis. E-mail: jhopark@kista.re.kr</p>
	<p>Hyeoksang Yu Senior Researcher in Korea Intellectual Property Strategy Agency(KISTA). His research interest is Intellectual Property. E-mail: yhs@kista.re.kr</p>
	<p>Chang Hoon Kim Professor in the Industry Academy Cooperation Group, Gangneung-Wonju National University. His research interest is R&BD(Research and Business Development). E-mail: kimch@gwnu.ac.kr</p>



Cheol-ju Lee

Senior researcher in Korea Evaluation Institute of Industrial Technology(KEIT).

His research interests are Discovery of Promising Technologies and Technology Policy.

E-mail: LCJ08@keit.re.kr



Sung-Hwan Hwang

Future Strategy & Planning Division Director in Korea Photonics Technology Institute (KOPTI).

His research interests are Emerging Technology and Photonic R&D Policy.

E-mail: shhwang@kopti.re.kr



Byung jick Lim

Professor in the Industry-University Collaboration Center, Hanyang University ERICA.

His research interest is Chemical Engineering.

E-mail: bjlim580811@hanyang.ac.kr