

본 자료는 한국산업기술재단에서 주관한 2006 산업기술 로드맵의 정밀광산업 분야를 요약하였다. 전체 보고서에서 섬유기계 등과 함께 스마트 생산시스템으로 작성되었으며 한국광학기기협회와 삼성테크윈 등 여러 회원사들이 참여하였다.

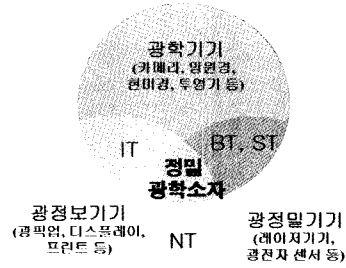


그림 1-1. 정밀 광산업의 분류

제1장 정밀 광산업기술 로드맵의 개요

광산업이란 빛이 가지고 있는 성질을 활용해 빛의 생성, 제어, 활용과 이에 관련된 소재, 부품, 기기 및 시스템 산업이며, 전통적인 광산업은 광학 및 광원(조명기기) 분야에 국한되었으나 1960년대 레이저가 발명된 이후 광전자, 초정밀 계측, 의료기기 등으로 확장되어 가고 있는 추세이다.

속적 발전가능 산업으로서 미래 핵심기술 확보에 초점을 맞추었다.

본 보고서는 정밀 광산업 기술개발 및 인프라 구축을 위한 산업기술정책에 활용하고자 한다.

특집 I

정밀 광산업기술 로드맵

이윤우*

정밀 광산업은 그림 1-1과 같이 광학기기, 광정보기기, 광정밀기기로 크게 분류하며, 각각은 정밀 광학소자를 사용하고 광학, 기계, 전자기술들이 서로 융합되어 있는 초정밀기술을 기반으로 하는 첨단산업이다. 정밀 광산업은 아이디어 및 기술력의 비중이 크며 원자재와 인건비 부담이 적은 지식기반형 산업이며, 또한 기술 인력의 질과 수준이 산업경쟁력을 좌우하는 전형적인 기술집약적 산업이므로 정보통신산업(IT)의 핵심이며 생명기술(BT), 나노기술(NT), 환경기술(ET), 우주기술(ST) 등 첨단수요산업의 핵심거점기술로 활용되고 있다.

그 동안 국가적으로 추진해온 광산업 관련 대형 사업과의 중복을 피하고 산업체의 시급한 수요를 중심으로 다음과 같이 마이크로 전자산업용 광학기기, 차세대 정보산업용 광학기기, 미래 신수요 광학기기로 구분하였다(표 1-1 참조). 각각의 분야는 수요자 측면에서 결정하였으며, 지

제2장 정밀 광산업 Trend 및 Vision

1. 광산업의 현황 및 전망

가. 국내외 현황

국내 광산업은 80년대 카메라, 복사기 등 결상기기 중심에서 90년대 이후에는 결상기기와 더불어 레이저 가공기, 광정보기기, 광통신기기 등 광 응용기기로 확대되었다. 2005년 국내 광산업 생산규모는 약 24조원이며 내수 규모는 약 15조원이다. 이것은 광통신, 광원 및 광전소자, 광정밀기기, 광소재, 광정보기기, 광학기기 등을 대상으로 하였으며, 최근 3년 동안 생산은 년 16%, 내수는 19% 정도 고속 성장하고 있다.

국내 광산업은 2005년 기준으로 세계시장의 약 5.5%를 차지하고 있으며, 내수보다는 생산이 1.6배 많으며 이

* 한국표준과학연구원 우주광학연구단 단장 ywlee@kriss.re.kr

표 1-1. 정밀 광산업 기술로드맵 작성 범위 및 세부 분야

구분	관련 산업 및 핵심기술	세부 광학기기
마이크로 전자산업용 광학기기	<ul style="list-style-type: none"> • 반도체산업 • 디스플레이산업 - 고해상도 광리소그래피 기술 - 미세공정용 레이저 가공기술 - 고해상도 광학검사기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 um 이하 노광기용 자외선 광학계 • 대면적 자외선 노광기 • 자외선 광원용 주사 광학계 • Direct imaging system
차세대 정보산업용 광학기기	<ul style="list-style-type: none"> • 정보산업 • AV, OA기기산업 - 고집적 광정보 입력기술 - 고집적 광정보 출력기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 고해상도 디지털 카메라 • 초박형 휴대폰 카메라 • 초소형 이미지 스캐너 • 고해상도 레이저 컬러 프린터 • 초소형 투영광학계 • 3D 투영광학계 • HUD (Head-Up Display) • 일체형 BLU
미래 신수요 광학기기	<ul style="list-style-type: none"> • 환경산업, 바이오산업 • 우주산업, 방위산업 • 자동차산업 등 - 고해상도 결상기술 - 고감도 광계측 기술 - 초고속 광계측기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 고해상도 인공위성 카메라 • 중대형 천체 망원경 • 전천후 감시용 광학기기 • 자동차 안전 및 조명용 광학계 • 의료 진단 및 수술용 광학계 • 환경감시 및 계측용 광학기기

표 2-1. 국내 광산업 수급동향 및 전망

(단위 : 십억원)

구분	2003년	2004년	2005년	2006년	
				(추정)	
국내시장	생산	18,150	20,120	23,728	27,524
	내수	11,735	13,094	14,908	17,256
세계시장	225,666	242,490	270,812	292,476	

* 한국광산업 진흥회 "광산업 현황 및 전망(2006)"

것은 수출역점산업임을 나타낸다 (표 2-1 참조).

국내 광산업의 세부 분야별로 수출입 실적 및 전망은 표 2-2와 2-3과 같다. 2005년은 광산업 연계산업의 수지개선과 고품질 정보기기 소비확대, 광통신부품 수요증가, 신규투자 회복세 등에 힘입어 내수액이 약 19% 증가하였

으며 광정밀기기, 광정보기기, 광학기기들의 2005년 수출은 10.6조원, 수입은 4.8조원 정도이다.

정밀 광산업 기술로드맵과 직접 관련되는 분야는 광정밀기기, 광정보기기, 광학기기분야이며 2005년 기준으로 수출은 90%, 수입은 68% 정도이다.

광산업의 세계 시장규모는 2003년도 225조원 수준에서 2005년도 272조원 수준으로 꾸준한 성장을 보이고 있으며, 2010년에는 거의 400조원 수준에 이를 것으로 예상된다 (표 2-4 참조).

광원 및 광전소자의 경우 최근 3년간 연평균 약 10% 정도로 지속적인 성장률을 유지하고 있으며 이중에서 약 80%는 광원 분야이다. 광정보기기는 광산업에서 가장 높은

표 2-2. 광산업 수출실적 (2004 ~ 2006)

(단위 : 십억원, %)

연도	광산업 수출					
	2004		2005		2006(추정)	
	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율
광통신	334	-3.0	374	12.0	403	9.0
광원 및 광전소자	380	8.0	434	14.3	499	15.1
광정밀기기	304	28.0	333	9.5	361	8.5
광소재	346	2.6	371	7.3	396	6.8
광정보기기	7,138	8.0	8,888	24.4	10,677	20.2
광학기기	1,651	4.9	1,442	-12.6	1331	-7.7
계	10,153(9,093)	7.9	11,837(10,663)	16.6	13,667(12,369)	15.4

정밀 광산업기술 로드맵

표 2-3. 광산업 수입실적 (2004 ~ 2006)

(단위 : 십억원, %)

분야	연도		광산업 수출					
			2004		2005		2006(추정)	
	금액	증감율	금액	증감율	금액	증감율		
광통신	642	1.9	644	0.4	689	0.7		
광원 및 광전소자	1,008	11.4	1,066	5.8	1,133	6.3		
광정밀기기	1,756	19.2	1,810	3.1	1,877	3.7		
광소재	508	4.3	571	12.4	629	10.3		
광정보기기	1,955	2.6	2,057	5.2	2,178	5.9		
광학기기	960	9.6	1,023	6.5	1,092	6.8		
계	6,829(4,671)	8.7	7,171(4,890)	5.0	7,598(5,147)	5.9		

표 2-4. 광산업 분류별 세계시장 규모 및 전망

(단위 : 십억원)

분야	연도	2002	2003	2004	2005	2010	2015
광통신		13,801	13,110	16,827	22,569	42,534	79,964
광원 및 광전소자		24,849	26,895	28,681	34,550	41,975	50,995
광정밀기기		19,311	22,191	25,480	29,406	45,900	71,645
광소재		3,135	3,466	3,928	3,466	5,755	9,555
광정보기기		112,838	123,692	126,269	139,409	185,563	246,997
광학기기		31,309	36,312	41,305	41,412	64,208	99,552
합계		205,243 (163,458)	225,666 (182,195)	242,490 (193,054)	270,812 (210,227)	385,935 (295,671)	558,708 (418,194)

표 2-5. 세계 지역별 광산업 시장동향 및 전망

(단위 : 십억원, %)

구분		2002	2003	2004	2005	2010	2015
미주	수요	63,625	69,566	73,029	81,449	104,443	133,928
	성장률	-	9.3	5.0	11.5	-	-
	비중	31.0	30.9	30.1	30.1	27.1	-
유럽	수요	37,970	41,603	44,109	48,868	60,305	74,418
	성장률	-	9.6	6.1	10.8	-	-
	비중	18.5	18.4	18.2	18.0	15.6	-
일본	수요	41,049	45,013	48,224	52,940	69,725	91,831
	성장률	-	9.7	7.1	9.8	-	-
	비중	20.0	19.9	19.9	19.6	18.1	-
아시아	수요	47,210	54,096	60,837	67,870	131,419	254,471
	성장률	-	14.6	12.5	11.6	-	-
	비중	23.0	24.0	25.1	25.2	34.1	-
기타	수요	15,389	15,388	16,281	19,685	20,043	20,407
	성장률	-	0	5.8	20.9	-	-
	비중	7.5	6.8	6.7	7.3	5.1	-
합계		205,243	225,666	242,490	270,812	385,935	575,055
성장률		-	9.9	7.5	11.7	-	-

비중을 차지하고 있으며, 최근 3년간 지속적인 성장을 유지하여 2005년에는 139조원의 시장규모를 형성하였다. 전통적으로 비중이 높았던 광학기기는 2005년 전체의

약 15%를 차지하고 있으며, 광정보기기의 급속한 성장으로 상대적인 시장 점유율이 축소되고 있다. 세계 지역별 광산업은 미국과 일본이 50% 이상 점유하며 시장 흐름을

표 2-7. 국내 광산업 시장 전망

구분	(단위 : 십억원)	
	2006년 (예상)	증감률 (%)
생산	27,761	16.9
내수	17,256	15.7
수출	13,667	15.5
수입	7,598	6.0

주도하고 있다.(표 2-5 참조)

아시아는 한국, 대만, 중국 등이 주요 국가이며, 중국의 광통신과 광정보기에 대한 수요증가로 아시아 시장 성장률이 계속 증가할 전망이다. 독일은 산업용 광학분야에서 경쟁력을 보유하고 있으며, 러시아 및 중국은 광학유리, 레이저용 단결정 등 광소재 분야에서 기술우위를 지키고 있다. 일본의 경우 우수한 기술력을 바탕으로 계속 주도권을 유지하며, 호주와 대만 등도 광산업을 전략적으로 육성하므로 관련시장의 확대가 예상된다.

나. 광산업 전망

2006년도 국내 광산업의 시장규모는 약 17조원으로 전년 대비 약 15.7% 증가할 것으로 추정되며, 생산규모는 27조원으로 시장규모 보다 많으며 전년 대비 약 16.9% 증가함으로써 내수보다는 수출위주로 그 비중을 계속 확대할 것이다. 여기서 광정밀기기, 광정보기기, 광학기기가 약 80%를 차지하였다.

2006년 세계 광산업 시장은 2,924억불로 전년 대비 7.9% 수준의 성장이 예상되며, 이것은 세계 IT 경기 및 반도체 산업 등 관련 산업이 견실하게 성장할 것으로 예상됨에 따라 관련이 많은 광산업 전반에 걸쳐 성장이 예상된다.

정밀 광학부품 기준으로 2005년도 29,238억엔, 2006년도엔 35,164억엔 수준에서 2010년에는 연평균 증가율로 약 4%정도 증가한 42,782억엔 수준까지 성장할 것으로 전망된다 (표 2-8 참조). 완제품 기준으로는 일반적으로 부품규모의 10배~15배 정도로 예상하며, 10배의 경우 2010년에는 약 427,820억엔으로 예상된다.

광픽업의 시장점유율이 가장 높으며 계속 성장할 것이

표 2-8. 정밀 광산업 세계 부품시장 규모

구분	년도	실적			추정	예상			
		2003	2004	2005		2006	2007	2008	2009
광픽업	100만엔	815,480	961,840	1,142,180	1,247,080	1,261,630	1,271,360	1,321,830	1,333,670
	%	-	117.9	118.7	109.2	101.2	100.8	104.0	100.9
폰카메라	100만엔	173,290	322,340	472,720	557,810	645,140	718,560	737,430	733,650
	%	-	186.0	146.7	118.0	115.7	111.4	102.6	99.5
DSC/DVC	100만엔	370,890	426,260	431,760	418,880	404,100	394,300	386,750	378,250
	%	-	114.9	101.3	97.0	96.5	97.6	98.1	97.8
자동차 카메라	100만엔	10,345	12,930	16,500	18,200	21,320	24,910	30,950	42,920
	%	-	125.0	127.6	110.3	117.1	116.8	124.2	138.7
감시 카메라	100만엔	44,100	42,800	44,200	45,100	45,900	48,200	49,600	53,100
	%	-	97.1	103.3	102.0	104.0	102.8	102.9	107.1
프로젝터	100만엔	254,545	326,930	346,480	371,770	390,440	398,730	393,610	381,810
	%	-	128.4	103.0	107.3	105.0	102.1	98.7	97.0
OA 기기용	100만엔	151,290	175,130	203,890	220,760	238,430	256,700	272,760	289,690
	%	-	115.8	116.4	108.3	108.0	107.7	106.3	106.2
의료용 기기	100만엔	39,631	42,081	43,131	45,079	44,124	43,939	43,603	43,202
	%	-	106.2	102.5	104.5	97.9	99.6	99.2	99.1
가공용 레이저	100만엔	141,900	161,000	167,100	191,600	183,460	187,740	191,930	196,100
	%	-	113.5	103.8	108.7	101.0	102.3	102.2	102.2
광학재료	100만엔	42,400	46,400	55,800	58,900	60,900	62,000	63,600	64,000
	%	-	109.4	120.3	105.6	103.4	101.8	102.6	100.6
총 계	100만엔	2,043,871	2,517,711	2,923,761	3,175,179	3,295,444	3,406,439	3,492,063	3,516,392

* 자료제공 : "2006 광산업 예측편람", Fuji chimera research Institute, Inc.

정밀 광산업기술 로드맵

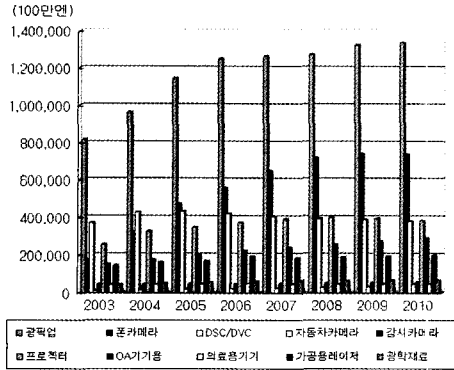


그림 2-2. 정밀 광학부품들의 연도별 세계시장 규모

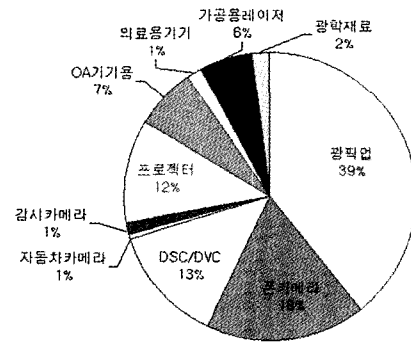


그림 2-3. 2005년 정밀 광학부품의 시장분포

표 2-9. 국내 정밀 광학계 기술개발 현황

구분	제품/기술명	개발단계	개발 내용	개발주체
광 학 계	노광기	기술검토	고집적 반도체용 노광기	삼성전자
			대면적 고해상도 노광기 요소기술개발 : 조명계 등	연구조합
	비구면 광학소자	상용화	소형 비구면 사출 및 성형 렌즈	삼성전기 등
			대형 초정밀 비구면 거울	표준연구원
	하이브리드 광학소자	Pilot	카메라폰 및 CCTV용 하이브리드 렌즈	삼양광학 등
			광학시험용 대형 하이브리드 광학소자	표준연구원
	자유곡면 광학소자	상용화 Pilot	고해상도 레이저 프린터용 f- θ 렌즈	삼성전자 등
			조명용 자유곡면 광학소자	세키노스 등
	고해상도 카메라 렌즈	상용화	카메라폰용 고해상도 박형 줌렌즈	삼성전기
			8M 이상의 고해상도 디지털 카메라 렌즈	삼성테크윈
			CCTV용 줌 렌즈	삼양광학 등
			적외선 카메라	이오시스템
	초소형 투영계	Pilot	HDTV용 투영광학계	세코닉스
초소형 고휘도 투영광학계			일진 등	
Blue-ray광픽업	상용화	23GB 광픽업 기술	LG 전자	
		NA 0.85용 픽업렌즈	해성 등	
인공위성카메라	Pilot	해상도 0.6m 급 위성 카메라	항우연	
		직경 1m 급 위성 망원경	표준연	
천체망원경	Pilot	직경 1m 급 망원경 광기계 기술	천문연	
		직경 1m 급 광학망원경	표준연	

며, 휴대폰 카메라는 휴대폰들의 카메라 사용 비율이 95% 이상이 되는 2009년을 기준으로 성장세가 둔화될 것이다. DSC/DVC의 경우에는 휴대폰 카메라에 저화소급 시장이 잠식당하면서 2007년 부터는 성장이 감소할 것이다. 프로젝터 시장은 투사형 HDTV 시장이 급속히 줄어들지만 새로운 대형 및 초소형 프로젝터 시장이 형성될 것이므로 완만하게 감소할 것이다 (그림 2-2, 2-3 참조).

2010년 이후에는 카메라군, OA기기군 (레이저 프린트 및 복합기), 광픽업, 레이저 가공기 등이 세계시장을 주도

할 것으로 전망된다. 가공용 레이저 시장은 반도체, 디스플레이, 휴대폰 등의 공정에서 수요증가에 따라 계속 성장할 것이며, 의료용 레이저의 수요도 증가할 것이다. 그리고 자동차용 광학기기 시장은 새로운 사업군으로 진입하게 될 것이다.

다. 광기술 개발 현황

국내 광기술은 초박형 카메라폰 렌즈, 고해상도 디지털 카메라, 고해상도 칼라 레이저 프린트, 고휘도 투사광학

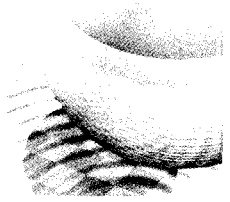


표 2-10. 국가별 정밀 광기술 경쟁 패러다임 변화

국가	'60년대	'70년대	'80년대	'90~2000년대	2010 이후
유럽	• 광학카메라 개발 • 기술력 우위	• 가격 경쟁력 우위	• 해외법인화 • 글로벌경영	• 가격 경쟁력 상실	
미국		• 비구면 광학 소자 개발	• 경쟁력 약화 • 국가주도 개발	• 군사용, 대형 위주 개발	
일본			• 초정밀 광학 소자개발	• 디지털화 • 소형화 • 아웃소싱 확대	• 가격 경쟁력 우위
한국				• 정부의 육성 • 가격 경쟁력 심화	• 가격 경쟁력 우위 • 제품 차별화 • 아웃소싱 확대
중국				• 저가격화 • 광학기기의 세계 공장화	• 품질 고급화

표 2-11. 광산업 업체 현황

업종별 업체수	광통신	광정밀	광소재	광원 및 광전소자	광정보	광학기기	기타
1,200	367	166	156	214	229	58	10

* 한국광산업 진흥회 및 한국광학기기협회 자료

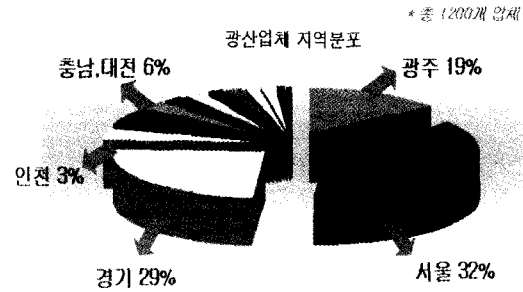
계, 레이저 가공용 광학계, blue-ray 광픽업 등 대량생산 되는 초정밀 광학부품 및 광학계들의 경쟁력 강화를 위한 공정기술 개선에 집중하고 있다. 한편으로는 소량이지만 초정밀 광기술의 집약체인 반도체 및 FPD용 노광기, 고 해상도 인공위성 카메라, 대형 천체망원경, near-field 광 픽업 등의 개발을 위하여 전문기관을 중심으로 연구하고 있다.

초정밀 광학산업에서 공통적인 문제는 더욱 작고, 가벼우며, 고해상도인 광학계를 개발하는 것이다. 그러므로 재래식 구면 소자를 대체하는 비구면 소자와 반도체 공정 기술을 이용하는 회절광학소자에 대하여 중점적으로 연구하고 있다.

표 2-9는 국내 기업체 및 연구소에서 수행중인 정밀광학계 기술개발 현황이다.

국외 광기술은 미국, 일본, 독일을 중심으로 초대형 천체망원경, 고해상도 인공위성 카메라, 차세대 반도체 산업용 진공자외선 및 엑스선 노광기, 비구면 및 자유곡면 가공기와 측정기, 나노기술을 이용한 초소형 광학소자, 반도체 및 디스플레이 공정용 레이저 가공기술 등 첨단산업용 원천 및 요소기술 개발에 집중하고 있다.

표 2-10은 60년대부터 2010년 이후의 국가별 광기술 경쟁 패러다임 변화를 나타내었다.



*자료 : 광산업체총량 (2005)

그림 2-4. 지역별 광산업체 분포

2. 정밀 광산업의 역량 분석

가. 산업내의 기업 간 관계

2005년 국내 광 관련업체는 약 1200여개로 200년 551개에 비하여 대폭 증가하였다. 정밀 광산업에 직접 관련 되는 업종별로는 광정밀 166개, 광정보기기 228개, 광학기기가 58개이다 (표 2-11 참조). 지역별로는 서울 및 경기 등 수도권에 60% 이상 몰려 있으며, 광통신의 경우에는 광주지역을 중심으로 분포하고 있다 (그림 2-4 참조).

광산업체중에서 광정보장치와 광섬유를 제외하고는 대

정밀 광산업기술 로드맵

표 2-12. 국내 광산업체 종업원 수 현황

종업원수	1~10명	11~30명	31~50명	51~100명	101~500명	500명 이상
업체수	167	169	64	70	94	27

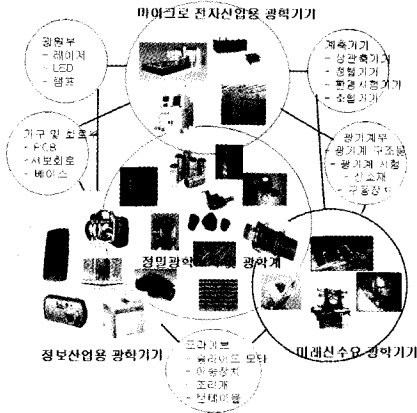


그림 2-5. 정밀 광산업내의 기업간 관계

부분 중소기업이며, 종업원 수는 100명 이내, 500명 이상의 대기업은 불과 27개 정도이다. 그리고 60 % 정도의 기업이 최근 5년 이내에 설립된 기술 중심의 벤처기업이다 (표 2-12 참조).

휴대폰, 레이저 프린터, 레이저 가공기 등의 광학기기는 최종 조립업체인 삼성전자, LG 전자 등을 중심으로 전문 광학 모듈 업체들이 긴밀한 협조관계를 유지하고 있다 (그림 2-5 참조).

정밀 광학기기 개발은 최종 조립기업과 부품업체를 중심으로 부품 설계단계부터 협조하여 개발하고 있으며, 신제품 개발은 대기업의 경우에는 자체적으로 하지만 중소기업은 대학교와 연구소의 전문가 도움으로 진행하고 있다.

표 2-13. 정밀 광학기기의 주요 구성모델

구분	주요 부품	1차 협력업체 (대기업 중심)	2, 3차 협력업체 (중소기업 중심)
마이크로 전자산업용 광학기기	노광기	HLDS, TSST, 삼성전자	범광기전, 프로옵틱스, 서울광학산업
	공정용 광학 검사장치	삼성전자, 삼성 SDI, LG 이노텍	범광기전, SNU프리시전, 프로옵틱스, 인텍
	가공용 레이저 광학모듈	이오테크닉스, 하나기술, 한광	람다리서치, 금광, 이엔쓰리, 한빛레이저, 한광옵토
	의료용 레이저 광학모듈	에이앤티, 휴비츠	람다리서치, 금광, 오리엔트엔지
정보산업용 광학기기	디지털 카메라	삼성전자, 삼성테크윈	삼양옵틱스, 한테크, 테크닉스, 국제광학, 부원광학, 세코닉스, 그린광학, 디오스텍, 창원옵텍
	카메라폰 카메라	삼성전자, LG전자, 팬택, 삼성전기, 삼성테크윈, LG 이노텍	코렌, 세키노스, 하이소닉, STMicro, 미네로바, 엠씨넥스, 한성엘컴텍, 디오스텍, 방주광학산업, 선양디엔티, 매직아이, 엠아이텍코리아, 디지털옵틱
	광 픽업	LG전자, 삼성전자, IM	한국전광, KJP, 해빛정보, 코웰, 월드테크, 세코닉스, 해성옵틱스
	투영 광학엔진	삼성전자, LG전자	세키노스, 일진, 신도리코, 잡코디, 아바텍, 디지털옵틱, 에이지광학
	BLU	삼성전자, LG Philips LCD, BOE-Hydis, 삼성전기	태산 LCD, 한성엘컴텍, 레이젠, 디에스엘시디, 한솔엘시디, 우영, 삼진 LND, 엔투에이, 화성전자, 엘앤에프
f-θ 광학모듈 복사기	삼성전자, 신도리코, 한국후지제록스, 캐논코리아	삼성전기, 부원광학, 부원광학, 세코닉스, 해성정밀	
미래 신수요 광학기기	인공위성 카메라	항공우주연구원	(주)세트렉아이, 표준과학연구원
	망원경	삼성테크윈, 천문연	삼양광학, 아남정밀, 한국전광, 해성산업, 부원광학, 표준과학연구원
	아시장비	ADD, 삼성탈레스	이오시스템, 삼성테크윈
	광계측기	삼성전자, LG전자	SNU 프리시전, 지우기술, 레이스스, 마부치코리아, 하나텍, 인텍
상관측기	삼성전자, LG전자	옵텔, 유상테크, 이오시스템, 정림광학, 토팩스, 협진정공	

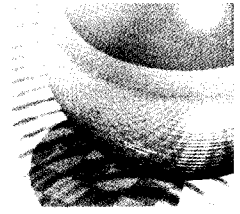


표 2-13은 정밀광학부품 및 모듈별 기업간 관계를 나타내었다. 정보산업용 광학기기의 완성품 생산업체는 삼성전자, LG 전자 등이며 삼성테크윈, 삼성전기, 삼성 SDI, LG 이노텍, 그리고 여러 합작회사를 통하여 핵심부품을 공급받고 있다.

마이크로 전자산업용 광학기기는 국내에서는 한광, 이오테크닉스 등 중소기업이 개발하여 반도체 및 FPD 공정장비 업체에 공급하고 있으며, 중소 광학업체들이 광학소자 및 광학계를 이들 업체에 공급하고 있다.

국내의 주요 광 정보저장장치 완성품 생산업체는 HLDS(Hitachi LG Data Storage)/삼성전자/TSST(Toshiba Samsung Storage Technology)등 3개의 업체이고 이들은 일본의 부품 생산 업체를 통하여 핵심부품인 발광소자/대물렌즈/수광소자 등을 수입하고 있으며 이 외의 정밀 광부품은 국내의 부품 생산업체와의

협력 개발하고 있다.

천체망원경이나 인공위성 카메라 같은 대형 정밀 광학계는 수요가 제한되므로 국내에서는 전문업체가 없다. 반도체, 디스플레이, 카메라폰 등의 공정에서 사용하는 광계측기들은 SNU프리시전 등의 중소형 전문업체들이 국산화하여 공정장비 업체들에게 납품하고 있다.

나. 정밀 광산업의 혁신지원 네트워크

향후 5년 이내 시장 활성화 제품군은 고해상도 디지털 카메라, 카메라폰 카메라, 레이저 프린트, FPD용 노광기, 레이저 미세 가공장치, 광계측기, 중형 망원경 등이다. 그리고 10년 이내 시장 활성화 제품군은 반도체용 노광기, 고해상도 인공위성카메라, 나노공정용 광계측기 등이다.

이들은 기존의 제품과 별도의 시장을 형성할 것이다. 하지만 관련 부품업체들이 전문화되어 기술력을 확보하지 못하면 시장을 주도하기 쉽지 않으므로 산학연의 긴밀한 협력과 정부의 전폭적인 지원이 필요하다 (그림 2-6 참조).

국외의 주요 정밀광학기기 완성품 업체들은 주로 일본, 미국, 네덜란드, 핀란드 등이며 5년 혹은 10년 후 제품들의 원천기술과 핵심부품을 확보하기 위하여 전 세계 관련 업체들을 상대로 연구협력 필요하다.

다. 정밀 광학기기 산업의 SWOT 분석

국내 정밀 광학기기 산업의 SWOT을 표 2-14와 같이 분석하였다. 그리고 정밀 광기술의 속성과 관련 산업체의

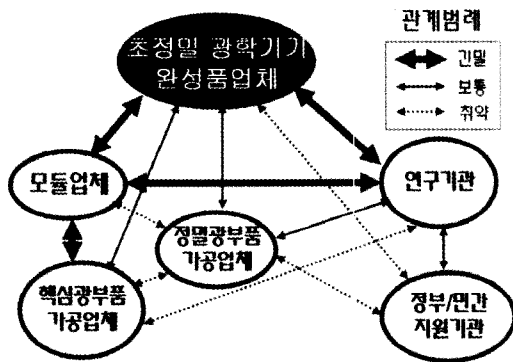


그림 2-6. 향후 10년 내의 시장 활성화 제품군에 대한 혁신네트워크

표 2-14. 국내 정밀광학기기 산업의 SWOT 분석

내부 강점 (Strength)	외부 기회 (Opportunity)
<ul style="list-style-type: none"> • 우수한 제조기술력 • 세계수준의 IT 및 NT 관련기술력 • 새로운 제품군 기술개발능력 우수 • 새로운 제품 수요가 활발한 사회 • 우수한 디지털 콘텐츠의 배포 특성 • 세계유수 기관과의 network 	<ul style="list-style-type: none"> • IT 산업 발전과 HDTV의 보급 • 디지털 광학기기 수요급증 • 중국, 인도시장의 확대 • 세계경제 호전으로 수요확대 • 첨단 융합기술 발전에 따른 새로운 수요 발생
내부 약점 (Weakness)	외부 위협 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> • 소재기술 부족 기반 취약 • 초정밀 광학기기 개발능력 부족 • 기술력 부족한 중소기업 중심임 • 기반시설 취약하고 전문가 부족 • 국제 표준화에 대한 대응 미흡 • 초정밀 광학기술에 대한 국가적 차원의 지원 부족 	<ul style="list-style-type: none"> • 선진국의 치열한 R&D 경쟁 • 선진국의 기술보호정책 • 일본의 기술개발 잠재력 • 중국, 인도의 고속성장에 따른 기술력 강화

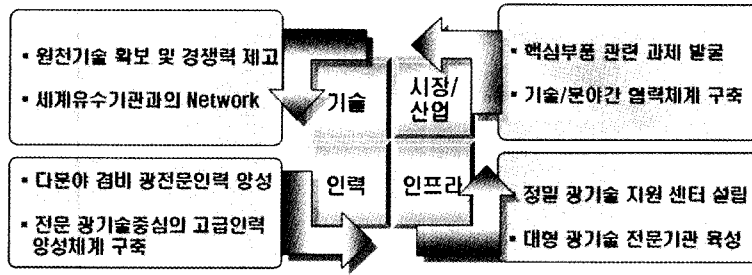


그림 2-7. 정밀 광산업의 당면과제

기술개발 관련 애로 사항들을 고려하여 그림 2-7과 같이 당면과제를 도출하였다. 먼저 디지털 기기 관련 핵심 광학기기 개발과제를 지속적으로 발굴하고, 광기술 전문인력이 매우 부족하므로 이를 위한 인력양성사업과 중소기업 기술지원을 위한 “정밀 광기술 센터” 설립을 추진한다. 그리고 국가적으로 수요가 발생하는 인공위성 카메라 및 천체 망원경 개발을 위한 대형 광기술 확보를 위한 전문기관 집중 지원하며, 디지털 광학기기 관련 국제 표준화를 강화한다.

3. 정밀 광산업의 Global 경쟁 Trend

초박형 카메라폰 렌즈, 고해상도 디지털 카메라, 고해상도 칼라 레이저 프린트, 고휘도 투사광학계, 레이저 가공용 광학계, blue-ray 광픽업 등 대량생산되는 초정밀 광학부품 및 광학계들의 역할이 커지고 life cycle이 더욱 짧아지고 있다.

소량이지만 초정밀 광기술의 집약체인 반도체 및 FPD 용 노광기, 고해상도 인공위성 카메라, 대형 천체망원경, near-field 광픽업 등의 개발을 위한 전문기관들의 산학연 연구협력이 더욱 강화될 것이다.

더욱 작고, 가벼우며, 고해상도인 광학계를 개발하기 위하여 재래식 구면 소자를 대체하는 비구면 소자와 반도체 공정기술을 이용하는 회절광학소자와 하이브리드형에 대하여 중점 연구중이다.

디지털 카메라, 휴대폰 카메라, 광픽업, 레이저 프린터 등 대량생산되는 광학계는 생산원가를 절감하기 위하여 모듈별로 발주하고 있다. 주문자는 주로 광학설계와 평가기술을 보유하고 있으며 생산비가 낮은 중국 등에 렌즈 모듈별로 주문한다. 렌즈, 프리즘, 거울 등의 단순 가공하

던 업체보다는 정밀한 계측기를 구비하여 조립 및 평가할 수 있는 업체들의 경쟁력이 높아지고 있다.

미국 등에서는 우주과학을 위한 거대 천체망원경 개발을 중점적으로 함으로써 관련기술 발전을 주도하고 있다. 직경 30 m 이상의 지상용 천체 망원경과 직경 6.5 m의 인공위성 카메라 개발이 시도되고 있으며, 대형 비구면 고속 연마기술, 광학기기용 신소재, 자외선 및 x-선 광학계 등의 개발에 의한 차세대 정밀 광학기기용 원천기술 확보에 주력하고 있다. 그리고 고집적 반도체용 차세대 리소그래피 광학계가 x-선 망원경 기술을 사용할 것이다.

4. 정밀 광산업 발전 비전

2015년에는 고해상도 3D 디스플레이, 고화소 카메라폰 등이 일반화되며, EUV 리소광학계, 해상도 0.4 m 인공위성 카메라, 직경 6 m 천체망원경을 자체적으로 개발할 수 있는 기술 선진국으로 진입할 것이다 (그림 2-8 참조).

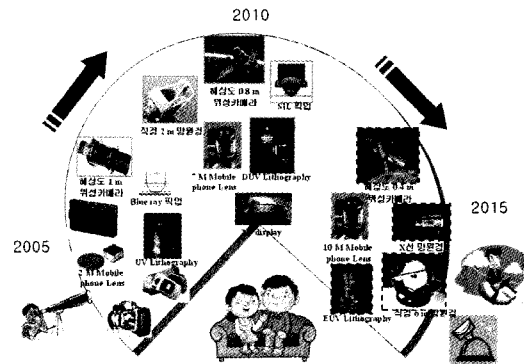
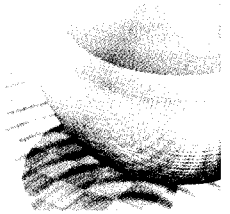


그림 2-8. 정밀 광산업의 미래상



세계 1위의 기술경쟁력 확보를 위한 기술혁신체제 구축

2015년 : 기술력 1위, 세계시장 점유율 20 %



그림 2-9. 정밀 광산업 vision 및 추진방향

IT 제품의 수요확대와 중국, 인도 등의 시장 확대, 그리고 광학제품들의 주기 단축으로 디지털 광학기기의 수요가 계속 증가할 것이다.

2015년 세계 1위 수준의 정밀 광기술산업 경쟁력을 확보하기 위하여 3개의 전략기술 분야와 인프라 구축을 다음과 같이 선정하였다 (그림 2-9 참조).

- 마이크로 전자산업용 광학기기 : 고집적 반도체와 대면적 FPD 산업에서 핵심역할을 하는 노광기와 레이저 가공기 등 개발
- 정보산업용 광학기기 : 고집적 광정보 입출력 장치 관련 산업에서 핵심 역할을 하는 휴대폰 카메라, DSC, 광픽업, 레이저 프린터 등 개발
- 신수요 광학기기 : 고해상도 인공위성카메라, 대형 천체 망원경, 융합기술용 초정밀 광계측기기 등 개발
- 인프라 구축 : 자유곡면 등 핵심 광학소자와 대형 광학계 개발을 위한 전문기관 집중지원, 중소기업 지원을 위한 광기술 센터 설립, 광기술 전문인력 양성 프로그램 개발, 국제 표준화지원 등

제3장 정밀 광산업의 전략분야 선정

1. 정밀 광산업의 전략 제품/기술 선정 방법론

전략 제품/기술 선정 기준은 IT, NT, BT, ST 등의 첨단 산업에서 초정밀 광학기술 응용제품의 세계시장 경쟁

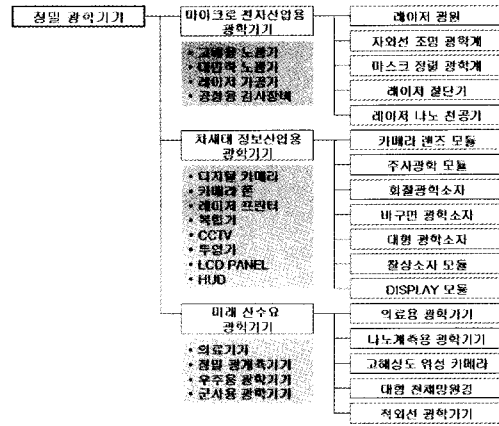


그림 3-1. 정밀 광학기기의 제품 계통도

력 확보 가능여부, 광학소자 및 광학계 관련기술의 원천 기술 확보 가능여부, 초정밀 광학기술은 물리, 기계, 전자, 재료 등의 복합기술이므로 기술 성숙도와 첨단 광학제품의 위험성, 난이도 정도, 그리고 초정밀 광학산업의 핵심 연구인력 양성 및 기술 인프라 구축 가능여부이다.

전략 제품/기술 선정 방법은 향후 5~10년 내의 시장 활성화 예측 제품군에 대하여 전략제품을 선정하며 각 제품의 시장성과 경쟁력 확보 가능여부를 가늠하여 선정하였다. 기술적 성숙도는 광학부품 및 광학계의 소자/설계/제작/평가 기술 등 전반에 걸쳐 세계적 기술 우위를 확보하고 있으며 각종 핵심 기술에 대한 원천기술 확보도가 우수한 제품을 선별하였다. 그리고 초정밀 광학부품 및 광학계 개발에 필요한 인프라의 필요성과 산업 수요에 대하여 투자가치의 효과정도를 시장 경쟁력을 기준으로 선별하였다.

2. 정밀 광산업의 제품/기술 계통도

정밀 광학기기는 마이크로 전자산업용, 차세대 정보산업용, 미래 신수요 광학기기로 분류하였으며 각각의 주요 제품을 나타내었다.

마이크로 전자산업용, 차세대 정보산업용, 미래 신수요 광학기기에서 핵심기술은 광학설계, 제작, 평가기술이며, 각각의 세부기술을 나타내었다.

정밀 광산업기술 로드맵

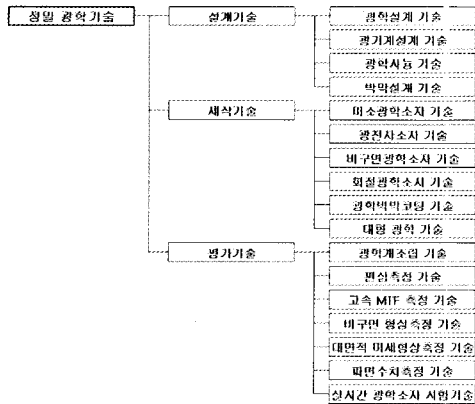


그림 3-2. 정밀 광학기기의 기술 계통도

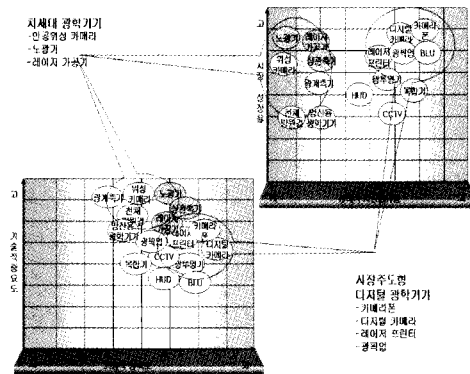


그림 3-3. 시장 및 기술 분석에 의한 전략제품 선정

3. 정밀 광산업의 포트폴리오 분석

가. 정밀 광학기기의 시장 경쟁력 분석

반도체용 노광기는 전량 외국에서 수입하고 있으며, FPD용 대면적 노광기는 일부 국산화하고 있으나 고가의 고해상도 노광기는 전량 수입하고 있음. 고집적 반도체와 FPD는 국가 핵심 성장동력이므로 관련업체의 성장세가 지속될 것이며 노광기의 높은 국산화요구에 따라 새로운 산업군이 형성될 것이다.

국내 디지털 카메라 시장은 가구당 보급률이 50%에 육박한 일본에 비해서 낮기 때문에 2007년까지는 성장할 것이며, 동유럽, 중국, 인도 등 새로운 시장에서의 수요는 계속되어 전 세계적으로는 2010년까지 매년 6%의 성장은 계속될 것으로 전망된다. 특히 급성장하는 아시아의 디지털 카메라 시장은 2배 이상 성장할 것으로 예측하고 있다. 삼성테크윈의 국내 시장점유율은 1위이며 중국 등 아시아에서 지속적인 성장에 예상된다.

카메라폰은 새로운 고화소급과 위성 DMB폰 등 신규모델의 출시로 새로운 시장이 형성되어 계속 고성장할 것으로 예상함. 국내의 삼성전자, LG전자, 팬택계열 등 휴대폰 업체들이 경쟁력을 회복하면서 양호한 수출에 따른 지속적인 시장 점유율을 유지할 것이다.

레이저 프린터의 경우 삼성전자 등의 매출이 급성장하고 있으며 IT 경기가 회복됨에 따라 국내외 시장규모도 확대되고 있음. 세계 시장점유율도 계속 증가할 것으로 예상함. 투영기의 경우 HDTV용은 시장이 축소되었지만

가정용 및 휴대용 소형 투영기 시장이 확대되고 있다.

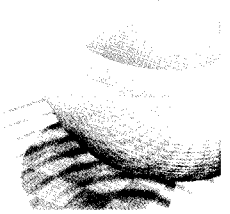
국내 업체는 기존의 광 정보저장장치인 CD-ROM 및 CD-RW 드라이브, DVD-ROM 드라이브는 물론 기록형 DVD 드라이브 생산량과 판매량에서 전 세계 시장을 선도. 향후 HD급 영상에 보급에 따라 HD 급 영상을 기록하기 위한 저장 매체로 고용량, 고배속 차세대 광 정보 저장장치의 필요성이 증대됨에 따른 시장의 확대가 예상된다.

나. 포트폴리오 분석 및 전략 제품/기술군 선정

그림 3-3은 정밀광학기기의 시장성과 기술성을 고려하여 전략제품을 선정하였다. 노광기, 레이저 가공기, 상관측기 등의 마이크로 전자산업용 광학기기는 시장 점유율은 낮지만 시장 성장률은 높다. 디지털 카메라, 카메라폰, 광픽업 등 정보산업용 광학기기는 시장점유율과 성장률이 모두 높으며, 위성 카메라, 천체 망원경 등은 시장점유율이 낮지만 시장 성장률은 비교적 높다.

노광기, 레이저 가공기, 상관측기 등의 마이크로 전자산업용 광학기기는 기술 성숙도는 비교적 높고 중요도는 매우 높다. 디지털 카메라, 카메라폰, 광픽업 등 정보산업용 광학기기는 기술적 성숙도는 높고 중요도도 비교적 높다. 그리고 위성 카메라, 천체 망원경 등은 시기술적 성숙도는 중간이지만 중요도는 매우 높다.

본 연구에서는 시장점유율이 높고 기술적 성숙도가 높은 카메라폰, 디지털 카메라, 레이저 프린터, 광픽업을 시장주도형 광학기기로 선정하였으며, 시장점유율은 낮지



비지	경쟁력 확보용 경기기술 개발	차세대 원천기술 개발	세계 1위의 기술력 확보						
분야	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
전자산업용 광학기기	변도제 나노전극 절단기 개발 (2 um)					변도제 나노전극 절단기 개발 (0.5 um)			
정보산업용 광학기기		LCD/POP 검사장치 (1 um)				LCD/POP 검사장치 (300 nm)			
신수요 경쟁기기		해상도 0.7 m 인공위성 카메라 직경 2 m 천체 망원경 자동차용 주안전선천후 카메라 자유곡면 광소자 개발				해상도 0.4 m 인공위성 카메라 직경 6 m 천체 망원경			
인프라 구축		정밀광학기기 국제 표준화				광학설계 및 광전자 인력양성 디지털 광전자 기술지원센터 구축 대형 정밀광기술센터 구축 (직경 2 m)			

그림 4-1. 정밀광산업의 로드맵

만 기술적 중요도가 높은 인공위성 카메라, 노광기, 레이저 가공기 등을 차세대 광학기기로 선정하였다.

산업 제품/기술	선봉/목신	2006-2009	2009-2012	2012-2015	핵심기술	주요
레이저 가공기	레이저 나노전극 절단기 개발 (2 um)		레이저 나노전극 절단기 개발 (0.5 um)		레이저 나노전극 절단기 개발	레이저 나노전극 절단기 개발
	레이저 절단기 개발 (2 um)		레이저 절단기 개발 (0.5 um)		레이저 절단기 개발	레이저 절단기 개발
	레이저 절단기 개발 (1 um)		레이저 절단기 개발 (0.5 um)		레이저 절단기 개발	레이저 절단기 개발
노광기	변도제 나노전극 절단기 개발 (2 um)		변도제 나노전극 절단기 개발 (0.5 um)		변도제 나노전극 절단기 개발	변도제 나노전극 절단기 개발
	LCD/POP 검사장치 (1 um)		LCD/POP 검사장치 (300 nm)		LCD/POP 검사장치 (300 nm)	LCD/POP 검사장치 (300 nm)
	LCD/POP 검사장치 (1 um)		LCD/POP 검사장치 (300 nm)		LCD/POP 검사장치 (300 nm)	LCD/POP 검사장치 (300 nm)

그림 4-2. 전자산업용 광학기기의 로드맵

산업 제품/기술	선봉/목신	2006-2009	2009-2012	2012-2015	핵심기술	주요
카메라	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
정보산업용 광학기기	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화

그림 4-3. 정보산업용 광학기기의 로드맵

제4장 정밀 광산업 전략 제품/기술의 로드맵

1. 정밀 광산업의 로드맵

그림 4-1은 정밀광학기기의 비전과 세부분야별 세부 로드맵을 나타내었다. 그림 4-2, 4-3, 4-4, 4-5는 세부 제품과 기술별로 로드맵이다. 주요 제품에 대하여 주요기술의 성능과 특성을 연도별로 개발계획을 나타내었다.

산업 제품/기술	선봉/목신	2006-2009	2009-2012	2012-2015	핵심기술	주요
인공위성 카메라	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
대형 천체 망원경	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화
	정밀광학기기 국제 표준화				정밀광학기기 국제 표준화	정밀광학기기 국제 표준화

그림 4-4. 신수요 광학기기의 로드맵

제 5 장 정밀 광산업의 기술혁신 추진전략

1. 제품/기술 차원의 R&D 방안

마이크로 전자산업, 차세대 광정보산업, 신수요 산업 등에서 핵심기술과 제품에 관련된 R&D 현황과 기술수준, 세부 기술개발 추진내용, 산업화 추진 방향에 대하여 다음과 같이 정하였다.

산업 제품/기술	선봉/목신	2006-2009	2009-2012	2012-2015	핵심기술	주요
전문기술 육성	정밀 광기술 센터	정밀 광기술 센터	정밀 광기술 센터	정밀 광기술 센터	정밀 광기술 센터	정밀 광기술 센터
	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터
인프라 구축	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터
	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터	정밀 광기술 지원센터

그림 4-5. 정밀광학기기의 인프라 구축 로드맵

- 정부 주도하에 세계 시장 주도가 가능한 소형 디지털 광학기기를 산학연 협력으로 개발함
- 차세대 광학소자와 대형 광학기기 등의 원천기술 확보를 위한 전문 연구기관을 중점 지원함
- 개발 초기부터 수요자인 대기업과 개발기관인 중소기업이 함께 추진함

2. 기반조성 차원의 기술혁신 방안

광기술업체의 60% 정도가 수도권에 위치하므로 이들 업체에 근접한 지역을 중심으로 핵심기술 개발을 위한 전문기관 집중육성과 중소 광산업체 기술개발 지원을 위한 광기술지원센터 설립을 추진한다.

대형 광학기술을 보유한 미국, 디지털 기술의 세계 최고인 일본, 그리고 광기술 관련 know-how를 많이 보유한 유럽 등과 공통핵심기술과 첨단 광학기기 개발을 위한 전략적 국제협력을 확대한다.

한국광학회, 광학기기협회, 광기술 전문연구소, 대학교 등을 활용하여 관련되는 외국기관과의 기술교류를 통한 상호협력을 강화한다.

정밀 광기기는 대부분 첨단 산업제품의 핵심부품이므로 국제화에 의한 표준화 대상이다. 표준화 대상을 시급성과 핵심정도를 고려하여 선택하며 전문기관을 중심으로 중단기적으로 광학기기의 표준화를 진행하는 것이 매우 효과적이다.

대형 광학계는 기술 특성상 관련기술 수준이 높은 표준 과학연구원을 집중지원하여 단시간 내에 선진국 수준으로 발전시킨다.

광기술 인력이 매우 부족하므로 지역적으로 산업체와 인접한 인하대의 광기술교육센터를 활용하여 광학설계, 광전자기술, 광학기기기술 등을 집중 교육하는 것이 효과적이다.

수도권의 중소 광산업체를 지원하기 위한 전문 광기술 지원센터 설립이 필요함. 대기업과 연계성이 높고 매우 신속하게 기술을 지원하려면 인접지역에 전문 인력과 시설이 있어야 가장 효과적이다.

전문기관을 중심으로 차세대 원천기술 특허를 확보하며, 광기술지원센터에 의한 산학연 과제 발굴 및 수행에 의한 지식재산권을 확보한다.

3. 사업화를 위한 산업진흥 방안

- 산업구조 변화로 인한 애로요인 및 해결방안 : 정밀 광학기기는 IT, NT, BT 등 첨단산업제품의 핵심부품이므로 시장성과 기술성이 높지만 제품주기가 비교적 짧다. 제품의 단가와 품질을 향상시킬 수 있는 새로운 광소자의 개발과 부품 및 시스템 업체간의 유기적인 협조에 의한 품질경쟁력 향상이 효과적인 해결 방법이다.
- 대·중소기업간 관계에서 오는 애로요인 및 해결방안 : 광부품 공급을 주로 하는 중소기업은 대기업에 구조적으로 매우 밀접하게 협력할 수 있어 비교적 안정적이지만, 새로운 업체들의 시장진입이 어려운 면이 있다.
- 기업역량 차이에 따른 애로요인 및 해결방안 : 기술력과 연구비가 부족한 대부분의 광기업체들은 전문기술을 특성화하고 외부 전문가와 연구시설을 유기적으로 네트워크 함으로써 경쟁력을 향상시키는 것이 유일한 방법이다.
- 혁신 네트워크로부터의 소외로 인한 애로요인 및 해결방안 : 광산업은 경쟁이 치열하므로 기술개발을 가속화하여 혁신 네트워크의 중심에 있도록 계속적으로 노력하는 것이 유일한 해결방법이다.

약 령



이윤우

1985년 한국표준과학연구원에 입원하여, 1994년 KAIST에서 물리학으로 박사학위를 취득하였고, 영상그룹, 광도 영상그룹, 나노광계측그룹장을 역임하였다. 현재는 우주광학연구단의 단장을 맡고 있다.
yylee@kriss.re.kr