

BA 414

2005 미래유망 사업화아이템 이슈분석

LED

디스플레이/조명용 반도체광원의 상업화를 위한
선결과제

노현숙·고병열·백종협



한국과학기술정보연구원

머 리 말

21세기는 지식과 정보가 그 국가의 경쟁력을 좌우하는 지식기반 산업사회로 나아가고 있으며, 최고가 아니면 살아남을 수 없는 무한 경쟁시대가 되어가고 있습니다. 우리나라가 이러한 변화 속에서 생존하기 위해서는 국가경쟁력 강화가 필수 불가결한 것으로 인식되고 있으며, 이를 위해서는 선진국형 고부가가치 산업의 육성이 절실히 요구되고 있습니다.

이러한 시대적 요구 속에서 한국과학기술정보연구원에서는 우리나라가 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록, 미래유망 사업화 아이템을 도출·선정하고 이에 대한 심층분석정보를 제공하고 있습니다. 이를 통해, 국가 과학기술 확산은 물론 국제경쟁력을 극대화시키기 위해 노력하고 있습니다.

미래유망 사업화아이템 이슈분석사업의 일환으로 출간되는 본 보고서는 LED 산업 발전에 많은 기여를 할 것으로 전망되고 있어, 많은 주목을 받고 있습니다. LED는 학문분야에서는 연구의 수단으로, 산업분야에서는 기술개발의 도구로 점차 그 활용 폭을 확대해나가고 있습니다. 이와 같이 LED는 여러 산업들에 파급효과가 매우 커서, 국가 산업 측면에서 중요성이 부각되고 있습니다.

본 보고서는 미래유망 사업화아이템의 도출과정 및 선정경위와 LED에 대한 기술·시장의 분석, 이슈분석을 통해 체계적이고 심도 있는 분석정보를 제공하고자 하였습니다. 본 연구의 결과가 관련 과

학기술정보를 국내에 확산시키고, 이와 아울러, 관련 산업의 국제경쟁력 증대에 작으나마 도움이 되었으면 합니다.

끝으로 본 보고서는 노현숙 선임연구원, 고병열 선임연구원, 한국광기술원 백종협 박사가 공동 집필한 것으로서, 이 분들의 노고에 감사드리며, 수록된 내용은 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2005. 11.

한국과학기술정보연구원

원장 조영화

목 차

I. 서 론	1
1. LED의 개념 및 분석 필요성	1
2. 분석방법	2
II. 선정 과정	5
1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스	5
가. 프로세스 설계의 배경	5
나. 정성적 프로세스	7
다. 정량-정성적 프로세스	10
2. LED(Light-Emitting Diode)의 선정과정	14
가. 분석대상의 선정 : 특허추세 분석	14
나. 메가트렌드 분석 : SOU 분석	15
다. 유망아이템 후보군 도출 : 부상키워드 및 동시발생분석	18
라. 유망아이템 선정	21
III. 산업 시장 분석	23
1. 개요 및 특성	23
가. 시장의 개요	23
나. LED 산업 특성	25
2. 동향 및 전망	26
가. 최근 시장동향	26
나. 향후전망	30

IV. 이슈 분석	37
1. 이슈의 제기	37
2. 디스플레이/조명용 반도체 광원의 상업화를 위한 선결과제	38
가. LED 디스플레이 이슈 - 중대형 LCD BLU용 LED	38
나. LED 조명 이슈 - 자동차 전조등용 LED	40
다. LED 조명 이슈 - 일반조명용 LED	42
V. 결 론	47
참고 문헌	49

표 목차

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스	12
<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준	13
<표 2-3> 미국특허 C 코드 분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징	14
<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군	19
<표 2-5> 유망아이템 선정평가표	22

그림 목차

<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법	8
<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스	9
<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준	10
<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드	15
<그림 2-5> 정체코드의 SOU 분석결과	16
<그림 2-5> 부상코드의 SOU 분석결과	16
<그림 3-1> 응용분야별 LED 시장현황 (2004년)	24
<그림 3-2> LED 제품체인	26
<그림 3-3> LED 주요 응용분야의 시장전망	30
<그림 3-4> 자동차 전조등용 LED 수요전망	32
<그림 4-1> LCD 패널에서 대형화에 따른 BLU의 가격비율 증가	39
<그림 4-2> 30인치급 LCD BLU에서 광원이 차지하는 가격비율	40
<그림 4-3> 향후 조명시장 전망	43
<그림 4-4> 백색 LED의 기존 조명기구에 대한 가격 경쟁력	45

I. 서 론

1. LED의 개념 및 필요성

- LED (lighting emitting diode)는 반도체 p-n 접합소자로서 전기 에너지를 빛에너지로 바꿔주는 발광반도체임.
- 차세대 조명용 후보광원으로 평가받는 LED는 에너지 고갈 및 환경오염의 위기 시대에 대응하는 전략적 기반기술 산업임.
 - LED는 에너지 변환효율이 높아 전기에너지 절감에 유리하여 조명을 필요로 하는 가전기기, 자동차, 건축, 의료기기 등 산업 전반에 걸쳐 응용되는 산업임.
 - 잠재시장인 가정용 및 사무실 조명까지 감안하면 LED는 메모리 반도체를 능가하는 거대한 부품소재 시장을 형성할 것으로 기대되는 미래유망 산업임.
 - 각국에서 국가차원의 과제로 지원되고 있는 전략산업이며 특허에 의한 기술쇄국정책이 심함.
- 기술적, 산업적 장점으로 인해 빠른 속도로 조명등을 대체하고 있는 실정임.
 - 휴대가전기기, 신호등, 전광판, 자동차 내장램프 등은 이미

2 LED(Light-Emitting Diode)

LED로 대체되었거나 교체 중

- LCD 백라이트 및 자동차 전조등 등 고성능의 LED가 필요한 분야에서도 상용화가 급진전을 이루고 있음.
 - 향후 5년 이내 일반 가정에도 LED가 보급될 것으로 보이나 지속적인 성능 개선 및 원가절감이 이루어져야 함.
- 현재 LED는 기술 선진국에 의한 특허 원천봉쇄와 후발국에 의한 저가공세가 치열하여 국내 기업의 경쟁력을 향상시키기 위한 인적, 물적 인프라 확충이 시급함.
- 본보고서에서는 향후 LED 시장을 견인하고 사업판도를 변화시킬 것으로 예상되는 중대형 LCD용 BLU, 자동차 전조등, 일반 조명 분야에서 LED 제품의 상품화를 위한 선결 조건과 전략을 제시하는 데 목적을 두었음.

2. 분석 방법

- 본 연구에서는 차세대 조명용 후보광원으로 평가받는 반도체 소자인 LED(Light-Emitting Diode)에 대하여 분석하였음.
- “II 선정 과정”에서는 미래 유망 사업 아이템으로서 LED가 선정된 경위에 대하여 기술하였음. 사용된 주요 방법론은 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD(Knowledge Discovery in Database)/KM(Knowledge Mapping)측면의 접근 방법론이었으며, 미국특허의 IPC 분류상 C코드를 대상으로 하였음.

- "III 산업 시장 분석"에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI) 보유 문헌 분석, 국내외 조사전문기관의 발표자료 분석, 전문가 자문 및 업계실태조사 등의 방법을 통해 산업·시장의 동향을 파악하고 전망하였음.

- "IV 이슈 분석"에서는 LED 응용 분야를 대상으로, 향후 LED 시장을 견인할 것으로 예상되는 중대형 LCD용 BLU, 자동차 전조등, 일반조명 분야에서 LED 제품의 상품화를 위한 이슈를 분석하였음.

II. 선정 과정

1. 유망아이템 발굴/평가 프로세스

가. 프로세스 설계의 배경

- 미래 유망 사업아이템(이하 아이টে으로 칭함) 발굴 프로세스는 연구기관별 채택하는 방법론에 따라 상이하게 나타나고 있지만, 기본적으로 ① 환경분석(메가트렌드 분석), ② 유망 아이টে 후보군 발굴, ③ 평가/우선순위결정으로 구성됨.
- 국내 주요 연구기관의 미래 유망아이টে 발굴 방법론은 해외예측기관의 발표자료를 종합하는 방법 또는 전문가 위원회의 구성을 통한 정성적 접근방법 등이 매우 중요시되고 있음.
 - 해외의 경우는, 전문가 위원회의 활용이 매우 체계적인 것으로 파악되지만, 정성적 접근이 중요시되는 점은 국내의 경우와 크게 다르지 않음.
- 이러한 정성적인 전문가 위원회의 활용은 각종 의사결정에 있어서 장점이 많은 방법이지만 절차의 복잡성과 과도한 시간 및 비용 소요, 소수 전문가의 과도한 영향력 발휘에 의한 왜곡 등의

6 LED(Light-Emitting Diode)

단점이 있음.

- 따라서 최근에는 전형적인 전문가 위원회 구성 방식 이외에 설문 통계분석, 기술연관분석(고병열, 2003), KDD(Knowledge discovery in database)/KM(Knowledge Mapping), Bibliometrics 등 보다 정량적이고 객관적인 방법이 주요 의사결정 시스템에 많이 도입되고 있음.
- 이 중에서 최근 주목받고 있는 방법은 방대한 과학기술정보를 수록한 과학기술 DB 데이터를 대상으로, Bibliometrics, Text mining, Mapping기법을 활용하여 보다 객관적인 사실을 도출하고자 하는 KDD방법임(Porter, 2004; 윤문섭, 2004, Yoon, 2005; 윤병운, 2005; NISTEP, 2003).
- 그러나, “미래 유망아이템”의 경우, 다양한 사회현상과 밀접하게 연관되어 있기 때문에 시스템화된 정량적 발굴 프로세스를 100% 적용하기란 사실상 어려운 점이 있음.
- 따라서, 효과적으로 미래유망 아이템을 발굴하기 위해서는 정성적 프로세스(주지한 바와 같은 단점이 존재하지만) 및 정량적 프로세스와 병행하여 사용할 필요가 있음.
- 이에 따라, 본 보고서에서는 유망아이템 발굴에 대한 정성적 프로세스와 정량적 프로세스를 모두 적용하였음.

- 한편, KDD/KM 등의 활용을 통한 정량적 프로세스의 적용은 기술분석 및 기술기획 관련 정책제언에 주로 적용되어 왔으나, 유망아이템 발굴과 같은 산업/시장분석¹⁾ 측면으로의 활용은 현재까지 전무함.
- 따라서, 본 보고서에서의 정량적 프로세스는 이에 대한 최초의 시도로 볼 수 있음.
- 종합하면, 본 보고서에서 개발한 미래유망 아이템 발굴 프로세스는 정성적 프로세스 및 정량-정성적 프로세스로 나뉘어짐.
- 정성적 프로세스를 통하여 IT 및 관련 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였고, 정량-정성적 프로세스를 통하여 화학-금속-바이오 산업분야 15대 유망아이템을 발굴하였음.

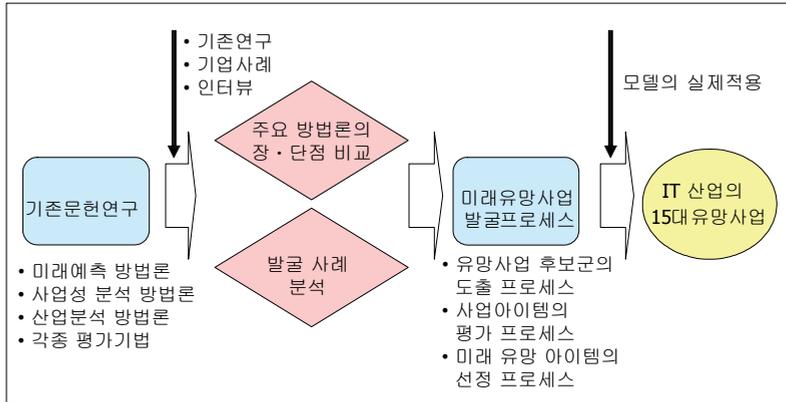
나. 정성적 프로세스

- 정성적 프로세스는 미래 유망사업의 선정과 관련한 국내외 각종 기관 및 컨설팅사의 방법론을 분석·비교하여 장단점을 파악한 후, 통합 프로세스를 고안하는 형식으로 개발하였음(<그림 2-1>).

1) 예를 들어, 산업구조분석, 시장수요예측, 시장기회/위협요인 분석, 메가트렌드 분석 등이 해당되며 “유망아이템의 발굴”은 이러한 다양한 산업/시장분석 방법론이 종합된 형태로 볼 수 있음.

8 LED(Light-Emitting Diode)

<그림 2-1> 정성적 프로세스 개발 방법



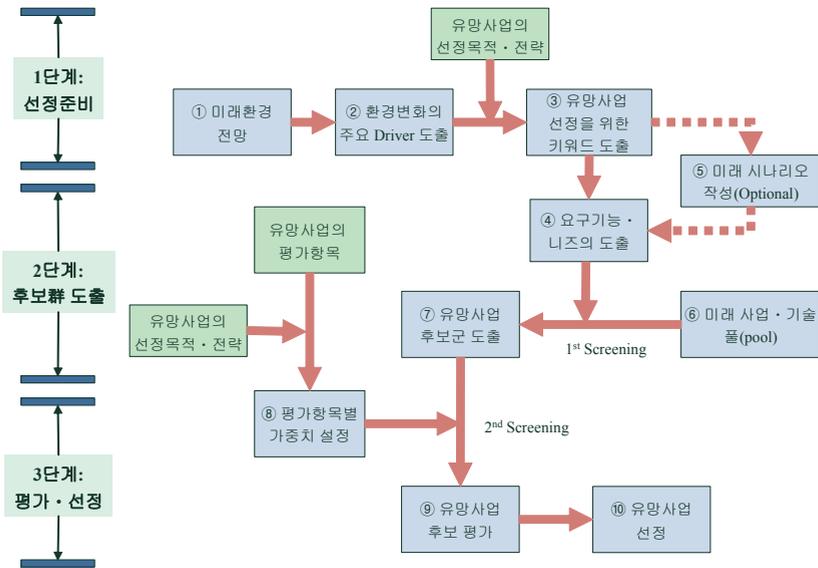
자료 : 삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005, p.2.

- 개발된 프로세스를 IT 및 관련산업에 적용하여 15대 미래유망사업 아이템을 도출하였음.
- 문헌고찰, 사례연구, 전문가 브레인스토밍, 과거 시장자료 DB 분석 등의 연구방법을 주로 사용하였음.
- 정성적 유망아이템 발굴 프로세스는 1) 선정준비, 2) 후보발굴, 3) 평가·선정의 3 단계에 걸쳐 총 10개의 세부모듈로 구성됨.2)
 - 선정준비 단계 : 미래환경전망, 환경변화의 주요 動因 도출, 유망사업 선정을 위한 키워드 도출
 - 후보발굴 단계 : 미래 시나리오 작성, 요구기능니즈 도출, 대상

2) 한국과학기술정보연구원과 삼성경제연구소가 공동으로 개발하였음.

- 산업의 미래 사업기술목록 작성, 유망사업 후보군 도출
- 평가선정 단계 : 평가항목별 가중치 설정, 후보사업 평가, 유망사업 선정.

<그림 2-2> 정성적 유망아이템 프로세스

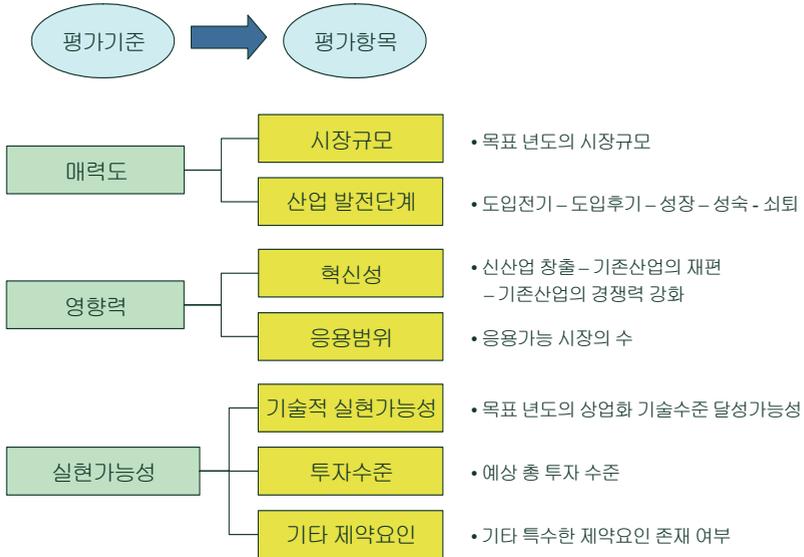


자료 : 삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005, p.29.

- 선정단계에서 유망성 평가기준은 매력도(시장규모 및 산업발전단계), 영향력(신사업 창출 가능성, 사업응용 범위), 실현가능성(국내 기술수준, 투자수준, 기타 제약요인)으로 설정하였음(<그림 2-3> 참조).

10 LED(Light-Emitting Diode)

<그림 2-3> 선정단계에서의 유망성 평가기준



자료 : 삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005, p.46.

다. 정량-정성적 프로세스

○ 동 프로세스의 개발은, 상용화에 근접한 기술을 파악할 수 있는 특허 DB에 미래 유망아이템의 후보군이 존재한다는 기본 개념에서 출발함.

- 대상 특허 DB는 미국특허이며, 이 중 IPC C 코드로 한정하였음.
즉, 산업분야로 볼 경우, 화학, 금속, 바이오 산업의 영역으로 볼 수 있음.

- 특허는 IPC라는 기술분류 체계를 따르고 있기 때문에, 이를 산업 /제품 분류 체계와 연관 지을 경우 매우 유용한 결과를 도출할 수 있음.
 - 즉, 최근 들어 급격히 부상하고 있는 특허 분류코드 및 키워드들을 파악하고 이들을 산업/제품 분류체계에 대응시킬 경우 미래 유망아이템 후보군을 도출할 수 있고, 해당 기술/산업 분야의 메가트렌드를 파악할 수 있게 된다는 의미임.
 - 이는, “현 시점에서 기술혁신 활동이 활발한 기술분야와 연관된 산업/제품이 미래 유망산업/제품이 될 가능성이 높다”³⁾는 의미와 상통함.
 - 이상과 같이 후보군이 도출되면 간단한 평가지표를 사용하여 우선순위를 결정하였음.
- 이상의 기본 개념을 바탕으로 <표 2-1>과 같이 유망아이템 발굴 프로세스를 설계하였음⁴⁾.
 - 기술-산업 연계구조 및 특허 키워드 분석 등 KDD/KM 측면의 접근을 시도한 것을 특징으로 함.

3) 가능성이 높다는 측면에서 유망아이템 후보군이라는 표현을 사용하였으며, 이후의 선정 단계에서 유망아이템을 최종 발굴한다.

4) 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, 863-887.

12 LED(Light-Emitting Diode)

<표 2-1> 정량-정성적 유망아이템 발굴 프로세스

단계	내용	방법론	
① 분석대상 선정	최근 10년간 출원빈도가 급증하는 IPC 분류코드 (부상코드)와 정채되어 있는 분류코드(정채코드)의 선정	· 특허추세분석	정 량 적
② 메가트렌드 분석	부상코드와 정채코드의 IOM/SOU 분석을 통하여 기술혁신 추세변화가 산업에 미치는 영향을 분석	· IOM/SOU* 분석 (기술-산업연계구조 분석)	
③ 유망아이템 후보군 도출	부상코드 내에서, 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드) 및 이들간의 동시발생분석 분석결과를 대상으로 하여 산업적으로 의미있는 아이템화하여 도출	· 키워드 분석 · 키워드 동시발생분석	
④ 유망아이템 선정	유망아이템 후보군을 대상으로 메가트렌드 부합도, 시장규모, 시장성숙단계, 기술의 혁신성 등의 평가지표를 사용하여 스크리닝	· 주요 평가지표를 사용한 평점모형	정 성 적

주* : 캐나다 지적재산권 관리국에서는 1972년부터 1995년까지 출원된 30만건 이상의 특허에 대해서 각 기술의 IPC 분류 코드를 해당 기술이 개발된 산업(Industry of Manufacture : IOM)과 그 기술이 활용되어지는 산업(Sector of Use : SOU)으로 분류하였음. Yale 대학에서는 이를 차용하여 IPC 분류 코드가 특정 IOM-SOU 조합으로 분류될 확률을 계산하였고, IPC 분류에 따른 특허자료를 연관된 IOU-SOU 행렬로 변환하는 공정을 최종 완성하였음(Johnson, 2002).

자료: 고병열, 노현숙, "기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴," 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.873.

- 발굴된 유망아이템 후보군으로부터 평가과정을 거쳐서 최종적으로 유망아이템의 우선순위를 결정하는 과정(④)은, 아이템의 매력도 및 영향력 등을 객관적으로 가늠할 수 있는 평가 지표를 도출한 후 이에 따라 후보아이템별로 평점을 부여하고 합산하는, 평점모형 방식으로 수행하였음.
- 이 단계에서는 DB의 정량적 활용이 어려워 기존의 모형(김은선 외, 2004; 삼성경제연구소, 2005)을 간략한 형태로 적용하였음(<표 2-2>).

<표 2-2> 유망성 평가지표별 평가기준

평가지표	평가 기준					
	5점	4점	3점	2점	1점	0점
세계 시장규모 (단위: 억달러)	300 이상	100 ~ 299	10 ~ 99	1 ~ 9	1 미만	
발전단계	성장기	도입후기	도입전기	성숙기		쇠퇴기
				현시점이 도입기인 경우	현시점이 성장기인 경우	
혁신성 ⁵⁾	Radical (신산업창출)		Disruptive (기존산업 재편)		Sustaining (기존산업의 경쟁력강화)	
메가트렌드 부합도	B2C화				부합	비부합
	바이오화				부합	비부합
	서비스화				부합	비부합

5) 기술의 혁신성이 높을수록 미래의 신산업 창출로 연결가능성이 높을 것으로 판단하여 높은 점수를 부여

14 LED(Light-Emitting Diode)

자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.874.

2. LED(Light-Emitting Diode)의 선정과정

- LED는 화학, 금속, 바이오 산업에 속하는 아이템으로서, 앞서 제시한 프로세스 중 정량-정성적 프로세스를 통하여 발굴되었음.

가. 분석대상의 선정 : 특허추세 분석

- 미국특허 IPC C 코드 분야의 전 특허를 대상으로 유망아이템을 발굴하는 것은 사실상 불가능하므로, 1990년~2001년까지의 출원 동향을 조사하여 부상코드와 정체코드를 파악하였음(<표 2-3>, <그림 2-4>).

<표 2-3> 미국특허 C 코드 분야 정체코드 및 부상코드의 내용 및 특징

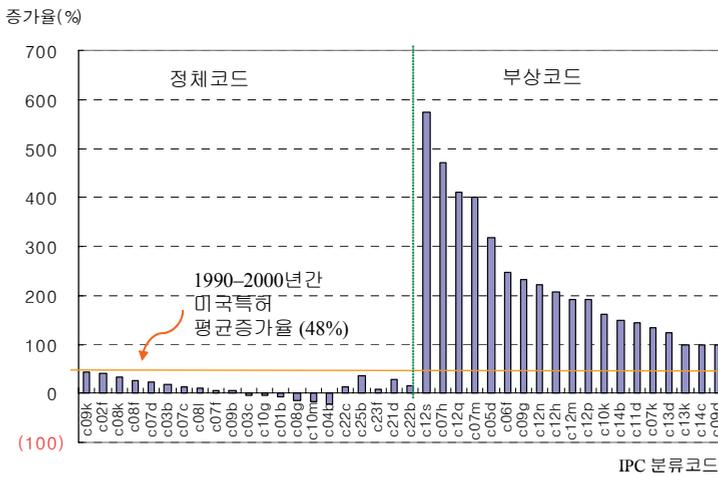
구분	내용	특징
정체 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 낮은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C09K, C02F, C08K, C08F, C22C 등 염료, 페인트, 불포화 고분자 화합물, 탄화수소유기 분해 증류정제 등의 전통적 화학공학 관련 기술군과 금속제조 정제, 표면금속 처리 등의 금속공학 관련 기술군을 포함.
부상 IPC 분류코드군	1990~2000년간 미국 특허의 평균 증가율(48%)에 비해 높은 증가율을 보이는 분류코드에 속한 기술	C12S, C07H, C12Q, C07M, C12N, C12H 등 당류, 유도체, 펩티드, 효소, 미생물 측정 시험 방법 등 유기화학 또는 생화학; 미생물학; 유전자공학 관련 기술군 포함.

자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.875.

16 LED(Light-Emitting Diode)

- 부상코드 및 정체코드의 기준은 미국특허 전체의 1990~2000년 10년간 평균 증가율인 48%를 기준으로 하였으며, 사용한 프로그램은 한국과학기술정보연구원에서 개발한 기술문헌정보분석 S/W인 KITAS™이었음.

<그림 2-4> 미국특허 C코드 분야의 정체코드 및 부상코드



자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.875.

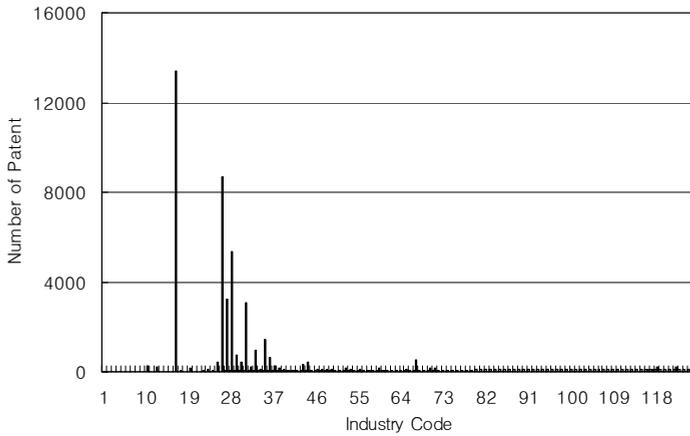
- 이후, 부상코드와 정체코드의 활용산업분야(SOU)를 분석하여 산업의 메가트렌드를 파악하고, 부상코드 내에서의 키워드 분석을 통하여 유망아이템 후보군을 발굴하였음.

나. 메가트렌드 분석 : SOU 분석

- OTC 프로그램을 활용하여 특허기술 분류 코드를 기술이 활용

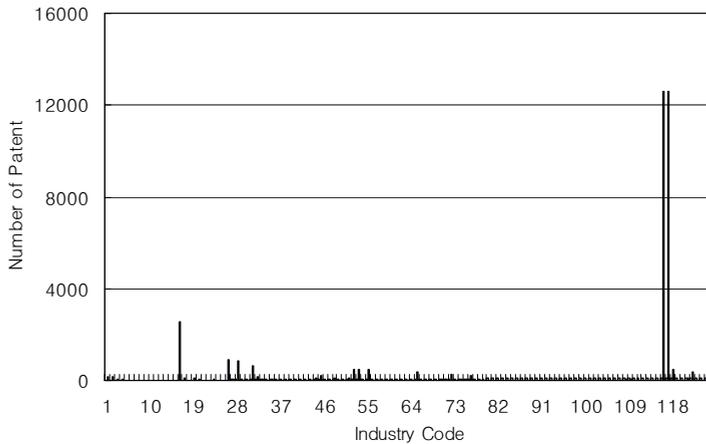
되는 산업분야(126개 ISIC 산업분류)로 변환하였으며, 그 결과는 <그림 2-5, 6>에 제시하였음.

<그림 2-5> 정체코드의 SOU 분석결과



자료: KISTI 작성

<그림 2-6> 부상코드의 SOU 분석결과



자료: KISTI 작성

18 LED(Light-Emitting Diode)

- 1번부터 15번까지는 농림수산업이고, 16번부터 44번까지는 제조업 중 화학, 섬유, 금속에 해당하며, 45번에서 66번까지는 전자, 기계 산업, 그 이상은 유틸리티 및 서비스업에 해당됨.
- 분석결과 부상코드와 정체코드는 드라마틱하게 다른 SOU 경향을 보이고 있음을 알 수 있었음.
 - 정체코드는 기술이 개발된 산업분야(화합물 제조 분야, 20-30번대 산업코드)에서 대부분 활용이 이루어지는데 반해, 부상코드는 기술이 개발된 산업분야에서 활용되는 확률은 정체코드거 주에 비하여 대폭 줄었고, 타 산업, 즉, 116, 117번의 Health&Wellness 분야에 집중적으로 SOU가 분포되고 있음
 - 이 결과를 통해 화학산업의 향후 전개방향을 읽을 수 있음. 과거 주력산업이었던 정체코드는 B2B형 화학산업으로서, 타 산업과의 융합은 거의 일어나지 않은 반면, 향후의 경향은, 서비스 산업, 그 중에서도 웰빙시대의 건강분야와 직접 연결되는 바이오 관련 산업이 유망성이 높음이 제시되고 있음.⁶⁾
- 즉, 화학, 금속 및 바이오(IPC C코드) 분야의 미래 메가트렌드는 최근의 부상코드 관련 기술개발에 힘입어, “제조업의 서비스화, B2C 형 산업의 진전, 바이오 관련 산업 성장” 등의 키워드로 요약됨.

6) 최근 들어 해외컨설팅사 등에서 제조업의 서비스화의 유망성에 대한 논의가 많이 진행되고 있어, 본 연구의 결과를 반증함.

다. 유망아이템 후보군 도출 : 부상키워드 및 동시발생분석

- 유망 후보군 도출은 특허 부상키워드 분석과 추출된 키워드 간의 동시발생(co-occurrence)분석의 2단계를 통해 이루어졌음.
- 특허 부상키워드 분석과정
 - 부상분류코드에서 1990년에 발생한 키워드 및 2000년에 발생한 키워드를 자연어 처리 방식으로 추출하여 1990년 대비 2000년에 새로이 출현한 키워드(부상키워드)를 빈도수로 정렬
 - 이와 같은 방식으로 하여 도출한 키워드 중, 산업적으로 의미있는 아이템으로 볼 수 있는 키워드를 선별하여 도출
- 키워드 동시발생 분석과정
 - 첫 번째 단계인 키워드 분석에서 직접적으로 도출되지는 않지만 상호 동시발생하는 키워드간의 연관도 분석을 통해 산업적으로 의미있는 아이템을 간접적으로 추출하는 과정
 - 첫 번째 단계에서 추출된 1990년 대비 2000년에 새롭게 출현한 키워드들을 동시발생 매트릭스(co-occurrence matrix)를 활용, 연관있는 키워드들끼리 묶어 그룹화한 후, 각 그룹에서 유의미한 아이템을 추출해내는 방식
 - 각 그룹의 의미에 대한 검증을 위하여 키워드 그룹로부터 아이템을 추출하는 과정에서는 해당기술분야 전문가들의 의견 수렴

20 LED(Light-Emitting Diode)

과정(peer review)을 거쳤음.

- 이상의 결과로 <표 2-4>와 같이 총 28건의 유망아이템 후보군이 추출되었음.

<표 2-4> 부상코드에서 추출된 유망아이템 후보군

코드	코드내용	1990	2000	증가율 (%)
c05d	무기질 비료, 이산화탄소생성비료	4	13	317
c06f	성냥의 제조	4	18	246
c07h	당류 및 유도체 뉴클레오티드 핵산	322	1859	470
c07k	펩티드	570	1310	134
c07m	유기화합물의 특정성질에 대한 인덱싱계열	3	13	400
c09d	피복조성물(예: 페인트)	188	408	100
c09g	광택제조성물, 왁스	9	31	232
c10k	일산화탄소함유기체 정제변성	7	13	163
c11d	세정조성물	270	702	145
c12h	알코올 세균제거	8	9	208
c12m	효소학 또는 미생물학을 위한 장치	95	298	191
c12n	미생물, 효소 보존-유지-증식	824	2707	223
c12p	발효 또는 효소를 사용하여 화학물질 합성	431	1311	191
c12q	효소, 미생물을 함유한 측정시험	314	1707	410
c12s	생물학적 유리분리 정제	3	27	575
c13d	당즙의 채취정제	6	14	125
c13k	포도당, 전화당, 유당, 맥아당	3	8	100
c14b	원피, 나피, 피혁의 기계적 처리	2	4	150
c14c	원피, 나피, 피혁의 화학적 처리	8	15	100
c23c	금속재료의 피복, 증착, 스퍼터링	457	1082	121
c30b	단결정 성장	101	226	104
합계		3629	11776	

(계속)

코드	부상키워드 분석	동시발생분석
c05d	토양오염방지제	친환경적 수처리
c06f	없음	없음
c07h	Biochip, Antisense치료제, 유전자치료제	진단키트, 유전자치료제, 유용단백질소재, DNA chip, 인공장기, 유전자변형작물
c07k	Apotosis 치료제, 프로테오믹스, 면역치료제	세포치료제, 면역치료제, 바이오소재, 뇌질환치료제, 진단키트
c07m	없음	없음
c09d	상변화잉크	없음
c09g	없음	CMP 슬러리
c10k	없음	연료전지용 개질기
c11d	Biocide	없음
c12h	없음	없음
c12m	DNA chip, Bioremediation, Bioreactor	DNA chip, Lab-on-a- chip, Bioremediation, Proteomics
c12n	유전자치료제, DDS	유전자변형작물,
c12p	PCR-based detection(진단키트), 유전자재조합, 생분해성바이오소재	유전자변형작물, 생분해성바이오소재, 유전자치료제, DDS
c12q	Antisense치료제, Biochip, 유전자진단장치	Biochip, 바이오측정장비, 유용약물고속검색
c12s	없음	없음
c13d	없음	없음
c13k	없음	없음
c14b	없음	없음
c14c	없음	없음
c23c	Thermal barrier coating, RF plasma 기술, Low-k 물질, HDP-CDP	태양전지, Low-K물질
c30b	질화물반도체, 태양전지, LED, 실리콘 단결정, SIC, 단결정 웨이퍼	실리콘 단결정, 질화물 반도체, LED
합계(28)	24	4(중복제외)

자료: KISTI 작성

22 LED(Light-Emitting Diode)

- 본 프로세스는 화학 및 야금 관련의 C코드로부터 출발하였으나 유전자치료제, 면역치료제, 세포치료제, 바이오칩, 진단키트, 유전자 변형작물과 같은 바이오산업 중심의 유망 아이템이 다수 도출되었는데, 이는 C코드내 부상 코드군의 메가 트렌드인, 바이오 산업화, 서비스화, B2C화에 부합하는 결과로 해석됨.
- LED의 경우 c30b 코드의 키워드 동시발생 분석을 통해서 도출되었음.

라. 유망아이템 선정

- 전체 C코드로부터 추출된 부상코드의 키워드 및 동시발생 분석에서 추출된 28개의 후보 아이템 군에 대해 ① 시장규모, ② 시장성숙단계, ③ 혁신성 및 ④ 메가트렌드 부합도에 따라 평점을 부여하였음(<표 2-5> 참조).
- 종합 평가결과 상위 10대 아이템은 모두 바이오 산업 내 아이템에 해당되어 2015년의 바이오 산업의 중요성을 반증함.
- 평가결과를 토대로, 상위 15대 아이템을 유망아이템으로 선정하였으며, LED의 경우 평가결과 15위에 랭크되어 이후 산업시장 분석 및 이슈분석을 수행하였음.

<표 2-5> 유망아이템 선정평가표

순위	아이템	시장 규모	성숙 도	혁신 성	소 계	메가트렌드부합성			총 점
						B2C화	Bio화	서비스화	
1	바이오 칩	4	5	5	14	0	1	0	15
2	유전자치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
3	세포치료제	5	5	3	13	1	1	0	15
4	약물전달 시스템(DDS)	5	5	3	13	1	1	0	15
5	유용단백질 소재	5	4	4	13	0	1	0	14
6	면역치료제	5	5	2	12	1	1	0	14
7	뇌질환치료제	4	5	3	12	1	1	0	14
8	생분해성소재	4	5	3	12	1	1	0	14
9	유전자변형작물	4	4	4	12	1	1	0	14
10	프로테오믹스	3	5	4	12	0	1	0	13
11	태양전지	4	5	3	12	0	0	1	13
12	연료전지용 개질기	3	5	4	12	0	0	1	13
13	진단키트	4	4	3	11	1	1	0	13
14	인공장기	3	4	4	11	0	1	0	12
15	LED	4	5	3	12	0	0	0	12
16	LOC(Lab-on-a-chip)	3	4	4	11	0	1	0	12
17	유전자 진단장치	3	4	3	10	0	1	0	11
18	Bioreactor	3	5	2	10	0	1	0	11
19	질화물반도체	2	5	3	10	0	0	0	10
20	Bio-remediation	3	3	2	8	0	1	1	10
21	Biocide	3	0	2	5	1	1	0	7
22	저유전체(low-k)물질	1	2	2	5	0	0	0	5
23	CMP 슬러리	3	0	0	3	0	0	0	3
24	상변화잉크	-	-	0	0	0	0	0	0
25	토양오염방지제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
26	차세대 반도체웨이퍼(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Antisense 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Apoptosis 치료제(중복)	-	-	-	-	-	-	-	-

주1) 25번 이하과제는 상위과제 및 정성적 프로세스 결과와의 중복도가 높아 평가를 수행하지 않았음.

주2) LOC의 경우 바이오칩과 유사성이 높아 제외하였음.

자료: 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, p.883.

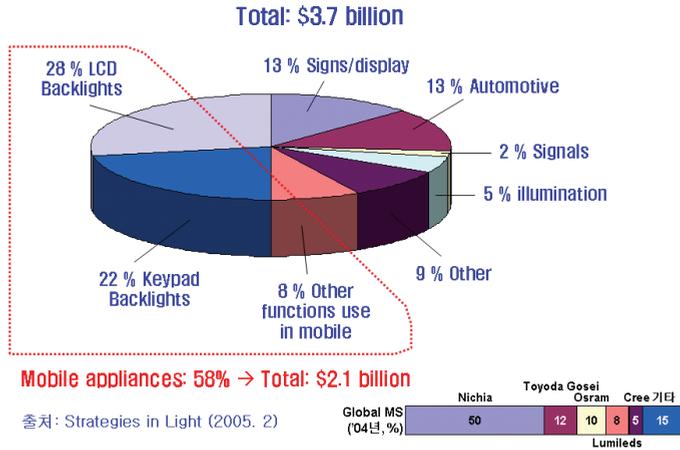
Ⅲ. 산업 시장 분석

1. 개요 및 특성

가. 시장의 개요

- LED는 가전기기, 자동차, 건축, 의료기기 등 조명을 필요로 하는 거의 모든 산업에 응용되는 부품으로서 주로 에피, 칩 그리고 다이오드 형태의 패키지 제품시장에 대한 조사가 이루어지고 있음.
- 전광판, 신호등, 자동차용 램프, LCD BLU(Back light units) 등 응용제품 시장은 제품별로 집계되고 있으며 통상 다이오드 시장의 3~6배정도로 평가됨.
 - 본 보고서는 응용제품별 LED 다이오드 시장을 중심으로 작성되었음.
- 2004년 LED 세계 시장은 37억불로 전년대비 47% 증가하였음.
- LED 시장은 그 용도에 따라 크게 휴대가전용, 자동차/수송용, sign/display, 간접조명 등으로 나뉘어짐(<그림 3-1> 참조).

<그림 3-1> 응용분야별 LED 시장현황 (2004년)



자료: Strategies Unliminted, 'Strategies in Light', 2005, p.33

- 휴대가전제품용 LED가 전체시장의 58%를 차지함.
 - 휴대가전용 LED는 소형 LCD 백라이트와 키패드에 주로 사용되고 있으며 최근 휴대폰 카메라 플래쉬 모듈에 사용되는 백색 LED의 수요가 크게 증가하고 있음.
- 자동차와 sign/display 분야가 각각 13%의 점유율을 기록함.
- 조명시장은 간접조명 등 특수분야에 일부 사용되고 있으나 일반 조명용 LED 시장은 아직 형성되어 있지 않음.
 - 효율향상, 방열 특성 개선 등 기술적으로 해결해야 할 문제들이 있으며 가격적으로도 일반조명등에 비해 매우 불리함.
 - 표준화, 규제, 건축법 등 시장진입에 필요한 인프라가 갖추어

26 LED(Light-Emitting Diode)

지지 않았음.

○ 주요기업의 시장점유율 현황

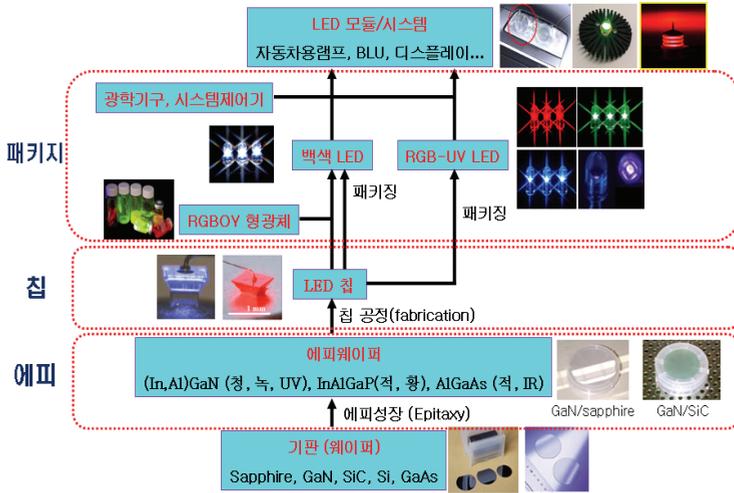
- 일본의 니치아社가 전체 시장의 절반을 차지하여 여전히 강세를 보이고 있음.
- 니치아, 도요다고세, 오스람, 루미레드, 크리社 등 빅5가 전체 시장의 85%를 차지하여 과점화가 심함.
- 생산되는 LED의 70%가 아시아에서 소비되고 있음.

나. LED 산업 특성

- LED 산업은 휴대가전기기, 자동차/수송기기, 디스플레이, 의료기기, 건축, 환경 등 조명을 필요로 하는 거의 모든 산업의 후방 산업이며, 반도체 공정에 필요한 기판, 화학약품, 패키지재료 등 구성요소의 생산을 위한 원부자재를 후방산업으로 가지고 있음 (<그림 3-2> 참조).
- 고가의 장비와 전문 인력을 필요로 하는 기술집약적인 산업임.
 - 초기 시설투자비가 높고 장기적인 기술 축적이 필요한 산업으로서 중소기업으로선 단기간의 대규모 투자로 양산화 달성이 어렵고, 선도 기업으로부터의 기술 도입도 어려운 분야임.

- LED 산업은 고도로 훈련된 전문인력을 필요로 하며 빠른 기술개발의 속도로 인하여 현장인력의 재교육이 꾸준히 이루어져야 함.

<그림 3-2> LED 제품체인



자료: KISTI 작성

2. 동향 및 전망

가. 최근 시장동향

- 현재 주류를 이루고 있는 휴대폰용 LED 시장은 카메라모듈용 플래쉬 LED 이외에는 모두 포화를 이루고 있음.

28 LED(Light-Emitting Diode)

- 반면, PDA, 캠코더, 디지털카메라 등에 사용되는 액정화면용 백라이트 시장은 확대되고 있으며, 휴대폰용 LED는 기존의 청색에서 백색으로 수요가 증가하고 있음.
- 전광판 시장은 5-8% 연평균 성장률로 꾸준히 증가하고 있으나 큰 폭으로 상승할 만한 이벤트는 현재 없는 상태임.
 - 엔터테인먼트를 목적으로 하는 대형 전광판을 중심으로 시장 규모가 증가하고 있음.
 - 고해상도를 갖는 소형 전광판의 경우는 경쟁 제품인 대형 LCD 및 PDP와 비교하며 가격적인 측면에서 경쟁력이 약함.
 - 중국에서 개최되는 2008년 베이징 올림픽과 2010년 상하이 국제박람회를 대비한 이벤트성 시장이 크게 열릴 것으로 기대됨.
- LED를 이용한 교통신호등은 신규 설치지역과 교체지역 위주로 설치되기 시작하고 있음.
 - 현재 LED 신호등 교체율은 5% 내외로서 미미한 수준임.
 - 매년 신규로 설치되는 교통신호등은 전체 신호등의 10% 정도로서 당분간 전체 신호등을 교체하기 전까지 신규 및 교체용 LED 시장이 어느 정도 형성되겠지만 지나친 경쟁에 의한 가격하락이 위협요소임.
 - 도시화가 확산되고 철도, 공항 등 인프라 확충에 의한 수요에 의해 어느 정도의 시장규모의 증가는 가능함.

- 휴대가전제품의 소형 LCD BLU(backlight unit)용으로만 사용되는 LED가 최근 휘도의 꾸준한 향상으로 중대형 LCD BLU용 광원으로 채택되기 시작함.
 - LED를 이용한 LCD BLU는 높은 연색성, 빠른 응답성, 좋은 명암 대비 등의 기술적 장점으로 인하여 크게 각광받고 있음.
 - 오스람에서는 최근 82인치 세계 최대 LCD에 1,120개의 LED를 채용한 LED 백라이트 시제품을 발표함.
 - 국내에서도 LCD BLU에 LED 광원을 채택한 시제품이 발표되었으며 세계 최대의 LCD 생산국임을 감안하면 거대한 내수시장이 형성될 것으로 전망됨.
 - LCD BLU 시장에 LED가 성공적으로 진입하기 위해서는 냉각 장치가 필요 없는 경박 단소형의 저가형 고효율 LED 개발이 시급함.

- 자동차용 LED는 장수명, 슬림사이즈, 빠른 응답성 등의 장점으로 최근 빠른 속도로 차량 내외장 램프로 장착되고 있음.
 - 1990년 초반부터 CHMSL(centered high mount stop lamp)에 적색 LED가 채용되기 시작하였으며 방향지시등, 브레이크등, 실내 계기판 백라이트 등으로 점차 확대되는 추세임.
 - 유럽에서 가장 빠르게 LED가 자동차에 적용되고 있으며 주로 계기판 백라이트에 적용되고 있음.

30 LED(Light-Emitting Diode)

- 현재 80% 이상의 차량에 LED가 채용되고 있음.
 - 그동안 가격문제로 인하여 고가의 차량에 주로 채용되어 왔으나 최근 중·저가형 차량에도 적용되기 시작했으며 백색 LED 휘도의 증가로 안개등, 주차등, 후미등에도 장착되기 시작함.
 - 세계적으로 연간 생산되는 차량대수는 6천만대 정도이며 차량 한대에 장착되는 LED의 수량을 감안하면 전체 수요량은 휴대폰에 사용되는 LED 규모와 비슷한 규모일 것으로 추정됨.
 - 차량용 LED는 가혹한 환경에서 동작이 가능하고 휘도가 높은 고품질의 제품이 적용되므로 가격적인 측면에서는 휴대폰을 능가하는 시장 규모를 형성할 것으로 예측됨.
- 2004년 국내 LED시장은 7,280억 정도로 추산되며 세계시장의 18% 이상을 차지할 정도로 큰 시장임(LEDs magazine, 2005).
- 국내 LED의 수요는 그동안 대부분 휴대폰의 keypad, 액정화면 및 플래쉬모듈에 집중되어 왔음.
 - 그러나 60% 이상이 수입품이며 국내 기업의 자체 생산품은 휴대폰의 keypad에 사용되는 중저가 제품임.
 - 신호등, 전광판, 자동차 등 고부가가치 제품에 사용되는 LED는 거의 전량 수입품에 의존해 옴.
 - 최근 패키징 업체의 기술력 향상으로 점차 기술의 국산화가 이루어지고 있으나 핵심 칩 등은 여전히 수입에 의존하는 경향이 큼.

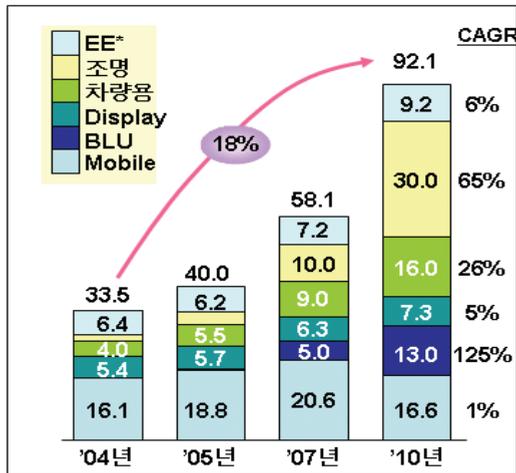
- 이와 같은 무역역조의 심화로 인하여 최근 FTA에 대응하기 위한 부품소재 중의 하나로 LED가 선정되어 국가적 관심이 증대되고 있음.

나. 향후전망

- 주요 응용분야에 따른 LED 시장의 시장전망은 <그림 3-3>과 같음.

<그림 3-3> LED 주요 응용분야의 시장전망

시장규모 및 성장성 (억\$)



*Electronic Equipment

자료 : LG전자, “반도체학술회의 화합물반도체 램프세션”, 2005. 2, p.8.

- LCD BLU용 LED 광원의 시장 증가율이 가장 클 것으로 예상됨.

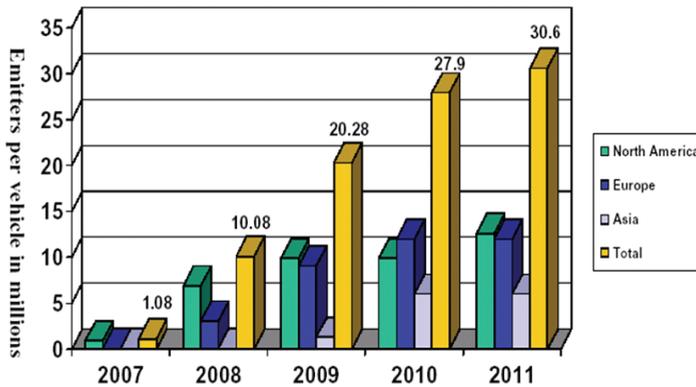
32 LED(Light-Emitting Diode)

- LCD 는 세계시장 규모가 2004년 현재 약 35조원 정도로, 여기에 사용되는 LED 광원만의 시장도 상당히 크게 형성될 것으로 보임(LED 광원의 가격비율은 LCD 패널가격 대비 15% 내외로 계산됨).
 - 한국의 LCD 산업은 세계 선두를 달리는 전방산업이며 각국의 LED 제조업체들이 한국의 LCD 업체를 겨냥하여 사업을 추진하고 있는 실정임.
 - LCD BLU용 LED 시장은 2006년부터 크게 증가할 것으로 예상되며 2010년 전체 LED 시장의 14%를 차지할 것으로 전망됨.
- 자동차용 LED의 시장은 현재의 내장램프와 RCL(rear combination lamp) 시장 침투율이 확대되고 있으며, 전조등용 LED가 상품화되는 2007년 이후 큰 폭의 증가를 보일 것으로 예상됨.
- 현재 자동차용 LED 시장 침투율은 CHMSL 40%, RCL 4%, 전조등 0%로서 미미한 수준이지만 유럽, 일본을 중심으로 큰폭의 상승세를 보이고 있음.
 - LED 가격의 하락으로 중저가형의 자동차에도 적용이 되고 있으며 A/V 시스템의 백라이트, 사이드미러, 독서등, 공기정화기 등에 다양하게 적용이 되기 시작함.
 - 자동차용 LED 시장은 연평균 26%의 증가율을 보여 2010년 경에는 전체 LED 시장의 17% 이상을 차지할 정도로 성장할 것으로 전망됨.

○ 자동차 전조등용 LED는 2007년부터 시장에 출시되기 시작하여 매년 130.7%로 성장, 2011년에는 3천만개에 달할 전망이다(<그림 3-4> 참조).

- LED DRL(daytime running light)을 장착한 차량이 최근 출시되면서 곧 LED 전조등도 시장에 나올 것으로 예측되며 이미 자동차 모터쇼에 LED전조등을 장착한 차량이 선을 보이고 있음.

<그림 3-4> 자동차 전조등용 LED 수요전망



By Shefenacker @ Strategies in Light (2004.2)

자료: Strategies Unliminted, 'Strategies in Light', 2004, p.40

○ 가정이나 사무실용 LED 일반 조명시장은 2007년 이후 시장에 진입하기 시작할 것으로 예측됨.

34 LED(Light-Emitting Diode)

- 현재 조명분야에 사용되는 LED는 건축조명, 환경조명, 간접조명 등 특수한 분야에 사용되고 있으며 시장 규모는 전체 LED 시장의 5% 정도에 지나지 않음.
 - 현재 백색 LED 상용제품의 효율은 40~50lm/W 정도로 발표되고 있음.
 - 일반 조명용으로 사용하기 위해서는 현재의 두 배 이상 고효율을 필요로 하며 가격적으로도 klm당 단가가 일반 조명등에 비해 수십배 높게 형성되어 있음.
 - 2010년 경 일반 조명시장의 LED 침투율은 10% 정도일 것으로 예측되지만 전문가마다 견해가 다양함.
- LED 조명이 갖는 기술적, 경제적 장점으로 인해 전혀 새로운 시장이 창출 될 가능성이 큼.
- 400 이하 자외선 영역에서 발광하는 UV LED의 경우 출력이 꾸준히 개선되면서 의료, 바이오, 환경산업 등에 응용이 가능해짐.
 - 향후 UV LED 시장은 조명시장에 맞먹는 거대시장을 형성할 것으로 예측
 - 백색 LED의 효율이 향상되고 경박 단소화 되면서 모바일 프로젝트 디스플레이의 광원으로 활용가능하게 되었으며 해외 선진업체에서 시제품이 개발됨.
 - 일반 조명등에 비해 빠른 스위칭 속도를 갖는 장점으로 인해 LED를 이용한 통신이 가능함.

- 현재 통신용으로 활용되는 RC LED(resonant cavity LED)는 초단거리 맥내 가입자망의 저가형 통신용 광원으로 응용시장이 형성되고 있으며 무선통신 방식으로는 VLC(visual light communication) 방식의 신개념 통신수단으로 개발이 시도되고 있음.
- 현재 가장 많은 시장 점유율을 보이고 있는 휴대가전기기용 LED 시장은 성장률이 점차 둔화될 것으로 전망됨.
 - 청색 LED 위주의 키패드용 LED는 색상이 다변화되고 있으며, 카메라 모듈에 사용되는 플래쉬 모듈용 백색 LED의 시장 침투율이 높아지면서 당분간은 강세를 유지할 것으로 전망됨.
 - 거의 대부분의 휴대폰에 LCD 백라이트 및 키패드의 채택이 완료되면서 향후에는 휴대폰 시장 성장률에만 의존하게 될 것으로 예측됨.
 - LED 가격의 하락으로 시장의 규모는 적정선을 유지하겠지만 전체 매출규모는 감소할 것으로 전망됨.
- 한국은 세계적으로 휴대폰, LCD, 자동차 등의 전방산업이 강한 국가이며 국내 LED 기업의 제품도 이에 맞게 개발되어 왔음.
 - 그동안 휴대폰 산업이 국내 LED 기업의 성장에 큰 견인차 역할을 하였으나 서서히 시장이 포화상태에 이르고 있음.
 - 다음 거대 시장인 LCD BLU 및 자동차 전조등용 LED를 개발

36 LED(Light-Emitting Diode)

하기 위한 노력이 기업마다 치열하며 특히 한국의 LCD BLU 시장은 세계 LED 기업들의 관심을 모으고 있는 중요 시장임.

- 해외 선진국의 기술보쇄 정책, 중국의 저가공세, 대만 기술력의 급상승 등 국내 LED 기업들이 헤쳐 나가야 할 어려움은 많음.
 - 이를 극복하기 위해서는 산.학.연.관의 협력네트워크를 잘 활용하여 산업 및 개발 인프라 구축에 충실하고 전략적인 기술대응 및 인력양성에 정진해야 함.
- 우리나라는 LCD BLU 및 자동차 산업의 강국으로서 이 분야의 LED 진입이 가시화되면서 지금까지의 성장률보다 더 큰 폭으로 시장이 팽창될 것으로 전망됨.
- LED 광원의 국내 시장규모는 2004년 1.18조원으로 향후 18% 이상의 연평균 성장률을 꾸준히 유지할 것으로 전망됨.

IV. 이슈 분석

1. 이슈의 제기

- LED는 크게 용도에 따라 휴대기기용, 자동차용, 디스플레이 /signal용, 특수조명용으로 구분되나 기존의 응용분야는 대부분 성장기에 도달할 것으로 전망되어 LED 산업의 성장이 한계에 봉착하고 있음.
- 따라서 향후 LED 시장의 성장을 견인할 수 있는 새로운 응용분야에 대한 모색이 활발히 이루어지고 있음.
- 이중 중대형 LCD용 BLU, 자동차 전조등, 일반 조명 등의 분야는 잠재시장규모가 막대하고 성장률도 매우 높을 것으로 예상되고 있어 전세계적으로 이러한 용도의 LED의 상품화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있음.
- 본보고서에서는 향후 LED 시장을 견인하고 사업판도를 변화시킬 것으로 예상되는 중대형 LCD용 BLU, 자동차 전조등, 일반 조명 분야에서 LED 제품의 상품화를 위한 선결 조건과 전략을 제시하였음.

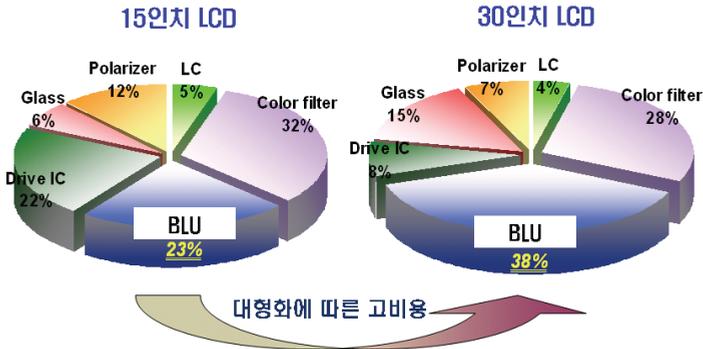
2. 디스플레이/조명용 반도체광원의 상업화를 위한 선결 과제

가. LED 디스플레이 이슈 - 중대형 LCD BLU용 LED

- LCD BLU용 LED 광원을 상품화하기 위해서는 RGB LED 각각의 휘도와 신뢰성 조건이 만족되어야 함.
 - 현재 개발된 중대형 LCD BLU용 LED는 RGB 삼색칩이 혼합된 백색 LED로서 30 lm/W 수준의 낮은 효율을 보여주고 있으며 특히 Green LED의 출력이 낮고 Red LED는 고온에서 출력 감소가 심하여 이를 보상하기 위해 RRGGB 형태로 배열된 LED 모듈을 사용함.
 - 이로 인해 필요한 휘도를 얻기 위한 LED 소요량이 많아지고 고전력 인가에 따른 방열문제가 대두됨.
 - 50lm/W 정도의 효율개선과 방열문제를 해결할 경우 비용이 절감되고 슬림형 모듈의 제작이 가능하여 타 BLU용 광원에 대한 시장경쟁력이 생김.
- LCD 패널에서 BLU가 차지하는 가격비율이 높기 때문에 LED를 BLU로 적용하기 위해서는 저비용 제품이 필수적임.
 - LCD에서 BLU가 차지하는 가격비율은 LCD 사이즈가 커질수

록 증가함(<그림 4-1> 참조).

<그림 4-1> LCD 패널에서 대형화에 따른 BLU의 가격비율 증가



자료 : Deutsch Bank Research, company data(매일경제 산업/기술 세미나, “BLU의 기술/시장 분석”, 2004. 10., p8에서 재인용)

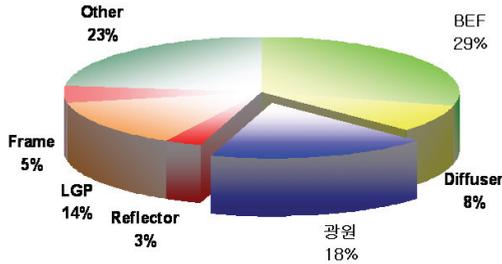
- 30인치급 이상 대형 LCD BLU에서 CCFL 광원이 차지하는 가격 비율은 약 18%로서 LED가 현재 CCFL 대비 2~3배 고가이므로 전체 패널 가격에서 LED 광원이 차지하는 비율은 약 15% 내외이며 이는 무시할 수 없는 가격구조임(<그림 4-2> 참조).

○ BLU용 LED는 가격경쟁력을 확보하는 것이 최우선 과제임.

- 기존의 백라이트용 광원인 CCFL이외에 EEFL, CNT 등의 후보광원 개발이 치열하며 CCFL의 저가격화에 의한 BLU 가격 하락세가 빠르게 진행되고 있으므로 개발이 늦어질 경우 시장 진입이 더욱 어려워질 것임.

40 LED(Light-Emitting Diode)

<그림 4-2> 30인치급 LCD BLU에서 광원이 차지하는 가격비율



자료 : Deutsch Bank Research, company data(매일경제 산업/기술 세미나, “BLU의 기술/시장 분석”, 2004. 10, p.9에서 재인용)

- 따라서 성능개선, 공정 및 수율 개선등에 박차를 가하여야 함.
- LED의 성능을 유지하면서도 가격을 낮추기 위해서는 모듈의 방열기술 뿐만 아니라 효율적인 재료 및 광학 설계기술 등이 요구됨.

- 강력한 수요자인 국내 LCD 세트 업체와 공동으로 BLU용 LED를 개발한다면 해외 경쟁사에 비해 유리하게 작용할 것임.

나. LED 조명 이슈 - 자동차 전조등용 LED

- 현재 자동차에 사용되는 LED는 전조등을 제외한 모든 조명등에 사용가능함.

- 자동차용 조명등 중 가장 큰 시장을 형성할 것으로 보이는 전조등용 LED는 백색 LED 효율이 80lm/W까지 달성이 예상되는 2007년경에 상용화 될 것으로 보임.
 - 자동차는 사막이나 열대지역, 혹한지역 등 가혹한 환경에서 구동되며 특히 엔진룸에서 나오는 고온과 바닥진동에 견뎌야 하므로 신뢰성 조건이 매우 까다로움.
 - 자동차 전조등은 연색성과 색온도가 거의 중요치 않으므로 HID와 같은 고효율 램프와 경쟁해야하는 어려움이 있음.
- 따라서 자동차 전조등용 LED를 상품화하기 위해서는 고효율 고신뢰성 특성을 만족해야하고 기존제품에 뒤지지 않는 가격경쟁력을 갖추어야 함.
- 현재 자동차용 LED를 생산하는 국내 기업은 전무하며 전조등과 같이 고부가가치 LED를 개발중인 곳은 거의 없음.
 - 이는 차세대 거대시장인 BLU용 LED가 현재의 주 관심사이며 그 다음 시장으로 자동차용 LED를 보고 있기 때문임.
- 해외 유명 자동차 메이커와 램프공급업체는 서로 협력관계를 이루어 이미 베타적으로 자동차 전조등용 LED를 개발 중임.
- 국내 LED 생산업체도 자동차 메이커와 협력관계를 만들어 LED

42 LED(Light-Emitting Diode)

개발경쟁에 시급히 뛰어 들어야 함.

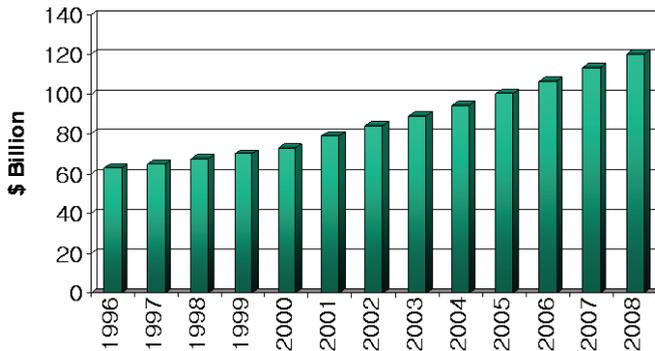
다. LED 조명 이슈 - 일반조명용 LED

- 일반조명으로 사용되는 에너지는 총 전기에너지의 약 20% 정도이며 선진국일수록 그 비율이 높음.
- LED를 이용한 반도체조명이 큰 관심을 끄는 이유는 에너지 절감형이고 환경 친화적인 광원이라는 점임.
 - 백색 LED는 현재 40lm/W 정도의 효율을 보여주고 있으며 이는 백열전구 대비 2배 이상 높은 효율이므로 전력소모에 있어서 큰 장점을 가짐.
 - 형광등에서 사용하는 수은이 필요 없고 폐기물 처리가 간편하여 환경친화적인 광원임.
 - 차가운 광원이므로 조명등 표면에서 먼지의 열분해에 의해 발생하는 이산화탄소가 없으므로 온실효과 방지에 기여
 - 2010년 경 LED의 전력효율 100lm/W가 달성된다면 형광등과 백열등 대비 평균 40%의 조명에너지가 절감되므로 약 20%의 총 전기에너지를 절약하는 효과를 가져 옴.
 - LED시장 침투율이 10%만 되어도, 이는 원자력발전소 1~2기의 건설이 불필요한 전력량임.

- 국내 조명산업은 무역역조가 매우 심각하여 매년 40% 이상의 무역수지 적자를 기록하고 있음.
 - 국내시장에서 판매되는 조명등의 절반 이상이 수입품이며 해마다 격차가 커지고 있음.
 - 거대 조명시장에서 전략적으로 시장점유율을 높이기 위해서는 차세대 조명으로 인정받고 있는 LED 조명 기술을 국산화하여 자립화를 달성하는 것이 시급함.

- 일반 조명시장은 매년 3% 이상의 성장을 기록하고 있으며 2008년경이면 조명기구 시장을 포함하여 1,200억불 수준에 다다를 것으로 보임(<그림 4-3> 참조).

<그림 4-3> 향후 조명시장 전망



자료: Global Information Inc., "World Lighting Fixtures to 2008", 2004. 12., p.83

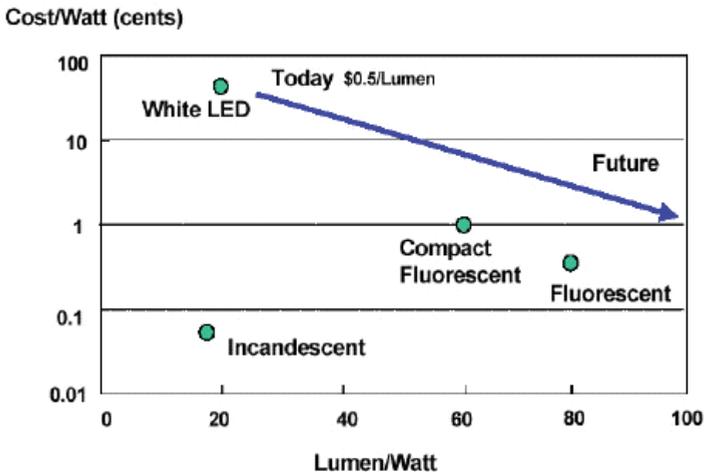
- LED가 일반 조명 시장에 진입한다면 메모리 반도체 이후 가장 큰 부품소재 시장을 형성할 것으로 기대됨.

44 LED(Light-Emitting Diode)

○ 조명용 LED의 상업화에 가장 큰 걸림돌은 아직까지 낮은 광효율과 높은 초기구입가격으로, LED의 광효율이 100lm/W 이상으로 향상되면 백열등뿐 만 아니라 형광등도 대치할 수 있는 수준이 되며 가격적인 문제만 해결되면 일반 조명등과 치열한 경쟁을 벌일 것으로 예상된다.

- 현재 상용화된 백색 LED는 0.5\$/lm으로 형광램프(0.01\$/lm)에 비해 50배 가량 비싸므로, 수명이 길고 전력소모가 적으며 유지보수비가 낮다는 점을 고려하더라도 초기구입가격이 높기 때문에 시장형성에 어려움이 있음.
- 조명용 LED의 발전 방향을 <그림 4-4>에 제시하였음.

<그림 4-4> 백색 led의 기존 조명기구에 대한 가격 경쟁력



자료: Strategies Unlimited, 2003(전자부품연구원, 한국기술거래소, “LED (Light-Emitting Diode) 동향,” 2004. 9, p.8에서 재인용)

- 조명용 LED가 시장에 진입하기 위해서는 고이득, 저가격의 반도체 재료와 에피성장 기술 향상에서부터 고휘도 방출을 위한 LED 디자인과 패키징 기술의 발전이 요구됨.
 - LED 칩구조, LED 기판, 형광물질 및 패키지 구조 등의 여러 측면에서의 기술개발을 통해 휘도 향상에 주력하여 백열 전구, 형광등에 대비 가격 경쟁력을 갖출 수 있도록 경주해야 함.
- 기술개발 이외에 사회 규제의 완화와 정비, 표준 개정 등 외적인 요소를 선결해야할 필요가 있음.
 - 일반조명등과 경쟁하여 성공적으로 시장에 진입하기 위해서는 효율을 개선하여 성능대비 가격(\$/klm)을 낮추고 일반조명등으로 규격을 한정하는 건축, 환경, 소방법등을 재고하여 LED 조명등이 동일한 자격으로 경쟁할 수 있도록 제도적으로 정비가 되어야 함.

V. 결 론

- LED 산업은 에너지절감, 친환경 광원이란 측면에서 국가경쟁력 제고에 중요한 산업이며 거대 조명시장 진입을 위해 필수적인 차세대 성장동력 산업임.
- LED는 다양한 기술적, 경제적 장점으로 인해 거의 모든 산업분야에서 일반 조명등을 대체하고 있으며 해외 선진 각국에서 국가 정책적으로 추진하고 있는 기술개발 분야임.
 - LED 산업은 조명을 필요로 하는 휴대가전기기, 자동차, 건축, 의료기기, 디스플레이 등 산업 전반에 걸쳐 응용되는 부품산업임.
 - 시장의 중요성을 인식하여 미국, 일본, 대만 등 LED 선진국에서는 국가 정책적으로 인프라, 기술개발, 인력양성 등 LED 산업을 전략적으로 지원하고 있음.
 - 선진업체간의 기술협정, 특허분쇄, 표준화 선점 등 기술쇄국정책이 심하여 후발업체들의 성공적 진입이 어려움.
- 차세대조명용 광원으로 평가받는 LED는 향후 5년 이내 일반 조명등을 대체하기 시작하여 가정집과 사무실로 들어올 것으로 예상된다.

48 LED(Light-Emitting Diode)

- LED의 광효율이 현재의 두배 이상으로 향상되면 백열등 뿐만 아니라 형광등도 대치할 수 있는 수준이 되며 가격적인 문제만 해결되면 일반 조명등과 치열한 경쟁을 벌일 것으로 예상된다.
 - 조명용 LED가 시장에 진입하기 위해서는 기술개발 이외에 사회 규제의 완화와 정비, 표준 개정 등 외적인 요소를 선결해야 할 필요가 있음.
- 조명시장에 앞서 중대형 LCD BLU와 자동차 전조등용 LED의 시장이 먼저 열릴 것으로 기대되며 이를 위한 기술개발 경쟁이 치열함.
- LCD와 자동차는 한국이 강점을 갖는 전방 산업이므로 든든한 내수시장이 뒷받침되어 해외업체에 비해 유리한 고지를 갖고 있지만 선진국에 뒤지지 않는 기술개발이 선행되어야 함.

참고 문헌

1. 고병열, 노현숙, “기술-산업 연계구조 및 특허 분석을 통한 미래 유망 아이템 발굴,” 기술혁신학회지, 8(2), 2005, pp.863-887.
2. 고병열, 홍정진, 손종구, 박영서, “기술연관분석을 통한 중소기업형 전략적 기술개발과제의 우선순위 도출,” 기술혁신학회지, 6(3), 2003, pp.373-390.
3. 김은선, 고병열, 박창걸, 황규희, “기업의 성공적 사업다각화를 위한 유망사업군 발굴 프로세스의 설계”, 기술혁신학회 춘계학술대회, 2004, pp.174-191.
4. 매일경제 산업/기술 세미나, “BLU의 기술/시장 분석,” 2004..10.
5. 부품소재종합정보 “MCT-net,” pp.56-76, 2005. 6.
6. 삼성경제연구소, 유망아이템 발굴 프로세스 개발, 한국과학기술정보연구원, 2005.
7. 윤문섭 외, 국가연구개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발 : 기술로드맵(TRM)과 지식맵(KM)의 통합적 접근, 과학기술정책연구원, 2004.
8. 윤병운, 특허 분석을 통한 기술 지식의 관리와 신기술 개발 방법론, 공학박사학위논문, 서울대학교, 2005.
9. 제 12회 한국반도체학술대회 화합물반도체 림프세션, 2005. 2.
10. LED 산업기술동향 및 주요이슈와 응용기술, 한국산업기술지원센터, 2005. 6.
11. Johnson, Daniel K.N., The OECD Technology Concordance

(OTC), Patents by Industry of Manufacturer and Sector of USE, OECD STI Working Paper, 2002.

12. Porter, A., "Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods," *Technological Forecasting & Social Change*, 71, 2004, pp.287-303.
13. Strategies unlimited, "Strategies in Light, " 2005. 2.
14. Yoon, B. and Park, Y., "A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis," *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 2005, pp.145-160.
15. NISTEP, 「科学技術の中長期發展に係る俯瞰圖的 豫測調査, 急速に發展しつつある研究領域調査」, 2003年 調査報告書, NO.82, 2003.
16. www.ledsmagazine.com
17. www.compoundsemiconductor.net
18. www.giikoea.co.kr/korean/fd25322_lighting_fixtures_toc.html

저자 소개

노 현 숙

- 공학 박사
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 「연료전지 재료」 등

고 병 열

- 공학 박사
- 현, 한국과학기술정보연구원 선임연구원
- 저서 : 「기술분석 및 특허정보분석」 등

백 종 협

- 재료공학 박사
- 현, 한국광기술원 책임연구원