ISBN:

2014 정보분석보고서

# 플렉서블 OLED의 연구개발현황 및 부상 연구 영역 분석

2014. 10. 31.

홍성화(기술기회연구실)
shong@kisti.re.kr

# <  차>


플렉서블 OLED 기술 동향과 기술 기획 필요성 1

정보분석을 통한 기술혁신활동 4

논문분석을 통한 연구과제 도출 9

특허정보를 활용한 연구과제 도출 28

웹정보를 활용한 연구과제 도출 62

종합분석 67

참고문헌 69

# 플렉스블 OLED 기술 동향과 기술기획 필요성

2013년 후반기에 국내 전자업체들이 세계 처음으로 플렉서블 디스플레이를 채택한 휴대폰을 연이어 출시한다. 삼성전자가 화면이 좌우로 휘어진 곡면 스마트폰 “갤럭시 라운드”를 먼저 시장에 선 보였고, LG전자가 상하로 휘어진 “G플렉스"를 출시할 예정이다. 이번 제품은 플라스틱 기판을 사용해 깨지지 않으면서 약간 구부러진 형태의 디스플레이 제품으로, 플렉서블 디스플레이의 초기 단계 기술을 적용한 것이지만, 대면적 OLED TV에 이어 전세계 디스플레이 시장의 새로운 변혁을 국내기업이 주도할 수 있는 기반을 마련하였다는 점에서 큰 의미가 있다.

<그림 1-1> 삼성전자의 갤럭시라운드(좌) 및 LG전자의 G플렉스(우:추측)

플렉서블 디스플레이는 평판 디스플레이의 유리 기판을 대체하여, 휘어지거나 접어지고 또한 구부려지거나 궁극적으로 둘둘 말수 있는 새로운 디스플레이를 의미한다. 플렉서블 디스플레이는 향후 4단계의 진화 과정을 거쳐 발전할 것으로 전문가들은 예상하고 있다. 1세대(Durable/Unbreakable/Curved Display)는 얇고, 가벼우며, 깨지지 않고 질긴 디스플레이를 시작으로, 2세대(Bendable/Conformal Display)는 휘어지고 외형 디자인이 자유로운 디스플레이를 말한다. 그리고 3세대(Flexible/Rollable/Stretchable Display)는 두루마리처럼 자유롭게 말 수 있는 디스플레이를, 4세대(Disposable/Folderable Display)는 최종적으로 종이를 대체할 수 있는 초저가 디스플레이를 말한다. 이번 국내 디스플레이 기업들이 선보인 제품들은 구부러진 제품을 다시 복원할 수는 없는 언브레이커블과 커브드 정도의 단계이며, 롤러블이나 폴더블 정도의 단계부터는 복원이 가능한 기술 수준이다. 롤러블 단계(3세대)

부터는 디스플레이를 말았다 폈다 또는 접었다 폈다를 반복할 수 있어 대형 디스플레이도 휴대할 수 있게 된다.

– 자료: Displaybank

<그림 1-2> 플렉서블 디스플레이의 진화 단계

플렉서블 디스플레이는 가볍고 깨지지 않으며, 다양한 형태로의 디자인도 가능할 뿐만 아니라, 공간과 크기의 제약 없이 휴대가 가능하다. 그리고 이러한 많은 장점을 지닌 디스플레이를 저비용으로 제작이 가능 하다는 특성으로 인해, 향후 새로우면서도 다양한 응용분야 창출이 가능하여 디스플레이산업에 새로운 패러다임을 제시할 것으로 예상된다.

– 자료: 유비산업리처치, 2012년 OLED 시장 및 산업전망 세미나 발표(고려대 홍문표 교수) 자료

<그림 1-3> 플렉서블 디스플레이의 장점

플렉서블 디스플레이의 응용분야는 휴대형, 고정형, 대면적 광고형 등으로 구분하여 <표 1-1>과 같이 요약될 수 있다. 플렉서블 디스플레이가 기존 디스플레이를 대체하는 것 외에도 신규 시장으로 군사용, 교육용, 공공용, 개인용, 사무용, 광고용, 건축용 등 다양한 분야 적용되어 향후 새로운 큰 시장 형성이 예상된다. 이에 시장조사기관인 Displaybank는 2015년 11억달러 규모에서 2020에는 420억 달러 규모로 연평균 약 226%의 큰 성장을 예상하고 있다.

<표 1-1> 플렉서블 디스플레이의 주요 응용분야

| 구분 | 내용 |
|---|---|
| 휴대형 | ·휴대폰에 플렉서블 디스플레이가 채용되어 휴대폰 자체를 혁신적으로 가볍고 얇게 설계<br>·응용분야 : Mobile Phone, e-Book, e-Newspaper, Wearable Display 등 |
| 고정형 | ·기존의 디스플레이의 평면·사각 형태에서 탈피하여 공간을 보다 효율적으로 활용 가능<br>·응용분야 : TV, Living Display, Automobile Display 등 |
| 대면적 광고형 | ·Roll to Roll 생산이 가능하며 광고용, 정보전달용 디스플레이로 응용<br>·응용분야 : Sign&Public, Transportation Information 등 |

- 자료: k-Techbrand 10대기술(플렉서블 디바이스), KETI, KISTI재구성

본 보고서에서는 이제 막 개화하기 시작한 플렉서블 OLED의 시장을 국내 산학연 연구개발 주체들이 한발 앞서서 선점할 수 있도록, 논문과 특허 정보를 기반으로 플렉서블 OLED 관련 글로벌 연구개발현황 및 부상연구영역을 분석· 정리하였다.

# 정보분석을 통한 기술혁신활동

미래연구방향 탐색 및 의사결정을 지원하는 정보분석 활동이 기술혁신활동의 성패를 결정하는 중요한 요인으로 대두되고 있다. 특히, 혁신주도형 연구개발 패러다임에서는 연구기획 단계에서의 경쟁력 있고 미래지향적인 연구아이템 선정체계가 매우 중요한 역할을 하며, 이에 따른 다양한 정성적, 정량적 정보분석 방법론이 개발되고 있다.

대표적으로는 전문가 패널구성을 통한 델파이, 시나리오 방법론 등이 있으며, 이와 같은 정성적 방법론들이 최근까지 가장 폭넓게 사용되었다.(Georghiou, 2008). 이러한 정성적 방법론들은 연구자원 배분 및 각종 의사결정에 있어서 장점이 많은 방법이지만 절차의 복잡성과 과도한 시간 소요, 많은 인력 동원으로 인한 사회적 비용 발생 및 소수 전문가의 과도한 영향력 발휘에 의한 왜곡 등 많은 단점이 있다. 게다가 신기술의 경우 전문화와 융합화가 동시에 진행되고 있기 때문에 해당 기술에 적합한 전문가를 찾기도 어려울 뿐 아니라 연구기획에 참여할 충분한 전문가 동원에도 한계가 있다(윤문섭, 2004).[1)]

따라서 최근에는 전형적인 전문가 위원회 구성 방식 이외에 설문통계분석, KDD (Knowledge discovery in database)/KM(Knowledge Mapping), Bibliometrics 등 보다 정량적이고 객관적인 방법이 주요 의사결정 시스템에 많이 활용되고 있다. 특히, 방대한 과학기술정보를 수록한 논문, 특허 DB를 대상으로 Bibliometrics, Text mining, Mapping 기법을 활용, 보다 객관적인 사실을 도출하고자 하는 연구가 주를 이루고 있으며(Porter, 2004; 윤문섭, 2004), 신기술 연구기획에 활용되거나(Yoon, 2005; 윤병운, 2005), 미래 부상기술을 발굴에 활용(NISTEP, 2003)되는 등 사례연구가 매우 활발하다.

이런 정량적 방법론의 연구 흐름은 '과학계량학(scientometrics)의 틀내에서 지속적으로 발전해오면서 그 방법론이 점차 고도화되고 있다. R&D 분야에서 발생하는 지식과 노하우의 명문화되고 구조화된 결과물인 논문과 특허는 그 축적량이 방대하고 해마다 급증하고 있으며, 전문가의 평가를 거쳐 출판되므로 양질의 정보를 담고 있다고 할 수 있다(김희철

---

1) Kostoff(1998)은 연구개발 과제선정 시에 있어서 전문가 Peer Review의 문제점을 다음의 7가지로 언급하였다.
① 조직과 개인적인 이유를 포함하여 비기술적인 문제들에 대한 다른 동료 과학자들의 편견이 심사 결과에 영향을 줄 수 있다.
② 이미 네트워크가 확립되어 있는 분야는 같은 분야 동료들을 보호하려는 경향이 있다.
③ 잘 알려진 과학자/학과/기관이 funding을 받을 수 있는 확률이 더 높다(후광효과).
④ 심사자마다 평가하고 해석하는 기준이 다르다.
⑤ 동료들에 의한 심사과정 자체가 훌륭한 연구가 무엇이고 앞으로 유망한 분야가 어떤 것인지에 대한 의견의 일치가 있는 것으로 가정하고 이루어지는 것이다.
⑥ 고비용이 요구된다.
⑦ 위험도가 높은 연구는 선정될 가능성이 낮다. 일반적으로 Peer Review 과정은 보수적인 판단을 내릴 가능성이 높으므로 높은 위험도를 가진다. 그러나 성공하면 높은 이익을 창출할 수있는 프로젝트는 선정될 가능성이 낮다.

외, 2014). 또한 제목, 초록, 키워드 등 구조화된 데이터베이스 형태로 생산되며, 인용의 형태로 지식의 흐름에 대한 정보도 담고 있어 기술의 진화과정의 분석을 위한 훌륭한 정보 원천이 된다.(김소영 외, 2013)

한편, 과학계량학은 소위 “빅데이터 시대”에 접어들면서 새로운 국면에 접어들고 있다. 빅데이터는 다음과 같이 정의된다.

| |
|---|
| **※ 빅데이터란?**<br>– 기존 방식으로 저장/관리/분석하기 어려울 정도로 큰 규모의 정형 또는 비정형 자료 (Wikipedia)<br>– 일반적인 데이터베이스 SW가 저장, 관리, 분석할 수 있는 범위를 초과하는 규모의 데이터 (Mckinsey, 2011)<br>– 대용량 데이터를 활용/분석하여 가치있는 정보를 추출하고, 생성된 지식을 바탕으로 능동적으로 대응하거나 변화를 예측하기 위한 정보화 기술 (국가정보화전략위원회, 2011) |

이와 같은 특성을 갖는 빅데이터의 분석을 통해 대내외적 환경변화 및 기회/위협요인을 신속히 감지하고, 현재상황 뿐 만아니라 미래의 진행방향에 대한 예측을 가능하게 한다. 물론 이와 같이 미래사회의 기회/위협요인에 사전대응(early warning)하기 위해서는 빅데이터가 갖는 특징(대규모(Huge Scale), 현실성(Reality), 시계열성(Trend), 결합성(Combination))을 잘 활용해야 한다.

주목할 만한 점은, 기술기획에 있어서도 빅데이터 분석 및 활용사례가 증가하고 있다는 사실이다. 최근 10년간 누적특허수가 10배로 증가하고 있고, 논문역시 비약적으로 증가하고 있어, 유의미한 데이터를 추출하고 정제하는 작업이 점차 어려워지고 있으며, 이에 따라 데이터베이스의 복잡성도 지속적으로 증가하고 있다.

| |
|---|
| "특허도 이제 빅 데이터(Big Data) 시대를 맞이했다. 전세계적인 특허 활성화와 폭발적인 발전으로 데이터베이스(DB) 관리가 필수적이 됐다. DB를 검색하는데 있어 사용자 중심의 시각화와 정보의 맵(map)이 구축돼 활용도가 높아진다면 경제적 효율성이 증대돼 우리 기업들의 향상에 효과적일 것이다.", 김광준, 파이낸셜뉴스, 2012.9.27 |

이에 따라 기존 과학계량학 영역이 진화되어, 기술기획 과정에 데이터 마이닝, 소셜 네트워크 분석, 각종 시각화 도구를 활용, 급부상기술영역 탐색, 기술 연관관계 분석, 핵심기술 도출, 공동연구망 분석 등 수행하는 사례가 증가하고 있다.

일본 NISTEP에서는 전통적으로 델파이 조사 방법으로 미래기술 예측 활동을 수행하다가, 2005년에는 과학계량학을 활용하여, 전체 연구 영역의 조감도적를 구축하고, 최근 수년간 급속하게 발전하고 있는 연구 영역을 추출하였다. 이는 국가차원에서 미래 중점 연구영

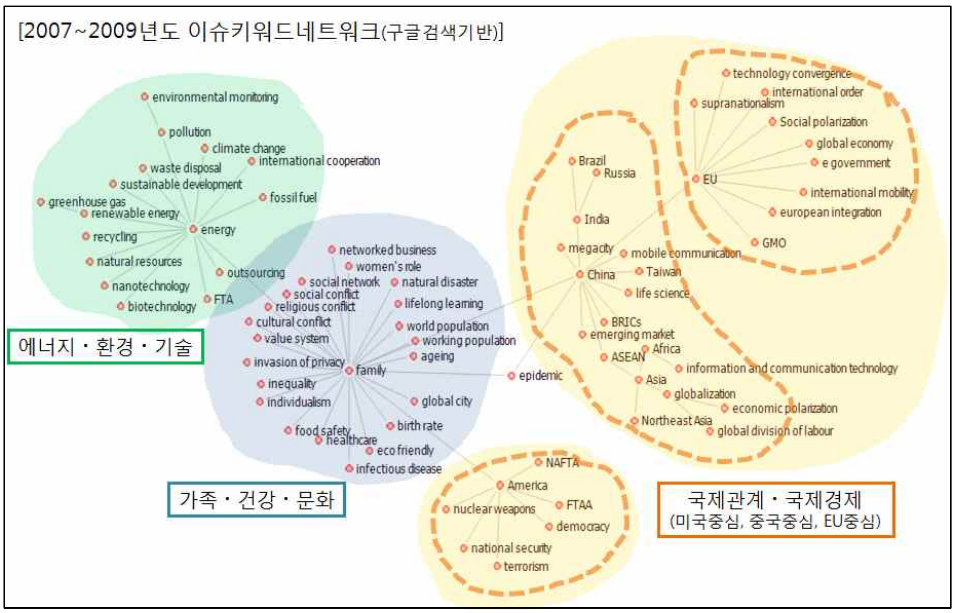
역을 발굴하는데 도움이 되는 정보를 과학적인 방법으로 제공하는 것을 목적으로 한다. 논문의 공인용(co-citation) 관계를 사용, 논문을 그룹화 함으로써 리서치 프론트(research front)와 그 상위 단계인 연구영역을 발굴하였으며, 이들에서의 통계정보를 기초로 하여 급속하게 발전하고 있는 부상 연구영역을 추출하는 프로세스이다.

우리나라 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 2005년부터 특허 및 논문 데이터베이스 분석을 통해 매년 국가차원의 미래유망기술을 선정하여 발표하고 있다. 주로 사용되는 데이터기반의 분석기법은 인용분석과 동시단어분석이며, 데이터 기반으로 선정된 유망기술 후보군은 전문가 검증을 거쳐서 최종 선정된다. 이 역시 다음과 같이 국가연구전략으로 활용되고 있다.

< ※ 교육과학기술부의 2010년 과학지도 활용 사례 >

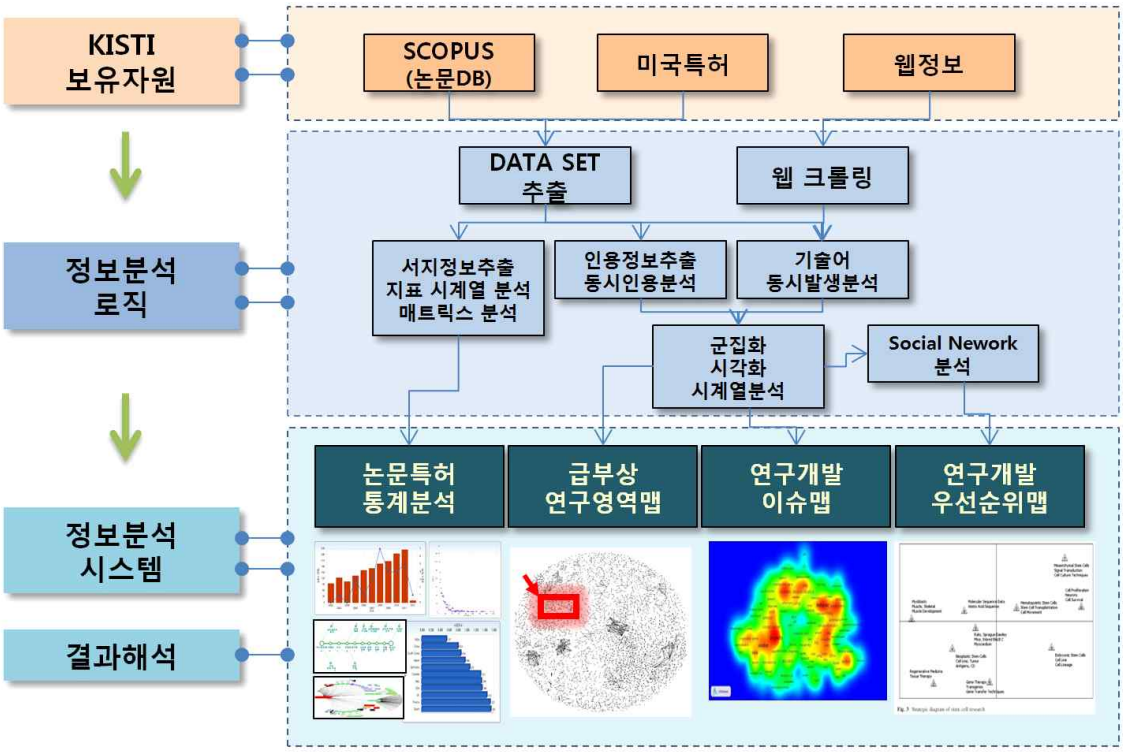
교육과학기술부는 '2010년도 중견연구자지원사업 전략연구' 계획을 발표했다. (중략)... 지원 분야는 중점·유망·이슈·보호 등 4개 유형으로 나눴다. (중략)... 유망연구분야 유형은 **과학지도 (Science map),** 전문가검토 등을 통해 발전 잠재력이 크고 우리나라가 성장을 주도할 가능성이 큰 RNA·나노기술·그래핀소자·정보네트워크 등의 분야 연구가 지원 대상이다. 15개 내외의 과제에 4억원씩 지원한다. (중략)... (자료 : 전자신문, 2010.5.27)

더불어 최근에는 논문, 특허 데이터뿐만 아니라, 웹뉴스, SNS 등 인터넷 상의 다양한 형태의 데이터를 활용하여 과학기술에 대한 사회적 이슈를 측정하고, 이를 연구기획 및 과제발굴 과정에 활용하고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 한국과학기술기획평가원(KISTEP)은 10대 미래유망기술 선정을 위해 웹데이터를 활용하였는데, 논문/특허와 웹데이터(웹뉴스)로부터 키워드를 추출하고, 통합활용하여 핵심트렌드를 도출하였다. 또한 제4회 과학기술예측조사의 신뢰도 제고를 위해서 구글 검색엔진을 활용한 네트워크 분석을 통해 급부상 이슈를 도출한 바 있다.




<그림 1-1> 빅데이터를 활용하여 연구과제를 도출한 한국 KISTEP의 사례(양혜영, 2012)

본 고에서는 이상의 담론들을 바탕으로, 논문, 특허, 그리고 웹 상의 기술키워드 동시발생 패턴과 논문의 인용패턴의 유사성을 이용하여 부상기술군집을 찾고, 기술군집의 특성을 분석하여 부상연구개발과제를 발굴하고자 한다. 군집의 특성 분석에는 부상성 지표와 사회관계네트워크 분석 지표를 사용하며, 데이터 기반으로 선정된 유망연구개발과제는 해당연구분야 전문가와의 협의를 통해 최종 확정한다.




<본 연구 프로세스>

본 분석과 관련하여 국내외 관련 상용 S/W 및 자제 제작한 S/W를 사용하였다. 클러스터의 시각화를 위하여 네덜란드 라이덴대학에서 개발한 Vosviewer(Van Eck, 2010)를 활용하였고, 미국 조지아텍의 VantagePoint, KISTI가 자체개발한 KnowledgeMatrix 등을 데이터 정제에 활용하였다. 또한 데이터 통계 및 경쟁정보분석을 위해 KISTI가 자체개발한 COMPAS를 활용하였으며, 더불어, 다양한 부상클러스터의 계산 및 추출을 위해 본 연구과정 중 자체개발한 S/W(BigdataAnalytics; 가칭)를 활용하였다.

# 논문분석을 통한 연구과제 도출

## 데이터 수집 및 추세분석

본 분석에는 SCOPUS 논문데이터베이스를 사용하였으며, 해당 기술 분야의 논문 검색을 위한 검색식은 아래와 같다. 또한 검색 연도는 2003-2012 (최근 10년간)으로 제한하였으며, 검색된 총 논문 수는 608편이다.

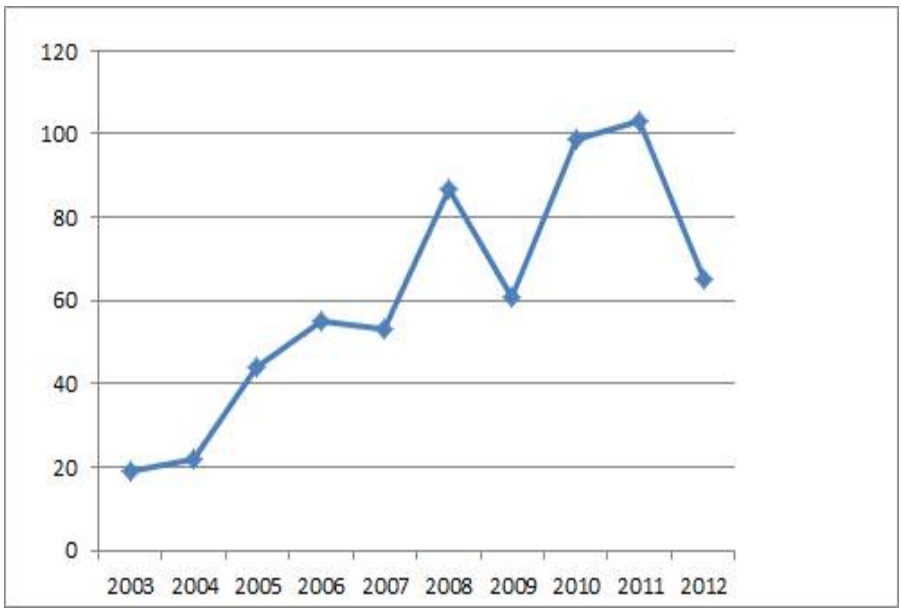
<논문 검색식>

(TITLE-ABS-KEY(oled* AND flexible* AND ((deposit* OR evaporat* OR sputter*) OR (vacuum* OR (chamber* AND deformat*)) OR (etch* OR roll* OR encapsulat*))) AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2013) OR (KEY(oled* AND flexible*) AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2013) OR (KEY(oled* AND flexible* AND (large* AND (area* OR size*))) AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2013) OR (KEY(oled* AND flexible* AND ((deposit* OR evaporat* OR sputter*) OR (vacuum* OR (chamber* AND deformat*)) OR (etch* OR roll* OR encapsulat*)) AND (large* AND (area* OR size*))) AND PUBYEAR > 2002 AND PUBYEAR < 2013)

동 기간에서의 총 논문수는 608편으로 조사되었으며, 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 논문의 연평균 성장률은 약 22%로 나타났으며, 이는 타 분야대비 높은 신장세를 보이는 것으로 판단할 수 있다.

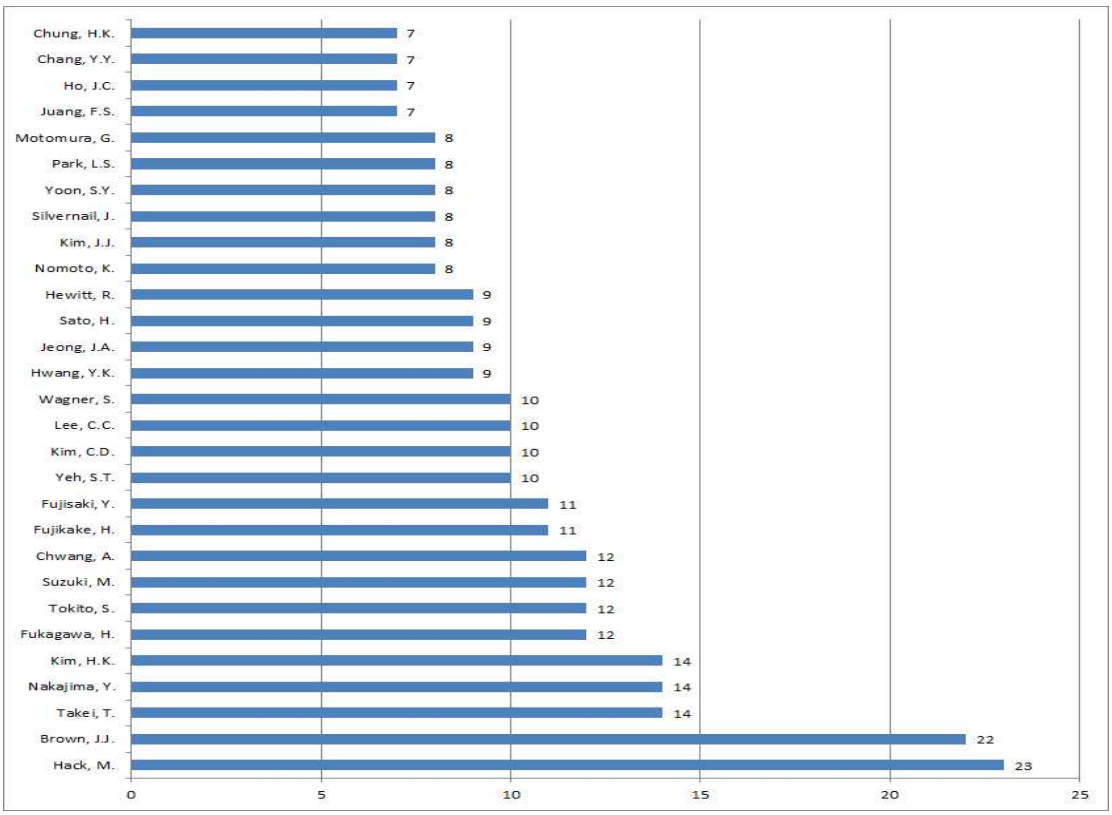
<표 2-1> 연도별 논문수

| 연도 | 논문수 |
|---|---|
| 2012 | 65 |
| 2011 | 103 |
| 2010 | 99 |
| 2009 | 61 |
| 2008 | 87 |
| 2007 | 53 |
| 2006 | 55 |
| 2005 | 44 |
| 2004 | 22 |
| 2003 | 19 |



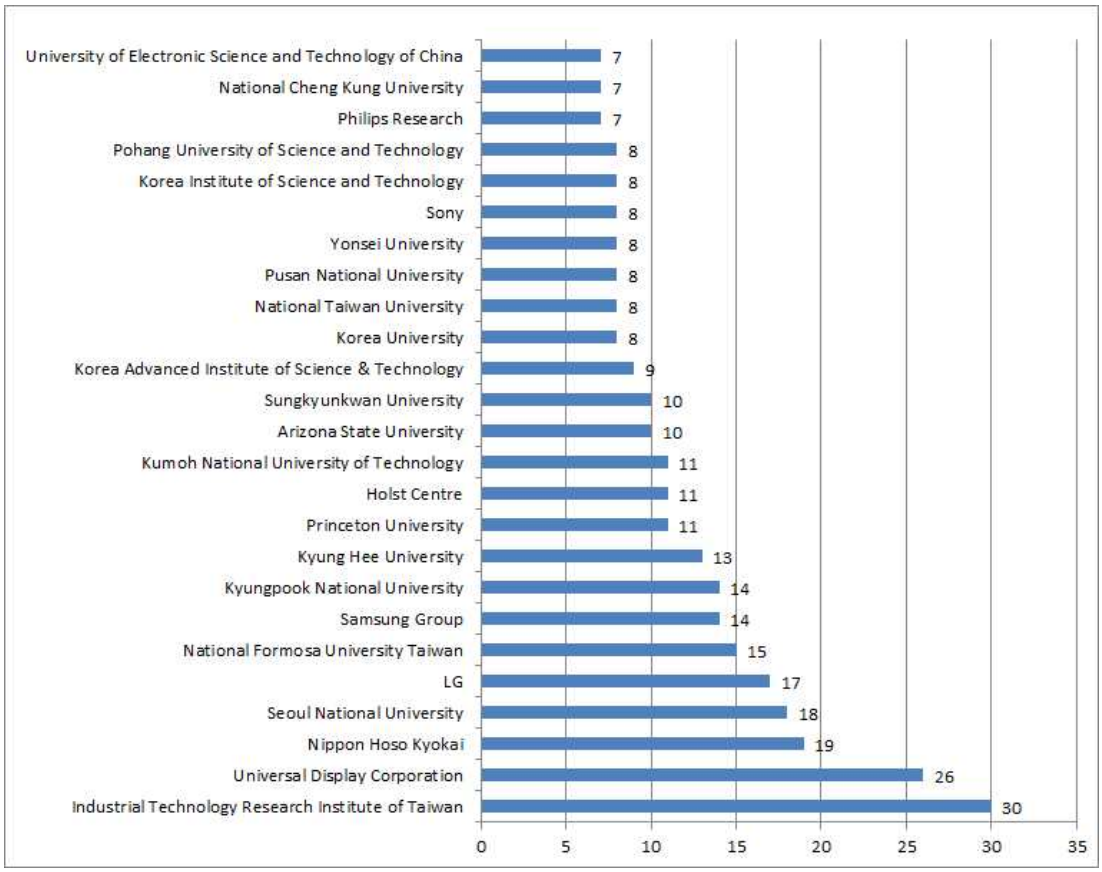

<그림 2-1> 연도별 출현 논문 추이

발표 논문수 상위 저자를 살펴보면, Hack, M., Takei, Brown, J.J., Takei,T., Nakajima,Y., Kim,H.K., 등이 다수의 논문을 발표하고 있다.



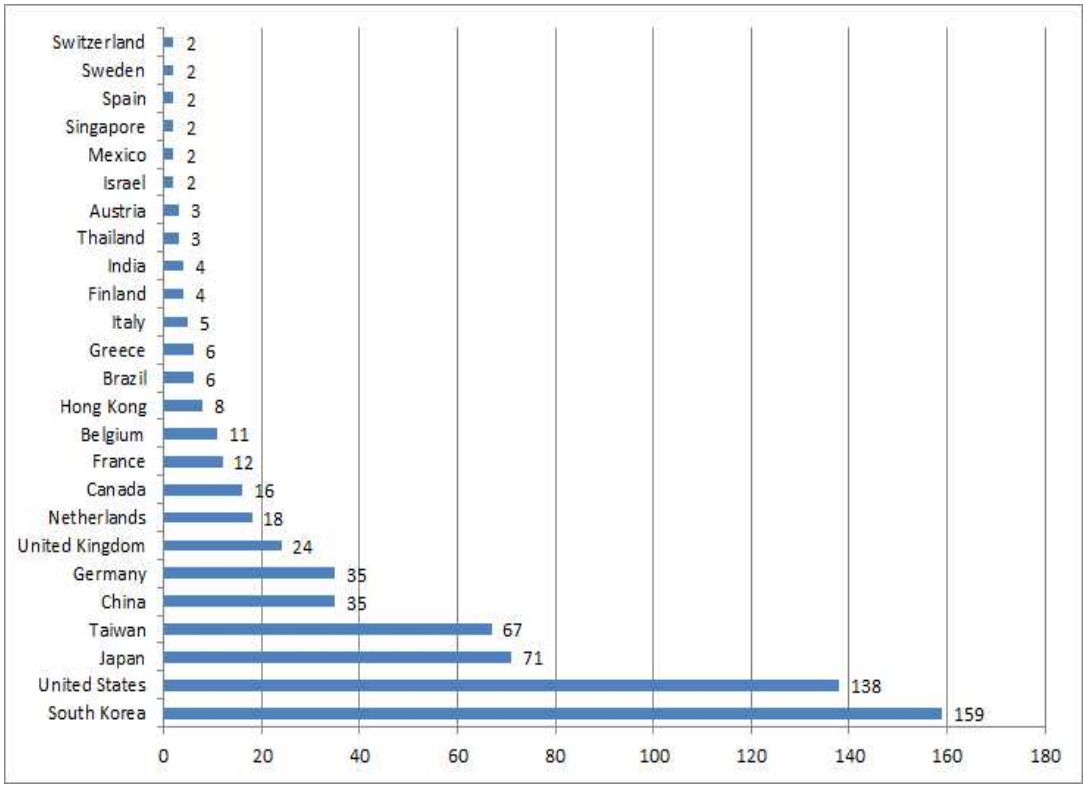

<그림 2-2> 논문수 상위 저자

분석기간 동안 동분야 논문을 발표한 기관을 살펴보면, Industrial Technology Research Institute of Taiwan, Universal Display Corporation, Nippon Hoso Kyokai, Seoul National University, LG, National Formosa University Taiwan, Samsung Group, Kyungpook National University, Kyung Hee University 등의 기관에서 다수의 논문을 발표 하였다.



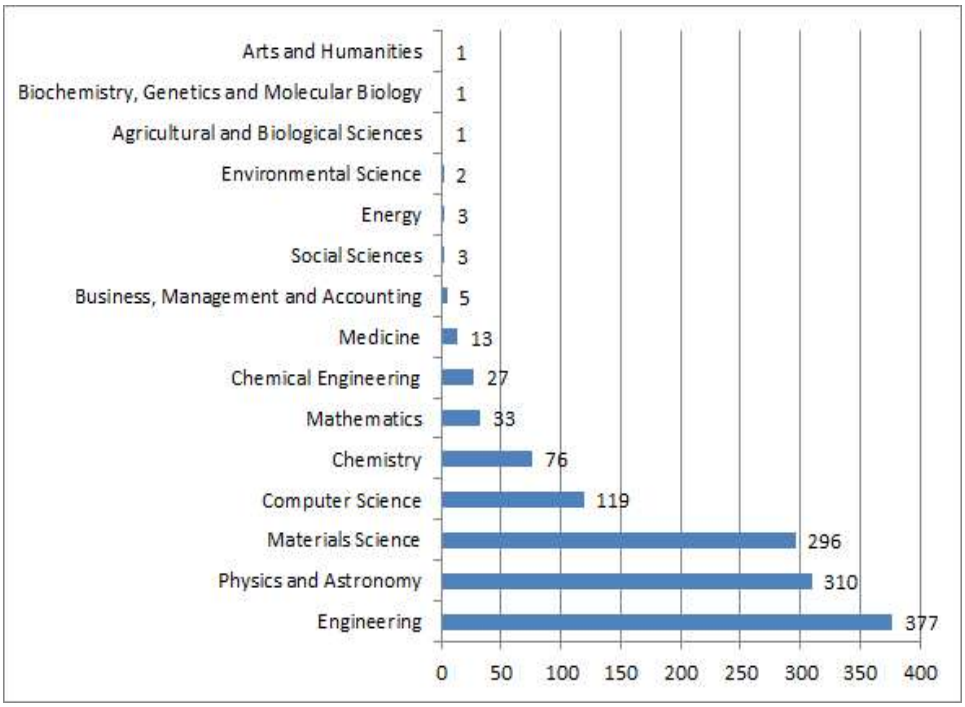

<그림 2-3> 논문수 상위 기관

다수의 논문을 발표한 국가로는 한국, 미국, 일본, 대만, 중국, 독일, 영국 순으로 다수의 논문을 발표하고 있다. 그리고 한국의 순위는 1위에 위치하였다.




<그림 2-4> 논문수 상위 저자인

동 분야의 논문들이 투고된 저널의 특성을 분석한 결과, 동 분야 논문들은 공학, 물리, 재료과학, 컴퓨터과학, 화학, 수학, 화학공학 등 다양한 분야의 저널에 다수 투고되고 있음을 알 수 있다.




<그림 2-5> 관련저널의 학제분포

## 논문인용패턴분석을 통한 부상연구영역 도출

기본적으로 논문의 공인용(co-citation) 관계를 사용, 비슷한 인용패턴을 보이는 논문끼리 그룹화 함으로써, 최근의 주요 연구영역을 시각적으로 매핑 할 수 있게 하였다. 일본 과학기술정책연구소(NISTEP) 및 KISTI 등이 이 방법론을 채택하여 급부상연구영역을 발굴하고 있다.

상술하면, 본 분석에서는 각 논문들이 참조(또는 인용)한(reference) 논문들이 유사하면 해당 논문들을 동일한 기술군으로 묶는 방식을 이용하는데 이러한 방식을 '서지적 결합분석(Bibliographic Coupling)'이라고 한다. 이는, 동일한 참고문헌들을 참조했다면 해당 논문들이 유사한 내용을 다루고 있을 것이라는 가정에 근거한 분석 기법이다.

<※ 서지결합분석에 의한 클러스터링>

- 다음의 논문-참조논문 행렬 샘플에서 논문1과 논문2가 하나의 기술군으로 묶일 수 있고, 논문3, 논문4, 논문5가 하나의 기술군으로 묶일 수 있음.
- 즉 논문-참조논문 행렬에서 각 행별로 '0'과 '1'의 발생패턴이 비슷한 정도를 측정하여 비슷하면 동일한 클러스터로 그룹핑함.

<클러스터링에 사용되는 논문-참조논문 행렬 형태>

| | 참조논문1 | 참조논문2 | 참조논문3 | 참조논문4 | 참조논문5 | 참조논문6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 논문1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 논문2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 논문3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 논문4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 논문5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

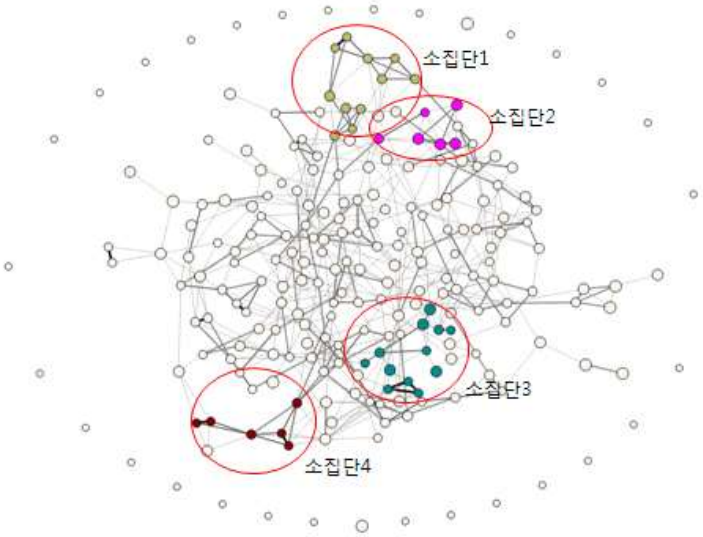
※ 논문1이 참조논문1과 참조논문2를 참조(cite or reference)했음을 '1'로 표시하고 참조논문3~참조논문6은 참조하지 않음을 '0'으로 표시

<※ 유사도 측정지표>

○ 유사한 정도를 측정하는 지표로는 대표적으로 많이 사용되는 코사인 (Cosine) 지표를 사용

$$Cosine(x,y) = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

- 본 식의 좌변에서 x, y는 논문1과 논문2를 표현하고 식의 우변에 위치한 x, y는 논문-참조 논문 행렬에서 논문1의 행과 논문2의 행에 해당하는 각 셀 값들임.
- 즉, 벡터 A와 벡터 B가 있을 때 코사인 값은 두 벡터의 내적값을 두 벡터의 크기로 나눈 값인데 이를 다르게 표현한 수식임.



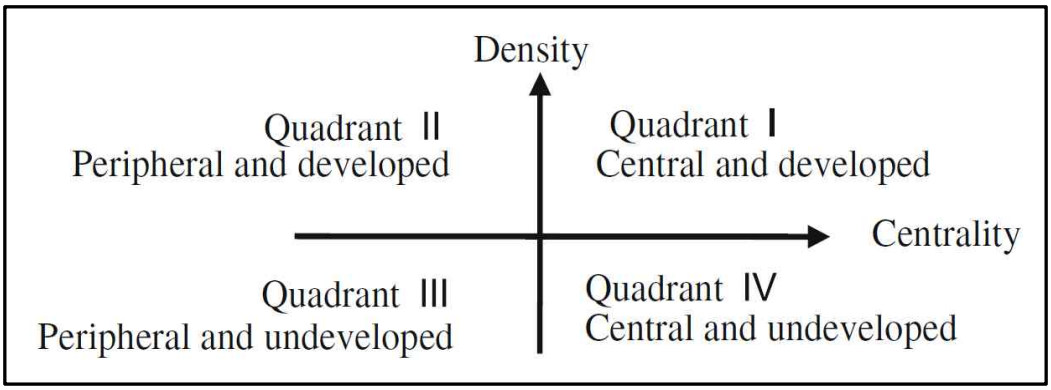

<유사논문 클러스터링 시각화 사례>

제시된 방법론을 통하여 다음과 같은 <표> 형태의 부상연구영역 정의서를 도출하게 된다. 연구자는 클러스터링된 핵심논문의 제목 및 주요 키워드의 확인을 통하여 동 영역이 어떠한 의미를 갖는 분야인지를 해석하게 된다. 특히 주목하는 값은, 밀도, 중심성, 그리고 평균연도임. 밀도는 해당연구영역내 논문들의 연결강도를 의미하여, **연구의 발전정도**를 나타낸다. 중심성은 해당연구영역이 전체연구영역에서 **중심적인 위치**를 차지하는 정도, 평균연도는 해당연구영역의 **최신성**을 나타내는 척도이다.

<부상연구영역정의서>

| 기술명 | 논문 및 키워드 확인을 통하여 기술명 작성 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | | | | |
| 핵심키워드 | | | | |
| 핵심논문 | | | | |

본 연구영역에서는 밀도, 중심성, 평균연도의 관점에서 각각 높은 값을 보이는 클러스터(연구영역)를 추출 하였다.




< 밀도(Density)와 중심성(Centrality)의 의미 >

자료 : Xin Ying An, *Scientometrics* (2011) 88:133~144

## 주요 부상연구영역

본 연구주제에서는 총 608편의 최근 논문이 검색되었으며, 인용패턴분석을 통해 총 18개의 클러스터[2)]로 재편되었다. 개별 클러스터는 5~50개의 논문으로 구성되었으며, 밀도, 중심성, 평균연도의 관점에서 각각 높은 값을 보이는 클러스터(연구영역)를 각각 6개씩 소개하였다.

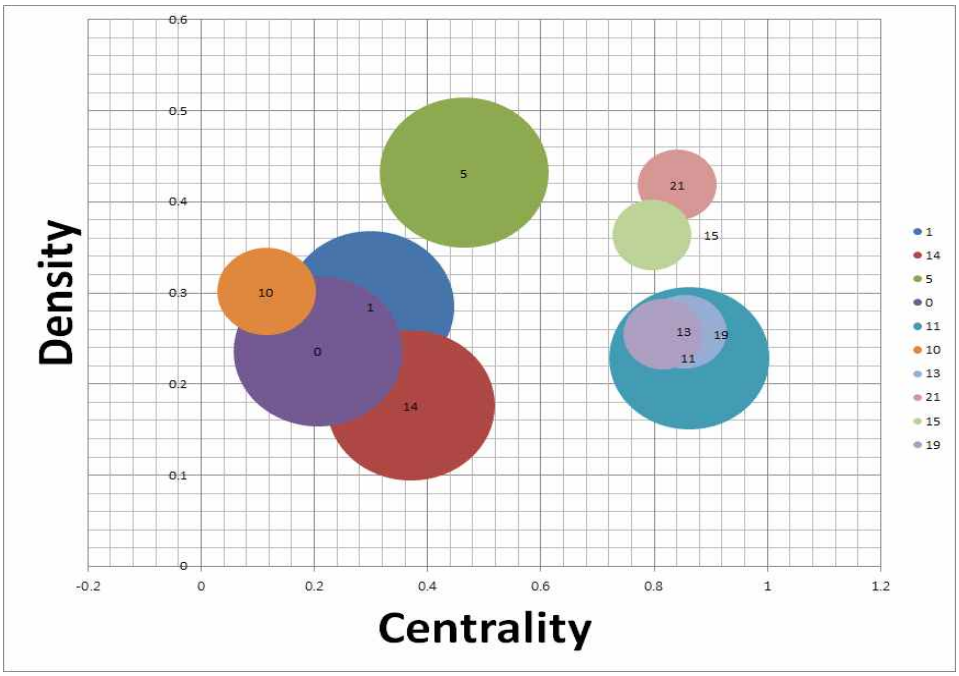
<표 2-2> 인용기반 논문 클러스터별 중심성, 밀도, 평균연도, 크기

| Cluster no. | Density | Centrality | 평균연도 | 클러스터크기 |
|---|---|---|---|---|
| data_9 | 0.6 | 0.526454 | 2010.8 | 5 |
| data_2 | 0.6 | 0.490506 | 2010.6 | 5 |
| data_24 | 0.47619 | 0.652375 | 2008.4286 | 7 |
| data_12 | 0.466667 | 0.556605 | 2009.1666 | 6 |
| data_5 | 0.431837 | 0.464624 | 2007.5601 | 50 |
| data_31 | 0.428571 | 0.774209 | 2007.8572 | 7 |
| data_21 | 0.418182 | 0.841125 | 2010.0909 | 11 |
| data_16 | 0.4 | 0.583323 | 2011.6666 | 6 |
| data_28 | 0.380952 | 0.724461 | 2009.2858 | 7 |
| data_15 | 0.363636 | 0.796388 | 2008.1818 | 11 |
| data_10 | 0.301471 | 0.115707 | 2008.0588 | 17 |
| data_26 | 0.285714 | 0.684262 | 2010.4286 | 7 |
| data_1 | 0.284898 | 0.299177 | 2008.0601 | 50 |
| data_13 | 0.257576 | 0.85406 | 2009.9166 | 12 |
| data_19 | 0.254545 | 0.815119 | 2006.5454 | 11 |
| data_0 | 0.235918 | 0.206652 | 2007.16 | 50 |
| data_11 | 0.228283 | 0.861932 | 2008.3778 | 45 |
| data_14 | 0.176327 | 0.370078 | 2007.86 | 50 |

2) 클러스터(연구영역)에 대한 상세정보는 첨부한 엑셀파일 참조

<표 2-3> 주요 요소(중심성, 밀도, 평균연도)별 클러스터 순위

| 순위 | Density. | Centrality | 평균연도 |
|---|---|---|---|
| 1 | Electrical and Optical Performance of OLED_9 | Transparent films for OLED_11 | Thin Film Formation Methods for OLED_16 |
| 2 | Performance of OLED_2 | Mechanical Modeling of Flexible OLED_13 | Electrical and Optical Performance of OLED_9 |
| 3 | Optoelectronic Devices using OLED_24 | Nanotechnology for OLED_21 | Performance of OLED_2 |
| 4 | Application of OLED_12 | Low Temperature Processes for OLED_19 | High Efficiency Flexible OLED_26 |
| 5 | Thin Film Deposition for OLED_5 | Processes and Applications for Flexible Organic Electronic Devices_15 | Nanotechnology for OLED_21 |
| 6 | Methods and Materials for OLED Manufacturing_31 | Methods and Materials for OLED Manufacturing_31 | Mechanical Modeling of Flexible OLED_13 |
| 7 | Nanotechnology for OLED_21 | Polymer Materials for OLED_28 | Polymer Materials for OLED_28 |
| 8 | Thin Film Formation Methods for OLED_16 | High Efficiency Flexible OLED_26 | Application of OLED_12 |
| 9 | Polymer Materials for OLED_28 | Optoelectronic Devices using OLED_24 | Optoelectronic Devices using OLED_24 |
| 10 | Processes and Applications for Flexible Organic Electronic Devices_15 | Thin Film Formation Methods for OLED_16 | Transparent films for OLED_11 |




<그림 2-6> 클러스터별 중심성(Centrality), 밀도(Density) 연관맵

<표 2-4> 클러스터별(클러스터 크기 상위 10개) 중심성, 밀도, 평균연도

| Cluster no. | Density | Centrality | 평균연도 | 클러스터 크기 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.284898 | 0.299177 | 2008.0601 | 50 |
| 14 | 0.176327 | 0.370078 | 2007.86 | 50 |
| 5 | 0.431837 | 0.464624 | 2007.5601 | 50 |
| 0 | 0.235918 | 0.206652 | 2007.16 | 50 |
| 11 | 0.228283 | 0.861932 | 2008.3778 | 45 |
| 10 | 0.301471 | 0.115707 | 2008.0588 | 17 |
| 13 | 0.257576 | 0.85406 | 2009.9166 | 12 |
| 21 | 0.418182 | 0.841125 | 2010.0909 | 11 |
| 15 | 0.363636 | 0.796388 | 2008.1818 | 11 |
| 19 | 0.254545 | 0.815119 | 2006.5454 | 11 |

## 밀도 관점에서의 부상연구영역

18개의 클러스터 중 밀도가 높아 독립연구영역으로 발전할 가능성이 높은 상위 6개 클러스터는 다음과 같다.

| 기술명 | 9 Electrical and Optical Performance of OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.6 | 0.526454 | 2010.8 | 5 |
| 핵심키워드 | flexible displays=4, surface microcracks=3, organic layers=3, electrodes=2, flexible organic light emitting diodes=2, organic light emitting diodes (oled)=2, bending process=2, barrier performance=2, break down=2, polyethylene naphthalate=2, transparent electrode=2, cyclic bending tests=2, oled displays=2, multilayers=2, light emitting diodes=2, | | | |
| 핵심논문 | (1)[84863212709-P-115: Electrical, optical, and ITO characteristics of a flexible OLED display]<br>(0)[79960010511-Enhanced barrier performance of flexible OLEDs using multilayer transparent electrodes]<br>(0)[84869813677-Flexible characteristics of novel OLED materials]<br>(0)[79956329131-Improved lifetime of highly flexible OLEDs based on multilayer transparent electrodes with enhanced barrier performance]<br>(0)[84860856710-Electrical, optical, and ITO characteristics of a flexible OLED display] | | | |

| 기술명 | 2 High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.6 | 0.490506 | 2010.6 | |
| 핵심키워드 | am oled=4, organic inorganic hybrid=3, flexible displays=3, high transmittance=2, inorganic organic hybrid films=2, glass=2, thermal expansion=2, glass carrier=2, wavelength ranges=2, low coefficient of thermal expansions=2, hybrid film=2, | | | |
| 핵심논문 | (3)[78651328470-High-performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible displays and electronics]<br>(3)[79952125329-61.2: Invited paper: High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display and electronics]<br>(1)[79952154685-A flexible universal plane for displays]<br>(1)[84655175917-61.2: Invited paper: High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display and electronics]<br>(0)[84870681063-The key factors of flexible AMOLED de-bonding from carrier glass by using flexible universal plane technology] | | | |

| 기술명 | 24 Optoelectronic Devices using OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.47619 | 0.652375 | 2008.4286 | 7 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=5, light emitting diodes=4, organic photodiodes=2, fluorescence=2, photodiodes=2, optical components=2, thermal evaporation=1, silanes=1, touchpad=1, ormocer=1, research and development management=1, eco friendly=1, silicones=1, end capping=1, physical optics=1, waveguides=1, environmental protection=1, encapsulation layer=1, | | | |
| 핵심논문 | (6)[70449111656-Emerging technologies for the commercialization of AMOLED TVs]<br>(6)[70249100656-Light- and touch-point localization using flexible large area organic photodiodes and elastomer waveguides]<br>(2)[70449336694-Synthesis and electro-optical properties of 9,10-substituted anthracene derivatives for flexible OLED devices]<br>(0)[77958112572-Optochemical sensor, based on screenprinted fluorescent sensorspots surrounded by organic photodiodes for multianalyte detection]<br>(0)[84864330679-Organic semiconductors and their application in energy harvesting] | | | |

| 기술명 | 12 Application of OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.466667 | 0.556605 | 2009.1666 | 6 |
| 핵심키워드 | field effect transistors=3, oled=2, polysilicon=2, semiconductor materials=2, mobility=2, liquid crystals=2, organic semiconductor=2, organic light emitting diodes (oled)=2, electrophoretic displays=2, reactive mesogens=2, charge carrier mobility=1 | | | |
| 핵심논문 | (9)[54249086734-Electrical properties of reactive liquid crystal semiconductors]<br>(5)[77957924289-Fast field solver for the simulation of large-area OLEDs]<br>(0)[79953688252-Rigid and flexible OLEDs: Prototypes to applications]<br>(0)[79960986184-Progress in organic field-effect transistors and its applications]<br>(0)[34748918416-Liquid crystal semiconductors and their application in field effect transistors]<br>(0)[77955693092-Triindole based single crystals and thin films for OLED and OFET applications] | | | |

| 기술명 | 5 Thin Film Deposition for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.431837 | 0.464624 | 2007.5601 | 50 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=32, organic light emitting diodes (oled)=23, light emission=19, substrates=12, phosphorescence=12, thin films=12, helmet mounted displays=9, encapsulation=9, current density=9, polyethylene terephthalates=8, flexible displays=8, polymers=7, oxygen=7, oled displays=6, thin film transistors=6, oled=6, surface roughness=6, organic light emitting diodes=6 등 | | | |
| 핵심논문 | (150)[0043128739-Thin film encapsulated flexible organic electroluminescent displays]<br>(112)[33645645528-Flexible AM OLED panel driven by bottom-contact OTFTs]<br>(76)[2442664250-Flexible OLED displays using plastic substrates]<br>(68)[33344468832-Development of high barrier films on flexible polymer substrates]<br>(36)[4644226577-Properties of SiO2 -like barrier layers on polyethersulfone substrates by low-temperature plasma-enhanced chemical vapor deposition]<br>(32)[23244448131-Thin films: Rolling out organic electronics] 등 | | | |

| 기술명 | 31 Methods and Materials for OLED Manufacturing | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.428571 | 0.774209 | 2007.8572 | 7 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=4, tin=3, oled=3, light emitting diodes=3, titanium compounds=3, thin films=3, polyethylene terephthalates=3, substrates=2, transparent conducting oxides=2, ito films=2, polymers=2, indium tin oxide thin films=2, ink=2, oxide films=2, carrier concentration=2, | | | |
| 핵심논문 | (32)[56649120581-Bacterial cellulose membrane as flexible substrate for organic light emitting devices]<br>(15)[77955429636-Improvement of organic solar cells by flexible substrate and ITO surface treatments]<br>(3)[33144486111-Gravure printing of transparent conducting ITO coatings for display applications]<br>(3)[36349002887-Effects of plasma polymerized para-xylene intermediate layers on characteristics of flexible organic light emitting diodes fabricated on polyethylene terephthalate substrates]<br>(0)[84869219753-Glass-forming organic semiconductors for optoelectronics] | | | |

## 중심성 관점에서의 부상연구영역

55개의 클러스터 중 중심성이 높아 동 분야에서 핵심 연구영역이 될 발전할 가능성이 높은 상위 6개 클러스터는 다음과 같다.

| 기술명 | 11 Transparent films for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.228283 | 0.861932 | 2008.3778 | 45 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=25, organic light emitting diodes (oled)=24, substrates=13, light emission=13, tin=8, thin films=7, polymers=6, display devices=6, nanocomposites=6, flexible displays=6, electroluminescence=5, flexible substrate=5, anodes=5, oled=5, conducting polymers=5, deposition=5, tin oxides=4, oled displays=4, helmet mounted displays=4, flexible organic light emitting diodes=4, organic light emitting devices=4, plastic substrates=4 등 | | | |
| 핵심논문 | (46)[33847037115-Self-organized gradient hole injection to improve the performance of polymer electroluminescent devices]<br>(32)[67649111120-Optically transparent wood-cellulose nanocomposite as a base substrate for flexible organic light-emitting diode displays]<br>(28)[2342614272-Transparent Flexible Plastic Substrates for Organic Light-Emitting Devices]<br>(18)[77950251627-Displays from transparent films of natural nanofibers]<br>(17)[35948937176-Moisture permeability through multilayered barrier films as applied to flexible OLED display] 등 | | | |

| 기술명 | 13 Mechanical Modeling of Flexible OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.257576 | 0.85406 | 2009.9166 | 12 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=7, organic light emitting diodes (oled)=7, oled=4, flexible substrate=4, top emitting=4, light emission=4, roll to roll=4, physical optics=3, lighting applications=3, helmet mounted displays=3, flexible displays=3, color=3, flexible oled=3, multilayers=3, thin film passivation=2, luminance efficiency=2, tin=2, substrates=2, white oled=2, oligomers=2 등 | | | |
| 핵심논문 | (19)[69549110925-Mechanical modeling of flexible OLED devices]<br>(10)[49649129961-Effect of sputtering conditions on the mechanical property and the permeability of IZO grown by DC magnetron sputtering for application to flexible OLEDs]<br>(10)[79955516139-High-color-rendering flexible top-emitting warm-white organic light emitting diode with a transparent multilayer cathode]<br>(6)[75449083766-A nano-indentation study of the reduced elastic modulus of Alq3 and NPB thin-film used in OLED devices]<br>(1)[84860864949-Invited paper: Novel approaches for OLED lighting] 등 | | | |

| 기술명 | 21 Nanotechnology for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.418182 | 0.841125 | 2010.0909 | 11 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=8, light emitting diodes=4, tin=3, tin oxides=3, optoelectronic devices=3, roll to roll=3, organic optoelectronics=2, lambertian=2, flexible=2, indium tin oxide electrodes=2, microcavity=2, microcavity effects=2, microcavities=2, metal foil=2, flexible substrate=2, stainless steel=2, electrodes=2, | | | |
| 핵심논문 | (90)[77956944514-A transparent, flexible, low-temperature, and solution-processible graphene composite electrode]<br>(59)[40349089001-Carbon nanotubes: A multi-functional material for organic optoelectronics]<br>(46)[79952131183-Materials and devices toward fully solution processable organic light-emitting diodes]<br>(9)[80054931800-Solution-processed transparent electrodes]<br>(7)[77958580321-Highly flexible AM-OLED display with integrated gate driver using amorphous silicon TFT on ultrathin metal foil] | | | |

| 기술명 | 19 Low Temperature Processes for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.254545 | 0.815119 | 2006.5454 | 11 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=6, silicon nitride=5, thin film transistors=4, thin films=4, chemical vapor deposition=4, polysilicon=2, display devices=2, amorphous silicon=2, roll to roll processing=2, organic light emitting diodes (oled)=2, passivation=2, barrier layers=2, refractive index=2, water vapor transmission rate=2, plastic substrates=2, 등 | | | |
| 핵심논문 | (49)[23644455993-Low-temperature materials and thin film transistors for flexible electronics]<br>(15)[0042360557-Polysilicon TFT AM-OLED on thin flexible metal substrates]<br>(10)[20544474231-X-ray and neutron reflectivity measurements of moisture transport through model multilayered barrier films for flexible displays]<br>(7)[21244504623-Moisture-resistive properties of SiNx films prepared by catalytic chemical vapor deposition below 100° C for flexible organic light-emitting diode displays]<br>(5)[36749007744-Cat-CVD SiN passivation films for OLEDs and packaging] | | | |

| 기술명 | 15 Processes and Applications for Flexible Organic Electronic Devices | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.363636 | 0.796388 | 2008.1818 | 11 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=7, substrates=7, organic light emitting diodes (oled)=6, polymers=4, flexible polymeric substrates=3, thin film transistors=3, organic polymers=3, roll to roll=3, am oled=3, organic electronic devices=3, thermoelectric equipment=3, organic photovoltaics=3, flexible displays=3, field emission displays=3 등 | | | |
| 핵심논문 | (59)[54849441632-Flexible organic electronic devices: Materials, process and applications]<br>(11)[78349309564-High performance, flexible polymer light-emitting diodes (PLEDs) with gravure contact printed hole injection and light emitting layers]<br>(7)[71649115150-Organic against inorganic electrodes grown onto polymer substrates for flexible organic electronics applications]<br>(7)[77954154294-Fabrication of flexible 4.7-inch QVGA AM-OLED panel driven by In-Ga-Zn-Oxide TFTs with flexible color filter]<br>(6)[33646056994-Fabrication of a tensile test for polymer micromechanics] 등 | | | |

| 기술명 | 31 Methods and Materials for OLED Manufacturing | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.428571 | 0.774209 | 2007.8572 | 7 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=4, tin=3, oled=3, light emitting diodes=3, titanium compounds=3, thin films=3, polyethylene terephthalates=3, substrates=2, transparent conducting oxides=2, ito films=2, polymers=2, indium tin oxide thin films=2, ink=2, oxide films=2, carrier concentration=2, | | | |
| 핵심논문 | (32)[56649120581-Bacterial cellulose membrane as flexible substrate for organic light emitting devices]<br>(15)[77955429636-Improvement of organic solar cells by flexible substrate and ITO surface treatments]<br>(3)[33144486111-Gravure printing of transparent conducting ITO coatings for display applications]<br>(3)[36349002887-Effects of plasma polymerized para-xylene intermediate layers on characteristics of flexible organic light emitting diodes fabricated on polyethylene terephthalate substrates]<br>(0)[84869219753-Glass-forming organic semiconductors for optoelectronics] | | | |

## 평균연도 관점에서의 부상연구영역

55개의 클러스터 중 평균연도 값이 높아 동 분야에서 최신성이 큰 상위 6개 클러스터는 다음과 같다.

| 기술명 | 16 Thin Film Formation Methods for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.4 | 0.583323 | 2011.6666 | 6 |
| 핵심키워드 | display devices=3, light emitting diodes=3, polyimides=2, flexible circuitry=2, tin=2, metal oxides=2, p type=2, graphic methods=2, metallic compounds=2, thin film transistors=2, thin films=2, saturation mobility=2, printing=2, liquid crystal displays=2, low voltage=2, organic photovoltaics=2, flexible displays=2, | | | |
| 핵심논문 | (3)[84855959624-Impact of metered ink volume on reel-to-reel flexographic printed conductive networks for enhanced thin film conductivity]<br>(1)[84863434916-Gravure printing of ITO transparent electrodes for applications in flexible electronics]<br>(0)[84870710130-Low-temperature and low-voltage, solution-processed metal oxide n-TFTs and flexible circuitry on large-area polyimide foil]<br>(0)[84869060530-Solution-processed and low-temperature metal oxide n-channel thin-film transistors and low-voltage complementary circuitry on large-area flexible polyimide foil]<br>(0)[84871920722-Recent developments in the field of transparent conductive oxide films for spectral selective coatings, electronics and photovoltaics] | | | |

| 기술명 | 9 Electrical and Optical Performance of OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.6 | 0.526454 | 2010.8 | 5 |
| 핵심키워드 | flexible displays=4, surface microcracks=3, organic layers=3, electrodes=2, flexible organic light emitting diodes=2, organic light emitting diodes (oled)=2, bending process=2, barrier performance=2, break down=2, polyethylene naphthalate=2, transparent electrode=2, cyclic bending tests=2, oled displays=2, multilayers=2, light emitting diodes=2, | | | |
| 핵심논문 | (1)[84863212709-P-115: Electrical, optical, and ITO characteristics of a flexible OLED display]<br>(0)[79960010511-Enhanced barrier performance of flexible OLEDs using multilayer transparent electrodes]<br>(0)[84869813677-Flexible characteristics of novel OLED materials]<br>(0)[79956329131-Improved lifetime of highly flexible OLEDs based on multilayer transparent electrodes with enhanced barrier performance]<br>(0)[84860856710-Electrical, optical, and ITO characteristics of a flexible OLED display] | | | |

| 기술명 | 2 High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.6 | 0.490506 | 2010.6 | |
| 핵심키워드 | am oled=4, organic inorganic hybrid=3, flexible displays=3, high transmittance=2, inorganic organic hybrid films=2, glass=2, thermal expansion=2, glass carrier=2, wavelength ranges=2, low coefficient of thermal expansions=2, hybrid film=2, | | | |
| 핵심논문 | (3)[78651328470-High-performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible displays and electronics]<br>(3)[79952125329-61.2: Invited paper: High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display and electronics]<br>(1)[79952154685-A flexible universal plane for displays]<br>(1)[84655175917-61.2: Invited paper: High performance organic-inorganic hybrid plastic substrate for flexible display and electronics]<br>(0)[84870681063-The key factors of flexible AMOLED de-bonding from carrier glass by using flexible universal plane technology] | | | |

| 기술명 | 26 High Efficiency Flexible OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.285714 | 0.684262 | 2010.4286 | 7 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=5, light emitting diodes=3, light emission=3, gallium nitride=2, reactive ion etching=2, gan based light emitting diodes=2, photonic crystals=2, gallium alloys=2, polyethersulfones=2, new opportunities=1, diamond like carbon films=1 | | | |
| 핵심논문 | (9)[77955401101-High-efficiency flexible white organic light-emitting diodes]<br>(7)[78751645439-Full wafer scale nanoimprint lithography for GaN-based light-emitting diodes]<br>(5)[80052743700-GaN-based light-emitting diodes with photonic crystals structures fabricated by porous anodic alumina template]<br>(3)[84863971227-Highly efficient inverted top-emitting green phosphorescent organic light-emitting diodes on glass and flexible substrates]<br>(1)[36048997518-Characterization of hydrogen-free diamond-like carbon film on COC for flexible organic electro-luminescence application] | | | |

| 기술명 | 21 Nanotechnology for OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.418182 | 0.841125 | 2010.0909 | 11 |
| 핵심키워드 | organic light emitting diodes (oled)=8, light emitting diodes=4, tin=3, tin oxides=3, optoelectronic devices=3, roll to roll=3, organic optoelectronics=2, lambertian=2, flexible=2, indium tin oxide electrodes=2, microcavity=2, microcavity effects=2, microcavities=2, metal foil=2, flexible substrate=2, stainless steel=2, electrodes=2, | | | |
| 핵심논문 | (90)[77956944514-A transparent, flexible, low-temperature, and solution-processible graphene composite electrode]<br>(59)[40349089001-Carbon nanotubes: A multi-functional material for organic optoelectronics]<br>(46)[79952131183-Materials and devices toward fully solution processable organic light-emitting diodes]<br>(9)[80054931800-Solution-processed transparent electrodes]<br>(7)[77958580321-Highly flexible AM-OLED display with integrated gate driver using amorphous silicon TFT on ultrathin metal foil] | | | |

| 기술명 | 13 Mechanical Modeling of Flexible OLED | | | |
|---|---|---|---|---|
| 영역특성 | 밀도 | 중심성 | 평균연도 | 클러스터크기 |
| | 0.257576 | 0.85406 | 2009.9166 | 12 |
| 핵심키워드 | light emitting diodes=7, organic light emitting diodes (oled)=7, oled=4, flexible substrate=4, top emitting=4, light emission=4, roll to roll=4, physical optics=3, lighting applications=3, helmet mounted displays=3, flexible displays=3, color=3, flexible oled=3, multilayers=3, thin film passivation=2, luminance efficiency=2, tin=2, substrates=2, white oled=2, oligomers=2 등 | | | |
| 핵심논문 | (19)[69549110925-Mechanical modeling of flexible OLED devices]<br>(10)[49649129961-Effect of sputtering conditions on the mechanical property and the permeability of IZO grown by DC magnetron sputtering for application to flexible OLEDs]<br>(10)[79955516139-High-color-rendering flexible top-emitting warm-white organic light emitting diode with a transparent multilayer cathode]<br>(6)[75449083766-A nano-indentation study of the reduced elastic modulus of Alq3 and NPB thin-film used in OLED devices]<br>(1)[84860864949-Invited paper: Novel approaches for OLED lighting] 등 | | | |

## 논문 키워드 네트워크 분석을 통한 부상이슈 도출

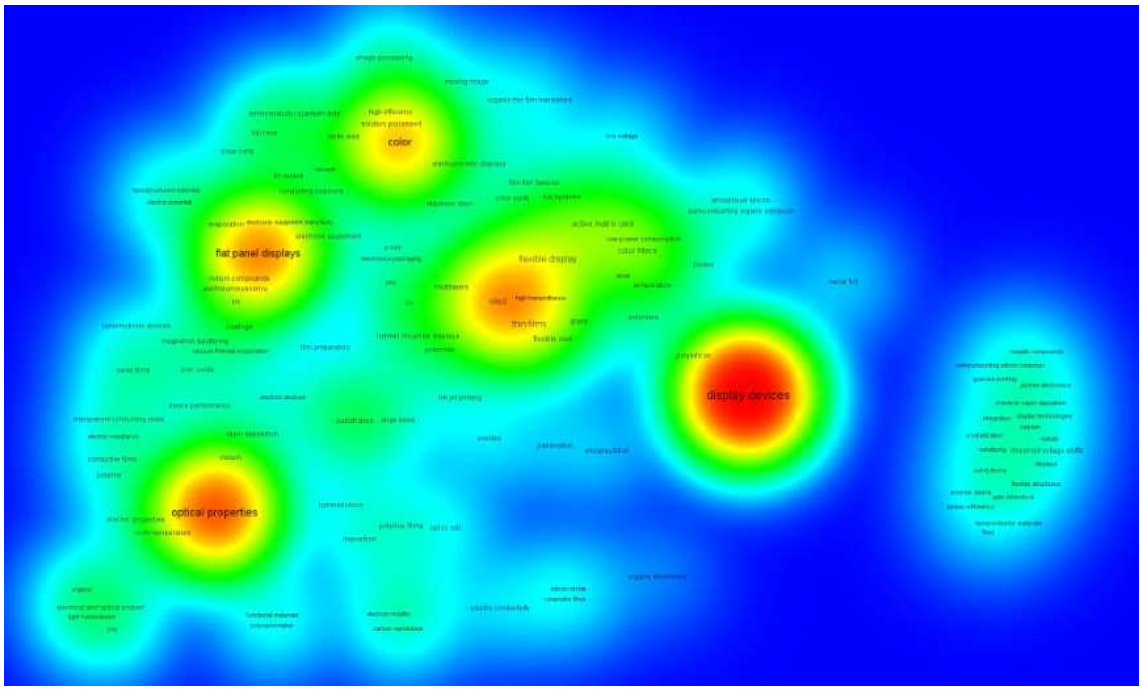
인용패턴분석이 논문간의 정형화된 관계를 보여주고 있다면, 키워드 네트워크 분석은 또 다른 새로운 기술이슈를 발굴할 수 있는 방법론이다. 키워드 네트워크 분석을 비교적 정형화된 형태로 요약하면 다음과 같다.

① 텍스트들의 집합(corpus)에서 기술어(단어 또는 명사구)을 추출
② 이들 아이템들이 각 문서에 동시 출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산
③ 이를 적절한 유사도지수(Inclusion, Proximity, Equivalence 등)를 통해 변형
④ 각 기술어(키워드) 간의 관계를 시각화하여, 키워드로 표상된 아이디어(또는 연구이슈)간의 연결 패턴을 분석

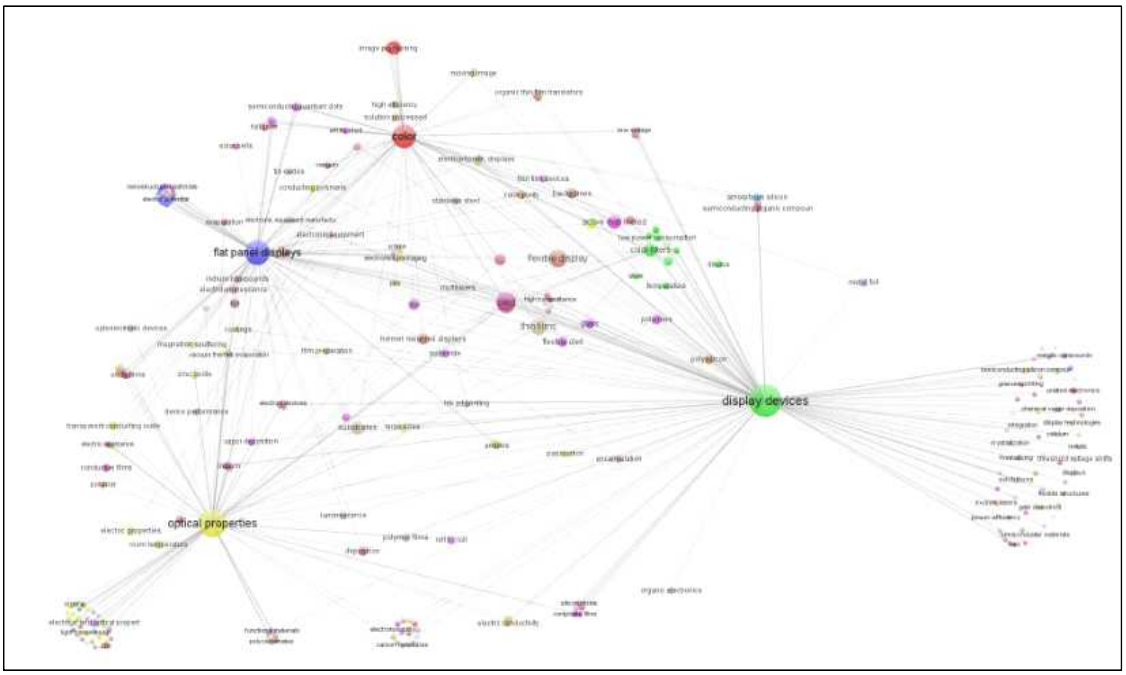
본 연구주제에서는 총 608편의 최근 논문이 검색되었으며, 이들 논문에서 사용된 키워드(저자키워드 + 인덱싱 키워드[3]) 총 3,792개 이다. 이중 동의어 및 불용어 처리 및 빈도가 낮은 키워드 제거과정 등을 통해 총 374개의 분석대상 키워드를 선별하였다. 동 키워드들은 문서 동시출현 빈도 및 유사도 지수 계산을 통하여 네크워킹되며, 결과적으로 인용패턴분석에서처럼 다수의 클러스터로 재편되었다.

3) 논문투고시 저자가 작성한 주요 핵심어를 의미하며, 인덱싱 키워드는 이와 별로도 SCOPUS사에서 논문별로 부여한 핵심어를 의미함.

## 키워드 네트워크의 시각화맵




<그림 2-7> Density view



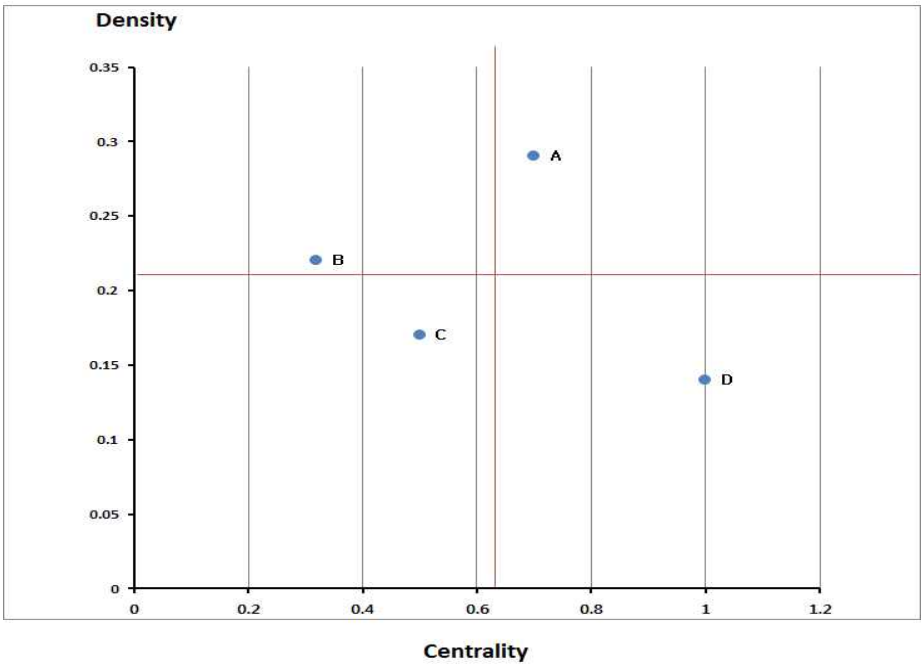

<그림 2-8> Label view (circle color: 클러스터 종류, circle size: 출현빈도)

<그림 2-7>, <그림 2-8>은 키워드간 동시발생을 기준으로 연관도가 높은 키워드들을 2차원 평면에 분포한 후 클러스터로 묶어준 것이다. 노드(키워드)간의 상대적 거리를 통해 연관도를 반영하며, Label맵의 경우 동일한 노드의 색깔은 동일한 클러스터에 속하는 키워드이다. Density맵은 경우 네트워킹 빈도의 집중 정도에 따라 색(Blue → Red)이 변한다. 아래 <표 2-5>는 키워드 동시발생 관련 클러스터 분류를 정리한 것이다. 모두 4개의 클러스터로 정리되며 각 클러스터별로 '부상이슈명', 중심성, 밀도 그리고 키워드를 기술 하였다.

<표 2-5> 클러스터별 키워드 및 중심성/밀도

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cluster 1 | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | A : Low Power Consumption | 0.7 | 0.29 |
| 클러스터 키워드 | semiconductor;low power;diodes;color filters;chemistry;silver;thin film encapsulation;display devices;low temperatures;low power consumption;mass production;device structures;temperature | | |
| Cluster 2 | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | B : Performance | 0.32 | 0.22 |
| 클러스터 키워드 | film;barrier properties;organic;optical properties;light transmission;organic photovoltaics;substrate temperature;indium tin oxide thin films;semiconducting zinc compounds | | |
| Cluster 3 | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | C : Substrate and Deposition Method | 0.5 | 0.17 |
| 클러스터 키워드 | binding energy;nanostructured materials;image quality;conductive plastics;high resolution;photovoltaics;flat panel displays;doping (additives);spin coating;crystal structure;photovoltaic cells;electric potential | | |
| Cluster 4 | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | D : Materials | 1 | 0.14 |
| 클러스터 키워드 | organic tfts;gallium;plastic;luminance efficiency;phosphorescent oled;high brightness;organic semiconductor;organic thin films;optical transmittance;color;silicon compounds;image processing;gallium alloys;transparent | | |

4개의 클러스터의 중심성과 밀도를 기준으로 2차원 평면 상에 배치하면 아래 <그림 2-9>의 분포도가 완성 된다. 좌표 상의 상대적인 위치에 따라 다시 4등분할 수 있는데, high centrality-high density, high centrality-low density, low centrality-high density 그리고 low centrality-low density 구간으로 나누어진다. 구간 별로 정리한 <표 2-6>은 그에 따라 구간별로 구분된 클러스터들이다.




<그림 2-9> 논문 키워드 클러스터별 중심성/밀도 분포

Centrality는 클러스터 사이의 연결 정도를 나타내는 것으로 그 값이 높은 클러스터는 다른 클러스터와 연결이 많음을 나타낸다. 즉, centrality가 높은 클러스터는 그 분야에서 중심이 되는 주제라고 할 수 있다. 그리고 Density는 클러스터 내의 키워드 사이의 연결정도를 나타낸다. density 값이 높은 클러스터는 그 안의 키워드 사이의 연결(동시발생)이 빈번하며 이는 키워드에 해당하는 내용으로 연구개발이 활발이 이루어지는 것으로 추정해볼 수 있다.

<표 2-6> Centrality, Density 상대적 크기에 따른 분포.

| | 상대적 위치 | Cluster 명 |
|---|---|---|
| 1 | High Centrality & High Density | Clus. A: Low Power Consumption |
| 2 | High Centrality & Low Density | Clus. D: Materials |
| 3 | Low Centrality & High Density | Clus. B: Performance |
| 4 | Low Centrality & Low Density | Clus. C: Substrate and Deposition Method |

# 특허정보를 활용한 연구과제 도출

## 특허 데이터 수집과 출원 현황 분석

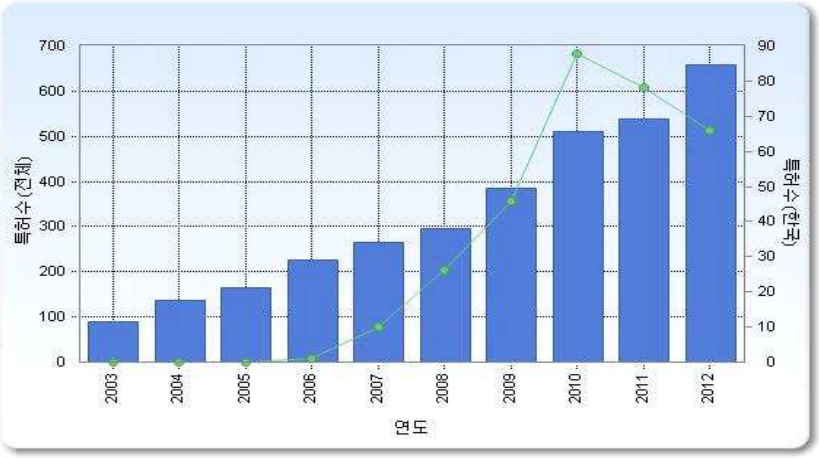
본 분석에는 미국 특허 및 PATSTAT 데이터베이스를 사용하였으며, 특히 미국특허 중에서 제목(Title), 초록(Abstract), 청구항(Claim) 에 대해 아래 검색식을 적용하였다. 또한 검색 연도는 2003-2012으로 제한하였으며, 검색된 총 특허 수는 3,266편이다.

| |
|---|
| and(text:(OLED* and Flexible* and ((Deposit* or Evaporat* or Sputter*) or (Vacuum* or (chamber* and deformat*)) or (Etch* or Roll* or Encapsulat*)) and (Large* and (Area* or Size*))), pd:range(2003-01-01, 2012-12-31)) |

분석 대상 기간의 연평균 증가율은 특허 수 기준 4.39%, 누적 특허 수 기준 29.03%인 것으로 나타났다.

<표 3-1> 연도별 특허 수

| 연도 | 특허 수 | 누적 특허 수 | 한국 특허 수 |
|---|---|---|---|
| 2003 | 89 | 89 | 0 |
| 2004 | 136 | 225 | 0 |
| 2005 | 165 | 390 | 0 |
| 2006 | 226 | 616 | 1 |
| 2007 | 265 | 881 | 10 |
| 2008 | 297 | 1,178 | 26 |
| 2009 | 384 | 1,562 | 46 |
| 2010 | 509 | 2,071 | 88 |
| 2011 | 538 | 2,609 | 78 |
| 2012 | 657 | 3,266 | 66 |



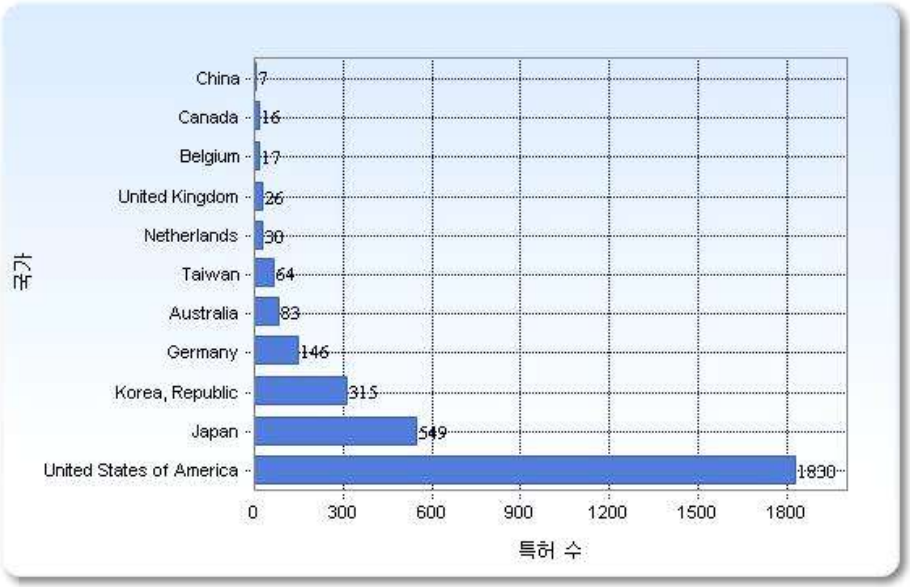

<그림 3-1> 연도별 특허 출원 추이

(전체 특허 수는 막대 그래프, 한국의 특허 수는 꺾은선 그래프 참조)

특허의 출원인 국적을 분석한 결과 United States of America이 전체 3,266건의 특허 중 56.03%(1,830건)를 점유하여 가장 많은 특허를 발표한 것으로 나타났다. Japan은 16.81%(549건), Korea, Republic는 9.64%(315건)을 점유하여 각각 2, 3위를 차지하였다. 한국은 315편 (9.64%)의 특허를 발표하여 3위를 차지하였다.

<표 3-2> 출원인 국적별 특허 수

| 순위 | 출원인 국적 | 특허 수 | 비중(%) |
|---|---|---|---|
| 1 | United States of America | 332 | 34.69 |
| 2 | Japan | 280 | 29.26 |
| 3 | Taiwan | 91 | 9.51 |
| 4 | Korea, Republic | 78 | 8.15 |
| 5 | Germany | 35 | 3.66 |
| 6 | China | 18 | 1.88 |
| 7 | Switzerland | 11 | 1.15 |
| 7 | France | 10 | 1.04 |
| 9 | United Kingdom | 8 | 0.84 |
| 9 | Hong Kong | 7 | 0.73 |
| 11 | Canada | 7 | 0.73 |




<그림 3-2> 출원인 국적별 특허수

<표 3-3> 출원인 국적별 연도별 특허수

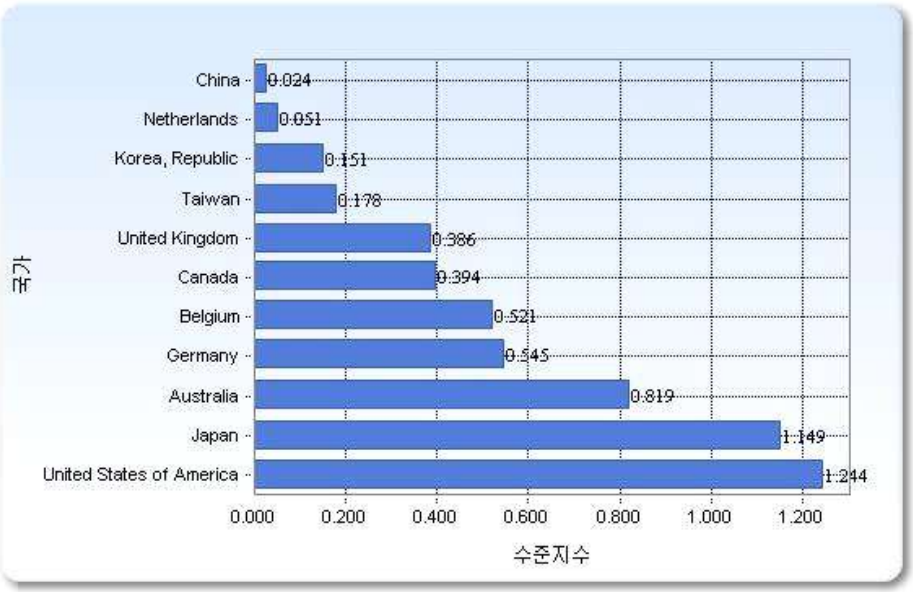
| 연도 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| USA | 62 | 70 | 96 | 148 | 159 | 166 | 213 | 279 | 283 | 354 | 1,830 |
| Japan | 14 | 37 | 39 | 44 | 44 | 47 | 69 | 72 | 78 | 105 | 549 |
| Korea | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 26 | 46 | 88 | 78 | 66 | 315 |
| Germany | 4 | 13 | 13 | 8 | 15 | 15 | 14 | 10 | 18 | 36 | 146 |
| Australia | 2 | 2 | 2 | 8 | 5 | 11 | 6 | 8 | 27 | 12 | 83 |
| Taiwan | 0 | 2 | 4 | 1 | 3 | 7 | 9 | 9 | 12 | 17 | 64 |
| Netherlands | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 4 | 11 | 9 | 30 |
| United Kingdom | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 6 | 26 |
| Belgium | 1 | 2 | 1 | 4 | 3 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 17 |
| Canada | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 16 |
| China | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 | 7 |

<그림 3-3> 출원인 국적별 연도별 특허수

특허수준지수는 특정 기술 분야 전체 특허의 평균 피인용 수에 대한 특정 국가 발표 특허의 평균 피인용 수의 비로서 피인용 수에 기반을 둔 문헌의 질적 수준 평가 지표이다. 이는 특정 국가의 수준 지수가 1.0인 경우 해당 국가가 발표한 특허의 평균 피인용 수가 해당 분야 전체 특허의 평균 피인용 수와 같음을 의미하며, 1.0을 초과하는 경우는 해당 분야 평균 피인용 수에 비해 높음을 의미한다.

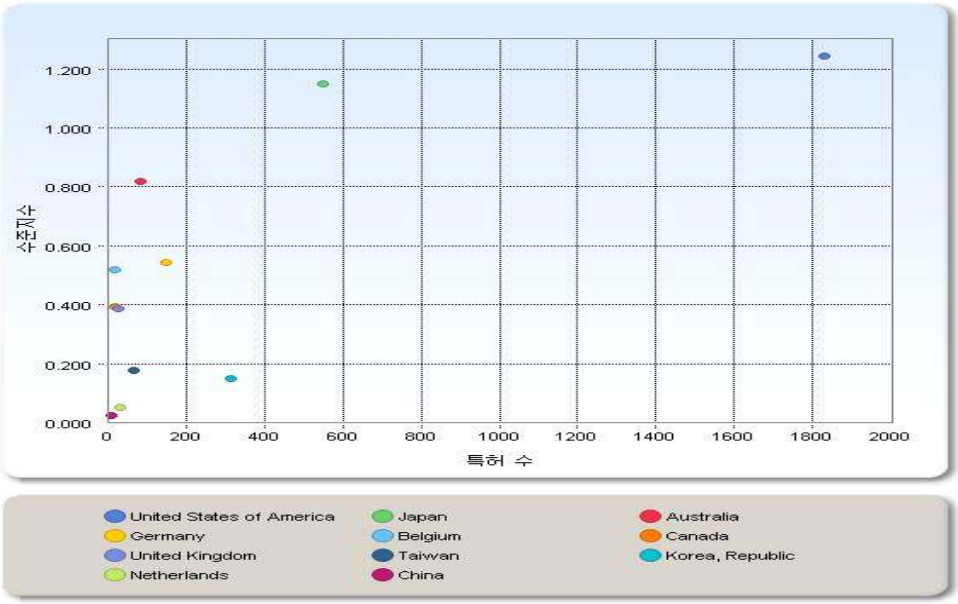
<표 3-4> 출원인 국적별 특허 수준 지수

| 국가 | 특허 수 | 특허 당 피인용 수 | 수준 지수 |
|---|---|---|---|
| United States of America | 1,830 | 7.308 | 1.244 |
| Japan | 549 | 6.747 | 1.149 |
| Australia | 83 | 4.807 | 0.819 |
| Germany | 146 | 3.199 | 0.545 |
| Belgium | 17 | 3.059 | 0.521 |
| Canada | 16 | 2.312 | 0.394 |
| United Kingdom | 26 | 2.269 | 0.386 |
| Taiwan | 64 | 1.047 | 0.178 |
| Korea, Republic | 315 | 0.889 | 0.151 |
| Netherlands | 30 | 0.3 | 0.051 |
| China | 7 | 0.143 | 0.024 |




<그림 3-4> 출원인 국적별 특허 수준 지수

국가별 특허의 수준 지수 분석 결과 United States of America가 가장 높은 값(1.244)을 보여 특허의 피인용 관점에서 질적 수준이 가장 우수한 것으로 나타났다. 또한 분야 평균 이상의 수준을 보이는 국가는 United States of America(1.244), Japan(1.149)이 있다. 그리고 한국의 수준 지수는 0.151를 기록하였으며, 이는 한국의 질적 수준이 세계 평균 이하임을 의미한다.




<그림 3-5> 출원인 국적별 특허 수 대비 수준 지수

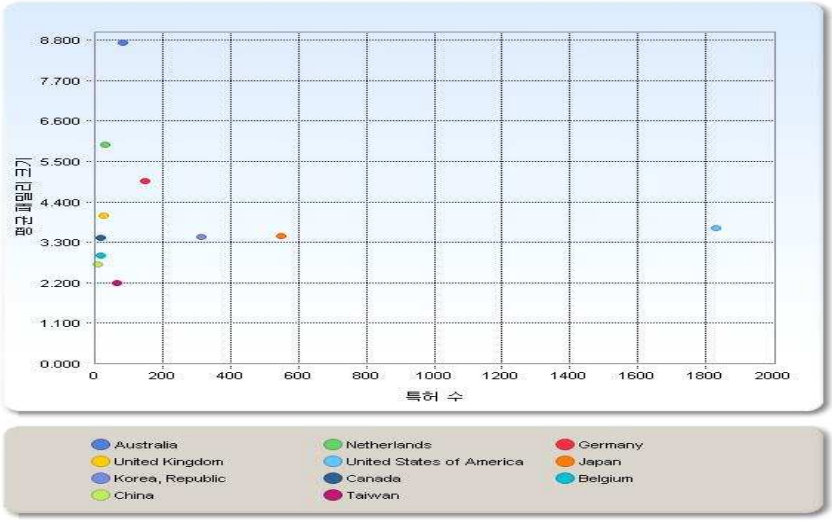
동일한 내용의 발명이 복수의 국가에 출원된 경우 이들 특허를 패밀리(대응) 특허라고 하며, 패밀리 특허가 출원된 국가의 수를 패밀리 크기라 한다. 이는 다수의 국가에서 보호받을 가치가 있는 특허의 경우 패밀리 크기가 커지게 되며, 특허의 가치를 나타내는 지표로 사용될 수 있다.

<표 3-5> 출원인 국적별 평균 패밀리 크기

| 국가 | 특허 수 | 평균 패밀리 크기 | 분야 평균 대비 평균 패밀리 크기 |
|---|---|---|---|
| Australia | 83 | 8.723 | 2.292 |
| Netherlands | 30 | 5.967 | 1.568 |
| Germany | 146 | 4.966 | 1.305 |
| United Kingdom | 26 | 4.038 | 1.061 |
| United States of America | 1,830 | 3.702 | 0.973 |
| Japan | 549 | 3.474 | 0.913 |
| Korea, Republic | 315 | 3.46 | 0.909 |
| Canada | 16 | 3.438 | 0.903 |
| Belgium | 17 | 2.941 | 0.773 |
| China | 7 | 2.714 | 0.713 |
| Taiwan | 64 | 2.188 | 0.575 |

특허의 평균 패밀리 크기 분석 결과 France가 가장 높은 값(8.5)을 보여 특허의 패밀리 크기 관점에서 질적 수준이 가장 우수한 것으로 나타났다. 그리고 분야 평균 이상의 수준을 보이는 국가로는 France(2.558), Switzerland(2.161), Germany(1.737), United Kingdom(1.317), Japan(1.115), Korea, Republic(1.076), Canada(1.032)가 있다. 한국의 분야평균 대비 평균 패밀리 크기는 1.076

을 기록하였으며, 이는 한국의 질적 수준이 세계 평균 이상임을 의미한다.

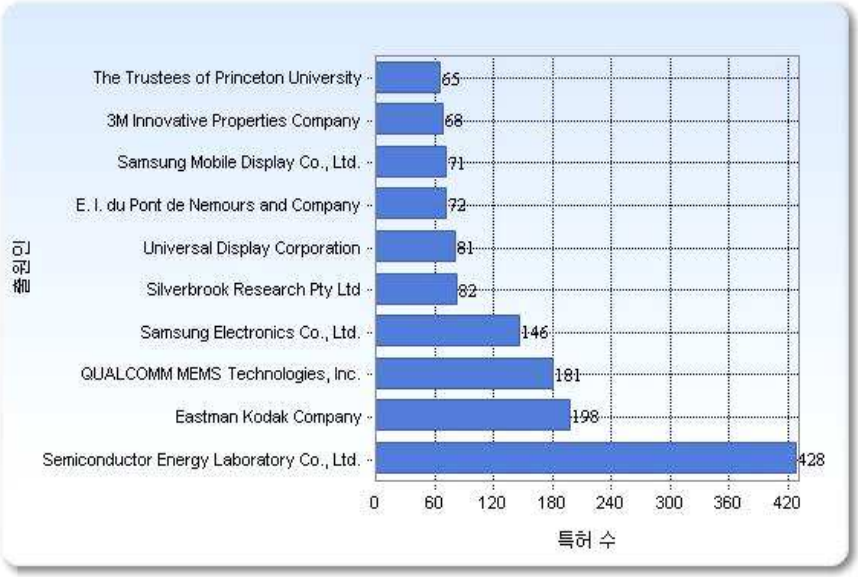



<그림 3-6> 특허 수 대비 평균 패밀리 크기

특허의 출원인을 분석한 결과 Semiconductor Energy Laboratory가 전체 3,266건의 특허 중 13.1%(428건)을 점유하여 가장 많은 특허를 발표한 것으로 나타났다. Eastman Kodak Company는 6.06%(198건), QUALCOMM MEMS Technologies는 5.54%(181건)을 점유하여 각각 2, 3위를 차지하였다.

<표 3-6> 출원인별 특허 수

| 순위 | 출원인 | 특허 수 | 비중 (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. | 428 | 13.1 |
| 2 | Eastman Kodak Company | 198 | 6.06 |
| 3 | QUALCOMM MEMS Technologies, Inc. | 181 | 5.54 |
| 4 | Samsung Electronics Co., Ltd. | 146 | 4.47 |
| 5 | Silverbrook Research Pty Ltd | 82 | 2.51 |
| 6 | Universal Display Corporation | 81 | 2.48 |
| 7 | E. I. du Pont de Nemours and Company | 72 | 2.2 |
| 8 | Samsung Mobile Display Co., Ltd. | 71 | 2.17 |
| 9 | 3M Innovative Properties Company | 68 | 2.08 |
| 10 | The Trustees of Princeton University | 65 | 1.99 |

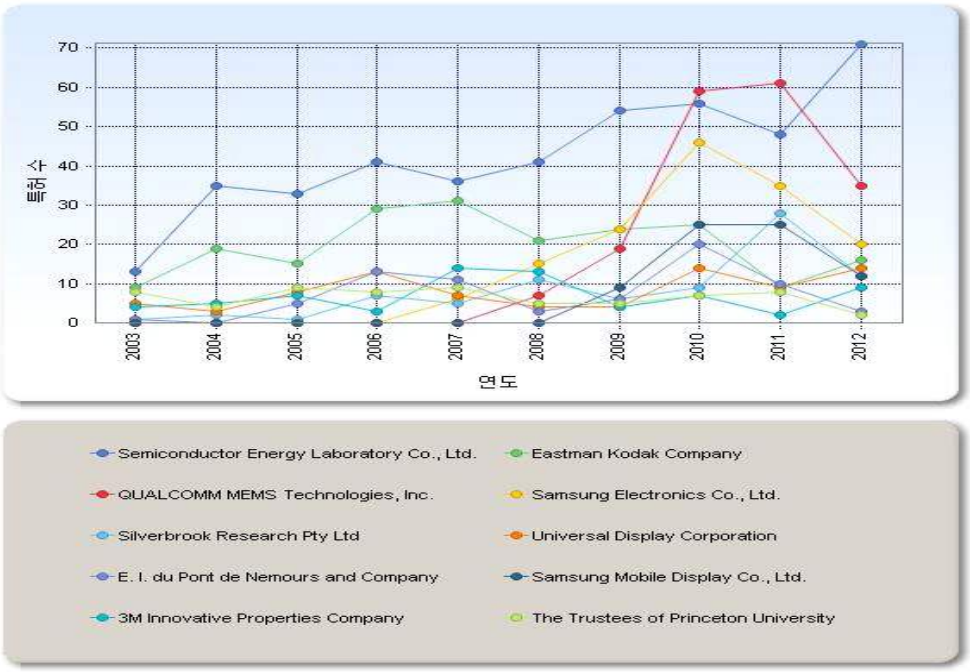



<그림 3-7> 출원인별 특허 수

상위 10위까지의 출원인 특허 수를 연도별로 살펴보면 다음 표 및 그래프와 같다.

<표 3-7> 출원인별 연도별 특허수

| 연도 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. | 13 | 35 | 33 | 41 | 36 | 41 | 54 | 56 | 48 | 71 | 428 |
| Eastman Kodak Company | 9 | 19 | 15 | 29 | 31 | 21 | 24 | 25 | 9 | 16 | 198 |
| QUALCOMM MEMS Technologies, Inc. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 19 | 59 | 61 | 35 | 181 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 15 | 24 | 46 | 35 | 20 | 146 |
| Silverbrook Research Pty Ltd | 1 | 2 | 1 | 7 | 5 | 11 | 6 | 9 | 28 | 12 | 82 |
| Universal Display Corporation | 5 | 3 | 8 | 13 | 7 | 4 | 4 | 14 | 9 | 14 | 81 |
| E. I. du Pont de Nemours and Company | 1 | 0 | 5 | 13 | 11 | 3 | 6 | 20 | 10 | 3 | 72 |
| Samsung Mobile Display Co., Ltd. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 25 | 25 | 12 | 71 |
| 3M Innovative Properties Company | 4 | 5 | 7 | 3 | 14 | 13 | 4 | 7 | 2 | 9 | 68 |
| The Trustees of Princeton University | 8 | 4 | 9 | 8 | 9 | 5 | 5 | 7 | 8 | 2 | 65 |

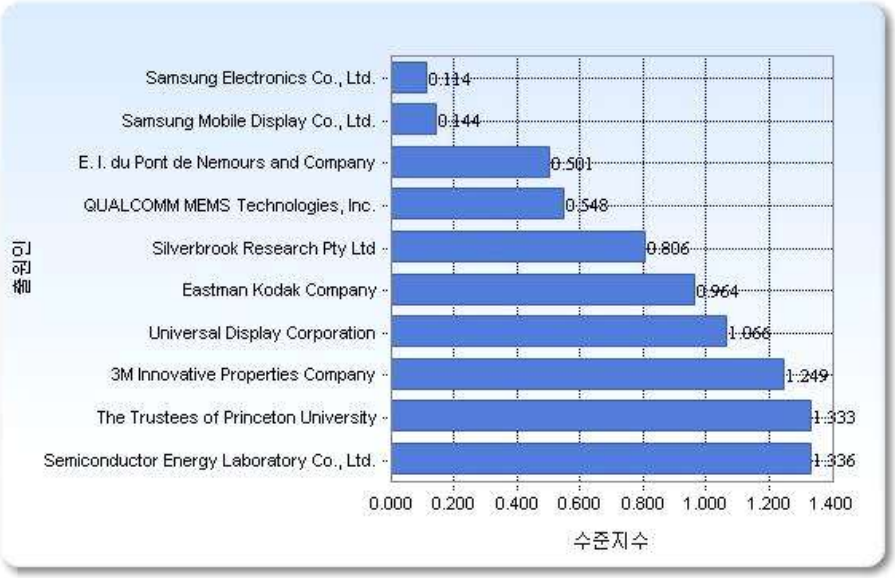



<그림 3-8> 출원인별 연도별 특허 수

출원인별 특허수준은 특정 기술 분야 전체 특허의 평균 피인용 수에 대한 특정 출원인 발표 특허의 평균 피인용 수의 비로서 피인용 수에 기반을 둔 문헌의 질적 수준 평가 지표이다. 이는 특정 출원인의 수준 지수가 1.0인 경우 해당 출원인이 발표한 특허의 평균 피인용 수가 해당 분야 전체 특허의 평균 피인용 수와 같음을 의미하며, 1.0을 초과하는 경우는 해당 분야 평균 피인용 수에 비해 높음을 의미한다.

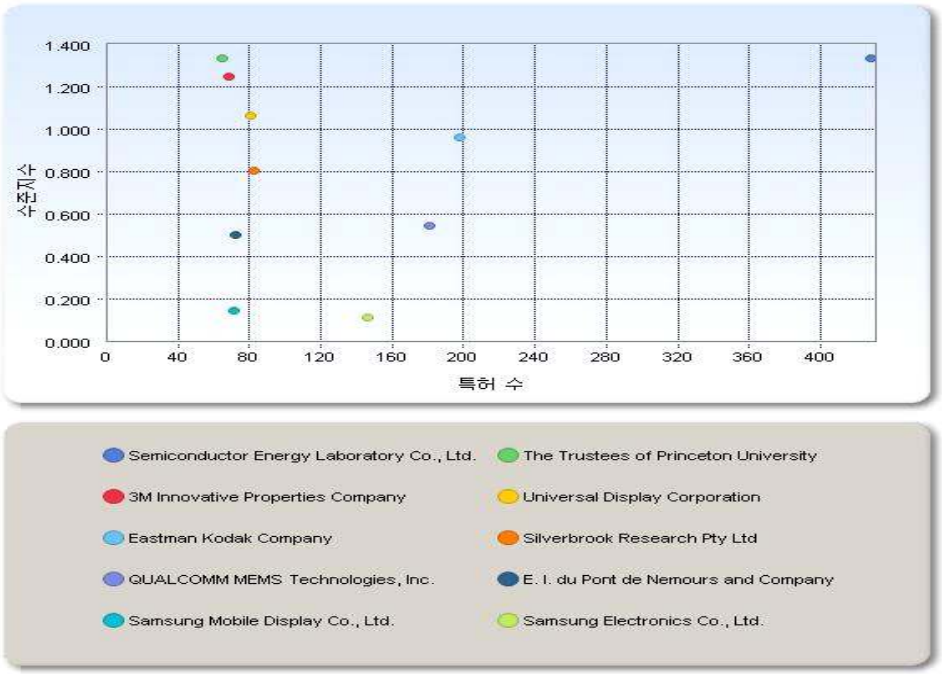
<표 3-8> 출원인별 특허 수준 지수

| 출원인 | 특허 수 | 특허 당 피인용 수 | 수준 지수 |
|---|---|---|---|
| Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. | 428 | 7.846 | 1.336 |
| The Trustees of Princeton University | 65 | 7.831 | 1.333 |
| 3M Innovative Properties Company | 68 | 7.338 | 1.249 |
| Universal Display Corporation | 81 | 6.259 | 1.066 |
| Eastman Kodak Company | 198 | 5.662 | 0.964 |
| Silverbrook Research Pty Ltd | 82 | 4.732 | 0.806 |
| QUALCOMM MEMS Technologies, Inc. | 181 | 3.221 | 0.548 |
| E. I. du Pont de Nemours and Company | 72 | 2.944 | 0.501 |
| Samsung Mobile Display Co., Ltd. | 71 | 0.845 | 0.144 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | 146 | 0.671 | 0.114 |




<그림 3-9> 출원인별 특허 수준 지수

해당 기술의 출원인별 수준 지수 분석 결과 Semiconductor Energy Laboratory가 가장 높은 값(1.336)을 보여 특허의 피인용 관점에서 질적 수준이 가장 우수한 것으로 나타났다. 분야 평균 이상의 수준을 보이는 출원인으로는 Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.(1.336), The Trustees of Princeton University(1.333), 3M Innovative Properties Company(1.249), Universal Display Corporation(1.066)이 있다.




<그림 3-10> 출원인별 특허 수 대비 수준 지수

한국 특허의 출원인을 분석한 결과 Samsung Electronics이 전체 3,266건의 특허 중 4.44%(145건)를 점유하여 가장 많은 특허를 발표한 것으로 나타났다. Samsung Mobile Display는 2.17%(71건), Samsung SDI는 0.52%(17건)을 점유하여 각각 2, 3위를 차지하였다.

<표 3-9> 한국 특허 출원인별 특허 수

| 번호 | 출원인 | 특허 수 | 비중(%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Samsung Electronics Co., Ltd. | 145 | 4.44 |
| 2 | Samsung Mobile Display Co., Ltd. | 71 | 2.17 |
| 3 | Samsung SDI Co., Ltd. | 17 | 0.52 |
| 4 | LG Electronics Inc. | 16 | 0.49 |
| 5 | LG Display Co., Ltd. | 15 | 0.46 |
| 6 | Korea Institute of Science and Technology | 4 | 0.12 |
| 6 | Samsung Display Co., Ltd. | 4 | 0.12 |
| 8 | Samsung Corning Precision Materials Co., Ltd. | 3 | 0.09 |
| 8 | Samsung Corning Precision Glass Co., Ltd. | 3 | 0.09 |
| 8 | Advanced Display Process Engineering Co. Ltd. | 3 | 0.09 |

<3-10> 한국 특허 출원인별 연도별 특허 수

| 연도 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 총합 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Samsung Electronics | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 14 | 24 | 46 | 35 | 20 | 145 |
| Samsung Mobile Display Co., Ltd. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 25 | 25 | 12 | 71 |
| Samsung SDI | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| LG Electronics | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 11 | 16 |
| LG Display | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 5 | 4 | 15 |
| KIST | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 4 |
| Samsung Display | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| Samsung Corning Precision Materials | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Samsung Corning Precision Glass | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| Advanced Display Process Engineering | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |

출원인별 특허수준은 특정 기술 분야 전체 특허의 평균 피인용 수에 대한 특정 출원인 발표 특허의 평균 피인용 수의 비로서 피인용 수에 기반을 둔 문헌의 질적 수준 평가 지표이다. 이는 특정 출원인의 수준 지수가 1.0인 경우 해당 출원인이 발표한 논문의 평균 피인용 수가 해당 분야 전체 논문의 평균 피인용 수와 같음을 의미하며, 1.0을 초과하는 경우는 해당 분야 평균 피인용 수에 비해 높음을 의미한다.

<표 3-11> 한국특허 출원인별 특허 수준 지수

| 출원인 | 특허 수 | 특허 당 피인용 수 | 수준 지수 |
|---|---|---|---|
| Samsung SDI Co., Ltd. | 17 | 2.118 | 0.361 |
| Samsung Corning Precision Glass Co., Ltd. | 3 | 2 | 0.341 |
| LG Display Co., Ltd. | 15 | 1.067 | 0.182 |
| LG Electronics Inc. | 16 | 1 | 0.17 |
| Samsung Mobile Display | 71 | 0.845 | 0.144 |
| Advanced Display Process Engineering Co. Ltd. | 3 | 0.667 | 0.114 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | 145 | 0.662 | 0.113 |
| Korea Institute of Science and Technology | 4 | 0.25 | 0.043 |
| Samsung Display Co., Ltd. | 4 | 0 | 0 |
| Samsung Corning Precision Materials Co., Ltd. | 3 | 0 | 0 |

해당 기술의 한국 출원인별 수준 지수 분석 결과 Samsung SDI가 가장 높은 값(0.361)을 보여 특허의 피인용 관점에서 질적 수준이 가장 우수한 것으로 나타났다.

플렉서블 OLED 기술에 속하는 특허 중 피인용수가 높은 특허 리스트를 다음의 표에 나타내었다.

| 번호 | 특허제목(미국특허번호) | 출원인 | 피인용수 |
|---|---|---|---|
| 1 | Electro-optic display overlays and systems for addressing such displays (6704133) | E-Ink Corporation (Cambridge, MA, US) | 137 |
| 2 | Electrophoretic displays in portable devices and systems for addressing such displays (6753999) | E Ink Corporation (Cambridge, MA, US) | 121 |
| 3 | Electro-optic mirror cell (7255451) | Donnelly Corporation (Holland, MI, US) | 116 |
| 4 | Process for modifying offset voltage characteristics of an interferometric modulator (7327510) | IDC, LLC (San Francisco, CA, US) | 115 |
| 5 | Electrochromic rearview mirror incorporating a third surface partially transmissive reflector (6512624) | Gentex Corporation (Zeeland, MI, US) | 114 |
| 6 | Electrophoretic electronic displays with low-index films (6865010) | E Ink Corporation (Cambridge, MA, US) | 109 |
| 7 | Electrochromic rearview mirror assembly incorporating a display/signal light (6700692) | Gentex Corporation (Zeeland, MI, US) | 109 |
| 8 | Electro-optic reflective element assembly (7184190) | Donnelly Corporation (Holland, MI, US) | 108 |
| 9 | Methods of making thin film transistors comprising zinc-oxide-based semiconductor materials and transistors made thereby (7402506) | Eastman Kodak Company (Rochester, NY, US) | 102 |
| 10 | Gateway platform for biological monitoring and delivery of therapeutic compounds (7044911) | PhiloMetron, Inc. (San Diego, CA, US) | 100 |
| 11 | Electro-optic displays, and methods for driving same (6950220) | E Ink Corporation (Cambridge, MA, US) | 99 |
| 12 | Thin-film transistor and thin-film diode having amorphous-oxide semiconductor layer (7453087) | Canon Kabushiki Kaisha (Tokyo, JP) | 97 |
| 13 | Lighting methods and systems (7178941) | Color Kinetics Incorporated (Boston, MA, US) | 95 |
| 14 | Video enhanced night vision goggle (6560029) | ITT Manufacturing Enterprises, Inc. (Wilmington, DE, US) | 92 |
| 15 | Indium oxide-based thin film transistors and circuits (7211825) | | 91 |
| 16 | Electroluminescent iridium compounds with fluorinated phenylpyridines, phenylpyrimidines, and phenylquinolines and devices made with such compounds (6670645) | E. I. du Pont de Nemours and Company (Wilmington, DE, US) | 91 |
| 17 | Multi-feature-size electronic structures (6606247) | Alien Technology Corporation (Morgan Hill, CA, US) | 90 |
| 18 | Display device (6528951) | Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (Kanagawa-ken, JP) | 86 |
| 19 | Architecture for distributed computing system and automated design, | Microsoft Corporation (Redmond, WA, US) | 86 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | deployment, and management of distributed applications (7072807) | | |
| 20 | System and method for vehicle diagnostics (7103460) | Automotive Technologies International, Inc. (Denville, NJ, US) | 85 |
| 21 | Sensor assemblies (7089099) | Automotive Technologies International, Inc. (Denville, NJ, US) | 83 |
| 22 | Organic electroluminescent devices with enhanced light extraction (6777871) | General Electric Company (Niskayuna, NY, US) | 81 |
| 23 | Environmental barrier material for organic light emitting device and method of making (6570325) | Battelle Memorial Institute (Richland, WA, US) | 76 |
| 24 | Light-emitting nanoparticles and method of making same (6846565) | Board of Regents, The University of Texas System (Austin, TX, US) | 76 |
| 25 | EL display using a semiconductor thin film transistor (6730966) | Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (JP) | 75 |
| 26 | System and method for providing thermal compensation for an interferometric modulator display (7161730) | IDC, LLC (San Francisco, CA, US) | 74 |
| 27 | Electro-optic displays and optical systems for addressing such displays (6900851) | E Ink Corporation (Cambridge, MA, US) | 74 |
| 28 | Light-emitting EL display device (6641933) | Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd. (Kanagawa-ken, JP) | 70 |
| 29 | Coatings comprising carbon nanotubes and methods for forming same (7060241) | Eikos, Inc. (Franklin, MA, US) | 70 |
| 30 | Architecture for distributed computing system and automated design, deployment, and management of distributed applications (7200530) | Microsoft Corporation (Redmond, WA, US) | 70 |

# 특허 키워드 네트워크 분석을 통한 부상이슈 도출

특허 문서에 등장하는 기술어들의 출현 정보(빈도)와 기술어들 사이의 연관관계를 분석함으로써 해당 분야의 관심 주제를 추출하고자 한다. 키워드 네트워크 분석을 비교적 정형화된 형태로 요약하면 다음과 같다.

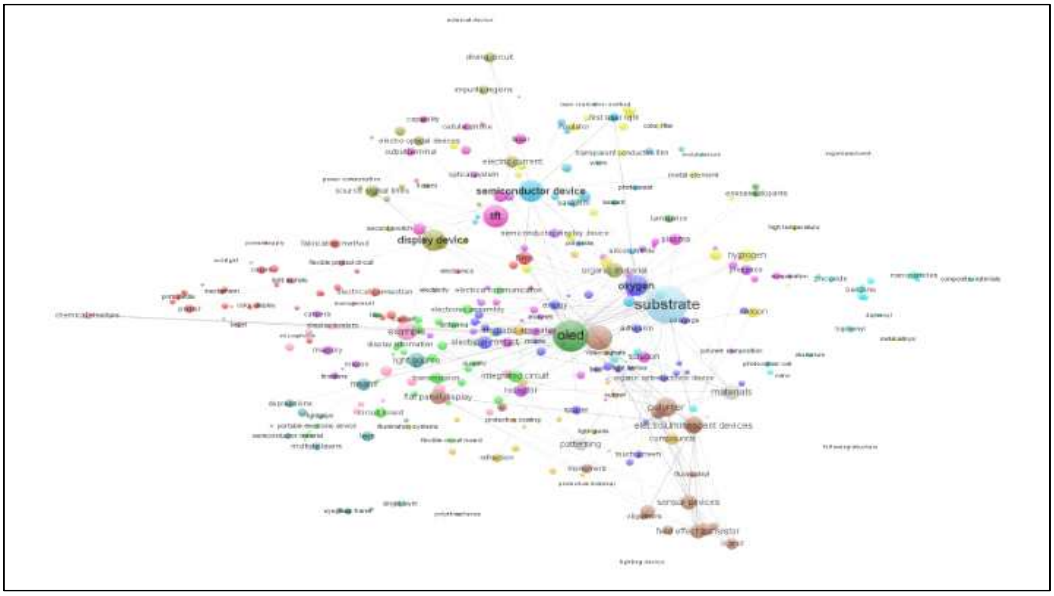
① 텍스트들의 집합(corpus)에서 기술어(단어 또는 명사구)을 추출
② 이들 아이템들이 각 문서에 동시 출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산
③ 이를 적절한 유사도지수(Inclusion, Proximity, Equivalence 등)를 통해 변형
④ 각 기술어(키워드) 간의 관계를 시각화하여, 키워드로 표상된 아이디어(또는 연구이슈)간의 연결 패턴을 분석

## 주요 부상이슈 I (2003~2007 년 등록특허)

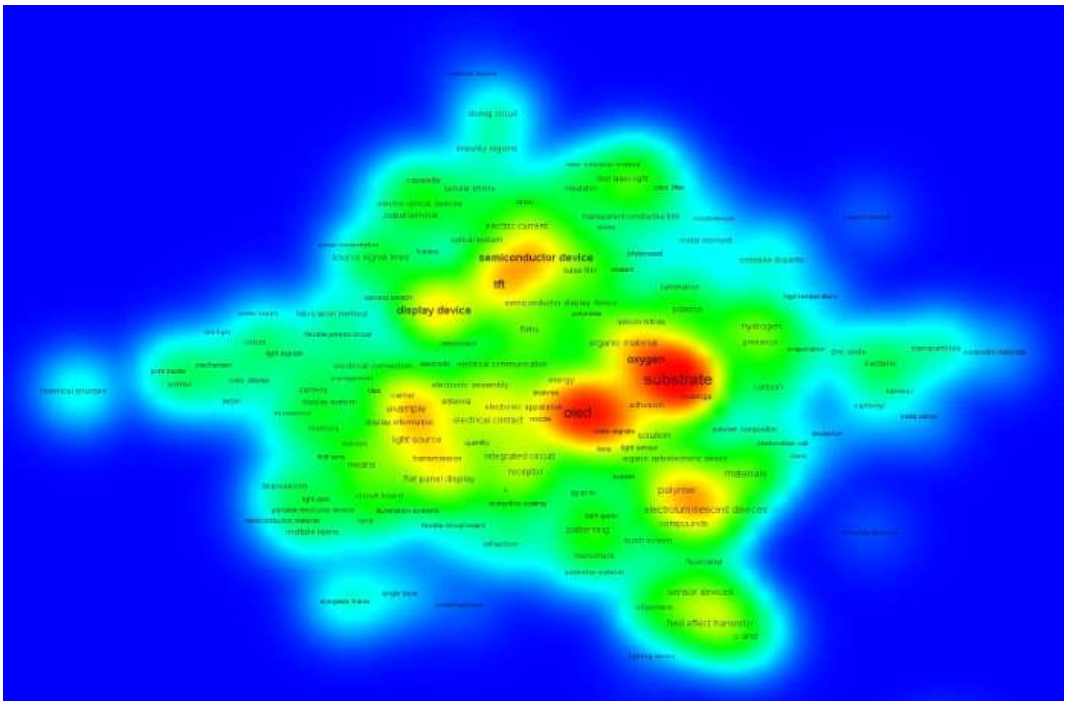
본 연구주제에서는 총 3,266 편의 최근 특허가 검색되었으며, 이들 특허문서의 제목(titlte), 초록(abstract) 그리고 청구항(claim) 문서에 대해 자연어 처리를 수행하였으며 이때 추출된 명사 혹은 명사구는 총 6,138 개다. 이중 동의어 및 불용어 처리 및 빈도가 낮은 키워드 제거과정 등을 통해 총 380개의 분석대상 키워드를 선별하였으며 네트워크 분석과정에서 추가 선별 작업을 진행하였다. 동 키워드들은 문서 동시출현 빈도 및 유사도 지수 계산을 통하여 네크워킹되며, 결과적으로 인용패턴 분석에서처럼 다수의 클러스터로 재편되었다. 특허문서에 대한 키워드 클러스터 분석은 등록일 기준으로 처음 5년(2003~2007년)과 다음 5년(2008~2012년)을 나누어 분석한 후 네트워크를 도시하였다. 이후 전체 기간에 대해서도 동일한 과정을 거쳐 분석하였다. 이로써 기간별 관심 기술의 추이를 조망하고자 한다.

## 키워드 클러스터 및 주요 부상이슈

본 연구주제에서는 총 4의 키워드 클러스터가 도출되었다. 각각의 키워드 클러스터는 인용패턴분석에서 언급한 바와 같이 밀도와 중심성 값을 갖으며, 그 결과를 아래과 같이 제시하였다.




<그림 3-11> 본주제 관련 키워드 분포맵(2003~2007, Label View)




<그림 3-12> 본주제 관련 키워드 분포맵 (2003~2007, Density View)

<그림 3-11>, <그림 3-12>은 키워드간 동시발생을 기준으로 연관도가 높은 키워드들을 2차원 평면에 분포한 후 클러스터로 묶어준 것이다. x,y축상의 좌표값은 무의미하며 노드(키워드)간의 상대적 거리를 통해 연관도를 반영하며, Label맵의 경우 동일한 노드의 색깔은 동일한 클러스터에 속하는 키워드임, Density맵은 경우 네트워킹 빈도의 집중 정도에 따라 색(Blue → Red)이 변한다.

아래 <표 3-12>는 클러스터 분류를 정리한 것이다. 젠체 18개 중 10개의 샘플 클러스터(전체 클러스터 내용은 별첨 참조)로 정리되며 각 클러스터별로 '부상이슈명', 중심성, 밀도 그리고 키워드를 기술하고 있다.

<표 3-12> 특허 키워드 클러스터 분석(2003~2007)

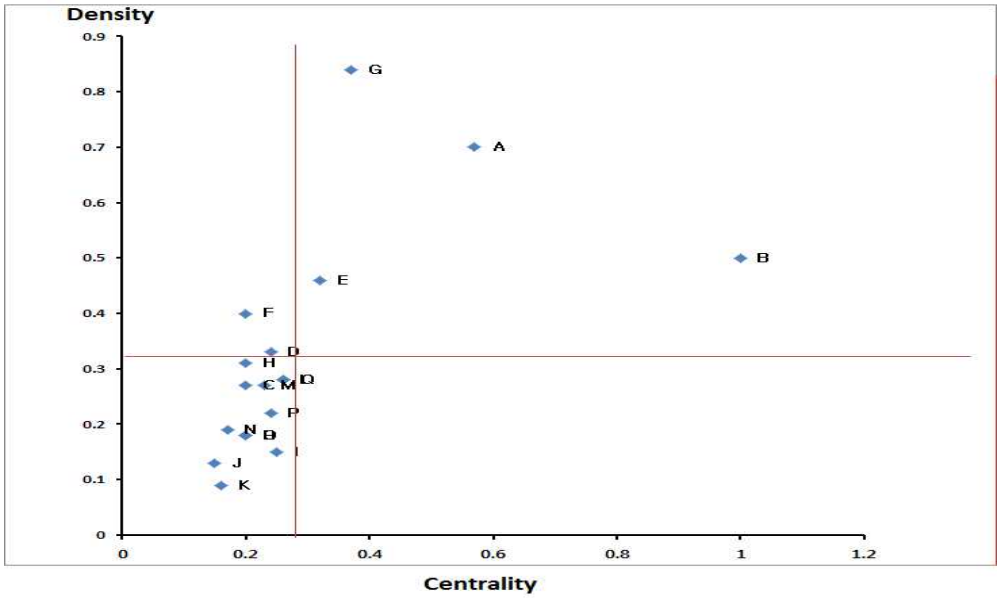
| | | | |
|---|---|---|---|
| Cluster A | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | A : Fabrication Method | 0.57 | 0.7 |
| 클러스터키워드 | oled;emissive dopants;fabricating method;luminance;emissive region | | |
| Cluster B | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | B : Process Apparatus | 1 | 0.5 |
| 클러스터키워드 | vacuum chamber;electric apparatus;conductive member;substrate | | |
| Cluster C | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | C : Film Formation Apparatus | 0.2 | 0.2 |
| 클러스터키워드 | electrical circuit;sublimation;first region;semiconductor display device;impurities;layout;server;doped nanowires;ldd region;film formation apparatus | | |
| Cluster D | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | D : Materials | 0.24 | 0.33 |
| 클러스터키워드 | walls;materials;following structure;el device;lighting device;photoactive ligands;patterning | | |
| Cluster E | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | E : Optical system | 0.32 | 0.46 |
| 클러스터키워드 | projection system;platform;input terminal;capacitors;video camera;optical system;output terminal;cellular phone;first laser | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | beam;driver circuits;laser;tft;capability | | |
| Cluster F | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | F : Image | 0.2 | 0.4 |
| 클러스터키워드 | presence;polymer composition;titanium;receptor;camera;imaging system;second lens;micron;products;memory;first lens | | |
| Cluster G | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | G : flat panel display | 0.37 | 0.84 |
| 클러스터키워드 | electronic device;electroluminescent devices;flat panel display;polymer;field effect transistor;optical film;rfid tags;fluoroalkyl;oand;semiconductor;ic;oligomers;phenylene;monomers;manner;sensor devices;oligo | | |
| Cluster H | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | H : Lens | 0.2 | 0.31 |
| 클러스터키워드 | polarizers;memory device;eyeglass frame;ink jet printing;light source;multiple layers;means;single layer;semiconductor material;spectacle lens;lens;light pipe;polythiophenes;depressions;wave front analysis;refractive index | | |
| Cluster I | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | I : Coating and Deposition | 0.25 | 0.15 |
| 클러스터키워드 | binder;oxygen;organic optoelectronic device;semiconductor substrate;electrical contact;active regions;solar cells;bidentate ligand;second electrical contact;illumination device;nozzle;spacer;integral compressible spacer;functionality;lighting fixture;such devices;composite article;photovoltaic device;conductive coating;diode device;light sensor;touch screen;lamp;nanotubes;electrical power;adhesion;controller;coatings;further embodiment;energy | | |
| Cluster J | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | J : Flexible Substrates | 0.15 | 0.13 |
| 클러스터키워드 | transmitter;organic photosensitive optoelectronic devices;receptacle;display screen;perimeter;display driver;circuit board;tiles;flexible display;display information;battery;donors;features;grid;keypad;quantity;resistors;backplane;display apparatus;portable electronic device;electronic component;printed circuit boards;optical sensor;flexible circuit board;transmission;support structure;antenna;electronic displays;integrated circuit;ohm;transceiver;electrical conductor;electronic assembly;measurements;glass substrate;electrical current;radio frequency identification;electrical communication | | |

18개의 클러스터의 중심성과 밀도를 기준으로 2차원 평면 상에 배치하면 아래 <그림 24>의 분포도가 완성된다. 좌표 상의 상대적인 위치에 따라 다시 4등분할 수 있는데, high centrality-high density, high centrality-low density, low centrality-high density 그리고 low centrality-low density 구간으로 나누었다. 구간별로 정리한 <표 20>은 그에 따라 구간별로 구분된 클러스터들이다.

<표 3-13> Centrality, Density 상대적 크기에 따른 분포(2003~2007년)

| | 상대적 위치 | Cluster 명: 기술명 |
|---|---|---|
| 1 | High Centrality & High Density | Clus. G: flat panel display<br>Clus. A: Fabrication Method<br>Clus. E: Optical system<br>Clus. B: Process Apparatus |
| 2 | High Centrality & Low Density | – |
| 3 | Low Centrality & High Density | Clus. D: Materials<br>Clus. F: Image |
| 4 | Low Centrality & Low Density | Clus. C: Film Formation Apparatus<br>Clus. H: Lens<br>Clus. I: Coating and Deposition<br>Clus. J: Flexible Substrates<br>Clus. K: Print<br>Clus. L: Control Circuitry<br>Clus. M: Mobile Device<br>Clus. N: Composite Materials<br>Clus. O: MEMS<br>Clus. P: Oranic Materials<br>Clus. Q: Driving Circuit<br>Clus. R: Protective Materials |



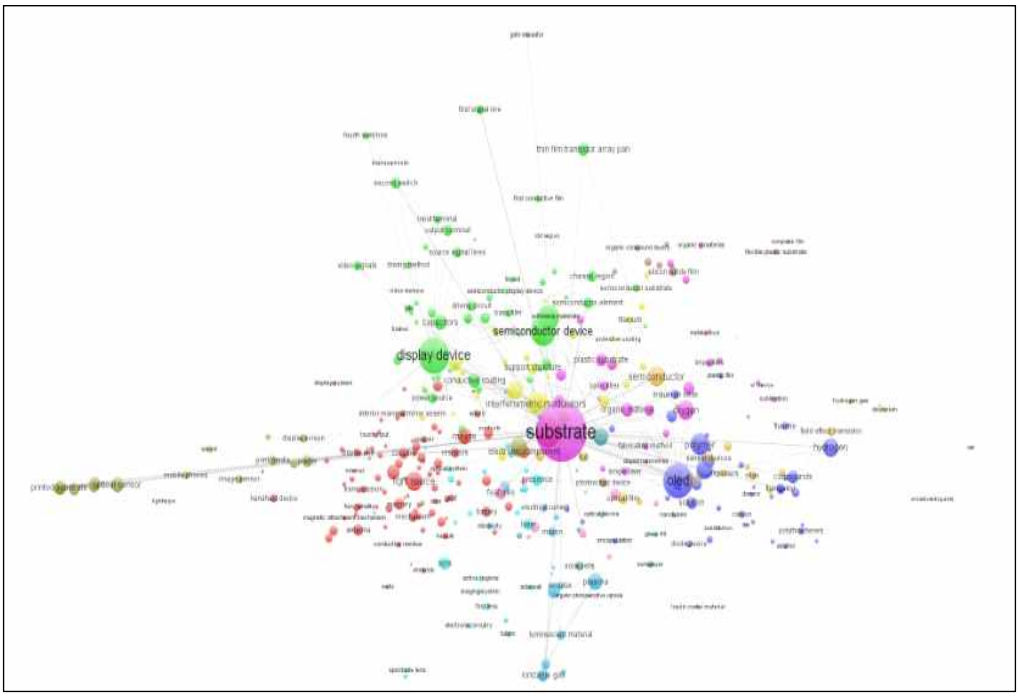

<그림 3-13> 특허 키워드 클러스터의 중심성, 밀도의 분포 (2003~2007)

Centrality는 클러스터 사이의 연결 정도를 나타내는 것으로 그 값이 높은 클러스터는 다른 클러스터와 연결이 많음을 나타낸다. 즉, centrality가 높은 클러스터는 그 분야에서 중심이 되는 주제라고 할 수 있다. Density는 클러스터 내의 키워드 사이의 연결정도를 나타낸다. density값이 높은 클러스터는 그 안의 키워드 사이의 연결(동시발생)이 빈번하며 이는 키워드에 해당하는 내용으로 연구개발이 활발하게 이루어지는 것으로 추정해볼 수 있다.

## 주요 부상이슈Ⅱ(2008~2012 년 등록특허)

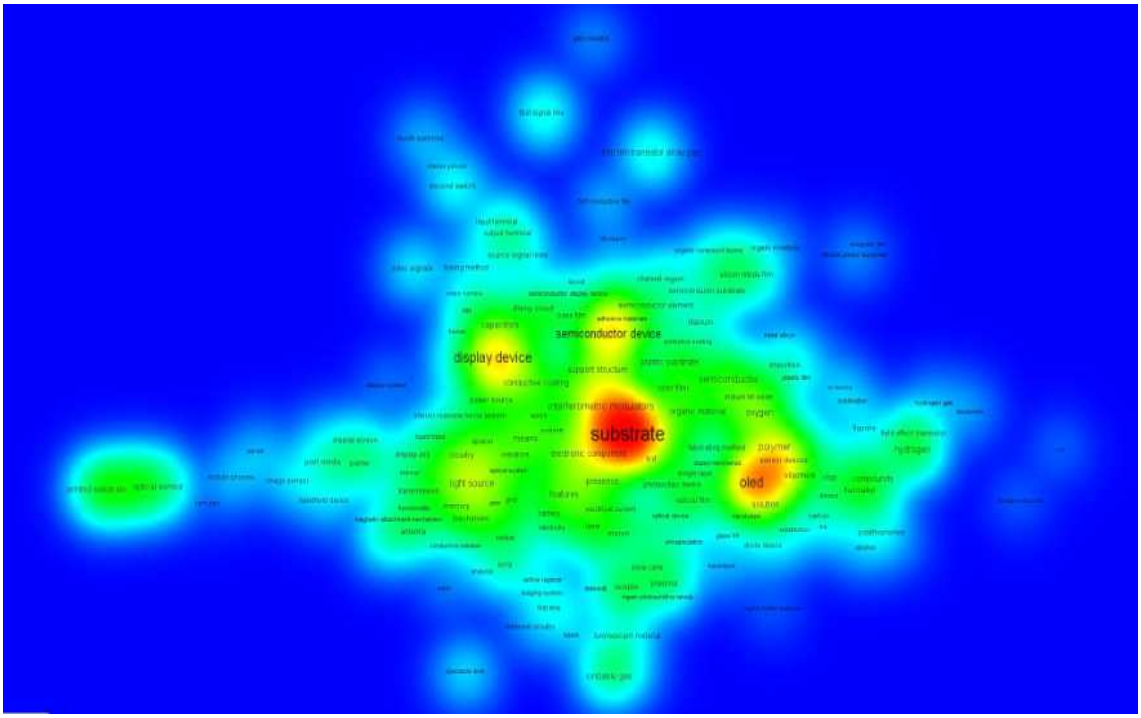
### 키워드 클러스터 및 주요 부상이슈

본 연구주제에서는 총 13개의 키워드 클러스터가 도출되었음. 각각의 키워드 클러스터는 인용패턴분석에서 언급한 바와 같이 밀도와 중심성 값을 갖으며, 그 결과를 아래과 같이 제시 하였다.




<그림 3-14> 본주제 관련 키워드 분포맵(2008~2012년, Label view)

<그림 3-14>, <그림 3-15>은 키워드간 동시발생을 기준으로 연관도가 높은 키워드들을 2차원 평면에 분포한 후 클러스터로 묶어준 것이다. x, y축상의 좌표값은 무의미하며 노드(키워드)간의 상대적 거리를 통해 연관도를 반영하며, Label맵의 경우 동일한 노드의 색깔은 동일한 클러스터에 속하는 키워드이다, Density맵은 경우 네트워킹 빈도의 집중 정도에 따라 색(Blue → Red)이 변한다.




<그림 3-15> 본주제 관련 키워드 분포맵(2008~2012년, Density view)

<표 3-14>는 본주제 관련 클러스터 분류를 정리한 것이다. 모두 13개의 클러스터로 정리되며 각 클러스터별로 '부상이슈명', 중심성, 밀도 그리고 키워드를 기술하고 있다.

<표 3-14> 특허 키워드 클러스터 분석(2008~2012)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cluster A | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | A : Dopant Compound | 0.06 | 1 |
| 클러스터키워드 | phosphorescent dopant compound;chemical structure | | |
| Cluster B | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | B : Thin Film | 0.44 | 0.58 |
| 클러스터키워드 | silicon nitride film;edge portion;photovoltaic cell;insulator;high definition;protective film;photovoltaic device;organic compound layers;transparent conductive film | | |
| Cluster C | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | c : Displays | 0.4 | 0.51 |
| 클러스터키워드 | mobile phones;flat panel display;receptacle;display screen;printhead;optical sensor;image sensor;pagewidth printhead;printer;transceiver;display information;printed substrate;server;sensitive display screen;handheld display device;print media;mobile telecommunications device | | |
| Cluster D | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | D : Transistor | 0.67 | 0.51 |
| 클러스터키워드 | polarizers;electroluminescent devices;preparation;effect transistor;optical film;field effect transistor;hydrogen gas;lcd;rfid tags;integrated circuit;semiconductor;oligomers;ic;phenylene;ion implantation;manner;radio frequency identification;deuterium; fabric;sensor devices;oligo | | |
| Cluster E | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | E : Composite Materials | 0.57 | 0.44 |
| 클러스터키워드 | composite materials;features;polymer materials;doped nanowires;coatings;refraction;further embodiment;composite article;nanoparticles;refractive index;nanostructures | | |
| Cluster F | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | F : Display Devices | 0.69 | 0.43 |
| 클러스터키워드 | liquid crystal display;organic photosensitive optoelectronic devices;monolayer;multiple layers;solar cells;optical device;liquid crystal material;interferometric display devices | | |
| Cluster G | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | G : Printing and Deposition | 1 | 0.29 |
| 클러스터키워드 | ink jet printing;oxygen;heat treatment;sealant;substrate;metal alloys;sublimation;fabricating method;flexible display;el device;color filter;plastic substrate;film formation apparatus;nozzle;vacuum chamber;memory device;impurities;single layer;red light;flexible plastic substrate;organic material;inorganic materials;evaporation;organic compounds;pixel regions;composite film;glass substrate;depressions;organic el material;fabrication method | | |
| Cluster H | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | H : Flexible Materials | 0.51 | 0.26 |
| 클러스터키워드 | flexible organic light;binder;plasma;colors;conductive adhesive;flexible material;micron;ionizable gas;luminescent material;organic luminescent substance;flows;shadow mask;electrical contact;electrochromic displays;interior surface;electronic circuitry;electrical current;electricity;tubes;backplane;color display;sidewall;energy | | |
| Cluster J | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | J : MEMS | 0.55 | 0.25 |
| 클러스터키워드 | mems;microelectromechanical;treatment;silicon;display driver;electromechanical device;light emitter;molybdenum;dielectric material;carrier;etchant;modulator;products;protective material;adhesive materials;injection;light modulator;such devices;power supply;support structure;display element;patterning;control circuitry;interferometric modulators;backplate;titanium;second material layer;adhesion;microelectromechanical systems device;protective coating;movable reflector;photoresist;emissive region;electromechanical systems device | | |
| Cluster K | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | K : Optical Fiber | 0.45 | 0.23 |
| 클러스터키워드 | light signals;eyeglass frame;optical fiber;display apparatus;laser irradiation method;second lens;optical system;glass frit;spectacle lens;lens;actuators;laser irradiation apparatus;first laser light;first lens;presence;first laser beam;receptor;optical elements;active regions;time delay integration;imaging system;laser;inert gas;wave front analysis;high temperature;second laser light | | |

| Cluster L | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
|---|---|---|---|
| | L : Optoelectronic Devices | 0.8 | 0.22 |
| 클러스터키워드 | diphenyl;emissive dopants;plastic film;cor;precursor;organic optoelectronic device;semiconductor material;substitution;iridium;fluoroalkyl;oled;materials;fluorine;monomers;carbon;bidentate ligand;quantity;polyimide;flexible electronic;polymer;optoelectronic device;diode device;alcohol;encapsulation;zinc;solution;nitrogen;polythiophenes;organic semiconductor material;biphenyl;polymer composition;tris;donors;protrusions;second electrical contact;types;silicon nitride;electronic circuit;compounds;films;nano;benzene;organic solvent;zinc oxide;indium tin oxide;following structure;hydrogen;nanotubes; photoactive ligands;polymeric materials | | |

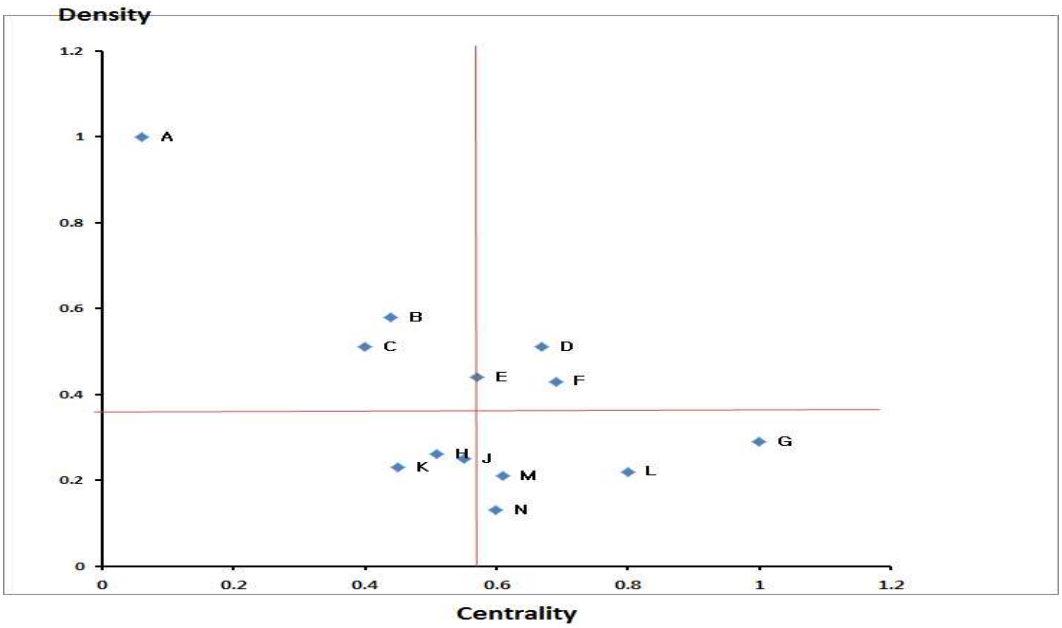
| Cluster M | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
|---|---|---|---|
| | M : Drive Circuit | 0.61 | 0.21 |
| 클러스터키워드 | input terminal;drive circuit;wiring resistance;channel region;power source;semiconductor substrate;active matrix display device;thresholds;external device;semiconductor device;driver circuits;electric device;electronic apparatus;second signal lines;semiconductor element;driving circuit;first power supply line;flexible printed circuit;laser light;relation;channel formation region;control circuit;first signal line;ldd region;first conductive film;second switch;gate insulator;display periods;metal element;impurity regions;frames;driving method;capacitors;electric apparatus;thin film transistor array panel;heating elements;display device;power consumption;fiber;output terminal;subset;portable information terminal;first region;polarity;bits;layout;electric charge;tft;source signal lines;luminance;video camera;electric current;conductive coating;video signals;fourth switches;semiconductor display device;electro-optical devices;base film;major axes | | |

| Cluster N | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
|---|---|---|---|
| | N : Touch Sensor | 0.6 | 0.13 |
| 클러스터키워드 | transmitter;optics;display unit;instructions;light source;perimeter;circuitry;touch sensor;mechanism;magnetic field;input device;circuit board;gaming machine;illumination systems;touch panel;electromagnetic radiation;sensor system;keypad;resistors;magnetic attachment mechanism;illumination device;capability;spacer;projection system;electronic device;video images;platform;microphone;lighting fixture;wires;user interface;means;interior rearview mirror assembly; transmission;antenna;ohm;control unit;light sensor;measurements; electrical conductor;handheld electronic device;display modules;reflective element;light guide;lighting device;connector; controller;rearview mirror assembly;management;internet; bezel;wireless communications circuitry;analysis;electric field;electrical circuit;cellular phone;handheld device;tiles;panels;battery;grid;spatial light modulator;integral compressible spacer;functionality;module;display system;electrical connection;control system;camera;portable electronic device;touch input;conductive member;electronic component;printed circuit boards;flexible circuit board;electronic displays;memory;touch screen;electronic assembly;lamp;electrical power;magnet;electrical communication;wireless transmissions;sensing device;electronics | | |

13개의 클러스터의 중심성과 밀도를 기준으로 2차원 평면 상에 배치하면 아래 <그림 3-16>의 분포도가 완성된다. 좌표 상의 상대적인 위치에 따라 다시 4등분할 수 있는데, high centrality-high density, high centrality-low density, low centrality-high density 그리고 low centrality-low density 구간으로 나누어 진다. 구간 별로 정리한 <표 3-15>은 그에 따라 구간별로 구분된 클러스터들이다.

<표 3-15> Centrality, Density 상대적 크기에 따른 분포(2008~2012년)

| | 상대적 위치 | Cluster 명: 기술명 |
|---|---|---|
| 1 | High Centrality & High Density | Clus. D: Transistor<br>Clus. E: Composite Materials<br>Clus. F: Display Devices |
| 2 | High Centrality & Low Density | Clus. G: Printing and Deposition<br>Clus. L: Optoelectronic Devices<br>Clus. M: Drive Circuit<br>Clus. N: Touch Sensor |
| 3 | Low Centrality & High Density | Clus. A: Dopant Compound<br>Clus. B: Thin Film<br>Clus. C: Displays |
| 4 | Low Centrality & Low Density | Clus. J: MEMS<br>Clus. H: Flexible Materials<br>Clus. K: Optical Fiber |




<그림 3-16> 특허 키워드 클러스터의 중심성, 밀도의 분포(2008~2012)

Centrality는 클러스터 사이의 연결 정도를 나타내는 것으로 그 값이 높은 클러스터는 다른 클러스터와 연결이 많음을 나타낸다. 즉, centrality가 높은 클러스터는 그 분야에서 중심이 되는 주제라고 할 수 있다. 그리고 Density는 클러스터 내의 키워드 사이의 연결정도를 나타낸다. density 값이 높은 클러스터는 그 안의 키워드 사이의 연결(동시발생)이 빈번하며 이는 키워드에 해당하는 내용으로 연구개발이 활발 하게 이루어지는 것으로 추정해볼 수 있다.

# 웹정보를 활용한 연구과제 도출

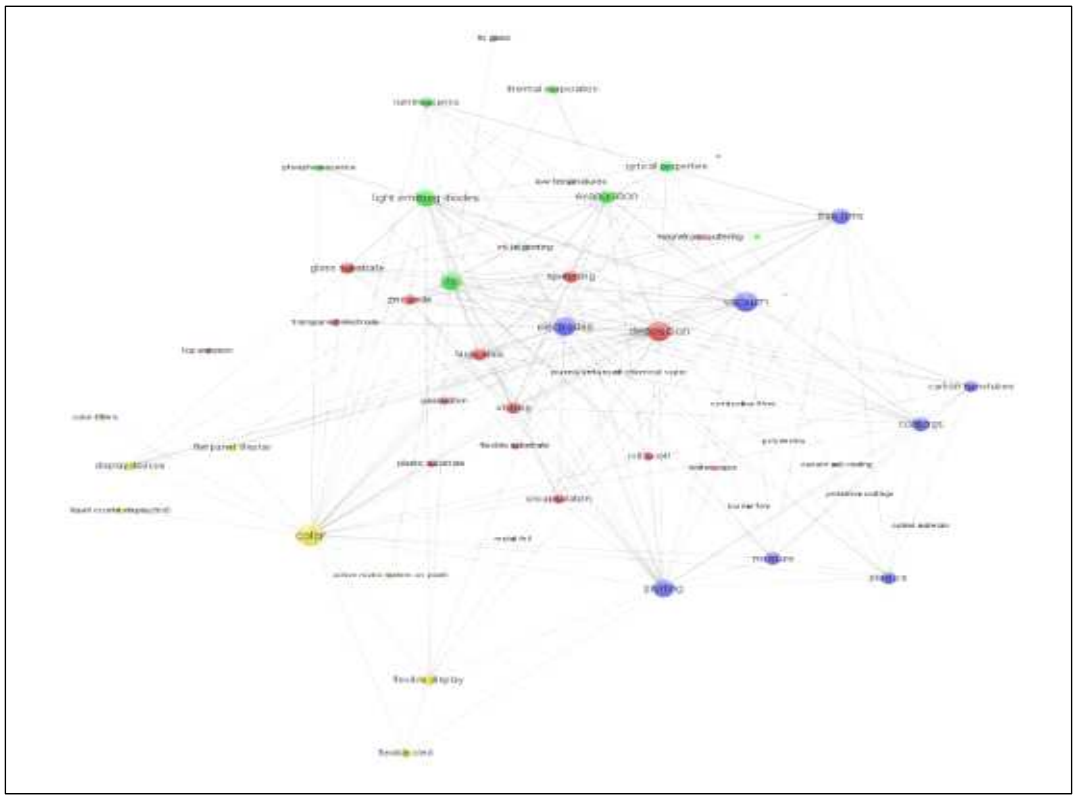
기존의 논문과 특허는 연구개발의 성과물에 초점을 두고 있기 때문에 시장 혹은 수요 측면의 관심에 대한 직접적인 관심 정도의 측정에는 한계가 있다. 인터넷에 등장하는 문서에는 기술적 문서이외에도 신문기사, 기업의 관심사, 시장조사분석 자료 등 기술과 수요를 아우르는 내용이 포함되어 있다. 구글 트렌드의 경우 인터넷 문서에 등장하는 특정 문서에 대한 시간에 따른 관심정도를 보여준다. 본 분석보고서에는 논문과 특허에서 수집된 키워드를 다시 정제하여 인터넷 문서향 키워드 집합을 선정함. 2개 이상의 키워드의 조합을 통해 인터넷 문서에서의 동시발생수를 검색하였다. 동시발생행렬을 생성한 후, 논문과 특허의 키워드 네트워크 분석 방법을 사용하며 아래의 과정을 따랐다.

① 텍스트들의 집합(corpus)에서 기술어(단어 또는 명사구)을 추출
② 이들 아이템들이 각 문서에 동시 출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산
③ 이를 적절한 유사도지수(Inclusion, Proximity, Equivalence 등)를 통해 변형
④ 각 기술어(키워드) 간의 관계를 시각화하여, 키워드로 표상된 아이디어(또는 연구이슈)간의 연결 패턴을 분석

본 연구주제에서는 특허와 논문에서 선별된 키워드 중에서 중복을 제거한 후, 동의어 처리를 거쳤으며 중요도에 따라 총 51개의 키워드를 선정하였다. 최근 5년에 해당하는 2009년 ~ 2013년 현재까지의 모든 웹문서를 대상으로 51개의 키워드의 동시발생여부와 동시발생한 문서의 수를 검색한 후 이를 바탕으로 동시발생행렬을 생성 하였다. 동 키워드들은 문서 동시출현 빈도 및 유사도 지수 계산을 통하여 네크워킹되며, 결과적으로 인용패턴 분석에서처럼 다수의 클러스터로 재편 하였다.

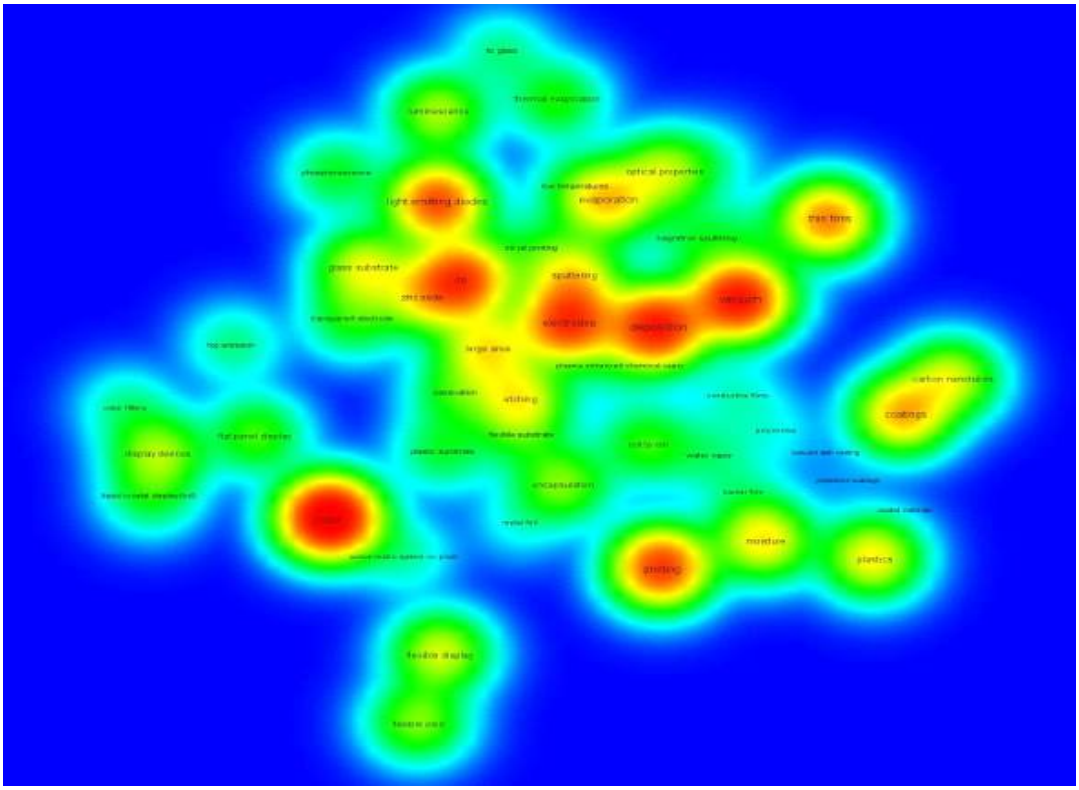
## 키워드 클러스터 및 주요 부상이슈

본 연구주제에서는 총 4 개의 키워드 클러스터가 도출되었다. 각각의 키워드 클러스터는 인용패턴분석에서 언급한 바와 같이 밀도와 중심성 값을 가지며, 그 결과를 아래과 같이 제시한다.



<그림 4-1> 본주제 관련 웹 키워드의 연관관계 분포맵(Label view)

<그림 4-1>, <그림 4-2>은 키워드간 동시발생을 기준으로 연관도가 높은 키워드들을 2차원 평면에 분포한 후 클러스터로 묶어준 것이다. x,y축상의 좌표값은 무의미하며 노드(키워드)간의 상대적 거리를 통해 연관도를 반영하며, Label맵의 경우 동일한 노드의 색깔은 동일한 클러스터에 속하는 키워드들이다, Density맵은 경우 네트워킹 빈도의 집중 정도에 따라 색(Blue → Red)이 변한다.



<그림 4-2> 본주제 관련 웹 키워드의 연관관계 분포맵(Density view)

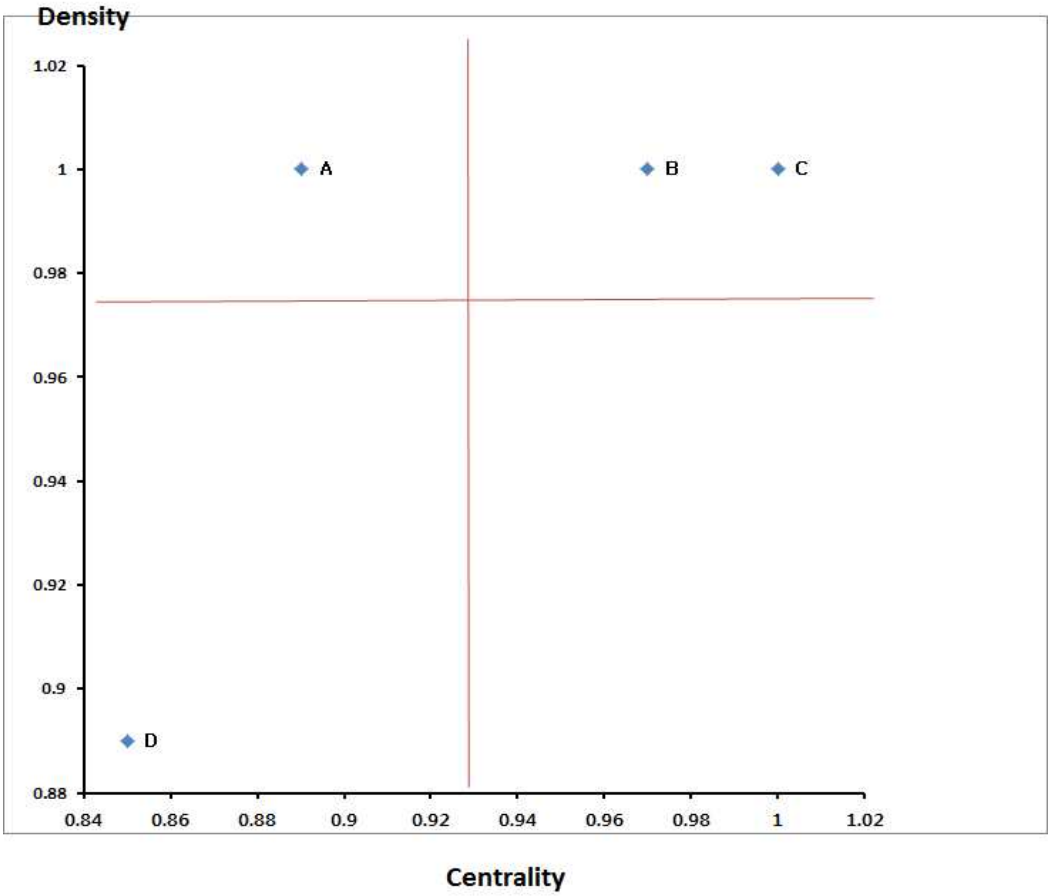
아래 <표 4-1>은 본주제 관련 클러스터 분류를 정리한 것이다. 모두 4개의 클러스터로 정리되며 각 클러스터별로 '부상이슈명', 중심성, 밀도 그리고 키워드를 기술하고 있다.

<표 4-1> 본주제 관련 클러스터(웹 문서 기반)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cluster A | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | A : Vacuum Deposition | 0.89 | 1 |
| 클러스터 키워드 | carbon nanotubes;electrodes;plastics;moisture;thin films;printing;coatings;vacuum | | |
| Cluster B | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | B : Evaporation and Coating | 0.97 | 1 |
| 클러스터 키워드 | thermal evaporation;luminescence;evaporation;optical properties;ink jet printing;ito;conducting polymers;organic polymers;low temperatures;light emitting diodes;ito glass;phosphorescence | | |
| Cluster C | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | C : Barrier Materials | 1 | 1 |
| 클러스터 키워드 | polyimides;passivation;barrier film;protective coatings;vacuum web coating;roll to roll;plasma enhanced chemical vapor deposition;ito films;water vapor;conductive films;top emission;large area;magnetron sputtering;sputtering;coated materials;zinc oxide;transparent electrode;metal foil;deposition;flexible | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | substrate;glass substrate;plastic substrate;etching;encapsulation | | |
| Cluster D | 부상이슈명 | 중심성 | 밀도 |
| | D : Flexible Displays | 0.85 | 0.89 |
| 클러스터 키워드 | flat panel display;liquid crystal display(lcd);flexible display;color filters;color;flexible oled;display devices;active matrix system on plastic | | |

4개의 클러스터의 중심성과 밀도를 기준으로 2차원 평면 상에 배치하면 아래 <그림 4-3>의 분포도가 완성된다. 좌표 상의 상대적인 위치에 따라 다시 4등분할 수 있는데, high centrality-high density, high centrality-low density, low centrality-high density 그리고 low centrality-low density 구간으로 나누어 진다. 구간 별로 정리한 <표 4-2>은 그에 따라 구간별로 구분된 클러스터들이다.




<그림 4-3> 웹정보 기반의 본주제 관련 클러스터의 중심성, 밀도의 분포

<표 4-2> 웹정보 기반 클러스터의 Centrality, Density 상대적 크기에 따른 분포

| | 상대적 위치 | Cluster 명: 기술명 |
|---|---|---|
| 1 | High Centrality & High Density | Clus. B: Evaporation and Coating<br>Clus. C: Barrier Materials |
| 2 | High Centrality & Low Density | |
| 3 | Low Centrality & High Density | Clus. A: Vacuum Deposition |
| 4 | Low Centrality & Low Density | Clus. D: Flexible Displays |

# 종합분석

증거기반의 정량분석 기법인 논문, 특허, 웹 키워드 클러스터 분석은 정성분석에 비해 시간과 비용을 절약 할 수 있고, 방대한 양의 축적 데이터와 과학적인 분석 방법론을 통해 객관성을 확보할 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 정량분석 방법론을 활용하여 논문, 특허 웹트렌드 분석을 통합하는 모델을 시도해 보았으며, 이를 통해 연구단계에서의 부상연구영역, 실용화 단계에서의 부상연구영역, 사회적 관심도가 큰 부상이슈등을 다음과 같이 도출하였다. 이와 같은 결과들이 연구자에게는 새로운 연구과제에 대한 아이디어를, 기업에게는 새로운 사업아이템에 대한 기술기회를 제공해 줄 것으로 기대한다.

<표 5-1> 및 대면적 Oled용 공정장비/소재 개발의 핵심기술 관련 부상이슈(종합)

| 구분 | | 클러스터명 |
|---|---|---|
| R&D 단계의 부상이슈 (논 문) | - | 1. Materials<br>2. Low Power Consumption<br>3. Substrate and Deposition Method |
| 실용화 단계의 부상연구이슈 (특 허) | 2000년 초반 | 1. Fabrication Method<br>2. Process Apparatus<br>3. Film Formation Apparatus<br>4. Lens<br>5. Coating and Deposition<br>6. Flexible Substrates<br>7. Print<br>8. Control Circuitry<br>9. Mobile Device<br>10. Composite Materials<br>11. MEMS<br>12. Oranic Materials<br>13. Driving Circuit<br>14. Protective Materials |
| | 2000년 후반 | 1. Printing and Deposition<br>2. Optoelectronic Devices<br>3. Drive Circuit<br>4. Touch Sensor<br>5. Transistor<br>6. Composite Materials<br>7. Display Devices<br>8. MEMS<br>9. Flexible Materials<br>10. Optical Fiber |

# 참고문헌


이재민 외 '정보자원 융합활용을 통한 핵심 아이템 발굴 모형연구', 과제 보고서, KISTI, 2012

2012연간대전망 : 디스플레이 '세상을 다시 바꿀 플렉서블 디스플레이', 유진투자증권, 2012

유비산업리서치, 2013 Flexible AMOLED 보고서, 2013

고려대 홍문표, "Flexible AMOLED 기술개발 동향", 2012년 oled 시장 및 산업세미나, 유비산업리서치

k-Techbrand 10대기술(플렉서블 디바이스), KETI, 2012

전자신문, '플렉서블 디스플레이 출시 초읽기' 2013

Park Jin-Seong et al, 'Thin film encapsulation for flexible AM-OLED: a review', Semiconductor science and technology, 26(3), 2011

Lee K.Y. et al. 'Flexible Characteristics of Novel OLED Materials', Applied mechanics and materials, 182(183), 2012

Georghiou, L. (2008). *The handbook of technology foresight: concepts and practice*: Edward Elgar Publishing.

윤문섭 외(2004), 「국가연구개발의 전략기획을 위한 새로운 연구기획방법론 개발 : 기술로드맵(TRM)과 지식맵(KM)의 통합적 접근」, 과학기술정책연구원.

Porter, A.(2004), "Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods", Technological Forecasting & Social Change, 71, 287-303.

Yoon, B. and Park, Y.(2005), "A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis", Technological Forecasting & Social Change, 72, 145-160.

윤병운(2005), 특허 분석을 통한 기술 지식의 관리와 신기술 개발 방법론, 공학박사학위논문, 서울대학교.

NISTEP(2003), 「科學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硏究領域調査」, 2003年 調査報告書, NO.82.

김소영, 이재민, 여운동, 고병열. (2013). "빅데이터 정보분석을 통한 연구개발 이슈 및 부상 연구분야 도출" 「2013 한국기술혁신학회 추계학술발표회」

김희철, 여운동, 김소영, 고병열. (2014). "논문, 특허, 웹 Cluster 분석의 통합을 통한 부상영역 도출 model 제안", 「2014 한국기술혁신학회 추계학술발표회」.

양혜영(2012), 빅데이터를 활용한 기술기획 방법론, Issue Paper, KISTEP, 2012.

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*(2), 523-538.

Kostoff, R.N.(1998), "Database Tomography for Technical Intelligence: A Roadmap of the Near-Earth Space Science and Technology Literatur,." Information Processing and Management, 34(1), 69-85.