

디지털프린팅법을 이용한 미세 배선 기술의 특허 동향

이 동 혁 · 홍 태 환

Patent Trends on Micro Patterning Technology by Digital Printing Process

Dong Hyouk Lee and Tae-Whan Hong

1. 서 론

디지털 프린팅공정을 이용한 미세 배선 기술은 TFT-LCD, PDP, OLED, Flexible display 등 정보 디스플레이와 연료전지, 태양전지 등 에너지 소재 및 부품, 범용 PCB, Chip 접합, COF 및 FCCL 등 집적회로 package, 그리고 RF-ID와 같은 전자 정보 통신 산업 분야에 다양하게 걸쳐 있는 주요 핵심 기술 분야라 할 수 있다.

최근 환경 및 에너지·자원에 대한 전 지구적 요구가 증가하면서 이러한 디지털프린팅 시장의 수요는 날로 증가하고 있다. 즉, 청정 환경과 환경무역 장벽을 극복하려는 디지털 프린팅 기술의 적용이 적극적으로 검토되고 있고, 특히 이러한 디지털 프린팅의 핵심 요소인 소재와 부품, 그리고 공정에 있어서 청정성 향상이 신뢰성 평가 기반위에 시장선점을 위한 핵심기술로 제안되고 있는 실정이다. 이러한 요구는 최근 지구 온난화 등 환경 파괴로 인한 기상 이변이 급증하면서 세계적으로 이를 방지하기 위한 환경 규제가 급증하고 있기 때문이다.

선진국의 경우 디지털 프린팅을 적용한 무폐수 청정 고수율의 공정기술 및 이에 사용되는 무폐수 청정 나노분말 기술을 개발하여 국내의 시장을 위협하고 있다. 특히 일본의 경우 디지털 프린팅 소재 및 장치, 그리고

application 기술이 특정 기업끼리 연대하여 독점적인 시장을 이루고 있고, 이러한 독점 시장은 세계적으로 확대되는 추세이다. 따라서 선진국과 기술 격차가 심화되고 있는 나노분말 소재의 무폐수 청정 제조 공정 기술 및 이를 이용한 무폐수 청정 디지털 프린팅 기술을 개발은 빠른 기술선점 및 세계적인 기술 혁신에의 동참을 통한 경제적 이익 극대화, 산업적 가치 창출 및 향후 먹거리 창출 효과를 가져 올 수 있을 것으로 예상되며, 빠른 기술적 대응을 통한 국제표준 및 환경규제 등의 무역장벽 극소화할 수 있을 것으로 보인다. 아울러 IT 강국으로서, 디지털 프린팅 관련 산업의 동아시아 R&D 및 생산 기지 역할 담당할 수 있을 것으로 판단되며, 전통 패턴 적층의 비용, 자원 활용률, 환경오염 문제의 극복을 위한 디스플레이 용 패턴 적층 기술의 원천기술 확보는 한국의 산업 경쟁력 확보에 필수적일 것으로 판단된다¹⁾.

2. 주요국가의 연도별 특허 출원 동향

디지털 프린팅 관련 기술은 잉크젯, 스크린 및 roll to roll 방식의 다양한 인쇄공정을 포함하고 있으며 이와 관련된 한국, 미국, 일본의 국가별 특허비율은 미국의 경우, 42%(등록특허 26%, 공개특허 16%)로 가장

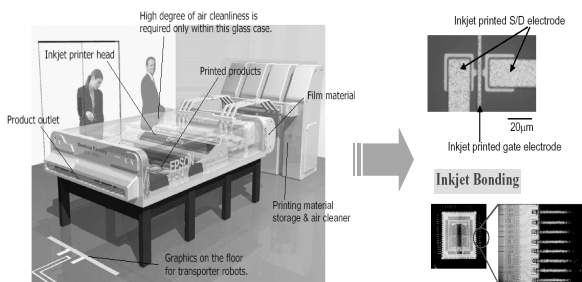


Fig. 1 디지털 프린팅 장치 및 이를 미세배선 제품 예 (일본 Epson)

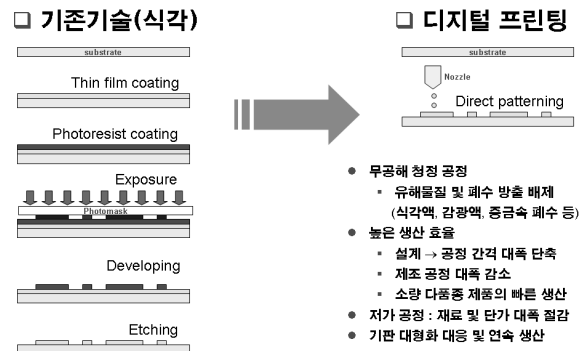
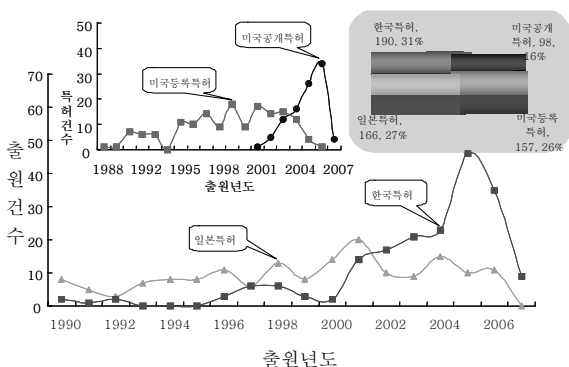


Fig. 2 기존기술과 디지털 프린팅 미세배선 기술의 비교

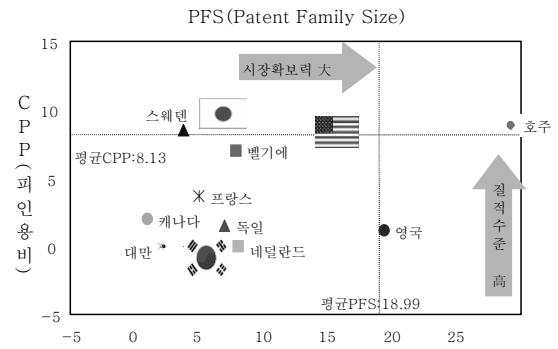
많은 것으로 나타나며, 한국이 31%, 일본이 27%를 기록하고 있다. 특허 공개 제도 도입 이후 미국의 특허 출원 및 공개 건 수가 증가 추세에 있고 상용화에 가장 적극적이며 시장 진입에 성공한 일본의 경우 출원의 횟수가 증가와 반복을 거듭하는 추세를 보여 후발국가의 기술복제를 경계하는 경향을 보이고 있다. 한국의 경우 2001년 이후 관련 특허의 출원이 증가 추세를 보이고 있으나 기술의 중요도 및 질적 수준으로 평가할 경우 시장 확보력과 질적 수준을 나타내는 피인용비와 패밀리 특허 수에 있어서 평균에 미치지 못하는 것으로 분석되었다. 아울러 출원 및 등록 특허의 최근(2002~2006년) 및 과거 5년(1997~2001년)의 특허건수, 영향력지수(PII), 기술력지수(TS) 순위를 분석한 결과, 특허등록건수와 기술력 지수에 있어서 미국과 일본이 과거5년부턴 최근까지 상위를 기록하고 있으며 영향력 지수에서 살펴보면, 과거 5년에는 스웨덴이 가장 영향력 지수가 높았으나 최근에는 미국이 가장 높게 나타났다.

한편, 특허출원 점유율 및 증가율 분석을 통한 핵심 원천기술 분야를 살펴보면 디지털 프린팅 소재 및 공정 기술개발에 있어서, 디지털 프린팅 공정분야가 특허 점유율과 증가율이 평균값보다 높게 나타나, 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있는 분야로 분석되고 있으며, 프린팅 전후 기관처리 및 신뢰성 평가기술 분야의 경우 특허 점유율에서는 높게 나타나진 않지만 특허 점유율이 가장 높게 나타나 최근 주목받는 분야로 분석된다. 디지털 용액 제조 분야의 경우, 기술 점유율이 비교적 높은 편이지만, 성장률이 상대적으로 낮은 것으로 보이며, 프린팅 장치 분야는 점유율과 증가율 모두 낮은 값을 나타내고 있어, 기술 개발이 아직 미진한 기술로 나타나 연구개발이 시급한 것으로 파악된다.



※분석기간: 한국, 일본 특허: 1990~2007(출원년도), 미국등록특허: 1990~2007(등록년도), 미국공개특허: ~ 2007(출원년도).

Fig. 3 주요국의 연도별 특허출원 동향



1. 분석기간: 미국특허 ~2007년(등록년도) 2. X축: PFS=평균 Patent Family 수, Y축: 각국 특허의 평균 CPP(citation per patent)

Fig. 4 국가별 특허의 질적 수준 및 시장 확보력

3. 실험결과 및 고찰

디지털프린팅 공정에 대한 연도별 특허출원동향을 살펴보면, 1990년부터 2000년까지 10건 전후의 특허건수를 보이며, 증가, 감소 추세를 반복적으로 나타내다가, 2001년 이후부터 특허건수가 급증하는 추세를 보이며 최근까지 꾸준한 특허건수를 보이고 있다. 다만 2006년 이후 출원건수의 감소현상은 출원 후 공개까지 행정절차가 1년 6개월이 소요되는 규정 때문이며, 이 기간 내의 출원정보는 미공개 (未公開) 상태로 분류되기 때문에 일정기간이 경과되어야만 정확한 출원건수가 파악될 수 있을 것으로 판단된다.

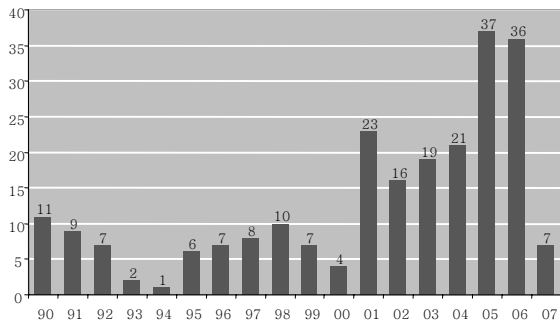
1990년대 초에는 플라스틱 필름 표면에 레지스트 잉크를 고착하여 회로 패턴 형성(Oki Electric Industry)²⁾과 프린트 배선판 표면에 무기물 이온 교환체를 배합한 회로 보호막을 설치하고, 잉크젯 프린팅으로 인쇄하는 기술 혹은 프린트 배선판 표면에 무기물 이온 교환체의 분체를 부착시키고, 이 위에 잉크젯 프린팅 한 프린트 배선판의 인쇄 방법(Matsushita Electric Works)^{3,4)} 등이 제안되고 있으며 중·후반에 접어들면서 개량된 형태의 공정 기술인 프린팅용 용액을 토출한 토출 헤드의 선단부위를 청정화한 후에 토출하여 도전성 박막을 형성하는 전자원 기관 제조(Canon)⁵⁾, PDP 제조에 있어, 기관 표면을 거칠게 만들고 잉크젯 프린팅으로 전극, 컬러 필터, 블랙 매트릭스 또는 형광체 인쇄(Mitsubishi Electric)⁶⁾, 드라이브 트랜지스터 및 개량된 고해상도 서멀 잉크젯 프린트 헤드(Xerox)⁷⁾ 등과 같은 기술들이 제안되고 있다. 한편 2000년 이후 활발한 특허 출원을 전개한 한국의 경우도 피에조일렉트릭 구동 가운데 헤드 및 잉크 공급 장치를 포함하는 직접 방식 패턴 형성부와 간접 방식 패턴 형성부가 함께 구비(삼성SDI)⁸⁾, 잉크젯 프린팅 시스템 및 이를 이용한

유기 박막트랜지스터 표시판의 제조, 잉크젯 헤드가 인쇄매체의 이송방향에 수직인 방향으로 이동하면서 인쇄를 실시함으로써, 인쇄매체의 기울기에 상관없이 올바르게 인쇄하는 방법, 노즐 헤드로 파동을 전달하기 위한 파원과 파동을 감지하는 센서에 의해 스테이지와 노즐 헤드 간의 거리를 정확히 측정하고 조절(삼성전자)⁹⁻¹¹⁾하는 기술 등의 공정 기술들이 공개되기에 이른다. 그러나, 잉크의 분사 또는 충격방식과 같은 프린팅 공정 기법에 관한 내용보다는 잉크젯 프린팅을 이용한 전자 디바이스의 제조공정 및 미세패턴 형성 공정에 대한 내용이 주를 이루고 있어 잉크젯 프린팅 공정을 이용한 다양한 디바이스 제조가 가능하다는 점에 착안한 용도별 지적재산권 확보를 위한 주도면밀한 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

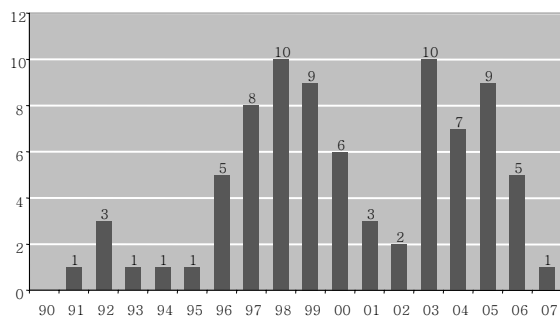
한편, 디지털프린팅 장치의 경우 Shinko, Sharp, NEC, Victor Co of Japan, Eastman Kodak 등과 같은 일본 내 주요 기업들이 프린팅 장치의 분사부와 프린터 구동 및 잉크토출 제어, 시스템 정밀 제어와 관련된 특허를 선점 공개하고 있는 것으로 나타났다.

4. 디지털프린팅 용액 특허출원 동향

디지털 용액제조는 크게 금속, 혹은 전도성 세라믹을



*분석기준 : 1990~2007년까지의 한국, 미국, 일본 특허(출원년도 기준)
Fig. 5 디지털프린팅 공정기술에 대한 연도별 출원동향

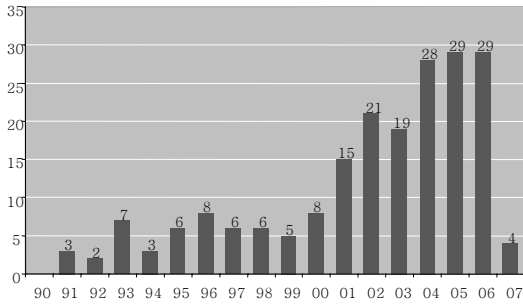


*분석기준 : 1990~2007년까지의 한국, 미국, 일본 특허(출원년도 기준)
Fig. 6 디지털프린팅 장치기술에 대한 연도별 출원동향

포함하는 재료와 첨가제 및 용매로 분류할 수 있으며 지금까지의 특허 출원 추세는 도전성 금속 입자에 특징을 두고 있는 무기재료나 하이브리드 재료 관련 특허들이 핵심 특허들로 분석되고 있다. 또한 용액제조 기술에 있어서 첨가제 및 용매 선택 설계 기술을 중심으로 도전성 입자 와 분산제 관련 특허들이 제안되고 있는 추세이다.

디지털프린팅용 용액 제조 기술에 대한 연도별 특허 출원동향을 살펴보면, 1990년대 후반까지 8건 이하의 특허 출원을 보이다가, 2000년 이후부터 출원연도에 따라 점차 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타났다. 특히 2004년 이후 3년간 가장 많은 특허출원 건수를 기록하고 있다. 다만 2006년 이후 출원건수의 감소현상은 출원 후 공개까지 행정절차가 1년 6개월이 소요되는 규정 때문인 것으로 판단된다.

관련 특허 기술의 주요 내용은 아크릴레이트 조성물을 포함하는 UV 경화 잉크 조성물 그리고 이를 이용한 PCB기판제조(Videojet Systems)를¹²⁾ 비롯하여 일본 Ulvac 사의 금속 초미립자 및 분산제를 포함한 독립 분산액으로 된 잉크젯용 잉크를 이용한 플랫 패널 디스플레이의 전극 형성 방법과 금속 초미립자 및 분산제를 함유하는 금속 초미립자 독립 분산액으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 잉크젯용 잉크, 그리고 금속 초미립자 및 분산제를 포함한 독립 분산액으로 된 잉크젯용 잉크를 이용한 플랫 패널 디스플레이의 전극 형성 방법 등이 공개되고 있다¹³⁻¹⁵⁾. 아울러, 경쟁사인 Konica Minolta Photo Imaging에서는 신규 금속 함유 화합물, 그 금속 함유 화합물로부터의 금속 키레이트 색소 및 착색 조성물과 이를 함유하는 잉크젯 기록액을 제안하고 있으며¹⁶⁾ 절연성의 수지 조성물과 25 °C에서 증기압이 1.34×10^3 Pa 미만 그리고 그 이상인 용매를 함유하는 절연체 잉크 (Hitachi Chem)¹⁷⁾, 마젠타 금속 착체 아조 화합물과 이를 포함하는 잉크 (Fujifilm Imaging)¹⁸⁾, 낮은 점도를 가지는 잉크젯 가능한 도전성 히드로 겔 조성물과 이를 이용한 전극 상에 원하는 미세한 히드로 겔 패턴 형성시킬 수 있는 방법 (E. I. Du Pont)¹⁹⁾ 등이 공개되고 있는데 소재 강국인 일본의 잠재력과 시장선점의 의지를 확인시키는 결과로 판단된다. 특히 상용화에 가장 선두에선 것으로 판단되는 일본 Ulvac사의 경우 Harima Chemicals 와 더불어 도전성 금속 페이스트 및 그 제조 방법 (Electroconductive Metal Paste and Method for Production There of/2003-7005738/0647238,KR)을²⁰⁾ 제안하여 도전성 매체로서, 평균 입경 100 nm 이하인 금속 초미립자를, 경우에 따라서는 평균입경 0.5 ~ 20 μm의 금속



※분석기준 : 1990~2007년까지의 한국, 미국, 일본 특허(출원년도 기준)

Fig. 7 디지털프린팅용 용액 제조 기술에 대한 연도별 출원동향

충전제도 이용하여, 당해 금속 초미립자의 표면을, 거기에 포함되는 금속 원소와 N, O, 또는 S를 가지는 고립전자쌍에 의한 배위적인 결합이 가능한 기를 가지는 화합물의 1종 이상에 의해 코팅된 상태로 한 다음에, 당해 도전성 매체를, 가열 경화하는 수지 성분, 유기산 무수물 또는 그 유도체, 및 하나 이상의 유기용매를 포함해 이루어지는 수지 조성 물질 중에 균일하게 분산해서 이루어지는 도전성 금속 페이스트 : 저온에서의 가열 처리 시, 금속 초미립자 상호의 저온 소결이 가능한 효과가 있음을 기술 내용으로 하는 특허공개를 통해 관련시장의 선점 개연성을 확보하고 있는 것으로 분석되었다.

한편, 한국 내 특허출원 동향은 석경에이티에서 폴리메틸실세스퀴옥산 및 분산된 무기 나노입자를 포함하는 혼합물, 용매, 첨가제를 갖는 적합한 점도의 디지털 인쇄 가능한 절연 조성물에 관한 제안과 금속 및 카르복실기를 가지는 탄화수소를 포함하는 도전성 금속 나노입자 제조방법 및 이를 포함하는 나노금속 잉크와 잉크를 이용한 인쇄회로기판의 제조방법을²¹⁻²²⁾ 공개하고 있는 것으로 파악되고 있으며 최근 관련 기반 연구와 특허출원이 유관기관을 중심으로 진행 중인 것으로 보인다.

5. 결 론

디지털 프린팅을 이용한 미세배선 기술의 실현은 청정성이 향상된 소재 및 공정기술의 확보가 전반적인 연구개발의 추세이며 EU의 REACH 등 환경 규제가 강화되는 현 시점에 있어서 수출 경쟁력 강화를 위해 매우 중요한 의미를 가진다. 청정 원천기술의 확보와 디지털프린팅으로 구현된 디바이스의 품질 평가 및 표준화 기술 최적화도 기존 공정으로 제조한 디바이스와의 비교 품질 평가를 통해 디지털 프린팅 소재 및 공정의 품질을 향상시키는데 있어서 매우 필요한 기술이라 할 수 있다.

특히, 한국의 현 제조 산업 실정에서 지적재산권의 불비와 시장 선점 혹은 과점의 위협을 벗어나기 위해서는 청정 소재 제조 및 관련 공정에 대한 연구개발을 가속화해야 함은 물론이거니와 소재 및 디바이스의 신뢰성 평가 규격 등의 표준화 노력이 병행되어 국제 표준화시키는 등 국제 규격을 주도하는 전략을 구사해야 할 것으로 분석된다. 따라서 아직 디지털 프린팅 품질 및 신뢰성 평가, 그리고 관련 규격이 확립되지 않은 상황에서 환경 친화성을 부가한 청정 디지털 프린팅 소재 및 공정의 규격 및 표준화를 선도함으로써 세계 기술 및 시장을 선도하는 것이 매우 필수적이라 할 수 있다.

후 기

본고는 청정디지털프린팅 소재 및 공정 기술개발 기 획과제의 일환으로 수행된 것이며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 2007有望電子部品材料調査總覽(富士Chimera總研)
- JP1992-148585
- JP1993-327190
- JP1993-327174
- JP2000-251674
- JP1999-273557
- JP1999-192704
- KR0551399
- KR2007-0052505
- KR2007-0064131
- KR2007-0066648
- US5270368
- JP2002-169486
- KR2002-0074167
- KR2002-0080393
- JP2007-051123
- JP2006-147202
- US7150782
- JP2007-100084
- KR2003-7005738
- KR2005-0101101
- US20050069718



- 이동혁(李東赫)
- 1975년생
- 한국특허정보원 조사분석2팀
- 특허정보분석
- e-mail : hyouk75@kipi.or.kr



- 홍태환(洪泰煥)
- 1963년생
- 국립충주대학교 신소재공학과
- 나노입자, 수소저장 및 분리, 에코소재
- e-mail : twhong@cjnu.ac.kr