ISBN 978-89-294-0896-1-93560

2017년도 기술 및 정책 보고서

연성인쇄회로기판(FPCB) 산업시장동향분석

박 선 영

한국과학기술정보연구원

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

머 | 리 | 글

한국과학기술정보연구원(KISTI) 기술혁신분석센터에서는 2017년도 한 해 동안 연구원들이 관심을 가지고 분석한 분야에 대해 '기술 정책 보고서'를 발간합니다. 개별 연구자의 관심분야가 다른 만큼 다양한 과학기술과 산업시장에 대한 분석 정보를 담고 있으며, 특히 연성인쇄회로기판(FPCB, Flexible Printed Circuit Board) 산업시장동향정보가 필요한 곳에 조금이라도 도움이 되었으면 하는 바램입니다.

본 보고서는 FPCB 분야의 산업 환경 분석, 기술동향 분석, 시장동향 분석을 통해 FPCB 분야의 산업시장 동향정보 제공에 주안점을 두고 있습니다.

끝으로 본 보고서는 기술혁신분석센터 박선영 선임연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 본 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2017년 11월

한국과학기술정보연구원

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

<목 차>

제 1 장 산업 환경 ····· 1

제 1 절 산업의 개요 ····· 1
1. 연성인쇄회로기판(flexible printed circuit board)의 개요 ····· 1
2. 연성인쇄회로기판의 구분 및 특성 ····· 2
3. 연성인쇄회로기판 산업의 성장전망 ····· 3
4. 연성인쇄회로기판 산업의 최근 추세 ····· 4
5. 연성인쇄회로기판 산업의 경쟁상황 ····· 5

제 2 절 시장 트렌드 ····· 7
1. 우수한 성능 특성으로 인한 제품 적용 확대 및 성장 ····· 7
2. 우수한 패키징 연성으로 적용 시장 확대 ····· 8
3. 최종 제품 개발자의 소형화 추구에 따른 회로 설계의 진화 ····· 8
4. 더 얇은 재료를 통해 더 작은 공간에 적용 ····· 9

제 3 절 혁신 요인 ····· 9
1. 기판 제조업체를 위한 고객 요구 사항 주도 혁신 ····· 9
2. Rigid-Flex 회로의 경쟁력을 향상시키는 새로운 설계 도구 ····· 10
3. 기판 소재 선택 - 고주파 응용의 핵심 ····· 10
4. 라미네이트 재료 선택 폭의 확대와 첨가제 ····· 11
5. 새로운 인터커넥션 대안으로 부상 ····· 12
6. 연성 인터커넥트를 가능하게 하는 재료 및 디자인 향상 ····· 12
7. 새로운 신축성 재료 기반 디자인 혁신 가능성 확장 ····· 13

제 4 절 연성회로기판의 최근 기술 발전 ····· 14
1. 깃털처럼 가볍게 ····· 14
2. 투명 연성회로의 기술적 진보 ····· 14
3. 초박형 나노 스케일 회로 ····· 15
4. 실리콘 회로의 전력변동 제어를 위한 화학적 도핑 나노튜브 ····· 15

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 2 장 기술 동향 ····· 17

제 1 절 기술 개요 ····· 17
1. 연성인쇄회로기판 기술의 개요 ····· 17
2. 연성인쇄회로기판의 소재의 특징 ····· 17

제 2 절 소재 ····· 18
1. 기본 재료 ····· 18
2. 부가 재료 ····· 19

제 3 절 공정 ····· 21
1. 기본 공정 ····· 21
2. 일반 공정 ····· 21

제 4 절 최근의 주요 기술혁신 ····· 23

제 5 절 최근의 주요 산업 활동 ····· 24
1. 주요 활동 상황 ····· 24
2. 세계적인 주요 기업의 활동 상황 ····· 24

제 3 장 시장 전망 ····· 31

제 1 절 적용 시장의 개요 ····· 31

제 2 절 적용 시장별 주요 영역 및 규모 ····· 31

제 3 절 분야별 주요 트렌드 ····· 33
1. 자동차 전자 장치에서의 활용 확대 ····· 33
2. 무선 통신분야의 수요 확대 ····· 33
3. HDD 분야에서의 점진적 성장 ····· 34
4. 웨어러블 기기분야의 안정적인 성장 전망 ····· 34
5. 스마트폰 시장의 성장 정체로 인한 수요 감소 ····· 35
6. 디스플레이 시장의 성장추세 정체로 인한 수요 감소 ····· 36
7. 신뢰성 높은 인터커넥션에 의한 우주산업에 적용 ····· 36

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 4 절 전 세계 시장 전망 ····· 37

제 5 절 주요 지역별 시장 전망 ····· 40
1. 미국 ····· 40
2. 일본 ····· 40
3. 유럽 ····· 41
4. 아시아 태평양 지역 ····· 43
5. 한국 시장 ····· 44

<참고문헌> ····· 46

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

<표 목 차>

<표 1> 세계 연성회로기판시장의 상위 10개 기업 ····· 5
<표 2> 지역별 전 세계 연성회로기판 시장규모 전망(2014-2020) ····· 38
<표 3> 지역별 전 세계 연성회로기판 시장 점유율 전망 ····· 38
<표 4> 응용 분야별 전 세계 연성회로기판 시장규모 전망(2014-2020) ··· 39
<표 5> 응용 분야별 전 세계 연성회로기판 시장 점유율 전망 ····· 39
<표 6> 미국 연성회로기판 시장 규모 전망 ····· 40
<표 7> 일본 연성회로기판 시장 규모 전망 ····· 41
<표 8> 유럽 연성회로기판 시장 규모 전망 ····· 42
<표 9> 유럽 연성회로기판 시장 규모 비중 ····· 42
<표 10> 아시아 태평양 지역 연성회로기판 시장 규모 ····· 43
<표 11> 아시아 태평양 지역 연성회로기판 시장 비중 ····· 43
<표 12> 한국 연성회로기판 시장 규모 전망 ····· 45

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 1 장 산업 환경

제 1 절 산업의 개요

1. 연성인쇄회로기판(flexible printed circuit board)의 개요

연성인쇄회로기판(FPCB)은 연성 베이스 물질 위에 인쇄 배선을 배치하는 것으로 정의할 수 있다. 연성인쇄회로기판은 기존 회로에 비해 비용, 공간, 무게를 줄일 수 있도록 작은 구조체에 고밀도로 집적된다. 이 연성인쇄회로기판은 전자 및 전자 부품에 광범위하게 사용되며, 연결구조가 정상 작동 모드에서 굴곡을 필요로 하는 곳에 이용된다.

연성인쇄회로기판은 주로 단일 레이어 단일면, 단일 레이어 양면 및 경질 연성 연성인쇄회로기판의 세 가지 유형으로 구분할 수 있다. 단일 레이어 단면 연성회로기판은 가장 간단한 형태로 디스크 드라이브 헤드 및 프린터와 같은 동적 구부러짐이 요구되는 분야에 적용된다. 저비용으로 광범위 영역에 요구되는 대형 생산에 적합하다. 단일 레이어 단일 양면 연성회로기판은 양면에 두 개의 전도성 레이어를 구성하여 주로 높은 굴곡 밀도가 요구되는 분야에 사용되며 동적인 굴곡 요구 사항이 없는 특징이 있다. 다층 연성회로기판은 도금 연결 홀로 상호 연결된 두 개 이상의 레이어가 있으며, 높은 회로 밀도와 동적 연성 요구 사항이 필요 없는 분야에 사용된다. 경질 연성회로기판은 고정식 인쇄회로기판 기술과 연성회로를 결합하여 집적 회로를 생성한 것으로 고정식 영역은 회로를 강화하여 디지털 또는 아날로그 장치를 연결하거나 스트레스 또는 마모를 일으킬 수 있는 영역에 회로를 설치할 때 회로에 강성을 부여하는 특징이 있다.

연성인쇄회로기판에 대한 시장의 니즈는 지속적으로 증가하고 있으며, 핵심 동인은 새로운 기술과 응용 프로그램의 출현에 기인한다. 카메라, 노트북 및 스마트 폰과 같은 장치에서 주로 사용되며, 자동차, 우주 장치에도 사용된다. 현재 카메라, 캠코더, 스마트 폰, 자동차, 의료 기기, 군용 시스템 및 항공 전자 제품

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

을 비롯한 다양한 제품에서 광범위하게 사용되고 있다. 스마트폰, 노트북 컴퓨터와 같은 전자 IC 장치의 개발은 전자 부품 간의 3차원 동적 연결이 매우 중요하기 때문에 연성인쇄회로기판이 필수적이다.

2. 연성인쇄회로기판의 구분 및 특성

연성인쇄회로기판은 단면, 양면 및 다층 회로를 포함하여 다양한 구성으로 설계할 수 있다. 연성인쇄회로기판의 가장 기본적인 구성은 유전체 재료 층 위에 적층된 구리 포일 층을 포함하는 단면 회로로, 제조가 상대적으로 간단하고 공정은 보다 짧은 사이클 시간 및 적은 단계를 수반하며, 가공은 성능 특성에 영향을 미치지 않으면서 비용이 덜 드는 재료를 사용할 수 있는 특징이 있다. 주요 이점은 동적 어플리케이션을 제공 할 때 뛰어난 유연성과 수백만 번의 연성 사이클을 수행 할 수 있는 특징으로, 저비용, 반복 가능한 공정 제어 및 고용량 특성이 주요 요구사항인 가전 및 전자 제품 시장에서 높은 수요를 보이고 있다.

양면 연성인쇄회로기판은 단면 회로보다 상대적으로 더 진보되어 있으며 주어진 단위 영역에서 더 많은 수의 도체를 통해 더 많은 신호를 제공한다. 이는 양면에 구리 포일이 적층된 유전체 재료 층으로 구성되며, 도체 형성 후에 트레이스를 양면에 적층된 절연 재료를 사용하여 캡슐화 된다. 우수한 열적 특성, 화학 저항 및 부품 크기 축소와 같은 속성을 지니며, 기계적 유연성으로 인해 자동차 및 컴퓨터 산업에서 주로 사용되고 있다. 또한, 커버레이 또는 연성 솔더 마스크의 등장으로 단주기 및 대량 생산의 요구 사항이 있는 분야에서 더욱 경쟁력을 갖추게 되었다.

다층연성인쇄회로기판은 주로 군사용으로 개발된 비교적 복잡한 연성회로 구성이었으나, 다양한 상업적 응용 분야에서 사용되기 시작했다. 변형된 에폭시 또는 아크릴 접착제를 사용하여 적층된 캡톤(kapton) 유전체 및 다중 동박층을 포함하며, 연성 레이어만 사용하거나 굽힘 영역에서 벗겨지지 않는 연성 레이어 또는 다른 조합 중에서도 외부에 단단한 PCB 레이어가 있는 내부 연성 레이어로 구성 할 수도 있다. 경질 PCB의 가공과 마찬가지로 도금된 관통 홀은 층간 상호 연결을 형성한다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

3. 연성인쇄회로기판 산업의 성장전망

연성인쇄회로기판은 본질적으로 소형 폼팩터가 있는 어플리케이션을 위해 설계되었다. FPCB는 기존 PCB와 비교할 수 없는 다양한 이점과 기능을 제공하며 전기전자 부품에서 더 많은 연결, 높은 회로 밀도, 향상된 기능 및 향상된 환경 성능 요구 사항에 대한 비용 요구 사항을 낮추는 데 중요한 역할을 한다. FPCB는 경질 PCB를 대체하고 있는데, 특히 두께가 주요 제약 사항인 곳에서 두드러진다. 전자 부품 및 제품이 점점 더 작아짐에 따라 고성능과 유연성을 갖춘 PCB가 필요해지고 있고, 신뢰성과 기능 외에도 얇고 가벼우며 모든 형태를 취할 수 있는 연성회로의 물리적 특성에 따라 다양한 제품에 사용된다.

특히, 연성인쇄회로기판 기술은 현재 및 미래의 설계 요건을 해결하는 데 중요한 역할을 하는 기술로, 연성 트위스트, 랩 및 접힌 인쇄회로는 소형 폼팩터가 필요한 다양한 장치에서 독특하고 매력적인 기술로 장래에 상당한 성장 잠재력을 갖춘 영역으로 부상할 것으로 예상된다.

이러한 연성인쇄회로기판은 웨어러블 기기와 같은 틈새시장을 포함하여 다양한 전자 제품에 점점 더 많이 사용될 것으로 전망된다. 이에 대한 수요는 LCD TV, 휴대 전화, 의료 기기 및 다양한 분야의 기타 전자 장치와 같은 제품에 대한 수요가 계속 증가함에 따라 크게 증가 할 것으로 예상된다. 이러한 전망에 따라, 전 세계 연성인쇄회로기판 시장은 2014년에서 2020년에 이르기까지 연 5.5 %의 성장률로 152억 달러에 이를 것으로 예상된다.(Global Industry Analysts, Inc., 2016.)

아시아 태평양지역은 2015년에 약 57.7%의 시장 점유율로 연성인쇄회로기판 시장을 장악하고 있다. 아시아 태평양 지역의 연성인쇄회로기판 시장은 전 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 시장으로 2014년부터 2020년까지 연평균 6.7%의 성장률로 2020년에 92억 달러 규모로 증가할 것으로 예상된다. 일본은 2015년에 26억 달러의 규모로 세계에서 두 번째로 큰 시장으로, 2014년부터 2020년까지 연평균 3.1 %의 성장률로 2020년 30억 달러에 근접할 것으로 예상된다.

핸드폰 분야는 연성인쇄회로기판 분야에서 가장 빠르게 성장하고 있는 시장으로 계속 확대되고 있으며, 2015년에 40%의 비중을 차지한 것으로 추정되며, 약 47억 달러의 시장 규모를 가지고 있는 것으로 파악된다. 최근 몇 년 동안의 경제

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

침체에도 불구하고 전 세계 스마트 폰에 대한 수요가 지속적으로 증가하면서 이 시장에서 FPCB에 대한 수요가 증가 할 것으로 예상된다. 2014-2020년 동안 연평균 7.9 %의 성장률로 성장하면서 이 분야의 수요는 2020년에 68억 달러에 이를 것으로 예상된다.

평면 패널 가전 부문은 연성회로 시장에서 두 번째로 빠르게 성장하고 있는 시장으로 부상 할 것으로 예상되며, 2014년 ~ 2020년 동안 연평균 7.1 %의 성장률로 성장하면서 2015년에 8억 7,550만 달러에서 2020년에는 12억 달러로 증가할 것으로 예상된다.

4. 연성인쇄회로기판 산업의 최근 추세

연성인쇄회로기판은 2003년까지 컴퓨터의 HDD및 ODD에 처음 사용되었으며, 이 기간 동안 일본 제조업체가 이 시장을 장악했으며 상당한 개발이 이루어졌다. 그러나 2003년 카메라 폰이 인기를 불러 일으켰고, 중국, 한국 및 대만을 포함한 다른 국가의 FPCB 생산 업체에게 상당한 기회를 제공하였으며, 2005년부터 2007년 까지 치열한 경쟁이 일어났다.

결과적으로 2007년에서 2009년 사이의 FPCB의 평균 가격은 시장에서 절반 이하의 상당한 하락을 보였고, 가격 하락으로 인해 여러 소규모 PCB 제조업체들이 시장에서 이탈하면서 업계에서의 통합이 이루어졌다.

2010년은 태블릿 PC 및 스마트 폰에 대한 수요가 급증하면서 FPCB 시장이 부활한 해로, FPCB의 애플리케이션이 증가함에 따라 시장 성장이 회복되었다. 일반적인 휴대 전화에는 3-5 개의 연성회로 기판이 필요하지만 각 스마트 폰에는 6-8 개의 연성회로기판이 필요하며 시장 성장을 견인하였다. 또한 터치스크린은 2011년 스마트 폰의 표준 구성으로 부상했으며, 터치 기반 스마트 폰에 대한 수요가 증가함에 따라 연성인쇄회로기판 가격이 급등하기 시작했다. 방대한 기능과 복잡한 구조가 특징인 각 스마트 폰의 연성회로 요건이 높아지고, 동시에 스마트 폰의 판매량이 늘어남에 따라 대량 수요가 증가했다. 스마트 폰의 새로운 기능 모듈마다 추가로 하나의 연성회로기판이 필요했으며, 다중 모듈과 듀얼 렌즈를 특징으로 하는 iPhone 4는 12개의 연성회로 보드를 사용하였다.

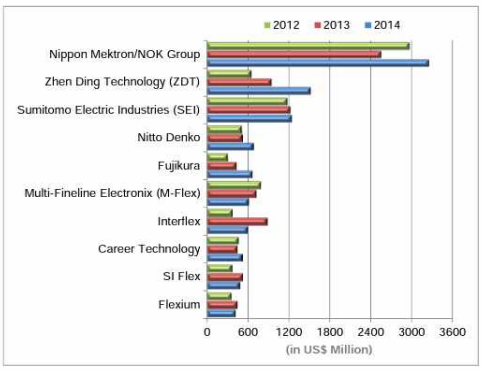
ISBN 978-89-294-0896-1-93560

5. 연성인쇄회로기판 산업의 경쟁상황

연성인쇄회로기판 시장은 몇 년 동안 일본 기업들에 의해 주도되어 왔다. HDD 및 ODD 분야에서 시작하여 일본 제조업체들은 그 이후 등장한 수많은 다른 제품에 대한 연성인쇄회로기판 시장을 선도해 왔다. 상당한 제조 능력, 높은 제품 품질 및 전 세계 생산 설비의 존재는 연성인쇄회로기판 시장에서 일본 기업의 지배력을 이끌어내는 요소 중 하나이다.

<표 1> 세계 연성회로기판시장의 상위 10개 기업

Company	2012	2013	2014
Nippon Mektron/NOK Group	2,966.6	2,552.4	3,254.5
Zhen Ding Technology (ZDT)	639.6	942.3	1,516.2
Sumitomo Electric Industries (SEI)	1,172.9	1,218.8	1,237.5
Nitto Denko	500.0	512.8	674.3
Fujikura	296.9	426.6	658.9
Multi-Fineline Electronix (M-Flex)	785.3	719.6	605.8
Interflex	366.3	877.9	592.4
Career Technology	455.2	440.1	510.6
SI Flex	358.0	519.8	476.1
Flexium	351.3	440.1	413.8



자료: Global Industry Analysts, Inc., Flexible Printed Circuit Boards, 2016

Nippon Mektron이 대표하는 NOK Group은 전 세계 1위 기업으로 2014년 매출이 약 33억 달러에 이르렀다. Apple, Nokia, Sony Ericsson, Toshiba 및 Western Digital과 같은 회사에 제품을 공급하였다. 2014년 NOK의 매출 성장은 중국과 태국의 생산 능력을 확장하고 자국 내 생산을 줄이겠다는 결정에 의해 뒷받침되었으며, 이를 통해 최근 몇 년 동안 발생한 손실로부터 빠르게 벗어날 수 있었다. NOK 다음으로 Zhen Ding Technology (ZDT)와 Sumitomo Electric Industries (SEI)가 있으며, 2014년에 각각 15억 달러와 12억 달러의 매출을 달성하였다. SEI가 2013년 시장에서 두 번째로 큰 기업이었으나, ZDT는 SEI를 능가하여 전 세계에서 두 번째로 큰 업체가 되었다. ZDT는 대만 업체인 Hon Hai의 자회사로 설립 5년 만에 상위 5위 안에 들었다. 다른 주요 업체로는 일본의 Nitto Denko 및 Fujikura, 미국의 Multi-Fineline Electronix (M-Flex) 및 한국의 Interflex가 있다.

최근 몇 년 동안 애플은 연성인쇄회로기판에 대한 세계 수요자로서 전체 매출

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

기여도에서 상당한 비중을 차지했으며, 주요 공급자는 Sumitomo, Nippon Mektron, Fujikura, M-FLEX, Flexium 및 Interflex이다. 삼성전자 역시 연성인쇄회로기판의 또 다른 선도적인 수요자로, 애플과 삼성은 2014년 전 세계 FPCB 수요의 절반 이상을 차지했다. 스마트폰 회사를 대상으로 하는 회사는 매출과 이익면에서 상당한 성장세를 보였으나 광학 디스크 드라이브, 하드 드라이브 및 디지털 카메라와 같은 다른 제품에 의존하는 기업은 거의 성장하지 못했다. 그러나 최근 HDD 수요의 증가는 이들 회사의 수익 및 수익성을 증가시킬 것으로 예상된다.

연성인쇄회로기판은 다양한 전기전자제품의 구성 요소로 사용되며, 따라서 선도적인 생산자의 제품 기능과 품질이 어느 정도 비교 가능하기 때문에 평균 가격과 계약은 수익 창출과 수익성에 중요한 역할을 하며, 각국의 환율 변동은 경쟁기업간의 역학 관계를 변화시킨다.

2014년 한국 원화 강세는 한국 제조업체의 경쟁력과 수익성에 영향을 미쳤는데, Flexcom의 매출은 50% 이상 감소하여 2억 4,300만 달러에 달했지만 Interflex는 2014년 매출이 32.5% 감소한 5억 9200만 달러를 기록하였다.

유로, 엔, 대만달러의 평가 절하가 각 국의 제조업체를 도왔고, 유럽 및 대만의 연성인쇄회로기판 제조업체들은 1년 동안 이익 마진이 급증하였으며, 일부 일본 기업은 엔화의 평가절하로 인해 이익을 얻었지만 해외 시장에 제조 시설을 가지고 있는 기업은 엔화 평가 절하를 이용하지 못하긴 하였으나 이들 기업은 한국 기업보다 수익 창출과 수익성면에서 월등히 뛰어났다. 한편 선도적인 미국 제조업체인 MFLEX의 매출은 미국 달러 가치가 강세를 보임에 따라 하락하여 회사의 주요 고객인 Apple이 MFLEX 외 대만 및 일본에 본사를 둔 회사에 더 많은 주문을 보내도록 했다. 반면 대만 기업들은 2014년 대만달러의 감가상각비로 큰 이익을 보았다.

전 세계 연성인쇄회로기판의 주요 수요자인 Apple은 통화 변동에 맞추어 일본 및 대만 업체로부터 주문량을 늘리고 한국 업체들로부터는 그 양을 크게 줄였다. 대만의 ZTD는 2014년에 매출이 약 61% 증가하였으며, 대만 기업들은 2015년에 더 큰 매출 성장을 실현하였다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 2 절 시장 트렌드

1. 우수한 성능 특성으로 인한 제품 적용 확대 및 성장

연성인쇄회로기판 시장은 급속한 기술 및 시장 관련 변화에 힘입어 앞으로 수년 동안 크게 성장할 것으로 예상된다. 이러한 성장의 핵심은 통신, 산업 포장, 의료 및 자동차 분야를 포함하는 다양한 분야에서 전자 제품의 소형화, 복잡화 및 휴대성 요구가 증가에 기인할 것으로 보인다.

경질 PCB가 지배적인 PCB시장에 비해 비중이 훨씬 적지만 경질 PCB보다 열 방출 특성이 우수하고 더 얇은 크기에 이르기까지 FPCB의 우수한 특성에 의해 다양한 제품에 대한 수요가 급증하고 있다. 또한 FPCB는 경질 PCB보다 빠른 작동 속도와 향상된 신호 무결성 연결을 제공하여 수요가 높다. FPCB는 시스템의 신뢰성을 높이는 것 외에도 포장 중량, 포장 크기 및 시스템 조립 비용과 시간을 줄일 수 있는 장점이 있다.

연성인쇄회로기판은 유비쿼터스, 의료, 방위, 소비자 가전 부문에 이르기까지 여러 분야에 적용이 가능하며, 특히 모바일 무선 전자 제품과 같은 제품의 제조에서 인기를 높였고, 노트북 PC, 노트북, 개인용 컴퓨터, 스마트 폰 및 휴대폰의 요구 성능 수준이 높아지면서 이러한 장치에서 FPCB에 대한 수요가 증가하고 있다. 또한 게임 콘솔, 셋톱박스 및 디지털 뮤직 플레이어에서 하드 디스크 드라이브 사용 증가로 인해 이러한 제품에 대한 수요가 세계적으로 계속 증가하고 있다.

연성인쇄회로를 사용하면 얻을 수 있는 주요 이점 중 하나는 회로 보드의 매니폴드의 성능을 향상시킬 수 있으며, 이는 3D 패키징, 동적 플렉싱, 전송 임피던스에 대한 우수한 제어, 향상된 열 방출, 향상된 공기 흐름 기능, 기존 배선과 비교했을 때 낮은 인덕턴스의 장점이 있다.

이외에 제조업체 및 설계자가 다음과 같은 방법으로 비용을 최소화 할 수 있으며, 이는 단순화 된 어셈블리, 부품 수 감소, 조립 시간 및 노력 감소, 배선 장치와 관련된 배선 오류 감소, 향상된 신뢰성에 따른다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

2. 우수한 패키징 연성으로 적용 시장 확대

소형화는 여러 분야에서의 적용 추세를 보이고 있으며, 제품 설계자와 개발자는 작고 저렴하며 기능이 뛰어난 장치를 생산하는 데 주력하고 있으나 더 작은 공간에 더 많은 부품을 조립할 필요가 있기 때문에 소형 전자 장치를 설계하는 것은 특히 패키징과 관련하여 까다로운 작업이다.

연성인쇄회로기판은 회로 기판의 구부림을 가능하게 하여 소형 패키지가 갖는 더 적은 공간을 보다 잘 사용할 수 있게 함으로써 이러한 패키징 문제를 완화화며, 결과적으로 연성회로는 비유적으로나 문자 그대로 전기전자제품 설계자에게 더 많은 유연성을 제공한다.

이러한 역량을 바탕으로 의료, 웨어러블 제품, 가전제품, 군용 및 다양한 시장을 포함한 다양한 분야에서 점차 채택되고 있고, 이 시장에서는 이러한 연성인쇄회로기판을 갖춘 신제품이 상당한 속도로 개발되고 있으며, 이러한 추세는 이러한 회로에 대한 수요를 다시 촉진하고 있다.

3. 최종 제품 개발자의 소형화 추구에 따른 회로 설계의 진화

일반적으로 작은 공간에서 기존의 경질 PCB를 대체하고 다양한 전자 제품에 유연성을 제고하는 특징 때문에 선호된다. 더 얇은 소형 전자 제품 설계를 향한 추세가 계속됨에 따라 FPCB는 최종 사용자 요구를 수용하기 위해 크기, 모양 및 구성에서 중요한 변화를 겪고 있다. 이러한 변화의 결과로, 점점 더 작아지고 복잡해지고 기능이 크게 향상되고 있다. 최종 요구 사항은 회로 절단 및 마이크로홀 드릴링의 복잡성을 증가시킬 뿐만 아니라 연성회로가 사용되는 방식에 상당한 영향을 미치게 된다. 향상된 클럭 속도, 높은 처리 능력 및 낮은 전력 사용량과 같은 기능 향상에 중점을 두는 동시에 구조 및 기능면에서 더 복잡한 보드 스택 업을 지향하고 있다. FPCB의 기능을 향상시키는 회로 구조 및 다층 스택이 점점 보편화되고 있는데, 더 나은 칩 배치와 더 많은 신호 통과와 더불어 다중 레이어 구조는 고속 신호로 인한 간섭으로부터 민감한 신호를 차단하기 위해 전자기 차폐 기능을 주입하도록 설계되고 있다. 또한 임피던스 제어는 RF 통신 및 고속 신호에 대해서도 긍정적인 영향을 가진다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

4. 더 얇은 재료를 통해 더 작은 공간에 적용

더 작은 보드 구조는 연성회로 제조업체들 사이에서 인기를 얻고 있다. 12㎛ Cu, 25㎛ PI, 12㎛ Cu의 양면 구리 적층판이 업계에서 가장 일반적으로 사용되는 라미네이트로 남아있는 반면, 12/12/12 및 심지어 5/13/5 크기의 더 얇은 구리 클래드 라미네이트의 채택이 증가하기 시작하고 있다. 몇몇 기업은 새로운 첨가제를 사용하고 있으며, 언 클램프 유전체를 드릴링 하는 것뿐만 아니라 더 작은 구조를 달성하기 위한 매우 얇은 구리 레이어를 추가하고 있다. 이러한 추세는 더 얇은 재료에 따른 재료비의 감소와 더 높은 유연성을 유도한다는 점에서 유리하지만, 이러한 노력은 제조 과정에서 미세 기계 가공의 어려움을 상당히 증가시킨다.

제 3 절 혁신 요인

1. 기판 제조업체를 위한 고객 요구 사항 주도 혁신

기판 제조업체는 특히 고객이 추구하는 가장 중요한 두 가지 특성인 표면이 깨끗하고 표면 품질 면에서 여러 가지 문제를 해결해야 한다. 증착 기술 및 이미지 과학에 대한 전문 지식과 높은 기판 지식을 갖춘 Kodak과 같은 대기업은 현재 이러한 도전 과제를 혁신적인 솔루션 개발을 통해 기술적 요구 사항을 충족 할 수 있는 기회로 전환시키고 있다.

주요 요구사항은 높은 열 안정성과 광학 품질, 접착 촉진이다. 높은 열 안정성을 갖춘 혁신적인 기판을 실용화가 더딘 상태로, 수요자는 PEN 및 PET를 비롯한 여러 상업용 기판을 사용할 수 있도록 가공 온도를 낮추는 방법을 선택하고 있다.

시장 참가자들은 고객 요구 사항의 변화에 따라, 기존 솔루션의 경계가 밀려나고 있는 상황에서 더 높은 성능, 더 얇고 보다 유연하며 저렴한 설계의 시급성을 강조하고 있다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

2. Rigid-Flex 회로의 경쟁력을 향상시키는 새로운 설계 도구

Rigid-cable-rigid PCB 기술은 단기 설계에 이상적이며, 냉간 조인트 및 수명 단축과 같은 문제는 기술의 주요 장점이다. 비용 측면에서는 실현 가능하지만, 보드상의 상호 연결 및 커넥터에 대한 필요성이 BOM을 높인다. 반면에, 경질 연성회로 기술은 최종 접합부에 신뢰성, 수명 및 전반적인 품질을 유발하는 접합부의 필요성을 없애준다. 이 기술은 PCB 사이에 사용되는 와이어 및 커넥터를 단일 PCB로 대체 할 수 있게 하며, 무게를 줄이면서 신뢰성과 성능을 향상시키는 데 도움이 된다. 이 디자인 설계는 특히 경질 연성회로가 디바이스의 형태를 따를 수 있는 첨단 전자 제품을 설계하는 데 도움을 준다. 그러나 생산 비용은 디자이너가 비용을 염두에 두고 설계 할 때 응용 기술을 적절히 사용하지 못하도록 하는 제약이 있어, 경질 회로의 채택에 걸림돌이 되고 있다.

경질연성인쇄회로기판의 높은 가격으로 인해 설계시 이 기술의 사용에 대한 신중한 분석이 필요하다. 어셈블리 비용을 포함하여 제조비용 측면에서 이 두 가지를 비교하는 경우, 생산량이 많을수록 경질연성인쇄회로기판의 비용 효율성이 높다. 경질연성인쇄회로기술은 케이블 어셈블리 및 테스트 호환성의 필요성을 없애기 때문에 더 높은 볼륨에서의 기술 비용은 견고한 케이블 경질 PCB 어셈블리와 비교할 때 낮은 것으로 보인다.

경질연성인쇄회로기술은 공정 수율과 신뢰성이 더 높은 특징이 있다. 경질연성회로를 설계하려면 회로의 유연한 부분을 설계하는 데 요구되는 설계 디자인 툴과 디자인의 폴딩 및 피팅 측면을 고려한 PCB 설계 도구가 없어 가격 경쟁력이 떨어지고, 따라서 종래의 PCB와 비교할 때 매력이 떨어진다. 그러나 최신 3D 설계 도구가 제공되고 다양한 설계 부분에서 다중 층 스택을 정의 할 수 있을 뿐만 아니라 회로의 유연한 부분에서 접힌 부분과 굽은 부분을 정의하고 시뮬레이션 할 수 있는 기능의 툴들이 제공되기 시작하고 있다.

3. 기판 소재 선택 - 고주파 응용의 핵심

연성회로기판에 사용할 수 있는 많은 재료에도 불구하고, 모두 저주파에서와 같이 고주파 응용 분야에서 동일한 성능을 제공하지는 않고 있다. 대부분의 기

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

존 재료는 최대 수백 MHz의 응용 프로그램용으로 설계되었으며, 경우에 따라 1 GHz 이상인 경우에도 설계된다. 이들의 전기적 성능은 관련 손실뿐만 아니라 높은 소산 인자로 인해 발생하는 2GHz 이상의 주파수 증가로 약화된다. 기존의 일부 소재는 최대 5.8GHz까지 지원하지만, 그 이상의 우수한 전기적 성능을 제공하는 것은 불가능하다. 그러나 24GHz, 60GHz 또는 심지어 77GHz와 같이 고주파에서도 양호한 전기적 성능을 갖는 연성 회로가 상당한 이점을 갖는 응용 예가 존재한다. RT / duroid 5880 라미네이트를 포함한 고주파 응용 분야의 유연 회로에 몇 가지 PTFE 기반 소재가 사용되었다.

고주파수에서 압연된 연성 구리는 보다 우수한 유연성을 제공하며 광범위한 분야에서 입증되었고, 압연 구리는 부드러운 표면을 제공하여 삽입 손실을 피하는 데 도움이 되므로 고주파수에서 작동하는 특성이 낮은 도체 손실을 가져온다. ULTRALAM 3850® 라미네이트와 같은 LCP(liquid crystal polymer)도 고주파에서 더 잘 작동하는 것으로 알려져 있는데, 박막 기술 기반 기판은 직조된 크리스탈 없이 매우 유연한 구리로 낮은 탄성 계수를 가지고 있다. 이 소재는 몇 년 동안 여러 가지 고주파 어플리케이션에서 중요한 용도로 사용되었고, 일부 경직성 회로에서는 LCP 층과 고주파 강성 라미네이트 층의 조합이 사용되어 강성에서 연성회로로의 전기적 전이를 줄이는 것 외에도 우수한 고주파 성능, 높은 유용성 및 유연성을 제공한다.

4. 라미네이트 재료 선택 폭의 확대와 첨가제

FPCB 제조시 다양한 특수 유전체 및 라미네이트 재료 옵션으로 인해 심각한 공정상의 문제를 야기하고 있다. 기판 및 그 안의 선택 옵션은 회로 기판의 화학적, 물리적, 전기적 및 열적 특성에 따라 크게 발전했으나, 현재의 제조 공정은 이들 기판의 많은 수용에 점점 어려움을 겪고 있다. 이러한 기판 중 하나는 폴리이미드로 이는 우수한 화학적 및 열적 안정성을 제공하지만 기존의 표준 PCB 제조 공정에서 사용되는 장애물이 있다. 구리 막은 폴리이미드에 의해 제공되는 매끄러운 표면에 대한 접착력이 낮기 때문에 비도전성 기판을 금속화하기 위한 무전해 구리 증착을 사용하는 증착은 종종 구리 막의 박리 및 블리스터링을 초래한다. 또한, 압축 응력은 무전해 구리 침전물 내에서 잠재적으로 기계적 정착시 기판의 매끄러운 표면에서 물집을 형성시킬 수 있다. 블리스터링

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

(blistering)을 방지하기 위해, 기계적 앵커링(anchoring)이 기판 상에 무전해 구리 막의 접착을 위해 요구되며, 여기서 앵커링 사이트는 플라즈마 또는 화학적 에칭으로 기판의 거친 표면을 통해 형성된다. PI 기판 에칭에 효과적이지만, 플라즈마 에칭은 블리스터링 및 필링을 방지하는데 효과적이지 않는데, 히드라진을 이용한 알칼리성 용액은 구리 막의 접착성 향상에 효과적이기 때문에 일부 공정에서 이용된다. 그러나 히드라진은 매우 위험한 물질로 알려져 있으며 그 취급과 관련된 안전 문제가 있다. 또한, 많은 기재 물질은 이러한 강한 알칼리성 용액, 특히 구성에서 접착 결합 층을 특징으로 하는 강한 알칼리 용액과 양립 할 수 없는 단점이 있다.

블리스터링을 줄이고 광범위한 기질의 사용을 위해 무전해 구리 공정을 넓히는 것이 필요하나, 대부분의 상용 솔루션은 이러한 광범위한 요구 사항을 수용하지 못 하는 상황이다. 상기 문제에 대한 해결책은 침착물의 성질을 변화시키기 위한 무전해 구리 용액에서의 첨가제의 사용이나, 첨가제는 회로 기판의 신뢰성에 부정적인 영향을 미치므로 주의 깊게 선택해야 한다.

5. 새로운 인터커넥션 대안으로 부상

최근에는 웨어러블 기기가 전 세계 고객들 사이에서 인기를 얻고 있으며 상당한 발전이 이루어지고 있다. 이러한 장치의 상호 연결 기술에 유연성을 제공하는 중추적인 역할을 수행하는데, 손목과 복장에서 착용 할 수 있는 여러 가지 형태의 웨어러블 장치가 개발되면서 연성인쇄회로기술의 성능 한계가 테스트되고 있다. 최근에는 신축성 있는 회로가 출시되어 웨어러블 및 기타 다양한 전자 제품을 새로운 수준으로 설계 할 수 있게 되었다. 상호 연결 기술의 진화하는 부분인 신축성 회로는 점점 더 많은 전자 설계 디자이너로부터 요구되고 있다. 사용자 움직임에 따라 수축 및 팽창을 가능하게 하는 탄성 소재가 이러한 회로의 기초를 형성 하는데, 다양한 열가소성 재료가 필름 형태로 연신될 수 있다. 이러한 재료를 비평면 윤곽에 맞출 수 있는 능력은 다양한 혁신적이고 기발한 장치를 설계 할 수 있는 기회를 열어줄 것이다.

6. 연성 인터커넥트를 가능하게 하는 재료 및 디자인 향상

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

일부 내마모성 장치의 회로는 회로 및 전체 장치의 성능에 영향을 미치는 인터커넥트가 늘어남으로써 상당한 변형 및 응력을 받게 된다. 그러나 수년에 걸친 설계 및 재료 수준의 진보는 최종 장치를 더욱 유연하고 효율적으로 만드는 인터커넥트의 확장을 가능하게 하고 있다. 일반적으로 유전체 연신율의 최적화와 고 연성 구리의 사용은 경질연성인쇄회로기판의 경우 상호 연결에 필요한 신뢰성을 제공한다. 그러나 이러한 인터커넥트에 훨씬 높은 수준의 스트레스를 가하는 제품의 경우 FPCB는 필요한 스트레치를 제공하도록 설계되어야 한다. 구불구불 한 섹션은 제공되는 많은 인터커넥트 디자인 중 하나인 비틀림과 스트레칭을 가능하게 한다. 그러나 이용 가능한 소프트웨어의 대다수가 독점적이며 몇 가지 애플리케이션으로 제한되어 있기 때문에 구불구불한 섹션에 기반을 둔 회로 구조 사용의 전망은 PCB/FPCB 디자인 레이아웃을 위한 상당수의 상용 소프트웨어의 부족으로 인해 제한적이다.

7. 새로운 신축성 재료 기반 디자인 혁신 가능성 확장

연성소재의 주요 특징은 늘어난 후에 원래 크기로 돌아갈 수 있다는 것으로 열가소성 폴리머 필름이 효과적인 스트레칭을 제공하는 신축성 회로에 사용된다. 그러나 열가소성 소재의 탄성 범위는 제한적이며 이 지점을 넘어서 신자하게되면 원래 길이를 초과하는 길이로 소재가 변형된다. 우레탄 및 다른 엘라스토머 물질이 상업적 응용 분야에서 스트레칭 및 원래의 길이로 돌아가는 것으로 밝혀졌지만 그들의 불투명도는 잠재적 응용을 제한한다. 결과적으로, 탄성 한계가 더 높은 새로운 재료 개발에 초점이 옮겨졌다. Panasonic은 보다 높은 탄성 한계를 지닌 새로운 고성능 열 고정 및 투명 신축 자재를 개발했는데, 새로운 소재는 히스테리시스(hysteresis)를 일으키지 않고 원본 길이의 150%까지 인장(stretch)될 수 있으며, 수많은 신축 후에도 원래의 길이로 확실하게 돌아간다.

이러한 개발 노력에는 기본 소재에 자연적인 동반자 역할을 하는 신축성 있는 전도성 소재도 포함된다. 새로운 전도성 물질은 센서 제품 및 디스플레이에 사용하기에 이상적이며 향후 몇 년 동안 여러 가지 용도로 사용 될 가능성이 있다. 이 재료는 원래 길이의 10% 이상까지 안정적으로 늘어날 수 있지만 부서지기 쉽고 쉽게 부서지기 쉬운 ITO(Indium Tin Oxide) 코팅보다 우수한 성능을 보인다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 4 절 연성회로기판의 최근 기술 발전

1. 깃털처럼 가볍게

도쿄 대학은 얇은 연성인쇄회로기판을 개발했는데, 이 회로는 주방 랩의 1/5의 두께를 특징으로 하며 종이보다 약 1/30배 무게가 나가는 연성회로기술은 지금까지 개발 된 가장 유연하고 얇은 유연성 장치이다. 이 회로는 뾰족한 모양으로 되어 있어도 회로 기능을 유지하며 회로를 손상시키지 않고 손에 얹을 때 피부 주름의 윤곽을 준수한다. 이러한 작은 치수의 회로는 볼 펜 및 사람의 머리카락을 감쌀 수 있는 전자 장치의 개발을 가능하게 할 수 있다.

이 센서는 손가락 관절이나 팔꿈치를 감싸는 등 끊임없이 움직이는 인체 부위에 사용할 수 있으며 인체뿐만 아니라 환경과 관련된 정보 수집에 도움이 되는 매우 민감한 “스마트“ 스킨 기술 개발에 장애물을 제거할 잠재력이 있다. 또한 극단적인 비디오 게임 컨트롤러와 반응이 좋은 인공 다리의 개발을 촉진 할 수 있으며, 습기에 강해서 하루 종일 착용 할 수 있다.

2. 투명 연성회로의 기술적 진보

투명 연성회로는 스마트 폰 및 태블릿 PC의 터치스크린 디스플레이에 대한 수요가 증가하면서 많은 관심을 모으고 있다. 이 분야의 주요 요구 사항은 LCD 패널의 가시성을 확보할 수 있는 연성회로의 투명성이다. 연성회로에 널리 사용되는 기판 소재인 폴리이미드 필름은 갈색으로 인해 광학적으로 투명하지 않는데, PET 필름은 이 필름이 투명하기 때문에 이러한 용도에서 대중적인 대안으로 떠오르고 있다.

PET 필름의 내열성이 폴리이미드 필름보다 실질적으로 낮기 때문에 제조업체는 PET 필름을 이 용도로 사용할 수 있도록 저온 공정을 개발해야했고, PET 필름은 다양한 모바일 장치에서 사용하기 위한 연성회로 제작을 위한 표준 재료로 선택되었다.

연성인쇄회로기판용 투명 폴리이미드 필름 기반 기판을 사용하는 독창적인 공정이 개발되었다. 또한 투명한 연성회로 개발의 또 다른 문제는 투명한 더 나은

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

도체 재료의 사용인데, PCB의 주요 도체 소재인 구리 호일은 투명 연성회로에서 투명성이 없어 사용하지 못한다. 대안으로 Indium tinoxide(ITO)를 선택했으나, 상기 물질은 상당히 낮은 전도도를 겪고 금속 구리와 비교하여 저온 스퍼터링하기 쉬운 단점이 있다.

여러 종류의 새로운 재료가 연구되어 왔으며, 그래핀이나 탄소나노튜브, 얇은 금속 메쉬 스크린 및 은 나노 와이어가 포함된다. 그래핀, 탄소나노튜브의 전도도는 ITO보다 현저히 높으며, 상업적 용도로 채택되기 전에 추가 연구가 필요하다. 투명성이 부족함에도 불구하고 얇은 금속 메쉬 스크린과 은 나노 와이어가 높은 전도도를 제공 할 수 있는 충분한 투명성을 제공한다는 점에서 유망한 대안으로 등장하고 있다.

3. 초박형 나노 스케일 회로

IBM은 무수히 작은 크기의 디바이스에서 사용되도록 구부러지거나 접힐 수 있는 얇은 나노 스케일 회로를 개발했지만 성능은 높으며, 종이 두께의 1/10,000의 두께로 곡률 반경이 6mm인 회로를 실리콘 웨이퍼를 깎아 내고 플라스틱 조각을 붙여서 제조하였다.

또한 큰 전원을 필요로 하지 않고 매우 작은 치수의 장치가 작동 할 수 있도록 충분한 양의 전력을 제공 할 수 있으며, 전례 없는 컴퓨팅 성능을 제공하기 위해 이들 중 많은 것을 함께 스택하는 것이 연구되고 있으며, 약 100억 개의 트랜지스터를 이 얇은 회로에 탑재 할 수 있고 0.6볼트를 사용하여 전원을 공급할 수 있으므로 가볍고 유연하며 효율적이며 강력한 연성회로가 되어 가벼운 제품을 비롯한 우주선 컴퓨터, 접을 수 있는 스마트 폰 및 더 많은 제품에 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 실리콘 회로의 전력변동 제어를 위한 화학적 도핑 나노튜브

탄소나노튜브는 더 높은 유연성을 가능하게 하는 연성회로기판으로 스티프 실리콘 칩을 대체하기 위해 개발되고 있다. 탄소나노튜브는 새로운 것이 아니며 여러 연구자들이 연성회로에서 이들을 사용할 수 있는 방법을 연구해 왔다. 신뢰성은 탄소나노튜브가 이 응용 분야에 사용되는 데 있어 중요한 걸림돌이었으

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

나, 실리콘 칩의 회로는 전력 변동을 견뎌내고 N- 및 P- 형 트랜지스터의 결합을 통해 잘 작동되며, 보완 회로로서의 적용될 수 있다.

N- 타입 트랜지스터 기반의 반도체는 다양한 네거티브 홀을 통해 전기를 통과시키지만, P- 타입 반도체는 전기가 포지티브 홀 사이를 뛰어 넘을 수 있게 한다. 반면에 탄소나노튜브는 반도체로 도핑 공정을 사용하여 기존의 실리콘 반도체에 N 형 특성을 추가 할 수 있지만, 탄소 나노 튜브의 경우에는 N 형 특성을 얻을 수 없었다. 스탠포드 대학교에서는 탄소나노튜브를 처리하여 N- 타입 특성을 유도하기 위해 화학 도펀트인 DMBI를 사용하여 이 문제를 극복하였는데, 잉크젯 프린터를 사용하여 회로 위에 원하는 위치에 도펀트를 증착시켰고, 수정된 탄소 나노 튜브 기반 회로는 실리콘 칩의 경우처럼 전력 변동을 처리하는 데 신뢰할 수 있는 것으로 나타났다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 2 장 기술 동향

제 1 절 기술 개요

1. 연성인쇄회로기판 기술의 개요

연성인쇄회로기판은 커버레이어를 포함하거나 포함하지 않는 연성베이스 재료 위에 인쇄회로를 배치하는 것으로 정의 할 수 있다. 연성회로기판은 이 회로를 수용하는 최종 제품의 무게와 크기를 최소화하는 데 도움이 되는 평면 구조를 가지고 있다. 연성회로를 사용함으로써 약 70%의 전기적 연결에서 비용 절감을 달성 할 수 있다.

연성회로는 연성베이스 재료를 사용하는 인쇄 회로 및 구성 요소의 특정 배열을 특징으로 한다. 연성회로를 형성하는 기본 재료 구성 요소는 기본 재료 (유전체 기판), 회로 트레이스 (전자 도체), 커버코트 또는 커버레이 및 접착제를 사용하여 다양한 재료를 결합한다. 통상의 경우, 유전체 막은 베이스 층을 형성하고 접착제는 유전체에 도체를 결합 시키는데 사용된다.

다른 한편으로, 다층 연성회로에서 접착제는 각 개별 층을 고정하는데 사용된다. 몰딩 폴리머, 스틸 및 알루미늄과 같은 적절한 보강 물질은 전기 상호 연결 요구 사항을 위한 명확한 솔루션을 제공하기 위해 연성회로에 사용된다. 다른 재료로는 여러 가지 방지용 및 표면 처리제, 지지용 기판 또는 일체형 보강재가 있으며 이들 모두는 생산 기능을 단순화하거나 개선하기 위해 추가된 성능 피처 및 특성을 제공하기 위해 개발되었다.

2. 연성인쇄회로기판의 소재의 특징

제조, 디자인 분야에서 경질 재료와 굴곡 재료 사이에는 몇 가지 주요한 차이점이 있다. 연성 소재가 단단한 소재와 다른 한 가지 특징은 단단한 소재와 달

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

리 연성 소재의 기본 유전체에 유리 보강재가 없다는 것이다. 연성 회로는 일반적으로 유전체로서 다른 폴리이미드 특성을 포함하고 있어 기계적 무결성뿐 아니라 유연성을 제공한다. 이 용도의 폴리이미드는 일반적으로 DuPont의 Kapton 폴리이미드이다. 연성 코어라고 하는 구리로 싸여진 연성 라미네이트는 회로의 백본 역할을 하고, 폴리이미드를 사용한다. 연성회로는 회로 외층을 덮는 솔더 마스크라는 또 하나의 기본적인 특징을 가지고 있다. 솔더 마스크는 부서지기 쉽고 구부러지기 쉬워, 솔더 마스크 대신에 한쪽 면에 있는 얇은 층에 접착제를 코팅한다. 커버레이라고도 하는 이 코팅은 완전히 다른 공정 기술을 사용하기 때문에 솔더 마스크와는 다르다.

제 2 절 소재

1. 기본 재료

연성회로의 기본 소재는 전도성 회로 경로를 서로 전기적으로 절연시켜야하며 커버레이 또는 도체 접합에 사용되는 접착제와 호환되어야 한다. 적절한 기판의 중요 특성에는 유연성, 내구성, 인열 저항, 우수한 전기적 특성, 높은 치수 안정성, 우수한 내열성, 낮은 흡습성, 내약품성, 광범위한 가용성, 배치간 일관성 및 낮은 비용이 포함된다. 접착제가 없는 라미네이트에서 기본 재료는 요구되는 강도를 충분히 제공해야 한다. 수년에 걸쳐 여러 종류의 재료가 기질로 사용되었다. FPCB 시스템에 일반적으로 사용되는 재료는 폴리에스테르(PET), 폴리이미드(PI), 얇은 굴곡식 반 경질 재료(Bendflex), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), 플루오르 카본 필름 및 복합 재료이다.

폴리이미드와 폴리에스테르는 유연성회로를 만들기 위해 가장 일반적으로 사용되는 재료이다. 두 재료 모두 뚜렷한 장점을 가지며 광범위하게 사용할 수 있어 이 물질을 기본 재료로 사용하기에 적합하다. 폴리이미드는 가장 일반적으로 사용되는 기본 재료이며 현재 기판으로 사용되는 전체 재료의 거의 90%를 차지한다. 연성 회로는 시트 형태로만 생산할 수 있는 단단한 기판과 달리 롤-투-롤 방식으로 제조 할 수 있다. 연성기판 중 하나인 폴리에스테르는 롤 형태로 공급되며 약 1미터 너비의 웹으로 처리된다. 처리된 회로 (부품 제외)는 부품의 추가

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

처리 및 부착을 위해 압연된다. 복잡하지 않은 유선 연결의 경우 처리된 회로를 웹에서 다이 커팅 하여 궁극적인 회로 구조를 생성 할 수도 있다.

폴리이미드는 전 세계의 연성회로 제조에 사용되는 주요 소재 기판 소재로, 폴리이미드가 제공하는 주요 이점 중 일부는 뛰어난 작동 온도 범위, 우수한 전기적 특성, 높은 내 화학성 및 우수한 인장 강도와 인열 저항을 포함한다. 그러나 폴리이미드는 수분 흡수율이 높다는 점 등의 단점을 가지고 있으며 폴리에스테르보다 가격이 비싸다.

한편, 폴리에스테르는 저렴한 원재료를 사용할 수 있으며 우수한 인열 저항, 유연성 및 우수한 화학적 및 전기적 특성을 제공하다. 게다가 폴리에스테르는 폴리이미드 연성회로를 제조하는 데 일반적으로 사용되는 베이킹 과정 제거에 유리하며, 폴리이미드보다 적은 수분을 흡수한다. 그러나 기본 재료인 폴리에스테르는 극저온 온도에서의 부적합성, 납땜에 대한 제한된 적합성 및 대기 중 산소량에서 연소를 지원하는 경향이 있는 등의 단점을 가지고 있다.

2. 부가 재료

2.1. 전도성 재료

전도성 재료는 전기적 성능과 전기 연결성을 제공하며 FPCB의 기계적 성능, 안정성 및 수명에도 영향을 미친다. 기판 재료와 마찬가지로 FPCB 전도성 재료도 원하는 기계 및 전기 기능을 수행하는 데 필요하다. 바람직한 물질의 일부는 알루미늄 및 구리와 같은 원소 금속 포일; 인회 청동, 베릴륨-구리와 같은 금속 혼합물; 니켈 크로뮴의 저항 합금이다. 특정 경우에는 탄소와 은 PTF(Polymer Thick Film) 잉크도 사용된다. 그러나 구리는 연성 회로에서 도체로 사용하기에 가장 선호되는 재료이다. 금, 스테인리스 스틸 및 베릴륨-구리는 연성 회로 제조에 사용되는 다른 금속 중 일부이다.

2.2. 접착제

접착제는 도체 재료를 기판과 결합시키고 경질-굴곡 및 다층 구조의 경우 회로를 함께 연결하는 데 사용된다. 접착제는 전도성 물질을 보호하기 위한 커버로써도 사용되며, 다른 용도로는 보호 코팅재로 사용하여 덮개 또는 코팅층으로 알려진 먼지 및 습기 침투를 피하기 위해 최종 회로를 감싸는 것이다. 접착제는

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

일반적으로 유전체 기판 상에 코팅되고 도체 박판에 적층되는데, 폴리이미드 및 다른 시트 처리 된 재료와 같은 기질의 경우 라미네이션이 가열 프레스 방법을 사용하여 수행되고 폴리에스테르 및 기타 롤-투-롤 재료의 경우 가열 롤러가 사용된다. 라미네이트와 라미네이터 사이의 접촉 시간이 짧을수록 고온에서의 후경화가 롤러 라미네이션 후에 수행된다.

접착제는 도체뿐만 아니라 기질과도 상용성이 있어야하며 우수한 내 화학성과 기계적 강도를 제공해야 한다. 또한, 접착제는 FPCB 제조 중에 박리되지 않아야 하고 접착제는 접지, 전력 및 신호 회로 트레이스의 유전체 패키징의 구성 요소로서 기능해야 한다. 접착제의 선택은 또한 유전체 재료에 달려있는데 일반적으로 폴리아미드 접착제는 폴리이미드 기재에 사용되며 폴리에스테르 접착제는 폴리에스테르 소재에 사용된다. 일반적으로 사용되는 접착제에는 폴리이미드, 폴리에스테르, 아크릴, 플록 또는 고분자, 에폭시 및 페놀릭이 있다. 접착성 라미네이트의 상업화를 향한 연구 개발이 계속 진행됨에 따라 접착제 사용이 계속되고 있다.

2.3. 보호코팅제

보호 코팅은 적절한 열경화성 또는 감압성 접착제와 연성 필름으로 구성됨된다. 일반적으로 폴리에틸렌, 프탈레이트(PEN), 폴리에스테르(PET) 또는 폴리이미드(PI)는 접착제를 사용하여 연성회로에 접착된 커버레이 필름에 사용된다. 일반적으로 폴리이미드 필름은 에폭시 접착제로 코팅되어 있으며, 폴리에스테르 필름은 폴리에스테르 접착제로 코팅되어 있다. 폴리이미드 필름은 드라이 필름 솔더 마스크로도 코팅 할 수 있다. 도체의 접점과 패드를 얻기 위해 레이저 가공, 천공 또는 커버레이 필름으로 펀치되며, 커버레이 필름을 적층하고 접착제의 요구 사항에 따라 압력 또는 열을 사용하여 도체 위에 위치시킨다. 포토이미지커버 레이는 드라이 필름과 천공 된 접착 필름보다 우수하며, 포토이미지 커버레이는 액체 또는 필름 형태로 발견되는 감광성 물질이다. 먼저 포토이미지 커버레이를 도체 트레이스 레이어 위에 놓고, 레이어는 마스크를 나타내는 포토 그래픽 네거티브를 사용하여 빛에 노출하며, 네거티브는 빛에 대해 커버 레이 필름의 섹션을 선택적으로 노출시킴으로써, 패턴화된 도체 코팅은 미경화된 물질을 처리하여 납땜 랜드 및 접촉 패드에 대한 접근을 제공함으로써 형성하고, 커

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

버레이 코팅의 광 감지 부분이 노출 된 부분을 처리한다. 커버코트는 일반적으로 스크린 스텐실을 사용하여 연성회로 위의 실크 스크리닝에 적용되며, 사진 이미지 처리 가능한 커버 코트는 스크리닝, 정전 스프레이, 에어 스프레이 및 커튼 코팅을 통해 적용될 수 있다.

제 3 절 공정

1. 기본 공정

연성인쇄회로기판 생산에는 경질회로의 생산에 사용되는 것보다 상당히 다른 설계 접근법과 생산 기술이 필요하다. 연성회로의 고유 한 설계 유연성으로 인해 연성회로의 생산 공정은 제조 공정의 여러 조합을 포함하는 매우 가변적인 공정이 된다. 롤-투-롤 처리는 연성회로의 제조에 유리하며, 이는 경질 회로의 생산과 관련이 없다. 롤-투-롤 공정은 회로 비용이 낮고 대량 생산과 관련하여 연성회로에 여러 가지 처리 이점을 제공한다. 그러나 롤-투-롤 처리는 회로 공차를 유지하는 데 어려움이 있고 이미지 등록에서 요구되는 정확도를 달성하는 것과 같은 고유한 문제를 야기한다.

연성 및 강성 회로의 생산에 관련된 프로세스 간에는 몇 가지 차이점이 있지만 특정 유사성이 존재한다. 경질 회로에서 널리 사용되는 공정 단계 중 일부는 특정 적응을 가진 연성회로의 제조 기술에서 허용되는데, 연성회로 생산으로 넘어간 기술 중 일부는 PTH 및 전기 도금을 포함한다. 두 기술 모두에서 구리가 선호되는 전도성 재료로 널리 사용되기 때문이다.

2. 일반 공정

기본적인 연성회로 구조의 다양성으로 인해, 제조 공정은 한 유형의 연성회로의 구조에 따라 다르다. 패턴이 형성된 라미네이트를 생산하는 데 사용되는 두 가지 일반적인 방법은 적층 공정 및 첨가제 공정이다. 단일 단면 연성회로의 감산 제조와 관련된 핵심 프로세스 중 일부는 제조 경로, 이미지 레지스트, 레지스트 제거, 커버레이 또는 커버코트 배치, 홀 및 아웃 라인 생성, 테스트 및 검증

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

이다.

2.1. 적층 공정

연성회로의 제조는 접착제로 접합 된 구리 층과 함께 베이스 물질을 포함 할 수 있는 커퍼-글래드 라미네이트 또는 접착제 없는 라미네이트로 시작한다. 박판 또는 구리 라미네이트는 일반적으로 그 표면에 오염 방지 물질로 처리되어 추가 처리에 해로울 수 있는 변색 및 산화를 방지하기 때문에 라미네이트는 추가 가공 전에 세척해야 한다. 라미네이트는 산성 에칭 스프레이를 사용하거나 라미네이트를 산에 가라앉힘으로써 세정된다. 라미네이트 된 노출 포일은 일반적으로 레지스트의 접착을 촉진하는 과황산나트륨으로 처리함으로써 미세 에칭되고, 라미네이트를 적당히 세정하고 산화제로 코팅하여 후속 단계에서 변색을 피한다.

2.2. 첨가제 공정

반면에 첨가제 공정은 지속적으로 개발되고 있으며 여러 연성회로 제조업체에서 사용된다. 첨가제 공정에서 접착제가 없는 라미네이트가 생산의 출발점이 된다. 라미네이트는 라미네이트의 전체 표면에 노출 된 도체 물질의 얇은 층으로 구성되고, 이 프로세스는 라미네이트 위에 네거티브 레지스트 이미지를 추가하여 필요한 도체 경로가 노출된 채로 남겨두고, 도체의 원하지 않는 경로가 노출된 서브트랙티브 방법과 대비 한다. 노광 된 영역을 레지스트에 의해 보호되지 않는 영역에서 도전성 재료의 축적을 야기하는 부가적인 도금 작업에 적용하는 것을 포함하는데, 후속 절차는 초기의 얇은 도전 체층을 제거하기 위해 레지스트의 제거 및 어셈블리의 플래쉬 에칭을 포함한다. 첨가제 도금을 사용하면 기판과 도체 사이에 접착제 층이 필요하지 않다. 또한, 접착제가 없는 라미네이트는 고온에서도 우수한 성능을 나타낸다. 더 정밀한 회로 트랙은 첨가방식으로 쉽게 재생할 수 있다. 접착력이 없는 라미네이트의 사용은 점점 더 집적 회로의 필요성 증가와 더불어 첨가제 도금 공정의 인기를 이끌 것으로 예상된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 4 절 최근의 주요 기술혁신

Pulse Electronics는 Plume Flexible Internal Antenna 시리즈를 출시하였다. 보안, 홈 오토메이션, 기기의 Internet of Things 어플리케이션을 위한 연결성 및 데이터 전송을 제공하기 위해 새로운 듀얼 밴드 FPCB 안테나를 출시했다.

AirBorn 사는 DuraFlex 연성회로를 출시하였다. 텍사스 소재 디자이너이자 혁신적인 고 신뢰성 전자 제조 서비스 업체로, 상호 연결 및 OEM 부가가치 솔루션 공급 업체인 AirBorn, Inc. 는 충격 및 진동이 흔한 프리미엄 및 응용 분야에서 고온 응용 분야에 이상적인 DuraFlex TM 연성회로 라인을 출시하였다.

Eucircuits사는 SEMI-FLEX Flex-to-Install Rigid-Flex 솔루션을 출시하였다. 유럽 최대의 프로토타입 및 소형 시리즈 PCB 제작자 중 하나인 Eurocircuit는 SEMI-FLEX를 출시 한 것으로 알려져 있다.

Molex사는 데이터 전송 어플리케이션을 위한 Pyralux Flex 회로 어셈블리를 출시하였다. Molex는 듀폰 Pyralux TK 연성회로를 사용하여 개발된 고속 저 손실 연성회로 어셈블리를 출시한 것으로 알려졌으며 서버 및 하이엔드 컴퓨팅, 스토리지 서버 및 신호 처리와 같은 전자 데이터 전송 애플리케이션에 적합하다

듀폰은 고온 어플리케이션 용 Pyralux® 재료 시스템을 출시했다. DuPont Circuit & Packaging Materials는 듀폰의 Pyralux® 고온 (HT) 연성회로 재료 시스템을 항공 우주 및 자동차 엔진, 브레이크 및 변속기와 같은 고온 환경에서 연성회로를 사용할 수 있고 석유 및 가스 시추 용 다운 홀 펌프를 사용할 수 있다고 밝혔다.

Molex사는 새로운 강성 연성회로 및 어셈블리를 출시하였고 고속 군사 및 항공 우주 데이터 및 통신 장치의 임피던스 불연속성을 최소화하는 초소형 몰 렉스 경질 연성회로를 갖춘 새로운 경질 연성회로 및 어셈블리를 출시 한 것으로 알려졌다. 경량이며 휴대성이 뛰어나고 열악한 환경에서 사용하도록 설계되었다.

마이크로일렉트로닉스 및 패키징 기술을 전문으로 하는 엔지니어링 회사인 DKN Research는 금속프리 연성회로를 개발하였다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 5 절 최근의 주요 산업 활동

1. 주요 활동 상황

2016년에 Suzhou Dongshan Precision Manufacturing은 6억 1,000만 달러에 달하는 현금 거래로 Multi Finine Electronix (MFlex)를 인수하였다. 2015년에 Omron Electronic Components는 Hitaltech를 통해서 영국 내 커넥트 제품을 유통하는 것으로 계약하였다. Hitaltech는 Omron의 연성인쇄회로 및 연성플랫케이블 커넥터를 유통하기로 하였다. 2014년에 Apple은 iWatch 용 연성 PCB 테스트를 시작하였고 Flexium Interconnect, Zhen Ding Technology Holding and Career Technology와 같은 회사에서 제조한 연성인쇄회로기판을 iWatch에 적용하기 위해 테스트하였다. 2013년에 Deren Electronic이 Shenzhen Hualin의 지분을 인수하였다. Deren Electronic (HongKong) Co., Ltd.는 연성인쇄회로기판의 설계자, 제조업체 및 판매자인 Shenzhen Hualin Electric Circuit Technology Co., Ltd.의 지분 25%를 취득하였다.

2. 세계적인 주요 기업의 활동 상황

○ 3M Company

3M의 Flexible Circuit Foundry 사업부는 잉크젯 프린터, 의료 기기 및 기타 애플리케이션 시장을 위한 연성회로를 생산한다. 이 회사의 파인 피치 연성회로 제품에는 패널 기반 제조 및 롤-투-롤 제조 옵션을 통한 단일, 이중 및 다중 레이어 유연성회로가 포함된다. 1-메탈 레이어 및 2-메탈 레이어의 연성회로를 통해 고밀도 또는 미세 피치 어플리케이션을 전문적으로 처리한다. 의료 이미징 업계 전문가들과 협력하여 이 회사는 초박형 연성회로 재료와 첨단 회로 기술을 결합하여 연성회로를 설계, 개발 및 제조하여 효율적인 라우팅 밀도를 제공하고 있다. 3M은 초음파 트랜스 듀서 프로브 및 디지털 엑스레이 검출기 패널을 포함한 다양한 의료 기기용 연성회로를 제조한다. 3M은 또한 대용량의 효율적인 롤-투-롤 제조 공정으로 오랫동안 사용되는 재료 세트를 개발하여 잉크젯 프린터의

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

성능 요구 사항을 충족시키는 데 이상적인 연성회로를 제공한다.

○ BHflex Co., Ltd.

BHflex Co., Ltd.,는 LCD, 터치스크린 패널 모듈용 고부가가치 제조업체로 한국, 일본, 중국, 미국의 휴대폰 제조업체에 제품을 공급한다. 이 회사는 또한 고밀도 상호 연결 및 삽입 간극 비아홀 기술 개발에 중점을 두고 있으며, BHflex는 반도체 제조 공정에서 사용되는 세라믹 제품과 같은 다른 분야로의 확장을 통해 전 세계적으로 계속해서 그 입지를 구축하고 있다. 단면 FPCB는 카메라, 캠코더 및 픽업 모듈에 사용되는 반면 양면 FPCB는 휴대 전화, LED, LCD 모듈 및 자동차 애플리케이션에 사용된다. 스마트 폰, 태블릿 PC, 개인용 컴퓨터, 디지털 카메라 및 터치스크린 패널용으로 설계되었다.

○ Career Technology (MFG.) Co., Ltd.

1992년에 설립된 Career Technology (MFG.) Co. Ltd.는 전 세계의 선도적인 연성인쇄회로 제조업체 중 하나로, 대만 증권 거래소에 상장된 최초의 대만 FPCB 제조업체이다. 이 회사는 터치 패널, 휴대 전화, 디지털 카메라, 태블릿 PC, 노트북, 평면 디스플레이, 오토로닉스, GPS 및 의료 기기를 포함한 다양한 애플리케이션을 위한 연성인쇄회로기판 제조에 종사하고 있다. New Taipei City의 Shulin District에 본사를 두고 있으며 중국의 Shenzhen, Suzhou 및 Kushan에 있는 설비 외에도 제조 시설을 운영하고 있다. 핀란드의 오 울루; 캘리포니아 주 노스리지 (Northridge). 또한 미국, 싱가포르, 홍콩, 핀란드, 중국의 청두, 동관 및 하문에 지사를 운영하고 있다.

○ Daeduck GDS Co., Ltd.

1965년 설립된 한국의 대덕 GDS는 인쇄회로기판 기술에 중점을 두고 있다. 제품 포트폴리오는 연성회로와 실버 PCB, 실버 스루 홀 PCB, 카본 구리 결합 PCB를 비롯한 다양한 PCB 기술을 포함하며, 웨어러블 기기, 카메라, 자동차 애플리케이션 등에 사용된다. 다층 및 다기능을 위한 통합 SUB 모듈, 태블릿 PC 및 스마트 폰용 FPCB, 모바일 카메라 모듈용 FPCB가 포함된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

○ Flexcom Inc.

Flexcom Inc.는 스마트 폰, 카메라, 태블릿 PC 및 TV를 포함한 광범위한 전자 제품에 FPCB를 공급한다. 표면 실장 기술, SUB PBA 및 연성 인쇄회로기판과 같은 전자 부품을 개발 및 제조하고 있으며, 주로 스마트 폰, 태블릿 PC, 카메라, TV 및 자동차 애플리케이션으로 개발한다. 주요 고객은 Samsung, Sharp, Omron, MELFAS, Canon, Nepes 및 Cammsys가 있다. 2008년 베트남에 해외 공장을 건설하기 시작했고, 2014년 베트남에서 두 번째 공장 가동을 시작했으며, 광동, 중국의 Huizhuo에 해외 공장을 운영하고 있다.

○ Flexium Interconnect, Inc.

이 회사는 LCD 화면 및 기타 디스플레이 솔루션, 컴퓨터, 디지털 카메라, 휴대전화, 스마트 폰, 태블릿 PC, 노트북, 의료 기기, 산업용 컴퓨터 및 GPS 화면에 사용하기 위한 FPCB의 개발, 생산 및 배포에 종사하고 있다. 단면, 양면 및 다층 FPCB를 생산하며, 패턴 레이아웃, 사출기 설계 및 툴링, FPCB 생산 및 공정 파일럿 런, FPCB 대량 생산 및 기타 부가가치가 포함된 생산 단계 (설계, 파일럿 실행 및 대량 생산)를 통해 다양한 서비스를 제공한다. 현재 IC 개발용 칩 스케일 패키징 FPCB를 비롯하여 다양한 종류의 FPCB를 개발하고 있다.

○ Fujikura Ltd.

Fujikura Ltd.는 1885년에 설립되었으며 광섬유 케이블, 케이블 시스템 및 광섬유 융착 연결기의 세계적인 주요 제조업체 중 하나로 주로 전기 전선 및 케이블, 광전송 시스템, 전자 재료, 네트워크 시스템, 전력 시스템, 코팅 전선 및 자석 전선의 제조 및 공급에 종사하고 있다. Fujikura의 다층 FPCB는 태블릿 및 스마트 폰을 위한 카메라 모듈, 웨어러블, 소형 의료 장비 및 전기 배선에 사용된다. 이 회사의 단면 및 양면 FPCB는 HDD, 광 픽업 장치, 액정 디스플레이 및 휴대 전화, 스마트 폰, 디지털 및 스틸 및 비디오카메라, 노트북 및 태블릿에 사용하기에 이상적이다. 이 회사는 중국과 태국에 본사를 둔 제조 시설의 비용 효과적이고 신뢰성 있는 FPCB를 사용한다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

○ Ichia Technologies, Inc.

Ichia Technologies, Inc.는 대만에 본사를 둔 전자 부품 제조업체로 1999년 새로운 FPCB 사업부를 설립하여 FPCB 사업에 진출했다. 이 회사는 주로 출하량의 절반을 차지하는 소비자 제품 제조업체에 FPCB를 판매하고 항공, 의료 및 산업을 비롯한 자동차 및 기타 애플리케이션을 판매한다. 최종 사용 모듈과 관련하여 회사 FPCB는 터치 패널과 액정 모니터에 주로 판매되고 있으며, 이들 제품은 가벼운 막대, 케이블, CCM 및 키보드가 다른 응용 프로그램 모듈 시장인 단위 출하량의 절반 이상을 차지한다.

○ Interflex Co., Ltd.

Interflex 주식회사는 한국의 연성인쇄회로기판의 선도적인 제조업체로, 이 회사는 휴대용 디스플레이, 카메라, 케이블, 배터리, 디지타이저, LED 조명 및 지문 인식 애플리케이션에 사용되는 광범위한 FPCB를 제공한다. LCD용 FPCB 또는 휴대 전화 및 태블릿 PC용 AMOLED 디스플레이는 OLB 피치 기술, ACF 필 강도 기술, 스프링 백 재료 및 기술, 임피던스 매칭 기술을 특징으로 한다. 임피던스 매칭 기술은 태블릿 PC와 스마트 폰의 터치 센서, 카메라, 장치간 케이블 인터페이스 및 스마트 폰과 탭을 위한 지문 인식 기술에 적용된다. 경기도 안산시에 본사를 두고 있으며 1994년에 설립되어 한국, 중국, 베트남 등지에서 생산 거점을 운영하고 있다.

○ MFS Technology Ltd.

1988년에 설립된 MFS Technology Ltd.는 인쇄회로기판 분야의 선도적인 업체로, 모듈식 통합 및 턴키 부품 조립 서비스와 함께 인쇄된 PCB, 연성인쇄회로기판 및 경질 연성회로의 설계, 제조 및 유통에 종사하고 있다. MFS 테크놀로지의 연성인쇄회로기판 제품군은 단면, 양면, 다중 레이어, 베어백 및 경질 연성회로를 포함한다. 이 회사가 제공하는 FPCB의 주요 특징으로는 높은 유연성, 임피던스 제어, 플라잉 리드, 미세 피치 SMD/BGA를 위한 스플리트 호일 분리 영역이 있다. MFS Technology의 제품은 의료, 데이터 스토리지, 산업, 오디오, 디스플레이 모듈, 소비자 및 통신 애플리케이션에 사용된다. MFS 테크놀로지의 글로벌 운영은 말레이시아, 중국 및 싱가포르의 제조 시설로 구성된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

○ Multi- Fineline Electronix, Inc.

Multi-Fine line Electronix Inc. (M-FLEX)는 연성회로의 세계적인 선도 조립 업체이다. 이 회사는 전 세계 전자 산업에 부품 조립 솔루션을 제공하는 것 외에도 기술적으로 진보 된 고품질의 연성인쇄회로를 공급하고 있다. 프로토타입 제작, 대량 생산 및 턴키 부품 테스트 및 조립에 적용되는 통합 연성인쇄회로 솔루션을 제공한다. 1984년에 설립되어 아시아, 유럽 및 북미 지역에 6개의 제조 공장을 운영하고 있다. M-연성 (M-FLEX)의 제품 포트폴리오는 5㎛, 9㎛, 12㎛ 이상의 크기의 얇은 구리와 같은 상호 연결 기술을 위한 얇고 연성 기판으로 구성되며, 단일-다중 층 구조; 접착제 및 비 접착식 재료; 경질-굴곡 구조물과 함께 구성된다. M-FLEX는 산업용, 무선, 소비재 제품, 의료 애플리케이션, 컴퓨터 / 데이터 저장 애플리케이션과 같은 다양한 전자 제품 범주에 연성 인쇄회로 부품 어셈블리를 제공한다.

○ Newflex Technology Co., Ltd.

Newflex Technology Co., Ltd.는 연성인쇄회로기판 및 금속 인쇄회로기판을 포함한 전자 부품 제조업체로 안산에 소재하고 있다. FPCB 포트폴리오에는 단면, 양면, 다중 레이어, 경질 연성 및 빌드 업 FPCB가 포함된다. 또한 TSP, 내부 비아홀 PCB, 광학 PCB 및 임베디드 패시브 솔루션을 생산하고 있음. 회사의 FPCB에 대한 주요 적용 분야로는 휴대폰, LCD 모듈, 랩톱, 카메라, TV 및 LED가 있다.

○ Nippon Mektron, Ltd.

1969년에 설립 된 Nippon Mektron, Ltd.는 전자 제품의 제조 및 판매에 종사하고 있다. 이회사의 신기술로는 투명 FPCB, 미세 피치 FPCB, 메탈베이스 FPCB, 신축성 FPCB, 차폐 FPCB, 하이퍼 연성 FPCB, 일체 성형 FPCB 및 3D 성형 FPCB가 있다. 이 회사의 제품은 모바일을 포함한 다양한 제품에서 사용된다. Nippon Mektron은 파워트레인, 조명, 센서, 스위치, 인포테인먼트 등을 포함한 자동차 어플리케이션을 위한 다양한 연성인쇄 회로를 제공한다. 또한 로봇 분야의 손과 발, 팔 다리, 몸과 머리 디스플레이 및 센서 어플리케이션을 위해 FPCB를 공급한다. Ushiku, Minami Ibaraki, Mektec jisso 및 Kashima의 공장과 오사카,

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

Fukouka, Sendai 및 Tokyo의 영업소를 비롯하여 일본에서 4개의 제조 현장을 운영하고 있다. 해외 공장으로는 대만의 카오슝 및 타이난 공장, 중국의 Nanping, LongShan 및 Suzhou 공장; 태국의 MMCT 및 MPCT 공장; 인도네시아의 NPCB; 독일 Weinheim 및 Erkelenz 공장, 체코의 MEK-CZ 공장, 중국, 대만, 홍콩, 한국, 싱가포르, 필리핀, 태국, 독일, 프랑스 및 미국에 판매 사무소를 두고 있다. 도쿄의 미나토 구 시바 다이몬에 본사를 둔 Nippon Mektron, Ltd.는 NOK 그룹의 일원으로. 이 회사는 NOK Group의 전자 제품 사업을 대표한다.

○ Nitto Denko Corporation

1918년 설립된 오사카에 본사를 두고 있는 Nitto Denko Corporation은 전자 장치, 디스플레이, 가전 제품, 전기, 의료, 자동차 및 운송 장비, 주택/주택 장비, 인프라, 재료, 소비재 및 포장 산업에서 활동하는 다양한 대기업이다. 이 회사의 제품에는 반도체용 캡슐화 액정, LCD 용 광학 필름, 양면 접착 테이프, 포장 테이프, 마스킹 테이프, 의료용 및 외과 용 감압 테이프 및 연성 인쇄 회로가 포함된다. Nitto Denko의 FPCB에는 고 종횡비 라인 처리를 위한 고해상도 식각을 특징으로 하는 고밀도 및 Precision FPCB가 포함되며 액정 모듈 응용 분야에서 사용된다. 이 회사의 무 할로겐 FPCB는 높은 수준의 난연성과 이동성을 제공하며 휴대 전화, 개인용 컴퓨터 및 관련 소모품에 사용된다. Nitto Denko의 제품 포트폴리오는 초박형 양면 FPCB로 구성되어 있으며 얇은 동박을 사용하여 미세한 피치, 레이저 비아를 사용하는 고밀도 및 저 반발력을 제공한다. 또한 이 회사는 하드 디스크 드라이브 용 CISFLEX® 박막 금속베이스 보드를 제공한다.

○ Sumitomo Electric Industries, Ltd.

1897년에 설립된 일본 기업인 Sumitomo Electric Industries, Ltd. (SEI)는 주로 환경 및 에너지, 산업 자재, 전자, 자동차 및 정보 통신과 관련된 제품의 제조에 종사하고 있다. 이 회사의 연성회로 사업 범위는 무선 충전용 솔루션, 움직이는 부품의 와이어링용으로 매우 유연한 FPCB, 초경량 FPCB, 형상 유지 FPCB, 고속 전송 FPCB, 고밀도 FPCB 및 LED 용 FPCB를 포함한다. 이 회사의 제품은 자동차, 모바일 장치 및 의료 장비를 포함한 광범위한 응용 분야에서 사용된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

○ Zhen Ding Technology Holding Limited

ZDT (Zhen Ding Technology Holding Limited)는 컴퓨터, 네트워킹, 가전 제품, 자동차, 네트워킹 및 의료 분야에서 사용하기 위해 연성인쇄 회로, 고밀도 상호 연결, 집적 회로 기판 및 경질인쇄회로기판 제조에 종사하고 있다. 단면, 뒷면, 양면, 다층, 경질 - 굴곡 및 조각® 연성회로를 제공하며, 다층 빌드 업을 가능하게 하는 Z 축 인터 커넥션, 회로의 동적 플랙셔 (flexure) 및 본딩 기능과의 이방성 인터 커넥션을 특징으로 한다. ZDT의 FPCB 제품은 휴대 전화, GPS, 노트북, 디스크 드라이브, 태블릿 PC, 미디어 플레이어, 프로젝터, 전자 서적, 비디오 카메라 및 우주 항공, 군용, 의료 및 자동차 분야 전자 제품에서 사용된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

제 3 장 시장 전망

제 1 절 적용 시장의 개요

연성인쇄회로기판은 향상된 임피던스 제어, 높은 신뢰성, 높은 라인 밀도 및 더 가벼운 무게로 인해 광범위한 응용 분야에 사용되며, 연성회로는 환경적, 기계적 및 전기적 성능과 결합 된 상호 연결 밀도의 원하는 조합을 제공한다.

주요 적용시장으로는 자동차, 소비자가전, 산업, 컴퓨터 및 주변기기, 의료, 통신, 국방 및 항공우주 분야가 있으며, 자동차 산업에서의 응용분야는 ABS 시스템, 헤드 라이너 회로, 인스트루먼트 패널, 후드 제어 장치 등에 적용 가능하다. 소비자 가전산업에서는 산업용 개인 엔터테인먼트, 비디오 및 디지털 카메라 등에 적용 가능하다. 산업용으로는 히터 코일, 복사기, 인덕터 코일 픽업 등에 적용 가능하며, 컴퓨터 및 주변 기기 부문에서는 하드 디스크 드라이브, 프린터(프린터 헤드 및 케이블) 등에 적용 가능하다. 의료용에서는 보청기, 초음파 프로브 헤드, 심장 박동기 제조업체 등에 적용 가능하다. 통신분야에서는 휴대폰, 기지국, RFID 및 스마트카드, 고속 케이블 등에 적용 가능하다. 국방 및 항공우주 분야에서는 케이블 위성 계측 패널, 플라즈마 디스플레이, 야간 투시경 시스템, 레이더 시스템, 제트 엔진 제어 장치, 무선 통신 장치, 감시 시스템, 레이저 자이로스코프, 어뢰와 같은 무기 등에 적용 가능하다.

제 2 절 적용 시장별 주요 영역 및 규모

자동차 분야에서 연성회로는 전원, 조명, 터치 버튼 및 센서 연결 장비를 포함하여 차량 계기판 마운팅에 연결성과 전원을 제공하는 데 사용된다. 이전에 자동차에 사용된 클러스터 회로는 복잡성이 적었으며 단면적이었으나 하이테크 자동차 전자 장치의 확산으로 대시 보드는 자동차의 전자 제어 센터가 되었다. 현재 자동차의 이러한 연성회로 기반 대시 보드는 증가 된 전력 소비를 처리하도록 설계된 무수히 많은 상호 연결된 레이어로 구성된다. 더 나은 연비와 자동차 재활용에 관한 새로운 규정을 고려할 때 FPCB는 자동차 제조업체에게 확실한 선택이 되고 있다. FPCB는 재활용이 쉽고 원료를 덜 소비하며 저렴한 비용으로

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

신뢰할 수 있는 상호 연결을 제공하고 자동차 중량을 줄인다.

자동차 시장에서 연성인쇄회로기판의 세계 시장 규모는 2015년에 약 645.9백만 달러로 추산되며, 2016년에는 691.3 백만 달러로 추정된다. 2014년부터 2020년 동안 연평균 6.1%의 성장률로 성장하여 2020년까지 852.7백만 달러에 이를 것으로 예상된다.

컴퓨터 및 컴퓨터 주변 장치 제조에서 연성인쇄회로기판에 대한 수요가 2015년 기준 22억 달러로 추산된다. 2014-2020년 동안 연평균 1%로 성장하여 2020년에 2억 달러에 달할 것으로 예상된다. 컴퓨터 분야에서는 주로 디스크 드라이버와 버스 바에 적용된다.

소비자 가전 부문의 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 8억 7,550 만 달러로 추산되며, 2016년에는 9억 4,640만 달러로 예상된다. 소비자 가전 부문의 시장 규모는 2014-2020년 기간 동안 연평균 7.1% 성장률로 성장하여 2020년에 12억 달러에 이를 것으로 예상된다.

국방 및 항공 분야의 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 9억 2,500 만 달러로 추산되며, 2016년에는 9억 7,780만 달러가 될 것으로 추정된다. 연성인쇄회로기판에 대한 시장 규모는 2014-2020년 기간 동안 연평균성장률 6.9%로 성장하여 2020년에 13억 달러에 이를 것으로 전망된다.

디스플레이 분야의 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 12억 달러로 추산되며, 2016년에는 13억 달러가 될 것으로 예상된다. 이 시장에서의 연성인쇄회로기판에 대한 시장 규모는 2014-2020년 기간 동안 연평균성장률 4.2%로 성장하여 2020년에 15억 달러에 이를 것으로 전망된다.

최근 몇 년 동안 휴대폰 수요가 증가하면서 연성회로에 대한 수요가 커졌으며, 휴대 전화 장치 당 연성회로의 수가 증가함에 따라 더욱 커짐. 더욱이 한 단위당 더 많은 수의 연성회로를 사용하는 스마트 폰의 인기가 높아지면서 연성회로에 대한 요구가 더욱 커지고 있다. 핸드셋 디자인과의 호환성으로 인해 FPCB 기

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

술이 전화 핸드셋 부문을 압도하고 있으며, 비용 효율적이고 신뢰성이 높다. 휴대폰 분야의 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 47억 달러로 추산되며, 2016년에는 51억 달러가 될 것으로 예상된다. 이 시장에서의 연성인쇄회로기판에 대한 시장 규모는 2014-2020년 기간 동안 연평균성장률 7.9%로 성장하여 2020년에 68억 달러에 이를 것으로 전망된다.

연성인쇄회로기판은 광범위한 다른 제품에 사용되며, 여기에는 의료 장비, 통신 장비 및 산업 장비가 포함된다. 기타 부문의 연성 인쇄회로기판에 대한 세계 시장은 2015년 12억 5천만 달러로 추산되며 2016년 13억 3천만 달러로 추정된다. 이 시장에서의 연성인쇄회로기판에 대한 시장 규모는 2014-2020년 기간 동안 연평균성장률 5.2%로 성장하여 2020년에 16억 달러에 이를 것으로 전망된다.

제 3 절 분야별 주요 트렌드

1. 자동차 전자 장치에서의 활용 확대

소형화, 경량 소재 사용, 전기 및 지능화와 같은 추세에 따라 자동차 전자 장치에 대한 수요가 증가하고 있으며, 연성회로에 대한 수요가 증가하고 있다. 자동차 산업은 가전 제품 분야의 발전을 기반으로 자동차 오락 및 통신 전자 제품에 더 많은 기능을 제공함으로써 수요자의 요구를 이끌어 내고 있다. 오늘날 자동차의 첨단 안전 시스템을 제공하기 위해 자동차 제조업체뿐만 아니라 자동차 소비자에게 안전이 점점 더 중요해지고 있다. 운전자 지원 시스템, 차선 이탈 시스템, 인텔 리젠트 전방 조명 시스템, 충돌 경고 및 속도 경고는 자동차 시장에서 부상하고 있는 안전 기술 중 일부이다. 자동차 분야의 전자 장치 분야가 자동차 업계의 핵심 경쟁력 차별화 요소로 대두하고 있으며, 연성인쇄회로기판은 더 나은 전력 소비를 제공하고, 소형화를 가능하게하며, 비용을 줄이고 차량 중량 감소에 기여한다. 결과적으로, 연성회로는 자동차 전자 제품에서 중요한 수요를 찾고 있으며, 이들의 성장은 전체 자동차 전자 시장의 성장과 밀접하게 연관되어 있다.

2. 무선 통신분야의 수요 확대

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

글로벌 무선 통신 업계는 최근 몇 년간 상당한 성장세를 보였으며 더욱 가속화 될 것으로 예상된다. 무선 통신 분야의 소형화 추세와 기술의 발전으로 인해 무선 장치에서의 FPCB 사용이 더욱 증가 할 것으로 예상된다. FPCB에 전자 부품을 장착하면 기능을 향상시키고 인터커넥트의 사용을 최소화하기 위해 장치당 사용되는 FPCB의 수가 증가 할 것으로 예상된다.

3. HDD 분야에서의 점진적 성장

2011년 하락세를 보이고 있는 HDD에 대한 수요는 2014년에 긍정적인 성장을 보였다. HDD의 전 세계 출하량은 2013년 출하량보다 약간 증가한 2014년 5억 3천만 대를 넘어 섰다. SSD가 HDD를 대체 할 것으로 전망이 되었으나, 2014년 HDD 시장의 성장으로 인해 기우에 그치고 있다. 첫째, SSD 가격이 하락하더라도 1년 동안 태블릿 PC시장은 감소했으며, 두 번째로, 2014년은 과거 3년의 쇠퇴 이후 세계 랩탑 컴퓨터 시장의 부흥을 통해 SSD의 성장과는 별도로 HDD의 성장에 영향을 받지 않았다. HDD의 성장에 기여하는 또 다른 핵심 요소는 빅 데이터 증가로 전 세계 서버 수요가 증가하고 있는 것이다. HDD 수요는 적어도 2020년까지 완만하게 증가 할 것으로 예상되며, HDD 시장에 연성회로 기판을 제공하는 기업에 긍정적인 사업 전망을 제공한다. 특히 추세는 연성회로 사업을 유지하기 위해 HDD 및 기타 드라이브 시장에 크게 의존하는 회사에게 다소 도움이 될 것으로 예상된다.

4. 웨어러블 기기분야의 안정적인 성장 전망

웨어러블 기기는 현재 기술 분야의 혁신적인 분야로 다양한 산업 분야에서 수많은 기기가 개발되고 있으며 웨어러블 제품이 중대한 영향을 미치는 주요 분야로는 전자, 의료 및 의료 분야가 있다. 이 기술은 블루투스 기술, 손목시계, 인슐린 펌프 및 보청기의 형태로 수년간 존재 해왔으며, M2M(machine-to-machine)은 핸즈프리 작동을 요구하는 2000년에 출시 된 블루투스 헤드셋 기술로 활성화되었다. 그러나 몇 년 동안이 장치가 더 스마트하고, 작고, 가볍고, 빠르며 상대적으로 저렴해 졌다. 이러한 속성을 통해 다양한 다른 제품에 웨어러블 기술을 확장 할 수 있다. 이것은 모바일 기술의 발명과 스마트 폰의 성장으로 가능해졌고,

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

이로 인해 광범위한 새로운 장치가 등장하게 되었다. 핸즈프리 작동 외에도 웨어러블 기술은 효율적인 안전한 작동을 가능하게 하는 단계로 진화했으며 의료, 건강 및 피트니스, 바이오 기술, 홈오토메이션, 소비자 및 군용 분야와 같은 다양한 산업 분야에서 사용된다.

웨어러블 기술의 영향은 헬스 케어 및 피트니스 분야에서 가장 많이 느껴질 것으로 예상되지만, 웨어러블은 게임 및 엔터테인먼트 산업에 큰 영향을 줄 수 있다. 웨어러블 기술과 증강 현실의 통합은보다 몰입 형의 현실적인 실시간 환경을 만들어 낼 것으로 기대된다. 오늘날 프로토타입 웨어러블 제품은 대형 배낭과 고글을 포함하여 작고 가볍고 휴대성이 뛰어난 장치를 위해 부피가 큰 기술을 폐기하고 있다. 시장에서 사용 가능한보다 정교한 디지털 카메라 및 모바일 장치의 디자인이 패션 전자 제품의 미래를 나타내는 것이라면 이러한 장치가 발전함에 따라 패션, 디자인, 기능 및 실용성이 주요 고려 사항이 될 것이다.

웨어러블 기기의 수혜자이자 주요 동인은 연성인쇄회로기판 기술로. 웨어러블 전자 장치는 가볍고 휘어 질 수 있어야하며, 연성인쇄회로기판을 사용하여 기능을 사용할 수 있어야 한다. 웨어러블 기기 시장은 전 세계적으로 현저한 성장세를 보이고 있으며, 주로 전자 제품 및 건강관리 분야의 제품이 성장을 견인하고 있으며, 향후 몇 년간 더 큰 성장 잠재력을 지니고 있다. 대부분의 웨어러블 기기는 단면의 연성회로를 사용한다. 기능 및 용도 외에도 장치 외관에 대한 강조는 이러한 장치에서 결정적인 요인으로, 채택이 용이하도록 지원하여 연성회로에 대한 요구뿐만 아니라 설계 및 제조 변경을 유도 하고 있다. 현재의 표준 연성회로기술은 기존의 착용 가능한 기술의 요구를 충족시키기에 충분하지만, 이 분야에서의 진화는 연성회로 설계 및 기술의 발전을 추가로 필요로 할 수도 있다. 예를 들어, 의류의 착용 제품이 상업적 진입을 할 때 신축성 회로가 연성회로를 위한 다음 큰 길일 수 있다.

5. 스마트폰 시장의 성장 정체로 인한 수요 감소

연성회로는 글로벌 스마트 폰 시장의 엄청난 성장으로 지난 10년 동안 수요가 크게 증가한 것을 목격했다. 그러나 일부 시장의 성숙과 경제난으로 스마트 폰에 대한 수요가 줄어들고 있다. 서유럽, 라틴 아메리카 및 아시아 태평양 지역과 같은 주요 시장에서 수요의 침체가 목격되고 있지만 일부 중국은 스마트 폰 산

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

업에 대한 우려의 진원지로 부상했다. 중국 경제는 중국의 스마트 폰에 대한 수요에 영향을 미치는 경기 침체를 목격하고 있다. 최근 몇 년간 보였던 강력한 두 자릿수 증가와는 달리 출하량 증가율은 2015년 한 자릿수 성장률에 도달했다. 중국의 수요 둔화는 스마트 폰 수요의 글로벌 성장에 영향을 미치고 있다. 그러나 전 세계의 다른 시장들이 긍정적인 신호를 보이고 있다. 특히 중동 지역은 인도와 같은 시장에서 엄청난 연간 성장세를 보이고 있다. 저비용 스마트 폰에 대한 수요가 증가하고 있으며 특히 최근에 개발도상국 시장에서 최근의 추세가 가장 두드러진 추세이다. 스마트 폰 보급률이 높은 시장에서는 고급 기능을 갖춘 장치의 출현으로 인한 스마트폰 교체 및 두 번째 스마트폰 구매가 예상된다. 스마트 폰에 대한 수요는 계속 증가 할 것으로 예상되지만, 최근 몇 년 동안의 수준에 비해 성장이 진정 될 것으로 예상된다. 결과적으로, 연성회로를 포함한 스마트 폰에 사용되는 다양한 부품에 대한 수요가 향후 일부기간 둔화 될 것으로 예상된다.

6. 디스플레이 시장의 성장추세 정체로 인한 수요 감소

디스플레이는 여러 전자 장치, 특히 디스플레이가 유일한 초점 영역인 소비자 전자 제품의 중요한 구성 요소이다. 연성기판, 자체 백라이트 및 저전력 소모의 사용은 수요를 주도하고 있는 OLED의 속성에 기인한다. 평면 패널 디스플레이에 대한 전반적인 수요는 다양한 시장에서의 성숙과 대형 핸드 헬드 장치 및 LCD TV에 대한 수요 둔화로 인해 다양한 응용 시장에서 둔화 될 것으로 예상된다. 이러한 추세에 따라 디스플레이의 연성회로에 대한 적용은 느려질 것으로 예상된다.

7. 신뢰성 높은 인터커넥션에 의한 우주산업에 적용

무게 감소, 디자인 자유도 향상, 향상된 전기 성능 및 가전제품에 유용한 인터커넥트의 향상된 신뢰성과 같은 연성회로 사용의 이점 중 일부는 우주 어플리케이션에도 상당한 이점을 제공 한다. UTCP (Ultra Thin Chip Package)와 같은 신축성 있는 회로 설계는 웨어러블 전자 장치 용으로 개발되었지만 독특한 기능은 우주 분야에서도 엄청난 용도로 사용된다. 특히, UTCP와 무작위로 변형 가능한

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

3D 회로 설계는 회로 크기를 현저히 축소시켜 시스템의 전체 크기와 무게를 줄여 주며 이는 우주 어플리케이션에 큰 이점을 제공한다. UTCP는 < 100μm 두께의 칩 패키징을 가능하게 하며, 그 결과 입체 구조가 60% 이상 감소하였다.

모든 요소 중에서 유연 회로의 속성으로서 탁월한 신뢰성은 우주 응용 분야에서 가장 중요 하다. 신축성 회로는 진동에 대한 확실성을 실질적으로 감소시키는 탄성 재료로 만들어지며 이는 우주 적용에서 또 다른 이점이다. 최소화 된 폼팩터에서 기능 밀도를 향상시킬 필요성은 우주 어플리케이션에서 연성회로 패키징 및 신축성 있는 상호 연결을 채택하는 핵심 요소이다. 캡슐형 미앤더(meander)를 사용하여 신축성 있는 상호 연결은 최대 5%의 신장도를 제공하여 수천 회의 신축 사이클에 견딜 수 있다. 연성 지지 소재를 사용하여 제작된 미앤더는 기계적 신뢰성을 크게 향상시킨다. 솔더 상호 연결은 높은 고장율의 단점을 가지는데, 무연 솔더로의 전환은 소비자 전자 제품에서 많은 문제를 야기했으며 관련 문제는 우주 어플리케이션과 관련이 있다. 이러한 시나리오에서, UTCP와 부품의 임베딩은 솔더 상호 연결에 대한보다 신뢰할 수 있는 대안으로 떠오르고 있다. 전자는 구리 도금 구멍 및 마이크로 비아와 같은 상호 연결을 사용하기 때문임. 솔더 인터커넥트는 부피가 크고 부스러기는 하지만 UTCP는 재료 및 치수 관점에서 열 기계적인 장점이 더 크다. 신축성 있는 전자 제품은 본질적으로 높은 기계적 견고성을 제공한다. 이러한 시스템은 충격 및 진동으로 인한 기계적 응력을 흡수하기 위한 부피가 큰 진동 방지 프레임이 필요 없으므로 민감한 부품에 대한 충분한 보호 기능을 제공한다.

제 4 절 전 세계 시장 전망

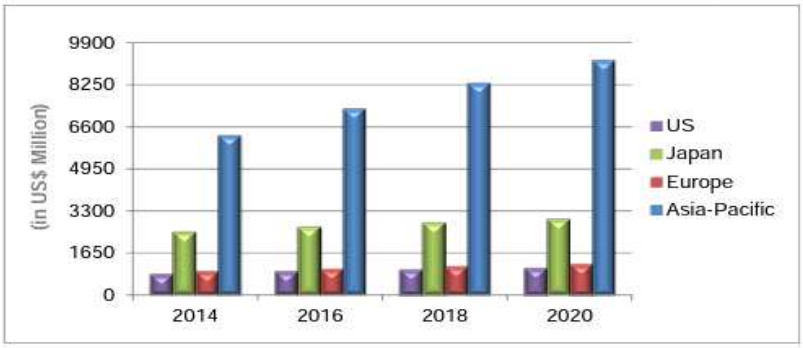
전 세계 연성회로기판 시장은 2014년 약 110억 달러에서 연평균 5.5%의 성장률로 2020년 약 152억 달러에 이를 것으로 전망된다. 아시아 태평양 시장은 가장 높은 성장률인 6.7% 수준으로 성장하여 2020년 가장 큰 규모인 92억 달러로 성장할 것으로 전망된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

<표 2> 지역별 전 세계 연성회로기판 시장규모 전망(2014-2020)

Region/Country	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
US	816.3	872.4	919.2	958.3	992.3	1,025.3	1,056.2	4.4
Canada	148.7	155.1	161.5	167.3	173.1	178.3	183.2	3.5
Japan	2,470.8	2,572.8	2,670.3	2,756.6	2,833.2	2,907.4	2,972.8	3.1
Europe	922.0	963.4	1,010.6	1,060.7	1,112.2	1,160.0	1,205.5	4.6
Asia-Pacific	6,254.7	6,802.9	7,312.6	7,826.5	8,305.9	8,780.3	9,209.9	6.7
Latin America	233.5	245.9	260.2	276.7	295.7	314.7	332.8	6.1
Rest of World	169.6	177.6	187.0	197.5	209.8	222.2	234.6	5.6
Total	**11,015.6**	**11,790.1**	**12,521.4**	**13,243.6**	**13,922.2**	**14,588.2**	**15,195.0**	**5.5**

2015 & 2016: GIA Estimates　　2017-2020 GIA Projections

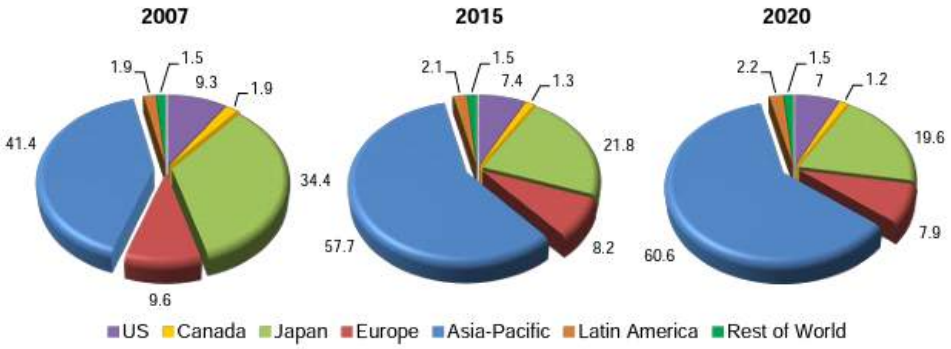


전 세계 지역별 연성회로기판 시장 비중은 2015년 아시아 태평양 지역이 57.7% 점유에서 2020년 60.6%로 가장 높은 비중을 차지할 것으로 전망된다.

<표 3> 지역별 전 세계 연성회로기판 시장 점유율 전망

Region/Country	2007	2015	2020
US	9.3	7.4	7.0
Canada	1.9	1.3	1.2
Japan	34.4	21.8	19.6
Europe	9.6	8.2	7.9
Asia-Pacific	41.4	57.7	60.6
Latin America	1.9	2.1	2.2
Rest of World	1.5	1.5	1.5
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Data is reported at the Manufacturer's Level.



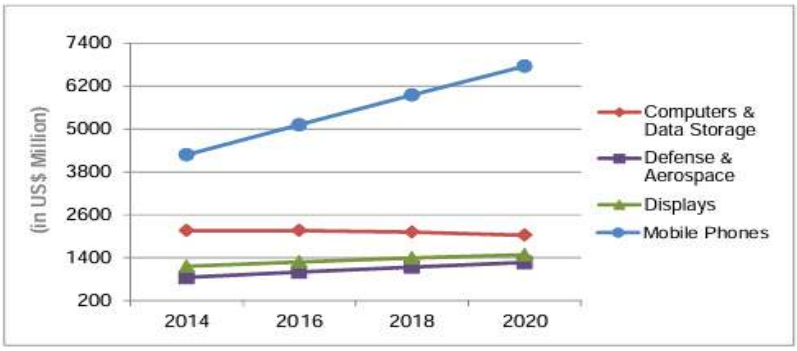
ISBN 978-89-294-0896-1-93560

전 세계 연성회로기판 시장의 주요 적용 시장별 규모를 살펴보면, 모바일 폰이 2020년 약 67억 달러, 컴퓨터 및 저장장치분야가 약 20억 달러 규모를 형성할 것으로 전망된다. 가장 높은 성장을 보이는 분야는 모바일 폰 분야이며, 컴퓨터 및 데이터 저장장치 분야는 분석 기간 동안 연평균성장률 -1%로 역성장 할 것으로 전망된다.

<표 4> 응용 분야별 전 세계 연성회로기판 시장규모 전망(2014-2020)

End-Use Segment	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
Automotive	597.0	645.9	691.3	736.3	776.5	815.0	852.7	6.1
Computers & Data Storage	2,151.3	2,168.7	2,160.0	2,140.8	2,113.0	2,077.5	2,027.4	-1.0
Consumer Electronics	807.4	879.5	946.4	1,015.7	1,086.5	1,156.4	1,220.0	7.1
Defense & Aerospace	849.3	925.8	997.8	1,069.1	1,136.5	1,204.0	1,265.4	6.9
Displays	1,158.8	1,221.5	1,281.7	1,338.7	1,390.8	1,438.4	1,482.1	4.2
Mobile Phones	4,278.6	4,697.6	5,118.0	5,543.2	5,951.5	6,367.0	6,755.5	7.9
Others*	1,173.2	1,251.1	1,326.2	1,399.8	1,467.4	1,529.9	1,591.9	5.2
Total	**11,015.6**	**11,790.1**	**12,521.4**	**13,243.6**	**13,922.2**	**14,588.2**	**15,195.0**	**5.5**

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020 GIA Projections



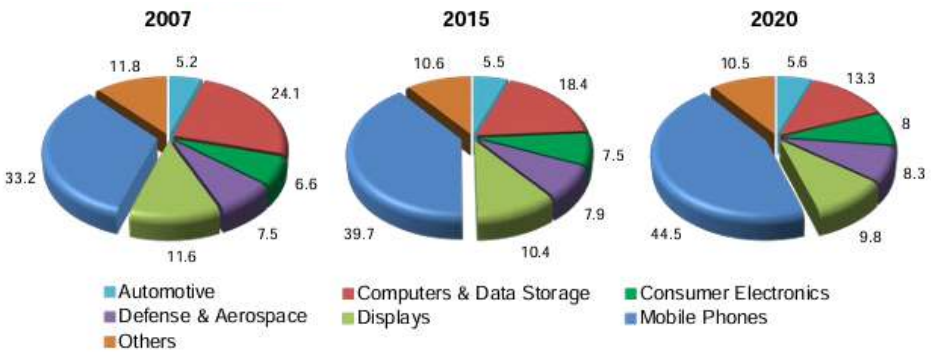
전 세계 주요 적용 분야별 연성회로기판 시장 비중은 2015년 모바일 폰 분야가 39.7%점유에서 2020년 44.5%로 가장 높은 비중을 차지할 것으로 전망된다.

<표 5> 응용 분야별 전 세계 연성회로기판 시장 점유율 전망

End-Use Segment	2007	2015	2020
Automotive	5.2	5.5	5.6
Computers & Data Storage	24.1	18.4	13.3
Consumer Electronics	6.6	7.5	8.0
Defense & Aerospace	7.5	7.9	8.3
Displays	11.6	10.4	9.8
Mobile Phones	33.2	39.7	44.5
Others*	11.8	10.6	10.5
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Data is reported at the Manufacturer's Level.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560



제 5 절 주요 지역별 시장 전망

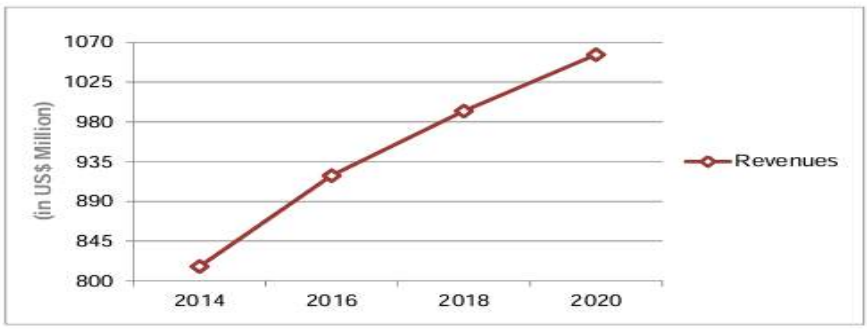
1. 미국

연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 8억 7240만 달러로 추산되며, 2016년에는 9억 9200만 달러가 될 것으로 예상된다. 2020년까지 시장 규모는 11억 달러에 달할 것으로 예상되며 분석 기간인 2014-2020년 동안 연평균 4.4 %로 성장할 전망이다.

<표 6> 미국 연성회로기판 시장 규모 전망

Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
Revenues	816.3	872.4	919.2	958.3	992.3	1,025.3	1,056.2	4.4

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020: GIA Projections



2. 일본

글로벌 FPCB 산업은 2002년 연성회로가 처음 등장한 일본에 뿌리를 두고 있다. 그 결과 연성회로기판은 대만, 한국, 중국, 미국 및 유럽을 비롯한 다른 시장으로 진출하여 전 세계적으로 확산되었다. 일본은 저비용 기술 생산의 주요 비

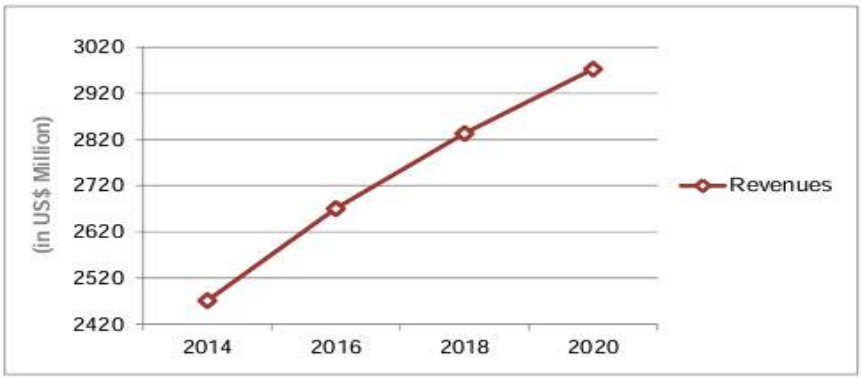
ISBN 978-89-294-0896-1-93560

중이 중국과 같은 저비용 국가로 옮겨졌음에도 불구하고 연성 회로의 글로벌 생산에서 계속 주요 국가로 남아있다. 일본 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 26억 달러로 추정되며 2016년에는 27억 달러가 될 것으로 예상된다. 2020년까지 약 30억 달러에 달할 것으로 예상되며 분석 기간인 2014-2020년 동안 연평균 3.1%로 성장할 전망이다.

<표 7> 일본 연성회로기판 시장 규모 전망

Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
Revenues	2,470.8	2,572.8	2,670.3	2,756.6	2,833.2	2,907.4	2,972.8	3.1

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020: GIA Projections



3. 유럽

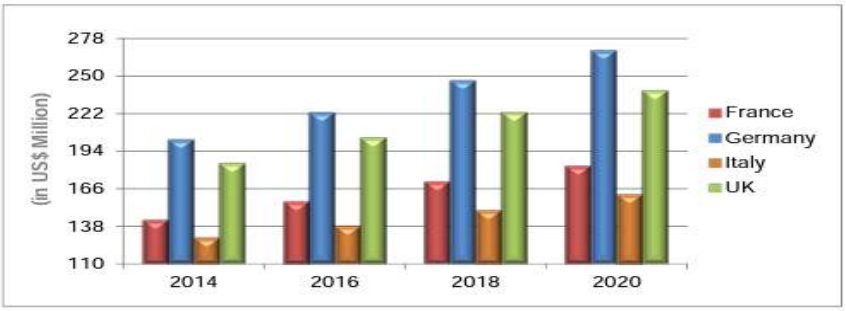
연성인쇄회로기판의 유럽 시장은 2015년에 9억 4340 만 달러로 추산되며 2016년에는 10억 달러가 될 것으로 예상된다. 2020년까지 연평균 4.6% 성장한 12억 달러에 달할 것으로 예상된다. 독일은 이 지역에서 가장 큰 시장으로, 2015년에 22.1%의 비중을 기록하여 2억 1,210 만 달러의 규모를 달성하였다. 2020년까지 연평균 4.9 %의 성장률로 2억 6,920만 달러로 성장할 전망이다. 러시아는 유럽에서 가장 빠르게 성장하는 지역 시장으로 부상할 것으로 예상된다. 2014~2020년 동안 5.6 %의 연평균 성장률을 기록한 러시아의 FPCB 시장은 2015년에 약 1억 1680만 달러에서 2020년에는 1억 5310만 달러에 이를 것으로 예상된다.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

<표 8> 유럽 연성회로기판 시장 규모 전망

Region/Country	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
France	142.7	149.2	156.4	163.8	171.3	177.5	183.0	4.2
Germany	202.6	212.1	222.8	234.8	246.7	258.0	269.2	4.9
Italy	129.4	133.3	138.2	143.8	149.9	156.0	161.8	3.8
UK	185.0	193.8	204.0	213.4	222.9	231.4	239.2	4.4
Spain	53.0	54.7	56.5	58.6	60.9	63.6	66.0	3.7
Russia	110.7	116.8	123.6	130.9	138.9	146.0	153.1	5.6
Rest of Europe	98.6	103.5	109.1	115.4	121.6	127.5	133.2	5.1
Total	**922.0**	**963.4**	**1,010.6**	**1,060.7**	**1,112.2**	**1,160.0**	**1,205.5**	**4.6**

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020: GIA Projections

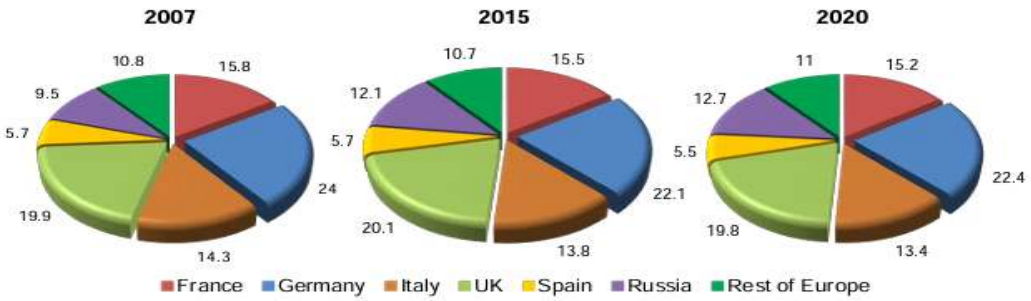


각 국별 비중을 보면 독일이 2020년 약 22.4%로 가장 많은 비중을 차지할 것으로 보이며, 그 다음으로 영국, 프랑스가 차지할 것으로 전망된다.

<표 9> 유럽 연성회로기판 시장 규모 비중

Region/Country	2007	2015	2020
France	15.8	15.5	15.2
Germany	24.0	22.1	22.4
Italy	14.3	13.8	13.4
UK	19.9	20.1	19.8
Spain	5.7	5.7	5.5
Russia	9.5	12.1	12.7
Rest of Europe	10.8	10.7	11.0
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Data is reported at the Manufacturer's Level.



ISBN 978-89-294-0896-1-93560

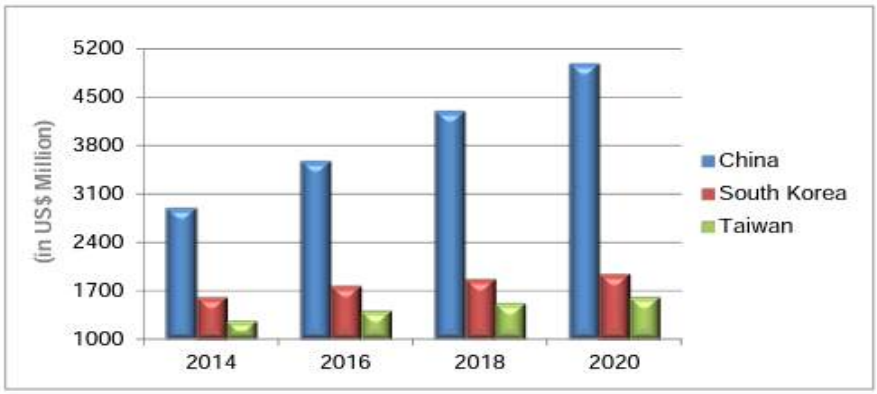
4. 아시아 태평양 지역

아시아 태평양 연성인쇄회로기판 시장은 2015년에 68억 달러로 추정되며 2016년에는 73억 달러가 될 것으로 보인다. 이 시장은 2014년 이후 연평균성장률 6.7%로 성장하여 2020년까지 92억 달러에 이를 것으로 예상된다. 중국은 이 지역에서 가장 큰 시장으로, 2015년에 47.4 %의 비중을 가졌고 32억 달러의 규모를 형성하였다. 분석 기간 동안 CAGR이 9.5% 인 중국은 아시아 태평양 지역에서 가장 빠르게 성장하는 시장이며, 2020년까지 50억 달러에 가까운 시장규모를 형성 할 것으로 예상된다.

<표 10> 아시아 태평양 지역 연성회로기판 시장 규모

Region/Country	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
China	2,894.0	3,225.7	3,572.1	3,941.5	4,297.4	4,653.2	4,985.0	9.5
South Korea	1,603.1	1,693.7	1,765.3	1,817.6	1,862.9	1,905.9	1,935.3	3.2
Taiwan	1,259.7	1,344.2	1,403.5	1,463.7	1,514.6	1,562.2	1,603.4	4.1
Rest of Asia-Pacific	497.9	539.3	571.7	603.7	631.0	659.0	686.2	5.5
Total	**6,254.7**	**6,802.9**	**7,312.6**	**7,826.5**	**8,305.9**	**8,780.3**	**9,209.9**	**6.7**

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020: GIA Projections



<표11> 아시아 태평양 지역 연성회로기판 시장 비중

Region/Country	2007	2015	2020
China	39.5	47.4	54.1
South Korea	26.2	24.9	21.0
Taiwan	24.8	19.8	17.4
Rest of Asia-Pacific	9.5	7.9	7.5
Total	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Data is reported at the Manufacturer's Level.

ISBN 978-89-294-0896-1-93560

5. 한국 시장

한국의 연성인쇄회로기판 시장은 2015년 17억 달러, 2016년에는 18억 달러가 될 것으로 추정된다. 2020년까지 연평균성장률 3.2%로 2020년에 19억 달러에 이를 것으로 예상된다. 한국 기업들은 연성인쇄회로기판에 대한 전 세계 수요를 해결하는 데 적극적으로 기여해 왔으며, 기술 발전의 전반적인 발전에 기여한다. 한국의 연성인쇄회로기판을 제조하는 선두 업체는 Interflex, Flexcom, BHflex 및 SI FLEX를 포함하며, Interflex는 선두를 달리고 있으며 최근에는 SI FLEX에서 수위 자리를 차지한다.

Interflex의 고객은 주로 한국의 전자 제품 기업인 LG와 삼성을 포함한다. 그러나 시장의 긍정적인 전망과 함께 한국의 연성인쇄회로 공급 업체들은 급속한 성장 경로에 착수하여 2012년부터 상당한 생산 능력을 갖추게 되었다. 이 추가 용량의 상당 부분이 2013년 가격 전쟁에 따른 매출 감소로 이어져 한국 FPCB 제조 체들이 퇴출되었다. 삼성, LG, 애플과 같은 주요 수요기업에 대한 높은 의존도는 한국 기업을 불리한 입장에 놓았고 가격 협상의 이점을 박탈당하였다. 판매를 유지하기 위해 한국 기업들은 2013년에 가파르게 가격을 인하하여 가격 전쟁에 의지하였다. Interflex의 수익은 2013년에 증가했지만 회사는 그 해의 손실을 간신히 피할 수 있었다. 그러나 2014년에 가격 전쟁이 더욱 악화되어 많은 기업의 수익성이 악화되었다. 더욱이 2014년 한국 원화 강세와 엔화약세에 따른 일본 업체의 경쟁력이 더욱 높아져서 이미 우수한 품질경쟁력에 더불어 경쟁력이 상승하여, 한국 제조업체는 수주 및 매출 감소가 크게 두드러진다. 삼성 전자와 같은 주요 고객사의 디스플레이, 스마트 폰 판매가 둔화되면서 한국 업체들

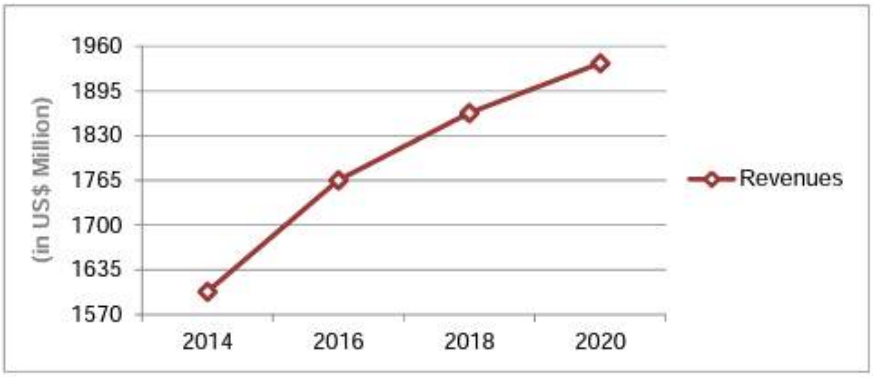
ISBN 978-89-294-0896-1-93560

의 어려운 시기가 예상된다.

<표 12> 한국 연성회로기판 시장 규모 전망

Year	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	% CAGR
Revenues	1,603.1	1,693.7	1,765.3	1,817.6	1,862.9	1,905.9	1,935.3	3.2

2015 & 2016: GIA Estimates 2017-2020: GIA Projections



ISBN 978-89-294-0896-1-93560

<참고문헌>

1. Electronic Scinece, 차량용 PCB, FPCB 사용량 증가, 2017.01.
2. Global Industry Analysts, Inc., Flexible Printed Circuit Boards, 2016.
3. HelloT첨단뉴스, 애플의 선택으로 주목받는 'RF PCB', 2016.12.08.
4. HMC투자증권, FPCB 산업, Industry Report, 2014.02.14.
5. KB투자증권, FPCB산업, 2015.09.18.
6. SK증권, 2017 SK 연간전망 휴대폰/전기전자, 2016.10.19.
7. 교보증권, OLED FPCB, 2017.01.31.
8. 국가기술표준원, 전자 회로 기판의 최신기술 및 표준동향, 2016.10.30.
9. 산은경제연구소, 인쇄회로기판 시장의 변화방향과 발전전략, 2011.05.
10. 신한금융투자, FPCB, Sector Report, 2015.3.31.
11. 전자신문, 공급 과잉 위기 맞은 FPCB업계...시장 다변화로 새로운 수요처 발굴 안간힘, 2014.02.17.
12. 한국전자회로산업협회, PCB 브리핑, www.kpca.or.kr