

ISBN 978-89-6211-545-1

2010 정보분석보고서

차세대 모듈형 프로브 카드 기술시장 동향 분석

박 선 영



한국과학기술정보연구원




머리글

본 보고서는 박선영 연구원이 집필한 것으로 노고에 깊이 감사드리며, 본 보고서에 수록된 내용은 연구자 개인의 의견으로서 한국과학기술정보연구원의 공식의견이 아님을 밝혀두고자 합니다.

2010년 11월

한국과학기술정보연구원
원장 박영서

Table of Contents

01		개요
01	—	1. 기술 개요
09	—	2. 시장 개요
14		사업화 환경 분석
14	—	3. 기술 현황 및 전망
24	—	4. 시장 동향 및 전망
31		사업화 특성 분석
31	—	5. 기술 니즈 분석
36	—	6. 시장 특성 분석
43	—	참고문헌

| 표 목차 |

<표 1> 에폭시 프로브 카드와 MEMS 프로브 카드의 비교..... 6
<표 2> 세계 및 국내 2세대 MEMS 프로브 카드 시장 성장률..... 30

| 그림 목차 |

<그림 1> IC 칩 제조의 후공정에서 프로브 카드의 적용.....	1
<그림 2> IC 칩 수준 검사 장비 개략도.....	2
<그림 3> 프로브 카드 종류.....	3
<그림 4> MEMS 프로브 카드의 프로브.....	6
<그림 5> 프로브 카드의 세대 구분.....	7
<그림 6> 세대별 프로브 카드의 일반적 형태.....	7
<그림 7> 차세대 모듈형 프로브 카드 산업의 전후방산업 관계도..	9
<그림 8> 국내 프로브카드 산업 SWOT 분석.....	13
<그림 9> 세계/국내 프로브 카드 시장 규모.....	29
<그림 10> 세계 반도체시장 매출액 변화.....	31
<그림 11> 무어법칙에 따른 CPU 회로의 선폭 변화 추이.....	32
<그림 12> 국내 IT 제품의 세계시장 점유율 추이.....	32
<그림 13> 2009년 업체별 D램 반도체 시장 점유율.....	33



- 기술 개요
- 시장 개요



- 기술 현황 및 전망
- 시장 동향 및 전망



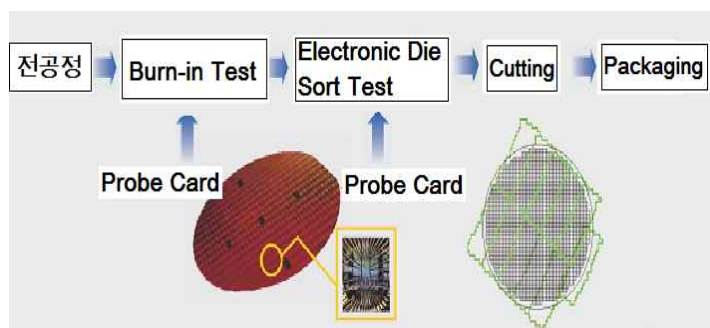
- 기술 니즈 분석
- 시장 특성 분석

1. 기술 개요

□ 프로브카드 기술의 개요

- 프로브 카드(probe card)는 반도체 웨이퍼 칩(wafer chip)을 제작한 후에 개별 패키지(package) 제작을 위한 절단(sawing)을 하기 전에 웨이퍼 수준에서 특성을 확인하기 위한 웨이퍼 프로브 테스트에 사용되는 반도체 검사 장비의 핵심 부품임.
- 프로브 카드는 프로브와 웨이퍼 패드(wafer pad)를 접촉하여 전기적 신호를 입력시키고 그 결과에 따라 칩 결함을 찾아내는 고부가가치의 소모성 부품
- 수리가 가능하거나 굿 다이(good die)로 판정된 IC 칩은 후속 공정을 통해 패키징 되거나 KGD(Known Good Die)형태 등의 완제품으로 출하됨.

<IC 칩 제조의 후공정에서 프로브 카드의 적용>

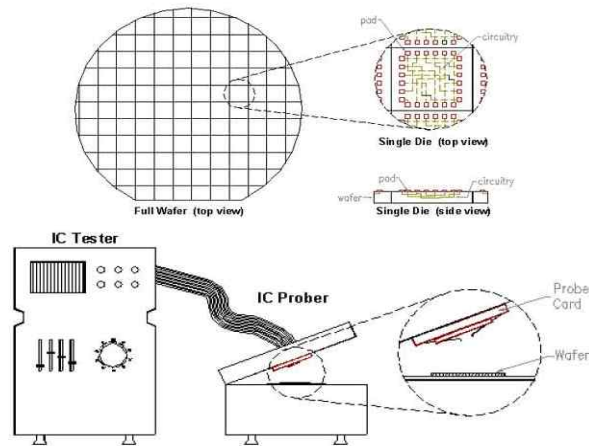


- 반도체 웨이퍼 제조 공정이 끝난 다음, 웨이퍼에 형성된 다수의 IC들은 먼저 웨이퍼 상에서 웨이퍼 탐침 테스트 또는 웨이퍼 분류 테스트를 거치게 되고, 스테이션에 연결된 탐침(probe)들을 IC의 I/O 패드(pad)에 직접 위

치시켜 입력을 가하고 그에 대한 출력을 검사함.

- 한 웨이퍼에는 수십에서 수백 개의 IC들이 동시에 제작되며, 한 IC에 대해 탐침들의 위치를 정해 놓으면, 그 다음 IC를 테스트할 때는 그 탐침들의 위치를 수평 또는 수직 이동시켜 사용할 수 있도록 되어 있음.
- 탐침 스테이션의 기판을 프로브 카드라고 하며, 즉 프로브 카드는 웨이퍼상의 각 칩을 테스트하기 위해 PCB위에 에폭시(epoxy)로 고정시킨 프로브를 테스트 하고자 하는 칩의 결합 패드(bonding pad)에 접촉시킨 후 테스트 시스템의 전기적 신호를 칩 상에 전해주는 기기이며, 웨이퍼가 실질적인 테스트를 할 수 있도록 테스터의 각 신호 배선과 웨이퍼상의 각 패드를 칩 단위로 동시에 접속시켜주는 핵심적인 검사 장비임.
- 테스트 공정은 웨이퍼 단위로 이루어지는 FAB(semiconductor FABrication plant) 공정과는 달리, 다이 단위로 이루어지며 반도체 칩 IC 개발 모델에 따라 각기 새로운 형태의 프로브 카드를 사용해야 되는 주문형 장치이자 소모성 장치임.
- 테스트 공정의 처리 용량은 프로브 카드가 동시에 테스트 할 수 있는 다이의 수에 따라 결정되는데 이를 DUT(Device Under Test)라고 함.

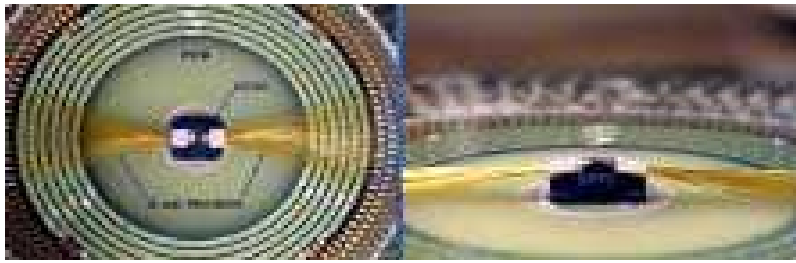
<IC 칩 수준 검사 장비 개략도>



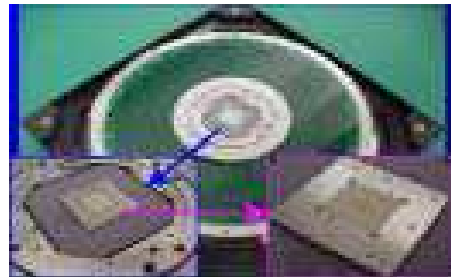
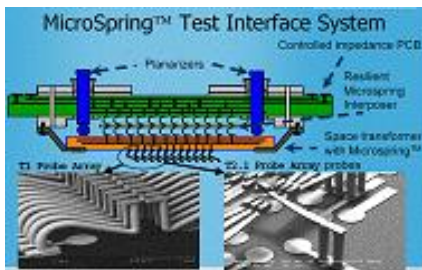
□ 프로브카드의 구성

- 일반적인 프로브 카드는 크게 프로브 카드 PCB, 링(ring) 그리고 프로브로 구성되는데, 300mm 웨이퍼의 개발에 따라 여러 칩을 동시에 검사할 수 있는 프로브 카드의 필요성에 의해, 프로브 카드 PCB와 프로브 사이에 트랜스포머(transformer) 또는 헤드(head)라고 불리는 팬아웃 PCB(Fan-out PCB)와 스프링 인터포저(spring interposer)로 구성됨.

<프로브 카드 종류>



(a) Cantilever Type Probe Card



(b) MEMS Type Probe Card

(c) Vertical Type Probe Card

- 프로브 카드는 IC 칩 테스터의 '손'에 해당하고 프로브는 '손가락'의 역할을 수행하여 테스터와 IC 칩의 접촉을 형성하는 역할을 수행함.
- 직선형 프로브는 제조사에서 제공 받을 수 있는 기본적인 형태의 프로브이며 이를 굽혀서 프로브 카드에 사용함.

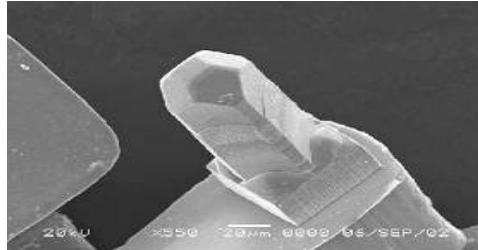
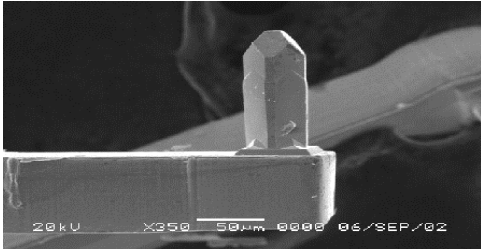
- 프로브 카드에 사용되는 프로브는 베릴륨 구리(beryllium copper; BeCu)나 팔라듐(palladium; Pd)을 사용하기도 하지만 대부분 텅스텐(tungsten; W)이나 레늄 텅스텐(rhenium Tungsten; ReW)을 사용하여 만들어지고 이를 이용하여 끝부분을 경사지게 만든 바늘과 같은 형태로 만들어 짐.
 - 직선형 프로브는 팁(tip) 부분을 구부려야 할 필요성이 있으며 이는 사용자의 용도에 맞게 다양한 각도로 이루어질 수 있지만 일반적으로 103°로 제작됨.
- 프로브 카드에서 링의 기본적인 기능은 프로브를 장착하기 위한 지지대의 역할로 여러 개의 프로브를 링에 장착하여 전체를 단일 몸체로서 위치 조절이 가능하게 하는 것임.
- 링은 단순한 프로브들의 장착을 위한 기계적 지지대의 역할을 수행하는 것이지만 고정된 기반을 제공하기에 충분히 튼튼해야 하며, 검사 신호가 각 프로브를 통하여 전도되는 것을 방지하기 위하여 전기적으로 비전도성을 띄어야 하고, 약 200 °C까지의 온도에서도 충분히 안정적이어야 함.
 - 링의 크기와 형태는 측정하고자 하는 IC 칩에 전적으로 의존하며 일반적으로 IC 칩의 바깥쪽 테두리를 따라 측정 패드를 배열하며 대부분 직사각형의 형태를 가짐.
 - 링 프로브를 장착하기 위해서는 특별한 아교(glue)나 에폭시가 필요하며, 이에 사용되는 에폭시는 커링(curing)된 이후에는 링과 동일한 특성을 보이는 것을 사용함.
- 프로브 카드를 구성하는 가장 큰 구성요소가 PCB 보드이며 이는 조립된 링을 위한 지지대 역할도 하지만 각 프로브로부터 전기적 신호를 전달하는 것이 주 역할임.

- 검사 신호는 보드를 통하여 전달되기 때문에 캐패시터(capacitors), 저항(resistors), 그리고 릴레이(relays)들의 구성요소들을 장착하기에도 유용하며 이러한 구성요소들은 테스터와 IC 사이에서 주고받는 검사 신호를 조절하는 데 유용함.
- PCB 재료는 링과 에폭시와 마찬가지로 메인보드(main board) 물질도 전기적으로 비전도성이어야 하는데 일반적으로 폴리이미드(polyimide)가 사용됨.
- 검사 신호를 전달하기 위하여 보드의 상하면을 따라 금속 스트립(metal strip)을 구성하는데, IC에 적합하게 설계하는 링과 프로브와는 달리 PCB는 탐침에 적합하도록 설계함.

□ MEMS형 프로브카드

- 300mm 반도체 웨이퍼의 개발/양산과 더불어 프로브 카드 기술은 패드수/웨이퍼 및 I/Os 증가에 따라 "수직형" 또는 "MEMS" 프로브 기술과 동시 검사(최대 124 DUT -Die Under Test) 기술로 급속히 전환되었고 반도체 칩의 I/O 패드 피치(pad pitch)가 계속 축소되고 있으며, SoC(System on Chip) 디바이스의 개발 진행에 따라 그 복잡성을 수용할 수 있는 검사 기술의 개발 요구에 따라 MEMS형 프로브카드가 등장함.
- 기존의 탐침 또는 캔틸레버 프로브(cantilever probe)의 한계를 극복하기 위한 "수직형" 특히 "MEMS" 기술을 이용한 프로브 카드가 대두 되었으며, 이중 다층 PCB형태의 프로브 카드의 미세 패턴 구현기술이 병목 기술이 되고 있으며 향후 40 μ m I/O 패드 사이즈 및 면 배열(area array) I/O를 검사할 수 있는 수준의 프로브 카드의 개발이 필요함.

<MEMS 프로브 카드의 프로브 (파이컴社)>



- 차세대용 프로브 카드인 "수직형" 및 "MEMS" 형태의 프로브 카드는 기존의 캔틸레버 형태의 프로브 카드에서 요구하는 패턴폭/여유공간(pattern Width/Space) 100/50 μ m 수준보다 초미세 패턴 수준인 40/20 μ m를 요구하고 있고 DUT수가 증가함에 따라 프로브 카드의 평탄도가 크게 중요한데 기존의 +/-300 μ m 수준의 10% 수준인 +/-30 μ m의 평탄도를 요구하고 있음.
- MEMS 프로브 카드는 텅스텐 탐침을 사용하는 에폭시 프로브 카드에 비해 검사 속도가 빠를 뿐만 아니라 동시에 많은 반도체를 검사 할 수 있고, 검사를 위해 반도체의 패드(입출력 단자)에 접촉할 때도 충격 강도가 기존의 에폭시 프로브 카드 대비 약하기 때문에 반도체가 가해지는 손상도 적은 장점이 있음.

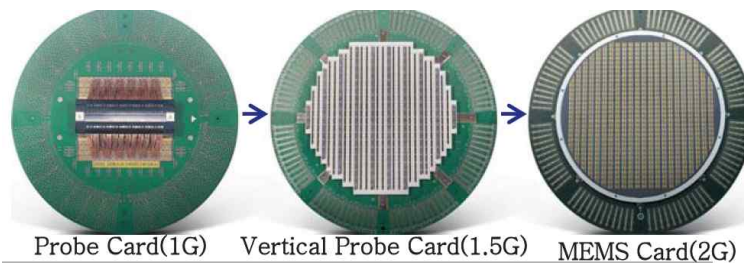
<에폭시 프로브 카드와 MEMS 프로브 카드의 비교>

	에폭시 프로브 카드	MEMS 프로브 카드
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 설비 투자가 적음 - 수주에서 납기까지의 기간이 짧음 - Fail시에 수정이 용이함 	<ul style="list-style-type: none"> - 반도체 Fab 공정과 유사 공정사용으로 대규모 설비 투자 - 한번에 Test 할 수 있는 반도체 수량증가로 Test 효율성 높음 - High Tech 기술로 진입장벽 높음 - 초정밀 가공으로 단기 월등히 비쌈 - 반도체와 접촉 충격이 MEMS 사용기간 김
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 진입장벽이 낮기 때문에 경쟁 심화 - Test Speed 낮아서 효율성이 떨어짐 - Needle과 반도체의 Pad 접촉으로 반도체에 충격이 큼 	<ul style="list-style-type: none"> - 설비투자가 많이 소요됨 - 수주에서 납기까지의 기간 김 - Fail시 수정이 용이치 않음

<프로브 카드의 세대 구분>

구분/세대	구형 프로브 카드 (1세대)	개량형 프로브 카드 (1.5세대)	MEMS Type (2세대)
검사가능 Chip의 개수	Up to 32 DUTs	Up to 300 DUTs +	More than 300 DUTs +
검사(접촉) 시간	30~35 분	20~25 분	15~20 분
회로선폭	100 μm +	75 μm +	60 μm -
강도	Fair	Fair	Good
판매(제품)가격	최저가	저가	고가

<세대별 프로브 카드의 일반적 형태>



□ 응용분야 및 파급효과

- 초소형 3차원 구조물 또는 이를 포함하는 시스템 구현을 통칭하는 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술은 소형화, 지능화가 요구되는 미래 환경에 대응하기 위한 핵심기술임.
- MEMS 기술은 핵심 요소인 3차원 미소구조물, 센서 및 액추에이터 등을 소형화, 고정밀화하고 복합화하여 디지털 컨버전스를 가능케 하는 시스템화 기술이며, 디지털 정보감지, 대용량 정보저장, 초소형 디스플레이, 초소형 에너지 발생, 유무선 통신 등 다양한 분야에 핵심기술을 제공한다.
- MEMS 기술은 특정 분야의 한 가지 기술만으로는 가능하지 않고 설계에

서 제조공정, 재료특성, 전기회로, 패키지 및 현장 적용 등 각 기술 분야 간의 유기적인 협조 및 오랜 경험과 노하우가 필요한 분야임.

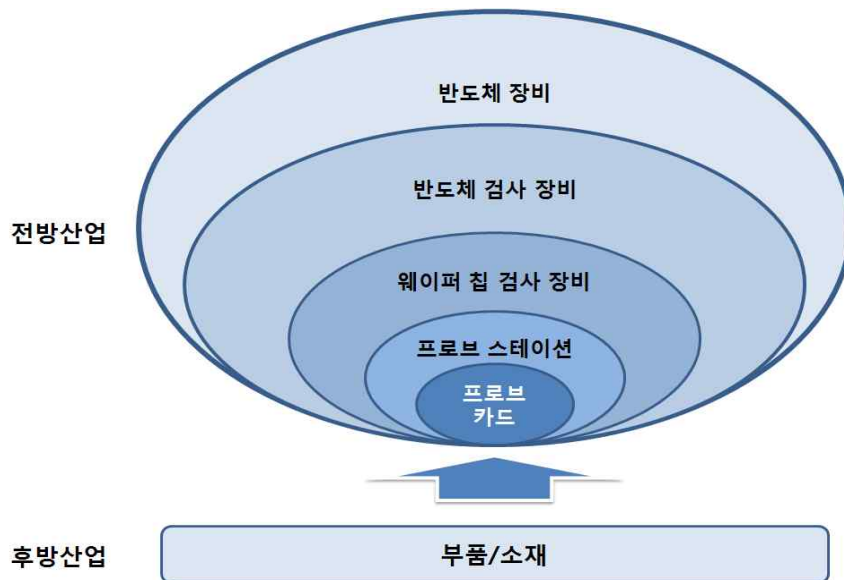
- MEMS의 대상 시장은 전자, 정보통신, 자동차 등 거의 모든 산업분야에 걸쳐 있으며, 이를 크게 응용분야에 따라 나타내면 가속도 센서, 자이로 센서, 압력 센서, 온도 센서 등의 자동차 센서 분야, 미소 반사경, 미소레이저, 감광소자, 분리기, 광단속장치, 초정밀 조립기 등의 정보통신 분야, 잉크젯 프린터 헤드, 마이크로 디스플레이, 하드디스크 헤드 등의 컴퓨터 입출력장치 분야, 소형 박막전지, 각종 산업용 및 가정용 전자제품의 센서 및 액츄에이터 등의 전자·가전 및 설비 분야, 일회용 DNA 또는 단백질 분석기, 소형 내시경, 혈압센서 등 의료분야 등으로 분류할 수 있음.

2. 시장 개요

□ 산업 특징

- 차세대 모듈형 프로브 카드는 반도체 제조 공정 중 웨이퍼 칩의 완성 후, 절단 전 반도체 웨이퍼 칩의 검사를 위해 프로브 스테이션에 장착되어 사용되어 대부분류상 반도체 산업군에 속하며, 중분류상으로 반도체 장비산업, 소분류상으로 반도체 검사 장비산업에 해당됨.
- 프로브 카드는 반도체 웨이퍼 칩 검사 장비인 프로브 스테이션의 소모성 교체 부품으로써, 동 제품의 후방 산업은 프로브 카드 제조에 요구되는 부품·소재 산업으로, 전방 산업은 반도체 검사장비 산업으로 정의할 수 있음.

<차세대 모듈형 프로브 카드 산업의 전후방산업 관계도>



- 반도체 검사장비 산업은 반도체 산업의 하위산업으로 결합형 지식산업이자 벤처기업형 산업, 차세대 성장동력 산업 및 국제산업이라는 산업적 특징이 있으며, 기술적으로는 기술집약적 첨단산업이자 IT·NT 융복합형 지식산업임.
 - 제품 성능의 요구사항의 증대와 기술발전 가속화에 따라 검사장비 자체를 반도체 공정을 활용하여 제조하는 측면에서 기술적 진입장벽과 초기 시설 투자비가 높아지고 있고, 공정상 장기적인 기술 축적이 점차적으로 중요해지는 기술집약적 산업의 특성을 보이고 있음.
 - 최종 제품의 기술발전 및 제품 스펙의 다변화에 따른 주문제작에 의한 다품종 소량 생산, 주문제작 제품의 반복적 소량 생산에 의한 생산 라인 운영, 2~3년의 기술 수명, 짧은 이익 회수 기간 등 벤처기업형 산업의 특징을 가지고 있음.
 - 전 세계적으로 반도체 검사 장비 산업은 반도체 제조 라인의 국가적 분포에 따라, 국내 시장을 타겟으로 정하지 않고 세계를 하나의 시장으로 보고 있는 국제 산업이기도 함.
 - 최종제품인 반도체의 특성상 공정장비와 더불어 검사장비 역시 반도체 공정을 활용하는 기술집약적 첨단산업의 특성을 가지고 있으며, 특히 무어의 법칙(Moore's Law)에 따르는 빠른 기술발전 속도에 따라 기존의 전자·기계·재료공학·화학공학 산업분야와 더불어 IT·NT 융복합형 지식산업의 특성을 가지는 산업임.

- 전공정이 완료된 후의 반도체 웨이퍼 칩 검사는 메모리 제조 공정에 필수적인 과정으로 최종 제품인 반도체 메모리의 수급과 기술발전 수준에 직접적인 영향을 받는 반도체 산업의 특징을 그대로 가짐.
 - 반도체 메모리가 활용되는 컴퓨터, 휴대폰, 디지털카메라, 이동식/고정식 저장장치 등 개인용, 가정용, 산업용 IT 기기의 수요가 정보화 흐름을 타

고 지속적으로 증대되고 있으며 이러한 메모리 반도체의 수요 증가는 반도체 산업내의 반도체 웨이퍼 칩 검사의 수요를 동시에 견인하고 있음.

- 또한 IT 기기의 성능에 대한 높아지는 사회의 요구 수준을 충족시키기 위한 반도체 메모리 분야의 기술적 진보는 최종 제품의 빠른 세대 교체를 촉진하고 최종적으로 동 제품이 활용될 반도체 웨이퍼 칩 검사의 수요를 증가시킴으로써 프로브 카드 산업을 성장시키고 있음.

□ 산업변화 요인분석 및 SWOT 분석

- 사회의 패러다임이 산업 사회에서 포스트 모던 산업사회로 전환되어 가고 있으며 포스트 모던 산업사회는 정보화를 중심으로 하는 지식경제 사회로의 모습을 갖추어가고 있음.
 - 이러한 사회 패러다임 변화는 정보량을 폭발적으로 증가시키고, 이에 따른 정보의 저장과 흐름을 지원하기 위하여 메모리 반도체를 사용하는 수많은 산업용, 개인용 IT기기의 수요를 창출함으로써 반도체 산업의 성장을 견인하고 있음.
 - 이는 반도체 제조에 필수적인 반도체 웨이퍼 칩 검사의 수요를 동시에 촉진함으로써 프로브 카드 산업을 근원적 측면에서 지속적으로 성장시키고 있음.
- 기술적으로는 반도체 부문 공정이 미세화 되어 가고 있으며, 메모리 및 비메모리 분야의 최종 제품의 세대 전환이 계속적으로 진행되고 있어 반도체 웨이퍼 칩 검사에 필수적인 프로브 카드의 신규 수요를 지속적으로 창출하고 있음.
 - 반도체 메모리 용량의 증가를 위해 DRAM 및 Flash 메모리 반도체 웨이퍼 칩의 사이즈가 200mm에서 300mm로, 300mm에서 차츰 450mm로 대

- 구경화 되어가고 있으며 동시에 집적도 역시 증가하고 있음.
- 이에 대응하기 위해 한 번에 동시 검사할 수 있는 반도체 웨이퍼 칩의 수의 증가가 요구되기 시작했으며, 보다 짧은 검사 시간을 요구함.
 - 특히 반도체 용량 증가와 반비례하여 반도체 메모리 공정이 nm 수준으로 미세화 되면서 반도체 웨이퍼 칩 피치(pitch)가 μm 단위로 미세화 되어 프로브 카드에 요구되는 회로 선폭과 미세피치 역시 μm 수준까지 도달하였고, 이에 따라 기존의 1세대 프로브 카드로는 미세 공정을 이용한 반도체 웨이퍼 칩의 검사가 불가능해짐으로써 프로브 카드 제조에도 반도체 제조 공정이 도입되어 확산되기 시작함.
 - 또한 반도체 메모리 칩이 단일 층에서 복층으로 구조화 되면서 복층 구조의 반도체 메모리 칩을 검사하기 위한 번인(Burn-in) 테스트 기술의 중요도가 증가하고 있음.
- 시장과 기술적 니즈의 변화는 MEMS 기술을 활용한 2세대 프로브 카드의 수요를 급격히 증가시키고 있음.
- 2000년 이후 등장한 MEMS 기술을 활용한 2세대 프로브 카드의 출현으로 기계식 캔틸레버 타입의 1세대 프로브 카드 중심의 시장에서 개량형 프로브 카드인 1.5세대와 2세대 프로브 카드 시장 중심으로 시장 균형을 급격히 재편하고 있음.
 - 국내 프로브 카드 산업은 최근 국산화가 진행되어 국내 반도체 산업의 세계적 위상에 비해 뒤늦기는 하지만 세계적 반열에 오르고 있고, 반도체 산업 내에서 주요 검사장비 및 부품으로써 프로브 카드 산업의 중요도에 대한 인식 제고와 함께 프로브 카드 산업이 세계적 반열에 오르기 시작하면서 산업계/학계를 비롯한 정부의 연구개발 투자 및 지원이 집중되기 시작하였으며 후방산업 부문의 세계적인 수위 기업을 통해 차세대 기술 개발의 성공 가능성과 시장 성장 전망이 밝음.
 - 다만 시장 전망이 긍정적인 요인으로 인해 세계적인 선두기업의 기술개

발 투자가 집중되고 있고, 세계적으로 수많은 벤처기업들이 동 분야에 기술개발을 통한 신규진입을 하고 있어 경쟁이 치열해 질 것으로 전망됨.

- 또한 반도체 최종 제조사가 세계 시장을 과점함으로써 프로브 카드 시장의 주요 수요처 역시 이들 제조사로 한정되기에, 신규 진입 기업의 경우 기존 기업의 진입장벽으로 인해 신규 시장 개척 및 수요처 개발이 산업적 특징으로 인해 어려울 것으로 판단됨.
- 하지만 시장 지배력 측면에서 기술적인 요인이 큰 부문을 차지하므로 차세대 프로브 카드 개발에 있어 혁신적인 기술로 저가격, 짧은 리드 타임, 많은 동시 검사 칩 수, 높은 검사 대상 웨이퍼 칩 대응 유연성 등의 시장 니즈를 충족시킬 수 있다면, 시장의 변화를 가져 올 수 있을 것으로 판단됨.

<국내 프로브카드 산업 SWOT 분석>

STRENGTH

- 세계적인 반도체 제조사 입지로 인한 풍부한 수요처 확보
- 세계적인 반도체 산업 인프라 확보
- 반도체 장비 국산화 투자 지원

WEAKNESS

- 낮은 검사 장비 국산화 수준
- 후방산업 교섭력 높음
- 투자 비용, 규모의 경제 등 높은 진입장벽

OPPORTUNITY

- IT 분야 성장에 따른 시장 수요 확대 전망
- 빠른 최종 제품 세대 교체
- 산/학/연의 투자유치

THREAT

- 세계적인 기술개발 및 시장 경쟁심화
- 기존 업체의 시장 지배력 강화
- 특허권 등 기술적 지재권 문제 존재

3. 기술 현황 및 전망

□ 국내외 기술개발동향

- 고용량, 고속도 정보 처리를 위하여 반도체 칩 IC의 회로 선폴이 더욱 미세화되고 반도체 소자의 집적도가 지속적으로 증가함에 따라, 테스트 및 패키징을 위한 패드의 수도 역시 증가하고 그 크기 및 피치는 점점 줄어드는 경향을 보이고 있음.
 - 반도체 생산량이 보다 대량화됨에 따라 테스트 비용 및 시간을 절감하기 위하여 동시에 많은 수의 다이를 테스트하기 위한 대면적 경향이 요구되고 있음.
- 전통적인 수작업에 의존하는 방식의 프로브 카드는 초기 1 DUT에서 출발하여 4 DUT와 16 DUT를 거쳐 최대 32 DUT 급으로 발전하였으나, 그 이상의 대면적 대응이 어려워 기술적으로 그 한계에 도달함.
 - 현재 반도체소자 검사용으로 주로 쓰이고 있는 에폭시 니들 타입(epoxy-needle type)의 프로브 카드의 경우는 텅스텐 니들을 사용함으로써 반도체소자의 패드와 패드 사이의 피치(pitch) 간격이 65 μ m까지는 대응 가능하나 65 μ m 이하의 피치를 가지는 반도체소자에 대해서는 대응이 불가능한 것이 현실이며, LOC 타입 및 정방형 타입 등으로 반도체기판상에 구현된 패드의 배치 형상에 따라 프로브 카드의 적용이 제약을 받음으로 패드의 배치 형상을 극복할 수 있는 새로운 프로브 카드의 개발이 시급한 상황임.

- 300mm 반도체 웨이퍼의 개발/양산과 더불어 프로브 카드 기술은 칩수/웨이퍼 및 I/Os 증가에 따라 “수직형” 또는 “MEMS” 프로브 기술과 동시 검사 기술로 급속히 전환되고 있음.
 - 반도체 칩의 I/O 패드 피치가 계속 축소되고 있으며, SoC(System on Chip) 디바이스의 개발 진행에 따라 그 복잡성을 수용할 수 있는 프로빙 기술의 개발이 요구되고 있고 기존의 니들 또는 캔틸레버형 프로브에서 “수직형” 또는 “MEMS” 기술을 이용한 프로브 카드를 개발 하는 등 연구 개발이 가속되고 있음.
 - 향후 40 μ m I/O 패드 사이즈 및 면 배열 I/O를 프로빙할 수 있는 수준의 프로브 카드의 개발이 요구됨.
 - 프로브 카드의 상품 특성을 살펴보면 프로브의 수명에 따라 최대 8개월 정도의 상품 수명을 가지는 소모성 부품으로서, 테스터/스테이션별, 반도체 디바이스 별로 고객 요구 설계 사항에 따라 제작되고 있음.

- 고속 성장 중인 차세대용 “수직형” 및 “MEMS” 형태의 프로브 카드는 기존의 캔틸레버 타입 프로브 카드에서 요구하는 패턴 폭/공간 스펙인 100/50 μ m 수준보다 초미세 패턴 수준인 40/20 μ m 수준을 요구하고 있으며 DUT수가 증가함에 따라 프로브 카드의 평탄도가 크게 중요한데 기존의 +/-300 μ m 수준의 10% 수준인 +/-30 μ m의 평탄도를 요구하고 있음.

□ 해외 기술개발동향

- 1993년에 설립된 폼팩터(FormFactor)社は 웨이퍼 레벨 반도체 테스트 및 패키지 솔루션을 제공하는 세계적인 프로브 카드 공급업체로 혁신적이며 고정밀도를 지닌 마이크로스프링 접촉(MicroSpring Contact) 기술의 창시

자임.

- 이 기술은 반도체 디바이스와 테스트 장비 간에 원가절감의 효과를 내면서 높은 전기적 특성을 제공하는 기술로 높은 신뢰성의 패키지 솔루션으로 사용될 수 있다는 것이 특징임.
 - 마이크로스프링 접촉 기술은 폼팩터社의 프로브 카드와 MOST 및 WOW 기술을 위한 지적재산인 웨이퍼 레벨 백엔드 공정을 위한 핵심기술로 진일보한 폼팩터社의 프로브 카드 기술을 통해 향상된 다중-병렬 특성으로 인해 자본 투자를 줄일 수 있었으며, 생산량 향상은 물론 디바이스와 테스트 장비간의 향상된 전기적 접촉으로 인해 수율을 높일 수 있고 마이크로스프링의 견고성으로 프로브 카드의 수명이 길다고 주장하고 있음.
 - 폼팩터社는 일반적인 에폭시 링 타입의 프로브 카드에서 진보된 형태의 프로브 카드 개발에 가장 앞서 있는 연구결과를 보이고 있는 기업으로 선결합(wire bonding) 기술을 이용하여 마이크로스프링이라는 구조를 갖는 프로브 어레이(probe array)를 제작함.
 - 이 구조로 200MHz ~ 300MHz 대역의 신호에 대해서도 우수한 응답을 나타냈으며, 32 DUT까지 제작이 가능하였으나 이 구조는 에폭시 링 타입과는 달리 한 개의 프로브가 고장이 났을 때 수리가 어렵고, 제작 기간이 오래 걸린다는 단점을 가지고 있으며, 프로브의 배열에 대한 자유도가 떨어져 LOC 타입의 칩에만 적용될 수 있다는 특성을 가지고 있음.
 - 이를 개선한 캔틸레버 타입의 스프링 구조의 'MicroSpring-II'는 Micro Spring에 비해 피치를 줄일 수 있는 능력이 우수하고 프로브 배열의 자유도가 뛰어나며 특히 MicroSpring의 경우는 탄성도가 4.5g/mil 정도이고 탄성도의 변화에 제한이 있으나, MicroSpring-II의 경우는 캔틸레버의 구조를 변경함으로써 탄성계수를 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있음.
- 프랑스의 UPSYS社는 실리콘을 이용한 Enhanced Cobra Probe라고 불리는 수직형 프로브 방식을 선보임.

- 이 형태의 프로브를 이용하여 45 μ m pitch 까지 대응할 수 있다고 발표하였으나 구체적인 테스트 결과 또는 상용화에 대해 알려진 바 없음.
- 미국의 Cerprobe社에서는 사진제판(photolithography) 기술을 이용하여 P4 라는 프로브 카드를 제작하였으며 이는 50 μ m 정도의 미세 피치에 대응이 가능하나 일차원 구조만이 가능하므로 프로브 레이아웃에 대한 자유도가 제한되어 있다는 단점을 가진 것으로 알려져 있음.
- 미국 ITRS, SEMATECH 자료에 의하면, 웨이퍼가 대구경화됨에 따라 기존에 32 DUT까지 검사할 수 있는 캔틸레버 타입 프로브 카드에서 현재에는 300mm 웨이퍼에 적용되는 128 DUT까지 수용할 수 있는 수직형 및 MEMS 타입 프로브 카드가 요구되고 있음.
- 수직형 타입 프로브 카드는 일본 JEM에서 주로 생산되며, MEMS 타입 프로브 카드는 미국 폼팩터社에서 주로 생산하고 있음.
- 폼팩터社는 마이크로스프링 컨택터를 이용하여 전체 300mm DRAM 웨이퍼에 대해 한 번의 터치다운 테스트를 지원할 수 있는 프로브 카드를 제조 발표했으며, 새로운 PH150XP 플랫폼 기반의 2만 6천개 프로브를 가지는 MEMS 기반 프로브 카드를 시장에 출시함.
- SV Probe는 Nand Flash 메모리의 원터치 검사가 가능한 SureTouchTM 프로브 카드를 출시하였으며, 60 μ m에 대응가능한 수직형 미세 프로브 카드인 LogicTouchTM을 출시함.
- Cerprobe는 50 μ m에 대응 가능한 P4 프로브 카드를 출시하였으나 레이아웃

모드에 대응 불가능하고 일차원 구조에만 적용 가능한 제품으로 파악됨.

- 국내시장 점유율 1위사인 파이컴은 60nm/55nm 공정의 DDR2와 DDR3에 대응 가능한 60 μ m급 300 DUT 이상 동시검사가 가능한 Harmony XPTM 프로브 카드를 출시하였고 6만회 이상의 검사 수명을 가지고 있다고 발표함.

□ 국내 기술개발동향

- 국내 최초로 마이크로머시닝을 이용하여 미세 피치에 대응하고자 하는 시도는 1996년 말 경북대학교와 (주)람소닉의 공동 연구에서 시작되었으며 이들은 다공성(porous) Si 공정과 이종 물질 접합부위의 응력 차이를 이용하여 캔틸레버 형태의 프로브를 제작함.
 - porous Si 재질 특성상 구조물의 기계적 특성이 약하고, 탐침부가 패드와 접촉시 패드의 산화막에서 발생하는 오염 물질이 탐침에 달라붙는 현상이 심하여 매번 탐침을 클리닝(cleaning)해야 하는 단점을 가진 것으로 알려져 있으며 이후 구체적인 테스트 결과나 성능에 대한 것은 자세히 알려지지 않고 있음.
- 1998년 MEMS 소자 개발 및 상용화를 목표로 설립된 AMST라는 벤처회사에서 1차 제품으로 MEMS 공정을 응용한 반도체 시험용 신형 프로브 카드 개발에 착수하였음.
 - 개발은 서울대학교 신기술 창업네트워크와 서울대학교 반도체 공동 연구소, 마이크로시스템 기술센터, 호산전자, 산자부 등의 지원으로 이루어짐.
 - 이들이 추구하는 방식은 Si/Glass 공정을 이용한 캔틸레버 형태이며 끝단에는 피라미드 형태의 Si 탐침에 Cr/Au 코팅이 되어 탐침부가 pad와

- 접촉 시에 일정 부분만이 계속적으로 접촉됨으로써 탐침이 파손되는 경우가 많다고 보고됨.
- 구조물을 제작하기 위하여 Si 이방성 식각을 하게 되는데 이 경우 프로브의 배열이 LOC 타입에만 국한된다는 단점이 있으며 프로브와 PCB를 선 결합(wire bonding)으로 연결하기 위하여 기판의 중앙 부위를 제거하게 되므로 다중형태(multi-para)에 부적절한 것으로 판단됨.
 - 현재 반도체 제조업체에서 필드 테스트 추진 중이거나 상용화 초기 단계인 것으로 알려짐.
- ASE코리아는 단방향 진입이 가능한 외팔보 형태의 36 Para 프로브 카드인 M2B를 지난 5월에 개발 성공했다고 보고되었으며 이 장비는 현재 애질런트 장비에 장착되어 셋업상태임.
- 단방향으로 제작된 탐침은 기존 양방향에 비해 테스트 과정에서 흔히 일어나는 테스트 범위가 좁아지므로 그만큼 정밀하다는 것이 특징임.
 - 니들의 길이는 13mm 미만으로 하이스피드에 대응되는 제품이며 테스트 결과 20만회 이상의 프로빙 신뢰성이 있다고 보고되고 있으며 향후 교정 시에도 단방향이기 때문에 기존 제품에 비해 간단하게 처리된다는 장점이 있음.
- 마이크로머시닝을 통해서 프로브를 제작함에 있어 전통적인 Si 프로세스를 따르는 것이 탐침의 높이가 균일한 구조를 제작하기에 적절하고 탄성도 측면에서 우수하지만, 실제 적용함에 있어서 충격에 약하다는 단점을 가지고 있어 프로브의 재질은 Si 보다는 합금 계열이 적합한 것으로 알려짐.
- 이 경우는 적절한 재료를 찾는 것과 그 재료의 특성에 적합한 마이크로머시닝 공정을 확립하는 것이 관건이며 프로브와 PCB를 연결하는 방식에 대해서도 전통적인 선 결합 방식이 아닌 쓰루홀(through hole)을 이용

한 상호결합(interconnection)이 이루어져야 프로브의 배열을 자유자재로 할 수 있게 될 것으로 판단됨.

- 프로브 카드의 기술적 패러다임이 MEMS 기반 2세대 프로브 카드로 전환되고 있는 상황에서 MEMS 기반 2세대 프로브 카드 제조가 가능한 업체 중 국내 기업으로는 파이컴, 글로벌씨키트, 코리아인스트루먼트, 세크론, From30, 에이엠에스티(AMST), 윌테크놀로지(Will technology), 유니테스트(Uni-test), 미코티엔 등 10개 미만 업체인 것으로 파악되며, 상용화 기술개발 중인 업체로는 미래산업, 유비프리스전, 아이에스씨테크놀로지(ISC Technology), 엠투엔, 새한마이크로텍, 마이크로프랜드, 시너지카드, 스텝시스템, 램소닉 등 10여개 업체로 파악됨.
- 국내에 진출한 2세대 프로브 카드 해외 업체로는 폼팩터(Formfactor), JEM(Japan Electronic Material), Wentworth Lab. DEMCO, APEX 등의 기업이 있는 것으로 파악되며, 이외에 기술력을 확보하고 진출가능성이 높은 업체로는 세계 10위권의 MJC(Micronics Japan Co.), TCL(Tokyo Cathode Lab.), Cerprobe, SV probe, Technoprobe, UPSYS, NHK, MPI, Cascade Microtech, K&S, Feinmetall and Microprobe 등이 있음.
- 파이컴은 90년대 후반부터 프로브 카드에 MEMS 기술 접목을 꾸준히 시도하여 2003년 64 DUT 프로브 카드의 상용화에 성공하였으며, 현재 128 DUT 프로브 카드를 양산 중에 있으며 조만간 256 DUT 급 프로브 카드를 선보일 예정으로 있는 등 마이크로 프로브 전체를 MEMS 공정 기술을 적용하여 개발 성공해 현재 전세계 반도체 업계에 공급하고 있음.
- 측정 대상 반도체 면에 초미세 격자구조의 헤드부분이 접촉하면서 전기

적·물리적 특성 등을 자동 인식하는 장치로, 기존 바늘방식(핀 구조)의 수작업에 따른 생산성 및 성능 한계 등의 문제점들을 극복하려고 한 것이 연구개발의 배경임.

- 유니테스트는 최근 300mm 크기 D램 메모리반도체 원판을 다루는 2세대 MEMS방식 프로브 카드를 개발해 하이닉스반도체로부터 양산인증을 받음.
- MEMS 기술을 이용하여 본격적으로 상용화한 곳은 현재 세계적으로 한국의 파이컴社와 미국의 폼팩터社가 유일한 상황임.

□ 경쟁 및 대체기술동향

- MEMS 기술은 식각 기술을 이용한 반도체 공정을 이용하므로 다양한 형상의 프로브 구현이 가능하여 의도하는 여러 응용 형태의 프로브를 제작할 수 있는 장점을 가지고 있음.
- MEMS 기술을 활용함에 따라 웨이퍼 레벨로 프로브 카드를 만들 수 있어 기존의 수동으로 조립하던 기술에 비하여 테스트 시간과 비용을 1/4 이하로 대폭 줄일 수 있고, 팁의 정확도 및 반복 검사시 회귀성 등에서 탁월한 성능을 발휘할 거라 예상되기 때문에, MEMS 프로브 카드가 기존 프로브 카드를 급속히 대체할 것으로 전망됨.
- 차세대 MEMS 프로브 카드 연구논문으로는, 김봉환(IC-MEMS Inc) 등은 2004년 MEMS 기술을 이용한 미세피치를 갖는 프로브유닛, 민철홍(카톨릭대학교) 등은 2007년 와이어본드를 이용한 마이크로스프링형 프로브 카드, Dar-Yuang Chang(Chinease Culture Univ.) 등은 2009년 "Cantilever Probing Needle used in Epoxy Ring Probe Card" 등이 있으며, 많은 연구

자 및 회사들에 의해 활발히 연구되고 있으나 정보공개는 제한적임.

- 그 외 세계적으로 최근 이 분야 기술적 중요성에 대한 인식이 확산되면서 MEMS 학회 또는 반도체 테스트 관련 학회에서 MEMS 기술을 접목한 프로브 카드 관련 연구 논문들이 꾸준히 발표되고 있으며, 각 연구 기관과 기업들의 연구 개발 및 특허 등록 활동이 활발히 이루어지고 있음.
- 하지만 현재 상용화되거나 연구개발 중인 대부분의 MEMS 형태의 프로브는 구조적으로 마이크로 프로세서, ASIC 등과 같이 패드가 복잡하게 배열된 반도체 칩 IC에는 적용하기 어려운 단점이 있고, 이들 제품들의 경우에는 아직도 수직형 니들 기술이 보편적으로 사용되고 있음.

□ 향후 기술전망

- DUT 수의 증가는 테스트 비용의 절감을 수반하며, 궁극적으로는 한 번의 콘택트로 한 장의 8인치 또는 12인치 웨이퍼를 검사할 수 있는 풀 웨이퍼 컨택터의 개념으로 프로브 카드 기술은 진보 중에 있음.
- 반도체 제품을 출하하기 전 불량품을 조기에 검사하기 위한 번인 테스트 (Burn-In Test)에서도 EDS에서 보인 안정된 성능을 바탕으로 MEMS 타입이 사용되기 시작하였으며, 조만간 시장에 급속히 자리잡을 것으로 전망됨.
- 급속한 기술발전을 이룬 반도체 전공정에 비해 상대적으로 기술 발전 속도가 느렸던 후공정에 있어서 풀 웨이퍼 콘택터와 번인 테스트 모두 풀 웨이퍼 레벨에서 진행된다면 웨이퍼 레벨 패키징 기술 발전과 더불어 궁극적으

로 반도체 후공정 모두 풀 웨이퍼 레벨에서 진보된 기술이 열릴 것으로 기대되며, 그 핵심 키 또한 MEMS 기술이 될 것으로 전망되고 있음.

4. 시장 동향 및 전망

□ 공급 및 수요 동향

- 반도체 공정의 기술 진보와 제품 세대 교체에 따라 최근 프로브 카드의 시장 수요는 2세대 프로브 카드를 중심으로 증가하고 1세대 프로브 카드는 점차 쇠퇴하고 있으며, 1.5세대 프로브 카드는 과도기 단계를 지나고 있음.
 - 2001년 MEMS 공정을 활용한 프로브 카드가 도입된 후 프로브 카드 시장 성장을 주도하였고, 시장 니즈가 고가의 2세대 프로브 카드 대비 가격경쟁력을 갖춘 개량형 1.5세대 프로브 카드로 집중되면서 2005년에 1.5세대 프로브 카드 시장이 2004년 대비 두 배 수준으로 급격히 성장함.
 - 기술발전과 가격경쟁력을 회복한 2세대 프로브 카드에 의해 2006년 이후 시장 주도권이 2세대 프로브 카드로 넘어감으로써 1.5세대와 1세대 프로브 카드 시장 규모가 위축되기 시작하였으며, 2007년 말 이후 계속되는 세계적 경제위기에 의해 전반적으로 프로브 카드에 대한 시장 수요가 줄어들었으나 2009년을 저점으로 다시금 2세대 프로브 카드를 중심으로 회복되고 있음.

- 파이컴 등 프로브 카드 제조 업체의 사업 보고서와 VSLI 등 시장조사기관의 시장조사 자료, 신영증권 등 국내 증권사 자료 등에 의해 추정된 2008년 국내 프로브 카드 시장은 약 2,500억 원 규모로 추정됨.
 - 프로브 카드 시장 중 캔틸레버 방식의 1세대 프로브 카드는 약 250억 원, 개량형 1.5세대 프로브 카드는 900억 원, 2세대 MEMS 공정을 활용한 프로브 카드 시장은 1,350억 원 규모로 추정됨.

- 2세대 프로브 카드 시장에서 파이컴, 코리아인스트루먼트 등 국내에서 생산된 프로브 카드 공급량은 국내 시장의 약 30% 수준으로 조사되고 약 70%는 Formfactor, JEM 등의 해외 업체로부터 수입되는 것으로 추정되고 있으며, 국내 생산 2세대 MEMS 프로브 카드의 약 10%는 해외시장에 수출되는 것으로 파악됨.
- 공급측면에서 2세대 MEMS 프로브 카드의 단가는 종류와 성능에 따라 3천만 원에서 1억 원 사이에 형성되어 있고 5천만 원 이하 제품의 비중이 높은 것으로 파악되어 제품당 평균 단가를 5천만 원으로 산정시 2008년 국내 공급량은 약 2,700매 수준인 것으로 추정됨.
 - DDR3 등 차세대 제품을 중심으로 한 메모리 반도체 시장의 성장에 따라 프로브 카드 시장의 국내 수요는 높아지고 있으나, 파이컴, 코리아인스트루먼트 등 국내 업체의 공급량은 한계수준에 가까운 것으로 파악되어 국내 공급이 수요에 비해 부족한 불균형 상태인 것으로 파악됨.
 - DDR3에 대응 가능한 업체가 세계적으로 미국의 폼팩터와 국내 업체인 파이컴 뿐 인 것으로 파악되어 국내 공급량이 매우 부족할 것으로 전망되고. DDR3 메모리에 대응 가능한 프로브 카드의 경우 1억 원 수준의 가격 형성이 추정되어 고가 제품에 대한 수급 불균형이 커질 것으로 전망됨.
- 프로브 카드 후방산업에 위치한 주요 국내 수요처로써 반도체 메모리 웨이퍼 칩 제조사로 삼성전자, 하이닉스, 동부하이텍, 서울반도체, KEC, 페어차일드코리아 등이 있으며, 중소규모 수요업체로는 팹리스 반도체 디자인 하우스인 펜타마이크로, 엘디티, EMLSI, 에이로직스, 다윈텍, 다물멀티미디어, 티엘아이, 코아크로스, 텔레칩스, 코아로직, 에이디 칩스, 엠텍비전, 시

엔에스, 상화마이크로, 피델릭스, 넥실리온, 넥스트칩, 솔렉스세미컨덕터 등이 존재함.

- 삼성전자의 경우 폼팩터 등이 제조한 프로브 카드를 상당부분 수입하여 사용하고 있으며, 하이닉스와 동부하이텍의 경우 수입 제품뿐만 아니라 국내 생산 제품을 활용하는 것으로 파악됨.
- 팹리스 반도체 디자인 하우스의 경우 다양한 국내외 제조사의 2세대 MEMS 프로브 카드를 사용하고 있는 것으로 조사됨.

□ 업체 동향

- 프로브 카드 시장은 세계적으로 상위 10개 업체가 90%의 시장을 점유하고 있으며, 상위 3개 업체가 상위 10개 업체 점유율의 70%를 점유하고 있는 독과점적인 시장임.
- 상위 10개 업체에 국내 업체로는 파이컴과 삼성전자의 자회사인 글로벌 써킷가 포함되어 있고, 국내 DRAM 및 Flash 메모리 반도체 제조사의 세계 시장 점유율이 약 50% 내외인 수준에서 국내 프로브 카드 업체의 세계 시장 점유율이 약 10% 내외에, 또한 국내 시장 점유율이 약 30% 내외에 머무르고 있는 상황은 해외 업체의 국내진출이 활발하다는 점을 부각시키고 수입의존도가 높다는 점을 시사함.
- 국내 시장은 최근 몇 년간 파이컴, 폼팩터, MJC, 코리아인스트루먼트, JEM, AMST 등이 전체 시장의 약 80%를 과점하고 있으며, 상위 5개 업체의 점유율 변동이 높은 상황으로 경쟁 수준이 매우 치열함.
- 프로브 카드의 기술적 패러다임이 MEMS 기반 2세대 프로브 카드로 전환되고 있는 상황에서 MEMS 기반 2세대 프로브 카드 제조가 가능한 업체

중 국내 기업으로는 파이컴, 글로벌씨키트, 코리아인스트루먼트, 세크론, From30, 에이엠에스티(AMST), 윌테크놀로지(Will technology), 유니테스트(Uni-test), 미코티엔 등 10개 미만 업체인 것으로 파악되며, 상용화 기술개발 중인 업체로는 미래산업, 유비프리시전, 아이에스씨테크놀로지(ISC Technology), 엠투엔, 새한마이크로텍, 마이크로프랜드, 시너지카드, 스텝시스템, 람소닉 등 10여개 업체로 파악됨.

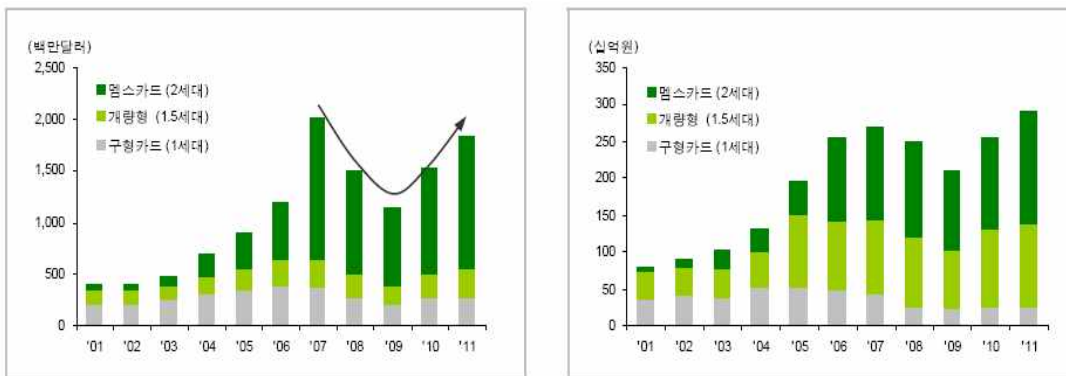
- 국내에 진출한 2세대 프로브 카드 제조 가능 해외 업체로는 폼팩터(Formfactor), JEM(Japan Electronic Material), Wentworth Lab. DEMCO, APEX 등의 기업이 있는 것으로 파악되며, 이외에 기술력을 확보하고 진출가능성이 높은 업체로는 세계 10위 권의 MJC(Micronics Japan Co.), TCL(Tokyo Cathode Lab.), Cerprobe, SV probe, Technoprobe, UPSYS, NHK, MPI, Cascade Microtech, K&S, Feinmetall and Microprobe 등이 있음.
- 세계시장 점유율 1위사인 폼팩터는 새로운 PH150XP 플랫폼 기반의 2만 6천개 프로브를 가지는 MEMS 기반 프로브 카드를 시장에 출시함.
 - SV Probe는 Nand Flash 메모리의 원터치 검사가 가능한 SureTouch™ 프로브 카드를 출시하였으며, 60 μ m에 대응가능한 수직형 미세 프로브 카드인 LogicTouch™을 출시함.
 - Cerprobe는 50 μ m에 대응 가능한 P4 프로브 카드를 출시하였으나 레이아웃 모드에 대응 불가능하고 일차원 구조에만 적용 가능한 제품으로 파악됨.
 - 국내시장 점유율 1위사인 파이컴은 60nm/55nm 공정의 DDR2와 DDR3에 대응 가능한 60 μ m급 300DUT 이상 동시검사 가능한 Harmony XPTM 프로브카드를 출시하였고 6만회 이상의 검사 수명을 가지고 있다고 발표함.

- 프로브 카드 제조에 요구되는 부품 및 소재 부분에서 PCB 생산업체로 국내에는 글로벌씨키트, 인테크, 뉴센트 등이 있고 해외에는 OPC, Hitachi-Chemical 등이 있으며, MEMS 프로브 카드의 MLC PCB 타입 제조에 요구되는 Space Transformer의 경우 세계적으로 Kyocera와 NTK가 과점적으로 공급하며 최근 국내 업체인 코미코와 탑엔지니어링이 분야에 진출하였으나, 국내 및 세계적으로 Kyocera가 시장 점유율을 높이고 있음.
- 세피치로 구현 가능한 프로브 카드용 프로브 재료로는 MLC(Multi-layer Ceramic)와 MLO(Multi-layer Organic)로 구분할 수 있는데 MLC는 HTCC(High Temperature Co-firing Ceramic)를 이용하여 제작이 용이하나 제조원가가 높은 특성이 있다. 반면 MLO는 제조원가가 저렴하다는 장점이 있음.
- MLC는 폼팩터에서 개발하여 전세계 시장을 독점하고 있으며, MLO는 PCB 제작 기술을 활용한 것으로 미세 패턴의 실현이 쉽지 않아 JEM에서 일부 생산하는 것으로 조사됨.
- 향후 DDR3를 중심으로 재편되는 메모리 반도체 부문에서 세계 1위 업체인 폼팩터와 세계 4위이며 국내 1위 업체인 파이컴만이 DDR3 대응 가능 MEMS 프로브 카드를 제조할 수 있는 것으로 파악됨.
- 향후 기존 MEMS 프로브 카드 제조사와 관련 기술개발 업체들의 기술적 진보를 고려할 시에 2세대 MEMS 기반 프로브 카드 시장의 경쟁강도는 더욱 치열해질 것으로 판단됨.
- 이러한 프로브 카드 시장의 경쟁상황을 고려할 때 2세대 MEMS 기반 프로브 카드 시장은 현재 국내에 강력한 경쟁사가 이미 과점적으로 존재하고 있으며, 국내 시장에 대한 국내외 잠재적 경쟁사의 출현 가능성이 높은 것으로 판단됨.

□ 시장 규모 및 전망

- 프로브 카드 시장조사 전문기관인 VLSI 리서치와 국내 증권사의 조사자료에 의하면, 세계 프로브 카드 시장은 2001년 4억 달러에서 2007년 13.6억 달러로 증가하였으며, 국내 프로브 카드 시장은 2001년 750억 원에서 2007년 2,700억 원으로 증가함.
 - 2007년 말 세계 경제위기로 인해 2007년을 정점으로 2009년 세계 시장은 7.7억 달러로, 국내 시장은 2,100억 원으로 줄어 들 것으로 추정됨.
 - 2009년 하반기부터의 경기회복으로 인해 2013년 세계 시장은 약 15억 달러로, 국내 시장은 약 4,000억 원 수준으로 재성장할 것으로 전망됨.
- 전체 프로브 카드 시장 규모의 변동에 따라 2세대 MEMS 기반 프로브 카드 시장은 위 조사 자료에 근거하여 2009년 세계시장 3.9억 달러, 국내시장 1,000억 원으로 추정됨.
 - 향후 2세대 MEMS 기반 프로브 카드 시장규모는 2011년 세계시장 7억 달러, 국내시장은 1,500억 원에 이를 것으로 예측됨.

<세계/국내 프로브 카드 시장 규모>



자료: 신영증권, 파이컴 기업분석 보고서, 2009. 6, VLSI Research 2008 발취·재구성

○ 세계경제회복에 의해 반도체 메모리의 사회적 수요 증가에 의해 프로브 카드 수요는 다시 급격히 증가할 것으로 전망되며, 특히 반도체 공정의 기술 진보에 의한 제품 세대 교체에 따라 2세대 MEMS 기반 프로브 카드의 수요는 프로브 카드 시장 성장율을 상회할 것으로 예상됨.

- 시장 수요의 증가 추세에 따라 2세대 MEMS 기반 프로브 카드의 세계시장은 2009년 3.9억 달러에서 79% 성장한 2011년 7억 달러로, 국내시장은 2009년 1,000억 원에서 50% 성장한 1,500억 원으로 성장할 것으로 전망되어, 동 기술과 관련한 시장의 성장률은 매우 높은 것으로 판단됨.

<세계 및 국내 2세대 MEMS 프로브 카드 시장 성장률>

	세계 2세대 MEMS 프로브 카드 시장 성장률 (2009~2011)	국내 2세대 MEMS 프로브 카드 시장 성장률 (2009~2011)
성장률	79%	50%

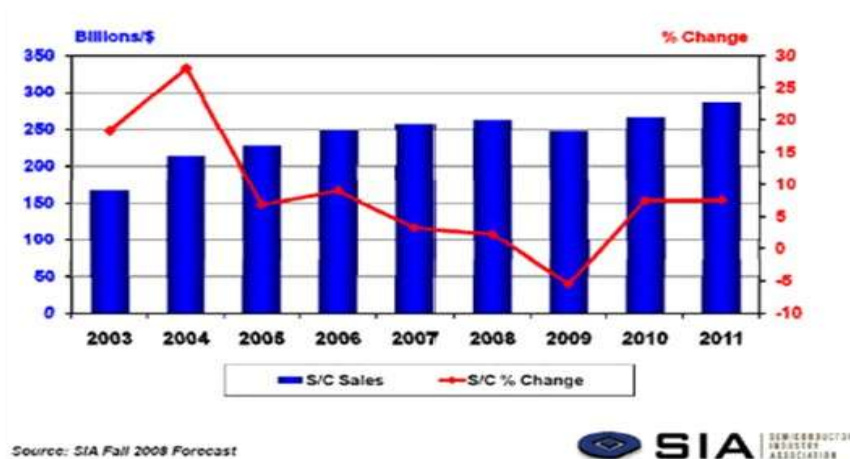
자료: 신영증권, 파이컴 기업분석 보고서, 2009. 6, VSLI Research 2008 발취·재구성

5. 기술 니즈 분석

□ 촉진요인

- (메모리 반도체의 수요 증가) 컴퓨터, 휴대폰, 디지털카메라 및 각종 IT 기기의 폭발적인 수요증가는 이들 제품에 필수적으로 포함되는 메모리 반도체의 수요 증가를 가져왔으며 이는 반도체 산업내의 반도체 웨이퍼 칩 검사의 수요를 견인하고 있음.
- 최근의 전 세계적인 금융 위기로 인하여 2009년 세계 반도체 시장의 매출액은 전년대비 5.6% 감소할 것으로 전망 되지만 2010년부터 종래의 수준을 회복하여 성장할 것으로 예상됨.

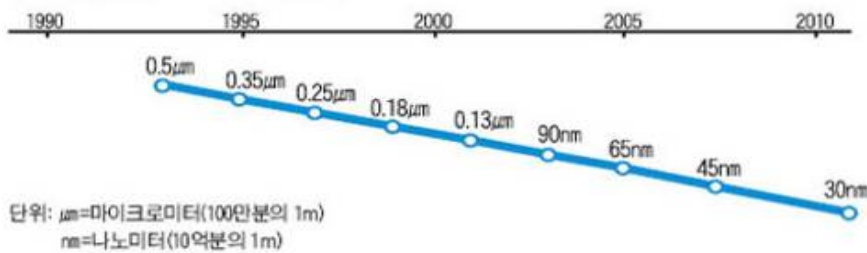
<세계 반도체시장 매출액 변화 (단위: 십억 달러. %)>



- (IT 기기 성능에 대한 사회적 요구 수준의 증대) 점차적으로 증대되고 있는 IT 기기 성능에 대한 사회적 요구는 메모리 반도체의 기술적 진보와 빠른 세대교체를 야기하여 반도체 웨이퍼 칩 검사의 수요를 증대 시키고 있음.

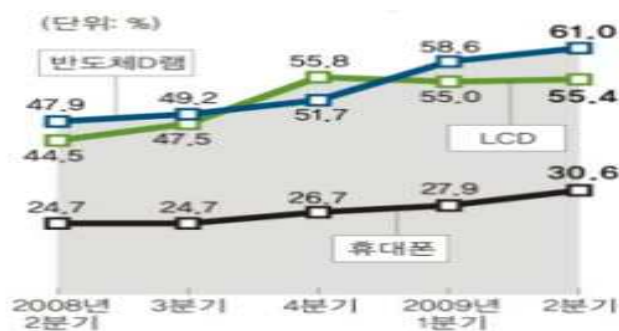
- (반도체 공정의 미세화) 메모리 반도체 기술의 진보에 따라 반도체 웨이퍼 칩은 대용량, 고집적화가 요구되고 있으며 이에 따라 프로브 카드의 신규 수요를 지속적으로 창출하고 있음.
- 증가된 반도체 용량에 반비례하여 반도체 웨이퍼 칩 피치가 수 um 수준 까지 미세화되고 있으며, 이러한 미세 선폭에 대응할 수 있는 MEMS형 프로브 카드의 기술 발전이 필수적임.

<무어법칙에 따른 CPU 회로의 선폭 변화 추이>



- (세계적인 반도체 산업 인프라 확보) 국내의 삼성전자, 하이닉스, 동부하이텍, KEC, 서울반도체 등의 세계 굴지의 메모리/비메모리 웨이퍼 칩 제조사는 프로브 카드의 주요 수요처가 될 수 있으며 이들 업체들의 시장에서의 위상은 프로브 카드의 기술개발에 뛰어난 촉진요인이 될 수 있음.

<국내 IT 제품의 세계시장 점유율 추이>



□ 저해요인

- (검사 장비의 낮은 국산화 수준) 밝은 시장 전망으로 인해 세계적 선두기업들의 기술개발 투자가 집중되고 있으며, 수많은 벤처기업들이 프로브 카드의 기술개발에 신규 진입하고 있어 경쟁이 치열할 것으로 예상됨.
- (높은 시장 장벽) 삼성전자, 하이닉스, 인텔, 엘피다, 마이크론, TI, 도시바 등의 반도체 최종 제조자가 메모리 반도체 시장을 과점하고 있기 때문에 프로브 카드의 수요처가 이들 업체들로 한정되어 기존 기업의 진입장벽으로 인하여 신규 시장 개척 및 수요처 개발에 어려움이 있을 것임.

<2009년 업체별 D램 반도체 시장 점유율>



□ 제품 니즈 분석

- 최근 반도체 칩 검사 장비에서 요구되는 프로브 카드에서의 수요는 저가격, 짧은 리드 타임, 많은 동시 검사 칩 수, 높은 검사 대상 웨이퍼 칩 대응 유연성 등으로 나타낼 수 있음.

○ 프로브 카드의 저가격화

- 프로브 카드는 점차 대구경화 되는 웨이퍼 칩에 따라 450 mm 웨이퍼 칩, 수십 μm 내외의 회로 선폭과 피치에 대응이 가능해야 하므로 검사 팁의 경우에는 10 μm 내외, 회로 선폭과 피치의 경우에는 30 ~ 60 μm 이하의 미세공정이 가능해야 함.
- 접촉 정확도의 향상을 위하여 $\pm 5 \mu\text{m}$ 수준의 팁 접촉 평탄도를 유지해야 하는데, 기존의 텅스텐 니들을 이용한 프로브 팁에서는 이러한 수준을 만족하기 어려울 뿐 아니라 멤즈 공정을 통해서도 많은 공정 비용이 소모되어 전체 프로브 카드의 비용을 높이는 요인이 됨.
- 또한 팁 제작과 더불어 패키징 비용 또한 높아서 복수칩모듈, 적층 패키징 등의 새로운 방안들이 도출되고 있어 소모품인 프로브 카드의 저가격화를 위해서 저비용의 프로브 제작 기술과 패키징 기술을 개발할 필요가 있음.

○ 짧은 리드 타임

- 프로브 카드는 적용 대상에 따라 다양한 요구사항별로 주문 제작되는 다 품종 소량 생산에 유연한 대응이 요구됨.
- 일반적으로 10주 정도로 걸리는 초기 주문 후 납품 리드 타임을 4주 정도로 줄여야 하며 재 주문시 1주 이내의 납품 리드 타임이 요구됨.

○ 고기능화 - 많은 동시 검사 칩 수

- 반도체 칩의 테스트 시간은 디바이스마다 차이가 있으나 일반적으로 수 분에서 수십 분까지 소요되는데 동시에 많은 칩을 테스트 할수록 제조시간 및 비용의 관점에서 효율적임.
- 이를 위하여 동시에 검사 가능한 칩의 수가 기존의 300 DUT 에서 450 DUT 정도로 요구치가 높아지고 있음.

- 높은 검사 대상 웨이퍼 칩 대응 유연성
 - 프로브 카드의 검사 대상은 메모리 웨이퍼 칩과 비메모리 웨이퍼 칩으로 나눌 수 있는데 이중 메모리 웨이퍼 칩의 경우 SRAM, DRAM, NAND 플래시 메모리 등을 대상으로 하며 비메모리 웨이퍼 칩의 경우 논리 칩을 대상으로 함.
 - 다양한 웨이퍼 칩에 대응이 가능한 프로브 카드가 요구됨.

6. 시장 특성 분석

□ 수요처 및 특성

- 프로브 카드 후방산업에 위치한 주요 국내 수요처로써 반도체 메모리 웨이퍼 칩 제조사로 삼성전자, 하이닉스, 동부하이텍, KEC, 서울반도체 등이 있으며, 소규모 수요업체로는 팹리스 반도체 디자인 하우스인 펜타마이크로, 엘디티, EMLSI, 에이로직스, 다윈텍, 다플멀티미디어, 티엘아이, 코아크로스, 텔레칩스, 코아로직, 에이디 칩스, 엠텍비전, 시앤에스, 상화마이크로, 피델릭스, 넥실리온, 넥스트칩, 솔렉스세미컨덕터 등이 존재함.
- 해외 수요처로는 해외 반도체 제조사로 인텔, 텍사스 인스트루먼트, 도시바, ST마이크로 인렉트로닉스, 르네사스 테크놀로지, 소니, 인피니언 테크놀로지, AMD, 퀄컴, 니폰전기, 프리스케일 세미컨덕터, 마이크론 테크놀로지, 키몬다, 엘피다 메모리, 샤프 전자 등 수십 개 기업이 있고, 팹리스 반도체 디자인 하우스로는 미국, 일본, 대만, 유럽 등지에 백여 개 이상의 기업이 존재함.
- 프로브 카드의 생산 및 매출 형태는 수요자에 의한 주문 제작형 다품종 소량 생산과 이차 주문에 의한 반복 재생산에 의해 이루어지며 대규모 수요처인 반도체 제조사가 세계적으로도 국내적으로도 과점적으로 시장을 점유하고 있음.
- 이로 인해 수요자 교섭력이 공급자 교섭력보다 높은 특성을 가지지만, 높은 성능 수준을 가지는 프로브 카드 제조에 요구되는 기술적 능력을

- 확보하고 있는 시장 공급자의 수가 많지 않고, 공급자가 과점적 형태로 시장을 지배하고 있어 제품의 수요자 교섭력을 보완하는 요인으로 작용함.
- 중소규모 수요처인 반도체 팹리스 디자인 하우스는 세계적으로 수백 개, 국내에 수십 개 존재하여 이들 수요처 간의 교섭력은 공급자 교섭력이 보다 우위에 있는 것으로 판단됨.
- 수요와 공급 규모의 특성에 있어 프로브 카드 시장 내에서 반도체 공정의 기술 진보에 의한 빠른 제품 세대교체에 대응할 수 있는 2세대 MEMS 프로브 카드의 수요는 급격히 증가하고 있음.
- MEMS 기반 프로브 카드의 시장 수요는 매우 빠르게 증가 하고 있는 반면, 공급은 매우 부족한 것으로 파악됨.
 - 2세대 MEMS 기반 프로브 카드 시장의 공급자 교섭력이 수요자 교섭력보다 높은 것으로 판단되고 현재 DDR3 메모리 반도체에 대응할 수 있는 MEMS 프로브 카드 생산 가능 업체는 세계에서 폼팩터와 국내의 파이컴뿐인 것으로 파악되어 이 두 개 사의 경우 공급자 교섭력이 수요자 교섭력보다 매우 높은 것으로 판단됨.
 - 폼팩터의 경우 국내 반도체 제조사인 삼성전자에 제품을 공급하고 있으며, 파이컴의 경우 국내 반도체 제조사인 하이닉스에 제품을 공급하고 있음.
 - 기술적 수준이 높은 2세대 MEMS 프로브 카드의 경우 수요자 교섭력 대비 공급자 교섭력 우위에 의해 고객충실도가 높은 것으로 판단됨.
- 프로브 카드 시장의 공급자와 수요자의 구조적 특성 이외에 프로브 카드의 성능과 품질, 주문 후 납품에 이르는 리드타임, 제품 가격이 수요자 교섭력과 공급자 교섭력에 영향을 미치는 요인으로 파악됨.

- 2세대 MEMS 프로브 카드의 최초 주문 후 납품 리드 타임이 10주 내외, 재 주문 납품 리드 타임이 4주 내외이고 제품 가격이 3천만 원에서 1억 원 수준에 형성되어 있는 점을 고려할 때, 리드 타임과 제품 가격을 낮출 경우, 수요 공급의 구조적 특성에 더하여 공급자 교섭력을 강화하여 고객충실도를 높일 수 있을 것으로 전망됨.

□ 시장진입장벽

- 국내 프로브 카드 시장은 과점적 경쟁구도를 구성하고 있으며, 기업간 경쟁이 치열하여 상위 10개 기업의 시장점유율 변동이 큰 시장임.
 - 프로브 카드 시장의 핵심 니즈는 프로브 카드의 성능과 관련된 기술적 요구사항으로, 프로브 카드 시장이 주문 제작형 생산 시스템을 따르고 반도체 공정의 급속한 기술적 진보에 의해 제품 세대 교체가 자주 발생하기 때문에, 시장의 핵심 니즈인 제품의 기술적 요구사항이 빠르게 높아지고, 이에 대응하는 기업의 기술적 역량 차이로 인해 기업간 시장점유율의 변동이 큼.
- 프로브 카드 시장 기술적 패러다임이 2세대 MEMS 프로브 카드로 전환되고 있는 상황에서 2세대 MEMS 프로브 카드 부문의 기술력 확보가 시장 경쟁력에 큰 영향을 미치고 이는 시장의 진입장벽으로 작용함.
 - 2세대 MEMS 프로브 카드 부문의 주요 기술적 이슈로는 기술 방식과 기술적 성능이 있음.
 - 기술 방식과 관련된 이슈로 국내 시장 점유율 1, 2위 업체인 폼팩터와 파이컴의 수년간의 특허 분쟁이 있었으나 최근 파이컴의 폼팩터 특허침해 무효 결정으로 특허 분쟁이 종료되어 기술 방식과 관련된 문제는 해소된 상태임.

- 기술적 성능 부분의 이슈로는 미세 피치 구현, 동시 검사 웨이퍼 칩의 수, 검사 시간, 검사 정확도와 신뢰도를 결정짓는 프로브 편평도와 강건성, 프로브 검사 수명 등이 있음.
 - 기술적 성능을 충족하는 고품질의 2세대 MEMS 프로브 카드의 설계, 제조, 생산과 관련된 기술적 난이도가 높기에 기술적 시장진입장벽이 형성됨.
 - 기술적 성능 이슈는 주문 후 납품 리드 타임, 고품질 제품의 안정적 공급과 결부되어 공급측면의 추가적인 시장진입장벽을 형성하게 됨.
 - DDR3 제품 대응 가능한 프로브 카드의 생산과 관련되어 안정적 고품질 수준을 확보하고 있는 폼팩터와 파이컴 등의 소수 기업에 의해 과점적으로 시장이 지배되어 이 부분의 시장진입장벽으로 작용할 것으로 판단됨.
- 반도체 공정과 관련된 인프라 기술의 급격한 발전으로 인해 많은 후발주자의 기술수준이 급격히 높아지고 있어 기술적 요인의 시장진입장벽은 점차 낮아져 균형 상태에 수렴할 것으로 판단됨.
- 신규 참여기업의 시장진입 및 퇴출이 용이할 것이고 주문 제작형 생산 시스템 대응력, 제품 가격, 공급 물량, 납품 리드 타임 등의 시장적 요인이 경쟁요인으로써 이동진입장벽을 형성할 것으로 보임.

□ 관련 정책 및 제도

- 우리나라 정부는 반도체 산업을 미래선도사업으로 선정 차세대 반도체를 중심으로 “2015년 세계 반도체 2강 도약”을 목표로 기술개발, 인력양성, 시스템 반도체 및 장비·재료 산업 육성 등 세부 사업을 추진중임.
- 지식경제부를 중심으로 시스템 반도체 산업 발전전략 수립 및 추진, 반도체 장비·부품·재료 산업 육성계획, 차세대 반도체 R&D 전략 개편 및

실행을 세부적으로 추진하고 있다. 차세대 반도체 R&D 전략 개편 및 실행 부문에서는 차세대 반도체 국제 공동기술개발 사업 추진 계획, 반도체 연구개발 사업중심 구축계획, 반도체 장비·부품·재료 상생협력 추진 계획을 수립하고 추진중임.

- 반도체 장비재료업체 종합 지원 대책으로 운영자금 부족 해소, R&D 지원, 중견기업 경쟁력 강화 조치의 3가지 정책방향에서 지원을 추진하고 있음.
 - 상생보증프로그램을 확대 실시하여 대기업과 은행이 신용보증기금과 기술신용보증기금에 출연하면 출연금의 33배를 협력업체에 지원하는 정책을 시행중이고, 현재 하이닉스반도체, 삼성전자, 포스코, 현대자동차 등이 약 260억 원 규모를 출연하였다. 또한 성장단계 맞춤형 지원 강화로 태동단계 기업에 신성장동력 펀드를 통해 창업자금을 지원하고, 장비부문을 국세청에서 마련중인 '신성장동력 표준산업분류'에 반영하여 장비업체의 사업초기단계에서 세무조사를 면제하고, 성장단계 기업에게 국산장비 사용시 금융 인센티브를 제공할 계획이며, 권역별 대표 장비기업을 육성할 계획임.
- WTO 협정에 의한 직접적인 자금 지원 제재로 R&D 자금을 지원하고자 2006년 이후 설비투자 지원, 신공정 장비 재료의 성능 평가 및 인증, 차세대 장비 상용화 기술 공동개발의 3대 상생협력 사업을 본격 추진하고 있음.
 - 삼성전자, 하이닉스반도체, 동부하이텍의 반도체 기업 3사의 '반도체 장비·재료 성능평가 협력사업'을 통해 2007년 이후 93개 과제를 평가하고 59개의 국산 장비와 재료에 대한 인증서를 발급하고, 이를 통해 3,900억 원 이상의 구매가 이루어짐.
 - 차세대 장비 상용화 기술 공동개발을 위해 반도체기반기술개발사업으로 기술선도국과의 공동기술협력을 지원하여 100억 원 규모의 사업이 진행중임.

- 세부적으로 지식경제부와 교육과학기술부를 중심으로 기술개발, 기반구축, 인력양성 측면에서 정부지원 기술개발사업이 추진되고 있음.
 - 기술개발 부분으로 시스템 IC 2010 사업, 차세대 성장동력사업, 중기거점 개발사업, 반도체장비상용화 사업, 부품소재개발사업 및 핵심소재원천기술 개발사업, 우수제조 기술연구센터사업, IT성장 동력사업, IT원천기술 사업이 있음.
 - 기반구축 부분으로 시스템 반도체 검증지원센터(KETI), 나노기술집적센터(포항, 전북/광주), USN/RFID 센터, BIT센터, IT SoC 산업기반조성 사업이 있음.
 - 인력양성 부분으로 반도체 설계(IDEC), 반도체장비(SETEC), IT SoC설계 인력양성 사업이 있음.

- 교육과학기술부의 기술개발 사업으로 21세기 프론티어 연구개발사업 중 테라급 나노소자개발사업이 있고, 기반구축 사업으로 나노종합팹(대전)과 나노소자특화팹(수원) 구축 사업이 있으며, 장비재료원천기술상용화 사업에는 정부와 반도체 기업, 한국반도체산업협회, 한국반도체연구조합 등이 2011년까지 2,500억 원을 투입하여 '장비재료원천기술상용화 사업'을 공동 추진하고 있음.
 - 나노기술집적센터에 정부 900억 원, 민간 900억 원으로 5년간 1,800억 원의 나노소재 재료, 나노공정 장비의 연구개발부터 산업화 지원까지 일괄 지원하고 있음.
 - '신성장동력 장비산업 육성전략'의 8대 신성장동력장비 중 반도체 분야의 극미세 공정장비 등 107개 전략 품목에 대한 R&D를 집중지원하고 있음.
 - 차세대 프로브 카드 개발과 관련하여 한국반도체연구조합 주관의 반도체 장비상용화 사업 중 검사 및 기타분야에 DDR3(300Mhz/ 600Mbps)용 웨이퍼 레벨 메모리 IC 테스터 장비 사업을 추진중임.

- 반도체 산업과 반도체 장비 산업의 전략적 육성을 위한 이 같은 지원 확대 및 강화 정책을 통해 국내 반도체 산업은 지속적으로 발전하여 기술 및 산업경쟁력이 강화되고 2015년 장비 국산화율 50%, 재료 국산화율 70%를 달성할 것으로 전망됨.
- 정부의 강력한 시책에 따라 기업, 학계, 협회 등의 상호 협력으로 기술, 인력, 시스템 등 인프라의 확대·강화를 통해 반도체 재료·장비·소재의 개발 및 상용화에 이르는 시간적, 재무적, 기술적 투자비용이 향후 크게 절감 될 것으로 전망됨.

참 고 문 헌

1. Howard Hsu, 2005, "MEMS Solution for Semiconductor Probing", South-Western Testing Workshop Presentation,
2. Intel Corporation, 1999, "Tutorial: Probe Card Evaluation Process"
3. ITRS, 2003, "International technology roadmap for semiconductors"
4. Keithley Instruments, Inc., 2003, "Probe Card Tutorial"
5. KSIA, 2008, "Korea Semiconductor Industry Outlook"
6. Phicom, 2003, "A comparison of scrub marks & contact resistance between cantilever type and new MEMS type probe cards",
7. Phicom, 2009, Investor relations 2009, "MEMS Technology Provider"
8. 글로벌씨키트, 2004, "차세대 Probe Card"
9. 반도체로드맵위원회, 2009, "차세대 반도체 IT전략기술로드맵 2015"
10. 신영증권, 2009, 기업분석보고서, "과이컴"
11. 전자부품연구원, 2001, "MEMS 기술을 이용한 PROBE CARD 개발에 관한 연구"
12. 전자부품연구원, 2005, "MEMS 프로브 카드 기술동향"
13. 특허청 보도자료, 2004, "반도체 테스트용 장비, 첨단 국산 장비가 선도한다, - MEMS 프로브 카드 특허출원 동향"
14. 한국과학기술정보연구원, 2006, "반도체 테스트용 프로브 카드"
15. 한국과학기술정보연구원, 2009, "반도체 측정/검사장비 기술동향"
16. 한국반도체산업협회, 한국반도체연구조합, 2009, "정부지원기술개발사업 설명회(반도체분야)"
17. 한국부품·소재산업진흥원, 2007, "반도체장비산업 한일 기술경쟁력 비교분석 및 경쟁력 제고방안 연구"