

인쇄회로 기판의 전기검사에서의 미세 탐침과 패드의 동적 거동 현상 관측

송성민* · 차강일** · 김명규** · 전승호** · 유상석***†

* 충남대학교 차세대기판학과, ** 삼성전기, *** 충남대학교 기계공학과

Observation of Dynamic Movement of Probing Pin on PCB Pad Using Electrical Reliability Test

Seongmin Song*, Gangil Cha**, Myungkyu Kim**, Seungho Jeon** and SangSeok Yu***†

* Dept. of Advanced Electronic Circuit Substrate Engineering, Chungnam Nat'l Univ.,

** Samsung Electro-Mechanics,

*** Dept. of Mechanical Engineering, Chungnam Nat'l Univ.

(Received September 18, 2014 ; Revised October 31, 2014 ; Accepted November 28, 2014)

Key Words: PCB(인쇄회로기판), Impact(충돌), Probing Pin(탐침), Pad Delamination(패드 탈리), High Speed CCD Camera (초고속 카메라)

초록: 인쇄회로기판의 양산 신뢰성 확인을 위한 전기검사에서는 다수의 미세 탐침들이 기판의 패드와 접촉을 유지하며 회로의 전기적 신뢰성을 확인하는 검사이다. 이 때 다수의 탐침들이 모두 정 정렬 될 수 없으므로 탐침의 충돌하는 위치와 각도는 기판에 심각한 결과를 초래할 수 있다. 본 연구에서는 탐침이 패드와 충돌하는 상황에서 발생할 수 있는 탐침의 미끄러짐 현상을 관측하고자 한다. 탐침은 접촉부가 둥근형상과 평평한 형상의 두 종류를 선정하였고, 탐침 돌출 길이, 탐침 직경, 이송 속도 등이 탐침의 미끄러짐에 주는 영향을 관찰하였다. 이를 통해 전기 검사 시 탐침의 경사에 따라 기판의 패드에 작용하는 수평 인가력과 탐침 경사각 사이의 관계를 조사하였으며, 또 전기 검사 후 미끄러진 탐침의 복원 시 발생할 수 있는 탐침과 패드 사이의 역학관계에 대해서도 고찰하였다. 경사각은 탐침의 접촉부가 평평하면서 돌출길이가 짧고, 직경이 크며, 검사 속도가 느린 경우에 작다는 것을 확인하였다.

Abstract: In an electrical reliability test of a printed circuit board (PCB), the impact of the micro probing pins on the PCB needs to be checked to ascertain the quality of the circuit. In this study, the impact of the dynamic movement of the probing pin on the pad was observed. As a misaligned pin can exert horizontal force on the pad of the PCB, this study focused on the behavior of a misaligned probing pin. The parameters of observation were the circular and flat edges of the probing pin. The effects of the speed of movement, diameter, and the length of projection of the probing pin were also investigated. The results demonstrated that slippage angle is strongly affected by the shape of the edge of the probing pin, and that projection length is an important factor affecting pin slippage. In contrast, the speed of movement of the probing pin was able to double the slippage angle.

1. 서 론

인쇄회로기판(Printed Circuit Board:PCB)은 전자 제품을 만드는 기본 구성 요소로 전기적 회로를

구성하여 다양한 전기 장치들을 연결시켜 주는 역할과 지지체로서의 역할을 한다. 인쇄회로기판은 산업이 발전함에 따라 스마트폰 등 첨단 전자 장비에도 적용되고 있으며, 최근에는 다양한 전기적 장치를 매우 협소한 장소에 고밀도로 집적시켜야 하기 때문에 미세 구조를 가진 회로가

† Corresponding Author, sangseok@cnu.ac.kr

© 2015 The Korean Society of Mechanical Engineers

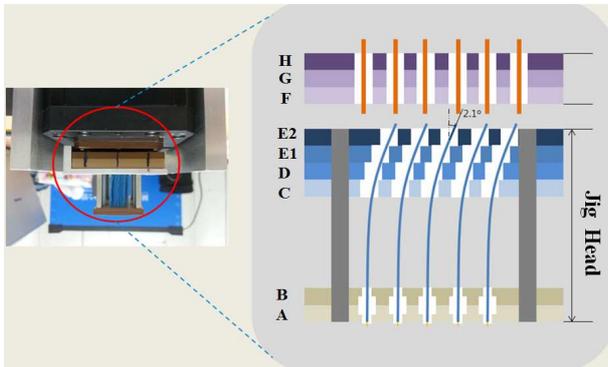


Fig. 1 Conceptual view of Jig structure

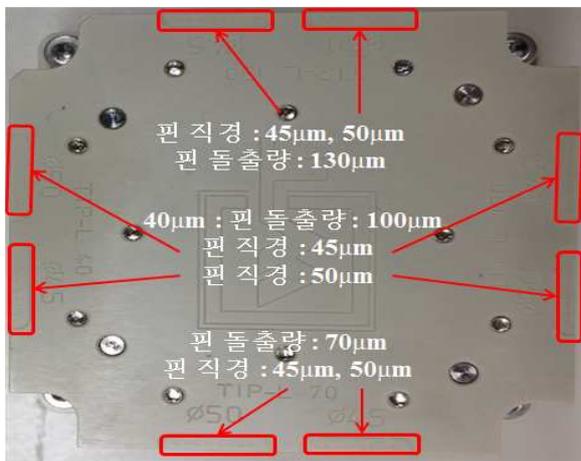


Fig. 2 Design of Jig emulator for parametric observation of pin-pad impact

인입될 수밖에 없다.

인쇄회로기판 제작 공정의 마지막 단계에는 전기적으로 적절히 제작이 되었는지 검사하는 공정이 있다. 이러한 인쇄회로기판의 제작 신뢰성 검사는 육안 검사와, 전기 탐침을 이용해 전기적 신뢰성을 확인하는 전기검사(통전시험)법이 있다. 전기검사는 기판에 전류를 인가하여 전기적인 기능 이상인 개방(Open) 및 단락(Short) 유무를 파악하는 공정이다.⁽¹⁾ 전기검사는 인쇄회로기판의 양산 수율을 확인하는 최종 공정이기 때문에 반드시 거쳐야 하지만, 미세한 회로 구성 패드와 미세 검침이 충돌하게 되기 때문에 수율에 오히려 부정적인 영향을 미치기도 한다.

Varnau 등⁽²⁾은 검사 탐침이 전기회로 구성 패드(pad)와 정면충돌할 때 작용되는 과도한 외력에 의해 패드에 미세한 손상이 발견될 수 있다는 것을 관측하였고 William⁽³⁾은 탐침과 패드의 오 정렬로 인하여 손상이 발생할 수 있다고 하였다.

Jon⁽⁴⁾은 탐침의 모양에 따라서 패드에 생기는 손상의 차이점을 확인하였으며 Michael 등⁽⁵⁾과 Liu 등⁽⁶⁾은 탐침의 종류 및 과잉가동 되는 거리에 따라서 발생하는 탐침 자국의 특성에 대하여 연구하였다. 과잉가동이란 탐침이 지정한 이동 거리를 초과하는 현상으로 패드와 충돌하여 전기검사가 이루어진 후에도 원래 위치로 돌아오지 않고 충돌 방향으로 더 이동하며 패드에 손상을 가하게 된다. 현재까지는 주로 사후관리 측면에서 손상된 기판을 광학 현미경으로 관측하고 원인을 예측하였다. 하지만, 기판의 집적도가 높아짐에 따라 탐침의 이동 현상 자체에 대한 관측 및 분석이 절대적으로 중요해 지고 있지만, 아직 이러한 관측에 대한 연구는 보고된 바 없다.

본 연구에서는 인쇄회로 기판의 전기적 신뢰성 검사 시 발생하는 미세 탐침과 인쇄회로기판의 충돌 현상을 직접 관측하여 충돌에 따른 현상적 특성을 확인하고자 한다. 이를 위해 전기 검사를 모사할 수 있는 모사 장치를 제작하고, 관측을 위한 광학 및 영상 장치를 구성하여 각종 충돌 현상에 대한 관측을 수행하고자 한다. 미세 탐침과 기판 충돌에서는 둘 사이의 정 정렬과 오 정렬시 일어나는 현상을 관측하여, 위치 변이에 따른 탐침의 충돌과 미끄러짐 현상에 대한 분석을 수행하였다.

2. 미세탐침의 충돌현상 관측 기법

미세 탐침의 기판 충돌 현상을 관측하기 위해서는 미세 탐침을 포함한 전기 검사용 지그 모사 장치의 설계/제작 뿐 아니라 영상 획득을 위한 초고속 카메라 와 광학 기구의 설치 및 데이터 처리 기술이 필요하다.

2.1 전기검사 모사 지그

인쇄회로회로의 전기적 신뢰성 검사를 수행하는 전기검사 지그(Jig)란 검사에 필요한 탐침을 탑재하고, 탐침의 기판 충돌 및 통전을 통한 전기적 불량 여부를 확인하는 장치이다. Fig. 1과 같이 지그는 크게 플레이트(plate)와 탐침으로 나뉜다. 플레이트는 여러 층으로 구성 시켜 원하는 만큼 탐침을 기울일 수 있도록 되어 있고, 그 중 A, B플레이트는 기판과 가장 가까운 판으로 탐침을 수직으로 고정시키는 역할을 한다.

Table 1 Experimental parameters of pin-pad collision observation

Parameters	Variations			
Pin Projection	130 μm	100 μm	70 μm	40 μm
Pin Diameter	45 μm , 50 μm			
Pin shape	Round, Flat			
Pin Velocity	1.8 mm/s, 3.6 mm/s			

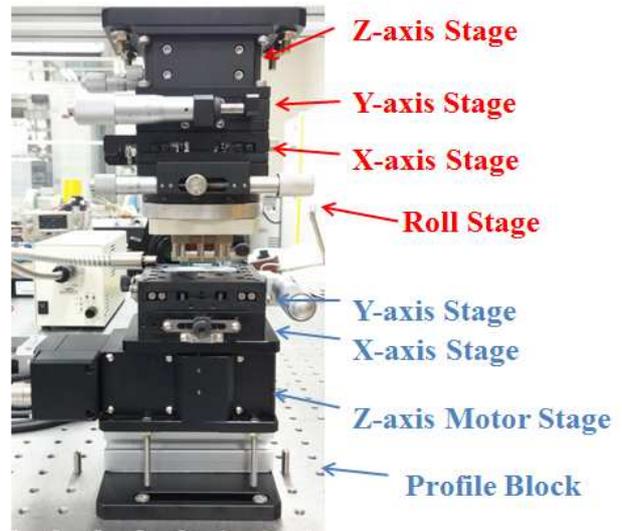
탐침과 인쇄회로기판의 패드 사이 충돌 현상의 관측을 위해서는 전기검사 지그의 역할을 수행할 수 있으면서 다양한 인자 변화에 따른 충돌현상의 관측이 가능한 지그 모사 장치가 필요하다. 본 연구에서는 지그의 특성을 모사할 수 있으면서 인자별 특성을 확인할 수 있도록, Fig. 2와 같은 모사 지그를 설계 하였다.

산업현장에서 실제로 발생하는 충돌 현상은 모든 탐침 핀이 동시에 PCB와 충돌하게 되지만, 모사 지그의 경우에는 1개 핀이 패드에 충돌하는 현상을 모사할 수 있도록 하였다. 또, 통상적으로 탐침 충돌 시 지그와 기판 사이의 간극이 100 μm 미만이기 때문에 관측 시야 및 광량 확보를 위해 탐침을 모사지그 가장자리에 배치하였다.

탐침 충돌에 영향을 줄 수 있는 인자는 매우 다양하지만, 주로 현장에서 직접 적용이 가능한 인자를 선정하였다. 주요 인자는 탐침의 돌출량, 탐침의 반경 또는 두께, 탐침 형상 등으로, Table 1에 선정된 대표치가 표시되어 있다.

모사 지그가 실제 전기 검사하는 것과 유사하게 작동되도록 하기 위해서는 모사지그의 상하 운동을 자동화 시킬 필요가 있었다. 하지만, 실제 전기 검사에서는 상하판이 동시에 운동하지만, 본 연구에서는 상판에 모사지그를 설치하고 고정시킨 상태에서 하부의 인쇄기판만 상하 운동을 하도록 구성하였다.

Fig. 3에는 상부 정렬을 위한 스테이지 구성과, 하부 정렬 및 이송운동을 위한 스테이지 구성을 보여주고 있다. 상부에는 각도 변화가 가능하도록 회전 스테이지(Roll stage)를 설치하여 파라미터 변화에 따라 촬영이 용이하도록 하였다. 하부에는 오 정렬과 정 정렬 등 지그 정렬 특성을 확인하기 위해 2조의 미세간극 조절 스테이지를 구성하였으며 그 하단에 상하 이동이 자동으로 가능하도록 모터스테이지를 설치하였다.

**Fig. 3** Top stages and bottom stages of Jig emulator**Fig. 4** Difference of acquired images over various object lenses (Mitutoyo attach lens, 1.5X, 2.5 X, 5.0X at Navistar 7X zoom condition)**Fig. 5** Effect of light source types on the acquired image of pin-pad collision observation (LED, Halogen, and Laser source)

모사 지그 하판의 상하 운동을 위해 사용한 5상 스텝모터는 속도와 방향이 모터컨트롤러와 NI사의 myDAQ에 의해 제어될 수 있도록 하였으며, 신호 검출 및 속도 조절 등을 위해 NI사의 LABVIEW SUITE® R2012 버전을 이용하였다.

2.2 광학계와 영상 획득 장치

전기검사의 충돌영상은 통상 1~2초안에 모든 현상이 종료되기 때문에 정확한 충돌장면 획득을 위해 IDT사의 초고속카메라인 Motion Pro X3™을 사용하였다. 또 미세현상 관측을 위해서는 관측 대상의 확대가 필요하여 Navistar 12X 줌 렌즈를 적용하였다. 또, 동영상 촬영에서는 초점 심도에 따라 원하는 미세 간극에서의 관측 불확도를

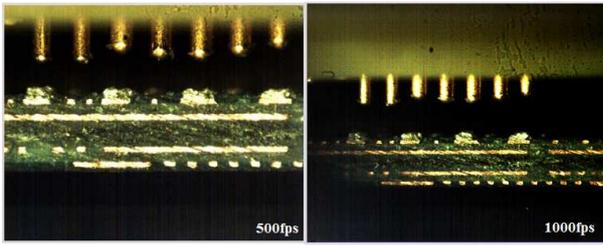


Fig. 6 Effect of frame speeds on the acquired image of pin-pad collision observation (500 fps, 1000 fps)

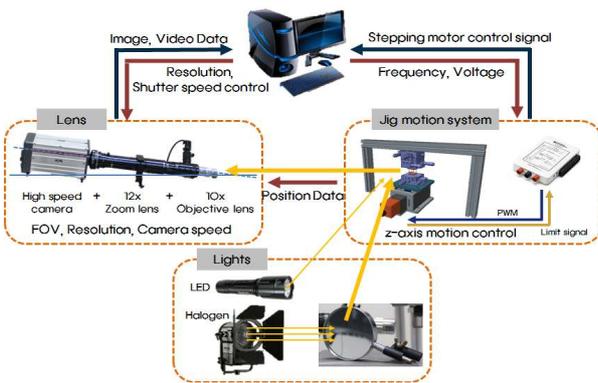


Fig. 7 Schematic diagram of pin-pad collision observation apparatus

개선할 수 있기 때문에 접안렌즈별 초점 심도와 영상 선명도를 확인하였다.

기판과 탐침 사이 초기 간극은 100 μm 인데 비해 기판 이송 속도는 1.8 mm/s로 이송 및 충돌까지 걸리는 시간은 0.05 초로 매우 짧다. 그러므로 해당 시간 동안의 움직임을 포착하기 위해서는 프레임수를 충분히 가져가야 하는데, 이렇게 되면 프레임 당 노출시간이 짧기 때문에 광원의 선정이 매우 중요하다. 여기에 모사 지그의 가공 특성으로 인해 탐침을 지그 최외각 가장자리까지 위치시킬 수 없기 때문에 외부 조사 광원을 모사 지그와 기판 사이로 조사할 수 있어야 한다. 이를 위해 동축 직광, 동축 측광, 역광 등 조사 방향을 확인하였으며, 최종적으로 동축 측광 방식의 조사 방식을 선정하였다.

광원의 경우에는 광원으로부터 조사되어 사물에 반사되는 색을 카메라에 담을 수 있기 때문에 광원의 색도 매우 중요하다. 이를 위해 Fig. 5와 같이 할로겐 광원, LED광원, 레이저 광원 등을 적용하였으며 탐침과 기판의 반사색, 패드 반사색 등을 모두 선명하게 구별할 수 있는 할로겐 광원을 촬영 광원으로 선정 하였다.

영상 획득에 있어서 프레임 수를 증가시키게 되면, 보다 구체적으로 현상의 관찰이 가능한 반

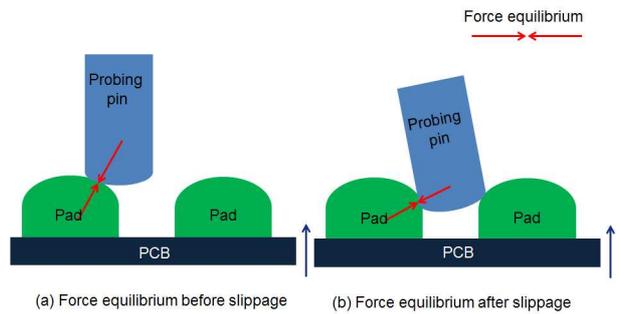


Fig. 8 Dynamic force equilibrium between pin and pad in slippage of probing pin

면 단위 시간당 광원 획득량이 작아지기 때문에 명암이 어두워지는 경향이 있다. 본 연구에서는 탐침의 최대 이동 속도를 고려하여 획득 가능한 영상 프레임 수를 1000 fps로 선정하고 영상 획득가능 여부를 확인하였다. Fig. 6처럼 할로겐 조명을 사용한 경우에 영상 획득에는 크게 문제가 없었으며, 다만 줌렌즈의 배율조정이 필요하였다. 이상과 같이 모사 지그, 영상 촬영기기, 데이터 획득 기기 등의 기술을 조합하여 Fig. 7과 같은 모사지그를 이용한 미세 간극에서의 탐침과 기판의 충돌 현상 관측 장치를 구축하였다.

3. 결과 및 토의

전기검사에 사용되는 탐침 핀은 단면 구조가 직사각형 모양이 아닌 가장자리가 둥근 형태이고, 핀의 표면 또한 완전 매끄럽지도 않다. 정 정렬 시 탐침과 기판의 패드 충돌에 따른 손상은 광학 현미경을 이용하여 관찰이 가능하지만, 오 정렬 시 탐침의 동적 거동에 의한 탐침의 패드 표면으로부터의 미끄러짐은 광학 현미경으로는 확인이 불가능하다.

PCB의 가공 공정을 보면 인쇄기판 위에 부착 패드는 일반적으로 기판에 강한 접착력을 가지고 착되었다고 보기 어렵다. 이런 상황에서 Fig. 8과 같은 탐침의 오 정렬이 발생된 상황에서 전기검사가 진행되게 되면, 정 정렬 시에 발생할 수 있는 인가력의 균형과는 다른 형태의 힘의 균형이 예상된다. 즉 탐침이 정 정렬 된 상황에서는 패드에 수직 방향으로만 힘이 작용되게 되나, 오 정렬로 인해 탐침이 미끄러지게 되면, 측면 응력이 작용하게 되며, 이러한 측면 응력의 크기는 패드에 탐침의 수직력이 작용하는 경우에 비해 경사 탐침의 탄성 복원력까지 더해지기 때문에 작다고 볼 수 없다.

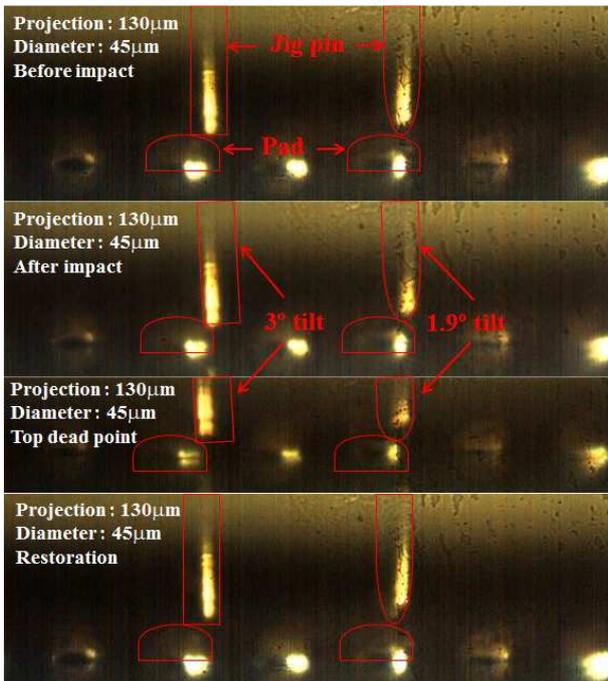


Fig. 9 Process of Impact (projection : 130 μm , diameter : 45 μm , Impact velocity: 1.8 mm/s)

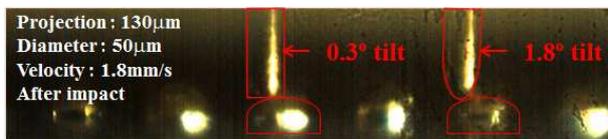


Fig. 10 After impact (projection : 130 μm , diameter : 50 μm , Impact velocity: 1.8 mm/s)

정 정렬에서는 수직 응력만 작용하는 경우에는 탐침의 형상이나 충돌 각도, 모양 등에 따른 패드 상부의 손상만이 예상되었지만, 오 정렬에서는 탐침의 미끄러짐에 의한 패드의 탈리도 발생할 수 있게 되었다. 이러한 패드의 탈리는 패드 부착력의 크기와도 관련이 있으며, 탐침의 크기, 탐침 복원력의 크기, 탐침의 충돌 속도, 패드 사이의 간극에 따른 탐침 충돌력 분산의 정도 등 매우 복잡한 물리력이 동시에 고려되어야 할 것으로 보여진다.

탐침과 패드에 복잡한 물리력이 작용되게 된 원인은 탐침의 슬립 현상이다. 그러므로 본 연구에서는 탐침의 슬립 현상을 관찰하기 위해 탐침과 패드를 고의 오 정렬 시킨 상태에서 Fig. 9와 같이 탐침의 충돌현상을 관측하였다. 탐침이 지그로부터 돌출되는 길이는 130 μm 이며, 직경은 45 μm , 충돌 속도는 1.8 mm/s를 적용하였다. 그림에는 충돌 시, 충돌 후 접촉상태에서 지그 상

승에 따른 탐침 상향 이동, 접촉상태에서 상한점 도달 후 하향 이동, 그리고 하강하면서 탐침 위치 복원 등을 표시하였으며, 각각의 상태에서 탐침의 경사각과 미끄러진 후 접촉된 위치 등도 볼 수 있다. 경사각이란 탐침이 수직에 대해 기울어진 각도를 말하며, 정확한 경사 각도의 측정을 위해 지그와 촬영계는 모두 정반에 위치시키고 촬영 초기 위치 정렬 시에 수평 레벨 게이지를 이용해 지그와 이송계의 수평을 점검한 후 촬영을 진행하였다. 탐침의 미끄러짐이 발생하게 되면 경사각은 연속적으로 변하게 되므로, 경사각 측정은 최대 경사각이 발생하는 위치를 동영상에서 관별하여 이를 경사각이라고 명명하였다. 또한 촬영한 영상으로부터 획득한 이미지를 확대하여 탐침의 기하학적인 변화 분석을 통해 경사각을 추정하였다. Fig. 9의 탐침의 종류는 접촉부가 평평한 탐침(사진 왼쪽)과 둥근 탐침(사진 오른쪽)으로 평평한 탐침이 둥근 탐침에 비해 상대적으로 기울기가 큰 것으로 나타났다. 이것은 접촉부가 평평한 탐침의 패드 접촉 면적이 둥근 탐침에 비해 작기 때문에 보여지며 패드에서 더 많이 미끄러지는 것으로 보여진다.

탐침과 패드의 형상은 모니터 상에서 관측하면 보다 선명하게 관측이 되지만 Fig. 9에는 형상이 명확하지 않은 것처럼 보여, 부득이 탐침과 패드의 모양을 직접 표시하였다. 물리적으로 탐침의 경사각이 커진다는 것은 그만큼 패드에 인가되는 수평력도 증가되기 때문에 패드의 접촉 상태에 따라 탈리 등이 일어날 가능성이 커질 것으로 기대된다.

동일한 조건에서 탐침의 직경을 키우게 되면, 탐침이 정 정렬될 확률이 높아지게 되고, 미끄러짐이 발생할 확률은 낮아지게 된다. Fig. 10은 직경 증가에 따른 탐침의 경사각을 보여주고 있다. 접촉부가 평평한 탐침의 경우 Fig. 9와 동일 오 정렬 상황에서 경사각이 0.3°로 매우 작아졌다. 접촉부가 둥근 경우에는 직경 45 μm 에 비해 경사각이 근소하게 감소되는 것이 관측되었다. 이러한 현상은 직경이 증가하게 되면서 평평한 탐침은 모서리가 아닌 평평한 면과 패드가 접촉하게 되었지만, 둥근 탐침의 경우에는 Fig. 9와 유사한 접촉면을 갖게 되면서 경사도도 유사하게 촬영된 것으로 보여진다.

탐침의 지그로부터의 돌출 길이를 감소시키면

Table 2 Cases of slippage on experimental observations of pin-pad collisions

Pin parameter	Slip angle	
	Pin type	
	Round	Flat
Project : 130 μm , Radius : 45 μm	1.9°	3°
Project : 130 μm , Radius : 50 μm	1.8°	0.3°
Project : 100 μm , Radius : 45 μm	1.5°	0.9°
Project : 100 μm , Radius : 50 μm	1.4°	0.8°
Project : 100 μm , Radius : 45 μm , Impact velocity : 3.6 mm/s	3°	1.4°
Project : 70 μm , Radius : 45 μm	0.9°	0.5°
Project : 70 μm , Radius : 50 μm	0.5°	0.3°
Project : 40 μm , Radius : 45 μm	0°	0°
Project : 40 μm , Radius : 50 μm	0°	0°

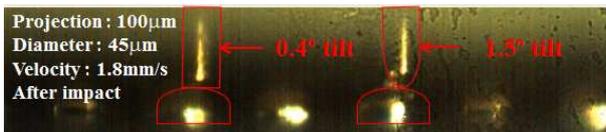


Fig. 11 After impact (projection : 100 μm , diameter : 45 μm , Impact velocity: 1.8 mm/s)

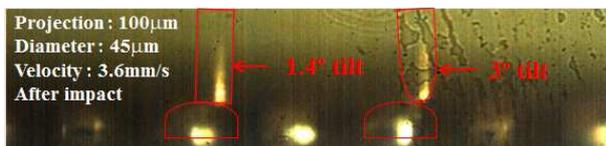


Fig. 12 After impact (projection : 100 μm , diameter : 45 μm , Impact velocity: 3.6 mm/s)

탐침의 미끄러짐에도 영향을 줄 것으로 보여진다. Fig. 11에는 Fig. 9와 동일한 오 정렬 조건에서 돌출 길이를 130 μm 에서 100 μm 으로 감소시켰을 때 경사각의 경향을 보여주고 있다. 예상되던 대로 돌출 길이를 감소시킴에 따라 탐침이 평평한 경우에는 경사각이 0.4°로 매우 작아 미끄러짐이 발생하지 않고 접촉부가 둥근 탐침의 경우에도 경사각이 감소하는 것을 볼 수 있다. 경사각이 감소하게 되면 그만큼 패드가 받는 수평력의 크기가 작아지기 때문에 기관 불량에는 긍정적인 영향을 줄 것으로 보여진다.

기관의 통전 확인을 위한 전기 검사에서 검사 속도는 양산성을 결정짓는 중요한 인자이다. 하지만 전기 검사 속도를 높이면 탐침의 충돌 속도가 커지기 때문에 오 정렬에 따른 미끄러짐 시 패드에

인가되는 수평력이 커지게 되고, 제품 불량으로 이어질 가능성이 커지게 된다. Fig. 12에는 돌출길이를 100 μm 로 유지한 경우 충돌속도를 2배로 하였을 때 경사각의 크기 증가를 보여주고 있다. 탐침 접촉부가 수평인 경우에는 경사각이 관측되지 않았으나, 탐침 접촉부가 둥근 경우에는 속도 증가에 따라 경사각이 2배로 증가하는 것이 관측되었다. 그러므로 패드에 작용하는 수평 인가력도 이에 비례해 영향을 줄 것으로 보여진다.

탐침의 경사각에 영향을 주는 인자들을 조합하여 촬영을 진행하고, 이들의 정량적인 값들을 Table 2에 정리하였다. 탐침 접촉면이 평평한 경우에는 Table 2에 오 정렬에 의한 영향이 작지만, 탐침 접촉면이 둥근 경우에는 탐침의 돌출 길이가 매우 작은 경우에만 경사각이 관측되지 않았다.

미끄러지는 각도가 커짐에 따라 발생될 수 있는 문제점 중 하나는 그만큼 패드 하단부까지 깊숙이 탐침이 침투되면서 패드에 수평 인가력을 지속적으로 가하고 있다는 점이며, 또 검사 후 지그가 복귀되면서 탐침의 복원력 중 수직 성분이 패드에 작용되면서 패드의 탈리를 촉진시킬 수 있게 된다.

이상과 같은 실험에서 확인된 바로는 탐침의 형상이 전기검사 시 기관 불량에 가장 크게 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서는 하지만, 실험의 정밀도를 확보하는데 있어서 한계가 있었다. 즉, 탐침의 정확한 오 정렬을 확인하기 위한 노력으로 x, y, z방향의 마이크로 스케일로 이송이 가능한 이송장치를 설치하였음에도 불구하고 실제 측정에서는 촬영 성공률이 매우 낮았으며, 지그 정렬 완료 후 관측시야가 세로 190 μm , 가로 240 μm 이며 지그 이송 시에는 최소 40 μm 간극까지 세로 간극이 감소하기 때문에 보다 정확한 측정에 어려움이 있었다.

그러므로, 향후 보다 정확한 물리 현상의 관측과 탈리에 미치는 영향을 확인하기 위해서는 동적 거동을 촬영하기 위한 초고속 카메라 설비 이외에 오 정렬을 정밀하게 진행할 수 있는 추가적인 영상장비의 설치가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 전기검사용 탐침과 패드의 접촉 장면을 관찰하기 위한 패드 접촉의 전 과정을 촬영할 수 있는 영상획득 기법과 장치를 개발하였고, 이를 이용해 탐침과 패드 접촉 시 미끄러짐에 의한 탐침의 경사각을 측정하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 탐침과 패드의 접촉에서 미끄러짐이 발생하게 되면, 패드는 수직력 이외에 패드와 수평방향으로 수평력이 작용하며, 수평력은 탐침의 경사도와 관계가 있다.

(2) 패드 접촉 시 미끄러짐은 탐침의 접촉면이 둥근 경우에 발생할 확률이 높으며, 검사 속도를 높이면 경사각은 큰 폭으로 증가하게 된다.

(3) 전기 검사에서 탐침의 미끄러짐을 감소하기 위해서는 탐침의 돌출량을 감소시키고, 직경을 증가시키며, 탐침 접촉면을 평평하게 가져가는 것이 유리하다.

후 기

이 연구는 2014 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음.

참고문헌 (References)

- (1) Hong, S. K., 2011, PCB Manufacturing Technique, Bokdu, Seoul, pp. 30~36.
- (2) Varnau, M. J., 1996, "Impact of Wafer Probe Damage on Flip Chip Yields and Reliability," *1996 IEEE/CPMT Electronics Manufacturing Technology Nineteenth Symposium*, pp. 293~297.
- (3) William, R. F., 2008, *On-Chip Probe Metrology*, ProQuest, Miami, pp. 11~13.
- (4) Jon, O. C., 2004, "Study and Recommendations into Using Lead Free Printed Circuit Board Finishes at Manufacturing in Circuit Test Stage," Agilent Technologies, California, pp. 3~6.
- (5) Michael, H., 2000, "Pad Damage due to Probing: Solutions for the Future," *Infineon Technologies, Bavaria*, pp. 2~14.
- (6) Liu, D. S., 2006, "Experimental Method and FE Simulation Model for Evaluation of Wafer Probing Parameters," *Microelectronics Journal*, Vol. 3, No. 1, pp. 871~883.

(1) Hong, S. K., 2011, PCB Manufacturing Technique,