

내부회로 환경에서의 테스트 정보교환을 위한 PCB설계의 동향분석

최병수*

요 약

본 논문은 PCB를 설계할 때 내부회로환경에서 테스트 정보교환을 위한 방법이 채택되는 최근의 동향을 분석해 본 것이다. PCB의 공정전체에서 설계단계가 테스트성을 개선할 수 있는 잠재력이 가장 크다. PCB는 수많은 노드가 갈수록 복잡해지므로 테스트하기가 점점 어려워지고 있다. 더 짧은 기간에 보다 신뢰성 있는 제품을 내어 놓기 위해서는 PCB 테스트 성능을 개선하기 위한 정보교환이 쉬어야 한다.

오늘날 가장 낮은 비용으로 결함들을 정확히 발견, 진단 및 수리하기 위하여 두세 가지 종류의 PCB 테스터들을 결합시키고 있다. 가장 효과적인 방법의 하나로 AXI는 ICT와의 결합하여 테스트의 정보를 주고받는 시스템을 많이 사용한다.

테스트를 고려한 설계(DFT)기술은 PCB와 부품들을 철저하고 신속하게 테스트하도록 해주어 PCB의 품질을 효과적으로 개선하고 테스트 개발 시간과 비용을 크게 줄이는 방법이다. 또 실질적이고 정량화가 가능하도록 하며 테스트의 반복, 진단 및 처리 속도를 개선하여 개발 주기를 단축시킬 수 있고 잠재적인 제조 결함들을 효과적으로 발견해내 고신뢰성의 PCB를 생산해 낼 수 있다.

1. 서론

향후 수년동안 우리의 생활을 변화시키고 향상시키는 데에는 전자분야를 통해서만 가능하다. 이는 컴퓨터로 통합된 보다 좋은 생산도구와 발전된 소재과학 및 공학의 결합으로 많은 기술들이 도입되고 실현될 수 있는 것이다.

전자분야의 모든 전자 패키징 산업은 PCB기판에 의해 지배되고 있다. 이 PCB는 수많은 노드가 갈수록 복잡해지므로 테스트하기가 점점 어려워져 제조업체나 개발자들은 테스트에 대한 정보를 얻기 위한 어려움에 직면하고 있다.

DIP(dual in line) 구성으로 출발했던 패키지는 사면에서 리드가 뿔어 나오는 표면 실장으로 성장하였고 이 QFP(quad flat pack)는 현재 나다이 또는 칩 크기의 패키지에서 모두 에어리어 레이형의 패키징 구조에 자리를 넘겨주고 있다.

탑재 구조 분야에서도 이들이 배치되는 방식, 각층이 상호 연결되는 방식은 비용과 성능, 특성과 관계가 있으므로 전기적, 열적, 소형화가 되도록 연구가 진행되고 있다.

부품 상호 결선의 구조 그리고 조립분야에서도 제품성패의 문제가 전기적시험에 의해 좌우되는데 KGD(known good die) 부품 burn in 테스트는 부품의 실제 성능에 대한 정보를 제공해주며 PCB의 전기적 일관성 및 임피던스 제어에

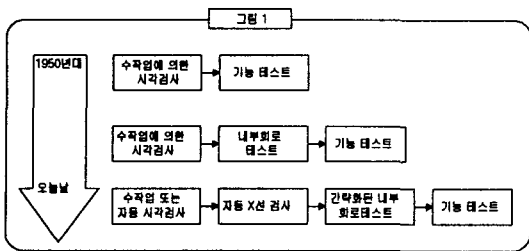
* 경문대학 전기과 조교수

스트는 기관의 상호 결선 및 성능에 대한 정보를 제공해준다.

더 짧은 기간에 보다 신뢰성있는 제품을 내어 놓기 위해서는 PCB 테스트 성능을 개선하기 위한 정보교환이 쉬어야한다.

1.1 복합보드부문

PCB의 공정전체에서 설계단계가 테스트성을 개선할 수 있는 가장 잠재력이 큰 것으로서 이에 대한 테스트 방법도 시대의 변천에 따라 점차 진보해 왔다.



1950년대에는 노드수가 적어서 수작업에 의한 시각검사와 기능테스트를 하였고 이로 인하여 많은 시간과 인력이 필요했고 불량률도 높았다. 오늘날은 수작업이나 자동 시각검사를 하여 눈으로 불량이나 결함을 찾아내고 다시 자동 X선 검사와 간략화된 내부 회로 테스트와 기능테스트를 하여 설계단계에서부터 정보를 주고받아 테스트의 반복, 진단, 처리속도를 개선하게 되었다.

요즈음 주로 사용되는 X선, 내부회로 테스트, 기능테스트에서 X선 테스트는 단락, 개로, 납땀의 부족 과잉등을 찾아내고 내부회로 테스트의 간략화는 전체 노드엑세스와 픽스처 프로브의 수를 줄여주며 기능테스트는 PCB의 전체 동작을 검증한다.

1) AXI

PCB의 설계단계에서 자동 X선검사(AXI)는 과거 수년간 많은 발전을 가져왔다. AXI에 사용되는 디지털 카메라의 해상도는 512×512에서 4K×4K에 달하는 해상도를 가지므로 훨씬 넓은 영역을 촬영할 수 있으며 각 화상에서 수집되는 정보도 많아졌다. 이것은 컴퓨팅과 파워 컴퓨터 메모리가격의 하락으로 PC기반 마이크로 프로세서 상에서 실시간 이미지 프로세싱이 가능해진 것이다.

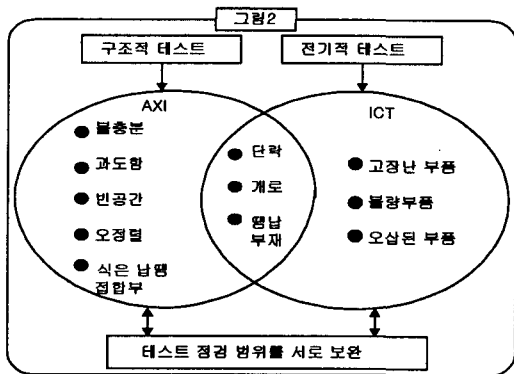
AXI가 등장하기 전의 전통적인 테스트 전략은 자동광학검사, 내부회로테스트(ICT) 및 기능테스트였다. 그러나 요즈음의 복합 보드는 대개 노드가 2,500개 이상 되는 복잡성 때문에 ICT 및 기능 테스트로 결함을 진단하기란 매우 어렵다. 대부분의 복합 보드들의 밀도 증가 문제에 대한 전통적인 테스트 접근 방법은 ICT 테스터의 노드 수를 늘리는 것이었다. 그러나 노드 수가 늘어남에 따라 프로그램 및 픽스처에 드는 비용은 급격히 늘어난다. 게다가 ICT의 노드 수를 늘리면 ICT에서 가짜 호출과 재시험이 늘어나게 된다. 픽스처와 프로그램을 개발하는데 드는 시간은 종종 수 주일에 달하며 보다 복잡한 보드의 경우에는 한 달이 넘게 걸리기도 한다.

1988년에서 1991년 사이에 널리 사용되던 초기 AXI시스템들은 이 시스템을 프로그램하기 위해서 측정 캘리퍼스와 많은 시간이 소요되었으나 최근의 AXI시스템들은 CAD 소프트웨어로부터 직접 변환시키는 기술들을 사용하여 일주일 이상 걸리던 프로그래밍 소요시간을 단 하루 정도로 단축시켰다.

자동 X선검사(AXI)의 활용범위와 장점은

- 1) 셀룰러폰, 노트북, 원거리통신, 자동차 및 군사항공의 제조업체들에게 사용된다.
- 2) 모든 결함의 80~90%에 이르는 공정결함

- 의 점검 범위가 매우 높아 97%에 이른다.
- 3) 시각적 테스트나 ICT 테스트이든 높은 테스트 점검 범위를 유지한다.
- 4) 테스트 기간이 짧아 시제품의 경우 통상적인 프로그래밍 시간은 서너시간에 불과하다
- 5) ICT의 픽스처가 필요없다.
- 6) AXI시스템들은 인라인용으로 설계되었다.
- 7) 제조공정의 평가에 유용한 페이스트의 두께, 접합부의 힘을 기어오르는 뿔납의 양 등의 측정 정보를 제공한다.
- 8) 결합 위치와 핀 수준까지 정확하게 알려주므로 신속하고 저렴하게 수리할 수 있다.
- 9) 테스트 점검 범위는 ICT와 중첩되는 동시에 이를 보완 해준다.(그림2)



2) 기능 테스트

기능테스트는 소자의 기능에 대한 지식을 토대로 테스트를 개발하는 것이다. 설계하는 대상을 가장 잘 아는 팀원이 일련의 테스트 벡터들을 개발한다. 이 벡터들은 두 가지 구성 요소로 구성되는데, 하나는 DUT(device under test)를 위한 스티뮬러스이고 다른 하나는 이에 상응하는 예상 응답이다. 이 벡터들은 테스트 조건들을 충족시켜야 하며 수정이 필요할 때가 많다. 이러한 패턴들의 테스트 적용범위를 알아내기

위하여 결합 시뮬레이션 소프트웨어를 사용한다. 그러나 이러한 방법은 쉽사리 높은 결합 점검 범위를 달성하지 못하므로 결합 점검 범위를 넓히기 위해서는 장기적인 분석을 통해 추가적인 패턴들을 만들어 내야 한다.

디자인의 기능성을 토대로 테스트 벡터를 개발하는데 드는 시간은 디자인의 크기와 복잡성이 커짐에 따라 늘어나며 설계 단위(블록)들 간의 상호 작용에 대해 알지 않으면 안 된다. 이는 블록이 디자인에 내장되지 않을 경우에는 쉬운 일이나 블록을 내장시킬 경우에는 동일한 벡터들을 생성해 예상되는 결과들을 관찰할 수단을 제공하기가 어려워진다.

BIST(Built In Self Test)는 외부 테스트 장비에 대한 의존도를 줄여준다. 이는 패턴 생성과 피검 블록의 출력 분석을 맡는 칩에 추가 회로를 배치함으로써 이루어진다.

BIST의 구성방법은 처음에는 완전 주사를 필요로 하며, 칩에서 생성된 의사 무작위 테스트 패턴들을 이용하여 회로를 테스트할 수 있도록 부가적인 회로를 추가시킨다. 따라서 컨트롤러와 관련 테스트 회로 외에도 테스트 지점들이 요구된다.

BIST의 단점은 오버헤드가 늘어나고 중요 경로들에 회로가 추가된다는 것이다.

1.2 DFT의 중요성

테스트를 고려한 설계(DFT)기술은 PCB의 품질을 효과적으로 개선하는 한편 테스트 개발 시간과 비용을 크게 줄이는 방법으로 최첨단 기술을 이용하여 PCB와 부품들을 철저하고 신속하게 테스트하도록 해준다.

DFT는 가장 낮은 비용으로 제조 결함들을 정확히 발견, 진단 및 수리하기 위하여 두세 가

지 종류의 PCB 테스터들을 결합시키고 있다.

가장 효과적인 방법의 하나는 자동 X선 검사를 전통적인 ICT의 수정판과 결합시키는 것으로 이는 전체적인 테스트 패턴을 바꿔 놓으며 복잡한 PCB를 위한 DFT 지침에 커다란 영향을 미친다.

AXI는 ICT와의 결합하여 테스트의 정보를 주고받는 기기로서 급속히 선호하는 시스템이 되고 있다.

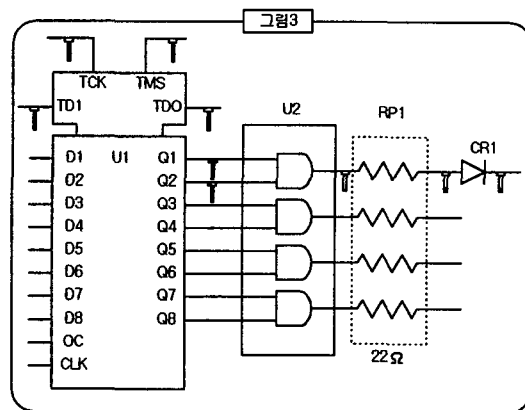
AXI기술은 최근 AXI 시스템과 ICT 시스템의 상호통신(Aware Test)으로 불필요한 테스트를 없애 준다. 이것은 ICT/AXI 테스트 점검 범위를 줄임으로써 ICT 노드 수를 크게 줄일 수 있다. 이렇게 ICT/AXI를 사용하여 불필요한 테스트 범위를 없애면 불과 30%의 ICT 테스트 액세스만으로도 높은 수준의 테스트 점검범위를 유지하여 테스트 시간과 프로그래밍 비용도 많이 절감된다.

DFT는 다중 테스트 능력을 수용하는 데 있어서 중요하며 PCB를 제조하는데 실질적이고 정량화가 가능하도록 하여 테스트의 반복, 진단 및 처리 속도를 개선하여 개발 주기를 단축시킬 수 있으므로 전반적으로 비용이 절감된다.

이러한 효율적인 테스트는 생산 속도를 최적화할 수 있도록 하여 제품 출시를 더욱 단축시킨다. 또한 잠재적인 제조 결함들을 효과적으로 발견해 내어 고신뢰성의 PCB를 생산해 낼 수 있다.

DFT의 중요한 지침들은 ICT, 노드 액세스 능력, 소자의 사용, 소자의 설계, 일반적인 표면 실장 기술(SMT) 등으로 기존의 내부회로 지침들 대부분이 X선/ICT 테스트 결합 환경에 적용된다. 여기에는 테스트 패드의 크기와 배치, 소자의 디스에이블링과 초기화, 디지털 입력 터미네이션, 그리고 경계 주사의 사용이 포함된다.

X선 검사가 선행될 경우에는 단순화된 ICT에는 완전한 탐침 액세스가 필요 없다. 노드 액세스 능력은 디지털 기능, 경계주사, 다이오드 패키지 내의 저항기 하나, 그리고 이산형 아날로그 소자들에 대한 최소한도의 테스트를 액세스할 수 있도록 해주며 연결되지 않은 핀 소자들로부터 탐침들을 제거한다(그림 3). 그러나 결합 테스트 환경에서는 X선 검사가 원치 않는 모든 단락들을 찾아내므로 ICT가 노드 상에서 탐침 액세스를 할 필요가 없어진다. ICT 공정에서는 PCB 클럭들을 정지시키고 버스 연결된 디지털 소자들을 디스에이블링 시켜야만 한다. 테스트 패드들을 제거할 때는 클럭 디스에이블 및 디지털 소자 디스에이블링 핀용 노드들에 대한 액세스를 유지해야 한다.



1.3 소자의 사용과 설계

소자 사용 지침은 저항기 패키지의 이용을 최적화 할 수 있도록 해주며 저항기 패키지당 저항기의 수를 극대화 시켜 준다. 이는 X선/ICT결합 환경에서는 저항기 패키지당 저항기 하나씩 모든 이산형 아날로그 소자들을 탐침 액세스해야 하기 때문이다. DFT 지침은 패키지의 구성

요소 수가 많을수록 탐침 축소효율이 개선되기 때문에 가능한 한 다수의 구성요소로 이루어진 대형 디지털 소자들을 사용한다.

소자의 사용에는 내부회로 탐침의 수를 줄이기 위해 ASIC과 같은 대형 디지털 소자들에 대한 경계 주사도 사용된다. 경계주사 신호들을 이용해 테스트를 작성하면 올바른 소자 종류와 적절한 방향 및 동작을 검증하는 데 도움이 된다. 이는 IEEE 1149.1 표준과 가능한 한 소자 확인 레지스터를 사용하고 표준 경계주사 DFT 권장사항에 따른다.

X선 빔은 각도를 두고 회전하면서 PCB를 관통하므로 PCB에 여러 각도에서 X선을 심하게 감쇄시키는 부품이 포함되는 것을 살펴 볼 수 있게 한다.

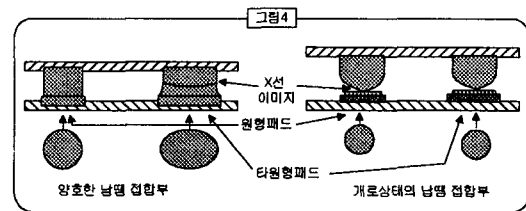
또 소자 설계 지침에서는 경계주사를 사용하지 않을 경우 주문화된 IC와 ASIC은 최소한도의 핀들을 사용하여 소자 기능의 부분집합을 실행시킨다.

이러한 기능들을 이용하여 PCB 레이아웃을 토폴로지의 충돌 없이 관련된 노드들에 대한 탐침 액세스를 제공해야 한다.

간략화된 내부회로 탐침의 제거를 위해 지침에서는 NAND 트리 디자인에 사용되는 최소한도의 소자 핀들을 지정하고 있다. PCB 토폴로지의 충돌로 NAND 트리 하나를 사용할 수 없을 경우에는 두 개의 최소 핀 NAND 트리를 포함시킨다. 이는 제대로 동작하는 단순화된 테스트를 작성하는 데 도움을 준다. 소자 디자인 또한 단지 몇 개의 핀만을 사용하여 BIST절차를 가동할 수 있도록 해주므로 다른 핀들은 어떠한 상태로든 플로팅시킬 수 있다.

일반 SMT 지침에서는 뿔납의 표면장력을 위해 패드와 리드의 치수를 최적화하며, 특히 결빙 리드의 경우 긴 패드에 짧은 리드가 사용되

는 것을 피한다. 일반 SMT에서는 리플로우 납땜공정을 이용하여 BGA와 CGA (Column Grid Array)에서의 뿔납의 변화와 타원형 패드를 최소화시킨다. (그림 4)



원형 패드의 경우에는 뿔납이 패드와 볼의 주변을 따라 소자의 볼을 고르게 적신다. 이러한 습윤상태를 상단부 근처에서 X선 화상으로 찍어보면 둥근 이미지를 얻게 된다. 납땜 접합부가 새로 상태일 경우에는 뿔납이 소자의 볼 주변을 적시지 않는다.

그러나 X선 테스트는 볼을 감지하여 둥근 이미지를 보여준다. 이 개로 상태의 이미지는 양호한 납땜 접합부의 이미지보다 작다. 타원형 패드를 사용하면 소자의 볼 주변이 고르지 못하게 적셔진다. 타원형의 긴 쪽 부분에 있는 뿔납은 타원형의 짧은 쪽보다 볼을 더 높이까지 적신다. 이 납땜 접합부는 X선 타원형 패드에 해당하게 된다. 그러나 개로 상태의 접합부일 경우에는 볼에 뿔납이 적셔지지 않으므로 둥근 볼로만 보일 뿐이다. 이처럼 개로 상태는 양호한 납땜 접합부와는 크게 다른 이미지를 보여준다.

1.4 고 신뢰성 부문

군사 항공 산업 부문은 고도의 신뢰성과 고도의 복잡성과 제한된 액세스를 요구하는 부문으로 AXI를 10여년 전부터 사용해왔다. 또 상용 비행기에 탑재되는 여러 회로기판들은 높은 신

뢰성을 보장하기 위해 AXI를 채택해왔다. 자동차 산업에서도 엔진 컨트롤러 보드와 같은 중요한 부분들에 최고 품질의 보드를 출하하기 위해 지난 수년간 AXI를 사용해 왔다.

이 부문에서 AXI를 채택해 온 이유는 이 테스트 시스템들이 결함을 찾아내는데 있어서 고도의 정확성과 신뢰성을 보여주기 때문이다. AXI는 뎀납 부족, 표면실장 커넥터의 습윤 부족, 뎀납 펠릿의 형성 불량 등과 같이 다른 테스트 방법들로는 신뢰성 있게 잡아내지 못하는 결함들을 찾아낼 수 있다.

많은 사용자들이 AXI를 사용한 후로 제품 신뢰성이 크게 개선되었다.

예를 들어 Hewlett Packard사의 PCBA 제조 부서에서는 AXI가 제품 신뢰성에 미치는 영향을 알기 위해 통제된 연구를 실시하였다. 이 부서에서는 한 벌의 보드들을 자동 광학검사, ICT 및 기능 테스트로 검사했다. 또 한 벌의 보드들은 AXI, ICT 및 기능 테스트로 검사했다. 그리고는 작업 현장에서의 고장 발생률을 모니터링한 결과 AXI테스트를 거친 보드들의 현장 고장 발생률이 90% 정도 적음을 알아냈다.

1.5 액세스 제약 부문

액세스 제약부문은 ICT나 시각 테스트를 제한적으로 사용하거나 전혀 사용하지 않는 제조업체들로 이루어져 있으며 대개 휴대용 전자장치와 같이 대량으로 생산되는 제품들이다.

AXI가 사용되는 산업부문의 일반적 기술동향은 복잡성은 증대시키고 테스트 액세스는 감소시키는 것으로 액세스가 제한된 보드에 대해 최고의 테스트 점검 범위를 제공하여 모든 결함의 80~90%를 찾아낸다.

그럼에도 불구하고 몇 년 전만 해도 AXI 시

스템들은 셀룰러폰과 노트북 컴퓨터를 비롯하여 액세스가 제한된 모든 생산라인들을 따라갈 수가 없었다. 그 당시의 AXI 시스템들은 주로 오프라인 샘플링, 공정 모니터링, 또는 작은 묶음의 보드들을 테스트하는데 주로 사용되었다. 그러다 2년 전에 이러한 라인들 다수에 사용할 수 있는 새로운 AXI 시스템들이 개발되어 이제는 일부 업체들에서 자사의 셀룰러폰용 보드들을 100%테스트할 수 있는 AXI 시스템들을 인라인화 하고 있다.

1.6 기타 DFT 지침

납땀 접합부의 이미지를 올바르게 보려면 AXI 시스템이 PCB 표면으로부터 X선 광원까지의 거리를 정확하게 알아야만 하는데 시스템은 레이저 광원과 표면 뎀 포인트를 이용한다.

납땀 접합부, 부품 및 테스트 패드들은 PCB 가장자리로부터 적절한 거리를 유지해야 하는데 PCB를 X선 컨베이어 벨트 위에서 이동시키는 동안에 모든 납땀 접합부와 부품들은 PCB 가장자리로부터 최소한 3mm는 떨어져 있어야만 한다.

CAD 데이터의 테스트 변환은 대개 자동화되어 있으며, 공정에 따라서는 테스트가 기준으로 선정된 부품들만을 변환시킬 수도 있다.

테스트 절차와 장비에 대한 정보는 DFT 공정을 촉진시키는 데 있어서 극히 중요하며 테스트 시스템의 사양을 PCB 패러미터에 사용하는 것이 좋다. DFT 지침들을 따른 용의 주도한 설계는 테스트 비용을 절감시키고 효과를 높여 주며 고신뢰성의 PCB를 생산 할 수 있다.

II. 결론

PCB를 제조하는데 가장 낮은 비용으로 결함들을 정확히 발견, 진단 및 수리하기 위하여 두 세 가지 종류의 PCB 테스터들을 결합시키고 있는데 가장 효과적인 방법의 하나로 AXI는 ICT와의 결합하여 테스트의 정보를 주고받는 시스템이다.

테스트를 고려한 설계(DFT)기술은 PCB와 부품들을 철저하고 신속하게 테스트하도록 해주어 PCB의 품질을 효과적으로 개선하고 테스트 개발 시간과 비용을 크게 줄이는 방법이다. 또 실질적이고 정량화가 가능하도록 하며 테스트의 반복, 진단 및 처리 속도를 개선하여 개발 주기를 단축시킬 수 있고 잠재적인 제조 결함들을 효과적으로 발견해내 고신뢰성의 PCB를 생산해 낼 수 있다.

이 DFT에서 AXI가 보다 널리 채택되는 데 주된 걸림돌이 되는 것은 이 시스템의 처리 속도이다. 현재의 AXI시스템들은 최고 속도의 제조라인에 인라인화 시킬 수 있을 만큼 빠르지 못하다. AXI장비가 개선됨에 따라 시장 부문에서의 채택은 계속 늘어날 것으로 예상된다.

향후 1~2년 내에 AXI의 처리 속도가 크게 개선될 것으로 예상된다. 복합보드를 생산하는데 AXI의 사용은 이점이 매우 크기 때문에 표준적인 테스트 접근방법이 될 것이다. AXI를 사용해 온지 벌써 10년이 된 군사항공 부문에서는 최고의 제품 신뢰성을 보장하기 위해 계속 AXI를 채택할 것이다. 액세스 제약부문에서는 PCBA 제조업체들이 인라인과 샘플링 양면에 AXI를 사용하고 있으며 인라인 AXI를 지향하는 추세는 시스템들이 고속 제조 라인들의 라인 속도에 부응할 수 있게 됨에 따라 늘어날 것이다.

참고문헌

1. PCB compliance guide for electrical equipment. Washington, D.C. : Bureau of National Affairs,
2. F. Ercal, F. Bunyak, F. Hao, L. Zheng, "A fast modular RLE-based inspection scheme for PCBs", proc. of SPIE - Architectures, Network, and Intelligent Systems for Manufacturing Integration, Pittsburg, Vol. 3203, 1997
3. Madhav Moganti and Fikret Ercal, "Segmentation of printed circuit board images into basic patterns", Computer Vision and Image Understanding Journal (in press)
4. Chun-Kueng Lo, philip C.H. Chan, "An Efficient Structural Approach to Board Interconnect Diagnosis", IEEE Computer Society Press, 1999
5. Modern Solder Technology for Competitive Electronics Manufacturing, By Jennis S. Hwang, Ph. D., Mcgraw Hill.
6. Is your paste dispensable?, By Eric L. Austin And Alan R. Lewis, SMT, 1996.
7. Solder Paste in Electronics Packageing Technology and Applications in Surface Mount, Hybrid Circuits, and Component Assembly, by jennie S.Hwang, Ph.D., Van Nostrand Reinhold.
8. Test Limited Access Boards with AXI, Nortel Networks, Michel Messier
9. PROTEL의 모든 것(회로, PCB 설계용 CAD) 김정식 외, 피티아이문화사, 1999

10. 문권우, 경계스캔 PCB의 고장모델 및 진단 기법에 관한 연구, 중앙대학교, 2000
11. 안태경, 참조기반검사 방식에서 효과적인 PCB결함 판별 알고리즘에 대한 연구, 부산대학교, 1999
12. 고민성, PCB에 실장된 Gull-wing type lead 검사를 위한 영상처리 알고리즘에 관한 연구, 금오공과대학교 2000
13. 김기태, 반도체 BGA 패키지의 Solder Ball 검사를 위한 영상처리 알고리즘에 관한 연구, 금오공과대학교, 1998

The analysis of the trend of PCB design for test information exchange in the environment of the internal circuit

Byoung-Soo, Choi*

Abstract

The thesis is for the analysis of the current trend adapted for the method of the test information exchange in the environment of the internal circuit in case of PCB design. The design process is most powerful for improving test characteristics among the entire process of PCB. The PCB is more and more difficult to test as the processes proceed because the nodes become more and more complicated. The data exchange for improving PCB test performance should be easy in order to provide more reliable products in the shorter period.

The design technology oriented for the test makes the PCB and its components tested reliably and quickly so that it can effectively improve the quality of the PCB and largely reduce the time and cost of the test development. In addition, it can make the substantial standardization to improve the speed of the repeated test and treatment so that the period of development can be shorter. Also, it helps to effectively detect the potential defects of the products, so that highly reliable PCB can be produced.

* Dept. of Electrical Engineering, Kyungmoon College