

TFT-LCD 패널검사 자동화를 위한 원격 모니터링 시스템 개발

박형근^{1*}, 이승대¹, 김선엽²

Development of a Remote Monitoring System for TFT-LCD Panel Test Automation

Hyoung-Keun Park^{1*}, Seung-Dae Lee¹ and Sun-Youb Kim²

요약 본 연구에서는 TFT-LCD Panel 생산한 후 Panel을 검사하는 공정에서 사용되는 Ti-Con 보드의 동작 상태를 실시간으로 모니터링하고 원격지에 있는 엔지니어에게 TCP/IP를 이용하여 고장 유무를 판별할 수 있는 데이터를 전송함으로써 신속한 대처가 가능할 뿐만 아니라 다중 프로세스가 가능하도록 제어할 수 있는 시스템을 개발하였다.

Abstract In this study, we develop a new remote monitoring system for TFT-LCD panel test automation. Having to realtime monitor of Ti-Con board, this system needs to discrimination whether breakdown or not that is able to transmit processing data for engineer at long distance place using TCP/IP. The result of the development, that can be fast opposition to the breakdown and the multiple processing

Key Words : LCD, Panel test, Timing control, Remote monitoring system

I. 서론

현재 우리나라의 TFT-LCD 산업분야는 세계적 기술력과 생산량을 자랑하고 있으며 향후 국가 기간산업으로서 그 위치를 확고히 해 나가고 있다. 그러나 세계적인 경쟁력을 계속적으로 유지하고 더욱 발전시키기 위해서는 지속적인 제품의 품질 향상을 위한 기술뿐만 아니라 생산공정의 효율성 및 경제성을 재고하는 것 또한 매우 중요하다.

이러한 TFT-LCD 패널을 생산한 후 수행해야 하는 각종 검사공정 중에서 Ti-Con 보드(Timing Control Board)를 패널에 임시로 부착하여 Cell의 이상 유무를 검사하는 과정을 필수적으로 거쳐야 한다. 그러나 검사를 수행하는 공정에서 Ti-Con 보드 자체의 불량으로 인하여 정상 Panel이 불량으로 판단되는 경우가 많아 문제가 되고 있다.

더욱이 현재 생산되고 있는 웨이퍼의 규격이 급격히 증가할 뿐만 아니라 고가의 패널들이 등장함에 따라 생산 공정상에서 수율을 높이기 위한 지속적인 연구개발이 수행되고 있다. 그러나 기존의 LCD 패널을 검사하는 공정에서 사용하는 검사장비들은 장비 하나 하나를 엔지니어

가 직접 점검 및 모니터링해야 하므로 인력운용의 효율성 저하 및 인건비의 증가를 가져왔다.

특히, LCD 검사에 사용되는 Ti-Con 보드는 보드의 장기사용 및 모듈, 부품의 불량으로 인하여 패널 불량 유무의 검사결과인 전압, 주파수와 같은 파라미터들이 비정상적으로 변화하는 경우가 많다. 따라서 정상 패널이 불량으로 판정되어 폐기되거나 재작업(rework)해야 하고 불량 패널을 판정하지 못하여 결과적으로 수율을 떨어뜨리는 결과를 나타낸다.

따라서 본 연구에서는 TFT-LCD 패널을 생산한 후 패널을 검사하는 공정에서 사용되는 Ti-Con 보드의 동작 상태를 실시간으로 모니터링하고 원격지에 있는 엔지니어에게 TCP/IP를 이용하여 고장 유무를 판별할 수 있는 데이터를 전송함으로써 신속한 대처가 가능할 뿐만 아니라 다중 프로세스가 가능하도록 제어할 수 있는 시스템을 개발하였다.

II. 과제개발 내용 및 방법

2.1 과제개발 내용

TFT-LCD는 일반 컬러TV용 CRT 모니터와는 달리 화소 하나 하나가 반도체로 구성돼 생산과정에서 정밀한

¹남서울대학교 전자공학과

²남서울대학교 정보통신공학과

*교신저자: 박형근(phk315@nsu.ac.kr)

검사가 요구되므로 검사장비의 역할이 매우 중요하다. 이와 같이 반도체 디스플레이 생산 라인에서 테스트의 중요성이 커지는 가운데 공정 마지막뿐 아니라 중간 단계에서도 테스트 작업이 확대되면서 이 시장을 겨냥한 장비 업체들의 움직임도 빨라지고 있다. 특히, 국내의 LCD 산업의 성장과 함께 대표적으로 허드슨텍, 케이엔지 등의 검사장비 업체들에서 LCD 검사용 장비들을 생산하고 있지만 고가인 검사장비들의 외형이 클 뿐만 아니라 Ti-con 보드의 불량률 확인하기 위해서는 엔지니어가 멀티테스터나 오실로스코프를 이용하여 수작업으로 점검해야만 한다. 또한, 본 연구에서와 같이 특정용도의 맞춤형 검사 기술의 개발은 전무한 실정이며 현상상황에 맞춘 개발 작업이 필요한 경우의 검사장비는 국내업체가 직접 개발해야 할 뿐만 아니라 국내에서 세계적으로 선도하고 있는 LCD 산업의 특수성으로 국내에서의 기술 개발 및 축적이 중요한 화두로 떠오르고 있다.

최근 300mm 웨이퍼나 7세대 LCD 라인 등 대형 라인의 등장으로 개별 웨이퍼나 유리기판 가격도 크게 높아지면서 불량이 발생할 경우 입는 피해도 함께 커졌으며, 300mm 웨이퍼의 경우 200mm 제품에 비해 웨이퍼 1장에 반도체가 2.5배가량 많아 가격도 높아질 수밖에 없다. 이러한 TFT-LCD 패널을 대량으로 생산한 후 수행해야 하는 각종 검사공정 중에서 Ti-Con 보드를 패널에 임시로 부착하여 Cell의 이상 유무를 검사하는 과정을 필수적으로 거쳐야 한다. 그러나 검사를 수행하는 공정에서 Ti-Con 보드 자체의 불량으로 인하여 정상 패널이 불량으로 판단되는 경우가 많아 문제가 되고 있다. LCD 제조공정에서 필수적인 검사 과정이 수행되는 부분은 그림 1과 같다.

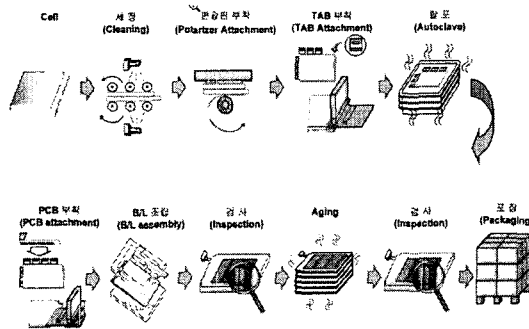


그림 1. LCD 제조 공정

또한, 현재 생산되고 있는 TFT-LCD 웨이퍼의 규격이 급격히 증가할 뿐만 아니라 고가의 패널들이 속속 등장함에 따라 생산 공정상에서 수율을 높이기 위한 지속적인 연구개발이 수행되고 있다. 그러나 기존의 LCD 패널

을 검사하는 공정에서 사용하는 검사장비들은 장비 하나 하나를 엔지니어가 직접 점검 및 모니터링해야 하므로 인력운용의 효율성 저하 및 인건비의 증가를 가져왔다.

따라서 실시간으로 Ti-Con 보드의 동작 상태를 모니터링할 뿐만 아니라 수십대에 이르는 검사장비를 소수의 엔지니어들이 제어할 수 있는 기술의 개발이 필수적이며 중요한 기술로 요구되고 있으며, 본 연구에서 개발한 시스템의 개념 및 구성도는 그림 2, 그림 3과 같다.

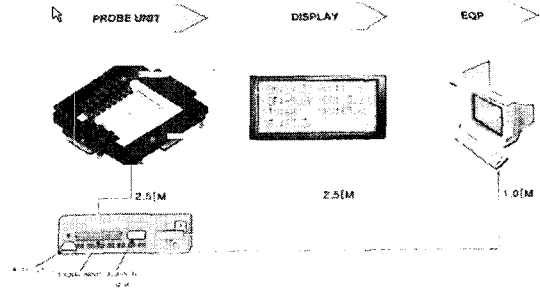


그림 2. 시스템의 개념도

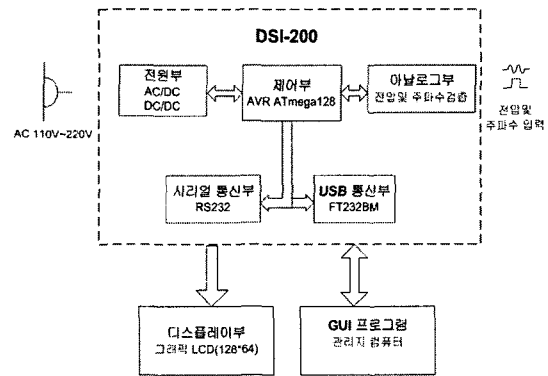


그림 3. 전체 시스템의 구성도

2.2 과제개발 방법

본 연구에서는 LCD 생산라인에 적용할 수 있는 제품을 개발하기 위해 먼저 삼성전자 LCD 생산라인에서 요구되는 H/W 및 S/W 사양을 정밀 분석하고 개발 방향 설정하였다. 또한, 원격 모니터링 보드의 인터페이스부 및 제어부를 설계하고 이를 Design Tool을 이용하여 모의실험하였다. 개발된 시스템을 구동하고 원격지 PC에서 제어 및 다중 프로세스가 가능하도록 통신 프로그램 및 GUI(Graphic User Interface)를 개발한 후 생산라인에 적용하여 테스트 및 성능보완을 통하여 시작품 개발을 완료하였다. 본 연구에서 개발한 TFT-LCD 패널 검사 자동화를 위한 원격 모니터링 보드 및 데이터 디스플레이부는 그림 4, 그림 5와 같다.

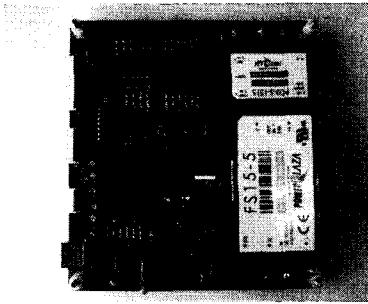


그림 4. LCD 패널 검사를 위한 모니터링 보드

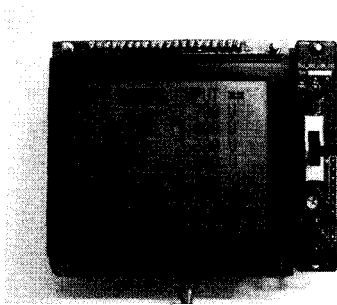


그림 5. 데이터 디스플레이부

본 연구에서는 Ti-Con 보드의 동작 상태를 실시간으로 모니터링하고 원격지에 있는 엔지니어가 고장 유무를 판별 및 다중 프로세스가 가능하도록 개발하였으며, 제어를 위한 윈도우는 그림 6과 같다.

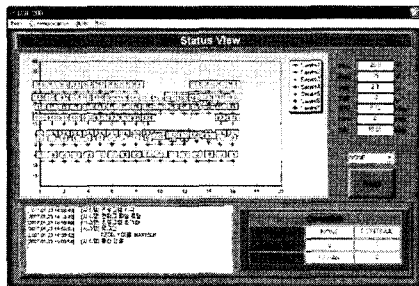


그림 6. 모니터링 및 다중 프로세스 윈도우

III. 사업성과

3.1 기술적 성과

- 고난이도의 첨단 검사장비 개발기술 확보
- 수율을 향상시켜 테스트 시간을 단축
- 반도체와 LCD의 최종검사 솔루션을 제공

3.2 경제·산업적 성과

- 검사신뢰성 향상 및 검사자간의 측정 산포 최소화
- TFT-LCD 패널의 대형화에 능동적으로 대처 가능
- 검사 장비 관리 및 엔지니어 업무 효율 향상
- 유지비용 절감 및 재정 확충

3.3 기타 성과

- 의료기기나 바이오, 통신 등 다른 산업분야에 응용
- 고난이도의 첨단 검사장비의 경우(반도체Wafer등)에 응용
- 검사내용에 따라 H/W를 특화
- LCD 검사장비와 후공정 부문에 응용

IV. 결론

4.1 시스템 개요 및 평가

현재 생산되고 있는 TFT-LCD 웨이퍼의 규격이 급격히 증가할 뿐만 아니라 고가의 패널들이 속속 등장함에 따라 생산 공정상에서 수율을 높이기 위한 지속적인 연구개발이 수행되고 있다. 그러나 기존의 LCD Panel을 검사하는 공정에서 사용하는 검사장비들은 장비 하나 하나를 엔지니어가 직접 점검 및 모니터링해야 하므로 인력 운용의 효율성 저하 및 인건비의 증가를 가져왔다.

따라서 본 연구에서는 실시간으로 Ti-Con 보드의 동작 상태를 모니터링할 뿐만 아니라 수십대에 이르는 검사장비를 소수의 엔지니어들이 제어할 수 있는 시스템을 그림 7, 8과 같이 개발하였으며, 성능평가표는 표 1과 같다.

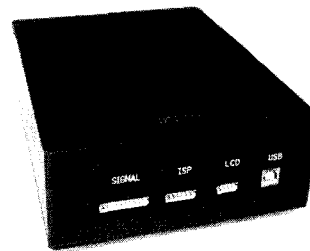


그림 7. TFT-LCD 검사 모니터링 시스템

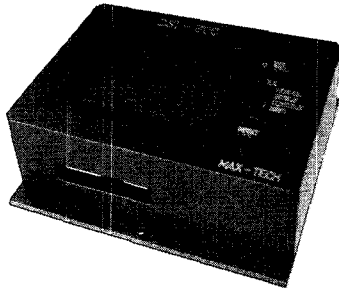


그림 8. 모니터링 데이터 표시장치

표 1. 성능 평가표

평가항목	단 위	결 과	비 고
1. Power Req.	V[V]	AC 110~220 [Volt]	-
	I[A]	3 [A]	
	Fre.[Hz]	60 [Hz]	
2. Signal	Vdd[V]	2.5 ~ 6.5 [Volt]	HVS Output Conn.
	Avdd[V]	5 ~ 15 [Volt]	
	Von[V]	5 ~ 35 [Volt]	
	Voff[V]	-3 ~ -15 [Volt]	
	STV[Hz]	20 ~ 30 [Hz]	Vertical Fre.
	CPV[KHz]	20 ~ 120 [KHz]	
	OE[KHz]	20 ~ 120 [KHz]	
3. Display Method		Color Graphical LCD	Variable
4. Com Port		USB(For Windows)	-
5. Measuring Method		Single/Continue/User Define	Rotary Sel.

본 시스템은 RS-232 통신방식을 이용하여 데이터를 전송 및 수신하며 384000bps의 Baudrate에서 동작한다. 또한 시스템은 정해진 프로토콜에 의해 통신 동작을 수행하고 캐릭터 형식의 프로토콜을 가지며, Set 명령시 Terminal String은 #10(0Ah)를, 리턴되는 데이터의 Terminal String은 #13(0Dh)#10(0Ah)을 사용한다.

4.2 향후계획

향후 연구계획으로는 디스플레이 테스트 용도로 특화된 모듈형 계측장비를 개발할 계획이며, 기존의 박스형 계측기가 아닌 PC 또는 PXI의 슬롯에 삽입되는 형태의 계측기로 디스플레이 전용으로 개량이 용이하다는 장점

을 가질 수 있도록 개발하고자 한다. 또한, 모듈형 계측기와 함께 LCD 테스트에 적합한 여러 응용 소프트웨어를 지원할 수 있도록 함으로써 타 공정분야에 응용이 가능하도록 한다.

V. 참고문헌

- [1] M. Pedram, "Power Minimization in a Backlit TFT-LCD Display by Concurrent Brightness and Contrast Scaling", Proc. of DATE, Vol. 1, pp.10252, Feb. 2004
- [2] M. S. Son et. al., "Electrical simulation of the flicker in poly-silicon TFT-LCD pixels for the large-area and high-quality TFT-LCD development and manufacturing", IEEE Solid-State Electronics Vol. 48, No. 11, pp.2307-2313, Dec. 2004
- [3] Kim C. G, Kim et, al., "Driving cold cathode fluorescent lamps in parallel", Electronics Letters, Vol. 41, Issue 4, pp. 163-164, Feb. 2005
- [4] J. Y. Hwang, "Liquid crystal aligning capabilities and EO characteristics of the photoaligned TN-LCD on a photo-crosslinkable polyimide based polymer", Mol. Liquid Crystal, No. 412, pp.259-268, 2004
- [5] K. N. Choi, "Area-Mura Detection in TFT-LCD Panel", IS&T/SPIE Symp. on Electronic Imaging, Vision Geometry XII, pp.151-158, Jan. 2004

VI. 개발근거 자료

과제개발근거자료	
항 목	내 용
산·학과제명	중기청 산학컨소시엄사업
참여 업체 및 연락처	(주)맥스텍 (전화 : 041-557-7600)
학·연기관, 부서 및 연락처	남서울대학교 전자공학과
저자연락처	박형근 041-580-2118 phk315@nsu.ac.kr
연구 및 개발 기간	2006.7 - 2006.12

박 형 근(Hyoung-Keun Park)

[정회원]



- 1993년 2월 : 원광대학교 전자공학(공학사)
- 1995년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2000년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 전임강사

<관심분야> : 반도체회로설계, 고주파 통신용 회로, 마이크로프로세서 응용

이 승 대(Seung-Dae Lee)

[정회원]



- 1990년 2월 : 단국대학교 전자공학 (공학사)
- 1992년 2월 : 단국대학교 대학원 통신공학전공 (공학석사)
- 1999년 8월 : 단국대학교 대학원 통신공학전공(공학박사)
- 1995년 4월 ~ 현재 : 남서울대학교 전자공학과 부교수

<관심분야> : 마이크로파 회로해석 및 설계, RF시스템 모델링, 이동통신시스템

김 선 엽(Sun-Youb Kim)

[정회원]



- 1993년 2월 : 원광대학교 전자공학(공학사)
- 1995년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2001년 2월 : 원광대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2006년 9월 ~ 현재 : 남서울대학교 정보통신공학과 전임강사

<관심분야> : 초고주파 통신용 회로, 광통신응용, 이동통신시스템