칩 온 필름을 위한 자동 결함 검출 시스템 개발

류지열* · 노석호**

Development of Automatic Fault Detection System for Chip-On-Film

Jee-Youl Ryu* · Seok-Ho Noh**

이 논문은 2010년도 안동대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

요 약

본 논문에서는 $30\mu\text{m}$ 이하의 초 미세 피치를 가진 칩 온 필름(chip-on-film, COF)에서 자주 발생하는 결함을 자동으로 검출할 수 있는 시스템을 제안한다. 개발된 시스템은 초 미세 패턴의 개방 및 단락 결함 뿐만 아니라 소프트 개방 및 소프트 단락을 신속히 검출할 수 있는 회로 및 기술이 적용되어 있다. 결함 검출의 기본 원리는 결함 전의 패턴 저항값과 결함 후의 패턴 저항값 차에 의해 발생하는 미세 차동 전압을 읽어서 결함 유무를 판단한다. 또한 미세 전압 차를 증폭시켜 결함 유무를 쉽게 판단할 수 있도록 고주파 공진기를 이용한다. 제안된 시스템은 초미세 패턴 COF 검사 과정에서 발생하는 다양한 결함을 신속하고 정확히 검출할 수 있으므로 기존의 COF 검사 시스템의 대안이 될 것으로 기대한다.

ABSTRACT

This paper presents an automatic system to detect variety of faults from fine pitch COF(chip-on-film) which is less than $30\mu\text{m}$. Developed system contains circuits and technique to detect fast various faults such as hard open, hard short, soft open and soft short from fine pattern. Basic principle for fault detection is to monitor fine differential voltage from pattern resistance differences between fault-free and faulty cases. The technique uses also radio frequency resonator arrays for easy detection to amplify fine differential voltage. We anticipate that proposed system is to be an alternative for conventional COF test systems since it can fast and accurately detect variety of faults from fine pattern COF test process.

키워드

칩 온 필름, 결함, 개방, 단락, 소프트 개방, 소프트 단락, 차동 전압, 고주파 공진기

Key word

chip-on-film, fault, open, short, soft open, soft short, differential voltage, radio frequency resonator

* 정회원 : 부경대학교(제1저자, ryujy@pknu.ac.kr)
** 정회원 : 안동대학교(교신저자, shnoh@andong.ac.kr)

접수일자 : 2011. 09. 30
심사완료일자 : 2011. 10. 17

I. 서 론

최근 전자, 정보통신, IT 산업의 급속한 발전과 함께 스마트폰을 비롯한 휴대용 액정표시 디스플레이 패널, 랩탑/노트북용 액정표시 디스플레이 모니터,

액정표시 디스플레이 TV 및 기타 가정용 액정표시 디스플레이 등 평판 디스플레이 산업도 함께 급성장하고 있다[1]-[5]. 이러한 추세와 함께 소비자들 또한 가볍고 고정세가 높으며, 고해상도를 가진 평판형 디스플레이를 절실히 필요로 하고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위해 평판 디스플레이 기둥 칩 패키지 부품인 칩 온 필름(Chip-on-Film, COF)이 다양한 형태로 개발되고 있다. 또한 최근 디스플레이 패널의 고해상도와 경박화 추세에 따라 $20\mu\text{m}$ 의 선폭과 $30\mu\text{m}$ 이하의 피치를 가진 칩 온 필름 개발에 대한 필요성이 대두되고 있다. 그러나 미세 패턴의 특성상 제작 과정에서 개방결함, 단락결함, 소프트 개방결함 및 소프트 단락결함 등과 같은 다양한 결함이 미세 패턴에서 종종 발생한다. 이러한 결함을 정확하고 신속하게 검출할 수 있는 시스템이 개발되고 있다[1]-[6].

본 논문에서는 초미세 패턴($20\mu\text{m}$ 의 선폭 및 $30\mu\text{m}$ 이하의 미세 피치)의 칩 온 필름에서 발생하는 다양한 결함을 자동으로 신속하고 정확하게 검출할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 미세 선폭의 결함유무에 따른 미세 차동 전압 변화를 검출하고 이러한 변화를 쉽게 판단할 수 있도록 고주파 공진기를 적용하여 미세한 변화를 증폭시킨다.

II. 결함 검출 원리

COF는 구조상으로 폴리이미드 필름과 구리 호일의 2층 구조로 되어 있으며, 소자 구멍이 없는 구조를 적용하여 TCP의 frying lead 존재에 의한 미세 피치 대응의 문제점을 극복하였다[1]. 그러나 그림 1에서 나타낸 바와 같이 미세 공정의 선폭 및 피치를 가진 COF의 경우 각 전극선에서 다양한 결함이 발생할 수 있다. 이러한 결함은 미세 선 또는 선들 간에 그림 1과 같이 개방, 단락, 소프트 개방 및 소프트 단락 형태로 존재한다.

그림 2는 결함 검출 원리가 적용된 개발된 측정 시스템 개략도를 나타낸 것이다. 결함 검출은 3단계 과정을 거친다. 미세 선폭의 결함유무에 따른 미세 저항(전압)

변화를 검출하는 과정, 미세 전압차를 보다 자세히 관찰하기 위해 고주파 공진 특성을 이용한 미세 전압차를 증폭하는 과정, 그리고 증폭된 미세 변화를 자동으로 처리하는 신호처리 과정으로 구분된다. 이러한 원리가 적용된 측정 시스템은 고주파 신호를 공급하는 고주파 전원부(Vin), 고주파 공진회로 부분, 전압차를 측정하는 프로브 부분, COF 결함이 발생한 경우 그 값들을 비교하기 위해 결함이 없는 값들을 저장하고 있는 Look-up-Table(LUT) 부분, COF의 결함 유무에 따른 차동 전압을 비교하여 그 결과를 처리하는 비교회로 부분으로 각각 구성된다.

그림 1. 다양한 칩 온 필름 결함
Fig. 1 Various COF faults.
(a) Open (b) Short (c) Soft open (d) Soft short

그림 2. 개발된 측정 시스템 개략도
Fig. 2 COF and module structure.

보드#9에는 신호의 진폭과 위상 변화를 검출하기 위해 위상 검출기와 AC/DC 변환기(포락선 검출기)를 사용하였고, 이 두 부품을 제어하기 위해 고주파 릴레이들과 디멀티플렉서를 사용하였다. 고주파 전원부에는 500MHz~1,200MHz 범위의 안정된 사인파를 공급하기 위해 튜너블 전압조정기(VCO, voltage-controlled oscillator;)를 사용하였고, 신호 진폭을 10V 정도로 증가시키기 위해 고주파 전력 증폭기 및 저잡음 증폭기를 사용하였다.

그림 4(a)~(d)는 측정 시스템 구축을 위한 보드 간 연결 구성을 나타낸 것이다. 보드들 간의 연결은 그림 3에서 언급했던 신호 흐름을 바탕으로 구성하였고, 각 보드들 간의 최적 시뮬레이션을 통해 검증하였다. 보드 간의 연결은 고주파 동작을 위해 SMA 커넥터를 활용하였다.

그림 5. 측정시스템 구축
Fig. 5 Measurement system construction.

그림 5는 실제로 구축된 측정 시스템 환경을 나타낸 것이다. 각 보드 및 주변 시스템들과의 연결은 그림 3을 바탕으로 구축되어 있다. 구축된 시스템은 특정한 오류 없이 동작함을 정확성 테스트를 통해 확인하였고, 10번의 반복 측정 테스트를 통해 재현성 특성을 확인하였다.

IV. 측정결과

설계한 시스템의 성능을 평가하기 위해 측정을 수행하였다. 측정에 사용된 COF는 다음 조건으로 제작되어 있고, 총 4종류의 COF 그룹으로 구성되어 있다. 1그룹은

COF 선의 중앙에 단락결함을 가진 COF, 2그룹은 COF 선의 중앙에 개방결함을 가진 COF, 3그룹은 COF 선의 중앙에 50% 소프트 단락 결함(길이=0.1mm)을 가진 COF, 4그룹은 COF 선의 중앙에 50% 소프트 개방 결함(길이=0.1mm)을 가진 COF로 각각 구성된다.

COF 조건

- COF 길이: 10mm, 20mm, 30mm
- Cu 두께: 8mm
- Cu 폭: 10mm
- PI 두께: 38mm
- SR 두께: 25mm

그림 6은 측정 시스템의 정확성과 재현성을 위해 결함이 없는 시료에 대해 10번 반복 측정한 결과를 나타낸 것이다. 그림 6에서 알 수 있듯이 측정 값 거의 대부분이 상측 한계선 (ULB, Upper Limit Boundary)과 하측 한계선 (LLB, Lower Limit Boundary) 내에 존재함을 확인할 수 있다. 이러한 결과는 개발한 시스템이 매우 작은 측정 오차를 가짐을 증명한다.

그림 6. 결함없는 시료의 10번 측정 결과
Fig. 6 10 times measurement of good sample.

위상 검출기 동작 특성을 확인하기 위해 입력 신호의 진폭은 10V로 하고 주파수는 800MHz로 하였다. 그림 7은 30mm 길이 COF의 중앙 지점에 개방결함이 발생한 경우에 대한 결과를 나타낸 것이다. 그림 7에서 알 수 있듯이 반사파가 거의 영향을 미치지 않는 우수한 특성을 보였으며, 순방향 진행 신호와 역방향 반사 신호(결함이 없는 경우와 개방결함이 있는 경우에 위상차가 다름)간의 위상차를 비교하여 결함 유무를 판별할 수 있다.

그림 7. 위상검출기 동작특성
Fig. 7 Phase detector response.

그림 8(a)~(d)는 20mm의 COF 길이에 대해 다양한 결함 유무에 따른 고주파 공진기 출력단에서 측정된 차동 출력 전압 스펙트럼 결과를 나타낸 것이다. 그림 8(a)의 결과로부터 알 수 있듯이 단락결함에 대해 710MHz의 공진주파수에서 29.89dBm 즉 9.874V의 차동전압 특성을 보였다. 그림 8(b)의 개방 결함의 경우 908MHz의 공진주파수에서 30.28dBm 즉 10.33V의 차동전압을 보였다. 또한 그림 8(c) 및 (d)로부터 알 수 있듯이 소프트 단락 결함과 소프트 개방 결함의 경우 710MHz와 908MHz의 공진주파수에서 17.22dBm (2.296V)와 15.36dBm (1.854V)의 특성을 각각 보였다. 그림 8에서 알 수 있듯이 결함 유무에 따른 차동전압의 변화를 확인할 수 있고, 단락 결함보다는 개방 결함이 더 큰 차동 출력 특성을 보임을 알 수 있다. 또한 이러한 결과는 본 연구에서 제안하는 고주파 공진기를 이용한 방식이 결함을 검출하는데 효과적임을 증명한다.

(a)

(b)

(c)

(d)

그림 8. 차동 출력 전압 스펙트럼 (a) 단락결함 (b) 개방결함 (c) 소프트 단락 결함 (d) 소프트 개방 결함
Fig. 8 Differential output voltage spectrum.
(a) Short fault (b) Open fault (c) Soft short fault (d) Soft open fault

그림 9(a) 및 9(b)는 10~30mm의 범위를 가진 COF 각선의 길이에 대해 단락결함 및 소프트 단락결함 유무에 따른 시스템 출력단에서 직류 전압을 측정된 것이다. 개발된 시스템은 결함 유무에 대해 자동으로 차동 전압을 비교할 수 있도록 차동 직류 전압을 제공한다. 그림 9(a)

및 9(b)에서 알 수 있듯이 개발한 시스템은 단락 결함 및 소프트 단락결함 유무에 대해 서로 다른 차동 직류 전압을 제공하였다. 이러한 결과는 이전 연구[1-2]에 비해 약 30% 이상의 결함 검출 감도 향상을 보였다.

그림 9. 결함을 가진 시료 직류 측정 결과
(a) 단락결함 (b) 소프트 단락 결함
Fig. 9 DC measurement of samples with faults.
(a) Short fault (b) Soft short fault

V. 결 론

본 논문에서는 평판형 액정 표시 디스플레이에 적용되는 칩 온 필름으로부터 발생하는 결함을 자동으로 검출할 수 있는 시스템을 제안하였다. 이러한 시스템은 미세 패턴내의 결함으로 인해 발생한 전압의 미세 변화를 고주파 공진기를 이용하여 증폭하고 결함 유무를 빠르게 판단하였다. 이를 통해 개발한 시스템은 미세 패턴을 가진 칩 온 필름으로부터 발생하는 다양한 결함을 신속·정확하게 검출하였고, 실험 결과를 통해 이를 증명하였

다. 개발한 시스템은 기존의 칩 온 필름 결함 검출 시스템이 검출하지 못하는 소프트 단락이나 소프트 개방 결함까지 신속히 검출 가능하기 때문에 향후 칩 온 필름 제작업체의 현장 검사에 적용되리라 기대한다. 향후 시스템의 측정 신뢰성과 정확성 및 검출 알고리즘의 정확성에 초점을 맞추어 시스템을 수정하고 보완할 계획이다.

참고문헌

- [1] 류지열, 노석호, “초 미세 패턴 칩-온-필름을 위한 자동 결함 검출 시스템 개발,” 한국해양정보통신학회 2010 춘계종합학술대회, 제 14권, 제 1호, pp. 775-778, 2010년 5월.
- [2] 류지열, “미세 피치 칩 온 필름의 결함 검출을 위한 자동 시스템 개발”, 한국정보기술학회논문지, 제 9권, 제 1호, pp. 25-34, 2011년 1월.
- [3] S. -M. Chang, J. -H. Jou, A. Hsieh, T. -H. Chen, C. -Y. Chang, Y. -H. Wang, and C. -M. Huang, “Characteristic Study of Anisotropic-conductive Film for Chip-on-film Packaging”, *Microelectronics Reliability*, Vol. 41, No. 12, pp. 2001-2009, Dec., 2001.
- [4] Y. -T. Hsieh, “Reliability and Failure Mode of Chip-on-film with Non-conductive Adhesive”, *IEEE Proceedings of the 4th Int. Symposium on Electronic Materials and Packaging*, pp. 157-160, Dec 4-6, Taiwan, 2002.
- [5] EC Plaza Network, <http://www.ecplaza.net/search/0s1nf20sell/cof.html>.
- [6] KITA (Korea International Trade Association), <http://www.tradekorea.com/products/AOI.html>.

저자소개

류지열(Jee-Youl Ryu)

한국정보통신학회 논문지
제8권 제6호 참조

노석호(Seok-Ho Noh)

한국정보통신학회 논문지
제8권 제6호 참조