

미세 피치 칩 온 필름 대응 신형 자동 결함 검출 시스템

류지열*.노석호**

부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부*, 안동대학교 전자공학과**

E-mail : ryujy@pknu.ac.kr

요 약

본 논문은 24 μ m 이하의 미세 폭 및 30 μ m 이하의 피치와 같이 미세 패턴을 가진 칩 온 필름(chip-on-film, COF)에 발생한 결함들을 자동으로 검출할 수 있는 시스템을 제안한다. 개발된 검출 시스템은 미세 패턴의 COF에서 발생한 개방(open), 단락(hard short), mouse bite 및 near short(soft short)과 같은 다양한 결함들을 자동으로 빠르게 검출할 수 있는 기술이 적용되어 있다. 본 논문에서 제안하는 결함 검사 기술의 기본 원리는 미세 패턴내의 결함으로 인해 발생한 저항의 미세 변화를 고주파 공진기(resonator)를 이용하여 측정 주파수에서 증폭시키고 증폭된 결함 신호와 결함이 없는 경우의 신호와의 전압차를 읽어서 0이 아니면 결함이 있음을 판단한다. 제안된 시스템은 미세 패턴 COF 검사 과정에서 결함들을 신속히 측정할 수 있으므로 불필요한 COF 복사를 위해 소요되는 경비를 줄일 수 있으리라 기대한다.

I. 서 론

최근 휴대폰용 LCD, 컴퓨터용 TFT LCD 모니터, 가정용 LCD 및 PDP 등 평판 디스플레이 산업의 급속한 발달에 힘입어 이러한 장치의 구동 칩 패키지 부품인 COF(Chip-On-Film)의 도입과 함께 그 제조 산업 또한 발전하고 있다 [1-3]. COF는 디스플레이 기기의 경박·단소화 추세에 대응하기 위해서 개발된 새로운 형태의 패키지이다. 기존 TCP(tape carrier package)의 공정을 그대로 적용하면서 미세 피치에 대응하고자 제안된 방식으로 TCP에 비해 상대적으로 열팽창계수가 작고, flexibility가 우수하며, 더 얇은 폴리이미드 필름과 구리 호일로 이루어진 테이프를 사용한다. 이러한 장점으로 인해 최근 시장 요구인 디스플레이 장치의 고해상도 및 경박화에 따라 24 μ m 보다 가는 선폭 및 30 μ m 이하의 미세 피치의 회로가 절실히 요구되어지고 있다. 하지만 이러한 미세 공정의 선폭 및 피치가 적용된 COF의 경우에도 미세 선들 간에 개방(open), 단락(hard short), near short(soft short) 및 mouse bite등과 같은 다양한 결함들이 종종 발생한다. 이러한 결함을 검출하기 위해 현재까지 많은 연구가 진행되어 왔다 [2-3]. 그러나 이러한 방법들은 대부분 PCB나 모듈 등에 적용되어 왔고, 미세 공정을 가진 시료에는 적용되어 오지 않은 실정이다.

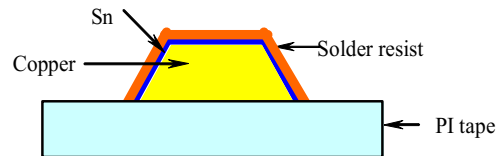
본 논문에서는 24 μ m 이하의 미세 폭 및 30 μ m 이하의 미세 피치를 가진 COF에서 발생한 결함들을 자동으로 빠르게 검출할 수 있는 새로운 형태의 시스템을 제안한다. 결함 검사 기술의 기본

원리는 미세 패턴내의 결함으로 인해 발생한 저항의 미세 변화를 고주파 공진기(resonator)를 이용하여 측정 주파수에서 증폭시키고 증폭된 결함 신호와 결함이 없는 신호와의 전압차를 읽어서 결함이 있음을 자동으로 판단한다.

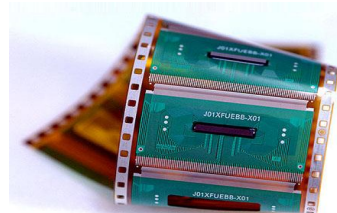
II. 이론 및 동작 원리

2.1. COF 개요

COF는 구조상으로 그림 1(a)과 같이 간단히 폴리이미드 필름과 구리 호일의 2 layer로 구성되어 있으며, 소자 구멍이 없는 구조를 적용하여 TCP의 frying lead 존재에 의한 미세 피치 대응의 문제점을 극복하였다. 본 연구에서 측정에 사용된 COF 외형 사진이 그림 1(b)에 나타나 있다.



(a) COF 측면도



(b) COF 실제 외형 사진

그림 1. COF 구조

2.2. 시스템 설계

개발된 측정 시스템은 미세 피치 COF (ILP 30 μ m)에 대해 개방, 단락, mouse bite 및 near short과 같은 다양한 결함들을 자동으로 검사할 수 있도록 하기 위해 다양한 기술과 알고리즘 및 하위 시스템으로 구성되어 있다. 그림 2는 개발된 측정 시스템의 개략도를 나타낸 것이다. 측정 시스템에 COF 결함 검사를 위한 고주파 신호를 공급하는 RF source 부분, 본 시스템의 핵심 기술로서 미세 패턴내의 결함으로 인해 발생한 미세 전압 변화를 특정 주파수대역에서 증폭시키기 위한 고주파 Resonator arrays 부분, COF lead를 probing하는 Probe card부분, COF lead로부터 반사되어온 신호를 검지하여 결함의 유무와 결함의 정도를 제공하는 Signal conversion 부분 등으로 구성되어 있다.

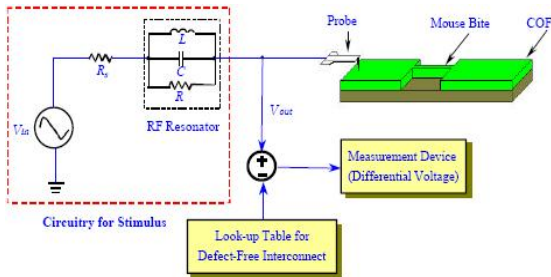


그림 2. 측정시스템 개략도

그림 3은 개발된 측정 시스템의 세부 구조를 나타낸 것이다. 각 보드들은 각 보드 간의 신호 교환을 위해 적절히 설계되어 있다. 측정 시스템은 ISA Backplane내에 COF가 포함하고 있는 총 550개의 lead를 검사하기 위해 RF source로부터 받은 신호를 Probe card와 연결시켜주는 Switch arrays를 위한 7개의 보드, Resonator arrays를 위한 2개의 보드 및 550개의 검사 lead로부터 반사되어온 신호의 진폭과 위상을 검지하여 결함의 유무와 결함의 정도를 제공하는 Signal conversion을 위한 1개의 보드 등 총 10개의 보드로 구성되어 있다. 외부 구성요소로써 550개의 COF lead를 probing하는 Probe card, RF source와 2개의 DAQPad로 구성되어 있다. Probe card는 sample lead의 개수를 감안하여 총 550개의 probe tip으로 구성되어 있고, membrane 구조를 가지며, 800MHz~ 1.5GHz 범위의 주파수에서 정상 동작하도록 설계되어 있다. 디지털 신호를 이용하여 보드들을 자동적으로 제어하기 위한 Data acquisition (DAQPad) 부분, 프로그램 및 알고리즘을 가진 PC로 각각 구성되어 있다.

2.3. 시스템 동작 원리 및 제작

2.3.1. Switch Arrays

그림 4는 Switch Arrays 보드 #1~#7에 대

한 블록도를 나타낸 것이다. 보드 #1은 88개의 고주파 릴레이와 1개의 결합기(coupler)로 구성되어 있다. 보드 #1~#7에는 RF source로부터 공급된 신호를 순차적으로 총 550개의 lead를 가진 COF를 검사하기 위해 총 550개의 고주파 릴레이와 7개의 결합기로 구성되어 있다. 결합기는 Resonator arrays로부터 Switch arrays로 신호를 결합시켜 주며, Signal conversion부분으로 반사되어 온 신호를 연결시켜주는 역할을 한다.

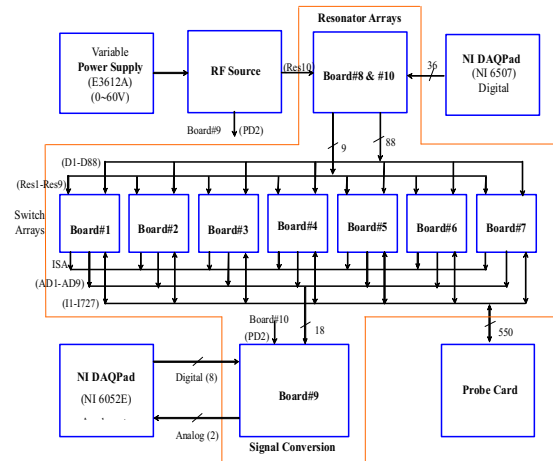


그림 3. 측정시스템 세부 구조

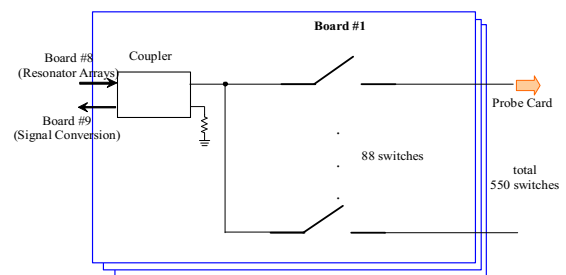


그림 4. Switch arrays 보드 #1~#7 내부 구조

2.3.2. Resonator Arrays

그림 5는 보드 #8에 대한 개략적인 블록도를 나타낸 것이다. 보드 #8은 보드 #1~#7에 공진된 신호를 공급하는 역할과 함께 ISA 커넥터를 통해 디지털 논리적으로 낮은 전압을 공급하여 보드 #1~#7에 있는 고주파 릴레이들을 순차적으로 “온-오프”시키는 역할을 한다. 보드 #8에는 검사 sample의 유형이 바뀔을 예상하여 3가지 검사 주파수 (800MHz, 1000MHz 및 1250MHz대)에 동작하도록 3개의 고주파 공진기(RF resonator)를 사용하였다. 이를 위해 추가로 고주파 릴레이들이 사용되었고, 이를 제어하기 위해 DeMUX를 사용하였다. 보드 #8로부터 받은 디지털 논리 신호를 Backplane위의 ISA 커넥터를 통해 받는 데 이때 디지털 논리적으로 낮은 전압을 받을 경우 릴레이의 두 핀 사이의 전압차가 4volts 이상

이 되고 릴레이는 “온”하게 된다. 이때 나머지 두 편이 스위치 동작을 하므로 신호가 흐를 수 있는 통로가 형성된다.

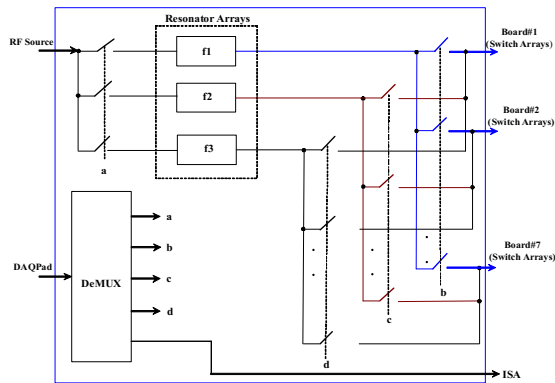


그림 5. Resonator arrays 보드 #8 내부 구조

보드 #8에는 ISA backplane에 장착되어 있는 ISA 커넥터에 88개의 디지털 논리 신호를 보내기 위한 DeMUX가 6개 사용되었으나 보드 #1~#7 즉 7개의 Switch arrays 보드들이 동시에 ISA backplane 내의 7개의 slot을 차지하기 때문에 각 편에 연결된 고주파 릴레이들이 동시에 턴 온될 경우 그림 6(a)와 같이 그 편과 연결된 커넥터 부분에 230mA의 전류가 흐르게 되면서, 전류 싱크 문제가 발생한다 (이때 릴레이 1개에 흐르는 전류는 $5\text{volts}/150\text{ohm}=33.3\text{mA}$ 이고, 총 전류는 $33.3\text{mA}\times 7=230\text{mA}$). DeMUX가 가지는 문제점을 해결하기 위해 그림 6(b)에 나타냈듯이 DeMUX와 릴레이 사이에 1A까지 전류를 싱크할 수 있는 line driver를 첨가하였다.

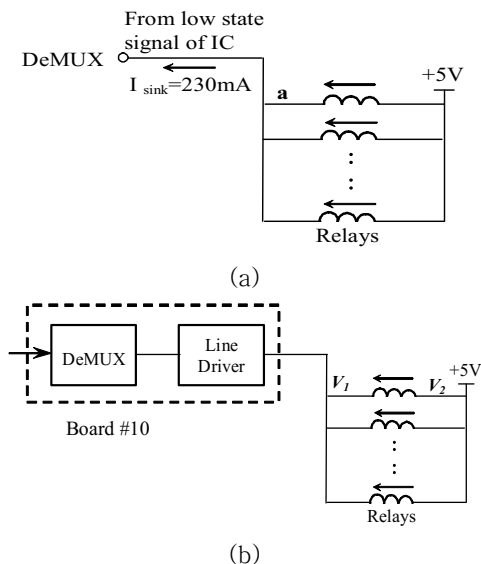


그림 6. (a) 전류싱크 문제, (b) 해결방안을 위한 보드 #10 삽입

그림 7은 제작된 보드 #10을 나타낸 것이다. 보드 위에 6개의 4×16 DeMUX, 1개의 3×8 라인 디코더 및 22개의 half-H 라인 드라이버로 구성되어 있다. U1은 74HCT138EN (3×8 라인 디코더), U2~U7는 74HC154EN(4×16 DeMUX) 및 U8~ U29는 SN754410 (half-H 라인 드라이버)를 각각 나타낸 것이다.

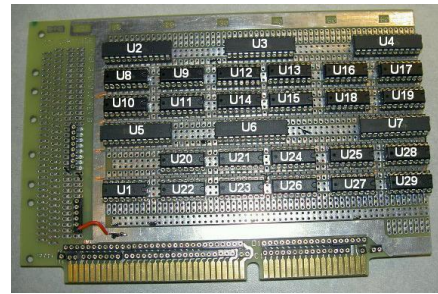


그림 7. 보드 #10

2.3.3. Signal Conversion

그림 8은 보드 #9, 즉 Signal conversion에 대한 블록도를 나타낸 것이다. 보드 #9는 COF의 각 lead를 probing 후에 반사되어오는 신호의 진폭과 위상변화를 검출한다. 이러한 보드는 진폭의 변화를 검출하기 위해 AC/DC 변환기를 사용하고, 위상의 변화를 검출하기 위해 위상 검출기를 사용하며, 이 두 시스템을 순차적으로 선택할 수 있도록 릴레이와 DeMUX 들로 구성되어 있다.

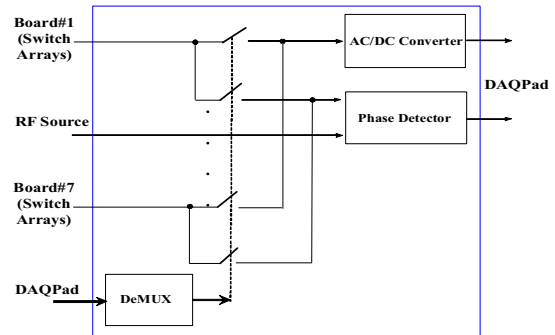


그림 8. Signal conversion 보드 #9 내부 구조

III. 시뮬레이션 및 실험 결과

그림 9는 제작된 Board#1~#7에 대해 그 동작 특성을 확인하기 위한 시스템 검사 구성도를 나타낸 것이다. 이러한 측정 시스템은 벡터 네트워크 분석기, Laptop 및 Data acquisition board (DAQPad) 구성된다. 2-포트 연결이 되도록 Switch array 보드의 두 SMA 커넥터와 벡터 네트워크 분석기의 두 포트를 연결하여 S-파라미터를 측정한다. Laptop과 DAQPad는 Switch array 보드 내에 있는 727개 릴레이들을 순차적으로 제어 (온-오프)시키기 위해 사용된다.

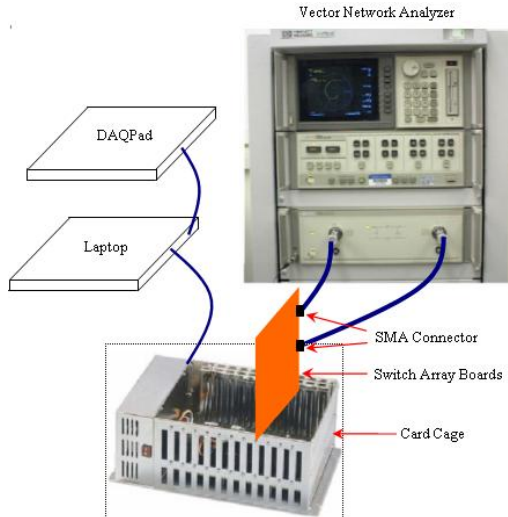


그림 9. 보드 #1~#8을 위한 검사 구성

릴레이가 “온”과 “오프”일 경우에 반사 되어오는 신호가 각각 서로 다른 S-파라미터 (특히 S12값)를 제공하기 때문에 S-파라미터의 측정을 통해 릴레이들의 동작특성을 확인하였다. 릴레이가 “온”일 경우에 S12값은 작은 값 (이상적으로는 0dB, 그러나 실제로 결함기와 릴레이에서 생기는 손실로 인해 5 dB이하의 값이 검출됨)을 보이며, 릴레이가 “오프”일 경우에는 신호가 입출력간에 격리되기 때문에 S12값은 매우 큰 값을 보였다.

그림 10은 릴레이 특성에 대한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다. 0 volt의 논리적 “low” 상태 입력에 대해 출력은 4 volts 이상의 전압을 공급한다. 사용된 릴레이는 최소 3.8 volts 이상에서 동작을 할 수 있는데, 그림의 결과는 4 volts 이상의 전압을 공급하므로 릴레이가 논리적 “low” 상태에서 잘 동작함을 보여준다. 마찬가지로 0.4 volts이하만 유지해도 릴레이는 “오프” 상태를 유지하는데 시뮬레이션 결과는 5 volts의 논리적 “high” 상태 입력에 대해 출력은 거의 0 volt를 공급하기 때문에 릴레이는 “오프” 상태로 잘 동작함을 확인하였다.

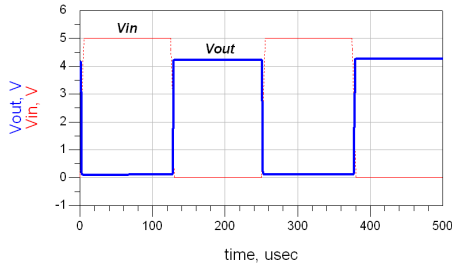
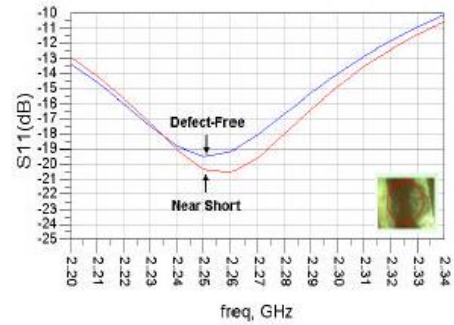


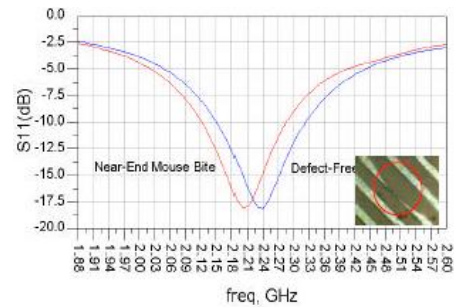
그림 10. 릴레이 동작 특성

제작된 보드 #8에 대해 그림 9와 같은 실험 시스템을 구성한 후 제작된 시스템에 대해 그림 11과 같은 동작 특성을 확인하였다. 그림 11은

결함이 없는 경우와 near short 및 mouse bite 결함에 대한 공진기 출력 특성을 나타낸 것으로, 각 결함에 따라 서로 다른 S-파라미터 (특히 S11, 반사손실을 측정)를 제공하였다.



(a) 결함없는 경우와 near short 비교



(b) 결함없는 경우와 mouse bite 비교
그림 11. 결함에 따른 시스템 출력 특성

IV. 결 론

본 논문은 미세 패턴을 가진 칩 온 필름에 발생하는 개방, 단락, mouse bite 및 near short과 같은 결함들을 자동으로 검출할 수 있는 시스템을 제안하였다. 이러한 시스템은 미세 패턴내의 결함으로 인해 발생한 저항의 미세 변화를 고주파 공진기를 이용하여 측정 주파수에서 증폭시키고 증폭된 결함 신호와 결함이 없는 경우의 신호와의 전압차를 읽어서 결함 유무를 빠르게 판단하였다.

참고문헌

- [1] S.-M. Chang *et al.*, "Characteristic study of anisotropic-conductive film for chip-on-film packaging," *Microelectronics Reliability*, Vol. 41, No. 12, pp. 2001-2009, Dec. 2001.
- [2] C.I.Tsai *et al.*, "An accommodative approach designed in heat dispersion of fine-pitch Chip-On-Film packages for LCD applications," *IEEE Int. Conference on Electronic Materials and Packaging*, pp. 98-101, Oct. 2008.
- [3] 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.2000.