차영상을 이용한 실시간 TCP/COF 검사 시스템 개발

Development of Real-Time TCP/COF Inspection System using Differential Image

이상원 · 최환용 · 이대종 · 전명근*

Sang-Won Lee · Hwan-Yong Choi · Dae-Jong Lee · Myung-Geun Chun*

충북대학교 전자공학부

요 약

본 논문에서는 TCP/COF의 불량패턴 검출 알고리즘을 제안하고 실시간 검사 시스템을 구현하였다. TCP/COF는 마이크로미터 단위의 패턴 굵기를 갖는 관계로 검사를 위해서는 작업자가 고성능 현미경을 보며 전수 검사 해야 하는 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 작업자로 하여금 모니터를 보면서 검사시스템이 검출해내는 불량에 대해서 검사할 수 있는 시스템을 제안하였다. 검사 알고리즘은 기준 영상과 검사 영상간의 패턴 비교 방법에 의해 수행된다. TCP/COF의 특성에 맞는 고성능 카메라 및 조명시스템을 구현하기 위하여 카메라의 종류와 조명의 형태 및 광원에 따른 다양한 실험을 수행하였다. 실험결과 구현된 검사 시스템은 TCP/COF 필름의 불량 위치를 작업자에게 정확하게 알려줄 수 있었다.

키워드 : TCP/COF, 머신비전, 검사장비, 차영상

Abstract

In this paper, we proposed a faulty pattern detection algorithm of TCP(Tape Carrier Package)/COF(Chip On Film), and implemented a real-time system for inspecting TCP/COF. Since TCP/COF has very high resolution having several micro meters, the human operator should visually inspect all the parts through microscope. In this work, we implement an inspection system to detect the faulty pattern, so the operator can visually inspect only the designated parts by the inspection system through the monitor. The proposed defects detection algorithm for TCP/COF packages is implemented by the pattern matching method based on subtracting the reference image from test image. To evaluate performance of the proposal system, we made various experiments according to type of CCD camera and light source as well as illumination projection method. From experimental results, it is confirmed that the proposed system makes it possible to detect effectively the defective TCP/COF film.

Key Word : TCP/COF, Machine vision, Inspection system, differential image

1. 서 론

반도체와 보조메모리 산업이 발달함에 따라 특수 공정에 의해 가공된 나노미터 수준의 미세 패턴의 형상을 측정하기 위한 수요가 증대되고 있다. 그리고 반도체 제품에서의 패키지 경향은 경박 단소화, 다 기능화, 다 핀 처리 등으로 기술이 점차 발전하고 있으며 이는 실장 효율을 높이는데 많은 이점을 가지고 있다.

현재 PCB(인쇄 회로 기판)의 경우 불량 검출 부분에 있어 대부분 자동화 시스템을 갖추고 있으나[1-4], TCP(Tape Carrier Package)/COF(Chip On Film)의 경우는 전기적인 특성 검사만 자동화로 이루어지고 있을 뿐 필

름의 불량 검사는 그림 1과 같이 현미경을 통한 전수 육안 검사로 이루어지고 있어서 품질의 신뢰성에 크게 문제가 되고 있다. 즉, 장시간의 검사에 따른 피로누적 등에 의하여 검출 오차율이 30%정도를 차지하고 있어 제품의 신뢰성이 떨어지고 있는 실정이다. TCP/COF용 필름을 생산하기 위하여 다양한 공정을 수행하지만, 그 중에서도 마지막 단계인 불량 검출 과정은 제품의 신뢰성에 중요한 영향을 미치는 단계이다.

그림 1 그림 1. 육안에 의한 TCP/COF 검사
 Fig. 1 A human visual inspection for TCP/COF

접수일자: 2011년 9월 5일

심사(수정)일자: 2012년 2월 3일

게재확정일자 : 2012년 2월 5일

* 교신저자

이 논문은 2011년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

카메라를 이용한 지능시스템은 자동화시스템[5-7]과 불량검출[8-10]에 널리 적용되고 있다. 카메라를 이용한 컴퓨터 비전분야에서 불량검출을 위해 사용되는 접근방법은 크게 참조영상을 사용하여 검사하는 방법과 참조 영상을 사용하지 않고 자체 영상만으로 검사하는 방법으로 나뉘어진다. 불량 검출을 위해 참조영상을 이용하는 접근방법은 계산처리속도, 알고리즘 구현 및 성능이 우수하여 널리 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 참조영상과 입력된 검사 영상간의 픽셀단위의 비교를 통해 이루어짐으로 미리 저장된 참조영상과 검사 영상간의 이미지 정합이 완벽히 이루어지지 않을 경우 시스템 성능은 저하된다[11].

고배율을 갖는 TCP/COF 불량검출을 하는데 있어서 기준영상과 취득영상 두 영상을 정확하게 정합하지 않으면 불량 패턴 이외의 정상 패턴도 강하게 나타나게 됨으로 불량검출 성능에 오류를 발생시킨다. 부정합을 일으키는 요인으로는 검사 시스템의 기구적 오차와, 모션움직임의 오차에 따른 영상이 이동, 회전된 경우이다. 또 조명 밝기에 따른 기준영상과 취득영상의 밝기 차이이다.

기존의 TCP/COF 연구[12]에서는 라인 스캔 카메라를 이용하여 불량 검출을 시도하였다. 본 연구에서 사용한 2차원 카메라와의 차이 때문에, 사용하는 조명시스템이나, 조명타입 등이 전혀 다르다. 예를 들어 [12]의 논문에서는 고성능의 스캔을 위하여 투과형 조명을 사용하였으나 2차원 CCD 카메라를 위해서는 반사형 LED 조명을 사용하였으며, 스캔 카메라의 경우는 1차원 모션만이 필요했다면, 본 연구에서는 2차원 구동부가 사용되어서 제어부가 달라지게 된다. 특히, 차영상을 이용하기 위해서는 정확한 정렬을 위하여 2차원 얼라인 마크를 이용해야 하나, 스캔 카메라의 경우에는 이것의 정확한 검출이 용이하지 않았으며 작업자에게 보여줄 2차원 영상을 재구성해야하는 추가적인 단계를 요구하는 등의 단점이 있다.

본 논문에서는 제한한 실시간 TCP/COF 검사 시스템은 우선 기준영상과 취득영상 간에 얼라인 마크를 통해 영상정합을 함으로서 구동부가 미세한 변화를 한다 하더라도 일정된 영상을 취득하도록 하였다. 다음 단계로 조명변화에 따른 특성을 고려하여 정합된 두 영상의 조명을 보정하는 알고리즘을 수행한다. 마지막 단계에서는 불량판별 알고리즘을 적용하여 TCP/COF의 양품/불량 판정을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차영상을 이용한 불량검출 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 실시간 검사시스템을 설명한다. 4장에서는 실험 및 결과에 대하여 논하고 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

2. 차영상을 이용한 불량검출 알고리즘

그림 2에 제안된 TCP/COF 불량검출 시스템의 흐름도를 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이 양품으로 판정된 기준영상과 입력영상과의 차영상을 이용하여 불량검출이 이루어진다. 본 논문에서 적용된 차영상기법은 영상처리분야에서 널리 적용되는 기술이다[7][8]. 차영상을 이용하기 위해서는 기준영상과 입력영상 간에 정확

한 정합이 필수적으로 수행되어야 한다. 이를 위해 기준영상과 검사영상간의 정합이 완벽히 이루어지도록 TCP/COF 필름내에 얼라인 마크를 이용하였다. 따라서 불량검출을 위한 첫 번째 단계로서 기준영상과 검사영상간의 얼라인 마크의 위치가 동일하도록 영상취득 위치를 초기화하였다. 차영상을 이용한 불량검출 방법을 적용할 때 또 다른 문제점으로 기준영상과 입력영상 간에 조명차이가 발생할 때 이로 인하여 차영상을 구할 경우 패턴이 동일하다 하더라도 원하지 않는 영상이 발생할 수 있다는 점이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 두 번째 단계에서는 기준영상과 입력영상간의 조명밝기를 보정하는 과정을 수행한다. 마지막 단계에서는 기준영상과 입력영상간의 차영상의 특성을 이용하여 불량검출이 수행된다. 각각의 단계에 대해 자세히 설명하면 다음과 같다.

그림 2. 제안된 불량검출 시스템의 처리단계

Fig. 2 A proposed inspection step for TCP/COF

[단계 1] 얼라인 마크 정보를 이용한 초기 위치 설정

그림 3은 TCP/COF의 얼라인 마크를 이용한 영상 취득 초기 위치를 설정하는 알고리즘의 흐름도를 나타낸다. 불량 검사를 하기 전에 얼라인 마크를 기준으로 하여 기준 영상과 검사 대상의 취득 영상 간에 정합이 이루어지도록 하였다.

그림 3. 얼라인 마크를 이용한 영상 취득

Fig. 3 A image acquisition using align mark

얼라인 마크를 이용한 초기 위치 설정과정을 설명하면, 검사영상을 취득한 후 기준 영상의 얼라인 마크와 취득 영상의 얼라인 마크를 패턴 매칭을 통해 비교하고, 기준 얼라인 마크 영상에 대한 취득 영상의 얼라인 마크 매칭률을 계산하여 70% 이상이 될 때만 정상적인 얼라인 마크로 판단하고, 그렇지 않을 경우 얼라인 마크 불량 표시를 한다. 매칭률이 70% 이상일 경우 얼라인 마크 좌표값을 계산하고 기준영상의 얼라인 마크 좌표값에서 취득영상의 X,Y 좌표값을 뺄셈 연산하여 기준 영

상에 대한 부정합 정도의 픽셀(Pixel) 수를 계산한다. 계산된 픽셀수를 통해 카메라의 X,Y의 이동거리를 계산하고 정합이 이루어지도록 카메라를 이동하게 된다. 이동 후 얼라인 마크의 X,Y 좌표값을 다시 계산하고 앞의 절차를 반복 수행하게 된다. 정합이 잘 이루어졌다면 X,Y 픽셀수의 차이가 0이 됨으로 이 점을 초기 기준점으로 설정하고, 이 기준점을 이용하여 영상을 취득하게 된다.

[단계 2] 조명 밝기 보정 알고리즘

조명 밝기에 따라 취득 영상과 기준 영상의 밝기 정도가 다르게 된다. 밝기 차이가 크면 불량 검사 알고리즘을 적용했을 때 정상 패턴까지 불량으로 인식하는 현상이 발생하기 때문에 기준 영상과 취득 영상의 조명의 밝기를 일정하게 보정해 주어야 한다. 그림 4는 조명 밝기 보정 알고리즘의 흐름도를 나타냈다. 조명 밝기 보정 알고리즘에 사용할 기준 영상과 취득 영상의 밝기 값은 얼라인 마크가 있는 영상에서 리드 및 패턴이 없는 네 곳을 정하고 30×30 픽셀씩을 추출하여 밝기의 평균을 낸 것을 밝기 값으로 한다. 기준 영상 밝기 값에서 취득 영상 밝기 값을 뺄셈 연산하고, 이 정도를 이용하여 LED 컨트롤러 제어기가 기준 영상과 취득 영상의 밝기가 같도록 보정해준다. LED 컨트롤러 제어를 통해 밝기 값의 차이를 0으로 정확하게 조절하는 것은 어려운 관계로 본 논문에서는 기준값을 2로 하여 평균값의 차가 2이하가 되도록 보정해 주었다.

그림 4. 조명 밝기 보정 알고리즘
Fig. 4 Light compensation algorithm

[단계 3] 불량 검출 알고리즘

그림 5는 불량 검사 알고리즘의 흐름도를 나타냈다. 기준 영상과 취득 영상은 칼라영상으로 R,G,B 색상 요소에서 녹색G에 대한 색상값으로 Gray 레벨 영상으로 변환한다. 그레이 레벨의 기준 영상과 취득 영상을 영상 개선을 위해 저역 통과 필터를 사용하여 영상 잡음을 제거해주고, 기준영상과 취득 영상의 차영상을 구해 이진화한다. 이진화한 영상에서 에지 검사한 영상을 빼서 불량 검사를 한다.

3. 검사 시스템 구축

3.1 실험장치의 구성

그림 5. 불량 검사 알고리즘
Fig. 5 Inspection algorithm

그림 6에서는 본 연구에서 제안한 전체적인 하드웨어 시스템의 구성을 나타낸다. TCP/COF 불량 검사 시스템의 동작은 X,Y 스테이지가 카메라와 광학계 배울 설정 파라미터 값에 따라 FOV(Field of View)가 계산하고, 계산된 FOV(Field of View)만큼 모션제어를 통해 동작하면서 TCP/COF 분할 영상을 칼라 에어리어 카메라 ((Area camera)를 통해 취득한다. 취득한 영상을 PC의 IEEE1394를 통해 PC로 입력 받고 디지털 영상 처리를 통해 불량 검사를 하게 된다.

그림 6. 개발된 하드웨어 시스템
Fig. 6 A developed hardware system

(1) 영상취득부 설계 및 구현

CCD 카메라는 물체표면에서 반사되거나 물체를 투과하여 빛을 감지하여 전기적 신호로 바꾸어 주는 장치이다. CCD 카메라는 색상 구현에 따라 흑백 CCD 카메라와 칼라 CCD 카메라가 있으며, 해상도와 한 픽셀의 사이즈에 따라 CCD 전체 크기가 결정된다. TCP/COF의 패턴을 정밀하게 보기 위해서는 한 픽셀 사이즈가 작을수록 좋고, 검사 시료를 동일한 배율 광학계로 볼 때 한 번 취득으로 볼 수 있는 FOV(Field of View)를 넓게 하기 위해서는 해상도가 클수록 좋다. 하지만 해상도가 크고 한 픽셀 사이즈가 작을수록 카메라 가격은 비싸져서 사용 목적에 맞는 카메라 선정이 필요하다. 그림 7에서는 본 논문에서 사용된 CCD 카메라와 배율기를 나타냈다. 사용된 BASLER A101FC 모델은 IEEE1394 인터페이스

타입의 카메라로 별도의 이미지 그레버 장치 없이 PC로 영상 데이터를 보낼 수 있다. 배율 광학계는 리스광 시스템사의 TLW(Telecentric Lens) 65D-1.0X 모델을 채택하여 구성하였다. TCP/COF 불량 검사에서 선정된 BASLER A101FC CCD CAMERA는 해상도는 최대 1300×1030 이며, 한 픽셀 사이즈는 6.7 μ m 이다. 본 실험에서는 해상도를 1300×1030 중에서 1280×960을 사용하였다. BASLER A101FC CCD CAMERA에 배율을 1배로 해서 TCP/COF의 필름을 영상취득 하면, 가로축의 FOV는 8,756 μ m, 세로축의 FOV는 6,432 μ m이며, 분해능은 6.7 μ m가 된다.

(a) CCD 카메라 (b) 광학계

그림 7 CCD 카메라와 광학계

Fig. 7 CCD Camera and optical

(2) 조명부 설계 및 구현

TCP/COF 검사 시스템에서 조명은 시스템의 성능을 결정하는 중요한 요소이다. TCP/COF 검사 시스템에서 선택한 조명은 LED 광원을 이용한 Backlight 조명을 사용하였다. LED Backlight 조명은 현재 각광 받고 있는 LED를 사용하여 기존 할로겐램프, XEON램프 등 기존 사용하는 램프들에 비해 수명이 뛰어나며, 밝기가 일정하다는 장점을 가지고 있다.

TCP/COF를 검사하기 위해서는 TCP/COF를 CCD 카메라와 간격을 일정하게 유지해야 하고, TCP/COF가 Reel단위로 감겨 있기 때문에 TCP/COF가 자유롭게 이동할 수 있어야 한다. 그림 8(a)는 TCP/COF에 맞게 고정할 수 있는 고정 장치와 Backlight 조명 기구부를 나타냈다. TCP/COF 검사 시 Backlight 조명은 속도를 최대한 빠르게 하기 위해 조명을 최대 밝기로 설정하고 카메라의 셔터 스피드는 검사가 가능한 범위의 최대한 빠르게 설정하도록 하였다. TCP/COF 시료는 Reel형태로 감겨져 있지만, 본 논문에서는 Reel 단위의 TCP/COF를 검사가 아닌 TCP/COF Sample 3개 단위로 TCP/COF를 검사할 수 있게 구성하고, 차후 시료 고정대와 TCP/COF 간 움직일 수 있도록 설정하면 Reel 단위 검사가 가능할 것으로 보인다.

(a) Backlight 기구부 (b) LED 조명 제어기

그림 8 Backlight LED 조명 제어기

Fig. 8 Apparatus and controller for LED Backlight

그림 8(b)는 Backlight LED 조명 제어기의 모습이고, 그림 9는 LED 제어기의 블록 다이어그램을 나타냈다. LED 제어기는 매뉴얼 방식으로도 동작이 가능하지만 시리얼 통신을 통해 LED 밝기와 On/Off할 수 있어 RS-232 통신을 통해 밝기와 On/Off를 제어할 수 있도록 구성하였다.

그림 9. LED 제어기의 블록 다이어그램

Fig. 9. A block diagram for LED controller

4. 실험결과 및 분석

4.1 CCD 카메라 종류에 따른 성능 평가

그림 10은 A101FC 칼라 CCD 카메라와 Sony ES-50 흑백 카메라를 사용하여 취득한 비교 영상이다. 그림 10(a)는 A101FC CCD 칼라 카메라를 사용하여 취득한 영상이고, 그림 10(b)는 ES-50 흑백 CCD 카메라를 사용하여 취득한 영상으로 ES-50 CCD 카메라를 사용하여 취득한 영상보다 칼라 A101FC CCD 카메라로 취득한 영상이 패턴의 구분이 더 명확하고 선명하였다. 원인은 두 가지 정도로 생각해 볼 수 있다. 첫째는 CCD 카메라가 파장에 따른 CCD 감도의 차이로 인한 영상의 차이이며, 둘째는 TCP/COF의 시료 특성에 따른 조명 파장별 취득 영상의 화질이 결정되는 것으로 보여진다. 따라서 본 논문에서는 칼라 CCD 카메라를 이용하여 불량검출 시스템을 구축하였다.

(a) 칼라 CCD 카메라 (b) 흑백 CCD 카메라

그림 10 Color CCD와 Gray CCD에 취득된 영상 비교
그림 10. Comparison between images acquired by color CCD and gray CCD

4.2 조명 형태 및 광원에 따른 성능 평가

조명 형태에 따른 TCP/COF 취득 영상의 성능 평가를 그림 11에 나타냈다. 그림 11은 Backlight, 동축과 측광을 사용했을 경우의 취득 영상을 비교한 것으로 동축과 측광 조명을 사용할 경우 패턴이 선명하지 않아 본 논문에서 개발하고자 하는 불량검출 시스템에 적합하지 않은 것으로 판단된다. 또 한, 측광의 경우 빛을 조사하는 각도에 따른 취득 영상의 밝기 차이가 커서 기준 영상과 취득 영상을 불량 검사 알고리즘을 적용 시 정상 패턴과 불량 패턴 분리가 어렵다. 조명 형태에 따른 실험에서는 LED Backlight 조명을 사용했을 때 영상을 확대하여도 취득 영상의 화질이 가장 우수하였다.

그림 11. 조명형태에 따른 영상 비교

Fig. 11 Image comparison according to type of illumination

그림 12는 TCP/COF에 대한 조명 광원에 따른 취득 영상을 비교 영상을 나타냈다. 할로겐 광원을 사용하여 취득한 영상은 LED를 사용하여 취득한 영상에 비해 영상내 존재하는 선들이 선명하지 않는 등 화질이 떨어졌다. 영상처리를 통한 TCP/COF 검사 시 할로겐 광원을 사용한 것 보다 LED 광원을 사용하는 것이 더 좋은 영상을 취득할 수 있고 디지털 영상 처리를 하기에 더 적당한 영상이다. 일반적으로 할로겐 광원의 경우 200nm~1000nm 파장에서 빛이 나오고, LED 광원은 450nm~550nm의 파장에서 빛이 주로 나오는 때문에 파장에 따라 취득 영상의 화질에 영향을 준다는 것을 실험을 통해 알 수 있었다. 따라서 TCP/COF 불량 검사 시스템에서는 할로겐 광원이 아닌 LED 광원을 사용하여 Backlight 조명을 설계하고 제작하였다.

(a) 할로겐 Backlight 조명 (b) LED Backlight 조명

그림 12. 조명 광원에 따른 영상 비교

Fig. 12 Image comparison according to type of illumination light source

4.3 불량검출 결과

TCP/COF의 불량 검사 시스템은 LabVIEW 프로그램을 이용하여 구현하였다. 그림 13은 TCP/COF 불량 검사 프로그램의 전체 동작 흐름을 나타냈다. 화면 모드를 수동 모드, 검사 모드와 결과 모드 3가지로 구성되어있다. 기준 영상의 경우 시스템에서 양품인 영상을 먼저 취득

하게 된다. 그리고 후처리를 거친 후, 스테이지 이동을 통해 다음 필름으로 이동하게 된다. 조이스틱은 초기 스테이지를 필름 시작 위치로 이동할 때나, 사용자가 특정 위치의 영상을 보고 싶을 때는 수동 모드를 이용하여 모터를 제어하여 모니터에 나오는 실시간 영상을 통해 필름의 특정 위치를 볼 수 있다.

그림 13. TCP/COF 불량검사 프로그램 구성도

Fig. 13 Program configuration of inspection system

그림 14(a) 수동 모드 화면으로 수동 동작으로 TCP/COF의 확인하고 싶은 특정 지역의 영상을 스테이지 이동을 통해 화면으로 확인할 수 있다. 자동 검사 시 TCP/COF의 전체 영역을 20분할하여 검사를 하기 때문에 얼라인 마크가 있는 영상을 시작위치로 초기화해야 한다. 시작 위치에서 패턴매칭을 통해 얼라인먼트를 실행하면 기준영상과 취득영상 간에 얼라인 마크를 이용하여 패턴 매칭한 후 차이가 나는 거리만큼 스테이지를 움직여 취득 영상을 기준 영상에 정합하게 된다. 그림 14(b)는 검사 모드 화면 구성을 나타낸다. 검사 모드에서는 TCP/COF의 취득영상, 기준영상과 취득영상과 기준영상의 비교결과를 나타내는 결과영상으로 구성된다. 자동검사를 하기 전에 광학계 및 모션에 대한 파라미터 설정하고 검사를 시작한다. 검사는 스테이지가 20회 이동하며 TCP/COF를 20분할하여 영상을 취득하고 불량 검사를 한다. 그림 14(c)에서는 20분할해서 검사했던 영상을 조합해서 전체 TCP/COF를 나타내고 조합한 결과 영상을 파일로 저장한다.

그림 15는 앞에서 제시한 TCP/COF 불량 검사 알고리즘으로 실험한 결과를 나타냈다. 그림 15(a)는 기준 영상이고, 그림 15(c)는 검사 대상의 취득 영상이다. 두 영상은 그레이레벨로 영상변환과 필터링을 처리한 영상이다. 그림 15(b)는 기준 영상의 에지검사 영상으로 Sobel 마스크를 사용하여 검사하였다. 그림 15(d)영상은 15(a)의 기준영상에서 15(c)의 취득영상을 뺀 차 영상을 나타냈다. 그림 15(d)에서 보는 바와 같이 불량 패턴과 부정합 및 조명 밝기에 따른 정상 패턴도 검사 되었다. 정상 패턴도 나타나는 문제점을 해결하기 위해서 본 논문에

서는 그림 15(d)에 나타난 중간결과 영상에 그림 15(b)에지 검사 영상을 뺀 최종 불량 검사 영상을 구하여 그림 15(e)에 나타냈다. 이렇게 함으로써 그림 15(e)에 나타난 바와 같이 미세한 부정합에 의해 생기는 정상 패턴의 불량 영상을 불량 패턴으로 인식하지 않게 하였다.

(a) 수동 모드 화면

(b) 검사 모드 화면

(c) 결과 모드 화면

그림 14. 프로그램 실행결과

Fig. 14 Execution result of program

(a) 기준 영상

(b) 에지 검사 영상(Sobel)

(c) 취득 영상

(d) 중간 결과 영상

이물질 패턴 불량

(e) 불량 검사 영상

그림 15. TCP/COF 불량 검사 영상 1

그림 15. Inspection results for case 1

그림 16에서는 마크불량에 대한 기준영상과 검사 대상인 취득영상 및 불량검사 영상을 나타냈으며, 그림 15에서 보는 바와 같이 결손 위치를 정확하게 검출됨을 확인할 수 있다. 또한 그림 16에서는 패턴 불량에 대한 대한 기준영상과 검사 대상인 취득영상 및 불량검사 영상을 나타냈으며, 그림 17에서 보는 바와 같이 결손 위치를 정확하게 검출됨을 확인할 수 있다.

제안된 검사시스템은 그림 15-17에 나타난 대표적 불량패턴을 고려하였다. 관련업체로부터 받은 10개의 대표적 불량패턴을 갖는 TCP/COF에 대해서 100% 검출함을 확인 할 수 있었다.

(a) 기준 영상

(b) 취득 영상

(c) 불량 검사 영상

그림 16. TCP/COF 불량 검사 영상 2

그림 16. Inspection results for case 2

(a) 기준 영상

(b) 취득 영상

(c) 불량 검사 영상
그림 17 TCP/COF 불량 검사 영상 3
그림 17. Inspection results for case 3

5. 결 론

본 논문에서는 2차원 칼라 CCD 카메라와 TLW 65D-1X 배 광학계로 구성된 영상 취득부를 설계 및 구현하고, TCP와 COF의 특성에 맞는 조명에 대한 실험 및 설계 구현하여 불량 검사 시스템을 구현하였다. 구현한 TCP/COF 검사 시스템을 이용한 불량 패턴에 검사할 수 있는 알고리즘 즉, 마크 얼라인먼트 알고리즘, 조명 밝기 보정 알고리즘과 불량 검사 알고리즘에 대하여 제안하고 구현한 검사 시스템을 이용하여 불량검출 실험을 수행하였다.

또한 TCP/COF에 맞는 영상 취득부와 조명부의 종류와 형태에 따른 특성을 비교 평가하였다. TCP/COF 특성에 맞는 검사 시스템 구현에 목적을 두고 본 연구를 진행하였으며, LabVIEW 프로그램을 사용하여 TCP/COF 불량 검사 프로그램을 구현하고, 구현한 프로그램을 이용하여 TCP/COF 불량 검사를 실시하였으며 실험결과 불량패턴 위치를 정확하게 검출함을 확인할 수 있었다. 향후 검출된 불량 패턴의 종류를 검사자의 도움없이 자동으로 판단하는 연구를 진행하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 이영아, 박우석, 고정재, “패턴매칭을 이용한 실시간 PCB 비전 검사”, *대한전자공학회 하계종합학술대회*, 제26권, 1호, pp. 2335-2338, 2003.
- [2] 안응섭, 장일용, 이재강, 김일환, “Vision System을 이용한 PCB 검사 매칭 알고리즘”, *강원대학교 산업기술연구*, 제21권 B호, pp. 67-74, 2001.
- [3] 조석빈, 백경훈, 이운근, 남기곤, 백광렬, “PDP 패턴 검사를 위한 실시간 영상처리시스템 개발”, *전자 공학회 논문지*, 제42권, 3호, pp. 123-127, 2005.
- [4] N.S.S. Mar, P.K.D.V. Yarlagadda, C. Fookes, “Design and development of automatic visual inspection system for PCB manufacturing”, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 27, no, 5, pp. 949-962, 2011.
- [5] 전형석, 염동희, 주영훈, “영상기반 지능형 무인화재 감시시스템”, *한국지능시스템학회 논문지*, 제20권, 4호, pp. 516-521, 2010.

- [6] 서효동, 주영훈, “비전 카메라를 이용한 멀티 터치 입력장치”, *한국지능시스템학회 논문지*, 제21권, 6호, pp.718-723, 2011.
- [7] 전문진, 도준형, 이상완, 박광현, 변증남, “소프트 컴퓨팅 기법을 이용한 개인화된 손동작 인식 시스템”, *한국지능시스템학회 논문지* 제18권 1호, pp. 53-59, 2008.
- [8] 문창배, 박지웅, 이해연, 김병만, 신윤식, “측면조명을 이용한 LCD 백라이트 불량검출 시스템”, *정보처리학회 논문지 B*, 제17권-B, 6호, 445-458, 2010.
- [9] 주기세, 정종면, “이미지 정합을 이용한 COG 불량 검출”, *한국해양정보통신학회 논문지*, 제10권, 2호, pp. 308-314. 2006.
- [10] 이진호, 박태형, “지폐검사를 위한 UV패턴의 자동 검출”, *한국지능시스템학회 논문지*, 제21권, 3호, pp. 365-371, 2011.
- [11] 이상희, 유석인, “반복되는 다수 패턴 영상에서의 불량 검출”, *정보과학회 논문지 : 소프트웨어 및 응용*, 제37권, 5호, pp. 386-393, 2010.
- [12] 김용삼, 문희정, 송창규, 전명근, “실시간 라인스캐너를 이용한 TCP/COF의 불량 검출”, *정보 및 제어 학술대회(CICS' 07) 논문집*, pp. 153-154. 2007.

저 자 소 개

이상원(Sang-Won Lee)

1998년 : 한밭대학교 제어계측공학과(학사)
2000년 : 충북대학교 제어계측공학과(석사)
2007년~현재:충북대학교 제어계측공학과
(박사과정)
(주)유비프리스전 재직 중

관심분야: 바이오인식, 지능시스템, 패턴인식

최환용(Hwan-Yong Choi)

제18권 5호(2008년 10월호) 참조

이대종(Dae-Jong Lee)

제20권 3호(2010년 6월호) 참조

전명근(Myung-Geun Chun)

제20권 3호(2010년 6월호) 참조