

기준패턴과 증착패턴의 동시 측정을 통한 OLED 공정 검사 방법*

곽 병 호** · 최 경 주***

A Novel OLED Inspection Process Method with Simultaneous Measurement for Standard and Deposition Pattern

Kwak Byeongho · Cheoi Kyungjoo

〈Abstract〉

The subject of the simultaneous measuring system of base pattern and deposition pattern is a new research topic on a defect inspection of OLED. In this paper, we propose a new OLED inspection method that simultaneously measures standard and deposition pattern images. This method reduces unnecessary processes and tac time during OLED inspection. For an additional reduction of the tac time during pattern measurement, the ROI was configured to measure only in the designated ROI area instead of measuring the entire area of an image. During the ROI set-up, the value of effective deposition pattern area is included so that if the deposition pattern is out of the ROI zone, it would be treated as a defect before measuring the size and center point of the pattern. As a result, the tac time and inspection process could be shortened. The proposed method also could be applied to the OLED manufacturing process. Production of OLED could be increased by reducing tac time and inspection process.

Key Words : OLED inspection, Standard Pattern, Deposition Pattern

1. 서론

OLED(Organic Light Emitting Diode)는 형광성 유기화합물을 기반으로 한 발광소자의 일종으로, OLED 디스플레이는 OLED를 이용하여 별도의 백라이트 없이 색과 빛을 표현하는 디스플레이이다. OLED

디스플레이는 픽셀 하나하나가 스스로 빛을 내면서 색상을 표현하고, 이미지를 표시할 때 필요한 픽셀만 발광하기 때문에 전력소모를 줄일 수 있다[1]. OLED의 경쟁제품이라 할 수 있는 LCD(Liquid Crystal Display)는 수많은 액정을 규칙적으로 배열한 패널을 전면에 배치한 뒤, 그 뒤쪽에 위치한 백라이트(back light)가 빛을 가하도록 하면서 색을 구현한다. 액정을 통과하지 못하더라도 백라이트는 항상 켜져 있고, 모든 이미지에서 항상 동일한 전력을 소모하는 단점이 있다[1]. LCD와 비교하여 OLED는 자체발광 특성

* 이 논문은 2019년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원(KIAT)의 지원을 받아 수행된 연구임. (N0002429, 2019년 산업전문인력역량강화사업)

** 리스광시스템 과장

*** 충북대학교 소프트웨어학과 부교수(교신저자)

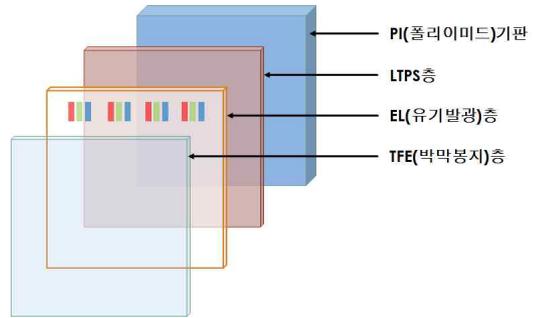
으로 인해 패널의 단순화가 가능하여 제품의 박막화, 경량화가 가능하고, 이러한 단순한 구조의 장점을 이용하여 휘어지는 디스플레이를 넘어선 접을 수도 있는 OLED 디스플레이가 개발되었다.

OLED의 생산 제조 공정 기술이 발전함에 따라, 동시에 공정의 단순화, 안정성 관리 등 생산 제조 공정 관리가 더욱 필요해지고 있다. 생산 및 검사 장비에 대하여 빠른 생산성이 요구되고 있으며, 이를 위해 제조 및 검사 공정을 단순화시키고, 검사의 정확도를 높이기 위한 조정밀 측정 장비에 대한 요구가 증가하고 있다.

OLED는 <그림 1>과 같이 고분자 유기화합물인 폴리이미드 기판층과 기준패턴층인 LTPS층, RGB 색상의 유기화합물로 이루어진 증착패턴 층인 유기발광층, 그리고 유기발광층을 보호하기 위한 박막봉지층으로 구성된다. 하나의 OLED 패널을 제작하기 위해서는 이러한 4개의 층이 하나로 합쳐져야 하므로, OLED 증착 시, 정확한 증착을 위한 LTPS층과 EL(유기발광)층의 얼라인(align) 과정은 필수이다. 증착 위치가 정확하지 못하면 OLED의 결합과 성능 저하로 이어져 불량률이 높아진다. 따라서 이를 확인하기 위해서는 마스크인 기준패턴과 증착된 증착패턴에 대한 패턴검사가 필요하다.

지금까지 진행된 패턴검사 방법은 기준패턴과 증착패턴을 따로 촬영하여 비교하는 방식이었다. OLED 패턴을 검사하기 위해 OLED의 기준패턴을 검사한 후에 증착패턴을 검사하는 방식으로 진행하는데, 이렇게 진행하게 되면 동일한 위치에 대해 기준패턴 검사와 증착패턴 검사를 각각 실시하게 되어 검사 시퀀스(sequence)가 증가하게 되고, 검사 시퀀스가 증가함에 따라 검사 시간도 증가하게 되어 제조에 대한 택타임(tact time, 요구하는 생산 목표를 달성하기 위해 제품 하나를 생산하는데 필요한 시간)이 증가하는 문제점이 발생된다. 본 논문에서는 이와 같은 기존의 패턴 검사 방법에서 보여지는 단점을 보완하고

자 OLED 검사 단계의 단순화와 동시에 높은 정확도를 위해, 기준패턴과 증착패턴을 각각 따로 촬영하지 않고 동시에 촬영하여 얻어진 이미지에서 기준패턴과 증착패턴을 측정 및 비교하는 새로운 방법을 제시하고자 한다.



<그림 1> OLED 패널의 구조

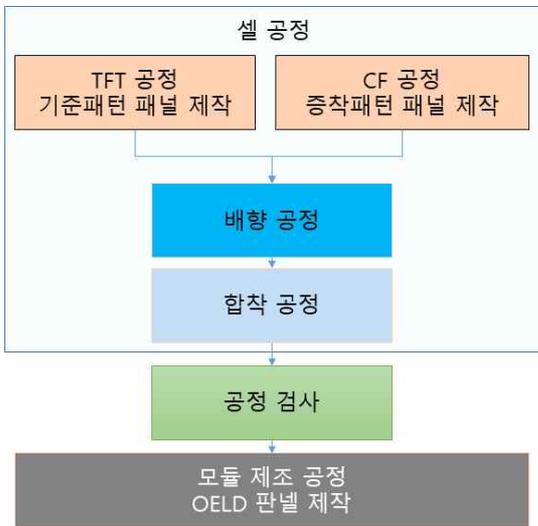
다음 2장에서는 OLED 측정과 관련된 기존에 진행된 연구를 소개하고, 3장에서는 제안하는 시스템에 대해 자세히 소개한다. 이어 4장에서 다양한 실험을 통해 제안하는 시스템의 성능을 분석한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 OLED 공정 과정

OLED의 전체 공정 과정은 <그림 2>와 같이 나타낼 수 있다. TFT공정에서 기준패턴을 제작하고, CF공정에서 증착패턴을 제작한 후, 이렇게 제작된 2개의 패널을 합한다. 여기서 TFT 공정에서 제작되는 기준패턴이란 모듈의 백라이트에서 발산되는 파장을 말하고, 증착된 형광물질이란 빨강, 초록, 파랑색을 내는 유기 발광물질을 진공상태에서 적정 온도로 가열한 후 가열된 증기를 글라스(glass)에 부착하여 컬러

패터닝(Color Patterning)을 완료한 것을 말한다[2]. 이후 배향 공정과 합착 공정을 거쳐 2개의 패널이 하나로 합치게 되는데, 2개의 패널이 정확히 잘 합착되었는지 검사하는 검사공정이 수행된다. 본 논문에서 제안하는 방법은 OLED의 전체 공정 과정 중 셀공정에서 기준패턴 패널과 증착패턴 패널이 정확하게 얼라인 되어 합착되었는지 검사하는 공정 검사 부분이다. 공정 검사가 끝난 후에는 모듈 제조 공정에서 실제 우리가 보게 되는 OLED 패널이 제작된다.



<그림 2> OLED 패널의 공정 과정

2.2 기존의 OLED 공정 방법

기준패턴은 증착패턴의 형광물질을 통해 발산되는 파장과 다르기 때문에, 파장 하나 당 하나의 이미지를 획득할 수밖에 없다. 이로 인하여 기존의 대부분의 OLED 검사 공정 방법은 기준패턴과 증착 패턴의 형광물질을 각각 따로 촬영한 후, 이 패턴들을 서로 비교하여 얼라인이 잘 되었는지를 판단한다[3]. 그러나, 이러한 방식은 서로 다른 이미지의 위치를 비교하게 되므로 계산된 중심점이 실제와 비교하였을 때

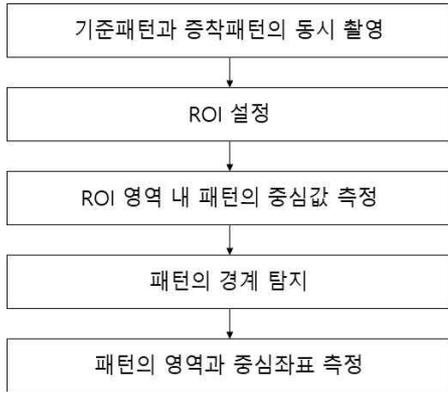
오차가 생길 수 있고, 이미지 촬영을 2번해야 하기 때문에 택타임(tact time)이 증가되는 문제점도 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 개선된 방법으로, 파장 별 광원과 필터를 교체하여 각기 다른 파장 별 이미지를 획득하는 시스템이 개발되었다[4]. 하지만 이 또한 증착패턴과 기준패턴을 동시에 획득하는 것이 아니라, 광원과 필터를 교체해가면서 한 번에 하나의 증착패턴 이미지와 기준패턴 이미지를 획득하여 서로 비교하는 방식이기 때문에 위치 오차가 발생할 수밖에 없다. 또한, 기준패턴과 증착패턴 이미지를 각각 촬영하기 위해 파장 별 광원을 교체하고, 각 파장에 따라 포커싱(focusing)을 하는데 불필요한 시간이 소모된다는 단점이 있다. 이와 같은 단점을 보완하고자 본 논문에서는 기준패턴과 증착패턴을 각각 따로 촬영하지 않고 동시에 촬영하여 얻어진 이미지를 통해 기준패턴과 증착패턴을 비교할 수 있도록 하는 새로운 방법을 제시한다.

III. 제안하는 시스템

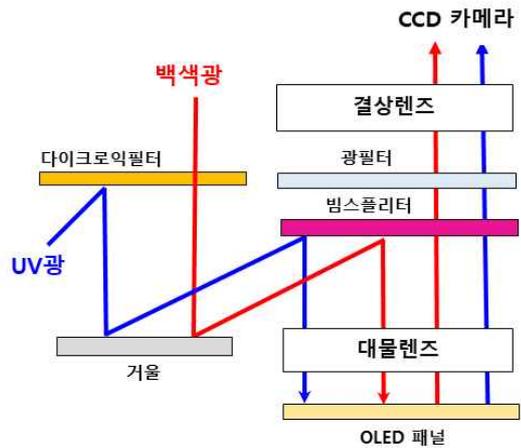
<그림 3>은 제안하는 시스템에 대한 전체적인 흐름도이다. 검사 대상 영상에서 ROI(Region Of Interest)를 설정한 후, 다이크로익 필터(Dichroic Filter)를 사용하여 백색광과 UV광을 동시에 조사한다. 다이크로익 필터를 사용하여 백색광과 UV광을 동시에 조사하게 되면 기준패턴과 증착패턴이 동시에 나타나기 때문에 하나의 컬러 이미지로 촬영할 수 있다. 기준패턴과 증착패턴을 하나의 이미지로 촬영한 후, 촬영된 컬러 이미지를 영상처리기법[5~6]을 통해 각 패턴의 영역과 중심좌표를 구한다. 이를 위해 우선 컬러 이미지를 R-G-B 채널별로 분리하고, 분리된 각 채널을 각각 명암도 영상으로 변환한 후 패턴 영역의 경계를 검출하는데 필요한 패턴의 중심값을 구한다. 이후 측정된 패턴의 중심값을 사용하여 각

패턴의 경계를 검출한 후, 이를 기반으로 패턴의 정확한 영역과 중심좌표를 구한다.

을 카메라로 전달하고, 카메라는 이를 이미지로 출력한다.



<그림 3> 제안하는 시스템의 전체 흐름도



<그림 4> 패턴 동시 촬영 시스템

3.1 기준패턴과 증착패턴의 동시 측정

기준패턴과 증착패턴을 동시에 획득하기 위하여 <그림 4>와 같이 CCD 카메라, 결상렌즈, 대물렌즈, 다이크로익필터, 거울, 빔스플리터(Beam Splitter), 광필터를 사용한다. 백색광은 투과하고, UV광은 반사시키는 성질을 가지는 다이크로익필터는 백색광과 UV광을 동시에 조사하기 위해 사용한다. 백색광은 다이크로익필터를 통과하여 거울로 전달되고, UV광은 다이크로익필터에서 반사되어 거울로 전달된다. 거울은 백색광, UV광을 모두 반사시켜 빔스플리터로 전달하고, 빔스플리터는 이를 다시 대물렌즈 방향으로 반사시켜 전달하고, 대물렌즈는 이를 OLED 패널에 전달한다. OLED 패널로 전달된 백색광과 UV광은 다시 렌즈를 통해 빔스플리터로 전달되는데, 이때 빔스플리터는 직광은 반사시키고, 반사광은 통과시키도록 구현하여 반사광을 빔스플리터를 통과시켜 광필터로 전달되도록 한다. 광필터는 전달받은 광의 노이즈성을 필터링하고, 이를 결상렌즈로 전달한다. 결상렌즈는 광량조절 및 배율변경 동작을 수행하여 반사광

3.2 기준패턴과 증착패턴의 비교

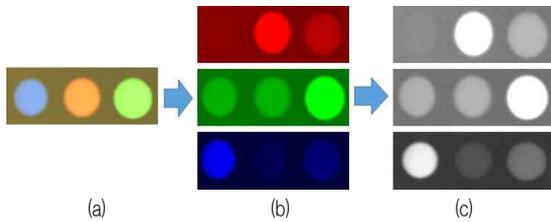
(1) 패턴의 경계 탐지를 위한 패턴 중심값 측정

택타임을 줄이기 위해 측정 범위를 축소시켜 이미 전체에서 기준패턴과 증착패턴을 측정하지 않고 ROI 영역 내에서 패턴의 영역과 중심좌표를 구하도록 한다. ROI를 설정하면, 택타임을 줄이는 것 뿐만 아니라 증착패턴을 측정하기 이전 불량까지도 확인할 수 있다. ROI영역을 증착패턴의 허용영역으로 사용하여 이 영역을 벗어날 경우 불량으로 처리할 수 있기 때문이다. ROI의 초기 설정은 사용자가 매뉴얼로 설정하되, 패턴의 최대유효 영역으로 설정한다.

ROI 영역 내에서 기준패턴과 증착패턴의 위치를 파악하려면 패턴과 배경과의 경계를 찾아야 한다. 이 경계를 찾기 위해서 패턴의 중심값을 먼저 추출한다.

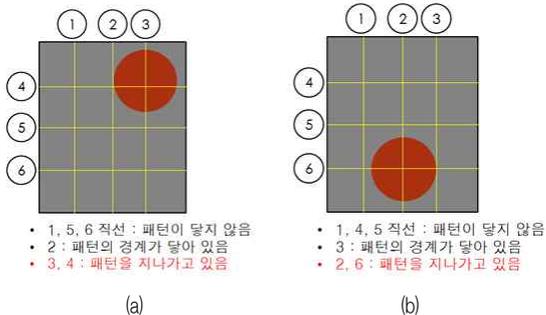
촬영된 컬러 이미지를 R-G-B 각 채널별로 분리한 후, 이를 각각 명암도 영상으로 변환한다. 특히 증착 패턴일 경우 유기물에 따라 색상을 R-G-B 형태로 나타내는데, 컬러 이미지를 R-G-B 채널로 분리하면 더

욱 선명한 증착 패턴을 추출할 수 있다. <그림 5(a)>와 같은 컬러 이미지를 R-G-B 채널별 이미지로 분리하면, <그림 5(b)>와 같이 각 색상 계열별로 보다 선명한 이미지를 추출할 수 있으며, 이를 R-G-B 채널별로 분리한 컬러 이미지를 명암도 영상으로 변환시키면 <그림 5(c)>와 같이 해당 패턴이 배경과 비교하여 보다 선명하게 나타남을 확인할 수 있다. 이렇게 채널별로 변환한 이미지를 이용하여 패턴의 경계를 찾도록 하였다.



<그림 5> R-G-B 채널별로 분리된 이미지의 명암도 영상으로의 변환

패턴의 중심값은 ROI 영역내의 명암도 값 중 최대값과 최소값의 평균값을 계산하여 구한다. 최대값과 최소값을 구할 때에는 모든 픽셀에 대하여 계산하지 않고 <그림 6>과 같은 6개의 수평, 수직의 탐색선을 선정하고, 이 탐색선 상에 있는 픽셀들에 대해 최대값과 최소값을 구한 후 중심값을 계산한다.

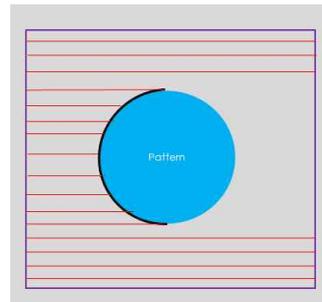


<그림 6> 패턴을 지나는 6개의 탐색선

ROI의 영역이 패턴의 최대 유효 범위라서 패턴의 위치가 어느 곳에 있는지 파악하기 어려우므로 패턴의 중심값을 구하기 위해 수직, 수평의 직선을 1개가 아닌 여러 개를 선정하였다. 예를 들어 <그림 6(a)>에서는 3번과 4번의 탐색선이 패턴을 지나고 있으며, <그림 6(b)>에서는 2번과 6번의 탐색선이 패턴을 지나고 있다. 이 두 그림의 경우에는 1개의 탐색선만으로는 패턴의 위치를 정확하게 파악 할 수 없다. 따라서 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 6개의 탐색선을 선정하였다.

(2) 패턴의 경계 탐지

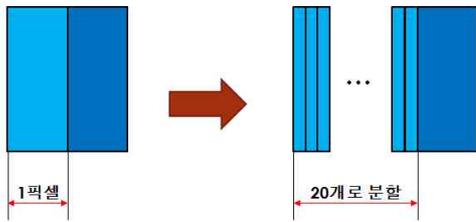
패턴의 경계를 탐지하기 위해 ROI 내 모든 픽셀값을 패턴 중심값과 한 라인씩 비교하고, 패턴의 경계를 찾았을 경우에는 다음 라인으로 넘어가 다시 패턴의 경계를 찾는 방식으로 진행한다[7~12]. <그림 7>은 좌→우로 탐색하는 경우를 보여준다. 실제 패턴 경계를 탐지하기 위해서는 추가적으로 우→좌, 상→하, 하→상으로도 진행한다.



<그림 7> 패턴 경계 추출을 위한 탐색 예

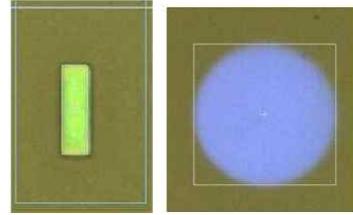
패턴의 경계를 찾기 위해서 탐색라인에 있는 픽셀값과 패턴의 중심값을 비교한다. 패턴의 중심값이 현재 비교대상 픽셀값보다 크고, 다음 위치에 있는 픽셀값보다 작을 경우에는 현재 픽셀과 다음 픽셀 사이의 위치가 경계가 된다. 만일 이 조건을 만족하지 못할 경우에는 다음 픽셀로 이동하여 패턴의 중심값과

비교하는 과정을 반복패턴의 중심값과 가장 가까운 위치를 찾는 기법이다. 픽셀은 나누는 것은 <그림 8>과 같이 하나의 픽셀을 20개로 나누고, 픽셀값도 20 단계로 나눈다. 나누어진 서브픽셀값을 패턴 중심값과 비교하여 가장 가까운 위치에 있는 서브픽셀의 위치값을 선택한다.



<그림 8> 픽셀의 분할

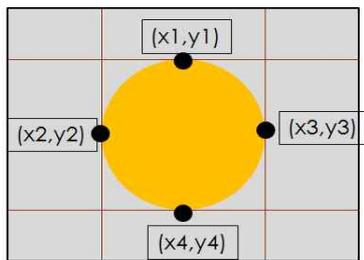
해진 중심좌표는 ROI 영역내의 중심점의 위치이기 때문에 이를 전체 이미지의 중심점 위치로 변환하는 작업을 추가적으로 수행한다.



<그림 10> 기준패턴과 증착패턴의 측정 완료

(3) 패턴의 영역과 중심좌표 측정

측정된 패턴의 경계 위치는 패턴의 영역을 구하기 위해 저장한다. <그림 9>와 같이 각 픽셀 라인에서 측정된 패턴의 경계 중 ROI 영역과 가장 가까운 곳 4개의 위치값을 선정하고, 선정된 각 픽셀 위치를 기준으로 폭(width)과 높이(height)를 구하여 패턴의 크기를 측정한다.



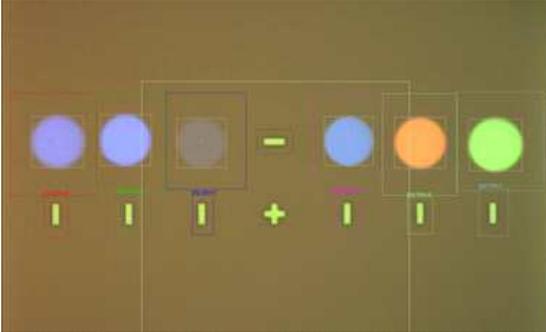
<그림 9> 패턴의 영역을 구하기 위한 위치값

이렇게 선정된 패턴의 경계 위치값을 기반으로 <그림 10>과 같이 패턴을 둘러싸고 있는 사각형을 그리고, 그려진 사각형의 중심좌표를 구한다. 이렇게 구

IV. 실험 및 결과

제안하는 시스템의 성능을 분석하기 위하여 현재 산업 현장에서 생산 중에 있는 OLED 패널의 증착검사용 패턴들을 사용하였다. 각 1080개의 증착패턴과 기준패턴을 대상으로 증착패턴과 기준패턴을 동시에 촬영하였으며, 촬영된 이미지 패턴의 영역 및 중심점의 위치를 구하는 실험을 실시하였다. 제안하는 방법으로 계산된 기준패턴과 증착패턴의 크기와 중심점이 기존의 방법[3]과 비교하여 얼마나 오차율과 택타임을 줄일 수 있는 확인하는 실험을 중점으로 실시하였다. 총 1080개의 패턴에 대한 실험에서 패턴의 영역과 중심점의 위치는 100% 구해졌다. <그림 11>은 다양한 기준패턴과 증착패턴을 하나의 이미지로 만든 후 각 패턴의 크기와 중심점을 구한 일부 결과, 측정된 결과를 가시적으로 보여주기 위해 흰색 라인을 패턴 이미지에 표시하였다.

제안하는 방법과 기존의 방법[3]으로 각 패턴의 영역과 중심좌표를 구하는 비교실험을 실시한 결과, 기존의 방법의 경우에는 평균 400ms 소요되는 것을 확인하였으며, 제안하는 방법은 평균 197ms 소요되는 것을 확인하였다. 즉, 기준패턴을 먼저 촬영하여 기준



<그림 11> 기준패턴과 증착패턴의 측정 결과

패턴의 영역과 중심좌표를 구하고, 그 후 증착패턴을 촬영하여 증착패턴의 영역과 중심좌표를 구하는 기존의 방법보다 제안하는 방법이 택타임(Tact Time)이 절반으로 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 결과적으로 택타임에서는 <표 1>에서 보여지는 바와 같이 평균 202ms가 단축되어 기존의 방법 대비 약 49%의 택타임 성능을 향상시켰다. 패턴의 크기에 대한 오차율은 <표 2>와 같다. 실제 크기 대비 -1um ~ +0.79um의 오차율이 있음을 확인할 수 있었으며, 평균 0.28um의 차이로 기존의 방법 대비 약 41% 성능을 향상시켰다. 이 오차율은 현재 양산되고 있는 장비의 허용 오차율인 1.5um 보다 0.5um이나 줄인 결과로, 제안하는 방법을 통해 품질 향상을 이룰 수 있다.

<표 1> 택타임 측정 결과

	기존방법	제안방법	차이
측정최소시간(ms)	368	156	-212
측정최대시간(ms)	435	226	-209
측정평균시간(ms)	399.58466	197.07129	-202.51337

<표 2> 크기 오차율 측정 결과

	허용오차	기존방법	제안방법	차이
최대오차(um)	1.5	1.48	1.0	0.48
평균오차(um)	-	0.67	0.39	0.28

V. 결론

본 논문에서는 기준패턴과 증착패턴을 동시에 촬영하여 하나의 이미지로 획득하고, 획득한 이미지에서 패턴의 영역과 중심좌표를 구하는 방법을 제시하였다. 실험을 통한 성능 분석 결과, 패턴의 영역의 크기와 중심점은 실제 크기와 비교하여 평균 0.28um의 오차율이 있었으며, 중심점에 대해서는 1 픽셀의 오차를 가지는 것을 확인하였다. 또한 실제 측정시간은 기존의 방법에 비해 약 202ms가 단축되는 것을 확인하였다.

제안하는 방법은 패턴 측정 과정에서 불량을 찾는 시퀀스가 동시에 실시되어 전체 OLED 증착검사 공정 개수를 단축할 수 있다. 기존에는 증착패턴 중심이 기준패턴 중심을 설정된 거리만큼 벗어나면 불량으로 처리를 하였는데, 이 경우 모든 OLED 패널을 검사하여 불량을 찾아야 한다. 하지만 제안하는 방법에서는 측정 전에 설정된 ROI 영역을 벗어나면 불량으로 처리하였기 때문에 측정 전에 미리 불량을 확인할 수 있다. 결국 모든 OLED 패널을 전수 검사를 하지 않아도 미리 불량을 확인할 수 있게 되어 동일한 시간에 OLED의 패널 검사 수량을 증가시킬 수 있다.

제안하는 방법은 현재 일본 OLED 제조 업체에 적용을 시킨 상태이며, 이전의 방법 대비 OLED 패널 생산량이 크게 증가되었음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 신동식, "OLED 디스플레이," 산업테마보고서, 한국IR협의회, 2019.
- [2] 지승배 · 최혜원 · 육경수, "OLED 재료 기술," KIC News, 제19권, 제3호, 2016, pp.1~11.
- [3] 이경민 · 장문수 · 박부건, "패턴 비교를 통한 TFT-LCD 패널의 결함 검출 방법," 전기학회논문

지, 제57권, 제2호, 2008, pp.307~313.

[4] 김성룡, “백색광 위상 천이 간섭계에서 두 대의 카메라를 이용한 위상 오차 보정,” 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2014.

[5] 박창민, “객체의 색채 항등성을 위한 조명 모델 응용에 관한 연구,” 디지털산업정보학회 논문지, 제13권, 제1호, 2017, pp.125~133.

[6] 김동형, “Color Domain 및 Gammar Correction 적용에 따른 Retinex 기반 영상개선 알고리즘의 효과분석,” 디지털산업정보학회 논문지, 제15권, 제1호, 2019, pp.99~107.

[7] 유훈, 적응적인 선형 보간을 이용한 부화소 기반 영상 확대, 멀티미디어학회 논문지, 제9권 제8호, 2006, pp.1000-1009.

[8] S. Park and R. Schowengerdt, “Image reconstruction by parametric cubic convolution,” Computer Vision, Graphics, and Image Processing, Vol.23, Issue 3, 1983, pp.258-272.

[9] J. Han and S. Baek, “Parametric cubic convolution scaler for enlargement and reduction of image,” IEEE Transactions on Consumer Electron, Vol.46, No.2, 2000, pp.247-256.

[10] G. Ramponi, “Warped distance for space-variant linear image interpolation,” IEEE Transactions on Image Processing, Vol.8, Issue.5, 1999. pp.629-639.

[11] J. Hwang and H. Lee, “Adaptive image interpolation based on local gradient features,” IEEE Signal Processing Letters, Vol.11, No.3, 2004, pp.359-362.

[12] S. El-Khamy, M. Hadhoud, M. Dessouky, B. Salam, and F. El-Samie, “A new edge preserving pixel-by-pixel(PBC) cubic image interpolation approach,” 21st National Science Conference

(NRSC2004), 2004. pp.Cn.1-9.

■ 저자소개 ■



곽 병 호
Kwak, Byeong Ho

2016년 1월~현재
리스광시스템 과장
2019년 2월 충북대학교 컴퓨터학과
(이학석사)
2015년 12월 디오텍
2014년 12월 STF
2014년 5월 커미조아
2008년 8월 모닝테크놀로지
2006년 2월 정보통계학과(이학사)

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 모터제어,
반도체시스템제어
E-mail : kbh0405@naver.com



최 경 주
Cheoi, Kyung Joo

2005년 3월~현재
충북대학교 컴퓨터학과 교수
2005년 2월 LG CNS 연구개발센터
2002년 8월 연세대학교 컴퓨터과학산업·
시스템 공학과(이학박사)
1999년 2월 연세대학교 컴퓨터학과
(이학석사)
1997년 2월 충북대학교 컴퓨터학과(이학사)

관심분야 : 컴퓨터비전, 영상처리, 패턴인식
E-mail : kjcheoi@chungbuk.ac.kr

논문접수일 : 2019년 10월 21일
게재확정일 : 2019년 11월 12일