

## 머신비전을 이용한 잉크젯 드랍 측정 시스템의 신뢰성 향상에 대한 연구 Study on the upgrade reliability of inkjet droplet measurement using machine vision

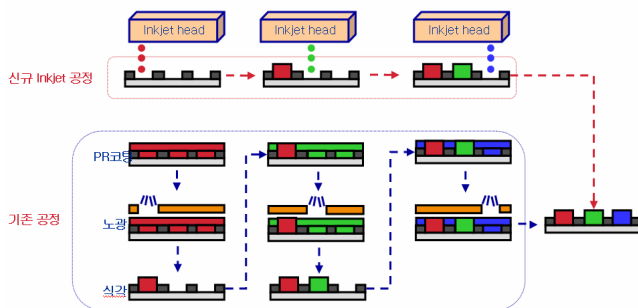
김동역\*<sup>1),2)</sup>, 이준호<sup>1)</sup>, 정성욱<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>성균관대학교 전기전자컴퓨터공학과, <sup>2)</sup>삼성전자

\*e-mail : dekim@samsung.com

**Abstract** Micro jetting drop inspection system is essential to measuring micro drop volume. Measuring pico-liter drop volume is useful for new LCD color filter product process that is based on inkjet printing technology. To upgrade the reliability in drop measurement system, we use the auto focusing & multi drop reiteration & blurring average algorithm. First of all we used standard mark for gage R&R in the vision system. Finding the most suitable threshold for multi blurring drop, is the main key of this research. Sensitivity of vision system is a standard in measuring the upgrade system level. So, suitable threshold can upgrade the performance of jetting drop inspection system.

최근 평판 디스플레이(Flat Panel Display : FPD)의 비약적인 발전에 힘입어 그 시장규모는 반도체 산업의 시장규모를 추월하는 성장을 보이고 있다. 그에 따른 시장 경쟁 또한 치열해 지고 있는 현실이다. 각 업체들은 LCD 패널에 대한 가격 경쟁력 향상으로 시장경쟁에서 우위를 차지하려는 움직임을 보이고 있다. 가격 경쟁력을 높이기 위해서 가장 우선시 고려 되는 것이 재료비를 포함한 패널 원가를 낮추는 것이다. 따라서, 최근 [그림 1]과 같은 기존의 LCD 라인에서 가장 많은 투자

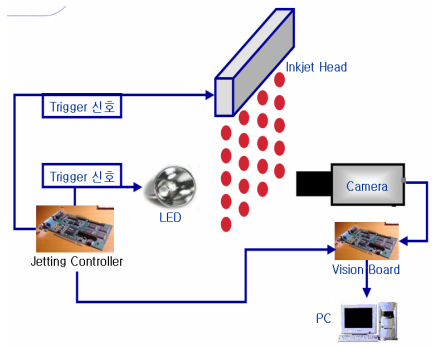


[그림 1] LCD Color filter 신 공정

비가 소요되는 포토 리소그래피에 의한 Color Filter 제조공정을 대체할 수 있는 신공정 잉크젯 기법에 대한 연구가 진행 되고 있다. [그림 1] 과 같은 잉크젯 방식에 의한 Color Filter 신 제조 공정은 기존의 복잡한 포토 리소그래피 공정을 거치지 않고 저렴하고, 신속한 방식으로 원하는 패턴을 만들 수 있다. 이는 잉크젯 헤드의 미세노즐을 통해 Color액을 평

판 위에 직접 수~수십 p l (Pico Liter)의 방울로 분사하는 매우 유용한 비접촉식 패턴닝 기술이다. 또한, 잉크젯 기술을 이용하면, 대당 1000 만 달러를 상회하는 장비 값을 포함하여, 에너지 소비 및 공정 시간을 대폭 단축시켜서, 결국 TFT-LCD 제품의 생산 단가를 획기적으로 낮출 수 있을 것으로 기대하고 있다.

위와 같은 잉크젯 Color Filter 공정에 있어서, 기본적으로 갖춰져야 할 중요한 요소중의 하나는 잉크젯 헤드에서 분사되는 pico-liter급의 미세 드랍을 측정할 수 있는 시스템 구축이다. 이미 몇몇 분야에서 활용되어지고 있는 드랍 측정 시스템 [그림 2]은 머신 비전을 이용하여 드랍의 기본적인 특성인 크기,속도,방향 등을 측정할 수 있도록 구축되어 진다. 이 측정 시스템을 활용하여 잉크젯 헤드에서 Jetting되는 다수 드랍의 균일성을 향상시키고, 드랍량의 변동성을 정밀하게 파악할 수 있다. 본 연구에서는 잉크젯 방식을 이용한 Color\_Filter 제조 공정뿐만 아니라, DWT(Direct Write

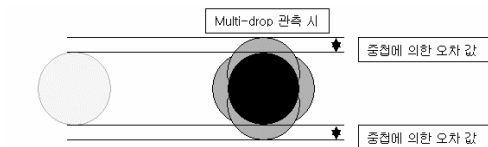


[그림 2] 드랍 측정 시스템 구조도

Technology)를 응용할 수 있는 모든 신공정 개발에 필수적인 미세 고속 드랍 측정 시스템의 신뢰성 향상을 목적으로 한다. 드랍 측정 시스템의 성능 향상은 드랍 측정 시 측정 분해능과 반복 재현성 수치를 주된 지표로 한다. [그림 2]의 측정시스템의 최적화를 위해서 영향을 미치는 인자는 무수히 많다. 조명, 카메라, 렌즈, S/W, Noise, 환경 인자 등이 있을 수 있다. 본 연구에서는 위와 같은 기본적인 인자는 기초 test를 통해서 Default로 확보한 상태에서 비전 알고리즘 측면에서 측정 시스템의 향상성을 접근 하였다.

본 연구에서 시스템 성능 향상은 크게 세가지 측면에서 접근하였다. 기본적인 통계학을 기초로 하여, 고정된 상태의 상을 측정하여 측정시스템의 신뢰성을 확보하는 Gage R&R 방법과 비전 알고리즘을 이용한 Auto Focus 기능 확보 및 정확한 평균 드랍의 Edge 검출을 그 목표로 한다. 사전에 준비된 기준 시편을 사용하여 Gage R&R을 거쳐서 그 기본 신뢰성을 확보하였다. 측정된 Gage R&R 수준은 신뢰할만한 수준을 보여주었기 때문에 다음 단계인 성능 향상을 진행하였다.

드랍 측정 시 시각과 마찬가지로 초점이 맞지 않은 영상은 이미 많은 Error를 내포하고 있기 때문에 초점을 맞추는 작업은 양호한 영상을 획득하기 위한 기본적이고 중요한 작업이다. 이는 대상물의 구동축을 일정량으로 움직여서 영상의 Sharpness 변동 값을 통해서 최적의 초점 거리를 찾도록 구축하였다. 광량의 부족 및 드랍의 투명성으로 인하여 실제로 정확한 하나의 드랍을 측정해 낼 수 없다. 이를 극복하기 위해 중첩을 이용하여 충분한 광량 및 Drop의 선명도를 획득하는



[그림 3] 중첩을 이용한 드랍 측정

방식을 사용한다. 본 연구는 수십 Drop 중첩을 Data 기준으로 하였다. [그림 3]와 같이 실제 Jetting 되는 Drop은 중첩 시 Direction 차이 및 속도, 크기 차이 등에 의해서 중심부의 진한 부분과 주변에 Blurring 되는 부분으로 구분된다. 획득된 multi-drop의 Gray Scale Level을 분석하여 가장 효과적인 Threshold 값을 획득하였다. 기준은 언급된 분해능과 반복재현성의 변화율을 사용하였다.

REFERENCE

1. 류병환, 최영민 “평판디스플레이용 차세대 잉크젯 공법 동향” 한국화학연구원 화학소재단
2. 유형준 "전자신문" 2005/07/20
3. 전자신문 2005/03/23
4. 김동원"산업뉴스" 2005/08/31
5. John B.Szczeczek,Constantine M.Megaridis,Daniel R.Gamota,Jie Zhang”Fine-Line Conductor Manufacturing Using Drop-On-Demand PZT Printing Technology” IEEE,Vol25,2002/01
6. Fan-Gang Tseng,Chang-Jin Kim,Chih-Ming Ho”A Novel Microinjector with virtual chamber neck”University of California.
7. Bas de Heij,Chris Steinert,Hermann Sandmaier,Roland Zengerle”A Tunable and Highly-Parallel Picoliter-Dispenser Based on Direct Liquid Displacement” IMTEK