

폰 카메라 모듈 조립을 위한 자동화 테이핑 머신 개발 Development of Automatic Taping Machine for Phone Camera Module

*#손흥선¹, 하태호¹, 이창우¹, 김동훈¹, 송준엽¹

*#Hungsun Son¹(hson@kimm.re.kr), T. H. Ha¹, C.W. Lee¹, D.H. Kim¹, J.H. Song¹

¹한국기계연구원 지능형 생산시스템 연구본부

Key words : Automation, taping machine, phone camera module

1. 서론

최근 들어 휴대폰, PDA 등 대부분의 소형 전자기기 등에서 소형 카메라를 내장하고 있는 추세이다. [1] 이러한 소형 카메라는 크게 렌즈와 센서 등으로 이루어져 있으며, 이러한 렌즈 모듈 조립 공정 중에 이물질 등에 의해 렌즈가 손상되는 것을 방지하기 위하여 보호용 테이프가 부착되어 출시된다.

이러한 Taping 공정은 단순 반복적인 공정으로 다른 산업 분야에서는 이미 거의 자동화가 이루어지고 있는 실정이나 휴대폰 카메라 모듈의 경우 단기간 모델 변화가 심하고 대상물이 소형의 크기 제약으로 인하여 현재까지 거의 대부분이 작업자가 하나하나 붙이는 수공업 형태로 공정으로 수행되고 있다. 이러한 수작업으로 인한 생산성 저하 및 작업자에 의한 테이프 손상 등 다양한 문제들이 있었다. 또한, 렌즈 보호용 테이핑 작업을 자동화 공정을 통해 생산성을 확보하고자 하였으나, 공급되는 테이프의 방향이나 모델의 방향이 상이하여 자동화가 어려운 단점이 있었다. 최근 이러한 어려움을 해결하여 폰 카메라 모듈의 조립 및 평가의 전 공정이 자동화되고 있는 추세에서 공정의 In-line 화로 제품의 원가 절감 및 대량 생산 체제를 통한 생산성 향상을 달성함을 물론 자동화로 인한 파급효과를 최대화하기 위하여 Taping 머신의 설계와 개발을 행하였다.

본 논문에서는 기존의 수작업 형태로 이루어지고 있는 Taping 작업을 대체하는 자동화 테이핑 머신의 개발을 목적으로 한다. 이러한 자동화를 위하여 먼저 기존의 Sheet type 으로 공급되는 Tape 을 롤(Roll) 타입으로 바꾸어 자동화에 용이하도록 바꾸는 것이 필요하다.

또한 다른 공정 간 모듈의 이동 시 모듈의 손상 방지 및 효율성 향상을 위하여 사용되는 Tray 에 대응하기 위하여 현재 표준화가 진행 중인 2 가지 표준 Plastic Trays 를 선정하여 다양한 모델에 대하여 쉽게 적용될 수 있도록 개발하였다.

위의 2 가지 고려 사항들과 더불어 기존의 수작업으로 이루어지고 있는 공정 프로세스를 기준으로 하여 설정한 시스템 사양은 다음과 같다.

- (1) 모델 변화에 대한 유연성 대응 설계
 - 2 가지 크기의 표준 Plastic Trays 에 대응
 - 표준 Plastic Tray 한열 당 모듈의 간격과 개수 대응
 - 다양한 모델 및 다양한 형태의 렌즈 모듈 대응
 - 렌즈 모듈 별 Tape 의 방향성 제어 가능
- (2) 95% 이상의 Output 수율
- (3) 1.5 sec / 모듈의 생산성을 갖는 Tack time
- (4) 작업공간의 효율적이 사용을 위한 Desktop Machine

2. 폰 카메라 모듈 보호용 Taping 로봇의 Model Change 대응형 설계

Figure 1 은 Model Change 대응형 폰 카메라 모듈 조립을 위한 자동화 테이핑 머신의 개념도를 나타낸다. 이 머신은 크게 3 가지 유닛, 즉, (1) Tray 의 Loading/Unloading, (2) Tapping Manipulator, (3) Picker 로 구성된다.

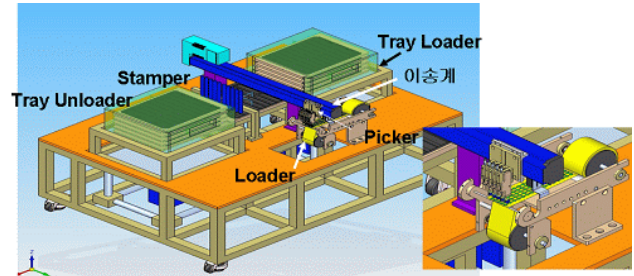


Fig 1. 시스템 개념도

2.1 Loading/Unloading

Loading 과 Unloading 부는 각각 보호 테이프를 부착하기 위한 Tray 를 적재 및 보호 테이프가 부착된 Tray 를 꺼내는 장치이다. 각각의 Loading/unloading Frame 에는 1 번부터 10 번까지 최대 10 개의 Tray 가 동시에 적재 가능하며 적재된 Frame 은 수직 방향으로 높이가 제어되어 테이핑 공정을 하기 위한 In-line Manipulator 에 놓이게 된다.

본 공정에 이용되는 표준 Plastic Tray 는 제품의 저가격을 위하여 얇은 플라스틱 재질로 이루어져 유연하며, 카메라 모듈과 Tray 의 카메라 모듈 안착부 사이의 공간적 여유를 갖고 이송되기 때문에 외부의 충격에 이탈되기 쉬워 자동화 공정에 사용하기에 어려움이 있다. 이러한 자동화 공정에 어려움을 극복하기 위하여 Tray 앞뒤 각각 2 개의 면을 Gripper 형태로 잡아 안전성을 향상 시켰다. 또한 다양한 모델 대응을 위하여 Loading 시에 2 가지 다른 형태의 Tray 를 식별하기 위한 2 개의 근거리 Proximity 센서를 탑재하여 정확하고 효과적인 Tray 위치 제어가 가능하게 하였으며, 기계적인 변경 없이 2 가지 Tray 에 대응하도록 하였다.

2.2 Taping Manipulator

Figure 2 는 Taping Manipulator 의 디자인을 나타낸다. 롤 테이프에 부착되어 있는 보호용 테이프를 효과적으로 떼어내기 위하여 양끝 단을 롤러에 감은 뒤 일정한 Tension 을 유지하며 중간에 급격한 꺾임각을 줌으로서 테이프의 접착력을 약화시키는 방식이다. 본 설계에서 아크릴 재질의 테이프의 부착을 목적으로 하였으나 향후 종이 등 다양한 재질의 테이프 이용에 있어서 본 꺾임 각을 변화 시킴으로 테이프의 접착력에 쉽게 대응 할 있을 것으로 예상된다.

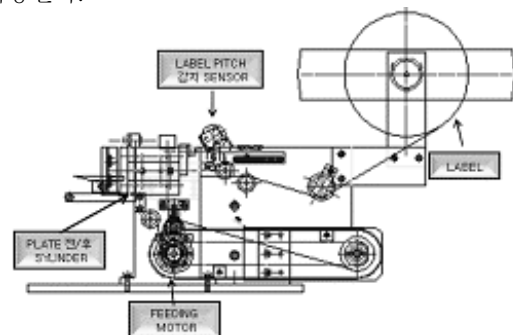


Fig. 2 테이핑 Manipulator 모듈 그 외에도 Taping Manipulator 모듈의 설계에 다음과 같

은 사항들이 고려되었다.

- 공압을 이용한 롤 테이프의 위치 고정
- 테이프의 Tension 유지
- 초기와 롤 교체 시 교체 및 유지 보수용이
- 위치 제어 정밀도에 따라 부가적 Optical 센서 장착

2.3 Picker

Picker 장치는 롤 테이프에서 테이프를 떼어내어 Tray 에 담겨 있는 렌즈 모듈부에 테이프를 붙이는 장치를 의미한다. 본 시스템의 설계에서는 시스템의 한 사이클 당 각각의 열 (4 개 혹은 5 개의 테이프)을 동시에 작업하여 제품의 생산성을 향상 시키는 것을 목적으로 하였다. 이때 고객사의 요청과 작업의 연속성을 위하여 각각의 렌즈 모듈에 따라 테이프의 방향을 원하는 각도로 회전하는 공정이 필요하여 테이프를 떼어내어 원하는 각도로 회전시키는 Picker 각도 조절 장치를 개발하였다. 또한 테이프 테이프의 개수와 Tray 에 모듈의 간격이 서로 상이하므로 이를 효과적으로 대응하기 위하여 떼어낸 테이프를 원하는 위치에 붙이기 위한 간극 조절 장치를 설계하였다.

Picker 각도 조절 장치

Figure 3 은 테이프 부착 시 일정 방향으로 회전시켜 부착할 필요가 있을 경우 기어와 같이 일정한 틈나를 가져 기계적 접촉을 이루므로 직선운동을 회전운동으로 전환, 회전각을 조절하는 장치이다.

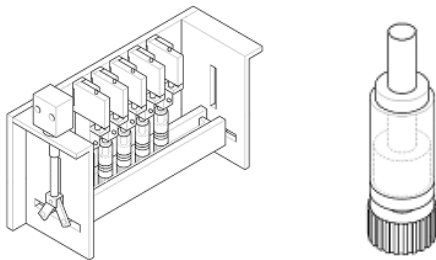


Fig. 3 Picker 각도 조절 장치 모듈

본 장치는 Picker 베이스, 수직 가이드, 운동의 방향을 변화시키기 위한 한 쌍의 회전 대와 수평 가이드, 기어바, Picker 및 Picker 증강 수단으로 구성된다.

에어 실린더를 이용하여 수직 바를 승강 및 하강 시켜 수직 운동을 제어하고 한 쌍의 회전 바와 수직 바의 하부에 힌지 결합되어 수직 바의 승강에 따라 전후 방향으로 상호 반대로 회전한다. 즉, 한 쌍의 회전대가 서로 멀어지는 방향으로 회전하면 각각의 회전 바에 연결된 각각의 수평 가이드 또한 서로 멀어지는 방향으로 전후 이동하여 간격이 넓어지고, 회전 바가 가까워지는 방향으로 회전하면 수평 가이드 또한 가까워져 서로간의 간격이 좁아진다. 이렇게 수평 가이드의 홈이 작아져 Picker 끝 단의 기어 바와 접촉이 이루어 지면 에어 실린더가 장착 된 수평 가이드를 이동시킴으로 서로 맞물려 있는 Picker 끝 단이 회전하게 된다. 끝으로 Picker 는 테이프를 렌즈 모듈에 부착시키기 기어 바의 이동에 맞물려 테이프의 부착 각도를 조절한다.

간극 조절 장치

다양한 폰 카메라 모듈에 따라서 테이프의 방향, 크기 및 간격이 상이하고 Tray 의 형상 및 간격도 결정된다. 이에 대응하기 위하여 Picker 에서 테이프를 떼어낸 후 모델 별 Tray 의 모듈 간격에 따라서 Picker 의 간격을 조절하여야 한다. 또한 생산성 향상을 위하여 한 Cycle 에 Tray 한 열 (테이프의 테이프 수와 동일)의 모듈을 동시에 테이핑하므로 각각 Picker 들의 간격을 동일하게 유지하여야 한다.

Fin. 4 와 같이 간극 조절 장치[2]의 구동원리는 중앙의 Picker 실린더는 고정시킨 상태에서 2 개의 벨트에 의해서 4 개의 실린더가 2 개씩 짝을 지어 서로 반대 방향 움직이게 된다. 2 개의 벨트를 구동하는 기어는 하나의 축에 고정되어 동일한 회전을 하다. 그러나 벨트는 축에 고정된 두개

의 기어비가 2:1 로 벨트의 이송량 역시 2:1 의 비율로 이송된다. 이에 따라 중앙을 중심으로 대칭운동을 하게 되어 Picker 를 일정한 피치로 이송할 수 있게 된다.

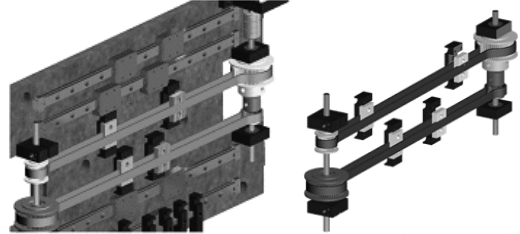


Fig. 4. 간극 조절 장치 모듈 [2]

본 장치는 하나의 모터에 의해 4 개의 Picker 를 구동하는 방식으로 효율이 높고 운동이 부드러운 장점을 갖는다.

3. Experimental field test

본 논문에서 개발된 장치는 Fig. 5 에서 보는 바와 같이 현재 폰 카메라 모듈모델의 생산 공정에 적용되고 있다. 제품의 생산성 및 수율을 높이고 장비 운용의 Robustness 확보를 위하여 각 모듈들은 Fig. 6 과 같은 순서로 각각 다음과 같은 운용 시간으로 제어된다.

- (1)장비의 초기화: 2.45sec; (2) Tray 이동: 1.28sec; (3)Taping manipulator:0.44sec; (5) Picker: 4.37sec; (6) Stamping: 1.9 sec ;
- 이렇게 운용된 장비는 평균 수율 95% 와 1 sec/모듈의 Tack time 의 성능을 내고 있다.

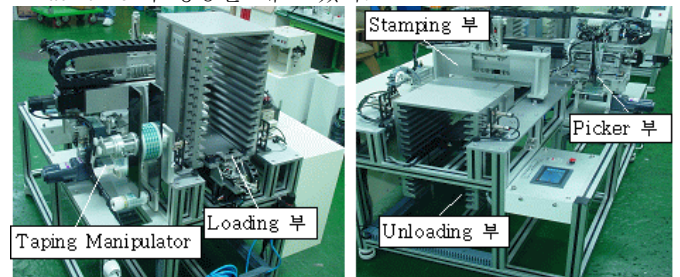


Fig. 5 완성된 시스템

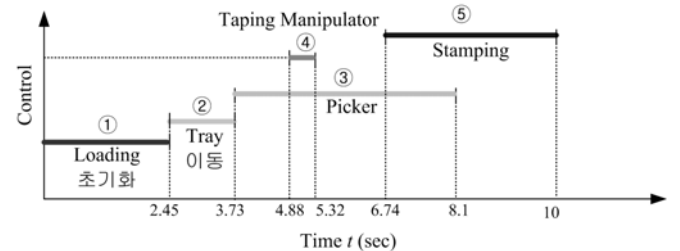


Fig. 6. 공정 Flow

4. 결론

본 논문에서는 폰 카메라 모듈 보호에 사용되는 Taping 자동화 장치와 이를 위한 핵심 모듈을 개발하였다. 개발된 장비는 현재 생산되는 폰 카메라 모듈에 적용되었고 기존의 수작업 공정을 대체하고 있다.

본 장비는 앞으로 소형 모바일 기기에 들어가는 부품의 생산공정에 이용되어 그 파급효과가 클 것으로 예상된다.

참고문헌

1. Chang Woo Lee, J. Y. Song and T. H. Ha, "Micro Assembly Machine for Phone Camera Lens Module", pp.73-77, IWMT 2008.
2. 이창우, 송준엽, 하태호, 정영상, "자동간극조정 Multi Pick & Place" pp 67-68, 한국 정밀공학회 추계학술대회 2008