

CCM(Compact Camera Module) 인라인 생산 시스템 통합 기초 기술 개발

*윤원수¹, 정승원¹, 배상원¹, 김경수¹

¹한국산업기술대학교 기계공학과

Development of CCM Inline Packaging System Integration Technology

*W. S. Yun¹, S. W. Chung¹, S. W. Bae¹, K. S. Kim¹

¹Dept. of Mech. Eng., Korea Polytechnic Univ.

Key words : Compact Camera Module(CCM), CCM Inline Packaging System, RFID, OLE for Process Control(OPC)

1. 서론

카메라폰의 급부상과 함께 CCM(Compact Camera Module) 생산 분야의 산업은 그 중요성을 더해가고 있다. CCM 공정은 (i) ACF 접착 및 플립칩본딩, (ii) 패키징 공정, 그리고 (iii) 검사 공정 등의 주요 공정으로 구성되며, 이러한 공정 장비는 카메라폰 뿐만 국내 산업의 기반이 되고 있는 IT 산업의 각 부분에서 중요한 위치를 차지하게 된다. 그러나 기존의 CCM 공정 장비는 주로 수동 조작에 의존하고 있으며 최근에서야 반자동 장비로 개발되고 있다. 이러한 공정 장비들이 개별적으로 단독 운영됨으로 인하여 다수의 인력이 클린룸 내의 생산 현장에 투입되어야 한다. 이는 생산성 및 수율 저하의 원인이 되며, 클린룸의 청정도 유지에도 어려움을 겪게 된다. CCM 제조 및 검사 장비는 별개의 공정장비로 운영되는 것이 아니라 하나의 자동화된 생산 라인으로 구축되어야 한다.

본 연구에서는 i) CCM 생산 시스템 layout 및 통합 생산 시스템 소프트웨어 설계, ii) CCM 자동 생산 시스템의 물류 흐름 추적에 위한 RFID 시스템 적용하는 방안 그리고 iii) Test-bed 제작과 가능성 검증에 대하여 연구하였다.

2. CCM 생산 시스템 layout 및 통합 소프트웨어 설계

다수의 공정 장비가 개발되는 휴대폰 카메라 모듈 생산 시스템은 반도체, LCD 생산 시스템과 유사한 면을 가지고 있으면서 동시에 그 자체만의 독립적인 면을 함께 가지고 있다. 이에 본 과제를 통하여 유사 기능을 하는 장비를 단위 공정 Cell로 하여 단위 공정 Cell 내에서 자동 생산을 위한 인라인 시스템을 구축하고, 단위 공정 Cell을 전체 시스템 관점에서 관리, 제어할 수 있는 생산 시스템 통합 기술을 개발하도록 한다.

CCM 공정용 생산 시스템에서 Camera Module은 Carrier Boat에 탑재된 FPCB(Flexible PCB)상에 조립되며 자동 생산 라인의 범위는 Cure Oven 공정 직전까지를 인라인 시스템으로 구축하는 것이다. 본 연구 개발에서는 Carrier Boat의 물류 흐름 추적을 위하여 RFID(Radio Frequency IDentifier) 기술을 적용한다. RFID Tag와 Reader기를 통하여 획득된 정보는 생산 관리 시스템 소프트웨어에 전달되며 생산 관리 프로그램은 이러한 정보를 바탕으로 전체 시스템을 관리/운영하게 된다. 또한 상위 정보 시스템(예를 들어, 물류 흐름 추적, 원격 생산 관리 등)에 생산 현장의 정보를 전달하는 역할을 하게 된다. 이를 통합 시스템의 관점에서 개략도를 그리면 다음 그림 1과 같다.

그림 1에서 하위 단은 CCM 생산 공정 장비 및 물류 장비들로 구성된다. 각 공정 장비들은 인라인 생산을 위하여 Conveyor 벨트로 연결되어 있다. 물류 흐름 감시, 공정 및 생산 관리를 위하여 각 공정 장비의 진입부에 RFID 안테나가 설치되고 Carrier Boat에 장착된 RFID 태그로부터 정보를 교환하여(읽기/쓰기) RFID Reader기를 통하여 생산관리 시스템에 전달된다. 또한 각 공정 장비의 공정 상태 및 주요 파라미터들은 Ethernet을 통하여 생산 관리 시스템에 전달된다. 생산 관리 시스템은 전달된 정보를 바탕으로 생산 관리/공정 관리를 Database를 통하여 수행하게

되고, 물류 흐름을 감시할 수 있다. 생산 시스템 소프트웨어는 생산 장비들로 구성된 공정 Cell의 설정, 모니터링, 물류 감시 등의 기능을 가지며 그래픽 기반의 사용자 인터페이스들로서 구성될 것이다. 나아가 생산 관리 시스템에 OPC Server를 탑재하여 OPC Client 기반의 다양한 최상위 응용 모듈들(Carrier Boat의 진행 상황 모니터링, DataBase, 원격 생산관리, 원격 모니터링 등)과 원활하게 정보를 교환한다.

전체 CCM 인라인 생산 시스템의 중심에는 생산 관리 시스템이 있다.

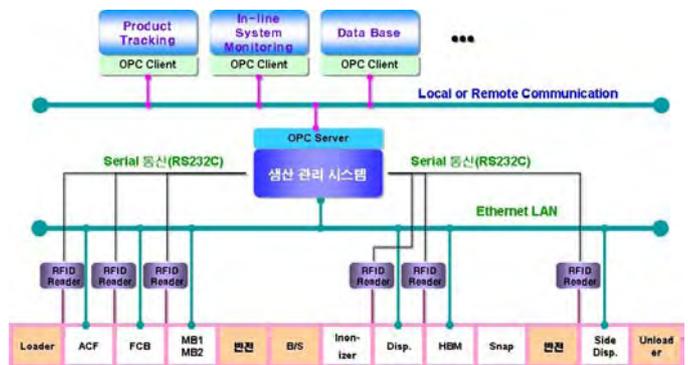


Fig.1 Overview of information flow and control hierarchy

3. RFID를 이용한 물류 흐름 추적

카메라 제작 업체에서는 하나의 생산라인에서 월 20만개 정도의 카메라 모듈을 생산하고 있는 것으로 추정된다. 하나의 Carrier Boat에 대략 16개 정도의 CCM 모듈이 탑재된다고 하면, 대략 12,500개의 Carrier Boat가 소요되고 이를 월 생산 일수가 25일이 라고 할 경우, 하루에 500개 정도의 Carrier Boat가 생산 라인을 거쳐 가고 있다고 볼 수 있다⁽¹⁾.

현재, 모듈 제작 업체에서는 대략 20개 정도의 Carrier Boat를 하나의 Magazine에 장착하여 각 Magazine 별로 data sheet를 별도로 제작하여 공정에 대한 기록지로 활용하고 있다. CCM 모듈은 class 10 혹은 100급의 clean room에서 제작되고 있으나 공정에 대한 기록을 기록지에 작업자가 수기로 작성하고 있는 실정이다. 이는 공정에 대한 데이터가 전산망에 연결되지 않아 엄격한 공정관리가 어려울 뿐만 아니라 clean room 내의 오염 요소로 작용하게 된다.

이에 대하여 본 연구에서는 clean room 내에서 기록지를 없애고, 작업자의 수를 줄이며, 생산 라인의 정보를 전산화하여 공정 관리를 엄격하게 수행할 수 있는 시스템에 대해서 연구하였다. 기록지와 작업자로 인한 오염 문제 해결과 함께, Carrier Boat 자체에 제품에 관한 정보(각종 제조 공정 등)가 저장되어 있는 추적 및 확인 시스템을 도입하고자 한다. 이 확인 시스템을 통해, 각 Carrier Boat가 제조 공정을 시작하기 전, 그 전까지의 모든 공정이 제대로 이루어졌는지를 확인할 수 있도록 하고자 하는 것이다. 본 연구에서는 RFID 시스템을 이용하여 물류추적 및 생산관리를 수행하고자 하였다.

본 연구에서는 Escort Memory Systems 사의 LRP125HT-FLX 태그를 선정하였으며, RFID 태그는 FPCB를 탑재하고 있는 Carrier Boat에 부착된다. 또한 본 과제에서는 태그와의 호환성등을 고려하여 EMS사의 LRP820-04(S)를 RFID Reader기로 선정하였다. LRP820-04(S)는 컨베이어 형 안테나를 사용하고 있다. 37cm 길이의 판독기/입력기는 다수 태그 동시 처리 기능을 갖추고 있으며, 컨베이어의 물러를 떼어내고 그 자리에 설치하거나 물러 사이에 설치할 수 있다. 이러한 위치에 안테나를 설치함으로써, 안테나는 여러 크기의 대상물의 위치를 조정하지 않고도 쉽게 판독할 수 있다⁽²⁾.

4. 시스템 통합을 위한 Test-bed 구축 및 통합 소프트웨어 개발

다음 그림 2는 본 과제에서 구축한 Test-bed의 구성을 나타내고 있다.

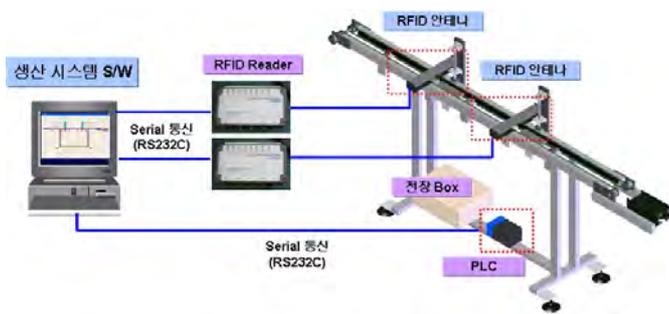


Fig. 2 Schematic Diagram of Test-bed using RFID system

그림 2의 테스트 베드에서 RFID 태그가 장착된 Carrier Boat가 Conveyor Belt를 타고 흐르게 되면 Antenna에서 Tag ID를 읽어 정보를 획득하고 이를 생산 시스템 S/W로 전달한다. 생산 시스템 S/W는 Tag의 정보와 공정 순서에 따라 공정 관리를 수행하게 된다.

본 Test-bed는 공정을 시뮬레이션하기 위하여 임의의 공정 장치를 부착하였으며, 프로그램상에서 공정 #1, #2의 경우 랜덤하게 확률적으로 공정 오류를 결정한다. Test-bed 상에서의 공정 시나리오를 정리하면 다음과 같다.

1. Carrier Boat가 공정 #1에 도착하면 Antenna와 Tag가 정보를 교환하게 되며 Reader기는 해당 Tag의 ID를 읽는다. Tag ID 및 공정 #1에 도착한 시간을 DB에 저장한다.
2. 공정 #1을 수행한다. 공정 #1 수행의 성공 유무는 Test-bed용 생산관리 프로그램에서 확률에 따라 오류 발생 유무를 결정하게 되고, 오류 발생 유무(OK 혹은 NG)는 DB에 저장된다.
3. 공정 #1을 수행후 Carrier Boat가 공정 #2에 도착하면, Antenna #2는 Tag ID를 읽게 되며, 마찬가지로 Tag ID 및 공정 #2에 도착한 시간(Arrival Time)을 DB에 저장한다.
4. DataBase에서 해당 Tag ID에 대해서 공정 #1의 성공 유무를 확인한다. 공정 #1이 성공적으로 수행되었을 경우, 공정 #2를 수행하게 된다. 역시 마찬가지로 공정 #2 수행의 성공 유무는 Test-bed용 생산관리 프로그램에서 확률에 따라 오류 발생 유무를 결정하게 되고, 오류 발생 유무(OK 혹은 NG)는 DB에 저장된다. 만약 공정 #1이 NG 상태일 경우 공정 #2를 수행하지 않고 해당 공정을 지나치게(Pass) 된다.
5. 공정 #1, #2의 수행후, 공정 #1, #2를 모두 성공적으로 수행한 Carrier Boat는 OK, 하나의 공정이라도 실패한 Carrier Boat의 경우 NG로 판정하여 DB에 저장한다.

본 연구에서는 통합 생산 시스템 프로그램의 기초를 다지는 연구를 수행하였다. 다시 말해서 앞서 설계한 통합 생산 시스템의 Framework를 Test-bed에 기초하여 개발하였다. 테스트 베드의

경우, 실제 공정 장비 제어기와 통신이 이루어지지 않으므로 공정을 프로그램상에서 시뮬레이션으로 수행하여 성공 유무에 대해서 적당한 확률로 처리하였다.

생산 관리 시스템에서 RFID 시스템을 통하여 획득된 정보를 이용하여 Carrier Boat의 흐름을 감시할 수 있다. 또한 그림 6에 나타난 바와 같이 태그 ID별(즉, Carrier Boat 별) 상세 공정 내역, 월별/주별/일별 생산 내역을 전산화할 수 있다.

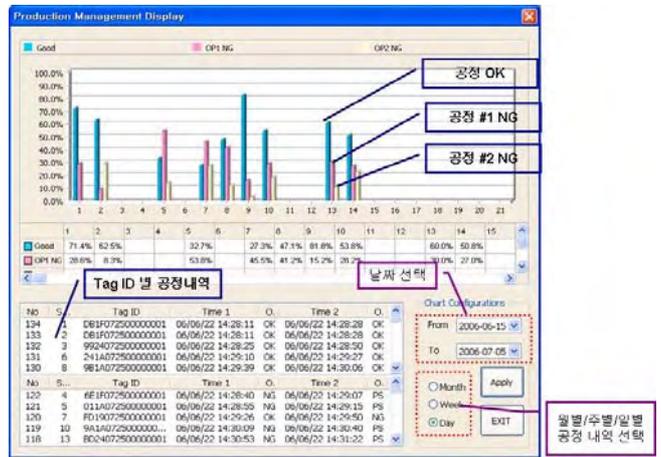


Fig. 2 Sample window to show the feasibility of production management using RFID system

또한 OPC 표준 인터페이스에 의한 원격 모니터링, 생산관리 모듈이 개발하였으며 원격지에서 생산 라인에 대한 접근이 가능함을 보였다. 생산 시스템 통합 S/W에 개발된 OPC Server와 OPC Client 기반의 원격 모니터링 모듈은 Ethernet 기반의 통신을 통해서 원격지에서 CCM 생산라인을 감시할 수 있다⁽³⁾. 이를 통하여 감독자는 Clean Room이 아닌 다른 공간에서 CCM 생산라인을 관리, 감독할 수 있다. 또한 원격 DataBase Access를 통하여 마찬가지로 Clean Room 내에서가 아니라 다른 공간에서 CCM 생산라인의 생산현황을 파악할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 CCM 생산 시스템 통합을 위한 기초 기술을 확보하였다. 구체적으로 CCM 생산 시스템 layout을 설계하였으며 layout에 맞춰 통합 소프트웨어를 설계하였다. 또한 RFID 태그를 이용한 물류 흐름 추적에 관한 기초 기술을 확보하였다. 본 연구의 타당성을 검증하기 위하여 Test-bed를 제작하였다. 공정의 성공 여부, Carrier Boat의 출/도착 시간 등을 RFID와 시스템 통합 소프트웨어 상의 DataBase와 연동할 수 있도록 통합 소프트웨어를 개발하였다. 시스템 통합 기술 개발과 관련하여 RFID를 이용한 물류 시스템 감시가 가능하다는 결과를 얻었으며 OPC 표준 인터페이스를 통하여 다양한 OPC Client 기반의 응용 모듈과 연동하는 시스템 개발이 가능하였다.

후기

본 연구는 산업자원부 지원 중기거점기술개발사업("CCM 라인 조립장비 개발")으로 지원되었으며 이에 관계자 여러분께 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. "Flexible PCB 정밀 조립장비 개발" 기획보고서, 산업기술평가원, 2005.
2. 박기환, 유비쿼터스 RFID, 성안당, 2005.
3. Frank Iwanitz and Jurgen Lange, "OLE for Process Control," Huthig Verlag Heidelberg, 2001.