

TFT-LCD 공장의 통합 생산 계획 수립 및 조정방안에 대한 연구

A study on integrated production planning and coordination for TFT-LCD factory

송 원*, 서 동 욱, 신 현 준, 백 종 관, 김 성 식

고려대학교 산업공학과

Abstract

본 논문에서는 TFT-LCD공장의 통합 생산계획 수립과 조정을 수행하는 통합생산계획 시스템의 구조 및 방안을 제안한다. 제안된 통합생산계획 시스템은 고객 주문에 대한 적량·적납기 만족과 공기 단축을 통한 생산성 향상을 목적으로 하며, 공장의 능력을 정확히 파악하여 생산계획을 수립하여 줌으로써 제조현장의 측면에서는 효율적인 통제를, 제조업체 측면에서는 현실성 있는 주문 수주가 가능하도록 하였다.

1. 서론

최근 노트북 PC, 모니터, AV용 TFT-LCD에 대한 수요 급증과 평판표시소자의 긍정적 시장 예측으로 각 TFT-LCD 제조 업체는 신규라인 투자 및 기술 분야의 개발과 더불어 생산성 향상을 위해 생산관리 분야에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 본 논문에서는 기존 TFT-LCD 제조업체에서 생산관리의 주요기법으로 사용하였던 생산량 증대라는 관점의 Push방식을 떠나, 고객이 요구한 납기와 물량을 우선적으로 고려하고 동시에 TFT-LCD공장의 FAB-Cell-Module 라인들의 능력을 생산계획에 반영하는 Pull방식을 사용함으로써, 효율적인 통합 생산 관리 체계가 가능하도록 하였다. 특히, 현실성 있는 생산관리를 위해 전체 제조공정 중에서 Bottleneck이 되는 FAB라인의 Photo공정을 중심으로 설비능력과 전체 Setup Time을 고려한 부하할당 방법을 적용하여 FAB-Cell-Module 라인들에 대한 IN/OUT 생산 계획을 수립하고, 기계고장 등의 이상상황 발생 시 생산계획을 조정하는 알고리즘을 제시하였다.

본 연구에서 제안하는 통합생산계획 시스템은 작게는 생산성 향상을 위해 제조부문에서 추진하는 재공, 재고의 감소와 리드타임의 단축은 물론, 크게는 고객만족과 경쟁력 제고라는 목표 달성의 기반이 될 뿐만 아니라, 생산의 투명성 확보 및 수요에 맞는 생산 체계를 구축할 수 있어 시장환경 변화에 긴밀히 대응하는데 기여할 수 있다고 기대된다.

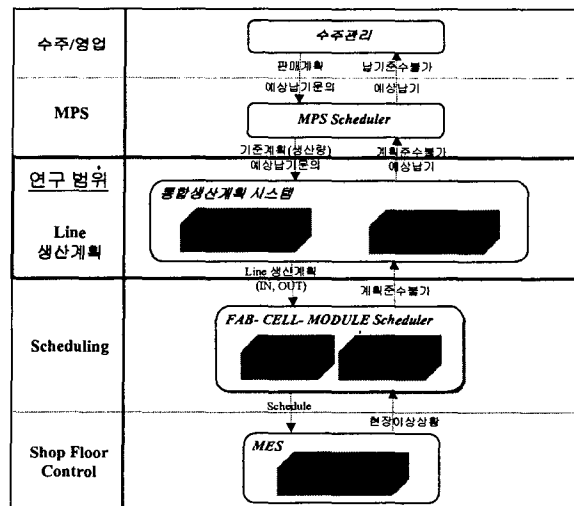
2. 기존연구

TFT-LCD 공장을 대상으로 하는 생산 관리 시스템에 대해, 기존에 수행된 연구 결과는 거의 없는 상태이며 실제 제조 라인에서는 TFT-LCD의 제조공정과 반도체 제조공정의 유사함을 이용하여 반도체 생산 관리 시스템을 부분적으로 변형시켜 적용하고 있다.

즉 TFT-LCD 공장의 FAB, Cell, Module 공정

들과 반도체 공장의 FAB, EDS, Assembly, Test 공정들 중에서 FAB 공정은 프로세스가 공통적으로 동일하며 단지 공정 Step수의 차이로 리드타임이 짧다. Module 공정은 반도체의 Assembly 공정 및 Test 공정과 유사한 조립 공정이다. 단, Cell 공정은 반도체 프로세스에 없는 공정이나 공정 특성상 반도체의 FAB 공정과 Assembly 공정의 일부분으로 고려하여 관리하고 있다.

이러한 관점에서 반도체 생산 관리 시스템에 대한 연구 결과를 살펴보면 반도체 제조공정의 특이성인 다양한 형태의 설비군, 복잡한 공정, 불확실한 수율과 설비의 변화 등으로 인해 생산 계획영역에서 계층적(Hierarchical) 접근이 폭 넓게 적용되고 있다[7][8][9].



<그림 1> TFT-LCD 생산관리 Framework

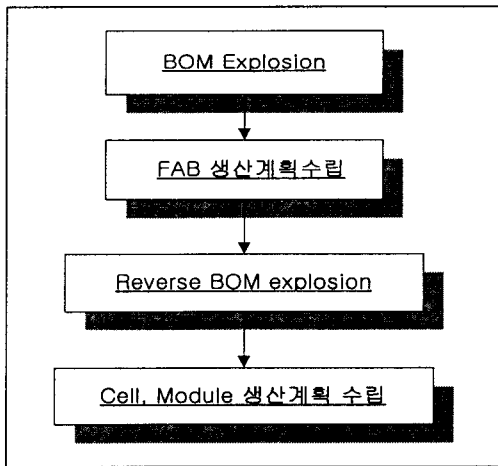
그리고 Uzsoy등[1][2]이 반도체 산업의 생산 특성과 생산 계획과 일정 수립에 대한 학계의 연구 결과를 체계적으로 정리하였고 Leachman[3]의 BPS(Berkeley Planning System)는 반도체 제조 공

정을 Fab, Probe, Assembly, Test로 나누고 중간에 Inventory stock을 두어 각각에 대한 특성을 고려 LP와MRP를 적용하여 생산계획 및 자재수급 계획을 수립하는 시스템으로 반도체 전 프로세스를 통합하여 실제 제조 회사에 적용되고 있다.

M.Fox등[4][5]의 인공지능(Artificial intelligence)의 응용, Chihwei[6]의 시뮬레이션 기초 알고리즘의 적용에 대한 연구가 있으며, 일정계획 수립 부문에서는 Fab 중심의 생산량 중심의 관리에서 고객의 요구를 만족시키기 위한 Due date 관리로 생산 관리 체계가 변화하고 있어 일정 수립에 대한 연구도 반도체 공정과 같은 NP-hard한 문제의 고전적 Job shop 문제 접근은 컴퓨터 처리 시간의 문제, 수행 척도의 변화 시 대응 유연성 등의 문제를 갖고있고, Dispatching rule은 근시안적 해법으로 복잡한 문제에 대하여는 좋은 결과를 얻지 못하는 어려움이 있어 이의 대안으로 Decomposition Method등이 연구되고 있다.

3. 접근방법

본 연구에서 제안하는 통합생산계획 시스템(<그림 1>)은 상위 레벨에 기준생산계획(MPS) 시스템이 있어, 이로부터 내려온 주문들에 대해 각 라인별 생산계획을 수립하고, 주문의 예상납기 산출, 주문 할당, 그리고 주문 진척관리 등을 수행하는데 필요한 현장 데이터를 제공해준다. 그리고, 하위 레벨에는 MES시스템과 연동된 해당 라인 스케줄러가 있어, 이들 스케줄러로부터 계획 변동사항을 보고 받아 기존에 수립된 생산계획을 조정해 준다.

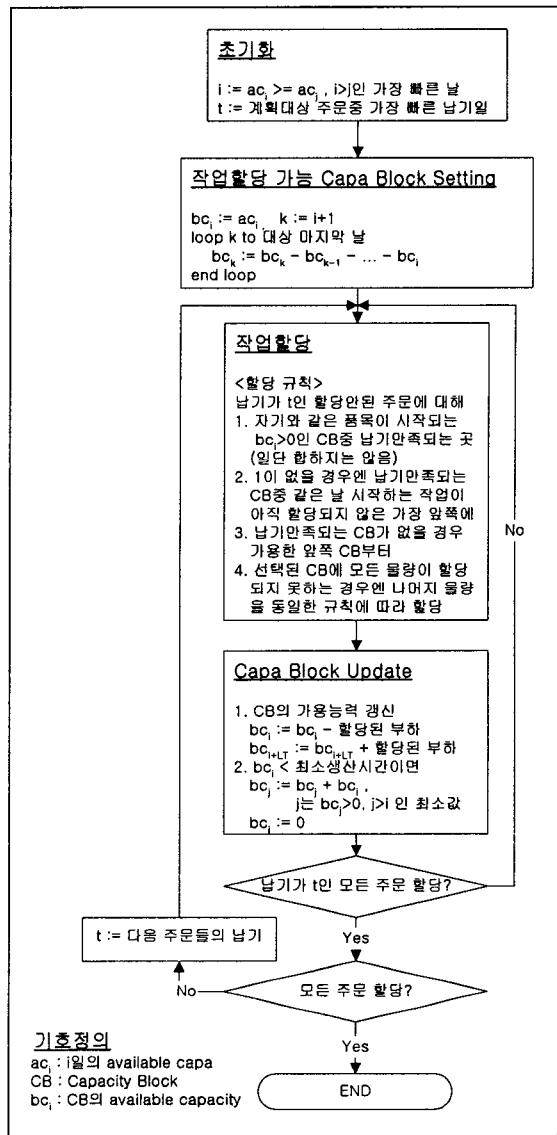


<그림 2> 통합생산계획 수립절차

TFT-LCD 공장 전체의 생산량(throughput)은 bottleneck인 FAB라인이 좌우하므로, FAB의 생산능력을 우선 고려하여 각 작업의 작업투입시점과 투입량을 결정한다. 이렇게 함으로써, bottleneck인 FAB이 소화할 수 있을 만큼의 WIP 수준을 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 생산량을 극대화하고 flow time을 단축시킬 수 있다. 또한, 같은 작업군(family)에 속하는 작업을 함께 시작할 수 있도록 함으로써, 이후 각 라인에서의 물류흐름을 원활하게 하고 작업준비시간을 최소화시킬 수 있다. 그리고, MRP의 후진전개식(backward) 일정계획수립을 이

용하여 생산 필요시점을 도출하되, 생산능력을 고려하는 유한 부하계획(finite loading)을 수행하여 MRP의 단점을 보완하도록 하였다.

통합생산계획 수립 절차는 <그림 2>에 설명되어 있다. 위 순서도의 BOM explosion단계는 MPS(기준생산계획)으로부터 내려온 주문들에 대해 각 라인별 필요량 및 납기를 결정한다. 각 라인별 필요량은 부품의 수율 정보와 안전재고를 고려하여 산출하고, Cell과 FAB라인의 납기는 안전리드타임을 적용하여 Module라인의 LST(Least start time)를 Cell라인의 납기로, 마찬가지로 Cell라인의 LST를 FAB라인의 납기로 결정하는 후진전개 방식을 이용하여 구한다.

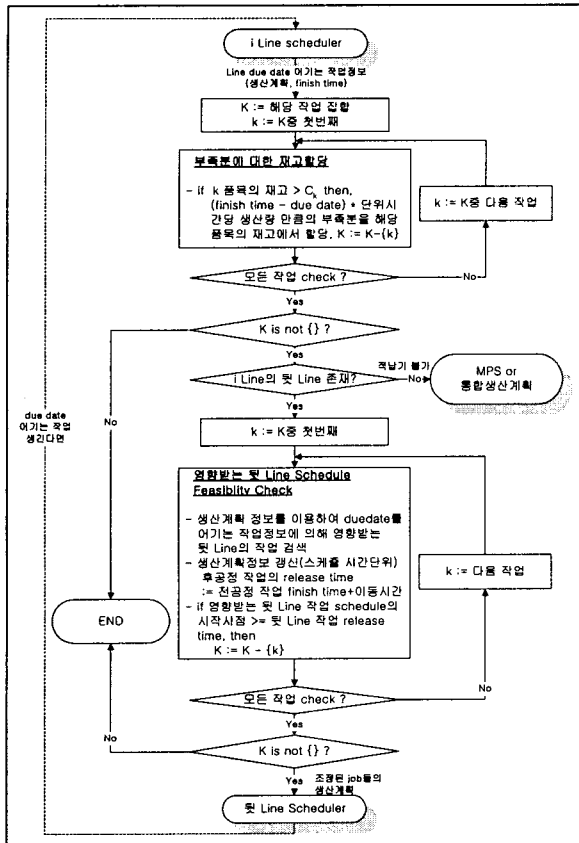


<그림 3> FAB 생산계획 수립

FAB 생산계획수립 단계에서는 작업의 부하를 현장 설비의 능력을 산출하여 그 범위 안에서 할당한다. 작업부하할당은 작업의 납기만족과 작업준비시간의 최소화를 고려하면서 해당 작업의 리드타임에 걸쳐서 평균적으로 할당되도록 하고, 설비능력파

작업부하는 기계고장, PM(Preventative management), 재작업(rework), 그리고 불량 등을 고려하여 계산된다. FAB 생산계획수립의 자세한 절차는 <그림 3>에 자세히 설명되어 있다.

또한, FAB, Cell, Module라인 스케줄러들은 각각 통합생산계획 시스템에서 제공한 생산계획 제약 하에서 해당 라인의 계획을 수립하는데, 만약 이들 라인 스케줄러로부터 주어진 제약내에서의 계획수립이 불가능하거나 현장의 이상상황 발생 등에 따른 생산계획조정 요청을 받게될 경우 <그림 4>와 같이 생산계획을 조정한다.



<그림 4> 생산계획 조정 절차

4. 결론

본 연구에서는 TFT-LCD 공장의 통합생산계획 수립 및 조정을 위한 통합생산계획 시스템의 구조와 방안을 제시하였다. 전체 공장의 생산계획 수립을 제조현장의 능력을 고려하여 수립할 수 있게 됨으로써, 효율적인 생산관리가 가능하리라고 기대된다.

제조현장의 능력을 산출할 때, 보다 현실성있는 능력산출 방법에 대한 추후 연구가 필요하다.

Reference

[1] Uzsoy, R., C. Y. Lee and L. A. Martin-vega,

A Review of Production Planning and Scheduling Models in the Semiconductor Industry, Part 1: System Characteristics, Performance Evaluation, and Production Planning, IIE Transactions, Vol. 24, No. 4, pp. 47-61 1992

[2] Uzsoy, R., C. Y. Lee and L. A. Martin-vega, A Review of Production Planning and Scheduling Models in the Semiconductor Industry, Part 2: Shop-Floor Control, IIE Transactions, Vol. 26, No. 5, pp. 44-55 1994

[3] Leachman, R. C., Production Planning and Scheduling Practices Across the Semiconductor Industry, ERSC Report 94-29, Engineering Systems Research Center, University of California, Berkeley, 1994.

[4] M. Fox and S. Smith, ISIS: A Knowledge-based system for factory scheduling, Int. J. Expert Syst., Vol. 1, pp. 25-49, July 1984.

[5] Hugh E. Fargher, A. Kilgore, Paul J. Kline, and Richard A. Smith A Planner and Scheduler for Semiconductor Manufacturing IEEE Transactions, Vol. 7, No.2, pp. 117-126 May 1994

[6] Chihwei Liu, Sansern Thongmee, and Paul Hepburn A Methodology for Improving On-Time Delivery and Load Leveling Starts IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference pp.95-100 1995

[7] Bai, X., Srivatsan, N., and Gershwin, S. B., Hierarchical Real-time Scheduling of a Semiconductor Fabrication Facility, Proceeding Ninth IEEE International Electronics Manufacturing Technology Symposium, Washington DC October 1990

[8] Golovin, J. J., A Total Framework for Semiconductor Production Planning and Scheduling, Solid State Technology, pp. 167-170 May 1986

[9] Hadavi, K., and Voigt, K., An Integrated Planning and Scheduling Environment, Proceedings Simulation and Artificial Intelligence in Manufacturing, Society of Manufacturing Engineers, Long Beach, CA October 1987