

재고 비용 절감을 위한 스케줄링
시뮬레이션 모형 개발
- 전자 소재 산업을 중심으로 -
A Development of Scheduling Simulation Model
for Reducing Inventory Cost
- For Electronic Materials Industry -

배 병 곤 *
조 중 현 *
오 선 일 *
양 광 모 **
강 경 식 ***

1. 서 론

산업혁명 이후 현대적 의미의 대량생산 체제가 대두되어 제품의 단위 시간당 생산량 측면의 발전을 거듭해 옴에 따라 산업구조도 단일 품종 소량생산체제에서 대기업 중심의 양적 생산 체제로 발전해왔다.

대표적인 대량 생산 제품 중 하나였던 전자 소재 산업 또한 예외는 아니었다. 전자 소재산업의 발전 속도가 최근 급격히 빨라짐에 따라 고객의 요구 또한 그만큼 변화의 속도가 빨라지고 다양해졌다. 이러한 소비자의 욕구를 충족시켜 주기 위해서는 기존의 양적 생산체제로는 따라갈 수가 없다. 또한, 양적 생산체제는 질적 향상보다는 같은 시간에 많은 제품을 목표로 하고 있기 때문에 다양한 제품을 생산하기보다 많은 양의 제품을 생산하여 왔다고 할 수 있다.

* 명지대학교 산업경영공학과

** 유학대학 산업경영과

*** 명지대학교 안전경영연구소

제품, 서비스의 단순한 개발·생산·판매가 어려워지면서 고객이 어떤 제품을 언제 원하는지를 개개의 수준에서 세심하게 파악해야 함을 절실히 느끼게 된 기업들은 고객사와 공급자 간의 생산일정 공유를 검토하게 되었다. 하지만 최종 소비자에게 제품을 공급하는 업체의 경우도 소비자의 수요에 대한 정확한 정보를 알 수 없기 때문에 공급업체 또한 그에 대응하는 수준이 낮을 수밖에 없고, 이에 따라 공급업체의 제품, 원자재에 대한 재고가 증가할 수밖에 없는 실정이다.

이에 전자 소재 제조업체들은 보다 개선되고, 기존의 단순한 단일 기준의 스케줄링이 아닌 복잡적이고 체계화된 기법을 도입하여 재고금액을 감소할 필요성을 느끼고 있다.

대표적 장치산업 중 하나인 전자소재 제조업체의 경우 다품종 제품을 생산하는데 있어서 투자의 제약 상 공통설비에 의한 생산체계를 유지해야 하는 문제로 품종 전환에 의해 예외 없이 스케줄링 문제가 존재한다. 이렇게 되면 자연히 납기 문제뿐만 아니라 주문잔고(Backlog)로 인한 원자재 재고가 발생하므로 생산 일정의 조정은 필연적이다.

제조업에서의 경쟁이 치열해짐에 따라 공급업체로서 고객에게 부여 받을 수 있는 납기 여유 시간 (Lead Time)은 점차 줄어들게 되고, 1차 고객 또한 2차 고객의 요구에 대응해야 하는 시간이 줄어들어 따라 주문의 정확도가 낮아지게 되었다.

이를 해결하기 위하여 고객과 공급업체가 정보를 공유하며 계획을 수립하는 CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment)이나 VMI (Vendor Managed Inventory) 등의 방법을 통하여 공급망 (Supply Chain)의 하류 정보를 직접 생산 계획에 반영함으로써 고객과 공급업체 간의 Win-Win 관계를 형성하며 재고 수준을 낮추어 가려는 시도가 계속되어 왔다.

그러나, 이러한 방법들은 고객이 제시하는 생산계획의 정확도가 보장되지 않거나 주문의 확정 구간을 지키지 않는 경우, 공급업체는 납품 단가의 하락과 더불어 재고 증가로 이어지는 이중고를 겪을 수밖에 없다. 이러한 현상은 수요자 위주의 시장 (Customer's Market)일 경우는 공급업체의 영향력이 적어 고객의 주문형태에 제약을 주기 어렵기 때문에 더욱 심해진다.

이에 본 논문에서는 공급업체 입장에서 새로운 투자 없이 재고 비용을 절감시키고 납기준수율을 높이기 위한 최적의 방법들을 찾아내기 위해서 스케줄링 기법 및 공정 재설계에 대한 모델을 제시하고 이를 실제 기업에 적용하여 제시된 대안에 의한 재고 절감 효과를 검증하고자 한다.

전자소재 제조시스템의 스케줄과 관련된 대부분의 연구는 사이클 타임 단축에 대한 일정 시간 생산량의 증대와 같은 단일 목표에 대한 알고리즘의 스케줄을 개발하는데 초점을 맞추고 있다. 이는 공정에서 다양한 할당규칙(dispatching rule)을 실시간 적용하여 정확한 일정계획 수립의 효과를 나타내도록 시스템을 구축하기 위한 것이다.

본 연구는 전자소재산업 중 FPD (Flat Panel Display)의 원자재 중 하나인 PR (Photo Resist)의 공정을 중심으로 시뮬레이션을 통한 연구 대상 업체의 현 시스템을 분석하고, 재고 금액 절감을 위한 대안을 제시하여 이를 다시 시뮬레이션을 이용하여 최적 대안을 도출할 것이다. 제안된 시뮬레이션 실험은 실시간으로 바람직한 시스템 목적 달성에 필요한 의사결정변수를 결정하고 규칙을 추출하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

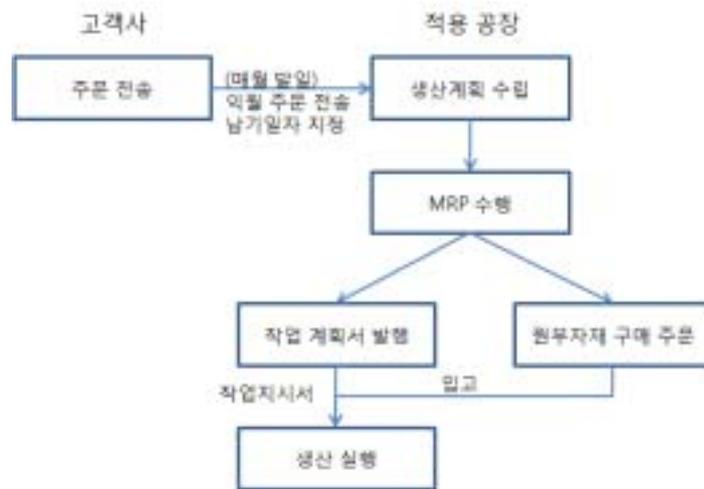
2. 시스템 분석

2.1 전자소재 제조업체의 생산계획 실태

전자소재를 제조하는 업체의 경우 고객으로부터 허용 받은 납기 여유일이 비교적 짧으며, 원료로 사용되는 품목의 경우는 해외에서 구매하므로 그 기간이 상대적으로 매우 길다는 특징이 있다.

또한 다른 전자소재 생산 공장의 경우와 마찬가지로, 원료 탱크 단위로 동일한 리드타임이 정의되는 로트 사이즈의 생산을 수행한다는 특징이 있다. 즉, 해당 배치 내에서 생산량이 줄어든다고 리드타임이 단축되지 않는다는 특징이 있다.

적용 대상 공장은 모든 제품의 생산 계획 수립 및 원재료 수급을 위하여, <그림 1>과 같이 매월 말일에 고객으로부터 다음 달의 납기 일정이 포함된 선행 주문을 받고 이를 기준으로 자재소요량을 파악하여 구매 발주를 수행하고, 납기 일정을 감안하여 작업지시를 발행하는 전형적인 주문 생산 (MTO; Make to Order) 방식으로 운영되는 것으로 정의되어 있었다.



<그림 1> 전형적인 주문 생산 프로세스

이러한 주문 생산방식을 취하고 있는 대부분의 전자소재 제조업체들이 안고 있는 문제점으로 1개월 이전에 확정 계획을 접수 받는 주문량의 변경이 잦으며, 변경의 대상도 발주 수량 및 납기 일자의 변경은 물론, 품목 자체도 해당 월에 생산하게 될 계획이 없어지기도 하는 등의 극심한 주문 변동이 수반되고 있었다. 또한 원부자재를 주로 외국에서 수입하고 있어 납기가 1개월 이상이므로, 매월 말일 제공 받은 주문에 근거하여 구매 발주를 수행 할 수밖에 없는 상황이었다.

그러나 실제 생산 현장에서의 작업 수량은 공급일에 임박하여 수정 전달된 주문에

따라 이루어지게 되므로, 원자재 구매 수량과 작업지시서의 필요수량과는 그 차이가 클 수밖에 없다. 또한 수입을 통해 조달하는 원부자재 시장은 공급자 위주의 시장 (Buyer's Market)으로 구분되어 발주 수량의 변경 및 취소가 극히 제한되어 있다.

이로 인해 실제 생산이 실행될 때, 원부자재 결품이 종종 발생하여 생산에 차질이 발생할 우려가 있으므로, 불용으로 폐기될 위험을 감수하고 주문량을 증가시키는 방법으로 결품에 대응하고 있어 원부자재의 재고 수준이 높게 유지될 수밖에 없는 상황이었다.

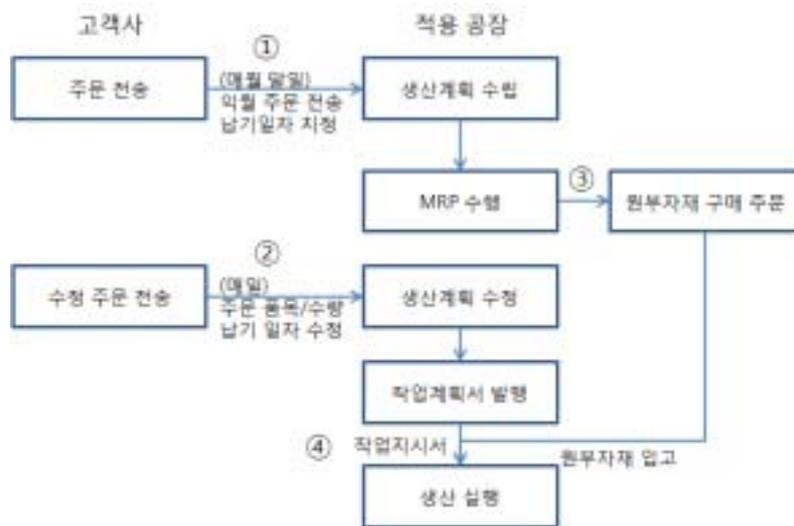
이러한 현상은 외국의 원부자재를 수입하여 반제품 형태로 대기업에 납품하는 대부분의 국내 중견/중소기업이 공통적으로 직면하는 문제점이다.

2.2 시뮬레이션 분석을 위한 대상 시스템 분석

적용 대상 업체는 평판 디스플레이 및 반도체 제품의 원재료 중 하나인 PR (Photo Resist)를 생산하는 업체로서 현재 직면한 문제점은 위에서 열거한 전자소재 제조업체의 상황과 크게 다르지 않다.

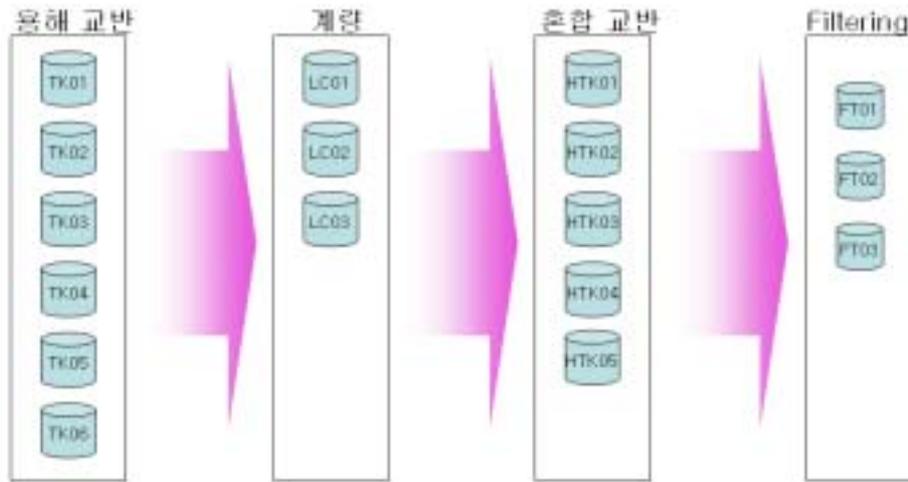
극심한 주문 변동으로 인하여 고객의 주문 확정 기간을 임의로 고정할 수가 없다. 또한 수입에 의존하는 원부자재가 많고, 구매 주문 내용은 큰 폭의 변화가 불가하여, 특히 선적이 된 이후에는 구매 취소가 불가능하다.

이로 인하여 업체에서 원자재 재고에 부담은 전적으로 대상 업체가 떠안고 있는 실정이다.



<그림 2> 운영 중인 주문 생산 프로세스

대상 업체의 공정라인은 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 공정 라인 현황

공정의 흐름은 원자재의 용해 교반 공정을 통하여 각 원자재의 용해도를 균일하게 해주고, 이를 제품별 BOM에 따라 계량공정을 통하여 제품에 필요한 각 원자재의 비율을 맞추어 혼합 탱크로 이송한다. BOM에 따라 계량되어 혼합 탱크로 이송된 각 원자재들은 혼합 교반 공정을 통하여 각 원자재들이 균일한 상태로 Mixing이 된다. 이 Mixing 된 제품은 고객이 요구하는 스펙을 맞추기 위하여 마지막으로 Filtering 공정을 통하여 제품에 섞인 불순물을 제거하고 고객이 요구하는 포장단위로 포장되어 출하된다. 본 연구에서의 분석 범위는 Filtering까지이므로 포장 공정은 현 시스템분석에서 제외된다.

각 공정별 작업 설비 대수 및 가동률은 <표 1>과 같고, 각 공정의 기타 정보는 <표 2>와 같다. 위의 <그림 3>과 아래의 표들은 공정을 시뮬레이션 하기 위한 기본 정보로 사용 된다.

<표 1> 공정별 작업 설비 대수

공정번호	공정명	설비명	설비대수
10	용해 교반	Mixing Tank	6
20	계량	Load Cell	3
30	혼합 교반	Composite Mixing Tank	5
40	Filtering	Filter	3

시뮬레이션의 가정은 다음과 같다. ; (1) 영업오더에 따라 원자재 결품 없이 공정에 투입된다고 가정되며, (2) 접수된 오더에 대한 작업지시서는 기준날짜(매월 1일)에 동시에 발행된다. (3) 공정 중 발생하는 재공재고(WIP)는 작업지연 및 설비고장에 의해 발생되고 있으나 많은 동일 작업기계의 배치로 실제 재공재고(WIP)는 없는 것으로 가정하고 또한 (4)제품 간 라인 설비교체는 없으며, 제품변경 시 Tank 및 계량조, Filter 교환 등의 시간이 발생하고 있으나, 실제 Processing 시간에 비해 매우 미미한 수준이므로 Setup 시간은 발생하지 않는다.

<표 2>의 Setup 시간이다. 그리고 공정은 대부분 자동화되어 있기 때문에 제품변경에 의한 재 Setup 발생 시 인력 부족은 발생하지 않으며 일일 근무는 2교대 16시간으로 실행된다. 또한 (5)Tank의 최대 용량은 1,500L 이며, (6) 월간 주문량을 총 생산하여 기말에 모든 제품이 동시에 출하된다.

<표 2> 공정별 제품별 Setup Time 및 Run Time

공정	공정명	Run Time (Hour)					
		PR-1	PR-2	PR-3	PR-4	PR-5	PR-6
10	용해 교반	5	3	3.5	18	15	17
20	계량	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
30	혼합 교반	5	5	5	32	31	32
40	Filtering	4	3.5	4	4	4	3.5

이하의 가정 하에서 시뮬레이션을 수행하기 전 모든 공정에서의 가장 큰 특징은 각 마다의 흐름이 모두 동일하며 설비배치 교환이 이루어 질 수 없다는 것이다. 또한 Tank의 용량은 1,500L이므로 한 Lot 당 최대 용량은 1,500L이다.

2.3 시뮬레이션 분석 결과

본 연구에서는 현행 시스템은 물론 앞으로 다루어질 스케줄링 개선 안의 결과를 도출해내기 위해서 시뮬레이션 모델을 구축하고, Rockwell ARENA 7.0을 이용하여 결과를 도출하여 분석하였다.

현행 시스템은 고객사와의 생산계획 공유를 통하여 <표 3>과 같이 제품별 계획 생산을 하고 있으며, 생산계획이 공유되지 않는 고객사의 경우 주문의 순서는 <표 4>와 같고 주문 처리 방식은 FCFS (First Come First Service)를 사용하고 있다.

<표 3> 제품별 계획 생산 수량

Item	수량
PR-1	20,000
PR-5	45,000
PR-4	50,000
PR-3	40,000
PR-2	18,000
PR-6	22,000

<표 4> FCFS를 따르는 주문 순서

Order_number	Quantity	접수일	Due_date
PO_PR01_001	4,000	2007-05-01	2007-05-30
PO_PR05_002	7,000	2007-05-01	2007-05-25
PO_PR04_003	1,500	2007-05-01	2007-05-20
PO_PR01_004	1,500	2007-05-09	2007-05-25
PO_PR03_005	7,000	2007-05-09	2007-05-13
PO_PR02_006	1,500	2007-05-09	2007-05-30
PO_PR06_007	6,000	2007-05-09	2007-05-15
PO_PR04_008	1,500	2007-05-16	2007-05-20
PO_PR06_009	7,000	2007-05-16	2007-05-24
PO_PR03_010	5,000	2007-05-16	2007-05-22
PO_PR01_011	2,500	2007-05-22	2007-05-25
PO_PR02_012	2,000	2007-05-22	2007-05-28
PO_PR03_013	3,000	2007-05-22	2007-05-25
PO_PR04_014	2,000	2007-05-22	2007-05-31
PO_PR02_015	1,500	2007-05-22	2007-05-29

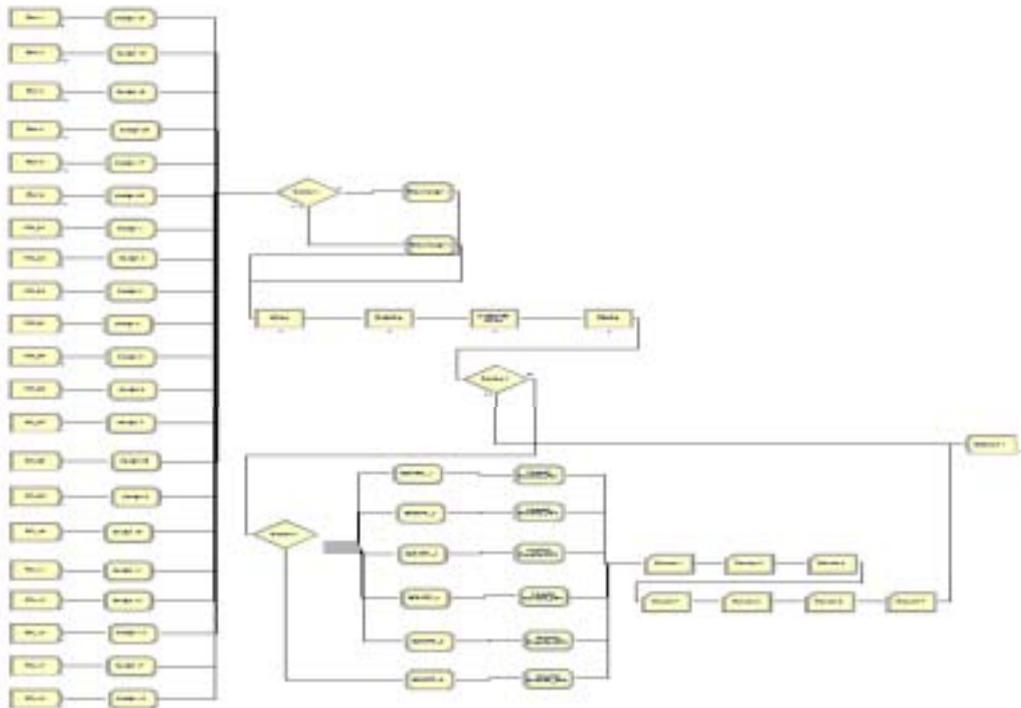
<표 5> 원자재 구매량 및 재고량

재고자원	기초 보유량 (kg)	Backlog에 의한 재고 (kg)	단가 (원/kg)
ADDITIVE	1,214	318	108,553
CATALYST	146	17	15,000
MONOMER	105	13	329,983
PAC	5,686	2,090	89,341
RESIN	25,611	9,717	1,326,606
SOLVENT	302,461	76,630	431,930
SURFACTANT	150	72	2,554

원자재 기초 보유량은 계획생산 수량을 MRP를 통해서 계산한 수량과 제품 주문수량의 소요량을 계산하여 결정한다. 대상업체의 원자재 재고의 잔량은 납기 미준수된 수량에 대해서 대상 업체에서 떠안고 있는 재고이다.

본 시뮬레이션에서는 재고량을 도출하여 현 시스템을 분석하게 된다.

본 시뮬레이션의 모델은 <그림 4>와 같다.



<그림 4> ARENA 시뮬레이션 모델

시뮬레이션 실행기간은 1개월 간 10회를 실시하였으며, 위와 같은 조건의 모델을 시뮬레이션 한 결과는 <표 6>과 같이 나타난다.

<표 6> 현 시스템과 시뮬레이션 결과 비교

	현 시스템	시뮬레이션 결과
ADDITIVE	318	316
CATALYST	17	17
MONOMER	13	12
PHOTO ACTIVE COMPOUND	2,090	2,085
RESIN	9,717	9,716
SOLVENT	76,630	76,623
SURFACTANT	72	70
총 금액	약 46,215 백만원	약 46,210 백만원

<표 6>의 결과를 토대로 제시한 시뮬레이션 모델은 현 시스템을 잘 반영하고 있다고 할 수 있다.

앞서 기술한 내용과 같이 대상 업체가 겪고 있는 문제점들을 개선하기 위해서 Dispatching Rule 중 적용 가능한 최소 납기일(EDD), 최소 공정시간(SPT), 최대 공정시간(LPT) 등의 대안을 제시하고, Group Technology의 개념을 이용하여 생산량, 총 생산시간, 투입 원자재의 유사성을 고려한 Routing 모듈화, 그리고 마지막으로 접수일과 납기일 등을 기준으로 한 Scheduling 기법들을 대안으로 제시하였다.

대안 A-1. 생산 일정 수립 시 EDD(Earliest Due Date)의 Dispatching Rule을 따른다.

대안 A-2. 생산 일정 수립 시 SPT(Shortest Process Time)의 Dispatching Rule을 따른다.

대안 A-3. 생산 일정 수립 시 LPT(Longest Process Time)의 Dispatching Rule을 따른다.

대안 B-1. 계획생산 / 주문생산 별로 나누어 설비를 모듈화하고 전용 Routing을 설계 및 적용한다.

대안 B-2. 제품별 총 공정 시간 기준으로 설비를 모듈화하고 전용 Routing을 설계 및 적용한다.

대안 B-3. 투입 원자재의 유사성을 기준으로 설비를 모듈화하고 전용 Routing을 설계 및 적용한다.

대안 C-1. 접수일 기준으로 생산_Foreward Scheduling

대안 C-2. Due Date 기준으로 생산_Backward Scheduling

대안 C-3. 접수일과 Due date의 중간 시점에서 생산_Middle Scheduling 위에서 제시된 대안들의 조합을 토대로 시뮬레이션을 실행하였다.

<표 7> 대안인자별 수준

인 자	1수준	2수준	3수준
A	EDD	SPT	LPT
B	주문/계획	공정시간	자재 유사성
C	Foreward	Backward	Middle

<표 8> 직교배열표의 구성 및 실험조합

실험 번호	A	B	C	반복 특성치				평균	S/N비
				1	2	...	10		
1	1	1	1	y_{0101}	y_{0102}	...	y_{0110}	$\overline{y_1}$	SN_1
2	1	1	2	y_{0201}	y_{0202}	...	y_{0210}	$\overline{y_2}$	SN_2
3	1	1	3	y_{0301}	y_{0302}	...	y_{0310}	$\overline{y_3}$	SN_3
4	1	2	1						
5	1	2	2						
6	1	2	3						
7	1	3	1						
8	1	3	2						
9	1	3	3						
10	2	1	1						
11	2	1	2	:	:	:	:	:	:
12	2	1	3	:	:	:	:	:	:
13	2	2	1	:	:	:	:	:	:
14	2	2	2	:	:	:	:	:	:
15	2	2	3						
16	2	3	1						
17	2	3	2						
18	2	3	3						
19	3	1	1						
20	3	1	2						
21	3	1	3						
22	3	2	1						
23	3	2	2						
24	3	2	3						
25	3	3	1	y_{2501}	y_{2502}	...	y_{2510}	$\overline{y_{25}}$	SN_{25}
26	3	3	2	y_{2601}	y_{2602}	...	y_{2610}	$\overline{y_{26}}$	SN_{26}
27	3	3	3	y_{2701}	y_{2702}	...	y_{2710}	$\overline{y_{27}}$	SN_{27}

위 실험 조합을 토대로 현 시스템의 결과와 대안 조합의 조건으로 시뮬레이션한 결과를 정리하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 현 시스템과 대안의 시뮬레이션 결과 비교

No.	대안			반복 특성치										평균	SN비
	A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	현 시스템			52,461	41,523	39,960	45,429	50,117	46,992	47,773	48,554	39,960	49,335	46,210	-93.33
1	1	1	1	37,632	25,033	30,112	27,486	31,021	25,012	33,454	39,396	22,505	33,528	30,518	-89.82
2	1	1	2	36,580	35,745	35,745	35,745	34,035	36,580	36,600	35,706	33,180	35,725	35,564	-91.02
3	1	1	3	38,927	35,694	32,444	38,165	38,146	30,440	37,531	37,238	27,245	28,026	34,386	-90.79
4	1	2	1	41,159	28,355	35,318	29,082	36,098	30,026	42,133	52,555	33,507	35,316	36,355	-91.37
5	1	2	2	35,858	27,592	26,919	36,051	37,006	29,565	37,613	33,178	28,591	24,413	31,679	-90.10
6	1	2	3	38,006	27,755	30,400	35,077	31,553	29,703	37,998	30,208	28,729	27,893	31,732	-90.09
7	1	3	1	53,875	41,963	42,744	41,182	49,775	41,182	52,120	52,120	34,096	46,651	45,571	-93.25
8	1	3	2	46,022	44,271	41,927	45,834	41,927	43,490	49,740	39,583	44,271	41,927	43,899	-92.87
9	1	3	3	47,396	44,271	41,146	45,834	43,490	42,708	49,740	41,927	45,834	41,927	44,427	-92.97
10	2	1	1	33,580	25,739	24,323	30,579	27,456	24,729	26,830	34,063	21,808	30,606	27,971	-89.02
11	2	1	2	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	36,600	-91.27
12	2	1	3	36,600	29,638	28,847	34,279	36,600	29,638	36,600	41,044	28,847	36,600	33,869	-90.66
13	2	2	1	31,228	30,626	27,886	39,114	43,960	32,064	32,064	67,174	27,886	29,557	36,156	-91.58
14	2	2	2	45,511	40,953	34,484	32,980	48,962	32,112	60,582	52,411	25,020	29,203	40,222	-92.39
15	2	2	3	52,978	30,433	27,933	35,086	44,679	32,112	44,675	51,528	29,605	27,098	37,613	-91.77
16	2	3	1	71,952	64,502	68,536	65,283	66,846	63,720	70,207	68,536	66,846	69,445	67,587	-96.60
17	2	3	2	63,701	62,122	63,701	66,079	59,778	65,281	68,584	70,401	62,122	65,281	64,705	-96.23
18	2	3	3	67,786	62,139	62,920	66,079	59,014	66,079	66,079	73,891	63,685	62,122	64,979	-96.27
19	3	1	1	37,923	24,612	27,414	42,783	30,518	24,730	37,152	42,118	28,388	35,140	33,078	-90.56
20	3	1	2	35,978	35,802	34,206	37,574	35,004	34,206	35,802	35,978	35,004	35,802	35,535	-91.02
21	3	1	3	35,180	35,802	34,206	36,776	35,004	35,004	34,206	35,978	33,408	35,802	35,136	-90.92
22	3	2	1	76,890	35,505	77,726	67,461	53,713	35,505	80,233	78,096	47,765	77,726	63,062	-96.31
23	3	2	2	62,114	38,909	67,270	70,734	38,717	32,618	69,835	73,197	34,566	69,024	55,699	-95.27
24	3	2	3	50,077	68,189	69,044	68,189	38,674	32,618	70,734	71,526	36,395	69,879	57,533	-95.50
25	3	3	1	48,521	39,182	44,196	43,360	45,031	37,511	45,940	49,302	34,030	46,776	43,385	-92.80
26	3	3	2	47,745	44,285	36,415	50,125	47,810	39,198	46,725	45,194	38,362	41,640	43,750	-92.86
27	3	3	3	43,385	46,901	41,391	46,168	45,992	39,198	47,745	44,174	32,513	41,713	42,918	-92.70

위의 <표 9>에서 주어진 시뮬레이션 결과를 보면 실험번호 10번의 대안 조합의 재고 비용이 가장 적다는 결과를 보여주며, 각 대안별 S/N비를 계산하여 실험번호 10번의 대안 조합이 최적의 수준이라고 판단할 수 있다. 이를 정리하면 현행 시스템에서 Dispatching rule은 FCFS에서 EDD로, 설비 모듈화 없이 진행되던 생산을 계획 생산 품목과 주문 생산 품목을 나누어 설비 모듈화를 실시하여 생산 진행, 스케줄링은 Forward Scheduling으로 변경하여 진행할 경우 재고 총 비용은 약 46,210 백만원에서 27,971백만원으로 약 18.239 백만원의 재고 비용 절감을 기대할 수 있다.

<표 10> 생산 조건 표준화

제어 인자	현재 조건	최적 조건
Dispatching Rule	FCFS	EDD
설비 모듈화	無	계획/주문 생산 모듈화
Scheduling	Foreward	Foreward

3. 결 론

본 연구에서는 효율적 납기 관리와 재고 절감이 생산의 경쟁력 확보 우위임을 가정하여 Dispatching Rule과 Group Technology, Scheduling 기법 등을 이용한 대안을 도출하였고 이러한 대안의 조합을 시뮬레이션 하고 그 결과를 토대로 다구치 기법을 적용하여 최적의 대안 조합을 찾아냈다. 그 결과 최적 조합인 실험방법 10 번을 적용하여 현행 시스템과 비교해본 결과 경우 재고 비용이 46,210 백만원에서 27,971 백만원으로 18,239 백만원이 절감됨을 기대할 수 있었다.

하지만 본 연구에서 제시한 대안들이 모든 전자재료 제조업체에 있어서 최적의 대안은 아니다. 따라서 향후 연구 과제로 혼합 또는 가중치가 반영된 Dispatching Rule 등을 대안으로 하여 시뮬레이션이 이루어져야 될 것이며, 좀 더 많은 업체를 대상으로 더욱 많은 대안이 도출 되어야 할 것이다. 또한 많은 사례들을 통해서 최적의 대안을 찾아내어야 할 것이다. 본 연구에서 제시한 다구치 기법을 이용하여 대안의 조합을 설계하고 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 모의실험을 해본다면 업체가 떠안아야 하는 비용 및 시간적인 측면에서의 부담이 크게 줄어들게 될 것이라 기대되고, 또한 보다 손쉽고 빠른 방법으로 많은 최적 대안을 찾아 낼 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구에서는 재고비용 절감이라는 단일 목적으로 시뮬레이션 모델을 제시하였지만, 추후 대 고객 서비스와 관련된 납기 등의 다중 목적으로 시뮬레이션이 이루어져야 할 것이며, 다중 목적 중 어떤 목적에 가중치를 두고 대안을 선택할 것인가에 대한 연구 모델 또한 개발되어야 할 과제이다.

4. 참 고 문 헌

- [1] 김기영, "다품종 주문 생산공정의 Scheduling 과 Sequencing 기법", 한국산업은행, 경영지도시리즈 53, pp.82-105, 1977
- [2] 김상배, "고가·고수요 단일 제품에 대한 적정 재고 수준의 결정에 관한 연구", 한양대 산업대학원, 석사 학위논문, 2000
- [3] 김영호, "Module 생산시스템의 생산계획", 서울대학교 산업공학과, 석사학위논문, 1987
- [4] 김재수, "전자부품 제조업에서의 적정재고를 고려한 생산계획 최적화 모듈 구현", 금오공과대 산업대학원, 석사 학위논문, 2004
- [5] 김형팔, "다품종 소량 생산 시스템에서의 일정계획과 납기결정", 조선대 산업대학원, 석사 학위논문, 1991
- [6] 문동열, "다품종 2단계 Flow Shop을 위한 Scheduling Silmulator의 개발", 전남대 대학원, 석사 학위논문, 1993
- [7] 박선규, "21세기의 자동차와 모듈혁명", 보성각, 2002
- [8] 박재현, "공정활동 개선을 위한 QFD 수행기법의 개발", 명지대학교 산업공학과, 박사학위논문, 2000
- [9] 本田哲三 外, "다품종 생산 공장에 있어서의 Scheduling System", 화학공업조사회, 화학장치 20, pp.42-49, 1994
- [10] 소원섭, 정재학, "유전 알고리즘을 이용한 고분자제품의 생산일정 관리 프로그램 개발", 한국화학공학회, 화학공학. 제44권 제2호 통권 235호, pp.149-159, 2006
- [11] 송관배, "가중혼합 할당규칙에 의한 모듈 생산시스템 스케줄링", 명지대학교 산업공학과, 박사학위논문, 2003
- [12] 안상열, 강창승, "GT / MRP 결합에 의한 비용함수분석", 삼척산업대학원, 논문집 27, pp.239-255, 1994
- [13] 양태일, "제품의 모듈결정 및 모듈화 평가에 대한 체계화", 부산대학교 산업공학과 박사학위 논문, 2002
- [14] 이근철, "Scheduling methods for a hybrid flowshop with dynamic order arrival", 대한산업공학회, 대한산업공학회지. 제32권 제4호, pp.373-381, 2006
- [15] 이재동, "실시간 시스템(Real-Time Systems)에서의 스케줄링(Scheduling)에 대한 연구", 경남대학교부설신소재연구소, 경남대학교부설신소재연구소논문집 4, pp.233-246, 1994
- [16] 이현용, "GT 기법의 도입 및 적용", 한국기계연구원, 1993
- [17] 이희만, 박선원, "정유공장의 원유하역 및 재고 관리를 위한 단기 일정 계획", 한국화학공학회, 화학공업과학기술 15,2, pp.109-117, 1997
- [18] 日本機械工業振興協會, "Group Technology 도입을 위한 Guide Book", 東京
- [19] 일본자동차부품공업회, "모듈화발전과 자동차부품산업의 과제", 1999
- [20] 정봉주, 이윤준, 심승배, "반도체 웨이퍼 제조공정에서의 스케줄링 규칙들의 성능 분석", 한국 시뮬레이션학회 논문지 제8권 제3호, 1999.9
- [21] 정용식, "Scheduling to Minimize the Expected Makespan and the Expected Total Flowtime in Stochastic Flow Shop", 관동대학교, 관대논문집 : 23, pp.277-287, 1995