

## 반도체 Intra-Bay 물류시스템에서의 차량 배차

구평희<sup>1\*</sup> · 서정대<sup>2</sup> · 장재진<sup>3</sup>

<sup>1</sup>부경대학교 산업공학과/ <sup>2</sup>경원대학교 산업공학과/ <sup>3</sup>위스컨신대학교 산업생산공학과

### A New Vehicle Dispatching in Semiconductor Intra-Bay Material Handling System

Pyung-Hoi Koo<sup>1</sup> · Jungdae Suh<sup>2</sup> · Jaejin Jang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Engineering, Pukyong National University, Busan, 608-739

<sup>2</sup>Department of Industrial Engineering, Kyungwon University, Kyunggi, 461-701

<sup>3</sup>Department Industrial and Manufacturing Engineering, University of Wisconsin at Milwaukee, WI 53201, USA.

This paper addresses an AGV dispatching problem in semiconductor clean-room bays where AGVs move cassettes of wafers between machines or machines and a central buffer. Since each machine in a bay has a local buffer of limited capacity, material flow should be controlled in a careful way to maintain high system performance. It is regarded that two most important performance measures in a semiconductor bay are throughput rate and lead-time. The throughput rate is determined by a bottleneck resource and the lead-time depends on smooth material flow in the system. This paper presents an AGV dispatching procedure based on the concept of theory of constraints (TOC), by which dispatching decisions are made to utilize the bottleneck resource at the maximum level and to smooth the flow of material. The new dispatching procedure is compared with existing dispatching rules through simulation experiments.

**Keywords:** AGV dispatching, theory of constraints, semiconductor manufacturing, material handling

#### 1. 서론

반도체 생산라인은 일정 수준 이상의 청정도가 유지되어야 하고 높은 생산성을 달성하기 위하여 제품의 운반 및 운반 시스템이 고도로 자동화되어 있다. 현재 반도체 공장은 여러 개의 bay를 묶어놓은 배치 형태가 일반적이다. 또한 bay 내의 개별 설비가 차지하는 면적을 줄이기 위해서 제품 카세트가 대기하는 버퍼의 크기는 제한적이다. 버퍼가 작으면 설비는 starvation (기아현상)과 blocking(막힘현상)이 발생할 가능성이 커진다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 각 bay는 중앙 버퍼(stocker)를 갖추고 있다. Stocker는 bay로 출입하는 제품의 임시 보관 장소로도 사용된다.

본 논문은 무인운반차(AGV)를 운반장비로 이용하는 반도체

생산라인에서 AGV 배차에 대한 문제를 다룬다. AGV 배차란 운반될 제품과 이를 운반할 AGV를 상호 할당하는 기능을 말한다. 생산라인 내에서의 제품의 흐름은 차량 배차에 의해 결정된다. 일반적으로 AGV 배차문제에서의 배차 의사 결정은 두 가지 상황에서 발생한다(Egbelu and Tanchoco, 1984). (1) 제품이 설비에서 가공 완료된 후에 어떤 AGV에 의해 운반될 것인가에 대한 결정인 제품주도배차(WID; Work Initiated Dispatching)와, (2) 한 AGV가 작업을 완료한 후 운반 대기하고 있는 제품 중 어떤 제품을 운반할 것인가에 대한 결정인 차량주도배차(VID; Vehicle Initiated Dispatching)가 있다. 그러나, 반도체 생산라인에서처럼 버퍼의 크기가 제한적인 경우에는 배차의사결정이 버퍼에 의해서도 발생한다(BID; Buffer Initiated Dispatching). 즉 입력 버퍼가 차 있는 경우에는 이곳으로 오는 제품이

본 논문은 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-042-D00136).

\*연락처 : 구평희, 608-739 부산시 남구 용당동 산 100 부경대학교 산업공학과, Fax : 051-620-1546,

E-mail : [phkoo@pknu.ac.kr](mailto:phkoo@pknu.ac.kr)

있고 운반차량이 가용하더라도 제품을 운반할 수 없고, 일정한 시간이 경과한 후 버퍼에 새로운 공간이 생겨야지만 운반될 수 있다. Egbelu and Tanchoco(1984)가 지적하였듯이 일반적으로 WID는 운반시스템의 수행도에 미치는 영향이 미미하다. 따라서 본 논문에서는 VID 경우의 차량 배차 절차를 제시한다. WID 배차정책으로서 일반적으로 널리 사용되는 근거리 차량 배차정책을 사용하고, BID 상황에서는 운반될 제품을 먼저 결정된 후 AGV를 선택하는 2단계 방법을 따른다. 수행도지표(performance measure)를 무엇으로 하는가에 대한 결정은 중요한 문제이다. 생산시스템에서 AGV는 전체 시스템을 구성하는 하나의 요소이므로 AGV 시스템은 전체 시스템의 수행도를 증대시키는 방향으로 운영되어야 한다. 반도체 라인에서의 중요한 생산성 지표로는 생산량과 제품이 시스템에 도착해서 생산 완료되기까지의 시간을 나타내는 리드타임(lead time)을 들 수 있다. 생산량은 막대한 투자비용이 소요되는 반도체 라인의 생산능력을 최대한 활용한다는 점에서 중요하고, 리드타임의 단축은 고객의 요구에 빠르게 대응해 줄 수 있고 재공품 재고를 줄여 비용을 절감시킴으로써, 결국 기업 경쟁력을 향상시킬 수 있다는 점에서 중요하다. 리드타임은 평균 시간뿐만 아니라 산포도 또한 중요하다. 예를 들어 어떤 제품의 리드타임 평균이 10일이지만 산포가 커서 리드타임이 20일이 넘는 제품이 많다면 고객이 느끼는 리드타임은 20일 이상일 것이다.

본 논문에서는 한 시스템의 능력은 제약자원에 의해서 결정되고 이를 최대한 활용하는 것이 시스템 전체의 수행도를 늘린다는 제약이론(TOC; Theory of Constraints) 개념을 활용하여 배차문제를 다룬다. 시스템을 최대한 활용하기 위해서는 제약 자원과 비제약 자원을 구별하여 관리하는 것이 필요하다. 예를 들어 설비의 이용률을 고려해 볼 때, 비제약 공정에서의 설비가동률 향상은 전체 시스템의 생산량에 영향을 주지 못할 뿐만 아니라, 오히려 재공품 재고만 많이 쌓는 결과를 초래하고 이는 곧 리드타임의 증대로 이어진다. 따라서 수행도지표는 국부적인 효율이 아니고 시스템 레벨의 효과이어야 한다. TOC는 1980년대에 Goldratt and Cox(1984)에 의해 제안된 이래 초기에는 주로 생산관리 분야에만 국한되어 적용되어 오고 있으나 최근에는 여러 분야에서 적용되고 있다(Blackstone, 2001). 문제를 해결하기 위하여 TOC를 적용하는 절차는, (1) 우선 시스템의 능력을 제약하는 제약자원을 찾아낸 후, (2) 이 제약자원을 최대한 활용하고, (3) 모든 다른 자원들의 활동을 제약자원에 종속시키는 것이다. 본 논문에서는 제약자원을 최대한 활용하여 최소의 리드타임으로 계획한 생산량을 만족시키는 AGV 배차 절차를 개발한다.

## 2. 기존의 배차 연구

AGV 배차는 dynamic한 상황에서 차량과 제품과의 할당 문제이므로 휴리스틱에 의한 접근법이 대부분이다. 기존의 여러

연구에서 공차이동시간을 최소화하기 위한 방법들이 사용되었다. Egbelu and Tanchoco (1984)는 유휴 차량에서 가장 가까이 있는 제품을 선택하여 운반하는 shortest-travel-time/distance (STT/D) 정책을 제시하였다. Bartholdi and Platzman (1989)는 폐쇄 단일 Loop 형태의 시스템에서 차량이 계속 Loop를 순회하면서 먼저 마주치는 운반요구를 운반하는 first-encountered-first-served (FEFS) 정책을 제시하였다. Hodgson *et al.*(1987)는 AGV 시스템을 semi-Markov decision process로 모델링하고 차량과 가까운 제품과 운반요구가 있는 장소로 운반되는 제품에 더 많은 가중치를 주어 총 공차운행시간이 최소화되도록 하는 RULE 정책을 제시하였다. 이러한 공차이동시간을 의사결정 요소로 사용하는 경우는 대부분 버퍼의 능력을 고려하지 않고 있다.

버퍼 공간을 고려한 배차정책으로, Egbelu and Tanchoco(1984)는 job shop 형태의 제조 시스템에서 설비의 output 버퍼를 의사결정의 중심으로 삼는 Modified-First-Come-First-Served(MFCFS) 정책과 Minimum-Remaining-Outgoing-Queue-Space(MROQS) 정책을 제시하고, 시뮬레이션을 통하여 우수한 수행도를 나타냄을 보였다. MFCFS 정책에서는, 각 설비의 output 버퍼에 제일 먼저 도착한 하나의 운반요구만으로 pool을 구성하고 그 중에서 가장 먼저 운반 요구한 제품을 운반하는 정책이다. MROQS는 설비의 output 버퍼가 가지고 있는 여유 공간에 의해 결정되는 우선순위지수에 의해 결정되는 정책으로, output 버퍼가 모두 제품으로 점유되어 설비가 blocking되는 것을 방지하고자 하는 전략이다. Taghaboni(1989)는 MROQS를 수정하여 Most-Critical-Output-Queue-With-Look-Ahead(MCQL) 정책을 제시하였다. 이는 보유한 총 output 공간과 남아 있는 공간의 비율로 정의되는 지수와 제품의 총 공정수와 완료된 공정수의 비율로 정의되는 지수를 계산하여 설비 blocking과 WIP를 최소로 하기 위한 2단계로 배차결정을 수행하는 방법이다.

Egbelu (1987)는 input 버퍼와 output 버퍼를 동시에 고려하여 제품의 목적지인 설비의 input 버퍼에서 가공을 기다리는 제품의 수가 일정한 레벨 이하로 내려가 starvation 가능성이 있거나, output 버퍼가 모두 제품으로 점유되어 blocking 가능성이 있는 제품을 우선적으로 운반하는 demand-Driven(DEMD) 정책을 제시하고 시뮬레이션을 통하여 DEDM이 생산량이나 makespan에서 MFCFS와 MROQS 등 보다 우수한 결과를 얻을 수 있음을 보여주었다. Han and McGinnis (1989)는 설비 blocking까지의 시간, 설비 starvation까지의 시간, 병목설비와 해당 설비의 부하 비율, 공차운행시간 등으로 이루어진 우선권지수를 계산하여 차량을 배차하는 Most-Significant-Move (MSM) 정책을 제시하였다. 시뮬레이션을 통하여 MSN이 MFCFS보다 10%의 생산량이 증가함을 보였다. Sabuncuoglu and Hommertzhaim (1992)는 제한적인 버퍼와 중앙 버퍼를 갖는 FMS에서 Dynamic Dispatching Algorithm(DDA) 절차를 제시하였다. Kim *et al.*(1999)은 각 제품의 출발지와 목적지의 부하 비율과 starvation, blocking 및 공차시간을 고려하여 제품을 선택하는 Balanced-Work-Load(BWL) 정책을 제시하였다. 이들은 또한 중앙 버퍼가 있는 상황에서

의 배차도 함께 제시하였다. Jang *et al.* (2001)은 반도체 생산 bay에서 미래의 상태를 고려하여 제품의 경로를 결정하는 방법을 제시하였다.

차량 배차 결정을 위하여 경매의 원리를 이용한 연구도 보고되고 있다. Bozer and Yen(1996)은 운반 요구가 있을 때 모든 AGV에 대하여 응답시간(response time : 운반을 요청하고 나서 차량이 운반을 시작 할 때까지의 시간)을 기초로 bid(경매응찰 가격)를 계산하고 이중 최저가격으로 응찰한 AGV에 작업을 할당하는 Bidding-Based Dynamic Dispatching ( $B^2D^2$ ) 정책을 제시하였다. Hwang and Kim(1999)은 운행거리, input 버퍼, output 버퍼 등을 고려한 bid 값을 작성하여 배차하는 방법을 제시하였다. Lim *et al.*(2003)은 차량의 총 운행시간과 대응시간을 최소화 하기 위하여 시스템 미래상태를 고려하여 다수의 운반 요구와 다수의 차량을 동시에 할당하는 Bidding 기반의 배차정책을 제시하였다.

### 3. 대상 반도체 제조 시스템

일반적으로 반도체 생산라인은 bay 형태로 구성된다. <그림 1>은 본 논문에서 다루는 반도체 bay를 보여주고 있다. 대상 bay는 다수의 설비, 한 대 이상의 AGV, 중앙 버퍼 역할을 하는 stocker로 구성된다. 각 설비는 서로 다른 공정을 수행하며, 각각 input 버퍼와 output 버퍼가 있다. 제품은 여러 종류가 있고, 각 제품은 bay 내의 여러 설비를 거쳐 생산되며 그 경로는 서로 다를 수 있다.

Stocker는 제품이 bay에 들어오고 bay에서 나갈 때 거치는 장소로 이용되고, 설비의 input 버퍼가 부족한 경우 임시로 제품을 저장하는 데에도 사용된다. 일반적으로 중앙 버퍼와 설비 버퍼의 크기는 클수록 제품의 흐름이 원활하나, 반도체 공장은 설치 및 유지비가 막대하므로 최소 크기의 버퍼를 둔다. AGV는 양방향 유도 경로를 통하여 제품을 운반한다. 기타, 본 논문에서 다루는 반도체 공장은 아래와 같은 특징이 있다.

- (1) 한 설비는 동시에 한 개의 제품만 가공한다. 여기서 하나의 제품은 한 로트의 wafer를 담은 카세트를 의미한다. 하나의 bay에서 주어진 공정을 담당할 수 있는 설비는 하나이다.
- (2) 하루 동안에 생산될 제품의 양은 미리 알려져 있으나 제품이 bay에 도착하는 것은 확률적이다.
- (3) Bay내에는 가장 부하율이 높은 하나의 제약자원(bottleneck machine)이 존재한다.
- (4) 모든 설비에는 제한된 공간의 입력 버퍼와 출력 버퍼가 있다. 가공 동안에 제품(카세트)은 버퍼 공간을 차지하고 있지 않다.
- (5) AGV는 한번에 하나의 카세트를 운반한다. AGV나 설비 고장 등의 돌발적인 상황은 발생하지 않는다.

### 4. TOC 기반의 AGV 배차: BMF

본 논문에서는 차량 배차 의사 결정시에 제약이론의 개념을 이용하여, 우선 제약공정을 먼저 고려하여, starvation이나 blocking에 의한 제약공정의 중단 가능성을 미리 파악하여, 중단 가능성이 있으면 제약공정과 관련된 제품을 우선적으로 운반하고, 그렇지 않으면 기존에 사용되는 일반적인 차량 배차 정책을 따르는 방안을 제시한다. BMF(Bottleneck Machine First)라고 명명된 이 AGV 배차정책의 전체적인 의사결정 흐름은 <그림 2>와 같다.

#### 4.1 제약을 찾는다(Identify the System's Constraint)

하루의 생산량을 생산계획에 의하여 알고 있는 상황에서 각 설비의 부하는 생산해야 할 제품에 대한 표준시간과 생산량을 곱하여 얻은 생산소요시간에 하루 설비 가동시간을 나누어 부하율을 얻는다. 이 부하율 중에서 가장 큰 설비가 대상 시스템의 제약자원(Bottleneck Machine; BM)이 된다.

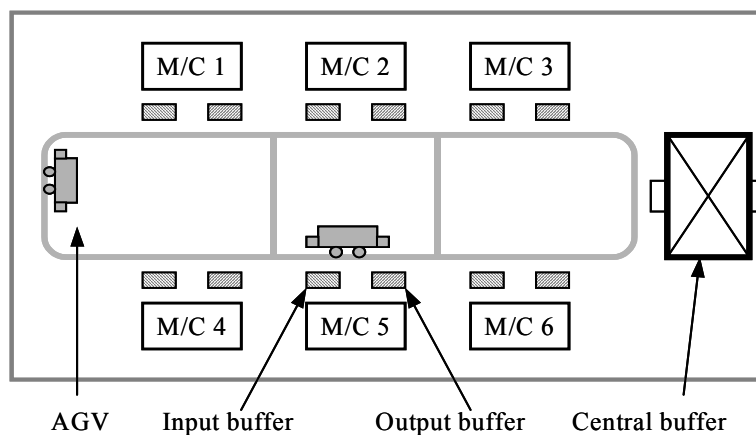


그림 1. 반도체 clean bay 구성.

4.2 제약을 최대한 활용한다(Exploit the Constraint)

제약자원이 규명되면, 제약자원이 starvation과 blocking에 의해 중단되지 않도록 AGV 배차 결정을 수행한다. 제약자원이 아닌 비제약자원에서도 starvation과 blocking에 의해 중단이 발생할 수 있으나 비제약자원에서 발생하는 중단은 재공품 재고나 TOC에서의 버퍼 관리에 의해 그 영향이 되기 때문에 전체 시스템의 performance에 상대적으로 영향이 적다(TOC의 이론에 의하면 제약자원이 아닌 설비는 작업물량이 적기 때문에 starvation에 의한 중단은 자연스러운 것이며 이때의 중단은 특별한 경우를 제외하고는 관리를 필요로 하지 않는다).

제약자원을 최대한 활용하기 위하여 다음에 설명하는 TOC 개념을 이용한 AGV 배차 절차를 적용한다. 사용되는 기호는 아래와 같다.

- TS : BM의 예상 starvation 시간
- TB : BM의 예상 blocking 시간
- PS : starvation threshold
- PB : blocking threshold
- A : 운반 요구한 제품 중에서 다음 목적지가 BM인 제품의 집합
- B : BM의 output 버퍼에 있는 제품의 집합
- a\* : A 중에서 가장 빨리 BM으로 운반 가능한 제품
- b\* : B 중에서 가장 먼저 운반 요구한 제품

Step 1. TS, TB, PS, PB 계산

$$TS = R + \sum_{i \in IN} t_i$$

$$TB = \begin{cases} R + \sum_{i \in Q_E} t_i, & \text{if } IN + X > E \\ M, & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서,

- E = BM의 output 버퍼에 비어 있는 공간
- IN= BM의 input 버퍼에 있는 제품 수
- Q<sub>E</sub>= BM input 버퍼에 있는 처음 E개의 제품 집합
- R = BM에서 가공중인 제품의 가공 잔여 시간
- t<sub>i</sub> = 제품 i가 BM에서 가공되는 시간
- X = 1 if BM is busy, 0 otherwise
- M = 임의의 큰 수

PS(PB)는 작업을 위해 준비가 된 AGV가 다음 작업으로 A(B)에 속해 있는 제품을 운반하지 않고 다른 제품을 운반한 후에 A(B) 제품을 운반하는 경우에 제품이 BM에서 준비되는(운반되는) 시간을 나타낸다.

$$PS = 4t_{max} + 2(L+U), \text{ AGV가 최장거리만 이동하는 경우}$$

$$= 4t_{ave} + 2(L+U), \text{ AGV가 평균거리를 이동하는 경우}$$

$$PB = 3t_{max} + 2L+U, \text{ AGV가 최장거리만 이동하는 경우}$$

$$= 3t_{ave} + 2L+U, \text{ AGV가 평균거리를 이동하는 경우}$$

여기서 t<sub>i</sub>는 제품의 운반 시간이며, L은 제품을 AGV에 적재하는 시간, U는 AGV로부터 버퍼에 하역하는 시간이고, t<sub>max</sub>와 t<sub>ave</sub>는 bay 내에 있는 두 지점 간 차량 이동 시간의 최대치와 평균치이다.

Step 2. 운반될 Job을 선택한다.

Case 1 : TS < PS 이고 TB ≥ PB인 경우

BM에서 starvation이 발생할 가능성이 있는 경우이다. 가장 빨리 BM에 도착할 수 있는 제품 a\*를 선택하여 운반한다.

Case 2 : TB < PB 이고 TS ≥ PS 인 경우

BM에서 blocking이 발생할 가능성이 있는 경우이다. BM의 output 버퍼에 있는 제품 b\*를 선택하여 운반한다.

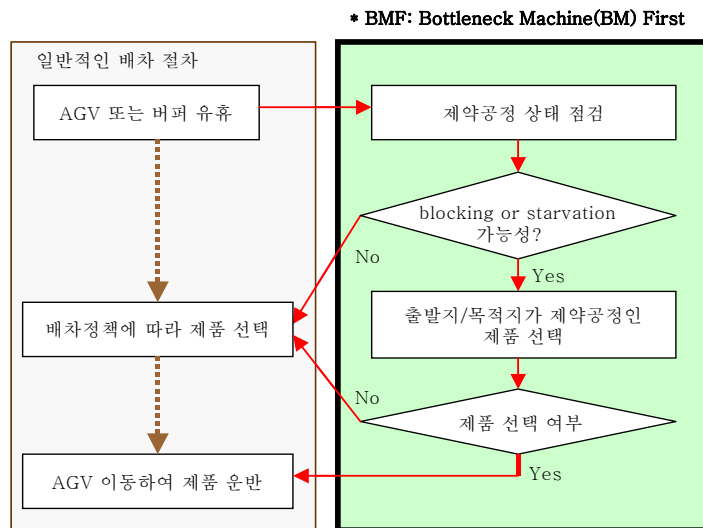


그림 2. TOC 기반의 AGV 배차 절차.

Case 3 :  $TS < PS$  이고  $TB < PB$  인 경우

BM에서 starvation과 blocking이 모두 발생할 수 있는 경우이다.  $a^*$ 를 운반한 후  $b^*$ 를 운반한다.

Case 4 :  $TS \geq PS$  이고  $TB \geq PB$  인 경우

이 경우는 starvation과 blocking이 발생하지 않는 경우이다. 이때는 대상 차량에서 가장 가까이에서 대기하고 있는 부품을 선택하는 기존의 AGV 배차 방법을 이용하여 운반한다.

## 5. 시뮬레이션 실험

본 논문에서는 대상 반도체 시스템으로 Jang *et al.* (2001)의 양방향 AGV 시스템을 가진 bay를 사용한다(<그림 1> 참조). 해당 bay는 설비 여섯 대와 하나의 stocker로 구성되어 있고, 각 설비는 input, output 버퍼를 가지고 있다. 두 대의 AGV가 양방향 유도경로를 따라 25장을 담은 카세트를 운반한다. 두 지점 간의 운반 시간은 최소 0.1분에서 최대 0.35분이다. 제품은 다섯 종류가 있고, 각 제품의 생산경로는 모두 다르다. 설비 1에서 설비 6까지의 장비에서의 가공시간은 각각 5.0, 4.6, 3.6, 3.4, 6.2, 7.0분이다. 제품은 일반적으로 반도체 공장의 상황과 같이 시스템의 최대 생산능력과 같거나 약간 적게 도착하고, 도착은 감마분포를 따른다.

본 논문에서 제시한 TOC 개념을 활용한 AGV 배차의 수행도를 평가하기 위하여 상기의 시스템을 가지고 기존의 잘 알려진 아래의 방법들과 시뮬레이션에 의해 비교 분석하였다. 시뮬레이션은 Visual SLAM과 Visual Basic에 의해 작성되어 Pentium 4 PC에서 매 경우마다 5번 반복 실험하였다. 시스템의 평가척도로는 생산량과 리드타임을 선정하였다.

BMF (this paper)

MFCFS (first-come-first-served: Egbelu and Tanchoco, 1984)

STT (shortest travel time: Egbelu and Tanchoco, 1984)

BWL (balanced-work-load: Kim *et al.*, 1999)

BID (bidding based dispatching: Hwang and Kim, 1999)

MROQS(minimum remaining-outgoing-queue: Egbelu and Tanchoco, 1984)

<그림 3>은 AGV 부하가 변경함에 따른 생산량을 나타내고, <그림 4>, <그림 5>는 각각 AGV 부하가 변경함에 따른 리드타임의 평균과 표준편차의 변화를 나타낸다. AGV의 부하율은 AGV의 운반량이 일정한 상태에서는 차량속도와 제품을 AGV에 적재하고 AGV에서 버퍼로 하역하는 시간을 조정하여 변경시켰다. <그림 3>에서 AGV의 부하율이 큰 경우는 STT와 BMF를 적용하는 경우에 생산량이 많음을 볼 수 있다. 리드타임의 평균에 있어서는 BMF가 가장 적고 그 다음으로 BID와 STT가 좋은 결과를 보이고 있다. BMF는 리드타임의 표준 편차에 있어서도 좋은 결과를 보이고 있다. 편차가 크면 그만큼(후

공정을 포함한) 고객으로 하여금 납기에 대한 신뢰를 얻을 수 없다는 것을 의미한다. AGV의 부하가 감소하면 어떠한 AGV 배차를 사용하더라도 생산량과 리드타임에서 비슷한 결과를 가져다 주고 있음을 볼 수 있다. 이는 AGV의 부하율이 적으면 어떠한 배차정책을 사용하더라도 AGV 부족으로 인한 blocking과 starvation의 가능성이 적어져서 시스템의 수행도에 AGV가 미치는 영향이 적기 때문으로 분석된다.

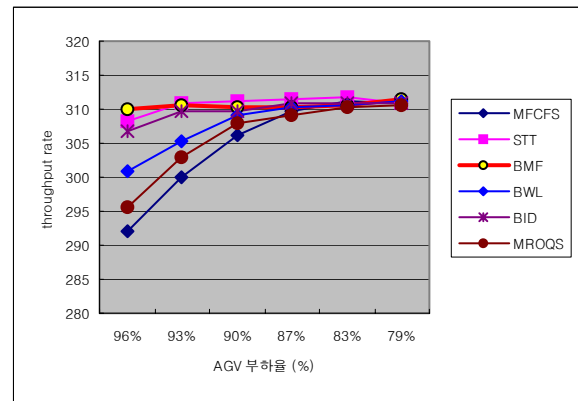


그림 3. AGV 부하 변경에 따른 생산량 비교.

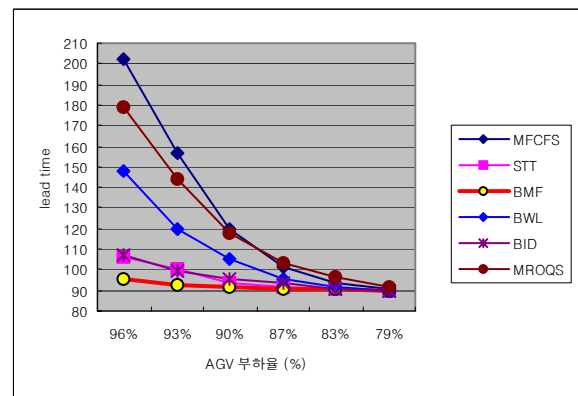


그림 4. AGV 속도 변경에 따른 리드타임 비교.

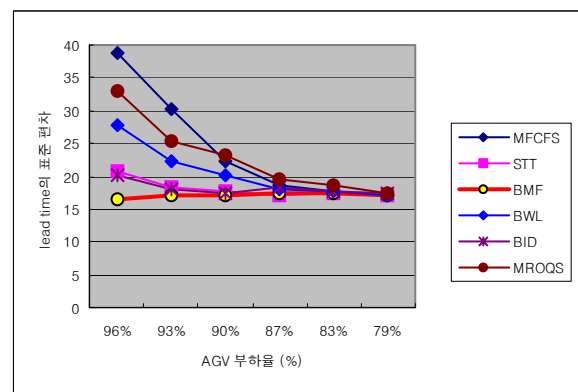


그림 5. AGV 부하 변경에 따른 리드타임 표준편차.

<그림 6>은 제약공정의 부하율 변경에 따라 리드타임이 변화하는 모습을 보여준다. 그림에서 BMF는 부하율이 높은 경우 특히 좋은 결과를 준다. 일반적으로 반도체 생산공정에서는 설비투자 규모가 크고 따라서 설비를 최대한 활용하기 위하여 시스템의 제약공정의 부하율이 100% 가까이 되도록 한다. 이러한 경우에 특히 BMF가 활용될 수 있다.

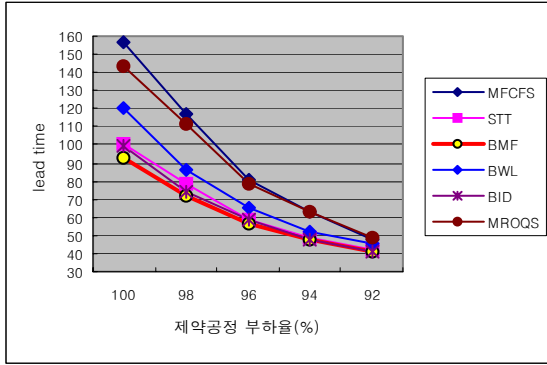


그림 6. 제약공정 부하율 변경에 리드타임 비교.

<그림 7>은 설비의 지역 버퍼 공간의 변화에 따른 배차정책의 결과이다. 버퍼 공간이 작은 경우에 각 배차 정책의 결과가 차이가 많이 나고 특히 전체적으로 버퍼 공간이 커질수록 리드타임이 많이 감소함을 볼 수 있다. 어떤 경우에서건 BMF는 다른 배차정책에 비해 경쟁력이 있음을 보여준다.

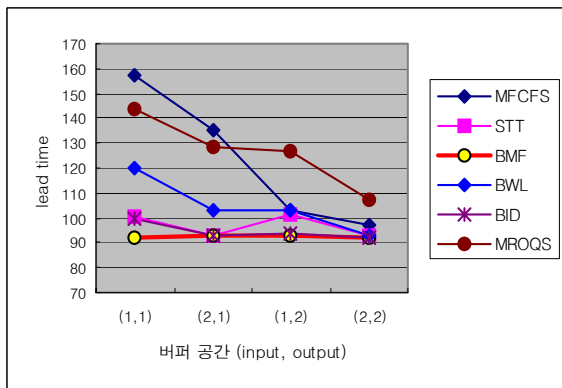


그림 7. 버퍼 공간 변경에 따른 리드타임 비교.

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 제한적인 버퍼를 갖는 반도체 생산 bay에서 TOC 개념을 이용하여 차량을 배차하는 방안(BMF)을 제시하였

다. 반도체 공장에서의 수행도 평가는 생산량과 리드타임이 중요하고, 이러한 지수는 제약공정에 의해 많은 영향을 받는다. 제시된 AGV 배차절차는 우선 제약공정이 중단 없이 가동 되도록 제약공정을 중심으로 의사결정이 이루어진다. 시뮬레이션에 의하여 기존의 다른 방법과 비교한 결과, 제시된 BMF는 AGV 부하가 높은 경우, 시스템 부하가 높은 경우, 그리고 설비의 버퍼가 작은 경우에 특히 좋은 결과를 주고 있다. 또한 생산량 보다는 리드타임에서 상대적으로 좋은 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 제시한 배차 절차는 다른 물류 장비인 OHT에도 적용 가능하며 또한 반도체 공장에서 뿐만 아니라 FMS나 자동화된 job shop 형태에서도 본 논문에서 제시한 차량 배차절차가 이용될 수 있다.

참고문헌

Bartholdi, J. J. and Platzman, L. K. (1989). Decentralized Control of AGVs on a Simple Loop, *IIE Transactions*, 21(1), 76-81.

Blackstone, J.H. Jr. (2001), Theory of constraints-a status report, *International Journal of Production Research*, 39(6), 1053-1080.

Bozer, Y.A and Yen, C.K. (1996). Intelligent dispatching rules for trip-based material handling systems, *Journal of Manufacturing Systems*, 15(4), 226-239.

Egbelu, P. J. and Tanchoco, J. M. A. (1984). Characterization of AGV Dispatching Rules, *International Journal of Production Research*, 22(3), 359-374.

Goldratte, E.M. and Cox, J. (1984), *The Goal*, North River Press, New York, USA.

Han, M. H. and McGinnis, L. F. (1989). Control of Material Handling Transporter in Automated Manufacturing, *IIE Transaction*, 21(2), 184-190.

Hwang, H. and Kim, S.H. (1998). Development of dispatching rules for automated guided vehicle systems, *Journal of Manufacturing Systems*, 17(2), 137-143.

Jang, J., Suh, J., and Ferreira, P. (2001). An AGV routing policy reflecting the current and future state of semiconductor and LCD production lines, *International Journal of Production Research*, 39(17), 3901 - 3921.

Kim, C.W., Tanchoco, J.M.A., and Koo, P.H. (1999). AGV dispatching based on workload balancing, *International Journal of Production Research*, 37(17), 4053-4066.

Lim, J.K., Kim, K.H., Yoshimoto, K., Lee, J.H. and Takahashi, T. (2003). A dispatching method for automated guided vehicles by using a bidding concept, *OR Spectrum*, 25(1), 25-4.

Suh, J., Jang, J. and Koo, P.H. (2003), Development of an AGV controller in semiconductor and LCD production systems, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineering*, 29(1), 1-13.

Sabuncuoglu, I. and Hommertzheim, D.L (1992). Dynamic dispatching algorithm for scheduling machines and AGVs in a FMS, *International Journal of Production Research*, 30(5), 1059-1079.

Taghaboni, F. (1989). *Scheduling and Control of Manufacturing Systems with Critical Material Handling*, Ph.D. Thesis, West Lafayette, Indiana, USA