

반도체 Diffusion Area 에서의 Conveyor Capability Simulation

박일석* · 한영신** · 이철기***

Conveyor Capability Simulation for Semiconductor Diffusion Area

Yil-Seug Park, Young-Shin Han and Chil-Gee Lee

요 약

92~3년 A 라인에서 처음으로 Bay 내에 Conveyor (Intra) 사용한 Stocker to Equipment 에서 Material (Lot) Moving을 위한 Project를 실시하였으나 예상과는 달리 Conveyor Capability가 부족하여 장비에서 Rundown 현상이 발생하였다. 정상적인 Simulation없이 Design한 Conveyor System은 막대한 금전투자, 인력투자, 설치Testing 철거 등으로 인한 라인 작업방해 등 막대한 손실을 남기는 실패를 가져왔다. 본 연구에서는 이미 장비가 Setup되어 Running중에 있는 반도체 라인 환경 또는 신규로 새로운 라인을 Design할 때 사람을 대신하여 Bay 내에서 Lot을 Stocker에서 장비 또는 장비에서 장비로 이동을 Conveyor를 사용할 경우 적정 Conveyor Capability를 산정 하는데 그 목적이 있다.

1. 서론

현대 산업에서 반도체의 탄생은 산업의 쌀로 비유될만큼 혁신적인 발명이었다. 1940년대 고 열과 짧은 수명의 진공관을 혁신적으로 대체하고 디지털문명이란 말을 만들어간 선두주자가 된 것이었다. 이렇게 탄생하게된 반도체는 초기의 트랜지스터를 응용하여 간단한 전자제품이나 계산기의 회로에 이용되다가 이제는 복잡한 논리구조를 갖게되는 연산처리장치인 CPU (Central Process Unit)에까지 이르게 되었다. 국내 반도체산업 현황은 전자, 정보통신, 자동차, 기계, 항공우주 등 차세대 제품에 대한 기술적 파급효과가 큰 첨단기술 분야이다. 반도체 산업은 1965년 외국업체들의 조립생산으로 시작, 1983년 메모리 일관사업 진출 이후 급속한 발전을 이룩하여, 현재는 미·일에 이어 세계 3

위의 반도체 공급국으로 성장하였다. 이렇게 급변하는 환경 속에서 반도체와 같이 제품의 Life Cycle이 짧은 장치산업은 설비효율(Utilization)의 증대, 재공 (WIP, Work In Process)의 감소, 생산 유연성(Flexibility) 확보 등을 통한 가격 경쟁력 확보가 매우 중요하다. 이에 국내 반도체 업체들은 생산 자동화 시스템의 지속적인 개발 및 보안을 통한 최고 품질, 최저 원가 및 적시 출하 달성을 목표로 하고 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 반도체 FAB라인 공정을 간단하게 서술했고 3장은 Diffusion Area시스템에 대해 설명하고 4장에서는 제안된 모델을 정의하고 5장은 Conveyor Capability를 시뮬레이션하였고 6장은 실험결과를 나타냈으며 7장에서는 결론을 제시하였다.

* 성균관대학교 정보통신공학부

2. 반도체 FAB라인 공정

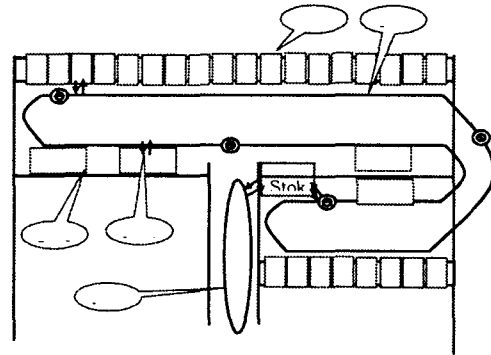
- Diffusion : 확산로 속에서 반도체 소자 (Wafer)에 높은 온도를 가하여 불순물 B (붕소)나 P(인)을 확산 시키는 것을 말하며 반도체 특성을 결정하기 위한 것임
- Etch : Dry Etch는 건식 식각, 용액성 화학물질을 사용치 않고 활성화 된 Gas (Plasma)를 이용하는 식각방법이고 Wet Etch는 습식 식각, 용액성 화학물질을 사용하는 식각
- Photo (Lithography): 감광액을 사용 회로를 형상화 하는 공정
- Photo Resist (P.R) : 사진 식각 공정을 위하여 사용되는 점액성 액체를 말하며 빛이 닿는 유무에 따라 상태가 변함.
- ThinFilm : Thick Film과 달리 진공증착 등의 방법으로 기판위에 얇은 두께의 박판 (두께 약 5 micron 이하)을 형성하는 것으로, 저항콘덴서 등의 소자나 혼성 직접회로를 형성하기 위한 것.
- Implantation : 반도체 소자가 원하는 전기적 특성을 가지도록 반도체 기판 위에 필요한 부분에만 고전압으로 가속된 이온을 물리적으로 주입하는 것

3. Diffusion Area Description

- Furnace : 장비 Maker는 일본 TEL과 KOKUSAI가 시장의 95% 이상을 점유하고 있고 보통 100대 이상의 Furnace로 하나에 Fab이 구성된다.
- PreCleaner : Wet Etch 장비로서 일본 DNS 사 제품이 일반적으로 사용되며 용도에 따라 부르는 이름이 약간씩 다르다. Furnace 전 Cleaning 목적으로 사용 시는 PreCleaner라한다.보통 1 Bay 당 2대 정도로 Furnace Configuration with Conveyor 작업량에 따라 필요 수량이 결

정된다.

- Stocker : 타 Area에서 Diffusion 작업을 위해 Inter Conveyor에 의해 반송 된 Lot 이 Waiting 한다.
- Conveyor : Intra Conveyor이라 불리우고 Diffusion Area의 Stocker에서 장비로 또는 장비에서 다른 장비로 Lot을 이동하는 목적으로 순서대로 Vehicle위에 Lot이 태워서 이동시킨다.



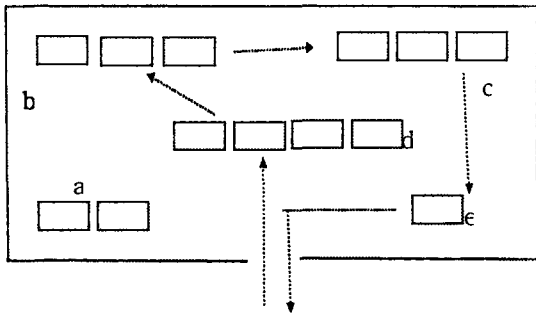
<그림1> Configuration with Conveyor

<표 1> Equipment Type 과 공정관계

Equipment Type	공정	장비 수	Processing Time	Processing
Type				
Furnace	OX	8	6 Hr	Discrete-Event
	WDR	16	12 Hr	
	HTO	8	3 Hr	
	ALLOY	16	5 Hr	
	POLY	12	6 Hr	
WetEtcher	POCL	8	5 Hr	
	PreCleaner	4	1 Hr	Contineous-Event

4. Proposed Job Shop Model

동일한 Job을 할 수 있는 장비가 2개 이상 한 Group에 다수 개 존재하고 Group(Station)이 다수 개 존재 하는 Environment에서 User의 목적에 따라 최대 Output을 만들기 위한 Simulation을 Job Shop Model Simulation 이라 한다.



<그림2> Job Shop Model Layout

*Equipment Group : Station a, station b, station c, station d, station e

<표2> Job Type별 Processing Path 예)

Job Type	Process Path
Type 1	in -> d -> b -> c -> e -> out
Type 2	in -> d -> a -> e -> out
Type 3	in -> b -> a -> c -> e -> out

<표3> Job Type별 Mean Service Type 예)

Job Type	Mean Service Time for Successive Tasks, Hours
Type 1	8.0 -> 3.0 -> 5.0 -> 6.0
Type 2	8.0 -> 4.0 -> 6.0
Type 3	3.0 -> 4.0 -> 5.0 -> 6.0

5. Conveyor Capability Simulation

본 연구에서는 개발환경으로 Window 98 or NT환경이며 사용 Tool은 Automod로 시뮬레이션하였다.

5.1 시뮬레이션 Assumption

① Job 의 종류

Simulation 영역에서 Conveyor를 사용 Source Site에서 Destination Site로 이동하는 Path에 따는 분류로서 3 가지 형태의 Job이 있다. Stoker to Equipment, Equipment to Equipment, Equipment to Stoker

② Group of Equipment

장비 Group에 따르면 2가지로 구분되나 Processing Type에 따라서 PreClean 후 Furnace를 하고 Processing Time이 8시간인 A Group 과 Furnace 공정만 진행하는 B Group Cleaning 공정을 진행하는 C Group으로 분류할 수 있다.

③ Conveyor Capability

Source Site에서 Destination Site까지 Transfer 능력을 말하는 것으로서 Mono Conveyor 환경이고 FIFO가 적용된다. 즉 뒤에 있는 Material이 앞에 있는 Material을 추월 할 수 없고, 이동 시 Loading or Unloading 작업이 있으면 작업이 완료되어 이동할 때까지 Waiting 해야 한다. 이때 발생하는 Interruption은 거리에 Dependent한 Normal Distribution에 따르고 이것은 Conveyor의 Velocity로 표현된다.

④ H/W Status

Equipment, Conveyor, Stocker, Loading/Unloading Supplier등 Material을 Transfer하기 위한 H/W는 Down이 없는 항상 Available하다고 가정한다.

⑤ Stoker Capability

Conveyor Capability를 Targeting 하고 있으므로 Stoker에는 항상 새로운 Batch를 구성할 수 있는 Lot들이 Processing 을 Waiting 하고 있다.

⑥ Vehicle 은 고려 안한다.

실제 구성에서는 Lot이 Vehicle위에 올려져서 Conveyor가 Vehicle을 Transfer 하는 방식으로 일정수량 (10개)의 Vehicle이 Conveyor에 새로운 Lot을 이동하기 위하여 순서대로 이동하고 있다.

즉 새로운 Lot을 이동하기 위해서는 비어 있는 Vehicle을 먼저 Catch해야 하는데 여기서는 Vehicle은 사용하지 않고 Material (Lot)을 직접 Conveyor가 이동하는 것으로 한다.

⑦ Conveyor 속도 변화는 없다.

Conveyor 는 직선 부분과 곡선부분으로 구성 되고, Vehicle이 Stop 상태에서 Starting 할 때 가속이 발생하고, 곡선 부분에서는 감속 되는

현상이 있으나 대량의 Transference를 고려할 경우 무시될 수 있다.

⑧ Batch Size

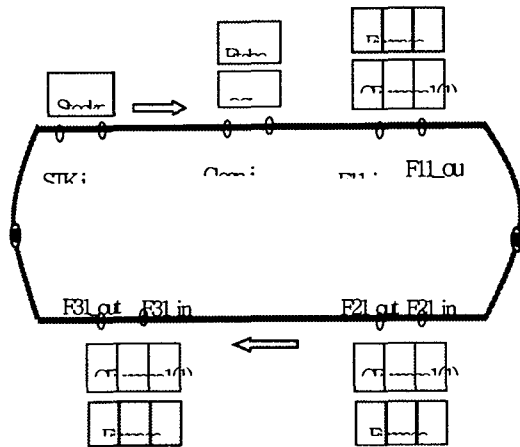
실제 Batch Size는 Furnace 경우는 공정에 따라 4~6 lot으로 구성되고 Pre Cleaner 경우는 2 Lot으로 구성 된다.

⑨ Reserve Batch Start

실제 Batch Size 작업의 경우는 Furnace에 Next Batch를 Stocker할 수 있고 Loading, Unloading Time을 Save하고 Preclean 작업이 있을 경우 등을 고려 진행중인 작업이 완료되기전 새로운 Batch를 Assignment 하고 Conveyor를 사용 첫번째 장비로 이동하게 된다.

⑩ Pre Cleaner Processing

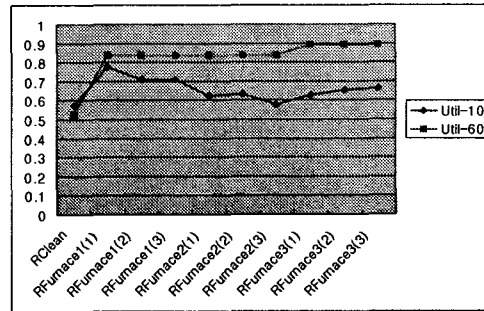
연속 Processing 을 하는 장비로서 처음 Bath 에 작업 시간동안의 Waiting Time이 발생하는 장비로서 이 시간을 15분으로 한다.



<그림3> Job Shop Model 시뮬레이션 레이아웃

6. 실험결과

Conveyor 속도에 따른 Equipment Utilization 이 100%에 접근함을 알 수 있다. 속도를 계속 올려도 100%까지 되지 못하는 Configuration 및 전체적 Modeling 영향 때문이다.



<그림4> Equipment Utilization 비교

7. 결론

92~3년 A 라인에서 처음으로 Bay 내에 Conveyor (Intra) 사용한 Stocker to Equipment 에서 Material (Lot) Moving을 위한 Project를 실시하였으나 예상과는 달리 Conveyor Capability가 부족하여 장비에서 Rundown 현상이 발생하였다. 정상적인 Simulation없이 Design한 Conveyor System은 막대한 금전투자, 인력투자, 설치Testing 철거 등으로 인한 라인 작업방해 등 막대한 손실을 남기는 실패를 가져왔다. 본 연구에서는 이미 장비가 Setup되어 Running중에 있는 반도체 라인 환경 또는 신규로 새로운 라인을 Design할 때 사람을 대신하여 Bay 내에서 Lot을 Stocker에서 장비 또는 장비에서 장비로 이동을 Conveyer를 사용할 경우 적정 Conveyor Capability를 산정 하는데 그 목적이 있다. 이것은 비단 반도체 공정뿐 아니라 기타 제조업에서도 적용되리라 예상된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2000-00250) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- 1) 김치락, "한국 반도체 산업의 현황과 전망",
반도체 산업, 4권,1호,pp. 25-57, 1995
- 2) "반도체란 무엇인가?",삼성전자(주)
- 3) L.F. Atherton, W. Atherton, "Wafer
Fabrication: Factory Performance And
Analysis", Kluwer Academic Publishers, 1995
- 4) Stephen A. Campbell, "The Science and
Engineering of Microelectronic Fabrication",
Oxford, 1996
- 5) Pierrer, Robot F., "Semiconductor Device
Fundamentals", Addison Wesley
- 6) Law, Averill M., Kelton, W. David,
Simulation modeling & Analysis,
McGraw-Hill, 1991