

반도체 라인의 효율적 계측을 위한 자동 계측 샘플링 방식에 관한 연구

논문

58-12-33

Efficient Auto Measure Sampling Method for Semiconductor Line

김 태 엽[†] · 신 동 석^{*} · 이 지 형^{**}

(Tae Yeob Kim · Dong Seok Sun · Jee Hyung Lee)

Abstract - Semiconductor processes need measurement to confirm where there are problems in quality after progresses manufacturing process. This paper suggests equipment and automatic measure sampling method that control monitoring ratio according to change point occurrence availability of process that is not measure method by the existent simple ratio rate. This paper defines measure section as ailment section, metastable section and stability section by change point standard and create statistical model of each section and developed suitable measure rate model by section. As a result, we have accomplished maximum throughput and minimum sampling number that needs to maintain constant level of quality. Proposed method minimizes load of measure process by brings production quality sophistication and decrease of process badness and lowers measure rate in stable section making perception about problem occurrence quick heightening measure rate at change point occurrence.

Key Words : Sampling, Auto Measure, Tool/Process Change Point, Capability, OverLoad, Statistical Model

1. 서 론

반도체 공정은 생산 공정을 진행하고 이에 대한 품질의 이상 여부를 확인하기 위해 계측을 진행하도록 되어 있다. 왜냐하면 엔지니어가 최적의 산출 조건을 설정하기 위해 공정 및 설비의 다양한 조건을 변경하거나, 포토레지스트(PR:Photo Resist)를 포함한 생산에 필요한 화학물 등의 자재 변경하거나, 정기 설비 점검(PM: Preventive Maintenance) 및 준비대기를 위한 설비 운용정지가 발생할 때 이로 인한 오류 및 불량 발생하여 웨이퍼 수율(Yield)에 영향을 미칠 수 있기 때문이다[1]

이를 방지하기 위해 계측 데이터 분석을 수행하여 이를 감지하기 위한 계측공정을 진행하고 있다. 일반적으로 모든 룯(Lot)에 대해서 계측을 하지 않고 일부 룯(Lot)만 샘플링하여 계측을 하는데 모든 룯을 계측 하면 이상감지 확률은 높아지는 반면 계측 설비의 과부하에 따라 생산이 지체 될 수가 있고 이를 개선하기 위해서는 설비 투자를 늘려야 하기 때문이다. 따라서 생산성과 계측률은 반비례하기 때문에 이상감지 효율을 높이면서 생산성도 높이기 위한 최적의 계측률을 구하는 것이 필요하다[2].

이러한 계측 공정의 샘플링 방법을 결정하기 위해서는 긴급히 처리할 룯(Hot Lot, 긴급 룯), 변경점 후 경과시간, 변경점 후 진행 룯의 개수, 변경점 등급, 후속 설비 재공상태

등 다양한 의사결정 변수를 고려하여야 한다. 하지만 기존에는 이러한 변수를 고려하지 않고 공정 엔지니어의 경험치에 의해서 단순한 샘플링 비율에 의한 기준정보로 관리가 되어 왔다. 예를 들어, 룯번호 끝자리를 이용하여 계측할 룯을 지정하는 등 계측할 룯을 단순 주기적 방식으로 지정할 수 있는데, 이 경우 변경점 발생과 무관하게 계측이 진행되어 변경점으로 인한 이상에 대해 검증이 되지 않아 품질 문제가 발생할 수 있다.

기존에 제안된 반도체 공정의 계측 샘플링 기법은 위와 같은 단순 주기적 방식을 기반으로 하여, 이전 계측 정보를 바탕으로 샘플링 주기를 동적으로 조정하는 연구가 많이 이루어 졌다.

기존 방식은 계측률을 낮추기 위해 통계적 데이터를 기반으로 최적의 계측률을 계산하여 계측률을 자동 설정 할 수 있는 장점을 가졌으나 변경점에 대한 고려가 없고 계측 설비의 과부하에 대해 대처하지 못하는 문제가 있다 [3][4][5][6][7].

본 논문은 반도체 라인의 품질 및 생산성 극대화를 위한 새로운 샘플링 방법을 제안하고 이를 시스템에 구현하는 방안을 제시하였다.

2. 계측 샘플링에 대한 요구 사항 분석

본 장에서는 자동 계측 샘플링 방법의 개발에 앞서 반도체 라인의 실제 샘플링에 대해 분석함으로써 현재 방식의 문제점을 파악하고 이를 바탕으로 개선 목표 및 기능상 요구사항을 도출한다.

2.1 샘플링 주기 방법에 대한 표준화 요구

앞서 기술하였듯이 반도체 생산 라인은 정해진 제품을 대

[†] 교신저자, 정회원 : 삼성전자 책임연구원
E-mail : taeyoeb.kim@samsung.com

^{*} 정 회원 : 삼성전자 책임연구원

^{**} 정 회원 : 성균관대학교 정보통신공학부

접수일자 : 2009년 11월 4일

최종완료 : 2009년 11월 25일

량으로 가능한 짧은 생산 시간 안에 높은 수율의 웨이퍼를 생산하는데 목적을 두고 있다[3]. 이는 제품의 교환 주기가 짧은 반도체 분야에서는 매우 중요한 요소이다. 하지만 생산 라인은 다수의 공정 경로 변경, 설비의 PM, 원부자재 교체 작업, 설비의 진행조건 변경, 불규칙적인 엔지니어링 작업과 같은 변경점이 발생 하고 있다[2]. 그러나, 엔지니어의 판단에 의지한 계측 공정 샘플링 작업을 진행하고 있었으며 이로 인한 공정 지연 및 작업 사고가 종종 발생하였다. 따라서 이러한 변경점을 고려하고 설비 생산능력과 진행해야 하는 룯의 물량을 고려한 시스템 기반 계측 샘플링을 적절히 하는 기능이 투자비용 절감, 룯(Lot)의 생산성 향상 그리고 조기 문제 발생 감지를 위해 요구된다[3]. 계측 샘플링 주기의 표준화란 사람의 개입 없이 오직 데이터 분석을 통한 시스템에 의해 샘플링주기를 결정함을 의미한다.

2.2 변경점 이후 모니터링 강화 요구

변경점과 관계없이 항상 동일한 계측률을 반영한다면 불필요한 계측으로 인해 생산성이 떨어지게 되고, 반대로 필요한 계측을 하지 않아 품질을 떨어뜨리게 하는 결과를 초래하게 된다[6]. 즉, 변경점이 없는 구간에서는 계측을 덜 함으로써 생산성을 향상시키고 변경점이 발생한 구간부터 안정화 구간으로 접어 들 때까지의 계측률을 강화 함으로서 사고 발생에 대한 모니터링을 강화 하는 기능이 필요하다[7]. 현재의 계측률 산정은 엔지니어의 판단에 의해 일정한 비율을 반영하는 방식으로 되어 있다. 예를 들어 계측 공정 별로 계측 비율을 단순히 30%로 선정하게 되면 10개 중에 3개를 계측한다는 의미가 된다. 이는 변경점의 발생과 관계없이 일정하게 10개 중에서 3개를 계측하게 된다. 이러한 계측률을 변경하기 위해서는 엔지니어가 직접 수정을 해야 하는데, 이러한 과정 중에서 여러 가지 이유로 적절한 변경 및 관리가 이루어지지 않아 여러 가지 문제가 발생할 수 있다. 따라서 변경점 발생에 대해 사람의 작업 없이 시스템에 의해 자동적으로 변경점을 파악하여 이에 적합하도록 계측률을 유동적으로 계산해 주는 시스템이 필요하다.

2.3 계측 설비의 생산 능력 및 후속 공정 재공에 따른 계측 샘플링 요구

한 개의 룯의 첫 공정을 지나 생산 라인의 끝 공정까지 이르는 시간을 TAT(Turn Around Time)라고 하는데, 일반적으로 반도체 공정 주기는 대략 TAT 30일로 잡는다. 만약, 중간 공정에서 변경점이 자주 발생하게 되어 후반에 있는 공정에는 진행할 룯이 없어 가동이 되고 있지 않다면 이는 설비의 효율성을 떨어뜨리게 되는 문제를 발생시킬 수 있을 뿐만 아니라 중간 공정에서 정체가 되어 반드시 일정 시간 안에 공정을 처리해야 하는 Lot들에게는 심각한 문제를 발생시킬 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 계측 룯의 물량과 설비의 생산 능력을 고려해서 계측률을 조절해 주는 로직이 필요하다. 또한 후속 공정의 재공상태를 파악하여 후속 설비가 Run Down(진행할 룯이 없어 설비가 일을 하지 못하는 경우, R/D)이 발생하지 않도록 계측률을 조절해 주어야 한다. 이때, 반드시 고려되어야 할 점은 아무리 진행

할 룯이 많고 설비의 생산 능력(Capacity)이 부족하다고 해도 반드시 계측을 해야 하는 필수 계측인 경우에는 반드시 계측을 진행하도록 해야 한다는 것이다.

3. 자동 계측 샘플링 방안

본 장에서는 앞장의 계측 샘플링 요구사항을 반영한 반도체 계측공정의 효율적 샘플링을 위한 자동 계측 샘플링 방안에 대해서 기술한다.

3.1 변경점 이후 모니터링 강화

본 연구에서는 변경점에 따른 모니터링 강화를 위해 계측 구간을 그림 1과 같이 변경점을 기준으로 불안정 구간(통계 데이터를 기반으로 변경점 발생 직후 이로 인해 사고가 많이 발생하는 구간), 준안정 구간(통계 데이터를 기반으로 변경점 발생 이후 사고 발생 확률이 다소 높아 최소 필요한 룯을 계측하는 구간), 그리고 안정구간(통계 데이터를 기반으로 변경점 이후 문제가 거의 발생하지 않는 구간)으로 정의하고 각 구간별 계측률을 정의하였다.

일반적으로 변경점이 발생하면, 생산을 위한 여러 설정들이 바뀌게 된다. 따라서, 그러한 설정으로 설비가 운용된다 하더라도 시작 후 일정 시간 동안은 정상적인 생산효율이 나지 않지 않는 현상한다. 따라서 본 연구에서는 변경점 이후 일정구간을 불안정구간으로 정의한다.

이를 도식적으로 표현하면 그림 1과 같다.

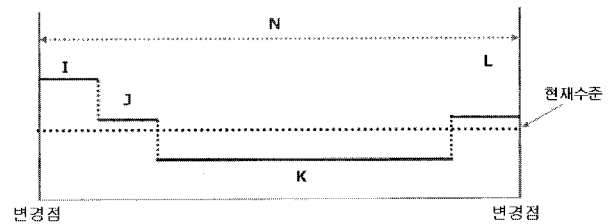


그림 1 변경점 구간별 계측 모델
Fig. 1 Measure Model by Change Point

그림 1에서 각 구간별 구간구분은 다음과 같다.

- 불안정 구간 → I
- 준안정 구간 → J
- 안정 구간 → K
- 변경점 발생전 준안정 구간 → L

변경점 발생후인 I구간에서는 일정 수의 룯을 반드시 계측을 하도록 설정하고 준안정 구간과 안정구간에서는 J, L, K구간에 할당 된 계측수에 의해 주기적으로 룯을 계측하도록 설정하였다. 예를 들어 J에 할당된 계측수가 3인 경우 3 룯당 1개의 Lot을 계측 하도록 한다. 일반적으로 K에 할당된 계측수가 가장 크고 J, L구간에 할당된 계측수는 K보다 작은 값으로 설정된다. I, J, L, K구간의 계측수는 3.2의 통계적 모델에 의해서 자동으로 결정된다.

3.2 통계적 모델링을 통한 계측률 결정

그림 2는 장비의 특성을 고려한 각 구간별 계측률을 결정하기 위한 통계적 계측률 결정 순서도이다.

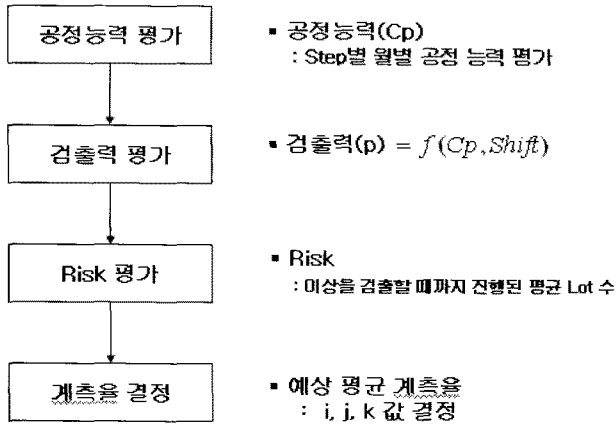


그림 2 통계적 계측률 결정 순서도
Fig. 2 Decision Flowchart of Statistical Measure Rule

먼저 설비의 공정능력(Cp)을 공정별로 평가하고 공정능력과 중심치의 변동에 의해 검출력(p)을 평가하여 현재의 데이터에서 이상을 검출할 때까지 진행된 평균 룯의 수를 기반으로 위험도(Risk)를 평가한다. 공정 능력이란 설비에서 한번에 처리할 수 있는 능력을 말하며 검출력은 문제 발생 시 발견할 수 있는 확률을 의미한다.

공정능력, 검출력, 그리고 위험도를 기준으로 변경점 발생 시 계측을 해야 하는 해당구간에서의 예상 평균 계측값인 I, J, K를 계산하게 된다.

설비의 공정능력(Cp)은 그림 3과 같이 2가지로 구분이 가능하다. 첫째는 검출확률이 높은 설비인데 이는 계측 데이터의 값이 기준에서 조금만 벗어나도 검출력이 높은 설비가 있고, 반대로 검출 확률이 낮은 설비는 계측 데이터의 값이 기준에 맞지 않더라도 문제점을 찾기 어려운 설비가 있다. 이런 경우 검출력이 높은 설비에 대해서는 그렇지 않은 설비에 비해 계측을 줄여도 이상감지 검출이 가능하다고 판단할 수 있다. 그림 3에서 보면 목표치가 중심치에서 벗어나는 정도가 커면 클수록 이에 대한 문제점을 발견할 수 있는 검출 확률도 커지는 것을 알 수 있다. (그림 3의 검은색 부분이 검출 확률을 나타낸다.)

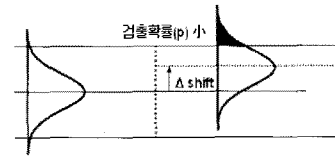
본 연구에서는 검출력 및 위험도를 이용한 I, J, K의 값을 구하는 함수를 식(1)과 같이 제안한다.

$$(I, J, K) = f(P, Risk, S, N) \quad (1)$$

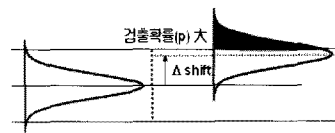
- N: 평균 변경점 구간내 룯수
- M: 불안정 구간 + 준안정 구간내 룯수
- P: 검출력, Cp와 Shift를 이용하여 계산 된 값

식(1)의 함수 f는 한달 동안 라인에서 진행된 룯수와 변경점 발생 회수를 기반으로 안정 구간과 준안정 구간을 구분하고 어느 구간에서 사고가 발생했는지에 대한 통계적 데이터를 기반으로 I, J, 그리고 K값을 결정한다.

● 공정능력이 나쁜 설비(or Chamber) - (a)



● 공정능력이 좋은 설비(or Chamber) - (b)



설비	Shift	검출력
(a)	5%	2.8%
	10%	20.1%
	15%	59.7%
(b)	5%	8.4%
	10%	59.7%
	15%	96.9%

그림 3 변경점에서 중심치 변화와 검출 확률
Fig. 3 Central value and Detection probability

최종적으로 변경점 발생시 설비의 적정 위험도를 만족하는 I, J, K 값이 미리 계산되어 있는 테이블에서 최소 예상 평균 계측률(S)를 만족하는 조합을 선택한다.

표 1은 계산된 I, J, K값을 가지고 준안정 구간의 룯수(M), 변경점 사이의 총 룯수(N)을 대입했을 때의 예상 평균 계측률을 계산한 것이다. 여기에서 위험도 13.4는 100개의 룯중 20개만을 준안정 구간의 룯으로 선정했을 때 문제 발생 여부를 감지하지 못할 확률이 13.4가 된다는 것이고 이때 예상되는 계측률은 16.0%가 되어 실제 계측하는 룯은 16개가 된다는 것을 의미한다.

표 1 예상 평균 계측률

Table 1 Expectation average measure rate

I	J	K	Probability (P)	Risk	M	N	예상 평균 계측률(S)
5	2	25	0.08	13.4	20	100	16.0%
4	5	8	0.20	13.5	20	100	17.0%
5	10	16	0.20	13.5	20	100	12.0%
1	20	20	0.59	13.6	20	100	13.2%
.....

3.3 계측 Capacity 및 후속 재공 과부족을 고려한 계측 샘플링

계측은 반드시 진행을 해야 하는 필수 계측과 그렇지 않은 정상 계측으로 구분한다. 필수 계측이란 공정이 불안정 구간에 있어서 반드시 진행한 룯을 계측해야 하는 경우를 의미하고 정상 계측이란 공정이 안정구간에 있어서 정상적인 계측 샘플링 단계를 의미한다. 안정구간 내에서도 주기 지연이 50% 이상인 경우와 지연시간이 설정 시간 이상인 경우도 필수 계측을 한다. 그림 4 안정 구간에서 주기지연 및 시간지연으로 인한 필수 계측을 도식화한 것이다.

그림 4에서 검은 동그라미는 계측을 진행한 룯을 표시하고 회색 동그라미는 계측을 해야 하는 룯인데 아직 계측을 하지 못한 룯을 표시하며 화살표는 주기 지연과 시간 지연 발생으로 필수 계측되는 Lot을 의미한다. 그림 4(a)의 주기 지연 발생은 K=5인 경우 계측 되어야 할 12, 13, 14번째 룯이 계측지연이 발생하여 50%이상인 3개의 룯이 지연되었으므로 그 다음 룯인 15번째 룯이 위험도 감지를 위해 무조건 계측하게 된 것을 설명한다. 또한 그림 4(b)의 시간 지연 발

생은 계속할 룯이 없어 일정 시간이상 계속을 하지 않게 되는 경우 그 다음 룯이 계속할 차례가 아니더라도 위험도 감지를 위해 계속하게 된 것을 설명한다.

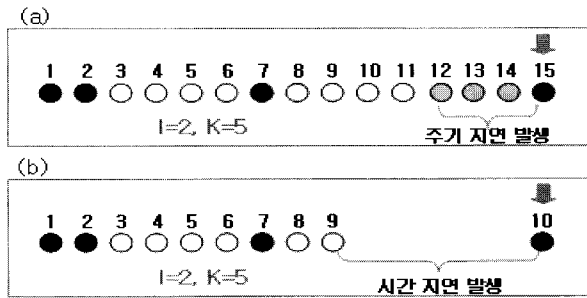


그림 4 주기지연 및 시간 지연
Fig. 4 Cycle delay and Time delay

필수 계속인 경우에는 계속 순간 재공 대비 생산능력 부족이 발생하여도 계속을 진행해야 한다. 왜냐하면 필수 계속을 해야 하는 불안정 구간의 경우 사고 발생 확률이 높기 때문에 반드시 계속을 하여 변경점 발생 후 문제점을 검증해야 하기 때문이다. 정상계속은 계속 순간 Capacity 부족 발생시 계속을 하지 않을 수 있다. 준안정 구간(J), 안정구간(K)의 계속에만 해당 된다. 그림 5는 설비 생산능력에 따른 계속 결정 순서도를 도식화한 것이다.

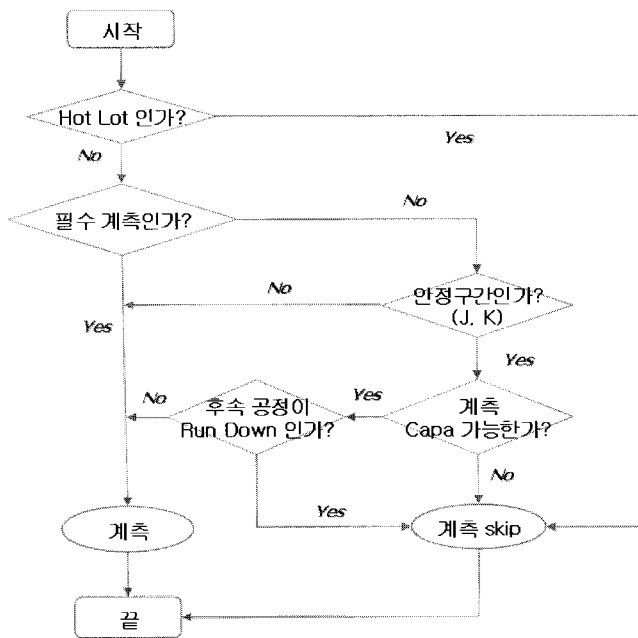


그림 5 설비 Capacity에 따른 계속 결정 순서도
Fig. 5 Measure decision flowchart by equipment capacity

그림 5에서 Hot 룯이란 기존 계속률과 관계없이 긴급을 요하는 룯으로 계속 대상에서 제외가 되는 룯을 말한다. Hot 룯이 아닌 경우에 한해 계속을 진행하게 되고 필수 계속여부에 따라 계속 생산 능력 및 후속 Run Down을 고려한 계속을 하게 된다.

계속 생산 능력 및 후속 Run Down 여부를 판별하기 위해서 본 논문에서는 각 공정별 설비 부하율(Workload)을 계산한다. 각 공정별 설비 부하율란 해당 공정을 진행 가능한 설비가 가지고 있는 재공을 처리하는데 걸리는 시간을 말한다. 본 논문에서는 각 공정 s의 설비 부하율(EW)은 식(2)와 같이 정의하였다.

$$EW_s = \frac{\sum_{e \in EQ_s} WIP_s \cdot APT_s}{\sum_{e \in EQ_s} BS_e} \quad (2)$$

식(2)에서 EQ_s 는 공정 s를 진행 가능한 설비 집합, BS_e 는 설비 e의 동시진행 가능 룯수, 공정 e은 설비 e에서 진행 가능한 공정, WIP_s 는 공정 s에 해당하는 재공수, APT_s 는 공정 s의 평균 공정 시간 (Actual Processing Time)을 나타낸다.

따라서 대상 룯의 계속 공정의 설비 부하율이 기준값 보다 큰 경우는 계속을 진행하지 않고 그렇지 않은 경우 계속을 수행하게 된다. 또한 후공정 Run Down을 방지하기 위해서 후속 공정의 설비 부하율이 기준값 보다 작은 경우 계속을 진행하지 않게 된다.

4. 시스템 구현

본 장에서는 본 연구에서 제안한 자동 계속 샘플링 방법을 실제 반도체 생산 라인에 어떻게 구현되었는지를 기술한다. 그림 6은 자동 계속 샘플링을 구현한 시스템 구조도를 기술한 것이다.

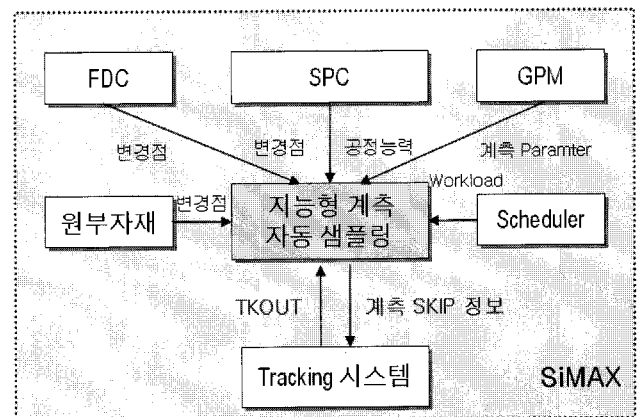


그림 6 자동 계속 샘플링 구현을 위한 시스템 구조도
Fig. 6 System architecture for automatic measure sampling implementation

자동 계속 샘플링 시스템은 Samsung의 MES (Manufacturing Execution System, 공정 자동화 시스템)인 SiMAX (Samsung Integrated Manufacturing Automaton & eExecution System)에 반영되어 있으며 SiMAX내 여러 시스템간 상호 Integration을 통해서 동작하도록 구현되었다.

하나의 룯이 설비에서 나오게 되면 Tracking 시스템에서

를 다음 공정으로 변경하기 위해서 계측 샘플링 결정 시스템에 계측 여부를 요청한다. 계측 샘플링 결정 시스템은 변경점 정보, 공정 능력 정보, 후속 부하율 정보 등을 이용하여 계측 여부를 결정한다. 변경점 정보는 FDC (Fault Detection Control), SPC (Statistic Process Control), 원부자재 시스템으로부터 설비, 공정, 그리고 부품의 변경 정보를 받게 된다. 공정능력(Cp) 정보는 SPC(상하 한계선 관리 시스템)시스템으로부터 받고 계측을 위한 기본 기준정보는 GPM(Generic Parameter Modeling, 기준 정보 관리 시스템) 시스템을 통해서 받는다. 변경점, 공정능력, 계측 데이터 정보를 이용하여 통계적 계측값(I, J, K, L)을 계산한 후 최종적으로 Scheduler에 의해 계산된 부하율 정보를 이용하여 계측 및 생산 공정의 생산능력을 고려하여 계측률을 결정한다.

5. 시스템 적용결과

본 연구에서 제안한 자동 계측 샘플링의 테스트 시스템 구현을 위하여 현재 적용된 반도체 생산라인에서 3개월 동안 진행한 데이터를 기반으로 변경점 발생시 위험요소를 감지 할 수 있는 최적의 계측량을 산출하였고, 설비의 Capacity 및 릿의 정체 구간을 파악하여 생산성을 최대화 시키면서 위험을 줄일 수 있는 최적의 계측률을 평가하였다. 표 2는 설비의 3달간 변경점 이력과 계측 이력을 바탕으로 수식 3.2.1의 검출력(p)을 0.1로 자동 계측 샘플링 모델에 대입하여 설비별 계측율과 위험도에 대한 시뮬레이션 평가 결과를 도식화 한 것이다.

표 2 자동 계측 샘플링의 시뮬레이션 평가
Table 2 Simulation estimation of automatic measure sampling

현재 로직		개선 로직	
계측률	Risk	계측률	Risk
35%	14.7	32%	10.2
35%	15.5	31%	10.2
34%	27.9	19%	32.5
34%	27.3	21%	27.8
33%	28.0	18%	34.7
35%	17.8	29%	12.7
35%	19.1	27%	13.9
37%	7.6	50%	5.8
39%	5.1	71%	4
34%	26.2	22%	23.9
36%	11.9	37%	7.8
34%	20.3	26%	15.1
50%	2.4	100%	2.4
34%	21.3	26%	16.3
34%	17.5	23%	15.5

시뮬레이션 비교 결과 변경점이 발생한 공정에 대해서는 계측률이 현재 사용되고 있는 계측률보다 높게 나오고 있으며 그렇지 않은 공정에 대해서는 계측률이 낮게 나오고 있다. 이에 대한 평균 계측률과 평균위험도를 산출 했을 때 계측률이 34%에서 23%로 낮아지고 위험도 또한 17.5에서 15.5로 낮아짐을 알 수 있었다. 위의 결과를 통해 변경점에

대한 모니터링 강화로 계측률을 줄여 생산성을 높이고 위험요소 조기 검출로 품질 향상을 높이는 반도체 생산라인에 적합한 성능임을 알 수 있었다.

그림 7과 같이 실제 라인에 적용 결과 계측 설비별 계측률의 변화를 도식화 한 것이다. 파란색 막대그래프는 적용 전 설비별 계측율을, 초록색 막대그래프는 적용 후 설비별 계측율을 그리고 분홍색 선과 검은 선은 적용 전후 릿수를 나타낸다.

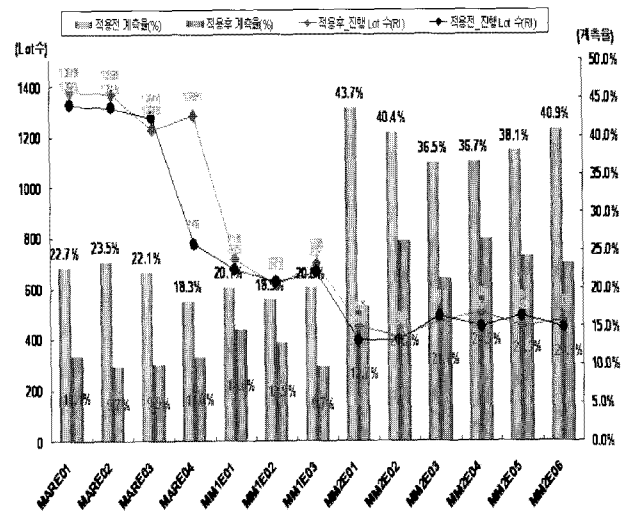


그림 7 적용 전후 계측률 비교

Fig. 7 Application before and after measure rate comparison

적용 결과 계측률이 26.4%에서 14.4%로 감소하였고 대부분의 계측이 변경점 이후에 50%이상 발생하였다. 이로 인해 계측률을 감소시키면서 생산성을 향상 시키고 변경점에 대한 모니터링 강화로 위험요소 조기 검출이라는 성과를 달성하게 되었다.

그림 8은 계측 생산 능력 및 후속 R/D을 고려한 계측 샘플링 효과를 도식화한 것이다.

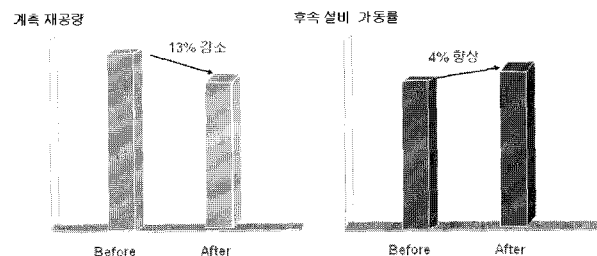


그림 8 계측 생산 능력 및 후속 R/D을 고려한 샘플링 효과
Fig. 8 Sampling effect that consider measure productive capacity and succession R/D

계측 생산 능력을 고려한 계측 샘플링 로직 적용 결과 계측 재공량이 약 13% 감소하였고 후속 Run Down을 고려한 계측 로직 적용 결과 후속 설비 가동률이 약 4% 향상되었다.

6. 결 론

논문은 반도체 생산 라인과 같이 품질을 높이면서 생산성을 높여야 하는 다수의 공정 경로를 갖는 환경에 적합한 자동 계측 샘플링 방법을 제안하였다. 즉, 변경점 발생시 계측률을 강화하여 위험요소를 조기에 검출 할 수 있도록 하고 안정 구간에서는 계측률을 낮춰 생산성을 향상시키는 방법을 소개하였고, 그 결과 설비의 투자를 최소화 하면서 라인의 안정적인 생산을 실현할 수 있는 방안을 제시하였다. 특히 라인 내 실제 진행 데이터에 대한 분석을 통해 변경점 발생시 계측률을 산정할 수 있는 로직을 개발하여 불필요한 계측을 개선하였다. 이에 따라 라인내 계측대기로 인한 정체현상 방지가 가능하게 되었다. 구현된 시스템은 실제 반도체 생산라인에 적용되었으며 라인 내 작업 프로세스 개선 및 전체 공정 설비의 가동률 향상 등 많은 운영의 효과를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] G. S. May and C. J. Spanos, Fundamentals of Semiconductor Manufacturing and Process Control, John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [2] R. K. Nurani et al., "In Line Defect Sampling Methodology in Yield Management: An Integrated Framework" IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol. 9, No. 4, pp. 506 517, 1996.
- [3] R. Williams et al., "Challenging the paradigm of monitor reduction to achieve lower product cost," Proceedings of The 10th Annual IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop, Boston, MA, September, 1999.
- [4] R. Babikian and C. Engelhard, "Statistical methods for measurement reduction in semiconductor manufacturing," Proceedings of IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop, Boston, MA, 1998.
- [5] C. Cheng and J. Moyne, "Intelligent Metrology and Control Strategies Applied to Lithography Processes," Proceedings of AEC/APC Symposium XIV, Snowbird, UT, September, 2002.
- [6] A. Bousetta and A. J. Cross, "Adaptive Sampling Methodology for In Line Defect Inspection," IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, pp. 1 7, 2005.
- [7] J. Mao et al., "Adaptive metrology Sampling technique and its application to defect metrology," Proceedings of AEC/APC Symposium XIX, Indian Wells, CA, September, 2007.

저 자 소 개



김 태 엽 (金 泰 葉)

1973년 9월 15일생.
 1997년 홍익대학교 컴퓨터공학과 졸업.
 1999년 ~ 현재 삼성전자 MEMORY사업부 시스템기술팀, 책임 연구원
 2009년 ~ 현재 성균관대학 정보통신공학부 대학원과정 이수중.
 Tel : 031 208 6978
 E-mail : taeyoeb.kim@samsung.com



선 동 석 (宣 東 錫)

1974년 04월 12일생
 1997년 서울대학교 산업공학과 졸업
 1999년 한국과학기술원 산업공학과 석사
 2004년 ~ 현재 삼성전자 반도체 시스템기술 Scheduling & Simulation 책임연구원
 Tel : 031-208-2258
 E-mail : ds.sun@samsung.com



이 지 형 (李 知 炯)

1970년 3월 15일생
 1993년 한국과학기술원 전산학과 졸업
 1995년 동 대학원 전산학과 석사
 1999년 동대학원 전산학과 박사
 2000~2002년 SRI(Stanford Research Institute), International Fellow.
 2002년 ~ 현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
 Tel : 031-290-7154
 Fax : 031-290-7230
 E-mail : jhlee@ece.skku.ac.kr