(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.^{7}
H01L 21/66

(45) 공고일자 2004년07월03일
(11) 등록번호 10-0438663
(24) 등록일자 2004년06월23일

(21) 출원번호 10-2002-0027316
(22) 출원일자 2002년05월17일
(65) 공개번호 10-2003-0089210
(43) 공개일자 2003년11월21일

(73) 특허권자 주식회사 하이닉스반도체
경기 이천시 부발읍 아미리 산136-1

(72) 발명자 양진석
충청북도청주시흥덕구비하동300번지효성아파트101-605

(74) 대리인 특허법인 신성

심사관 : 맹성재

(54) 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법

요약

본 발명은 반도체장치의 노이즈 검출 방법에 관한 것으로, 특히 소자의 패턴 내에서 실시간으로 플레어 노이즈를 검출할 수 있는 플레어 노이즈 검출 방법을 제공하기 위한 것으로, 이를 위해 본 발명은, 노광시 입사될 광에너지가 서로 다른 다수의 영역을 갖고, 상기 각 영역에 플레어 노이즈 검출을 위한 각기 다른 사이즈의 다수의 더미패턴을 갖는 마스크를 준비하는 단계; 상기 마스크의 더미패턴를 포토리소그라피 공정에 의해 웨이퍼에 전사하는 단계; 및 커크 방법(Kirk's method)에 의해 상기 웨이퍼 상에 전사된 상기 더미패턴의 존재 유무를 상기 각 영역별로 비교하여 상기 플레어 노이즈를 검출하는 단계를 포함하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법을 제공한다.

대표도

도 3

색인어

Kirk's method, Firefly method, 플레어 노이즈, 노광장비, 더미패턴, 고정계수.

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 이미지 평면에서 사광에 의한 플레어 노이즈 현상을 설명하기 위한 개략도.
도 2는 커크 방법을 설명하기 위해 커크 스플릿의 블럭 사이즈를 도시한 개략도.
도 3은 커크 방법을 마스크 상에서 구현하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 마스크 레이아웃을 도시한 평면도.
도 4는 커크 방법에 의한 블럭 사이즈와 노광 에너지의 관계를 도시한 그래프.
* 도면의 주요 부분에 대한 부호 설명.
30a 30d : 한번의 노광에 의해 단위 광에너지가 입사되는 영역(샷)
X : 1회의 노광영역

Y : 2회의 노광영역
Z : 4회의 노광영역

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 노광장비의 플레어 노이즈(Flare noise) 검출 방법에 관한 것으로 특히, 노광장비의 플레어 노이즈 현상을 마스크의 레이아웃(Layout) 변경과 커크 방법(Kirk's method)를 이용하여 실시간으로 검출할 수 있도록 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 플레어(Flare) 노이즈는 노광장비 고유의 렌즈 결함이나 불완전한 반사방지 코팅(Anti-Reflective Coating ; 이하'ARC' 라 함) 또는 마스크에서의 산란 등으로 인하여 마스크 패턴을 통과한 빛과는 무관하게 렌즈를 떠돌다가 웨이퍼에 입사되는 일종의 광 노이즈(Light noise)를 지칭하는 것으로, 노광장비 내의 렌즈 어레이(Lens array), 특히 투영렌즈(Projection optic)에 비해 상대적으로 완벽한 ARC처리가 되어 있지 않은 조명렌즈(Illumination optic)에서 비롯된다.

또한, 플레어 노이즈는 입사된 빛이 상기한 불완전한 렌즈 요소들(Lens elements)로 인해 산란되어 발생하며, 전체적인 광의 세기(Intensity)를 높여주거나 불균일한 빛의 분포를 초래하여 에어리얼 이미지(Aerial image)의 조도(Contrast)를 저하시키거나 마스크의 오픈 영역(Open area)이 과도한 영역에서는 과노광 현상을 초래하여 결과적으로 임계치수(Critical Dimension; 이하 CD라 함)의 균일도 및 공정마진의 저하를 야기시킨다.

상기한 노광장비에서의 플레어 노이즈 문제는 오래전부터 알려져 왔으나, 최 근 반도체 소자의 디자인룰(Design rule)이 한계점에 다다르고, 종래에는 큰 문제가 되지 않았던 CD의 균일성 및 조명의 균일성이 중요시 되면서 플레어 노이즈도 CD 균일도 및 공정마진을 저하시키는 데 많은 원인을 제공하는 것으로 인식되고 있다.

한편, 전술한 플레어 노이즈를 검출하는 방법으로는 노광장비 내의 특정한 기능이나 테스트 마스크(Test mask)를 이용하여 일정한 주기를 가지고 장비를 검사하는 방법을 사용하여 왔으며, 그 대표적인 방법으로는 파이어플라이 방법(Firefly mrthod)와 커크 방법이 있다.

그러나, 전술한 두 방법은 그 절차가 너무 복잡하여 그 검사주기를 일정 기간 이상 줄일 수 없으며, 플레어 노이즈가 발생하더라도 이미 많은 소자의 패턴에서 결함(Damage)이 발생한 이후에 검출되기 때문에 기존의 검출 방법을 보완할 수 있는 새로운 방법이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위해 제안된 본 발명은, 소자의 패턴 내에서 실시간으로 플레어 노이즈를 검출할 수 있는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 노광시 입사될 광에너지가 서로 다 른 다수의 영역을 갖고, 상기 각 영역에 플레어 노이즈 검출을 위한 각기 다른 사이즈의 다수의 더미패턴을 갖는 마스크를 준비하는 단계; 상기 마스크의 더미패턴를 포토리소그라피 공정에 의해 웨이퍼에 전사하는 단계; 및 커크 방법(Kirk's method)에 의해 상기 웨이퍼 상에 전사된 상기 더미패턴의 존재 유무를 상기 각 영역별로 비교하여 상기 플레어 노이즈를 검출하는 단계를 포함하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법을 제공한다.

바람직하게, 본 발명의 상기 더미패턴을 상기 웨이퍼에 전사하는 단계에서, 각각의 샷이 서로 중첩되는 회수에 따라 상기 각 영역별로 입사되는 광에너지가 달라지는 것임을 특징으로 하며, 상기 샷이 중첩되는 영역이 스크라이브레인(Scribe lane)을 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 더미패턴은 사각형상으로 형성된 것임을 특징으로 하며, 상기 플레어 노이즈를 검출하는 단계는, 상기 각 영역 중 광에너지가 큰 영역부터 순차적으로 상기 더미패턴의 사이즈와 광에너지에 따라 에너지와 더미패턴의 사이즈에 따른 고정계수(Fitting coefficient, b)를 도시한 기작성된 제1룩업테이블을 참조하여 근사한 고정계수를 찾는 단계; 찾아진 상기 고정계수와 상기 더미패턴의 사이즈를 이용하여 고정계수와 플레어 노이즈를 도시한 제2룩업테이블을 참조하여 상기 플레어 노이즈를 찾는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하며, 상기 더미패턴의 존재 유무를 비교시 광학현미경을 이용하는 것을 특징으로 한다.

일반적으로 생각할 수 있는 것이 실제 패턴 상에서 플레어 노이즈의 영향을 받는 CD를 계속 관측하면 되나, 이 경우 정밀 CD 측정 장비의 사용에 따른 전반적인 생산성 저하의 문제가 발생하게 된다. 따라서, 간단한 광학현미경을 통해 플레어 노이즈를 검출할 수 있는 커크 방법을 소자의 마스크 상에서 구현할 수 있는 방법을 찾아야 하며, 본 발명은 소자의 마스크 레이아웃과 노광장비의 노광시의 이웃한 샷(Shot) 간의 중첩성을 이용하여 이를 구현하였다.

이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시 할 수 있을

정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하는 바, 도 1은 이미지 평면(Image plane)에서 사광(Stray light)에 의한 플레어 노이즈 현상을 설명하기 위한 개략도이고, 도 2는 커크 방법을 설명하기 위해 커크 스플릿(Kirk's split)의 블럭 사이즈를 도시한 개략도이며, 도 3은 커크 방법을 마스크 상에서 구현하기 위한 본 발명의 일실시예에 따른 마스크 레이아웃을 도시한 평면도이며, 도 4는 커크 방법에 의한 블럭 사이즈와 노광 에너지의 관계를 도시한 그래프이다.

플레어 노이즈는 전술한 바와 같이 원래의 빛이 도달해야 하는 지역 외에 다른 지역으로 빛이 도달하는 것으로, 회절(Diffraction)과는 다르다.

도 1을 참조하면, 가로축은 각 영역을 구분하고 있으며 세로축은 광에너지(E)를 도시하는 바, 'B'와 같은 사광에 의해 광에너지가 도달해야하는 영역인 'C' 영역이 아닌 광에너지가 차폐되어야 하는 영역인 'D' 영역에 광에너지가 도달하게 된다. 따라서, 이상적으로는 'D' 영역에서의 광에너지가 '0'이 되어야 하나, 사광에 의해 도시된 'A'만큼의 광에너지가 존재하게 됨을 확인할 수 있다.

도 2를 참조하면, 커크 방법에서는 블럭의 크기를 스플릿(Split)하여 마스크를 제작한다. 이 경우 플레어 노이즈의 양에 따라 스플릿되어 있는 블럭이 특정 에너지 영역에서 사라지는 사이즈가 달라지게 되는 바, 이 때의 특정 에너지에 대한 사라지는 블럭 사이즈의 관계를 통해 플레어 노이즈를 나타낼 수 있으며, 다음의 수학식1은 전술한 관계를 수식적으로 도시한다.

수학식 1

$$F(\text{Flare noise})[\%] = E0/Ex \times 100$$

여기서, E0는 블러킹(Blocking)을 하지 않은 상태에서 포토레지스트(PR)가 다 사라지는데 필요한 기본에너지를 나타내며, Ex는 사이즈 x를 갖는 특정 블럭이 블러킹되어 있을 때, 플레어 노이즈에 의해 사이즈 x의 블럭이 사라지는데 필요한 에너지를 나타낸다. 박스(Box) 사이즈 x는 플레어 노이즈가 회절과 구별되어 포화되는 박스 사이즈로 DRAM 공정에서는 통상적으로 5㎛ 10㎛ 사이의 값을 사용한다.

전술한 커크 방법을 실제 소자 구현을 위한 마스크에서 구현하는데 있어 가장 큰 문제는 적정 에너지의 설정과 스플릿된 블럭들을 삽입할 공간을 확보하는 일이다. 왜냐하면, 실제 소자용 마스크의 에너지는 소자의 패턴에 의해 결정되는 것 으로서 커크 방법처럼 임의로 적용할 수 없기 때문이다.

그러나, 마스크의 레이아웃과 노광장비의 노광방식을 적절히 이용하면 최소한의 면적과 필요한 에너지 레벨을 얻을 수 있으며, 본 발명에서는 커크 방법에 의한 스플릿 즉, 더미패턴을 실제 마스크 상에 구현하고자 하는 것이다.

이를 위해 노광시 입사되는 광에너지가 서로 다른 다수의 영역을 갖고, 상기 각 영역에 커크 방법에 의해 플레어 노이즈 검출을 위한 각기 다른 사이즈의 다수의 더미패턴을 갖는 마스크를 이용한다.

도 3을 참조하면, '30a 30d'는 각각 한번의 노광에 의해 전사되는 패턴 영역 즉, 샷(Shot)이라면, 이 영역에는 1회의 노광에 의한 단위 광에너지 'E'가 조사될 것이고, 이 영역을 포함하는 영역 즉, 1회의 노광영역(X) 또한 단위 광에너지 'E'가 조사될 것이다.

한편, 실제 노광장비의 블레이드(Blade) 자체에 오차가 있기 때문에 소자의 레이아웃시 주 패턴(Main pattern)이외의 지역 예컨대, 스크라이브 레인(Scribe lane)을 만들어 노광시 이웃한 샷(30a 30d)들을 중첩시켜 노광하게 된다.

따라서, 본 발명의 일실시예로서 예시된 도 3에 도시된 도면부호 'Y'는 '30a'와 '30b'의 이웃하는 두샷에 대한 노광시 중첩되어 노광되므로 2회의 노광이 이루어지게 되고, 이에 따라 'Y' 영역은 두배의 단위 광에너지 '2E'가 입사되는 2회의 노광영역이 된다.

또한, 도 3에 도시된 도면부호 'Z'는 '30a 30d' 4개의 샷의 노광시 중첩되어 4회의 노광이 이루어지므로 'Z' 영역은 네배의 단위 광에너지 '4E'가 입사되 는 4회의 노광영역이 된다.

따라서, 전술한 예컨대, 'E', '2E', '4E'의 광에너지가 'X', 'Y', 'Z' 각각의 영역에 조사되며, 이러한 영역 특히, 'Y'과 'Z'에 적정한 블럭 사이즈 즉, 다수의 사이즈를 갖는 더미패턴을 삽입할 경우 'E'와 '2E', '4E'의 에너지와 각 더미패턴의 조합에 의해 플레어 노이즈를 검출할 수 있게 된다.

이하, 각 에너지 단계에 삽입해야 하는 더미패턴의 블럭 사이즈를 계산하는 방법과 이를 통해 플레어 노이즈를 계산하는 방법을 구체적으로 살펴 본다.

도 4의 그래프는 커크 방법에서 사용하는 사각형 형상의 블럭 사이즈(로그 스케일)와 광에너지의 관계를 도시하는 바, 이는 다음의 수학식2와 같이 나타난다.

수학식 2

$$\text{Log}(\text{블럭 사이즈}) = a * \text{Exp}(b * \text{에너지})$$

여기서, 'a'와 'b'는 고정계수(Fitting coefficient)를 나타내는 바, 에너지는 예컨대, 본 발명의 실시예의 경우 'E', '2E', '4E'로 고정되며, 실험 데이타에 의하면, 고정계수 'a'는 다른 변수의 변화에 거의 영향을 미치지 않는 것으로 분석되며 평균적인 값으로 상수화시킬 수 있게 된다. 이 경우 사라지는 더미패턴의 사이즈와 계수 'b'의 관계를 설정할 수 있고, 더미패턴의 사이즈를 예컨대, 5㎛으로 고정시키면, 계수 'b'에 대한 에너지를 구할 수 있으며, 플레어 노이즈의 수치로 연결이 된다.

다음의 표 1은 고정계수(a, b)와 플레어 노이즈(F)의 관계를 도시하고 있고, 표 2는 각 고정된 에너지(단위에너지 E를 50으로 설정한 것임)와 고정계수(b)의 관계를 도시한다.

[표 1]

a	b	사이즈(μm)	E	F(플레어 노이즈[%])
0.035	0.01	5	299.43	3.67
0.035	0.012	5	249.52	4.41
0.035	0.014	5	213.88	5.14
0.035	0.016	5	187.44	5.88
0.035	0.018	5	166.35	6.62
0.035	0.02	5	149.71	7.35
0.035	0.022	5	136.10	8.08
0.035	0.024	5	124.76	8.82
0.035	0.026	5	115.16	9.55
0.035	0.028	5	106.94	10.29
0.035	0.03	5	99.81	11.02
0.035	0.032	5	93.57	11.76

[표 2]

E	사이즈(μm)	b
200	1.2	0.0041
200	1.5	0.0081
200	2	0.0108
200	3	0.0131
200	4	0.0142
200	5	0.0150
200	6	0.0155
200	7	0.0159
200	8	0.0163

E	사이즈(μm)	b
100	1.2	0.0082
100	1.5	0.0162
100	2	0.0215
100	3	0.0261
100	4	0.0285
100	5	0.0299
100	6	0.0310
100	7	0.0318
100	8	0.0325

E	사이즈(μm)	b

50	1.2	0.0163
50	1.5	0.0323
50	2	0.0430
50	3	0.0522
50	4	0.0569
50	5	0.0599
50	6	0.0620
50	7	0.0637
50	8	0.0650

예를 들어, '4E'의 에너지 즉, '200'의 에너지에서 7㎛ 사이즈의 더미패턴이 사라지거나 사라질려고 하면, 기작성된 룩업테이블인 표 2에서 광에너지가 '4E'인 '200'에서 더미패턴의 사이즈가 7㎛ 이므로, 이 때의 고정계수 'b'를 찾는다. 이 때, 고정계수 'b'가 '0.0159'이므로 다시 룩업테이블인 표 1에서 이에 가장 유사한 값을 찾는 바, 'b'의 값이 0.016에 근사하므로 이에 해당하는 5.88%가 플레어 노이즈라 할 수 있다. 여기서, 룩업테이블인 표 1에서는 5㎛ 사이즈의 더미패턴을 기준(Reference)으로 하였다.

또한, '4E' 즉, 에너지 '200'의 레벨에서 8㎛ 사이즈의 더미패턴이 모두 사라지면, 이 때는 '2E' 즉, 에너지 '100'의 레벨에서 각 사이즈별로 고정계수 'b'를 찾으면 된다. 이 때, 에너지 '100'에서 5㎛ 사이즈의 더미패턴이 사라진다면 고정계수 'b'는 '0.0299'이므로, 이를 참조하여 표 1에서 플레어 노이즈를 찾으면 약 10.29%임을 알 수 있다. 한편, 이와 같이 플레어 노이즈가 10%를 넘어서게 되면 노광장비에 대한 보상 조치를 취해져야 함을 인지할 수 있다.

즉, 전술한 바와 같이 플레어 노이즈를 검출시에는 각 영역 중 광에너지가 큰 영역부터 순차적으로 더미패턴의 사이즈와 광에너지에 따라 에너지와 더미패턴 의 사이즈에 따른 고정계수 'b'를 룩업테이블 즉, 도시한 표 2를 참조하여 근사한 고정계수 'b'를 찾은 후, 찾아진 고정계수 'b'와 더미패턴의 사이즈를 이용하여 고정계수 'b'와 플레어 노이즈를 룩업테이블 즉, 도시한 표 2를 참조하여 플레어 노이즈를 찾는다.

이러한 과정은 SEM(Scanning Electron Microscopy) 등을 이용하지 않고 광학현미경을 이용하여 간단히 실시간으로 이루어진다.

전술한 바와 같이 이루어지는 본 발명은, 소자의 마스크 레이아웃과 노광장비의 노광시의 이웃한 샷 간의 중첩성을 이용하며, 이러한 중첩되는 영역 예컨대, 스크라이브 레인에 커크 방법에 의한 각 사이즈의 스플릿 블럭에 해당하는 더미패턴을 형성함으로써, 노광시 광에너지가 다른 각 영역에서의 패턴이 사라지는 지를 광학현미경을 통해 실시간을 통해 확인할 수 있어, 장비유지 및 장비 검사 시간을 추가할 필요가 없으며, 소자에 대한 플레어 노이즈 영향을 최소화할 수 있음을 실시예를 통해 알아 보았다.

이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

발명의 효과

상기한 바와 같은 본 발명은 노광장비의 플레어 노이즈를 소자의 웨이퍼에서 광학현미경을 이용한 검사만을 이용하여 실시간으로 검출해 낼 수 있기 때문에 장비유지 및 장비 검사 시간을 추가할 필요가 없으며, 소자에 대한 플레어 노이즈 영향을 최소화할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

노광시 입사될 광에너지가 서로 다른 다수의 영역을 갖고, 상기 각 영역에 플레어 노이즈 검출을 위한 각기 다른 사이즈의 다수의 더미패턴을 갖는 마스크를 준비하는 단계;

상기 마스크의 더미패턴를 포토리소그라피 공정에 의해 웨이퍼에 전사하는 단계; 및

커크 방법(Kirk's method)에 의해 상기 웨이퍼 상에 전사된 상기 더미패턴의 존재 유무를 상기 각 영역별로 비교하여 상기 플레어 노이즈를 검출하는 단계

를 포함하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 더미패턴을 상기 웨이퍼에 전사하는 단계에서,

각각의 샷이 서로 중첩되는 회수에 따라 상기 각 영역별로 입사되는 광에너지가 달라지는 것임을 특징으로 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,
상기 샷이 중첩되는 영역이 스크라이브레인(Scribe lane)을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,
상기 더미패턴은 사각형상으로 형성된 것임을 특징으로 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

청구항 5.

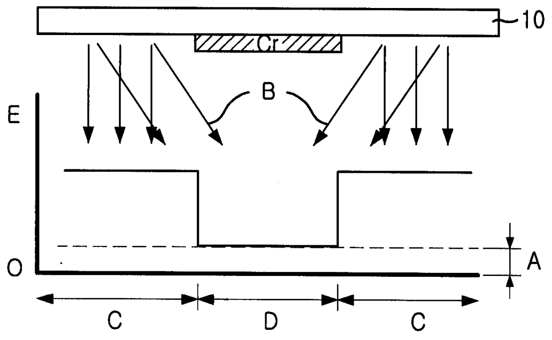
제 1 항에 있어서,
상기 플레어 노이즈를 검출하는 단계는,
상기 각 영역 중 광에너지가 큰 영역부터 순차적으로 상기 더미패턴의 사이즈와 광에너지에 따라 에너지와 더미패턴의 사이즈에 따른 고정계수(Fitting coefficient, b)를 도시한 기작성된 제1룩업테이블을 참조하여 근사한 고정계수를 찾는 단계;
찾아진 상기 고정계수와 상기 더미패턴의 사이즈를 이용하여 고정계수와 플레어 노이즈를 도시한 제2룩업테이블을 참조하여 상기 플레어 노이즈를 찾는 단계
를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

청구항 6.

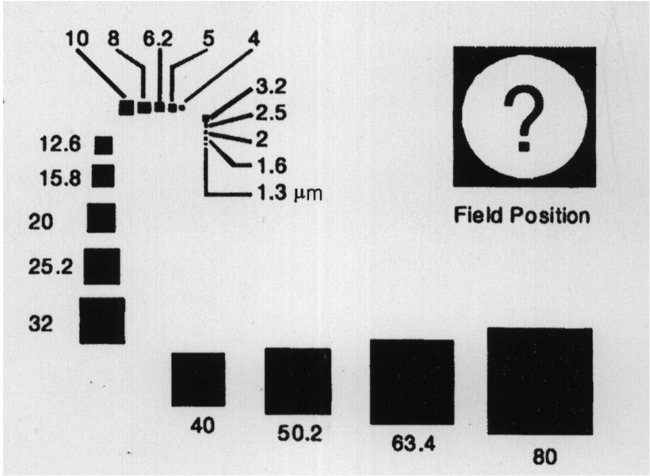
제 1 항에 있어서,
상기 더미패턴의 존재 유무를 비교시 광학현미경을 이용하는 것을 특징으로 하는 반도체장치의 플레어 노이즈 검출 방법.

도면

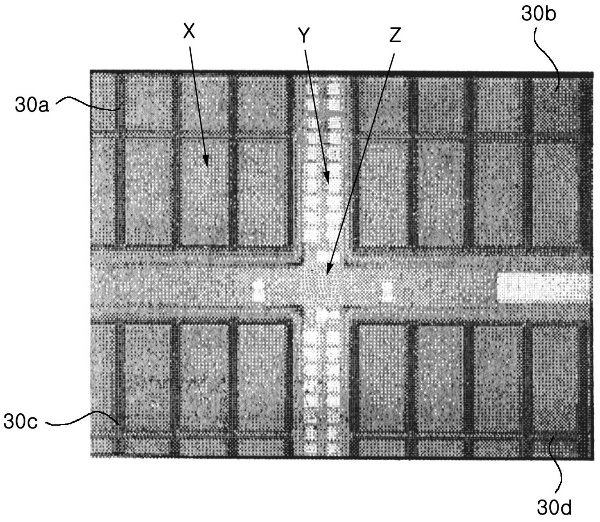
도면1



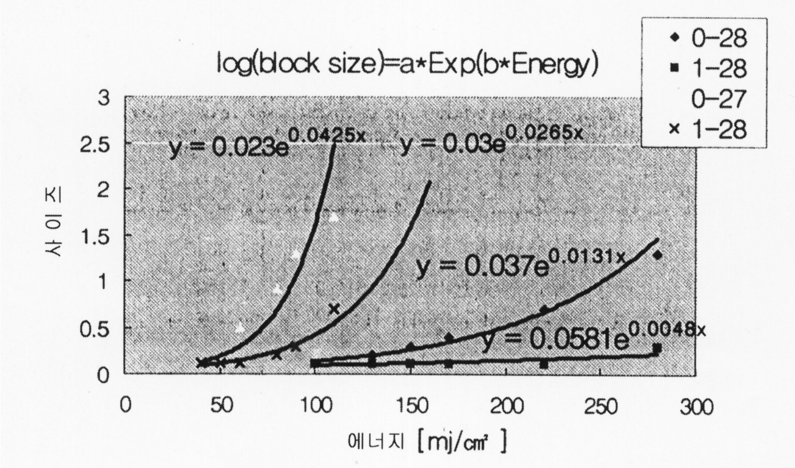
도면2



도면3


X
Y
Z
30a
30b
30c
30d

도면4


log(block size)=a*Exp(b*Energy)
◆ 0-28
■ 1-28
0-27
× 1-28
y = 0.023e^0.0425x
y = 0.03e^0.0265x
y = 0.037e^0.0131x
y = 0.0581e^0.0048x
사이즈
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
0
50
100
150
200
250
300
에너지 [mj/㎠]