



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0100247
(43) 공개일자 2007년10월10일

(51) Int. Cl.

B41J 2/47 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 23/544 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 23/544 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7012708

(22) 출원일자 2007년06월05일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2007년06월05일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/041143

국제출원일자 2005년11월11일

(87) 국제공개번호 WO 2006/053287

국제공개일자 2006년05월18일

(30) 우선권주장

60/627,781 2004년11월11일 미국(US)

NOT FURNISHED 2005년11월09일 미국(US)

(71) 출원인

지에스아이 그룹 코포레이션

미합중국, 매사추세츠주 01821, 빌리리카, 매닝로
드 39

(72) 발명자

구,보

미국, 매사추세츠 01845, 노스 앤도버, 크로스보우
래인 100

(74) 대리인

허용록

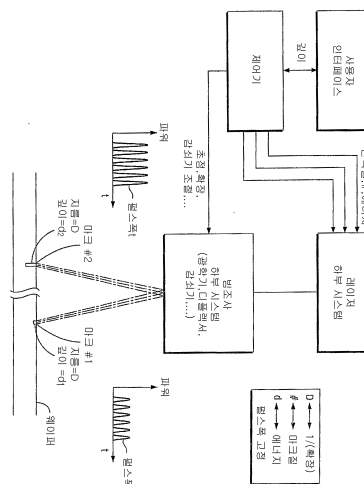
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 레이저 하드 마킹 방법 및 시스템

(57) 요약

레이저 하드마킹 방법 및 시스템이 제공된다. 레이저 마킹 시스템은 반도체 웨이퍼에 하드 마크를 생성한다. 본 시스템은 웨이퍼에서의 마킹 지점에 펄스화된 레이저 출력을 생산하는 펄스화된 레이저 하부시스템을 포함한다. 펄스화된 레이저 서브시스템은 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때, 출력 펄스폭을 실질적으로 일정하게 유지하도록 제어된다. 빔 조사 시스템은 웨이퍼의 특정 부분에 펄스화된 레이저 출력을 조사한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

반도체 웨이퍼를 마킹하여 웨이퍼에 소정의 지름을 갖는 하드마크를 형성하는 레이저 마킹 방법에 있어서,

마크 깊이가 변화할 때 빔 사이즈에 의존하는 하드마크의 지름이 실질적으로 변하지 않고 남아있는 동안 상기 하드 마크의 깊이는 출력 에너지의 변화에 영향을 받고, 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때 출력 펄스폭이 실질적으로 일정하게 유지되도록 펄스화된 레이저 출력을 제어하는 단계

를 포함하는 레이저 마킹 방법.

청구항 2

반도체 웨이퍼를 마킹하여 웨이퍼에 하드마크를 형성하는 레이저 마킹 방법에 있어서,

마크 깊이가 변화할 때 빔 사이즈에 의존하는 하드마크의 지름이 실질적으로 변하지 않고 남아있는 동안 하드 마크의 깊이는 출력 에너지의 변화에 영향을 받고, 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때 레이저 출력에 의해 형성되는 하드마크의 깊이에 영향을 미치는 펄스화된 레이저 출력의 적어도 일부분의 일시적 특징이 실질적으로 일정하게 유지되도록 펄스화된 레이저 출력을 제어하는 단계

를 포함하는 레이저 마킹 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 일시적인 특징 및 상기 출력 에너지는 1군의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정되고, 전체 1군을 마킹하는 동안 설정된 채 유지되는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 방법.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 일시적인 특징 및 상기 출력 에너지는 마킹 지점에 웨이퍼를 위치시키는 것 이후에 설정되고, 하나의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정되는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 일시적인 특징 및 상기 출력 에너지는 마킹 지점에 웨이퍼를 위치시키는 것 이후에 설정되고, 하나의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정되며, 웨이퍼에서의 서로 다른 미리 결정된 깊이를 갖는 마크를 생성할 수 있도록 일시적인 특징 및 출력 에너지를 변화시키는 단계를 더 포함하는 레이저 마킹 방법.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 일시적인 특징 및 상기 출력 에너지는 레이저 마킹 시스템의 공정 지역 또는 레이저 마킹 시스템이 설치되는 지역에서 설정되는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 방법.

청구항 7

반도체 웨이퍼를 마킹하여 웨이퍼에 하드마크를 형성하는 레이저 마킹 시스템이 있어서,

웨이퍼에서의 마킹 지점에 펄스화된 레이저 출력을 생산하고, 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때, 출력 펄스폭을 실질적으로 일정하게 유지하도록 제어되는 펄스화된 레이저 하부시스템; 및

웨이퍼의 특정 부분에 펄스화된 레이저 출력을 조사하는 빔 조사 시스템

을 포함하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 펄스화된 레이저 출력에 의해 형성된 하드마크는 깊이와 실질적으로 무관한 지름을 가지는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

빔 확장기와, 제어 프로그램을 구비하고 빔 확장기와 구동적으로 연결되며 미리 결정된 마크 지름을 생성하는 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

감쇠기와, 제어 프로그램을 구비하고 감쇠기와 구동적으로 연결되며 펄스화된 레이저 출력의 펄스의 에너지를 제어하는 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 펄스 폭은 약 1ns 내지 약 150ns의 범위내에서 설정되는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 범위는 약 10ns 내지 약 100ns인 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 전형적인 하드마크 깊이는 10 미크론 내지 150 미크론의 범위에 있는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 범위는 20 미크론 내지 120 미크론인 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 15

제7항에 있어서,

마킹 시스템 제어에 일반적으로 사용되는 전자적 구성요소의 하부시스템 및 제어 프로그램을 포함한 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 16

제7항에 있어서,

레이저 하부시스템의 제어에 사용되는 전자적 구성요소의 하부시스템 및 제어 프로그램을 포함한 제어기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

청구항 17

제7항에 있어서,

상기 하부시스템은 상기 하부시스템에 배치된 포화흡수체를 구비한 공동(cavity)을 가지는 레이저를 포함하는

것을 특징으로 하는 레이저 마킹 시스템.

명세서

기술 분야

<1> 본 출원은 2004년 11월 11일 출원된 가출원 60/627,781을 우선권으로 주장한다. 본 출원은 본 출원에 참조 되어 통합되는 2003년 5월 15일에 출원된 미국 출원 10/438,501과 관련이 있다.

<2> 본 출원은, 특히 반도체 웨이퍼 및 장치에 사용하는, 레이저 하드마킹 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

<3> 수십 년간 반도체 웨이퍼를 레이저 마킹하는데에 레이저가 사용되어 왔다. 이제, 일반적으로 레이저 마킹과 관련된 대표적인 특허 및 간행물의 목록을 제공한다. 미국 특허 5,329,090은 웨이퍼의 점 마킹에 관한 것이다.

<4> 후술하는 대표적인 참조 특허는 웨이퍼의 레이저 마킹, 전자 조립, 조명, 및 마크 검사/읽기의 다양한 양상에 관한 것이다. : 미국 특허 번호 4,522,656; 4,945,204; 6,309,943; 6,262,388; 5,929,997; 5,690,846; 5,894,530; 5,737,122; 및 일본 특허 추록 11135390.

<5> 후술하는 대표적인 참조들은 다양한 레이저 마킹 방법 및 시스템의 형태와 구성요소에 관한 일반적인 정보를 제공한다. : "검류계에 의한 진류 측정의 및 진공의 저 관성 스캐너"(Montagu, Laser Beam Scanning지, Marcel-Dekker, 1985년, 214-216페이지) ; "마킹 응용은 현재 많은 물질을 포함한다."(Hayes, Laser Focus World지, 1997년 2월, 153-160페이지) ; "상업적 섬유 레이저가 산업적 시장을 떠맡다."(Laser Focus World지, 1997년 5월, 143-150페이지). 특허 공보 : 국제공개번호 96/16767, 국제공개번호 98/53949, 미국특허번호 5,965,042; 5,942,137; 5,932,119; 5,719,372; 5,635,976; 5,600,478; 5,521,628; 5,357,077; 4,985,780; 4,945,204; 4,922,077; 4,758,848; 4,734,558; 4,856,053; 4,323,755; 4,220,842; 4,156,124.

<6> 2001년 8월 2일 공개된 국제공개번호 0154854의 "인쇄기판회로, 집적회로 등과 같은 마킹 품목에 대한 레이저 스캐닝 방법 및 시스템" 및 2001년 8월 23일 공개된 국제공개번호 0161275의 "3차원 검사 시스템을 이용하여 자동으로 참조 높이 데이터를 생성하는 방법 및 시스템" 모두는 본 발명의 출원인에게 지정된 것이다. 두 발명은 그들 전체가 참조되어 본 발명에 통합된다.

<7> 관찰 시스템에 의해(또는 시각적 검사 작동기에 의해) 보여지는 레이저의 가시도는, 레이저와 물질간의 상호작용에 의존하는 마킹 깊이, 파편 등을 포함하는 여러가지 요소들에 의존할 수도 있다. 특정 웨이퍼 마킹 적용에 있어서, 전통적인 지식은 좋은 가독성(reability)을 제공하는 비교적 큰 마킹 깊이를 만들지만, 표면 아래의 손상에 대한 민감성을 증가시킨다.

<8> 본 발명의 출원인은 오랫동안 웨이퍼 마킹 시스템을 제공해왔다. 수년 동안 본 발명의 출원인에 의해 제작된 WaferMark™은 실리콘 웨이퍼에 적용하는 첫번째 산업적 레이저 마킹 시스템이라고 믿어진다. 사양은 300nm 웨이퍼에서의 점 지름 120um의 하드마킹을 포함한다. 이것은 SEMI 표준 사양 M1.15를 만족한다. "소프트마킹 사양"은 웨이퍼 후면의 소프트마킹을 위해 존재하고, 이는 200mm 웨이퍼까지의 거친 후면을 마킹하는 것을 포함한다. "Sigma Clean" 시스템에서는, 200mm 웨이퍼까지의 전면 및 후면 마킹을 위하여 후면 마킹의 선택 사항이 제공된다.

<9> 현재 산업 현장에서 사용되는 레이저 마크의 종류는 대략적으로 두 가지인데, 이는 소프트마크와 하드마크이다. "하드마크" 및 "소프트마크"를 만들기 위한 다양한 마킹 시스템은 본 출원의 출원인에 의해 제조된다.

<10> 현재, 웨이퍼에 하드마킹을 생성하는데 사용되는 레이저 마킹 시스템은 후술하는 특징을 가진 레이저를 제공한다.: 도2에 도시한 바와 같이 레이저 펄스 폭(t)은 레이저 펄스 에너지(E) 및 반복률(f)에 따라 변화한다. 전통적인 Q-스위치를 구비한 레이저 및 다른 펄스화된 레이저에는 이러한 관계가 전형적이다.

<11> 본 출원에 따른 실험에서는, 이러한 전통적인 레이저 시스템을 구비한 마킹 실리콘 웨이퍼가 후술하는 마킹 공정 특징을 만드는 것을 보여준다.

<12> ▶ 마킹 깊이(z)는 펄스의 수(#)에 의존하지만, 펄스 에너지(E)에는 의존하지 않고, 빔 확장(n)에는 거의 의존하지 않으며(도3에 도시);

- <13> 및
- <14> ▶ 마킹 점 지름(D)은 #, E 및 n에 의존한다.(도4에 도시)
- <15> 서로 상충하는 파라미터들은 마킹 수행을 제한하고, 달성 가능한 깊이, 지름, 및 마크의 질 사이에서 적절히 타협한다. 작은 지름, 비교적 깊고 높은 질을 가진 마크는 도전 및 신호 요구를 나타낸다.
- <16> 그러한 것으로서, 사용자 사양 내의 마크 깊이(z) 및 마크 지름(D)을 동시에 얻는 것은 어렵다. 이것은 필요 마크 깊이(z)를 얻기 위해서는 주로 펄스의 수(#)만을 변화시킬 수 있기 때문이다. 만약 특정 펄스의 수에서 마크 질이 만족스럽지 못하다면, 불가능하지 않다면, 이러한 펄스의 수와 관련된 깊이를 얻는 것은 매우 어렵다. 더 좋은 질의 마크를 얻기 위해 펄스 수(#)를 변화시키려고 한다면, 마크 지름(D)도 동시에 변화할 것이다. 그러므로, 현재 하드마킹 레이저 시스템에서 사용되는 레이저는, 특정 깊이 및 지름 조합에서 마크 질을 개선하는데 유연성을 주지 못하거나 또는 거의 주지 못한다.

발명의 상세한 설명

- <17> 본 발명의 목적은, 특히 반도체 웨이퍼 및 장치에 사용하는, 개선된 하드마킹 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.
- <18> 본 발명의 상기 목적 및 다른 목적을 수행하기 위해서, 반도체 웨이퍼에 소정의 지름을 가지는 하드마크를 생성하기 위한 반도체 웨이퍼의 레이저 마킹 방법이 제공된다. 본 방법은 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때, 출력 펄스폭이 실질적으로 일정하게 유지되도록 펄스화된 레이저 출력을 제어하는 것을 포함한다. 빔 사이즈에 의존하는 하드마크의 지름이 마크 깊이가 변화함에 따라 실질적으로 일정하게 유지되는 반면, 하드마크의 깊이는 출력 에너지의 변화에 영향을 받는다.
- <19> 게다가, 본 발명의 상기 목적 및 다른 목적을 수행하기 위해서, 웨이퍼에 하드마크를 형성하는 반도체 웨이퍼 레이저 마킹 방법이 제공된다. 본 방법은 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때, 레이저 출력에 의해 형성되는 하드마크의 깊이에 영향을 미치는 펄스화된 레이저 출력의 적어도 일부분의 일시적 특징이 실질적으로 일정하게 유지되도록, 펄스화된 레이저 출력을 제어하는 것을 포함한다. 빔 사이즈에 의존하는 하드마크의 지름이 마크 깊이가 변화함에 따라 실질적으로 일정하게 유지되는 반면, 하드마크의 깊이는 출력 에너지의 변화에 영향을 받는다.
- <20> 일시적인 특징 및 출력 에너지는 1군의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정될 수도 있고, 전체 1군을 마킹하는 동안 설정된 채 유지될 수도 있다.
- <21> 일시적인 특징 및 출력 에너지는 마킹 지점에 웨이퍼를 위치시키는 것 이후에 설정될 수도 있고, 하나의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정될 수도 있다.
- <22> 일시적인 특징 및 출력 에너지는 마킹 지점에 웨이퍼를 위치시키는 것 이후에 설정될 수도 있고, 하나의 웨이퍼를 마킹하는 것 이전에 설정될 수도 있다. 본 방법은 일시적인 특징 및 출력 에너지를 변화시켜, 웨이퍼에서의 서로 다른 미리 결정된 깊이를 갖는 마크를 생성할 수 있다.
- <23> 일시적인 특징 및 출력 에너지는 레이저 마킹 시스템의 공정 지역 또는 레이저 마킹 시스템이 설치되는 지역에서 설정될 수도 있다.
- <24> 게다가, 본 발명의 상기 목적 및 다른 목적을 수행하기 위해서, 반도체 웨이퍼에 하드마크를 생성하기 위한 레이저 마킹 시스템이 제공된다. 본 시스템은 웨이퍼에서의 마킹 지점에 펄스화된 레이저 출력을 생산하는 펄스화된 레이저 하부시스템을 포함한다. 펄스화된 레이저 하부시스템은 소정 범위에 걸쳐 펄스 반복률 및 출력 에너지 중 적어도 어느 하나가 변화할 때, 출력 펄스폭을 실질적으로 일정하게 유지하도록 제어된다. 본 시스템은 웨이퍼의 특정 부분에 펄스화된 레이저 출력을 조사하는 빔 조사 시스템을 더 포함한다.
- <25> 하드마크는 펄스화된 레이저 출력에 의해 형성될 수도 있으며, 하드마크의 깊이와 실질적으로 무관한 지름을 가질 수도 있다.
- <26> 본 시스템은 빔 확장기와, 제어 프로그램을 구비하고 빔 확장기와 구동적으로 연결될 수도 있는 제어기를 더 포함할 수도 있으며, 상기 제어기는 미리 결정된 마크 지름을 생성한다.
- <27> 본 시스템은 감쇠기와, 제어 프로그램을 구비하고 감쇠기와 구동적으로 연결될 수도 있는 제어기를 더 포함할 수도 있으며, 상기 제어기는 펄스화된 레이저 출력의 펄스 에너지를 제어한다.

- <28> 펄스폭은 약 10ns 내지 약 100ns의 전형적인 범위를 가지고, 약 1ns 내지 약 150ns의 범위 이내에서 설정될 수도 있다.
- <29> 전형적인 하드마크는 10 미크론 내지 150 미크론의 범위의 깊이를 가질 수도 있다.
- <30> 그 범위는 20 미크론 내지 120 미크론일 수도 있다.
- <31> 본 시스템은, 마킹 시스템 제어에 일반적으로 사용될 수도 있는 전자적 구성요소의 하부시스템 및 제어 프로그램을 포함하는 제어기를 더 포함한다.
- <32> 본 시스템은, 레이저 하부시스템의 제어에 사용될 수도 있는 전자적 구성요소의 하부시스템 및 제어 프로그램을 포함하는 제어기를 더 포함한다.
- <33> 하부시스템은 하부시스템에 배치된 포화흡수체를 구비한 공동(cavity)을 가지는 레이저를 포함할 수도 있다.
- <34> 본 발명을 실시하기 위한 최적 모드의 후술하는 상세한 설명이 뒤에 첨부되는 도면들과 연결되어 결합될 때, 본 발명의 상기 목적 및 다른 목적, 특징, 장점들이 쉽게 분명해진다.

실시예

- <42> 본 발명의 실시예는, 그렇게 한정되지 않음에도 불구하고, 빈 웨이퍼의 제1면에 "점" 형식을 만드는데 전형적으로 사용된다. 웨이퍼는 거칠도 표준에 따라 세척될 수도 있다.
- <43> 도5에 도시된 바와 같이, 펄스 폭(t)이 공정 범위에 걸쳐 E 및 f에 무관하도록, 본 발명의 실시예에서 사용되는 레이저가 일반적으로 포함되거나 구성될 것이다.
- <44> E 및 f에 무관한 펄스폭과 함께, 다음의 것들이 발견된다.
- <45> ▶ 마킹 지름(D)은 펄스 에너지(E)에는 의존하지 않지만, 광학적 확장(n)에는 의존하며, 펄스의 수(#)에는 약간 의존하고(도6에 도시), 및
- <46> ▶ 마킹 깊이(z)는 펄스의 수(#) 및 펄스 에너지(E)에 의존한다.(z는 특정 E이후에 포화될 것이다) (도7에 도시)
- <47> 이제, 본 발명의 실시예를 이용하여, 필요로 하는 마크 깊이 및 지름의 어떠한 조합도 쉽게 얻을 수 있다. 첫째, 적절한 빔 확장(n) 및 레이저 펄스 수(#) (가장 최상의 마크 품질을 위해)를 선택함으로써 필요로 하는 마크 지름(D)을 얻고, 지름(D)은 레이저 펄스 에너지(E)에 따라 변화하지 않기 때문에 레이저 펄스 에너지(E)를 변화시켜 필요로 하는 마크 깊이(z)를 얻는다.
- <48> 바람직하게는, 마킹 영역에 있어서 각 마킹 지점에서의 최적 초점의 위치에서 마킹이 발생할 것이다. 그러나, 최적 초점이 아닌 위치에서 마킹이 발생할 수도 있으며, 비표준의 입사 마킹 빔으로 마킹이 발생할 수도 있다. 전형적인 마크는 약 20 내지 약 120 미크론의 깊이에 있을 수 있다.
- <49> 도5에 도시된 레이저 특성을 얻는 여러 가지의 방법이 있다.
- <50> 본 발명의 시스템에 의한 하나의 예시적인 실시예(즉, 도1)에서, 레이저 방사로 포화될 수 있는 흡수계수를 가지는 레이저 공동에, "포화흡수체"로 알려진 포화된 요소를 둘 수 있다. 보통, 공진 방사가 증가함에 따라 흡수계수는 감소한다. 레이저 이득의 적용 가능한 범위에서 유사한 출력 성능을 가지는 흡수체 및 그에 대응하는 펌프 에너지(그러므로 출력 에너지 범위)는, Q-스위치가 구비된 시스템에서 실질적으로 일정한 펄스 폭을 제공한다. 효율적인 펄스 폭은 Q-스위치 펄스의 피크 및 평균 파워 기능이다. 평균 펄스 파워 및 피크 파워가 대응하는 펌프 레이저 파워 또는 레이저 이득에 따라 조정될 수 있도록 Q-스위치가 설계된다면, 일정한 펄스 폭이 설정될 수 있다.
- <51> 또 다른 실시예에서, 공동 기하 및 공동 광학이 정밀하게 조정될 수도 있어 미리 선택된 에너지 범위에서 일정한 펄스 지속시간을 가진다.
- <52> 레이저 펄스 특징의 제어에 관한 다양한 미국 특허가 있다. 그 예로서, 미국 특허 5,128,609; 5,226,051; 5,812,569; 및 6,339,604의 가르침은 각각 레이저 펄스의 특징, 예를 들면 에너지 및/또는 펄스 폭을 제어하는 것에 관한 것이다. '569 및 '604 특허는 본 발명의 출원인에게 지정되어 있다. 미세기계 가공 및 레이저 트리밍에 관한 '609 특허의 가르침 및 '604 특허에 개시된 특정 실시예들을, 본 발명에 따른 하드마크를 형성하도록

적용될 수도 있다.

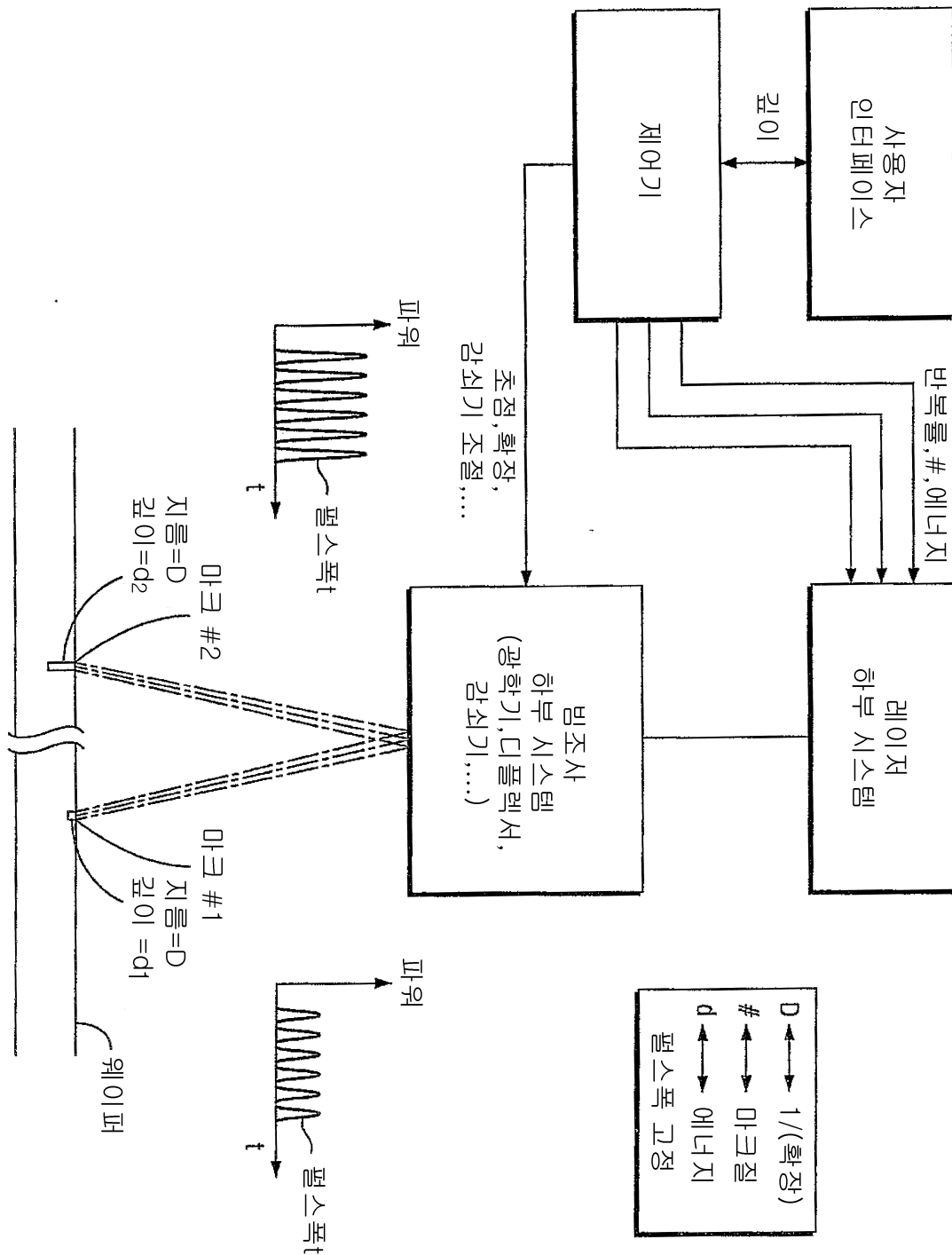
- <53> 실제 문제로서, 펄스 일시적 특징, 예를 들어 펄스 폭은 추가적인 조정의 필요 없이 많은 또는 1군의 웨이퍼에서 일정할 수도 있다. 미래의 필요는 필드내에서 서로 다른 하드마킹 깊이를 위한 펄스 특징을 설정하는 것을 이끌 수도 있다. 웨이퍼의 표면 변화는 레이저 출력 에너지 필요를 결정하는 "공정 연구"의 필요를 이끌고, 상기 변화는 일반적으로 그러한 측정의 빈번함을 결정한다. 바람직하게, 레이저 마킹 시스템은 탐지 및 조정 하드웨어 및 소프트웨어를 포함하여 최소한의 작동기의 개입으로 필요한 공정 연구를 수행한다.
- <54> 본 발명의 다양한 실시예들이, 본 발명의 출원인에 의해 만들어진 마킹 제품인 Watermark[®] SigmaDSC[™]를 포함하는 상업적으로 이용가능한 시스템과 통합될 수도 있다.
- <55> 본 발명의 실시예를 설명하고 서술하는 동안, 이러한 실시예들이 본 발명의 모든 가능한 형태를 설명하고 서술하려 한 것은 아니다. 오히려, 명세서에서 사용되는 단어는 제한적이라기보다는 서술적인 단어들이며, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어남이 없이 변화할 수도 있다는 점을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

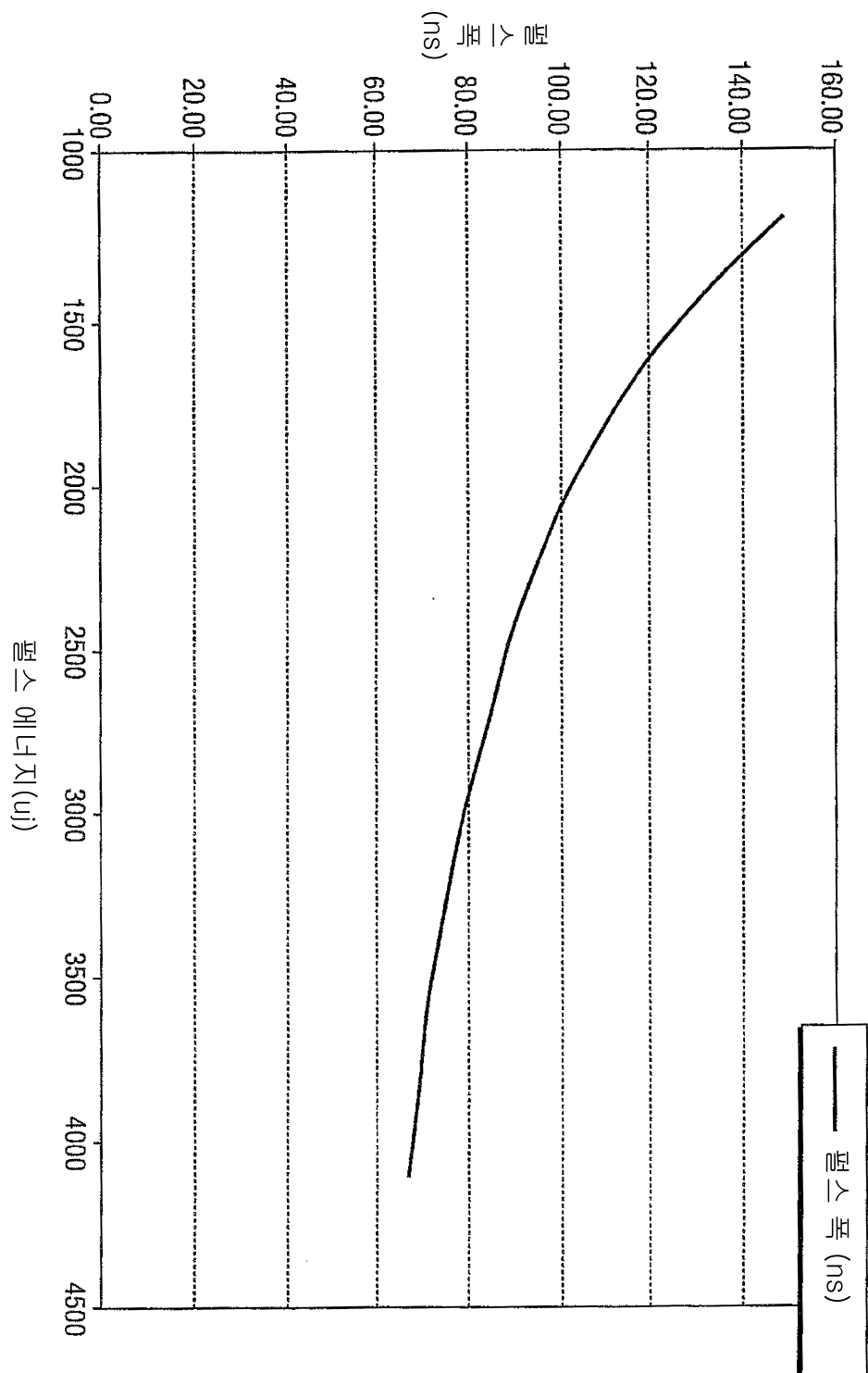
- <35> 도1은 본 발명의 일실시예에 따른 레이저 마킹 시스템을 이용하여 반도체 웨이퍼의 소정 영역 내에 생성된 제1 하드마크 및 제2 하드마크를 도시한 것이다.
- <36> 도2는 전통적인 레이저에 있어서, 펄스 폭과 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.
- <37> 도3은 전통적인 레이저에 있어서, 서로 다른 펄스 수 및 빔 확장의 경우에 펄스 깊이와 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.
- <38> 도4는 전통적인 레이저에 있어서, 서로 다른 펄스 수 및 빔 확장의 경우에 마크 지름과 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.
- <39> 도5는 본 발명의 일실시예에 따른 레이저에 있어서, 펄스 폭과 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.
- <40> 도6은 본 발명의 일실시예에 따른 서로 다른 레이저 펄스의 수에 있어서, 마크 지름과 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.
- <41> 도7은 본 발명의 일실시예에 따른 서로 다른 레이저 펄스의 수에 있어서, 마크 깊이와 펄스 에너지의 관계를 나타낸 그래프이다.

도면

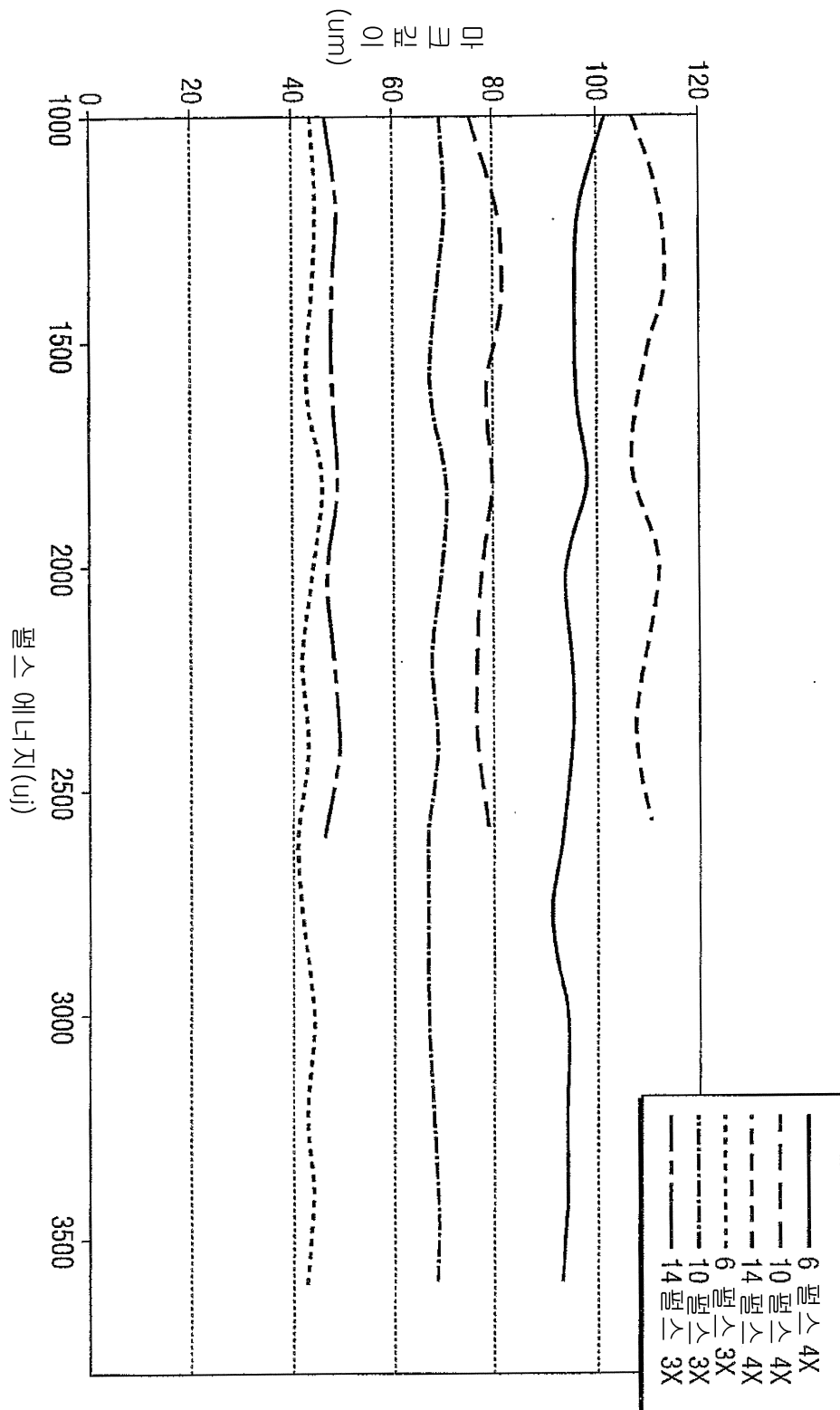
도면1



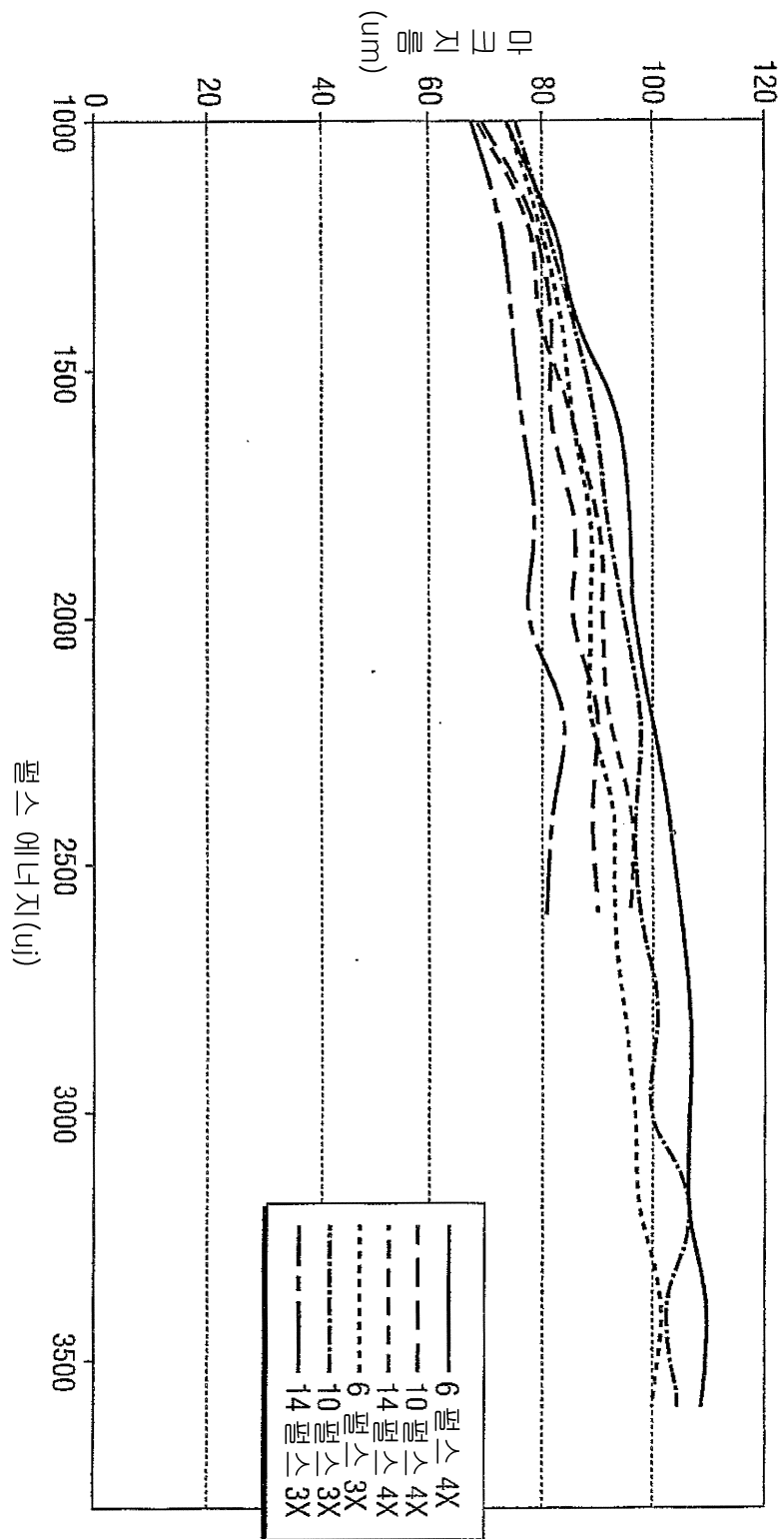
도면2



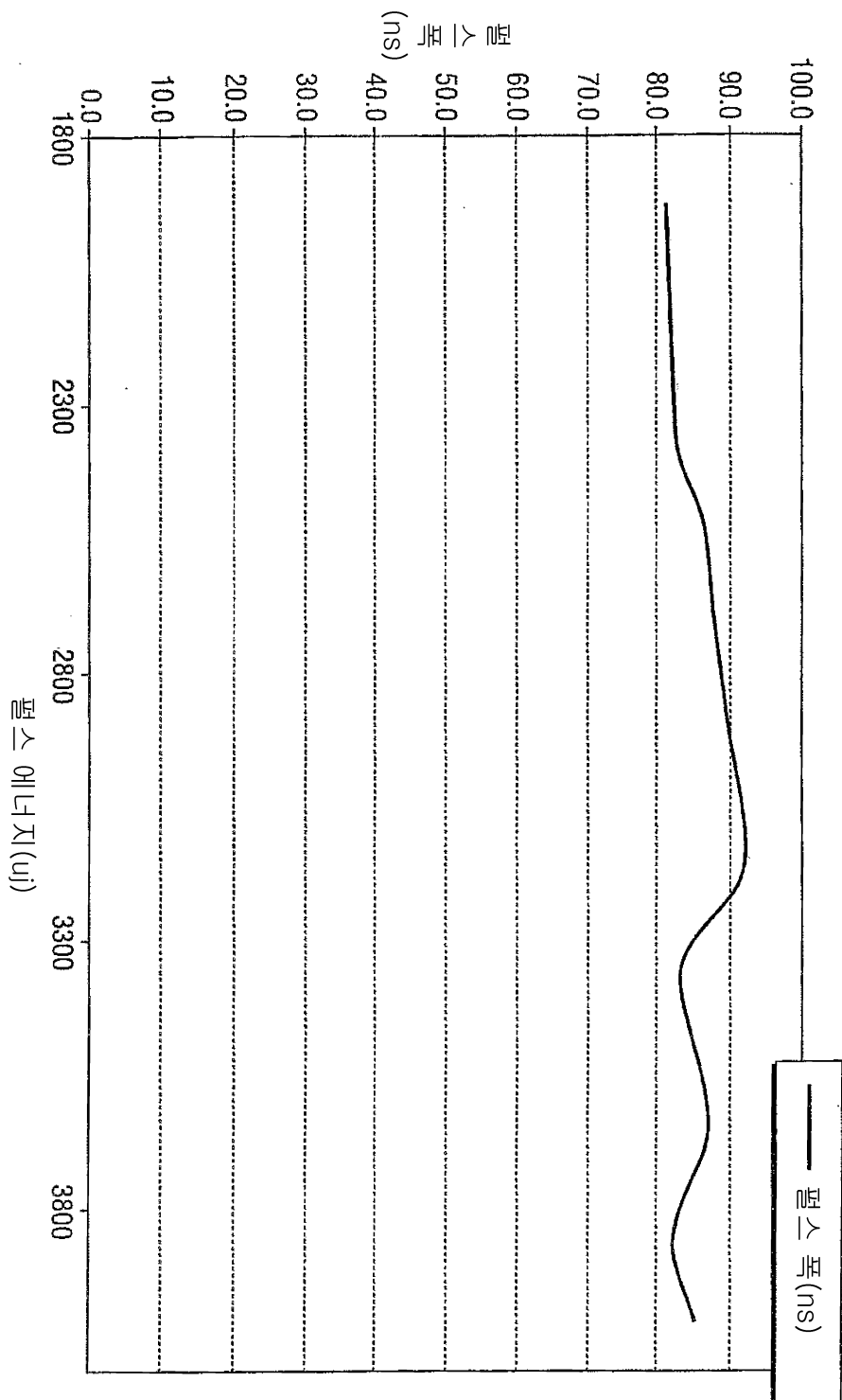
도면3



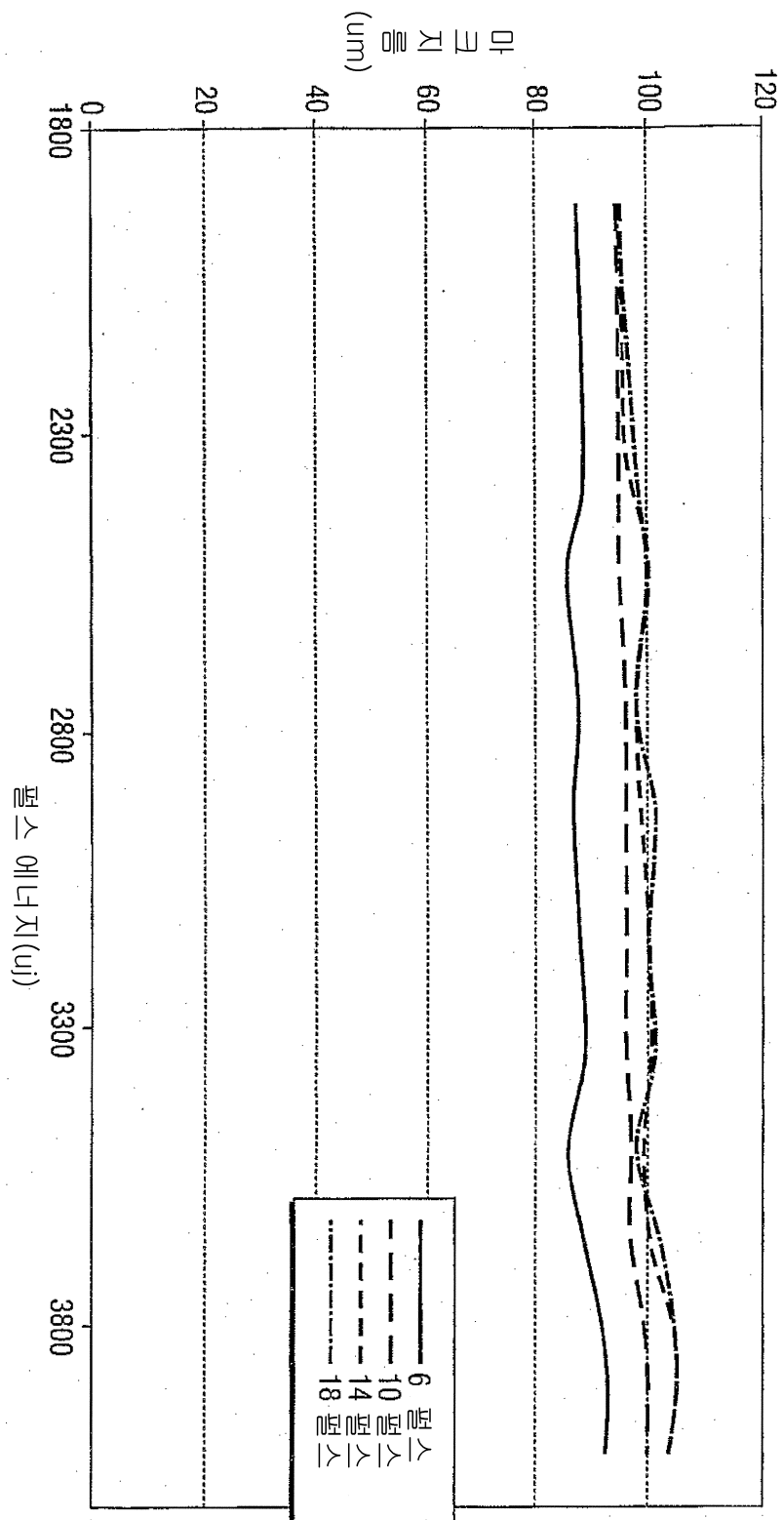
도면4



도면5



도면6



도면7

