



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월12일
(11) 등록번호 10-0873927
(24) 등록일자 2008년12월08일

- (51) Int. Cl.
G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2003-7007042
- (22) 출원일자 2003년05월26일
심사청구일자 2006년10월12일
번역문제출일자 2003년05월26일
- (65) 공개번호 10-2004-0048372
- (43) 공개일자 2004년06월09일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2001/044415
국제출원일자 2001년11월27일
- (87) 국제공개번호 WO 2002/42847
국제공개일자 2002년05월30일
- (30) 우선권주장
60/253,256 2000년11월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US0511312 A
US5285236 A

- (73) 특허권자
더 트리스티스 오브 콜롬비아 유니버시티 인 더 시티 오브 뉴욕
미국 뉴욕 뉴욕 브로드웨이 앤드 스트리트 116
- (72) 발명자
임제임스에스.
미국뉴욕10027뉴욕아파트먼트74웨스트114th스트리트520
- (74) 대리인
특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 56 항

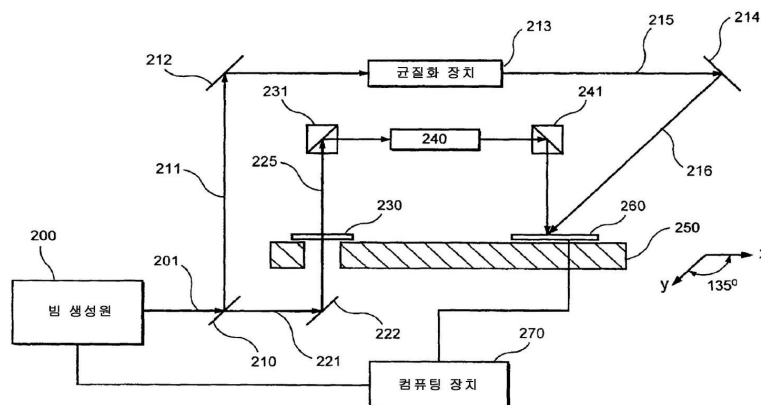
심사관 : 조한솔

(54) 기관상의 반도체막 영역의 레이저 결정화 처리를 위한 공정 및 마스크 투영 시스템

(57) 요약

샘플상의 실리콘 박막을 처리하기 위한 공정 및 시스템이 제공된다. 보다 상세하게, 조사빔 생성기는 소정의 반 복률로 조사빔펄스를 방출한다. 이어서, 이 조사빔펄스는 제1 빔펄스 세트 및 제2 빔펄스 세트에 분할된다. 제1 빔펄스 세트는 마스크를 통과하여 복수의 빔렛을 생성하게 된다. 제2 빔펄스 세트 및 빔렛은 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 조사된다. 제2 빔펄스 세트 및 빔렛이 실리콘 박막의 섹션을 동시에 조사할 때, 이 빔렛과 제2 빔펄스 세트의 조합은 실리콘 박막의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합 세기를 제공한다.

대표도



(81) 지정국

국내특허 : 아랍에미리트, 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리즈, 캐나다, 스위스, 중국, 콜롬비아, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에쿠아도르, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 오만, 필리핀, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크멘, 터어키, 트리니다드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 잠비아, 짐바브웨

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 터어키

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 적도 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고

특허청구의 범위

청구항 1

샘플상의 실리콘 박막을 처리하는 공정에 있어서,

- (a) 소정의 반복률(repetition rate)로 조사빔펄스를 방출하도록 조사빔 생성기를 제어하는 단계;
- (b) 상기 조사빔펄스를 제1 분할빔펄스 세트 및 제2 분할빔펄스 세트로 분할하는 단계;
- (c) 복수의 빔렛을 생성하도록 상기 제1 분할빔펄스 세트를 마스크를 통해 조사하여 상기 제1 분할빔펄스 세트의 적어도 일부분이 상기 마스크를 통과하기 위해서, 상기 제1 분할빔펄스 세트를 제공하는 단계; 및
- (d) 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 조사하도록 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛을 제공하는 단계

를 포함하고,

여기서, 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛이 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 동시에 조사될 때, 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛은 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사된 섹션을 상기 섹션의 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합 세기(combined intensity)를 제공하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 분할빔펄스 세트는 상기 마스크를 손상시키거나 열화시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계(c)는 상기 제2 분할빔펄스 세트가 마스크에 제공되는 것을 방지하는 단계를 포함하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 방지 단계는, 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 마스크에 도달하기 전에 상기 제2 분할빔펄스 세트를 상기 마스크로부터 다른 곳으로 전환시킴으로써 수행되는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 분할빔펄스 세트는 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계(d) 동안에, 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션은 재응고 및 결정화가 허용되는 샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 7

제6항에 있어서,

(e) 단계(d) 이후 및 상기 실리콘 박막의 섹션이 재응고 및 결정화된 후, 상기 빔렛과 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 다른 섹션에 조사되도록 상기 샘플을 이동시키는 단계

를 더 포함하고,

상기 다른 섹션은 재응고 및 결정화가 허용된 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션을 적어도 부분적으로 오버랩하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 8

제7항에 있어서,

(f) 단계(d) 이후 및 단계(e) 이전에, 상기 빔렛 및 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 섹션의 적어도 하나의 이전에 조사되고, 충분히 용융되고, 재응고되고, 결정화된 부분에 조사되도록 상기 샘플을 미세 이동시키는(micro-translating) 단계

를 더 포함하는 샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 빔렛 및 상기 제2 분할빔펄스 세트는 샘플상의 미세 이동된 조사위치로부터 상기 실리콘 박막의 섹션을 조사하여 충분히 용융시키는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 마스크는 도트형 패턴을 가지며, 상기 패턴의 도트부는 상기 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역(oblique regions)인

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 마스크는 라인 패턴을 가지며, 상기 패턴의 라인부는 상기 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 마스크는 투명 패턴을 가지며, 상기 패턴의 투명부는 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지할 수 있는 사선 영역을 그 내부에 포함하지 않는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 13

샘플상의 실리콘 박막을 처리하는 공정에 있어서,

- (a) 소정의 반복률로 제1 및 제2 조사빔펄스 세트를 제공하기 위해 조사빔 생성기 장치를 제어하는 단계;
- (b) 복수의 빔렛을 생성하도록 상기 제1 빔펄스 세트를 마스크를 통해 조사하여 상기 제1 빔펄스 세트의 적어도 일부가 상기 마스크를 통과하기 위해서, 상기 제1 빔펄스 세트를 제공하는 단계; 및
- (c) 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 조사되도록 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛을 제공하는 단계를 포함하고,

여기서, 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛이 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 동시에 조사될 때, 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛은 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사된 섹션을 상기 섹션의 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합 세기를 제공하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 단계(a)는,

- (i) 소정의 반복률로 조사빔펄스를 방출하는 단계; 및
- (ii) 상기 조사빔펄스를 상기 제1 빔펄스 세트 및 상기 제2 빔펄스 세트로 분할하는 단계를 포함하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 단계(ii)는 상기 조사빔펄스가 상기 마스크에 도달하기 전에 수행되는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제1 빔펄스 세트는 상기 마스크를 손상시키거나 열화시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 17

제13항에 있어서,

상기 단계(b)는 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 마스크에 제공되는 것을 방지하는 단계를 포함하는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 방지 단계는, 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 마스크에 도달하기 전에 상기 제2 빔펄스 세트를 상기 마스크로부터 다른 곳으로 전환시킴으로써 수행되는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 19

제13항에 있어서,

상기 제2 빔펄스 세트는 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키는데 요구되는

세기보다 낮은 대응세기를 가지는
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 20

제13항에 있어서,
상기 단계(c) 동안에, 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션은 재응고 및 결정화가 허용되는
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 21

제20항에 있어서,
(d) 단계(c) 이후 및 상기 실리콘 박막의 섹션이 재응고 및 결정화된 후, 상기 빔렛과 상기 제2 빔펄스 세트가
상기 실리콘 박막의 다른 섹션에 조사되도록 상기 샘플을 이동시키는 단계
를 더 포함하고,
상기 다른 섹션은 재응고 및 결정화가 허용된 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션을 적어도
부분적으로 오버랩하는
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 22

제21항에 있어서,
(e) 단계(c) 이후 및 단계(d) 이전에, 상기 빔렛 및 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 섹션의 적어도
하나의 이전에 조사되고, 충분히 용융되고, 재응고되고, 결정화된 부분에 조사되도록 상기 샘플을 미세 이동시
키는 단계
를 더 포함하는 샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 23

제22항에 있어서,
상기 빔렛 및 상기 제2 빔펄스 세트는 샘플상의 미세 이동된 조사위치로부터 상기 실리콘 박막의 섹션을 조사하
여 충분히 용융시키는
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 24

제22항에 있어서,
상기 마스크는 도트형 패턴을 가지며, 상기 패턴의 도트부는 상기 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통
해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 25

제22항에 있어서,
상기 마스크는 라인 패턴을 가지며, 상기 패턴의 라인부는 상기 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통
해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인
샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 26

제21항에 있어서,

상기 마스크는 투명 패턴을 가지며, 상기 패턴의 투명부는 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지할 수 있는 사선 영역을 그 내부에 포함하지 않는

샘플상의 실리콘 박막의 처리공정.

청구항 27

샘플상의 실리콘 박막을 처리하기 위한 시스템에 있어서,

컴퓨터 프로그램을 기억하고 있는 메모리; 및

- (a) 소정의 반복률로 조사빔펄스를 방출하도록 조사빔 생성기를 제어하는 단계;
- (b) 상기 조사빔펄스로 하여금 제1 분할빔펄스 세트 및 제2 분할빔펄스 세트로 분할되도록 하는 단계;
- (c) 복수의 빔렛을 생성하도록 상기 제1 분할빔펄스 세트를 마스크를 통해 조사하여 상기 제1 분할빔펄스 세트의 적어도 일부분이 상기 마스크를 통과하기 위해서, 상기 제1 분할빔펄스 세트를 제공하는 단계; 및
- (d) 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛으로 하여금 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 조사하도록 하는 단계를 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는 처리 장치

를 포함하고,

여기서, 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛 모두가 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 동시에 조사될 때, 상기 제2 분할빔펄스 세트 및 상기 빔렛은 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사된 섹션을 상기 섹션의 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합 세기를 제공하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 처리 장치의 근방에 배치되는 빔분할기(beam splitter)

를 더 포함하고,

여기서, 상기 처리 장치는, 상기 조사빔펄스로 하여금, 상기 조사빔펄스를 상기 제1 분할빔펄스 세트 및 상기 제2 분할빔펄스 세트로 분할하는 상기 빔분할기로 제공되도록 하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 빔분할기는 상기 조사빔펄스의 경로내에 상기 마스크로부터 상류측에 위치되는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 30

제27항에 있어서,

상기 제1 분할빔펄스 세트는 상기 마스크를 손상시키거나 열화시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 31

제27항에 있어서,

상기 처리장치는 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 마스크에 제공되는 것을 방지하기 위해 컴퓨터 프로그램을

실행하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 제2 분할빔펄스 세트는, 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 마스크에 도달하기 전에 상기 제2 분할빔펄스 세트를 다른 곳으로 전환시킴으로써 상기 마스크에 제공되는 것이 방지되는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 33

제27항에 있어서,

상기 제2 분할빔펄스 세트는 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 34

제27항에 있어서,

상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션이 조사될 때, 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션은 재응고 및 결정화가 허용되는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 처리 장치는,

(e) 단계(d) 이후 및 상기 실리콘 박막의 섹션이 재응고 및 결정화된 후, 상기 빔렛 및 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 다른 섹션에 조사하도록 상기 샘플의 이동을 야기시키는 단계 - 여기서, 상기 다른 섹션은 재응고 및 결정화가 허용된 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션을 적어도 부분적으로 오버랩함 - 를 더 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 처리 장치는,

(f) 단계(d) 이후 및 단계(e) 이전에, 상기 빔렛 및 상기 제2 분할빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 섹션의 적어도 하나의 이전에 조사되고, 충분히 용융되고, 재응고되고, 결정화된 부분에 조사하도록 상기 샘플의 미세 이동을 야기시키는 단계를 더 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 37

제36항에 있어서,

상기 빔렛 및 상기 제2 분할빔펄스 세트는 샘플상의 미세 이동된 조사위치로부터 상기 실리콘 박막의 섹션을 조사하여 충분히 용융시키는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 38

제36항에 있어서,

상기 마스크는 도트형 패턴을 가지며, 상기 패턴의 도트부는 상기 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 39

제36항에 있어서,

상기 마스크는 라인 패턴을 가지며, 상기 패턴의 라인부는 상기 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 40

제35항에 있어서,

상기 마스크는 투명 패턴을 가지며, 상기 패턴의 투명부는 제1 분할빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지할 수 있는 사선 영역을 그 내부에 포함하지 않는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 41

샘플상의 실리콘 박막을 처리하기 위한 시스템에 있어서,

컴퓨터 프로그램을 기억하고 있는 메모리; 및

- (a) 소정의 반복률로 제1 및 제2 조사빔펄스 세트를 제공하기 위해 조사빔 생성기 장치를 제어하는 단계;
- (b) 복수의 빔렛을 생성하도록, 상기 제1 빔펄스 세트의 하역금 마스크를 통해 조사하여 상기 제1 빔펄스 세트의 적어도 일부분이 상기 마스크를 통과하도록 하는 단계; 및
- (c) 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛으로 하역금 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 조사하도록 하는 단계를 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는 처리 장치

를 포함하고,

여기서, 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛이 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션에 동시에 조사될 때, 상기 제2 빔펄스 세트 및 상기 빔렛은 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사된 섹션을 상기 섹션의 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합 세기를 제공하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 42

제41항에 있어서,

상기 처리 장치는 조사빔 생성기 장치로 하역금 소정의 반복률로 조사빔펄스를 방출하도록 하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 43

제41항에 있어서,

상기 처리 장치의 근방에 배치되는 빔분할기

를 더 포함하고,

여기서, 상기 처리 장치는, 상기 조사빔펄스로 하역금, 상기 조사빔펄스를 상기 제1 빔펄스 세트 및 상기 제2

빔펄스 세트르 분할하는 상기 빔분할기로 제공되도록 하는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 44

제43항에 있어서,
상기 빔분할기는 상기 조사빔펄스의 경로내에 상기 마스크로부터 상류측에 위치되는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 45

제43항에 있어서,
상기 빔분할기는 상기 조사빔펄스가 마스크에 도달하기 전에 상기 조사빔펄스를 제1 빔펄스 세트 및 제2 빔펄스
세트르 분할하는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 46

제41항에 있어서,
상기 제1 빔펄스 세트는 상기 마스크를 손상시키거나 열화시키는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 가지는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 47

제41항에 있어서,
상기 처리 장치는, 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 마스크에 제공되는 것을 방지하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램
을 실행하는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 48

제47항에 있어서,
상기 제2 빔펄스 세트는, 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 마스크에 도달하기 전에 상기 제2 빔펄스 세트를 다른
곳으로 전환시킴으로써 상기 마스크에 제공되는 것이 방지되는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 49

제41항에 있어서,
상기 제2 빔펄스 세트는 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키는데 요구되는
세기보다 낮은 대응세기를 가지는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 50

제41항에 있어서,
상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 섹션이 조사될 때, 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션
은 재응고 및 결정화가 허용되는
실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 51

제50항에 있어서,

상기 처리 장치는,

(d) 단계(c) 이후 및 상기 실리콘 박막의 섹션이 재응고 및 결정화된 후, 상기 빔렛 및 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 다른 섹션에 조사하도록 상기 샘플의 이동을 야기시키는 단계 - 여기서, 상기 다른 섹션은 재응고 및 결정화가 허용된 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션을 적어도 부분적으로 오버랩함 - 를 더 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 52

제51항에 있어서,

상기 처리장치는,

(e) 단계(c) 이후 및 단계(d) 이전에, 상기 빔렛 및 상기 제2 빔펄스 세트가 상기 실리콘 박막의 섹션의 적어도 하나의 이전에 조사되고, 충분히 용융되고, 재응고되고, 결정화된 부분에 조사하도록 상기 샘플의 미세 이동을 야기시키는 단계를 더 수행하기 위해 상기 컴퓨터 프로그램을 실행하는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 53

제52항에 있어서,

상기 빔렛 및 상기 제2 빔펄스 세트는 샘플상의 미세 이동된 조사위치로부터 상기 실리콘 박막의 섹션을 조사하여 충분히 용융시키는

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 54

제52항에 있어서,

상기 마스크는 도트형 패턴을 가지며, 상기 패턴의 도트부는 상기 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 55

제52항에 있어서,

상기 마스크는 라인 패턴을 가지며, 상기 패턴의 라인부는 상기 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지하는 상기 마스크의 사선 영역인

실리콘 박막의 처리 시스템.

청구항 56

제51항에 있어서,

상기 마스크는 투명 패턴을 가지며, 상기 패턴의 투명부는 제1 빔펄스 세트의 소정의 부분이 그것을 통해 조사되는 것을 방지할 수 있는 사선 영역을 그 내부에 포함하지 않는

실리콘 박막의 처리 시스템.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 반도체막의 처리를 위한 기술에 관한 것으로, 보다 상세하게는 패턴된 레이저 빔렛을 사용하여 반도체

체막을 처리하는 기술에 관한 것이다.

- <2> 본 출원은 2000년 11월 27일, James S. Im. 에 의해 "Mask Projection System For Laser Crystallization Processing Of Semiconductor Film Regions On A Substrate"의 명칭으로 출원된, 미국 가출원 제60/253,256호에 기초한 우선권을 주장한다.
- <3> 미국정부는 N66001-98-1-8913으로 부여된 Defense Advanced Research Project Agency 조항에 따라 본 발명에 있어 일정권리를 갖는다.

배경 기술

- <4> 순차적인 측방향 응고를 사용하여 이득이 큰 단결정 또는 다결정 실리콘 박막을 제조하는 기술이 알려져 있다. 예컨대, 그 전문이 본 명세서에 참조로서 포함되어 있으며, 본 출원의 공통 양수인에게 양도된 미국 특허출원 번호 제09/390,537호에는, 순차적인 측방향 응고를 수행하기 위해 에너지 제어가능한 레이저 펄스 또는 실리콘 샘플의 스몰-스케일 변환을 사용하여 이득이 큰 다결정 또는 단결정 실리콘 구조를 성장하는데 특히 유리한 장치 및 방법이 개시되어 있다. 상기 출원에 기재된 순차적인 측방향 응고 기술 및 시스템은 에피텍셜 재성장을 허용하지 않는 이들 기관상에 저결함 밀도 결정 실리콘막을 생성할 수 있게 하여 고성능의 마이크로 전자장치를 제조할 수 있게 해준다.
- <5> 상술한 특허문서에는 순차적인 측방향 응고를 수행하는데 특히 유리한 시스템이 기재되어 있지만, 다른 시스템을 변형시켜 순차적인 측방향 응고를 수행하고자 하는 시도가 있어 왔다. 본 명세서에 참조로서 그 전문이 포함되어 있는 미국 특허 제5,285,236호(" '236 특허")에 그러한 시스템이 개시되어 있다.
- <6> 도 1을 참조하면, '236특허에는 1:1 투영조사 시스템(projection irradiation system)이 개시되어 있다. 보다 상세하게, 이 투영조사 시스템의 조명 시스템(20)은 균일한 레이저 빔을 발생시키고, 이 레이저 빔이 광학 시스템(22), 마스크(14), 투영 렌즈 및 반전 유닛을 통과하여 기관샘플(10)상에 투사된다. 그러나, 이러한 종래 기술의 투영조사 시스템에 있어서, 마스크(14)상의 에너지 밀도는 기관(10)상의 에너지 밀도보다 커야만 한다. 이는 기관(10)상에 큰 영향력을 필요로 하는 공정을 고려할 때, 마스크(14)상에 투사된 고에너지 밀도가 마스크(14)를 손상시킬 우려가 있다. 게다가, 이러한 고에너지 레이저 광선은 시스템의 광학성(optics)을 손상시킬 우려가 있다. 따라서, 마스크(14)를 손상시키지 않으면서 순차적인 측방향 응고를 수행하기 위한 '236특허에 기재된 타입의 향상된 투영조사 시스템이 요구된다.

발명의 상세한 설명

- <7> 본 발명의 목적 중 하나는 순차적인 측방향 응고를 수행하기 위해 향상된 투영조사 시스템 및 공정을 제공하는 데 있다. 본 발명의 다른 목적은 레이저 빔과 펄스를 성형하는데 사용된 마스크가 빔/펄스의 세기(intensity)로 인하여 손상되거나 열화되지 않는 시스템 및 이를 사용하는 공정을 제공하는데 있다. 본 발명의 또 다른 목적은 광학소자(예컨대 투영렌즈)를 통해 방출된 에너지를 감소시켜 시스템의 광학성의 수명을 증가시키는데 있다.
- <8> 이러한 목적 및 이하 명세서에 참조로서 명시되는 기타 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서는, 조사 빔이 빔분할기를 통해 2개의 빔으로 분할되고, 이들 각각의 빔은 최초 빔 에너지의 부분 세기를 갖게 된다.
- <9> 본 발명의 한 실시예에서는 샘플상의 실리콘 박막을 처리하는 공정 및 시스템이 제공된다. 보다 상세하게, 조사 빔 생성기는 소정의 반복률로 조사빔펄스를 연속적으로 방출하도록 제어된다. 이어서, 이들 조사빔펄스는 제1 빔펄스 세트와 제2 빔펄스 세트로 분할된다. 제1 빔펄스 세트는 마스크를 통해 조사되어 복수의 빔렛을 생성한다. 제2 빔펄스 세트와 빔렛은 실리콘 박막의 하나 이상의 섹션에 조사된다. 제2 빔펄스 세트와 빔렛이 실리콘 박막의 상기 섹션에 동시에 조사될 때, 이 조합은 실리콘 박막의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융시키기에 충분한 결합세기를 제공한다. 조사빔 생성기 배열이 소정의 반복률로 조사빔펄스를 연속적으로 방출할 수도 있다.
- <10> 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 조사빔펄스는 조사빔펄스를 제1 빔펄스 세트와 제2 빔펄스 세트로 분할하는 빔분할기로 제공될 수 있다. 빔분할기는 조사빔펄스의 경로내에 마스크로부터 상류측에 바람직하게 위치하고, 조사빔펄스가 마스크에 도달하기전에 조사빔펄스를 제1 빔펄스 세트와 제2 빔펄스 세트로 분할한다.
- <11> 본 발명의 또 다른 실시예에 있어서, 제1 빔펄스 세트는 마스크를 손상, 열화 또는 파손시키는데 요구되는 세기

보다 낮은 대응세기를 갖는다. 또한, 제2 빔펄스 세트가 마스크에 도달하기 전에 제2 빔펄스 세트를 마스크로부터 다른 곳으로 전환함으로써 제2 빔펄스 세트가 마스크에 제공되는 것을 방지할 수 있다. 게다가, 바람직하게도 제2 빔펄스 세트는 실리콘 박막의 섹션을 그 전체 두께에 걸쳐 용융하는데 요구되는 세기보다 낮은 대응세기를 갖는다.

- <12> 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 실리콘 박막부의 섹션이 조사될 때, 실리콘 박막의 조사 및 용융된 섹션은 재응고 및 결정화될 수 있다. 실리콘 박막의 섹션이 재응고 및 재결정화된 후, 빔렛과 제2 빔펄스 세트가 실리콘 박막의 다른 섹션에 조사되도록 샘플이 이동된다. 이 다른 섹션은 재응고 및 재결정화가 허용된 상기 실리콘 박막의 적어도 하나의 조사 및 용융된 섹션과 적어도 부분적으로 오버랩하고 있다. 또한, 샘플은 빔렛과 제2 빔펄스 세트가 실리콘 박막의 적어도 하나의 이미 조사되고 완전 용융되어 재응고 및 재결정화된 부분에 조사되도록 미세 이동된다.
- <13> 빔렛과 제2 빔펄스 세트는 미세 이동된 샘플의 위치로부터 실리콘 박막의 섹션을 조사 및 완전 용융할 수 있다. 마스크는 도트형 패턴을 가질 수 있으며, 패턴의 도트부는 제1 빔펄스 세트가 이를 통과하여 조사하는 것을 방지하는 마스크의 사선영역이다. 또한 마스크는 라인패턴을 가질 수 있으며, 패턴의 라인부는 제1 빔펄스 세트가 이를 통하여 조사하는 것을 방지하는 마스크의 사선영역이다. 게다가, 마스크는 투명 패턴을 가질 수 있으며, 패턴의 투명부는 그 내부에 어떤 사선부도 포함하지 않는다.
- <14> 또한, 제1 빔펄스 세트 및/또는 제2 빔펄스 세트의 경로에 빔연장장치를 제공할 수도 있다.
- <15> 본 명세서에 포함되어 일부를 구성하는 도면은 본 발명의 바람직한 실시예를 나타내며 본 발명의 원리를 설명하는데 사용된다.

실시예

- <25> 본 발명에 따른 투영조사 시스템의 실시예를 도 2의 개략적인 블럭도로서 나타낸다. 상세하게, 빔소스(200)(예컨대, 펄스 엑시머 레이저)는, 빔분할기(210)을 통과하여 2개의 빔(211, 221)으로 분할되는 엑시머 레이저빔(201)(빔펄스로 구성됨)을 생성한다. 본 발명의 한 실시예에 있어서, 이들 두개의 분할 빔(211, 221)은 각기 최초 빔(201) 에너지의 50%의 에너지를 가질 수도 있다. 도 2에 나타난 본 발명의 시스템에 다른 에너지 조합을 사용하는 것은 본 발명의 요지내에 포함한다. 각각의 빔(211, 221)은 빔펄스 세트로 이루어진다.
- <26> 제1 분할 빔(211)은 미러(212)에 의해 균질화장치(213)를 향해 재방향되고, 이어서 균질화 장치가 균질화된 빔(215)을 출력한다. 그 다음, 균질화된 빔(215)(및 그 각각의 빔펄스)은 제2 미러(214)에 의해 재방향되어 샘플 이동반(250)에 유지된 반도체 샘플(260)에 입사된다. 금속, 유전체 또는 중합체 막 등의 기타 샘플이 실리콘 반도체 샘플(260)을 대신할 수 있다.
- <27> 실질적으로 동일한 시간동안, 제2 분할 빔(221)(및 그 각각의 펄스)는 미러(222)에 의해 재방향되어 마스크(230)를 통과할 수 있다. 미러는 제2 분할 빔(221)이 마스크(230)와 정렬하도록 배치되어 이를 통해 조사되는 제2 분할 빔(221)(및 그 펄스)이 마스크된 빔펄스(225)로 만든다. 이어서, 마스크된 빔펄스(225)는 제2 미러(231)에 의해 재방향되어 투영렌즈(240)를 통과한다. 그 후, 투영렌즈(240)를 통과한 마스크된 빔펄스(225)는 반전유니트(241)로 재차 재방향되어 반도체 샘플(260)상에 입사된다. 마스크(230), 투영렌즈(240), 및 반전유니트(241)는 상술한 '236특허에 기재된 것들과 실질적으로 유사하거나 동일할 수도 있다. 다른 광학 조합이 사용될 수도 있는 반면 최초 빔(201)의 분할은 최초 빔(201)이 마스크(230)를 통과하기 전에 일어나는 것이 바람직하다.
- <28> 펄스 엑시머 레이저원을 대신하여, 빔원(200)으로부터 샘플(260)까지의 방사빔 경로에 적당한 변형을 가하면서, 빔원(200)은 이하 설명하는 방식으로 박형 실리콘막층을 용융하는데 알맞은 펄스 고체 상태 레이저, 초프 연속과 레이저, 펄스 전자빔 또는 펄스 이온빔 등의 기타 쇼트 에너지 펄스원일 수도 있다는 것은 당업자에게 이해될 것이다. 샘플반(250)의 이동 및 미세 이동은 빔소스원(200) 및 샘플반(250)에 결합되는 연산장치(270)(예컨대, Intel Pentium® 4 마이크로프로세서를 사용하는 컴퓨터)에 의해 바람직하게 제어된다. 연산장치(270)는 마스크(230)의 미세 이동을 제어하여 샘플(260)에 대한 제1 및 제 2빔(211, 221)의 세기패턴을 샘플(260)에 대해 쉬프트시킬 수 있다. 일반적으로, 빔원(200)에 의해 생성된 방사빔펄스는 $10\text{mJ}/\text{cm}^2 \sim 1\text{J}/\text{cm}^2$ 의 빔세기, 10~103nsec의 펄스폭(pulse duration: FWHM), 및 10~104Hz의 펄스 반복률을 제공한다.

- <29> 도 3a는 도 1에 나타난 종래 투영조사 시스템을 사용하여 실리콘막 샘플에서의 에너지밀도 패턴을 나타내는 그래프이다. 상세하게, 이 그래프는 도 1의 종래 시스템에는 빔분할기가 제공되어 있지만 빔분할기(201)가 없을 때의 기관 샘플(10)의 평면에서의 에너지밀도 패턴을 나타낸다. 도 3a에 나타난 바와 같이, 샘플의 실리콘 박막의 특정 부분을 그 전체 두께에 걸쳐 완전 용융하기 위해서, 레이저 펄스의 에너지(E_{melt})는 이러한 용융을 위해 충분히 높아야만 하고, 따라서 마스크(230)에 대한 손상 임계값(E_{damage})을 초과하기 쉽다.
- <30> 도 3b는 도 2에 나타난 투영조사 시스템의 실시예를 사용하여 실리콘막 샘플에서의 에너지밀도 패턴을 나타내는 그래프이고, 빔분할기(211)는 최초빔(201)을 2개의 분할빔(211, 221)으로 분할하는데 사용된다. 보다 상세하게, 제2 분할빔(221)의 에너지밀도 패턴은 마스크(230)의 평면에서 손상 임계값(E_{damage}) 아래로 선택된다. 이러한 방식으로, 빔원(200)에 의해 방출된 조사빔에 의해 생성된 빔에 의해 마스크(230)가 손상되거나 열화되지 않는다. 한편, 제1 분할빔(211)의 펄스에 대응하는 균질화된 빔펄스(216)는 펄스(216)의 세기가 샘플(260)의 실리콘 박막을 그 전체 두께에 걸쳐 용융하기에는 부족하도록 샘플(260)을 조사한다. 제2 분할빔(221)의 세기가 제1 분할빔(211)의 세기에 더해질 때, 획득된 빔펄스의 조합은 샘플(260)의 실리콘 박막을 그 전체 두께에 걸쳐 용융하기에 충분한 세기를 갖는다.
- <31> 본 발명의 공정의 제1 실시예를 도 4a~도 4i를 참조하여 이하에 설명하도록 한다. 보다 상세하게, 도 4a는 부분적으로 제조된 집적회로장치와 같은 샘플(260)의 대표영역을 나타내고, 이 대표 영역상에는 실리콘 박막의 섹션(82)을 적어도 하나(바람직하게는 하나 이상의 섹션) 포함한다. 이 섹션(82)은 수평방향으로 연장하고 있는 임의의 영역 뿐만 아니라 수직방향으로 연장하고 있는 다른 영역으로 구성될 수도 있다. 샘플(160)상의 실리콘 박막의 다른 섹션뿐만 아니라, 섹션(82)은 그 내부에서 다양한 방향으로 지향된 작은 그래인과 그래인 경계를 갖는다. 섹션(82)의 두께는 20nm~2 μ m 사이에 있다. 본 발명의 요지 내에서 실리콘 박막과 그 섹션의 두께를 다르게 사용할 수 있다.
- <32> 도 4b는 원하는 세기패턴을 가지는 제1 방사빔으로 조사된 후의 섹션(82)을 나타낸다. 이 실시예에 있어서, 이 패턴은 섹션(82)의 영역과 바람직하게 정렬되는 "pocka-dot" 패턴이다. 도 2의 마스크(230)는 제2 분할 빔펄스(221)에 의해 조사되는 패턴을 획득하는데 사용될 수 있다. 보다 상세히 설명하면, 마스크(230)는 1-마이크로미터의 수직으로 위치된 불투명 도트형 영역의 하나 이상의 세트에 이루어지는 패턴을 갖는다. 따라서, 마스크(230)상의 불투명 영역의 세트는 섹션(82)상의 대응하는 영역에 조사되는 것을 방지하도록 제2 분할빔(221)이 이를 통과하지 못하게 한다. 그러나, 불투명 도트형 영역 주변의 마스크(230)상의 영역은 펄스가 이를 통과하여 출사된 조사빔펄스가 섹션(82)의 각기 다른 영역을 조사 및 용융하도록 해준다. 획득된 빔펄스는 마스크(320)의 불투명 도트형 영역에 대응하는 "그림자" 영역(61)을 포함하는 세기패턴을 갖는다.
- <33> 제1 분할빔 펄스로 샘플(260)을 조사하면서(용융시키지는 않음), 제2 분할빔펄스(221)가 마스크(230)를 통과할 때, 결합된 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)는 섹션(82)의 영역(50)을 완전히 용융하지만, 도트형 비용융 영역(61)은 용융하지 않는다. 도 2b에 나타난 실시예에 따르면, 비용융 영역(61)은 섹션(82)의 중심선을 따라 일정 간격으로 제공된다. 상세하게, 실리콘 박막의 섹션(82)이 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의해 조사될 때(마스크(230)에 의해 정의된 세기패턴을 갖는 제2 분할빔펄스(221)에 의해), 차단되지 않은 제2 분할빔펄스(221)에 의해 조사된 각 영역은 그 전체 두께에 걸쳐 용융되는 반면 마스크(230)의 불투명 패턴에 의해 차단되는 섹션(82)의 각 영역은 적어도 일부분이 용융되지 않고 남게된다. 따라서, 섹션(82)의 비용융 영역(50)은 최초 형성되었을 때와 같은 실리콘 박막의 섹션(82)의 최초 그래인구조를 갖는다.
- <34> 비용융 영역(61)의 형태에 대응하여 원, 사각형 등과 같이 임의의 형태일 수도 있는 세기패턴의 그림자 영역은 작은 단면적을 갖는다. 그림자 영역은 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 용융된 주변영역이 각 그림자 영역에 관련되는 섹션(82)상의 영역(61)을 완전히 용융시키지 않도록 충분히 큰 것이 좋다. 본 발명에 따르면, 상술한 바와 같이, 각 그림자 영역 각각에 의해 오버랩되는 섹션(82)의 영역(61)은 적어도 일부분이 용융되지 않고 남는 것이 바람직하다.
- <35> 도 4c를 참조하면, 샘플(260)에 제공된 실리콘 박막의 섹션(82)은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트를 통해 조사된 후, 섹션(82)의 용융영역이 냉각 및 재응고 된다. 실리콘 박막의 섹션(82)의 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)은 섹션(82)의 영역(61)의 최초 그래인구조를 가지므로, 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)내의 이러한 그래인구조는 섹션(82)의 인접한 재응고 용융영역내로 그래인의 측방향 성장을 시도한다. 각 용융영역의 이러한 재응고 동안, 그래인은, 실리콘 박막의 섹션(82)내의 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)을 직접 둘러싸는 각 재응고 영역(55)내의 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)으로부터

의측으로 성장한다. 영역(55)의 재응고 후, 이들 영역(55)의 에지 또는 경계에 영역(52)이 형성된다. 영역(52)은 핵응집으로 인하여 형성된 작은 그래인의 다결정 실리콘 영역으로서, 즉 이들 영역(52)에 대응하는 실리콘 박막의 섹션은 부분적으로 용융되어 있으며, 그 내부에 제공된 작은 그래인과 함께 재응고 된다. 각 재응고 영역(55)은 각 영역(52)과, 영역(52)뿐만 아니라 이웃한 재응고 영역(55)에 의해 경계지어진다. 용융 및 재응고 영역(55) 각각에 있어서의 그래인 성장은 각 재응고 영역(55) 내의 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)을 통한 시딩에 의해 이루어진다.

<36> 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)으로부터 성장하는 그래인의 인접 그래인 성장 거리는 마스크(230)로부터 출시되는 빔렛(또는 빔펄스 형태)의 폭으로 정의된 바와 같은 용융영역 폭의 절반 정도이다. 이러한 방식으로, 섹션(82)의 용융영역의 재응고가 완료된 후에, 보다 큰 그래인이 재응고 영역(55) 마다 형성된다. 인접해 있는 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63) 사이의 공간은, 실리콘 박막의 섹션(82)의 용융영역의 재응고가 완료되기 전에(즉, 새로운 그래인의 핵이 사이 공간에 발생하기 전에), 이러한 각 비용융 영역(63)으로부터 성장하는 그래인이 그 두개의 인접한 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)으로부터 성장하는 그래인에 접하도록 되어야 한다. 그래인의 특성 성장 거리는 새로운 그래인의 핵이 발생하기 전에 그래인이 성장하는 거리이다.

<37> 도 4d를 참조하면, 실리콘 박막의 섹션(82)상의 제1 및 제2 분할빔펄스(211,221)의 조사위치는 바람직하게 고정되기 때문에, 샘플(260)은 연산장치(270)의 제어하에서 샘플이동반(250)에 의해 재위치된다. 이는 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트(제2 분할빔펄스(221)의 제2 세트가 마스크(230)를 통과할 때 생성됨)의 세기패턴의 그림자 영역(64)이 각기 최대 인접 그래인 성장거리 미만의 거리만큼 약간 쉬프트되도록 행하여진다(제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴의 그림자 영역(61)의 섹션(82)상의 이전 위치에 대한 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 조사 때문임). 인접 그래인 성장 거리는, 동일한 용융영역내에서 성장한 다른 그래인과 접하기 전에 또한 영역(52)(즉, 핵응집 영역)과 접하기 전에, 인접한 용융영역내의 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역으로부터 그래인이 성장하는 거리이다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트가 실리콘 박막의 섹션(82)상에 조사될 때, 이전의 그림자 영역과는 상이한 각 그림자 영역(64)은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 조사 후 형성된 동일한 재응고 영역(55)내의 상이한 섹션을 오버랩한다.

<38> 예컨대, 새로운 그림자 영역(64)의 위치는 0.01~10m 내의 거리만큼 그림자 영역(61)의 이전 위치로부터 쉬프트될 수 있다. 이하, 이와 같은 작은 재위치 결정을 "미세 이동"으로 참조한다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트가 섹션(82)을 조사할 때, 세기패턴의 그림자 영역(64)을 원하는 만큼 쉬프트하기 위해, 필요에 따라서 마스크(230)는 미세 이동된 샘플(260)(또는 샘플과 함께 미세 이동됨)일 수도 있다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴의 빔렛도 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴의 빔렛에 대하여 쉬프트되지만, 쉬프트된 빔렛은 각기 쉬프트된 그림자 영역(64)에 의해 오버랩되지는 않는 섹션(82)의 전체 영역을 여전히 오버랩한다.

<39> 도 4d에 나타낸 바와 같이, 상술한 샘플(260)의 미세 이동 후에, 도 2의 시스템은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트로 섹션(82)을 조사한다. 이는 시프트 및 비차단된 빔렛에 의해 오버랩되는 실리콘 박막의 섹션(82)의 각 영역은 그 전체두께에 걸쳐 용융되고, 마스크(230)의 도트형 패턴의 각 영역(각기 쉬프트된 그림자 영역(64))에 의해 조사되는 것이 방지되는 섹션(82)의 각 영역은 적어도 일부분이 용융되지 않고 남도록 행하여진다. 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역은 인접한 용융영역에 각각 접하게 된다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴의 대응하는 하나의 그림자 영역(61)에 의해 오버랩되는 일부분과 같이, 각기 쉬프트된 그림자 영역(64)이 동일한 재응고 영역(55)내의 일부분을 오버랩하는 한, 샘플(260)은 임의의 방향으로 미세 이동될 수도 있다. 예컨대, 샘플(260)은 X축에 대하여 -135° 인 $-A$ 방향으로 미세 이동될 수 있고 $-y$ 기에서 반시계방향으로의 각도 회전이 포지티브임-, 또는 샘플(260)은 X축에 대하여 45° 각도인 $+A$ 방향으로 미세 이동될 수 있다.

<40> 도 4e는 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트에 의한 조사에 이어 용융 영역의 재응고가 완료된 이후 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 섹션(82)을 나타낸다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트에 의한 조사 후 섹션(82)의 각 용융영역의 재응고에 따라, 대응하는 하나의 새로운 재응고 영역(55')내에서 성장되는 그래인의 수는 많게 될 것이다. 이는 샘플(260)의 제1 미세 이동과, 제1 및 제2 분할빔펄스(211,221)의 제2 세트에 의한 조사 후 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(65)은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(63)에 포함된 그래인 보다 소량의 그래인을 포함하기 때문이다. 도 4e에 나타낸 바와 같이, 그래인의 성장은 각기 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은

영역(65)으로부터 측방향으로 발생하여 재응고 후에 형성된 섹션(82)의 핵응집 영역(52)에 도달하거나, 또는 인접해 있는 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(65)으로부터 성장하는 그레인과 접촉하여 새로운 재응고 영역(55')을 정의한다. 다시 도 4e를 참조하면, 각각의 새로운 재응고 영역(55')은 도 4c에 나타난 바와 같은 이전의 재응고 영역(55)보다 소량이면서 대형인 그레인(66)을 갖는다.

<41> 도 4f를 참조하면, 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제2 세트에 의한 조사에 이은 용융 영역의 재응고가 완료된 후에, 샘플(260)은 최대 인접 그레인 성장 거리(제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)를 섹션(82)에 조사한 후) 미만의 거리만큼 임의의 방향으로 더 미세 이동(제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)에 대하여)될 수도 있다. 따라서 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제3 세트의 세기 패턴의 2번 쉬프트된 각 그림자 영역(67)은 각 재응고 영역(55)내의 상이한 영역을 오버랩하거나 조사한다. 도 2f에 있어서, 추가 미세 이동(B)의 방향은 X축에 대하여 45°이다. 샘플(260)이 이 방향으로 미세 이동된 후, 섹션(82)은 마스크(230)에 의해 정의된 동일한 세기 패턴을 갖는 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제3 세트에 의해, 그림자 영역(67)이 각기 2번 쉬프트된 영역에서만 조사된다. 2번 쉬프트된 그림자 영역(67)은 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제2 세트에 의한 조사 후 최대 인접 그레인 성장 거리 미만의 거리, 예컨대 0.01~10m 만큼 각기 이전의 그림자 영역(64)로부터 옮겨진다. 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제3 세트의 세기 패턴의 빔렛도 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제2 세트의 세기 패턴의 빔렛에 대하여 쉬프트 되지만, 2번 쉬프트된 빔렛은 각기 2번 쉬프트된 그림자 영역(67)에 의해 오버랩되지 않는 섹션(82)의 전체 영역을 여전히 오버랩한다.

<42> 도 4g는 제1 및 제2 분할빔필스(221, 221)의 제3 세트에 의해 조사된 후에 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 재응고 섹션(82)을 나타내며, 용융 영역의 재응고의 완료상태를 나타낸다. 삭기 2번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(71)은 한번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(65)내에 포함된 그레인 수보다 적은 그레인을 포함하기 때문에, 섹션(82)의 각 용융영역의 재응고의 완료(섹션(82)이 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제3 세트에 의해 조사된 후)에 따라 대응하는 하나의 새로운 재응고 영역(69)에서 육성되는 그레인 수는 같거나 적게 될 것이다. 도 4g에 나타난 바와 같이, 그레인의 성장은 각기 2번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(18)으로부터 측방향으로 발생하여 재차 핵응집된 영역(52)에 도달하거나, 인접해 있는 2번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(71)으로부터 성장하는 그레인에 접촉하여 새로운 재응고 영역(69)을 정의하고, 인접 그레인은 각기 인접 그레인 성장 거리만큼 성장된다. 각각의 새로운 재응고 영역(69)은 도 4e에 나타난 이전의 재응고 영역(55')보다 소량이면서 대형인 그레인(68)을 갖는다.

<43> 도 4h를 참조하면, 섹션(82)의 각 용융영역이 재응고된 후(즉, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제3 세트에 의한 조사를 완료한 다음), 샘플(260)은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제3 세트에 의한 조사 후 최대 인접 그레인 성장 거리 미만의 거리만큼 임의의 방향으로 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)에 대하여 더 미세 이동될 수도 있다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제4 세트의 세기패턴의 3번 쉬프트된 그림자 영역(63)은 각 재응고 영역(69)내의 상이한 영역을 오버랩한다. 도 4h에 나타난 실시예에서는, 방향 C로의 추가 미세 이동의 방향은 X축에 대하여 -135°이고, 추가 미세 이동의 거리는 0.01~10m이다. 샘플(260)이 상술한 거리만큼 이 방향으로 미세 이동된 후, 실리콘 박막의 섹션(82)은 도 4f에 나타난 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제3 세트와 동일한 세기패턴을 갖는 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제4 세트에 의해, 그림자 영역(72) 및 각 세기패턴이 섹션(82)에 대하여 각기 3번 쉬프트되는 곳에만 조사된다.

<44> 도 4i는 각 용융영역의 재응고의 완료와 함께 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제4 세트에 의해 조사된 후의 재응고 섹션(82)을 나타낸다. 각기 3번 쉬프트된 그림자 영역(63)에 의해 오버랩되거나 조사되는 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(73)은 각기 단일 그레인을 포함한다. 따라서, 섹션(82)의 용융영역의 재응고의 완료에 따라, 대응하는 새로운 재응고 영역(70)내에서 성장되어지는 그레인의 수는 동일하거나 많아 질 것이다. 도 4i에 나타난 바와 같이, 그레인의 성장은 3번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(73) 각각으로부터 측방향으로 발생하여, 재차 핵응집된 영역(52)에 도달하거나 인접하여 있는 3번 쉬프트된 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(73)으로부터 성장하는 그레인에 접촉하여 새로운 재응고 영역(70)을 정의한다. 섹션(82)의 새로운 재응고 영역(70) 각각은 그 안에서 성장되는 단일 그레인을 가지며, 각 그레인 경계는 그레인 경계의 위치에서 각 섹션(82)에 실질적으로 수직이다. 도 4a~도 4i를 참조하여 설명한 바와 같이, 섹션(82)은 그 내부에 도 4i에 나타난 희망하는 길이의 그레인 결정 구조를 획득하기 위해서 그 이상 또는 그 이하의 미세 이동, 조사 및 재응고 단계를 받을 수 있다.

<45> 실리콘 박막의 섹션(82)내에 희망하는 결정 그레인 구조를 획득하기 위해 상술한 LS처리를 완료한 후, 샘플(260)은 LS 처리를 위한 다음 섹션으로 이동될 수도 있다. 예컨대, 샘플(260)은 섹션(82)의 재응고 영역의 측벽 사이의 최장거리의 직경보다 조금 작은 거리에 걸쳐 -K방향(X축에 대해 +135°인 방향)으로 이동될 수도 있다.

이러한 방식으로, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)에 의해 생성되는 이동된 세기패턴은 오프셋 및 섹션(82)의 재응고 영역으로부터 -45° 에 제공된 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 이웃한 섹션을 조사한다.

- <46> 도 4J는 상술한 도 4a~도 4i에 나타난 공정을 사용하여 제조할 수 있는 박막 트랜지스터 소자(90, 90')의 상면도이다. 각 트랜지스터 소자(90, 90')는 소스(S) 단자(91, 91') 및 드레인(D) 단자(92, 92')를 포함한다. 또한, 이들 트랜지스터 소자(90, 90')는 대형 그래인 실리콘 영역내에 위치한 각각의 활성채널영역(93, 93')을 갖는다. 이러한 위치결정은 향상된 전기적 성능을 제공하고, 고기능 전기회로의 통합을 허용한다.
- <47> 본 발명에 따른 공정의 제2 실시예를 도 5a~도 5e를 참조하여 이하에 설명한다. 도시할 목적으로, 상술한 공정의 제1 실시예에 사용된 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 섹션(82)의 동일한 구성을 본 실시예에 사용하여 본 발명에 따른 제2 실시예를 설명한다. 공정의 제1 실시예에서와 같이, 맨처음 실리콘(82)은 작은 그래인과 임의의 방향으로 지향된 그래인 경계를 갖는다.
- <48> 도 5b를 참조하면, 실리콘 박막의 섹션(82)은 마스크(230)의 다른 실시예에 의해 정의된 바와 같은 세기패턴을 갖는다. 이 마스크(230)는 마스크의 이동세그먼트에 의해 둘러 쌓이는 비교적 좁은 불투명 스트립을 포함한다. 불투명 스트립은 이곳에 조사된 제2 분할빔펄스(221) 부분이 이 불투명 스트립을 통과하지 못하도록 구성되지만, 불투명 스트립 주변의 투명 세그먼트는 이 투명 세그먼트에 조사된 제2 분할빔펄스(221)가 통과하도록 구성된다. 따라서, 제2 분할빔펄스(221)가 이 마스크(230)에 가해질 때, 획득된 빔펄스의 세기패턴은 마스크(230)의 불투명 스트립의 형태에 대응하는 스트립형의 그림자 영역(83)을 갖는다. 그림자 영역(83)에 더하여, 마스크(230)에 의해 정의된 바와 같이, 제1 방사빔펄스의 세기패턴도 그림자 영역(83)에 의해 오버랩되지 않는 섹션(82)의 모든 영역을 조사하는 빔렛을 포함한다. 유리하게, 그림자 영역(83)의 폭은 0.01~5m이다.
- <49> 먼저, 샘플(260)은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴의 그림자 영역(83)이 실리콘 박막의 섹션(82)의 중심선을 따라 섹션(82)을 오버랩하도록 위치된다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의해 조사됨에 따라, 제2 분할빔펄스(221)의 세기패턴의 비그림자 영역에 의해 오버랩되는 섹션(82)의 각 영역(85, 86)이 그 전체 두께에 걸쳐 용융되고, 한편 각 그림자 영역(83)에 의해 오버랩된 섹션(82)의 각 부분은 적어도 일부분이 용융되지 않고 남겨진다. 제2 분할 빔펄스(211)의 세기패턴의 그림자 영역(83)은 충분히 넓어 섹션(82)내의 용융영역(85, 86)으로부터의 열확산은 각 그림자 영역(83)에 의해 오버랩된 섹션(82)의 영역을 심하게 용융시키지 않는다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후, 섹션(82)내의 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(84)(도 5c 참조)은 LS처리 전의 섹션(82)의 최초 그래인 구조를 가질 것이다.
- <50> 도 5c를 참조하면, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후, 섹션(82)내의 용융영역(85, 86)을 냉각 및 재응고함에 따라, 그래인의 측방향 성장은 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(84)으로부터 완전히 용융되지 않은 영역(52)까지 외측으로 발생한 다음 재응고된다(핵응집된 작은 그래인 영역). 이러한 방식으로, 재응고 영역(87, 88)은 섹션(82)내에 형성되고, 각각의 재응고 영역(87, 88)은 섹션(82)에 대하여 큰 각도 경계가 큰 각도로 지향되어 있는 큰 결정 그래인의 각각의 열(73, 74)을 갖는다.
- <51> 도 5d를 참조하면, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사에 이어 섹션(82)내의 용융영역(85, 86)의 재응고의 완료 후, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴의 그림자 영역(87, 88)이 쉬프트되어 섹션(82)내의 그래인의 각각의 열(73)을 오버랩하기 위해, 샘플(260)은 X축에 대하여 135° 로 M방향으로 미세 이동되거나(도 2 참조), 마스크(230)가 X축에 대하여 -45° 로 -M방향으로 미세 이동될 수도 있다. 샘플(260), 마스크(230) 또는 이들 모두는, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴의 그림자 영역(76)이 섹션(82)내의 그래인의 각각의 열(74)을 오버랩하도록 미세 이동될 수 있다는 것이 당업자에게 이해될 것이다. 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴의 빔렛도 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 패턴에 대해 쉬프트 되지만, 쉬프트된 빔렛은 각기 쉬프트된 그림자 영역(76)에 의해 오버랩되지 않은 섹션(82)의 모든 영역을 계속 오버랩한다. 그림자 영역(76)과 빔렛의 쉬프트를 제외하고, 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴과 동일하다.
- <52> 샘플(260) 또는 마스크(230)(또는 이들 모두)의 미세 이동후, 섹션(82)은 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)의 제2 세트에 의해 조사된다. 이는 쉬프트된 빔렛에 의해 오버랩된 섹션(82)의 각 영역은 그 전체 두께에 걸쳐 용융되기 때문에 행하여지는 반면 각기 쉬프트된 그림자 영역(76)에 의해 오버랩된 섹션(82)의 각 영역은 적어도 일부분이 용융되지 않고 남겨진다. 각기 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역은 인접한 용융영역과 접한다. 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역은, 최초 섹션(82)의 그래인과 그래인 경계 보다 섹션(82)에 대하여 큰 각도를 형성하는 그래인 경계를 가지는 큰 그래인을 포함하기 때문에, 섹션(82)내의 용융 영역(77, 78)의 재응고에 따라, 이들 큰 그래인은 적어도 일부분이 용융되지 않은 영역(85)로부터 섹션(82)의 재차 핵응집된 영역(52)을

향한 각 방향에 있어서 측방향으로 그래인의 성장을 시드하여, 섹션(82)은 도 5e에 나타난 바와 같이 큰 그래인을 가질 것이다. 용융영역(77, 78)의 재응고와 뒤이은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제2 세트에 의한 섹션(82)의 조사가 완료된 후, 적당한 방향으로의 샘플(260) 또는 마스크(230) 중 어느 하나의 미세 이동, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 다른 세트에 의한 조사, 및 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 섹션(82)의 각 용융영역의 재응고의 추가적인 반복이 섹션(82)내의 그래인 수를 더 감소시키기 위해 수행될 수도 있다.

<53> 도 5a~도 5e를 참조하여 설명한 바와 같이, 실리콘 박막의 섹션(82)내에 소망하는 결정 그래인 구조를 얻기 위해 섹션(82)의 LS처리를 완료한 후, 도 4a~도 4i를 참조하여 설명한 바와 같이, 샘플(260)은 LS처리를 위한 실리콘 박막의 다음 섹션으로 이동될 수도 있다. 상세하게는, 샘플(260)은 이 다른 섹션으로 이동되어 LS처리가 수행될 수 있다. 예컨대, 샘플(260)은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)에 의한 다음번 조사가, 섹션(82)의 이전에 조사되고, 완전히 용융되고, 재응고된 영역을 조금 오버랩하는 거리에 걸쳐 -M 방향으로 이동될 수도 있다. 이런 방식으로, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)에 의해 생성되는 이동된 세기패턴은 섹션(82)의 재응고 영역으로부터 오프셋 및 -45° 인 곳에 제공되고, 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 이웃하는 섹션을 조사한다.

<54> 본 발명에 따른 공정의 제3 실시예를 도 6a~도 6d를 참조하여 이하에 설명한다. 도 6a에 나타난 바와 같이, 공정의 실시예에 있어서, 마스크(230)는 마스크(230)의 대응하는 투명영역(305, 309 및 315, 319)을 둘러싸고 있는 각각의 불투명 영역(307, 317)을 가지는 적어도 2개의 슬릿(300, 310) 세트를 포함한다. 본 발명에 따른 제3 실시예에 사용된 마스크(230)는 투명영역(305, 309) 내측에 불투명 영역을 가지지 않는다. 따라서, 슬릿(300, 310)의 사용에 의해, 제2 분할빔필스(221)는 마스크(230)의 슬릿(300, 310)의 패턴에 실질적으로 대응하는 조사패턴을 가지도록 형성된다.

<55> 도 6b를 참조하면, 본 발명에 따른 공정의 제3 실시예를 설명하기 위해, 공정의 제1 및 제2 실시예(도 4a~도 4i 및 도 5a~도 5e에 나타난 바와 같음)에 사용되는 샘플(260)상에 제공된 실리콘 박막의 섹션(82)과 동일한 구성이 제3 실시예에 사용된다. 공정의 제1 및 제2 실시예에서와 같이, 최초의 섹션(82)은 작은 그래인과 임의의 방향으로 지향되는 그래인 경계를 갖는다. 먼저, 실리콘 박막의 섹션(82)의 영역(320, 328, 330, 338)은 도 6a에 나타난 마스크(230)의 실시예에 의해 정의된 것과 같은 세기패턴을 가지는 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제1 세트에 의해 조사된다. 보다 상세히, 영역(320, 328)은 마스크(230)의 슬릿(305, 309)에 의해 형성되는 제2 분할빔필스의 세기패턴의 부분에 의해 조사되고, 영역(330, 338)은 마스크(230)의 슬릿(305, 309)에 의해 형성되는 제2 분할빔필스(221)의 세기패턴의 부분에 의해 조사된다. 마스크(230)의 사선영역은 제2 분할빔필스(221)가 영역(320, 328, 330, 338)에 직접 인접하는 섹션(82)의 영역(329, 339)을 조사하는 것을 방지하기 때문에, 이들 영역(329, 339)은 적어도 일부가 용융되지 않는다. 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후에, 영역(320, 328, 330, 338)은 전체 두께에 걸쳐 용융된다.

<56> 그 다음, 실리콘 박막의 섹션(82)의 적어도 일부가 용융되지 않은 영역(329, 339)이 재응고 및 결정화되어 적어도 일부가 용융되지 않은 영역(329, 339)에 대응하는 핵응집 영역을 형성한다. 또한, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후, 섹션(82)내 용융영역(320, 328, 330, 338)이 냉각 및 재응고되고, 그래인의 측방향 성장은 핵응집 영역(329, 339)로부터 완전히 용융되고 재응고된 영역(320, 328, 330, 338)의 각각의 중심(322, 332)을 향해 외측으로 발생한다. 이러한 방식으로, 재응고 영역(320, 328, 330, 338)은 섹션(82)내에 형성되고, 각각의 재응고 영역(320, 328, 330, 338)은 큰 결정 그래인의 각각 2개의 열(322, 324 및 332, 334)을 갖는다.

<57> 섹션(82)내의 용융영역(320, 328 및 330, 338)의 재응고 및 뒤이은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제1 세트에 의한 조사 후에, 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴을 쉬프트시켜 섹션(82)내의 재응고 영역(320, 328 및 330, 338)의 적어도 하나의 전체열(324, 334)을 오버랩하도록(바람직하게는 그 각각의 중심(322, 332)을 오버랩함), 샘플(260)이 X축에 대하여 135° 에서 M방향으로 이동되거나, 마스크(230)(도 2에 나타냄)가 X축에 대하여 -45° 에서 -M방향으로 미세 이동될 수도 있다. 샘플, 마스크 또는 이들 모두 중 어느 하나가 이동되어 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 세기패턴이 적어도 하나의 열(324, 334)을 약간 오버랩하는 것은 당업자에게 이해될 것이다. 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제2 세트의 세기 패턴은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제1 세트의 세기패턴과 동일하다는 것은 당업자에게 이해될 것이다. 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴을 섹션(82)내의 재응고 영역(320, 328 및 330, 338)의 적어도 하나의 열(324, 334)에서의 스몰 섹션을 약간 오버랩하는 것도 본 발명의 요지내에 있다.

<58> 샘플(260) 또는 마스크(230)(또는 이들 모두)의 이동 후, 섹션(82)의 새로운 영역(340, 342, 350, 352)(상대적으로 이동된 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)은 제1 및 제2 분할빔필스(211, 221)의 제2 세트의 세기패턴에 의

해 조사된다. 영역(320, 328, 330, 338)에서와 같이, 실리콘 박막의 섹션의 새로운 영역(340, 342, 344, 346)은 그 두께에 걸쳐 완전히 용융된다. 상술한 바와 같이, 마스크(230)의 사선영역은 제2 분할빔펄스(221)가 영역(340, 342 및 344, 346)에 직접 인접하는 섹션(82)의 영역(343, 347)을 각각 조사하는 것을 방지한다는 사실로 인하여, 이들 인접영역(343, 347)은 적어도 일부가 용융되지 않는다. 도 6c는 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)에 의해 조사된 후 완전 용융영역(340, 342, 344, 346)이 재응고되었을 때의 샘플(260)을 나타낸다. 부분적으로 용융된 영역(343, 347)도 보여진다.

<59> 도 6d에 나타난 바와 같이, 섹션(82)내의 완전 용융된 영역(340, 342, 344, 346)의 재응고에 따라, 영역(343, 347)이 재응고 및 핵응집하여 핵응집된 영역(343, 347)의 그래인이 용융영역(340, 342, 344, 346)의 그래인의 성장을 이들 영역(340, 342, 344, 346)의 각각의 중심을 향해 측방향으로 시드할 것이다. 동시에, 영역(320, 328, 330, 338)의 응고되지만 재용융되지 않은 부분의 그래인도 영역(340, 342, 344, 346)의 그래인 성장을 이들 영역(340, 342, 344, 346)의 각각의 중심을 향해 측방향으로 시드할 것이다. 이런 방식으로, 영역(320, 328, 330, 338)의 응고되지만 재용융되지 않은 부분으로부터 연장하는 그래인은 새롭게 응고된 영역(340, 342, 344, 346)으로 연장하여, 용융영역(340, 342 및 344, 346)에 각기 대응하는 실리콘 박막의 섹션(82)의 재응고 영역의 각각의 중심(352, 356 및 362, 366)까지 연장하는 장형(長型) 결정 그래인을 각각 형성한다. 따라서, 열(324, 334)내의 그래인은 열(350, 354, 360, 364)내의 그래인 보다 길게 될 것이다.

<60> 이런 방식으로, 실리콘 박막의 섹션(82)내에 소망하는 장형 결정 그래인 구조를 얻기 위한 섹션(82)의 LS처리는 도 6a~도 6d를 참조하여 상술한 바와 같이 얻어질 수 있다. +M 방향 또는 -M 방향으로의 샘플(260)의 이동은 본 발명에 따른 공정의 제3 실시예를 참조하여 설명한 바와 같은 방법으로 전체 샘플이 조사될 때 까지 연속될 수도 있다.

<61> 도 7은 도 4a~도 4i, 도 5a~도 5e, 및 도 6a~도 6d에 나타난 본 발명의 공정을 사용하고, 도 2에 나타난 시스템에 의해 수행될 수도 있는, 적어도 일부가 도 2에 나타난 연산장치의 제어하에 있는 LP처리 절차를 나타내는 흐름도이다. 단계(500)에서는, 도 2의 시스템의 빔원(200) 및 균질화 장치(213)와 같은 하드웨어 부품이 연산장치(270)에 의해 적어도 일부가 초기화된다. 단계(505)에서 샘플(260)이 샘플이동반(250) 위에 로딩된다. 이러한 로딩은 수동으로 또는 연산장치(270)의 제어하에서 잘 알려진 샘플로딩장치를 사용하여 자동으로 수행될 수도 있다. 다음으로, 단계(510)에서 샘플 이동반(250)은 바람직하게 연산장치(270)의 제어하에서 초기 위치로 이동된다. 단계(515)에서 시스템의 각종 광학부품은 적당한 초점 및 정렬을 위해 수동으로 또는 연산장치(270)의 제어하에서 필요에 따라 조절된다. 단계(520)에서 조사/레이저 빔(201)의 펄스 에너지 레벨, 펄스폭 및 반복률을 안정화시킨다. 그 다음, 단계(525)에서 조사/레이저 빔(201)을 빔분할장치(210)에 송출하여 제1 분할빔펄스(211)와 제2 분할빔펄스(210)를 생성한다. 단계(530)에서 제2 분할빔펄스(221)는 마스크(230)에 정렬되고, 제2 분할빔펄스(221)가 마스크(230)를 통해 조사되어 마스크된 빔펄스(225)를 형성한다.

<62> 단계(535)에서, 샘플(260)의 현재 섹션이 용융되지 않았거나 이미 응고되었다면, 샘플(260)의 이 현재 섹션은 제1 분할빔펄스(211) 및 마스크(230)에 의해 제어된 세기패턴을 가지는 마스크된 빔펄스(225)에 의해 조사된다. 이 단계 동안, 샘플(260)은 도 4a~도 4i 및 도 5a~도 5e에 나타난 공정을 참조하여 설명한 바와 같이 미세 이동될 수 있으며, 대응하는 섹션이 다시 조사되고 그 전체 두께에 걸쳐 용융된다. 단계(540)에서, LS처리를 받을 필요가 있는 샘플(260)의 섹션이 더 있는지가 판정된다. 그러한 경우, 샘플(260)은 샘플 이동반(250)을 사용하여 이동되어 그 다음의 섹션이 제1 및 제2 분할빔펄스(211, 221)에 정렬되고(단계(545)), LS처리가 단계(535)로 복귀하여 샘플(260)의 다음번 섹션상에서 수행된다. 그렇지 않은 경우, LS처리는 샘플(260)에 대하여 완료되고, 도면에 나타난 시스템의 하드웨어 부품과 빔을 셧오프하여 공정을 종료한다.

<63> 전술한 것들은 본 발명의 원리를 설명하는 것이다. 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 기술내에서 각종 변경 및 변형이 가능하다. 예컨대, 상기 실시예는 순차적인 측방향 응고에 대하여 설명했지만, 본 명세서내에 그 전문이 참조로서 포함되어 있는 국제특허출원 PCT/US01/12799호 및 미국특허출원 09/390,535호, 09/390,537호 및 09/390,585호에 기재된 것을 포함하는 다른 재료처리기술, 예컨대 마이크로머신, 포토엘레이션(photo-ablation), 및 마이크로 패터닝 기술에 적용될 수도 있다. 상술한 특허출원내에 기재된 다양한 마스크 패턴과 세기 빔패턴 역시 본 발명의 공정 및 시스템에 사용될 수 있다. 본 명세서에 정확하게 기재되거나 도시하지는 않았지만 본 발명의 사상과 범위 내에서 본 발명의 원리를 채용한 각종 시스템 및 방법이 발명될 수 있다.

산업상 이용 가능성

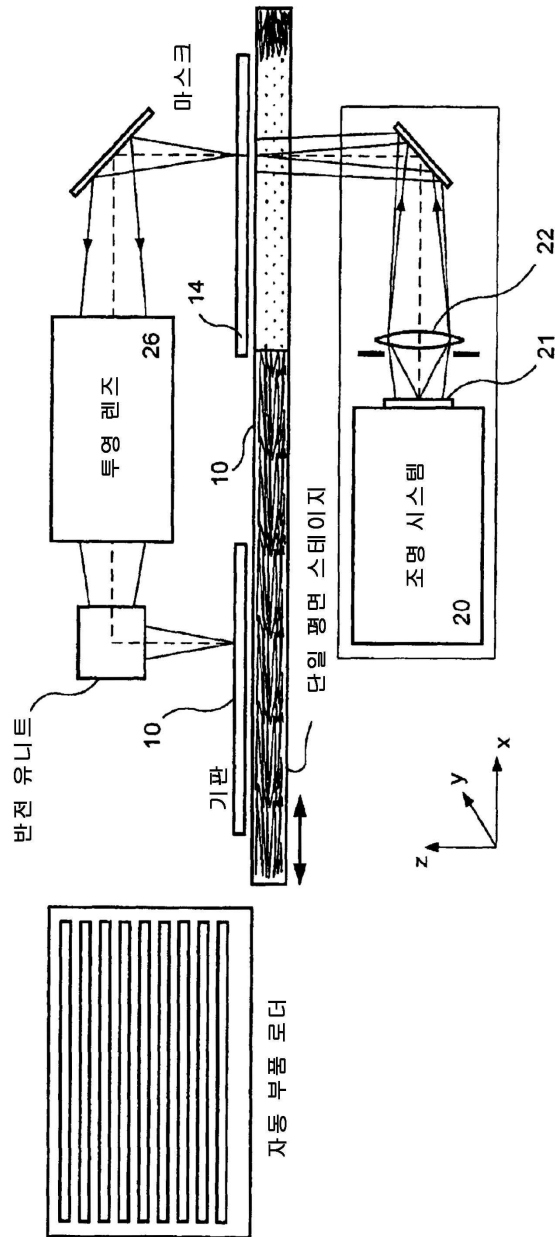
<64> 본 발명에 의하면 순차적인 측방향 응고를 수행하도록 향상된 투영조사 시스템 및 공정을 제공할 수 있다. 또한 레이저 빔과 펄스를 성형하는데 사용된 마스크가 빔/펄스의 세기로 인하여 손상되거나 열화되지 않는 마스크를 사용하는 시스템 및 공정을 제공할 수 있다. 또한, 광학소자를 통해 방출된 에너지를 감소시켜 시스템의 광학품의 수명을 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

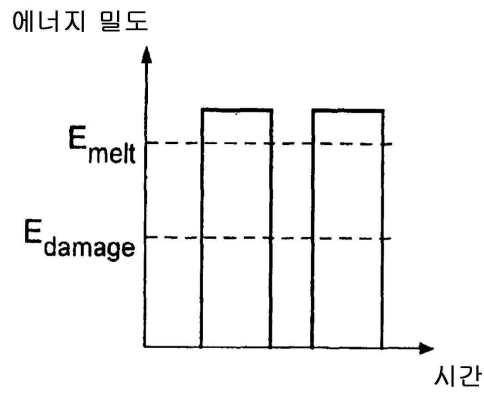
- <16> 도 1은 종래기술의 1:1 투영조사 시스템을 개략적으로 나타내는 블럭도;
- <17> 도 2는 본 발명에 따른 투영조사 시스템의 실시예를 개략적으로 나타내는 블럭도;
- <18> 도 3a는 도 1에 나타난 종래기술의 투영조사 시스템을 사용하여 실리콘막 샘플에서의 에너지 밀도 패턴을 나타내는 그래프.
- <19> 도 3b는 도 2에 나타난 본 발명의 투영조사 시스템을 사용하여 실리콘막 샘플에서의 에너지 밀도 패턴을 나타내는 그래프;
- <20> 도 4a~도 4i는 본 발명의 공정의 제1 실시예에 따른 측방향 응고("LS") 처리에 있어서 상이한 단계에 있는 막 샘플의 섹션의 그래인 구조와 방사빔 펄스 세기패턴을 나타내는 도면.
- <21> 도 4j는 도 4a~도 4i에 나타난 공정을 사용하여 제조될 수 있는 박막소자를 나타내는 상면도.
- <22> 도 5a~도 5e는 본 발명의 공정의 제2 실시예에 따른 LS 처리에 있어서 상이한 단계에 있는 막 샘플의 섹션의 그래인구조와 방사선 펄스 세기패턴을 나타내는 도면.
- <23> 도 6a~도 6d는 본 발명의 공정의 제3 실시예에 따른 LS 처리에 있어서 상이한 단계에 있는 막 샘플의 대표부의 그래인구조와 방사선 펄스 세기패턴을 나타내는 도면.
- <24> 도 7은 도 2에 나타난 시스템에 의해 수행될 수도 있는, 도 4a~도 4i, 도 5a~도 5e, 및 도 6a~도 6d에 나타난 본 발명의 공정을 사용하여 적어도 일부분이 도 2에 나타난 연산장치의 제어하에 있는 LP처리 절차를 나타내는 흐름도.

도면

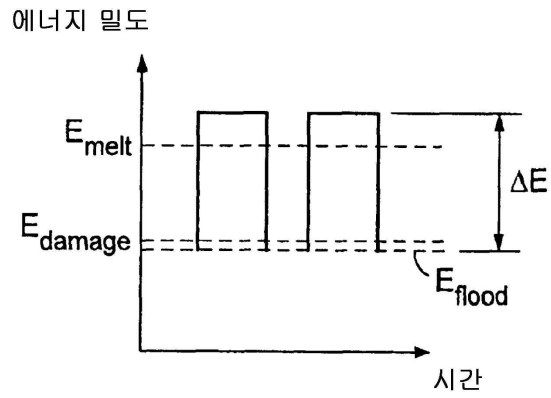
도면1



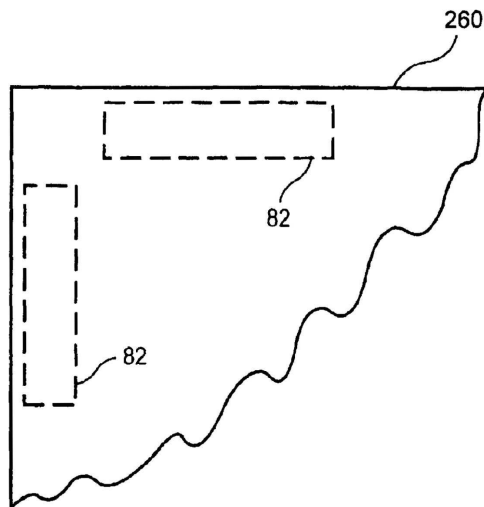
도면3a



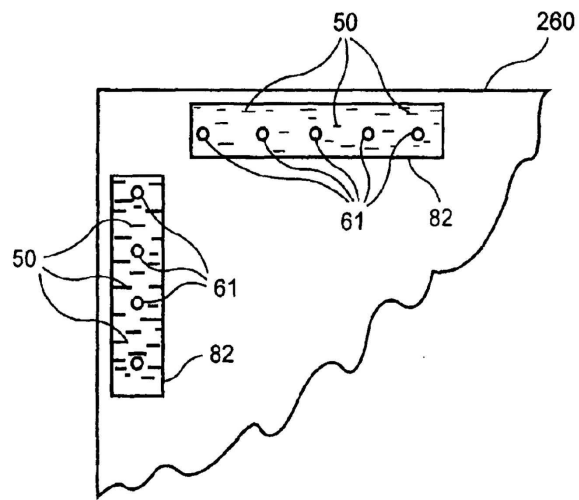
도면3b



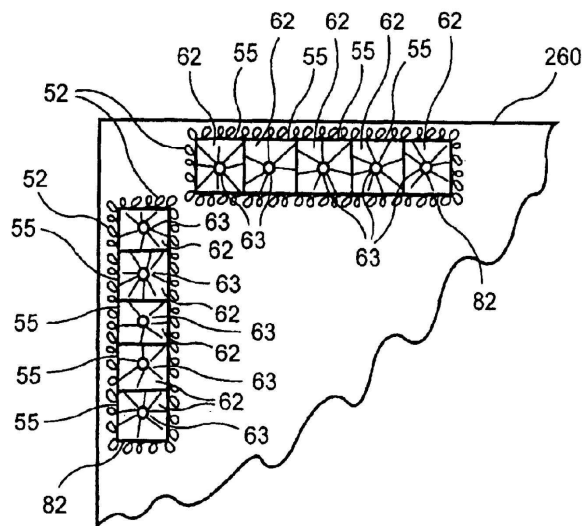
도면4a



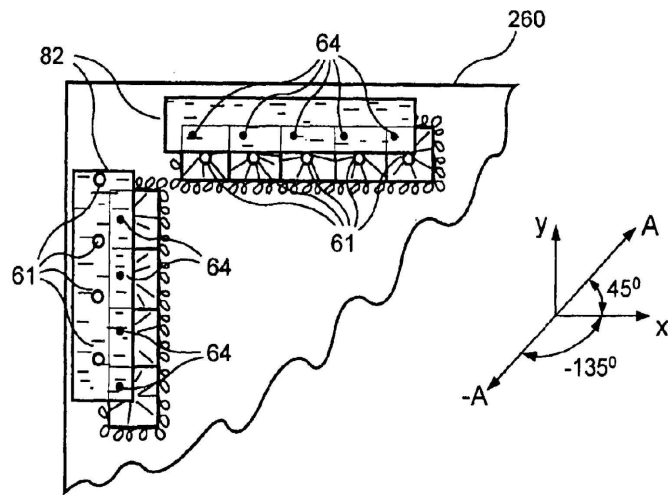
도면4b



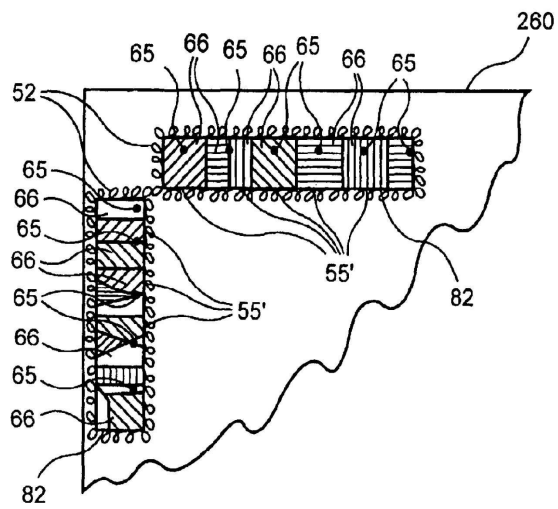
도면4c



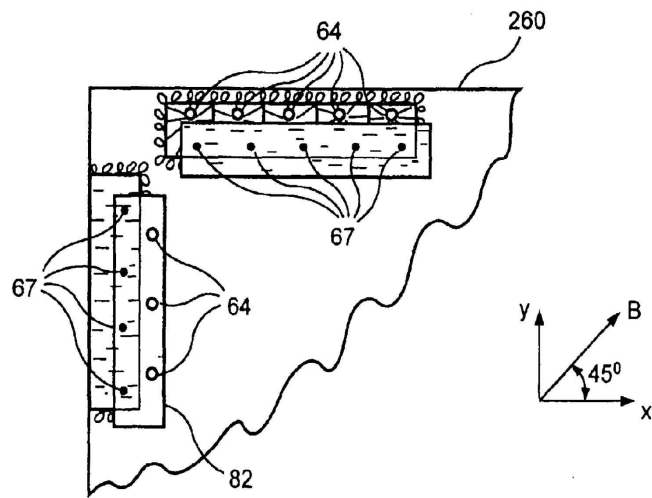
도면4d



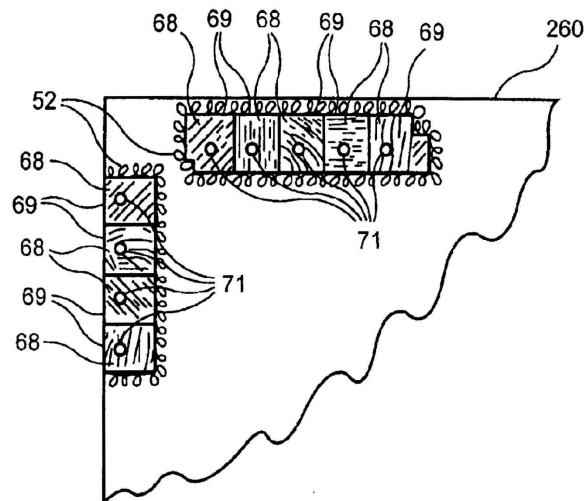
도면4e



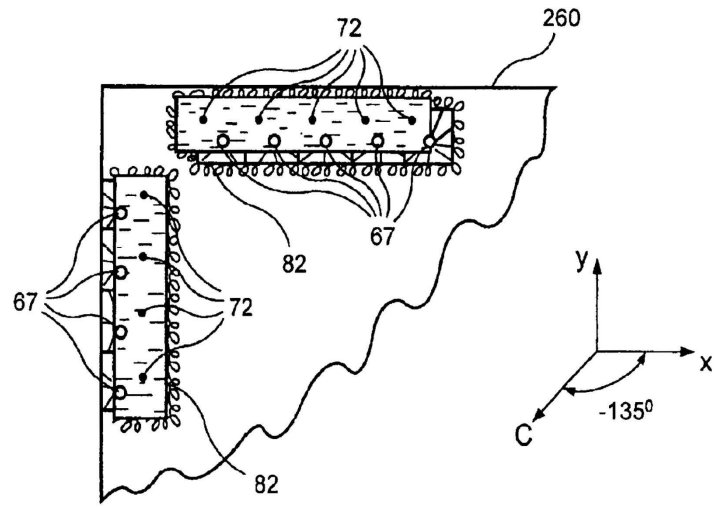
도면4f



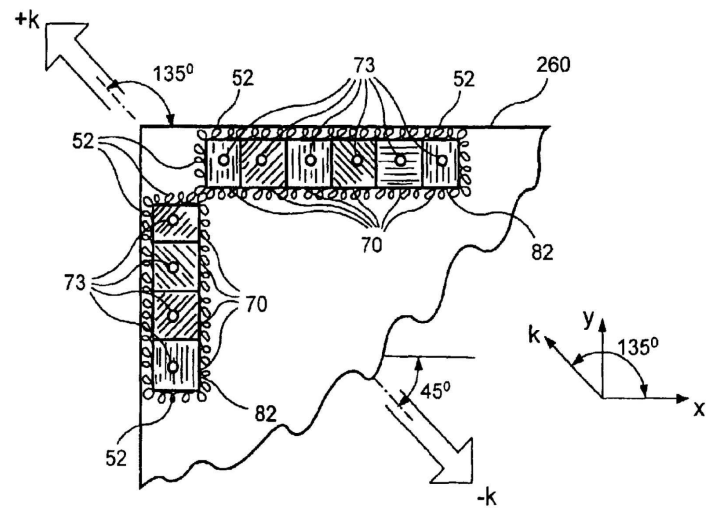
도면4g



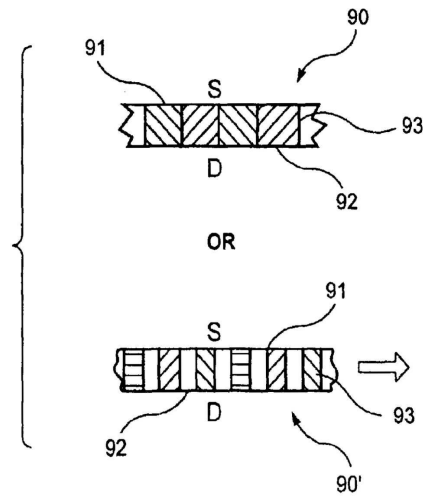
도면4h



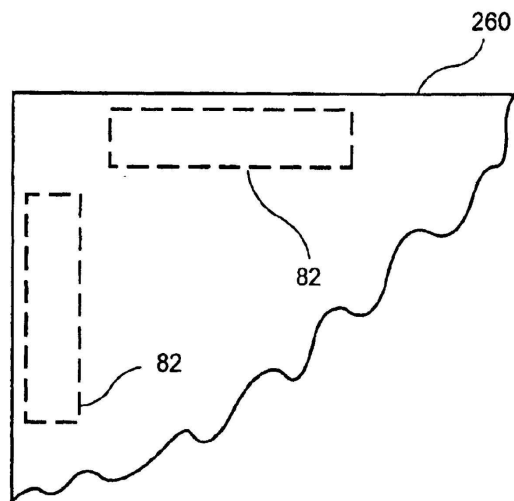
도면4i



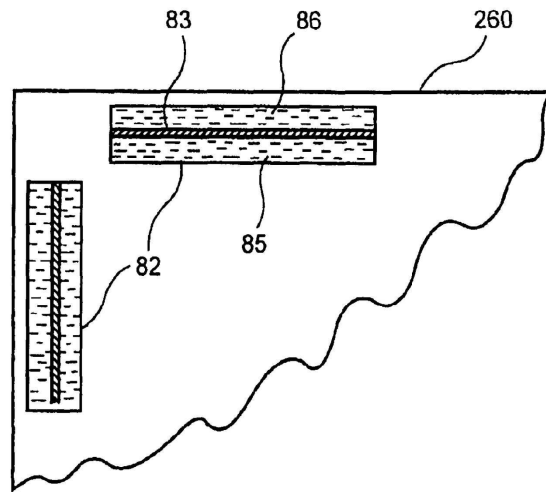
도면4j



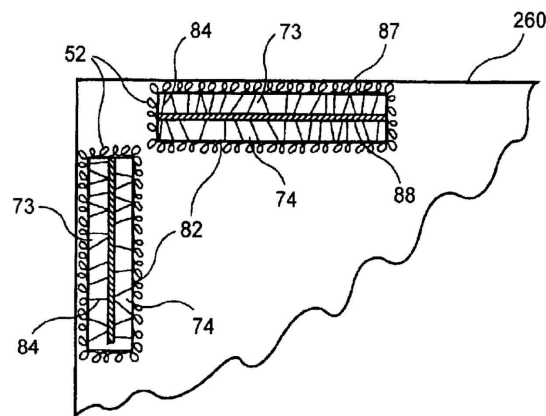
도면5a



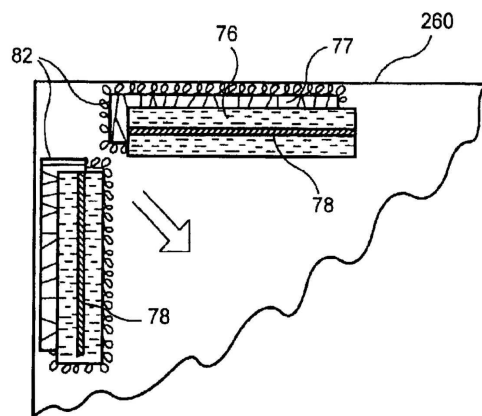
도면5b



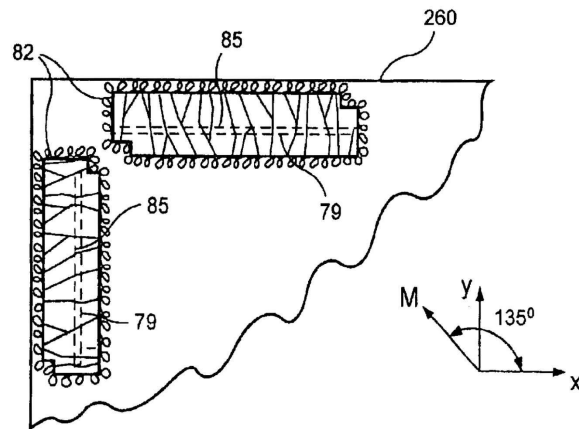
도면5c



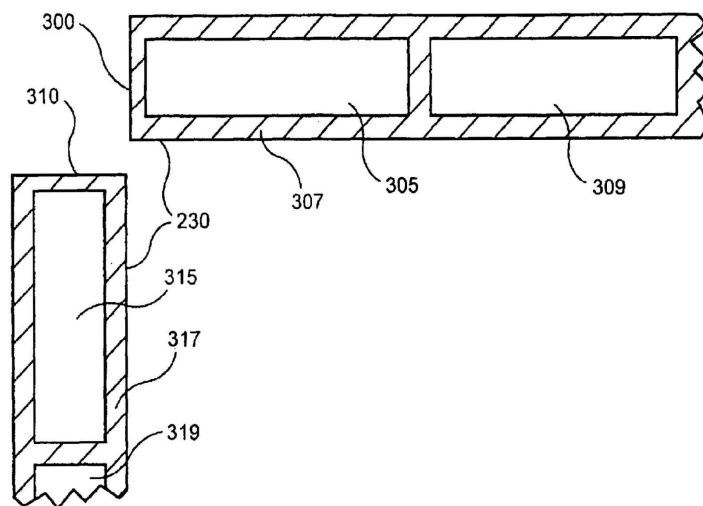
도면5d



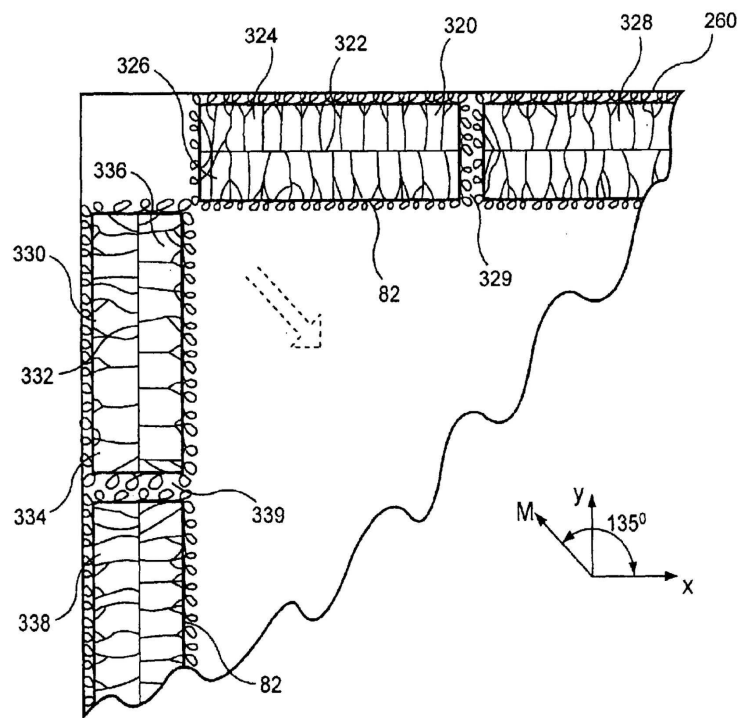
도면5e



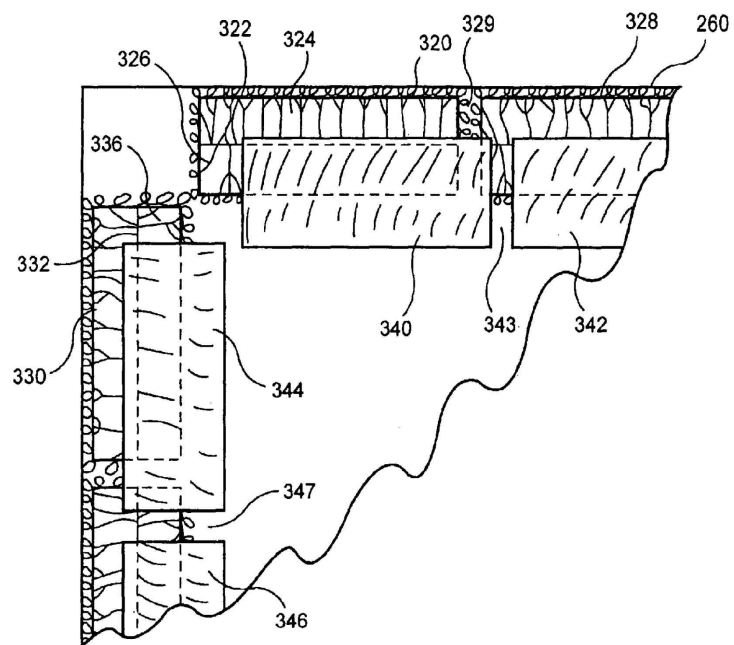
도면6a



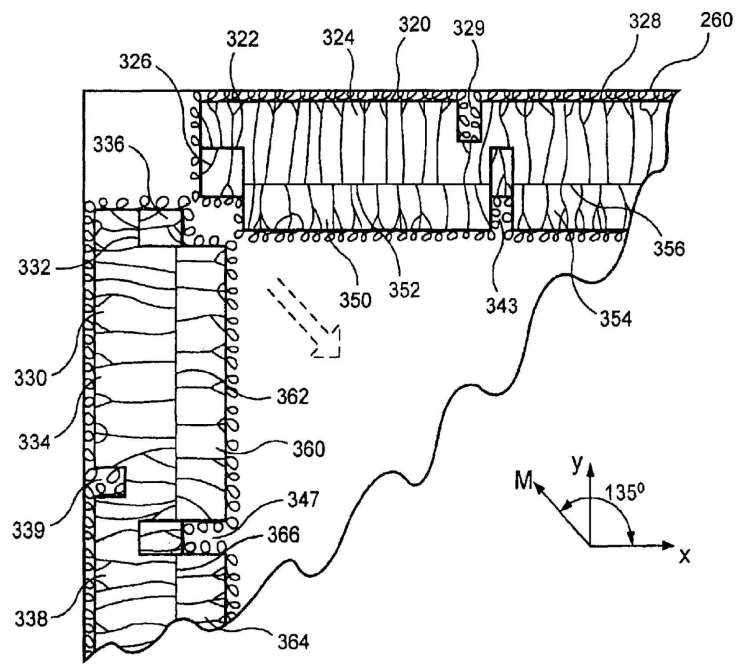
도면6b



도면6c



도면6d



도면7

