



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0029008
(43) 공개일자 2020년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 9/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 9/7084 (2013.01)
G03F 7/70475 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7004215
(22) 출원일자(국제) 2018년07월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년02월12일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2018/055208
(87) 국제공개번호 WO 2019/012499
국제공개일자 2019년01월17일
(30) 우선권주장
102017000079201 2017년07월13일 이탈리아(IT)

(71) 출원인
르파운드리 에스.알.엘.
이탈리아, 67051 아베짜노, 비아 파치노티 7
(72) 발명자
에우제니, 지안루카
씨/오 르파운드리 에스.알.엘., 비아 파치노티,
7, 67051 아베짜노 (에이큐) (이탈리아)
(74) 대리인
안제성, 김한솔, 김준식, 김세환

전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **포토리소그래피 마스크의 정렬 방법 및 반도체 재료의 웨이퍼에서 집적 회로를 제조하기 위한 대응 공정 방법**

(57) 요약

반도체 재료 웨이퍼(20)에서 집적 회로의 제조 공정을 위한 포토 마스크 정렬 방법으로서: 단일 포토리소그래피 공정에 의해, 웨이퍼(20) 상의 적어도 하나의 정렬 구조(10; 10')를 정의하는 제1 레벨에서, 정렬 구조(10; 10')는 적어도 제1(4a) 및 제2(4b) 기준 마크를 가지고; 상기 제1 레벨보다 높은 상위 레벨에서, 적어도 하나의 제1 기준 마크(4a)에 대해 제1 필드 마스크(11a)를 정렬하는 단계; 및 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)가 상호 중첩없이 제1 결합 방향으로 서로 인접하는 웨이퍼(20) 상에 정렬되도록, 적어도 하나의 제2 기준 마크(4b)에 대해, 웨이퍼(20) 내의 각각의 다이(22) 내부에서 집적 회로의 포토리소그래피 형성을 위해, 제1 필드 마스크(11a)와 함께 사용되는 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계를 포함한다.

명세서

청구범위

청구항 1

반도체 재료 웨이퍼(20)에서 집적 회로의 제조 공정을 위한 포토 마스크 정렬 방법으로서,

제1 레벨에서, 단일 포토리소그래피 프로세스에 의해, 상기 웨이퍼(20) 상의 적어도 하나의 정렬 구조(10; 10')를 정의하는 단계 - 상기 정렬 구조(10; 10')는 적어도 제1(4a) 및 제2(4b) 기준 마크를 포함함 -;

상기 제1 레벨보다 높은 상위 레벨에서, 상기 적어도 하나의 제1 기준 마크 (4a)에 대해 제1 필드 마스크(11a)를 정렬하는 단계; 및

상기 제1 필드 마스크 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)가 상호 중첩없이 제1 결합 방향으로 서로 인접한 웨이퍼(20) 상에 배열되도록, 상기 적어도 하나의 제2 기준 마크(4b)와 관련하여, 상기 웨이퍼(20) 내의 각각의 다이(22) 내부에서 상기 집적 회로의 포토리소그래피 형성을 위해, 상기 제1 필드 마스크(11a)와 함께 사용되는 상기 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼(20)는 수평면(xy)에서 주 연장부를 가지고,

상기 정렬 구조(10; 10')는 상기 수평면(xy)에서 상기 제1(11a) 및 제2(11b) 필드 마스크의 각각에 의해 정의된 프린팅 필드보다 작은 연장 영역을 가지는, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 웨이퍼(20)는 수평면(xy)에서 주 연장부를 가지고, 상기 정렬 구조(10; 10')는 상기 수평면(xy)의 제1(x) 및 제2(y) 방향을 따라 상기 제1(4a) 및 제2(4b) 기준 마크와 쌍으로 정렬된 제3(4c) 및 제4(4d) 기준 마크를 더 포함하고, 상기 제1(4a), 제2(4b), 제3(4c) 및 제4(4d) 기준 마크는 상기 단일 포토리소그래피 공정에 의해 상기 웨이퍼(20) 상에 인쇄되는, 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

제1 필드 마스크(11a)를 정렬하는 단계는, 상기 제1(4a) 및 제3(4c) 기준 마크에 대해 상기 제1 필드 마스크(11a)를 정렬하는 단계를 포함하고,

상기 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계는, 상기 제2(4b) 및 제4(4d) 기준 마크에 대해 상기 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 기준 구조(10)는, 상기 제 1 및 제 2 필드 마스크(11a, 11b)에 의해 취해지도록 설계된 위치에 대해, 제1 결합 방향을 따라 중심 위치에서 상기 웨이퍼(20) 상에 배열되고, 서로 인접하게 스티칭되는, 방법.

청구항 6

제4항에 또는 제5항에 있어서,

상기 기준 구조(10)는, 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)에 대응하는 크기와 동일한 상기 제1(x) 및 제2(y) 방향 사이의 하나를 따르는 크기 및 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11, 11b)에 대응하는 크기보다 작은 상기 제1(x) 및 제2(y) 방향 사이의 다른 하나를 따르는 크기를 가지는, 방법.

청구항 7

제3항에 있어서,

상기 제1 레벨보다 높은 상기 상위 레벨에서, 상기 제1 및 제3 필드 마스크(11a, 11c)가 상호 오버레이 영역 없이, 제2 결합 방향에서 서로 인접한 상기 웨이퍼(20) 상에 배열되도록, 상기 제3 기준 마크(4c)에 대해 제3 필드 마스크(11c)를 정렬하는 단계를 더 포함하고,

상기 제3 필드 마스크(11c)는 상기 웨이퍼(20)에서 각각의 다이(22) 내부에서 상기 집적 회로의 포토리소그래피 형성을 위해 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)와 함께 사용되는, 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 레벨보다 높은 상기 상위 레벨에서, 상기 제2 및 제4 필드 마스크(11b, 11d)가 상호 오버레이 영역 없이, 상기 제2 결합 방향에서 서로 인접한 상기 웨이퍼(20) 상에 배열되도록, 상기 제4 기준 마크(4d)에 대해 제4 필드 마스크(11d)를 정렬하는 단계를 더 포함하고,

상기 제4 필드 마스크(11c)는 상기 웨이퍼(20)에서 각각의 다이(22) 내부에서 상기 집적 회로의 포토리소그래피 형성을 위해 상기 제1, 제2 및 제3 필드 마스크(11a, 11b, 11c)와 함께 사용되는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 기준 구조(10')는, 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 필드 마스크(11a, 11b, 11c, 11d)에 의해 취해지도록 설계된 위치에 대한 중심 위치에서 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 필드 마스크(11a, 11b, 11c, 11d)의 공통 코너에 상기 웨이퍼(20) 상에 배열되고, 서로 인접하게 스티칭되는, 방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 구조(10')는, 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)에 대응하는 크기보다 작은 상기 제1(x) 및 제2(y) 방향에 따른 각각의 크기를 가지는, 방법.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 레벨에서 정의하는 단계는, 상기 웨이퍼(20) 상에 복수의 정렬 구조(10; 10')를 정의하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 정렬구조(10; 10') 각각은 상기 제1 및 제2 결합 방향을 따라 상기 웨이퍼(20) 상의 그리드에 배열

되고 각각의 제1 및 제2 기준 마크(4)를 포함하고, 각각의 정렬 구조는 각각의 단일 포토리소그래피 공정에 의해 정의되는, 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 및 제2 결합 방향에 따른 상기 정렬 구조(10; 10') 사이의 거리는 상기 필드 마스크(11a, 11b)에 대응하는 크기를 정의하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 필드 마스크(11a, 11b)의 크기는 서로 다르고, 상기 필드 마스크(11a, 11b) 중 하나 이상에 대해 다른, 방법.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼(20) 상에 복수의 정렬 구조(10; 10')를 정의하는 단계는,

광학 포토리소그래피 기계(32)에 의해 단일 포토리소그래피 공정 및 단일 마스크를 통해 상기 웨이퍼(20)의 영역 상에 정렬 구조(10; 10')를 프린팅하는 단계; 및 상기 프린팅 단계를 반복하기 전에 상기 웨이퍼(20)의 다른 영역 상에 포토마스크를 정렬하기 위해, 상기 광학 포토리소그래피 기계(32)에 대한 상기 웨이퍼(20)의 상대 위치를 변경하는 단계를 되풀이하여 반복하는 동작을 포함하는, 방법.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기준 마크(4) 각각은 복수의 기준 요소(4')를 포함하고,

상기 복수의 기준 요소(4') 각각은, 하위 레벨에 대해 상기 제1 기준보다 높은 상위 레벨에서 각각의 포토리소그래피 공정의 정렬을 위한 것인, 방법.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 제1 기준 마크(4a)에 대해 상기 제1 필드 마스크(11a)를 정렬하고, 상기 적어도 하나의 제2 기준 마크(4b)에 대해 상기 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계는:

상기 웨이퍼(20) 상의 상기 제1 및 제2 기준 마크의 위치를 광학적으로 검출하는 단계; 및

상기 웨이퍼(20) 상의 상기 제1 및 제2 기준 마크 각각의 검출된 위치에 대해 상기 제1 및 제2 필드 마스크 각각을 정렬하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 17

반도체 재료 웨이퍼(20)의 다이(22)에서 집적 회로를 제조하기 위한 공정 방법에 있어서,

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 적어도 하나의 제1 필드 마스크(11a) 및 제2 필드 마스크(11b)를 정렬하는 단계를 포함하는, 공정 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)의 스티칭에 의해 공동으로 정의된 상기 웨이퍼(20)의 영역에서 상기 집적 회로의 처리 단계를 수행하는 단계를 더 포함하고,

상기 처리 단계는, 상기 웨이퍼(20)를 코팅하는 포토 레지스트 층의 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)를 통한 노출 및 상기 노출된 포토 레지스트 층을 통한 상기 웨이퍼의 처리를 포함하는, 공정 방법.

청구항 19

광학 포토리소그래피 시스템(30)에 있어서,

반도체 재료 웨이퍼(20)에 대해 포토리소그래피 절차를 수행하도록 설계되고, 광학 프로젝터(33) 및 제1항 내지 제 16항 중 어느 한 항에 따른 정렬 방법에 따라 상기 광학 프로젝터(33)를 제어하도록 구성된 제어 유닛(34)이 제공되는 광학 포토리소그래피 기계(32)를 포함하는, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 포토리소그래피 마스크(포토 마스크)의 정렬 방법 및 포토리소그래피 기술을 통해 반도체 재료의 웨이퍼에서 집적 회로를 제조하기 위한 대응 공정에 관한 것이다.
- [0002] 본 출원은 2017년 7월 13일에 출원된 이탈리아 특허 출원 제102017000079201호에 대해서 우선권을 주장하며, 그 개시 내용은 참조로 포함된다.

배경 기술

- [0003] 공지된 바와 같이, 포토리소그래피 기술은 예를 들어, 일반적으로 실리콘인 반도체 재료로 만들어진 소위 웨이퍼로부터 생기는 CMOS 회로와 같은 집적 회로 제조에 주로 사용된다.
- [0004] 포토 마스크는 감광성 재료(소위, 포토 레지스트)의 층으로 코팅된 웨이퍼 상에 제조될 집적 회로와 관련된 이미지 또는 패턴을 광학적으로 전사(즉, 인쇄)하는데 사용된다.
- [0005] 포토 레지스트 층으로 코팅된 웨이퍼의 프린팅 필드 상에 포토 마스크를 통해 광을 투영하고 제조될 집적 회로와 관련된 대응하는 이미지를 프린트하기 위해 광학 포토리소그래피 기계(소위 스테퍼)가 웨이퍼 위에 적절하게 위치되며; 이 프린팅 필드는 포토리소그래피 기계의 광학 개구 면적에 대응하는 확장부를 가진다.
- [0006] 공지된 방식으로, 포지티브 포토 레지스트를 사용하는 경우, 포토 마스크를 통해 광에 노출되는 포토 레지스트 층의 영역은, 아래의 웨이퍼 영역이 예를 들어 에칭을 통해, 채널(channels) 또는 트렌치(trenches)를 형성하거나, 반도체 재료의 도핑을 위한 이온 주입에 의해 재료층의 형성을 위해 자유롭게 처리되도록 제거된다. 이에 따라, 예를 들어, 포토 마스크에 의해 정의된 이미지에 대응하는 형상 또는 패턴을 갖는 도체 또는 반도체 또는 유전체 재료를 포함하는 재료 층이 형성된다.
- [0007] 대안적으로, 네거티브 포토 레지스트가 사용될 수 있으며, 이 경우, 포토 레지스트의 인쇄되지 않은 영역(즉, 광에 노출되지 않은 영역)이 제거되어 아래의 웨이퍼 영역이 노출되지 않도록 하여 (예를 들어 에칭 또는 이온 주입을 통해) 적절하게 처리될 수 있다.
- [0008] 어떤 경우에도, 포토 마스크에 대응하는 이미지가 웨이퍼 프린팅 필드 상에 프린팅된 후, 광학 포토리소그래피 기계는 이미지를 웨이퍼의 다른 필드 상에 프린팅하기 위해 광학(optics)에 대해 한 단계씩 웨이퍼를 이동시키

거나 옮긴다. 이 필드는 이미 프린팅 된 필드에 인접해 있다(예를 들어, 웨이퍼가 분할될 수 있는 동일한 행 또는 열에 배열되기 때문에, 웨이퍼는 이러한 프린팅 필드들의 규칙적인 패턴을 특징으로 한다).

- [0009] 그 후, 웨이퍼의 전체 표면이 덮이고 상기 웨이퍼를 코팅하는 포토 레지스트 층이 원하는 방식으로 프린팅될 때까지 포토리소그래피 공정이 반복된다. 후속하여, 제조 절차는 예를 들어 - 상술한 에칭 또는 이온 주입 단계와 같이 노출된 영역에서의 웨이퍼 처리 단계를 포함한다.
- [0010] 공지된 방법으로, 인쇄 회로의 제조를 위한 처리 단계는 적절한 수의 포토 마스크의 사용을 포함할 수 있다. 특히, 집적 회로는 일반적으로 상이한 레벨 또는 오버레이 층(예를 들어, CMOS 회로의 경우, 중간 삽입된 유전체 층을 갖는 상이한 금속화층)으로 구성되며, 이러한 층들의 각각은 적절히 처리된다. 결과적으로, 웨이퍼 프린팅 포토리소그래피 절차는 각각의 포토 마스크를 사용하여 각 레벨마다 반복된다.
- [0011] 웨이퍼 프린팅 필드의 크기는, 실제로 다른 방법으로는 획득이 불가능한 회로의 일부를 나노미터 스케일로 투영하기 위해, 일반적으로 대응하는 포토 마스크 필드의 크기보다 예를 들어 4배 또는 5배 더 작다.
- [0012] 평균적으로, 단일 프린팅 필드는 $N \times M$ 다이의 크기를 가지는 영역을 웨이퍼 상에 투영할 수 있고, 하나의 다이는 웨이퍼가 분할되는 단일 유닛의 크기와 동일하고 직접 회로의 전체 사본을 포함한다. 공지된 방식으로, 실제로, 웨이퍼는 복수의 기본 유닛, 즉 상술한 다이들의 동시 형성을 위해 처리되고; 처리가 종료될 때, 웨이퍼는 스크라이브(scribe) 라인을 따라 절단되어, 소위 소잉(sawing) 작업을 수행하여, 이에 따라 상이한 다이들로 분리(또는 싱글-아웃(single-out))하고, 이어서 예를 들어 상대적인 패키지의 캡슐화 및 결과 칩의 정의와 같은 최종적인 처리 동작이 수행될 수 있다.
- [0013] 이러한 방식으로, 제조될 집적 회로의 단일 다이의 크기는, 최대일 때 웨이퍼 프린팅 필드의 크기와 동일하며, 이는 결국, 예를 들어 26x33 mm와 동일한 광학 포토리소그래피 기계로 얻을 수 있는 최대 개구에 의해 결정된다.
- [0014] 그러나, 제조될 집적 회로의 다이의 크기가 광학 포토리소그래피 기계에 의해 프린팅된 필드의 크기보다 더 클 필요가 있는 경우가 있다. 예를 들어, 전력 집적 회로 또는 소위 풀 프레임(full-frame) CMOS 이미지 장치와 같은 경우가 종종 있다.
- [0015] 이 경우, 둘 이상의 인쇄 필드가 결합될 필요가 있다. 즉 둘 이상의 인쇄필드가 함께 스티칭되어(stich) 소위 스티칭 작업을 수행하여 전체 집적 회로를 함께 생성할 수 있도록 해당 포토 마스크(이하 필드 마스크라 지칭함)를 통해 웨이퍼 상에 프린팅된 이미지들을 최대한 정확하게 결합할 수 있다.
- [0016] 확실히, 이러한 결합 또는 스티칭(stitching) 작업을 위해서는, 상이한 프린팅 필드의 필드 마스크를 배치할 때, 최종적인 집적 회로가 올바르게 형성되도록 보장하기 위해, 높은 수준의 정밀도가 요구된다.
- [0017] 상술한 정확한 위치 결정을 위해 공지된 해결책은, 필드 마스크를 통해 웨이퍼 상에 프린팅되는 정렬 마크(alignment mark)의 사용을 포함한다. 프린팅 필드 사이의 스티칭 정확도는 각 레벨에서 하위(또는 이전) 레이어의 정렬 마크의 위치의 정확도에 따라 다르므로, 이 경우, 정렬에 사용될 수 있는 더 낮은 레벨에 대한 마크가 없기 때문에, 제1 레벨 마스크(또한 제0 마스크라 지칭됨)의 정확한 위치 결정이 중요하다는 것이 분명하다.
- [0018] 제1 레벨에서의 정렬을 보장하기 위한 공지된 해결책은, 이제, 도 1a 및 1b를 참조하여 논의된다.
- [0019] 일반적으로 번호 1로 표시된 필드 마스크는, 광학 포토리소그래피 기계의 전체 노출 개구와 동일한 크기의 사이즈를 가진다. 이 경우, 필드 마스크는 평면에서 볼 때 실질적으로 직사각형(또는 정사각형) 형상을 가진다.
- [0020] 제1 레벨에서, 필드 마스크(1)는 번호 2로 표시된 스티칭 마크(stitching mark)라고도 부르는, 웨이퍼 결합 마크 상에 프린팅하는데 사용되고, 웨이퍼 결합 마크는 각 필드 마스크(1)의 각 측면에 프린팅된다. 이러한 스티칭 마크(2)는 일반적으로 스크라이브 라인에 인접하여 인쇄된다. 즉 웨이퍼가 다이를 형성하기 위한 절단 작업 동안 제거될 웨이퍼 영역에 인쇄된다.
- [0021] 예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같이, 스티칭 마크(2)는 직사각형 또는 정사각형과 같이 형성되고, 서로 마주보는 필드 마스크(1)의 2개의 제1 측면을 따른 제1 크기 및 서로 마주보는 필드 마스크(1)의 다른 2개의 측면을 따라 제1 크기보다 큰 제2 크기를 가진다.
- [0022] 도 1b에 개략적으로 도시된 바와 같이, 2개의 프린팅 필드를 스티칭하기 위해, 1b로 표시된 다음의 필드 마스크는, 대응하는 스티칭 마크(2)가 중첩되는 방식으로, 1a로 표시된 이전 필드 마스크에 대해 배치된다. 특히, 그

렇게 함으로써, 더 큰 크기의 스티칭 마크(필드 마스크(1b)에 의해 정의됨)가 더 작은 크기의 스티칭 마크(필드 마스크 (1a)에 의해 정의됨)를 내부에서 둘러싸고, 2개의 필드 마스크(1a, 1b)는 상기 스티칭 마크(2)를 포함하는 A로 표시된 오버레이 영역에서 중첩된다.

- [0023] 이 해결책은 스티칭 마크(2)의 올바른 상호 위치 측정을 통해 프린팅 필드 사이의 정렬을 측정할 수 있는 가능성을 제공하고, 필요한 경우, 제로 레벨 조정 작업으로도 알려진, 적절한 위치 조정을 실행할 수 있다. 특히, 웨이퍼의 정렬이 부정확한 것으로 판명되면, 비적합 웨이퍼는 폐기될 수 있고 처리되는 다음 웨이퍼의 프린팅 필드 사이의 정렬에서 적절한 변경이 이루어질 수 있다.
- [0024] 도 1c를 참조하면, 2개(또는 그 이상)의 프린팅 필드 사이에서 웨이퍼가 놓이는 수평면(xy)의 제1 수평 방향(x) 또는 제2 수평 방향(y)으로 결합이 예상될 수 있고; 유사하게, (스티칭 마크(2)가 위치한 곳에 해당하는 오버레이 영역(A)이 있으므로)상기 수평면(xy)의 양 수평 방향(x, y) 모두에 결합이 있을 수 있다.
- [0025] 게다가, 도 2에 도시된 바와 같이, 다시 제로 마스크 레벨에서, 필드 마스크(1)는 다음 레벨의 필드 마스크의 정렬을 위해 웨이퍼 기준 마크(또한 오버레이 마크라고도 지칭됨) 상에 인쇄하는데 또한 사용될 수 있다. 이러한 기준 마크(4), 또한, 일반적으로 스크라이브 라인에 인접하여 인쇄된다.
- [0026] 도시된 예에서와 같이, 기준 마크(4)는 각 필드 마스크(1)의 4개의 코너에 인쇄될 수 있고, 복수의 기준 요소(4')를 포함할 수 있고, 다음 마스크 레벨들의 각각의 하나에 대한 정렬을 위해, 이와 같이 다음 마스크 레벨의 올바른 오버레이(레이어 간 정렬로도 지칭됨)를 보장한다.
- [0027] 정확한 스티칭이 제1 레벨에서 수행된다고 가정하면, (이상에서 논의된 바와 같이)스티칭 마크(2)에 의해 가능해진 측정 및 수정 작업 덕분에, 기준 마크(4)의 사용은 또한 그 다음 레벨에서 기본적으로 제1 레벨에서와 동일한 정확도로, 프린팅 필드의 정확한 스티칭을 수행할 수 있게 한다.
- [0028] 상술한 해결책은, 필드 마스크의 정확한 정렬을 보장하는데 효과적임에도 불구하고, 다이 크기가 광학 포토리소그래피 기계에 의해 프린트된 영역보다 큰 경우 일부 문제의 영향을 받는다.
- [0029] 우선, 오버레이 영역(A)의 존재는 집적 회로의 제조를 위해 전체 프린트된 필드를 이용할 수 없게 하고; 이 특징은 특히 작은 크기가 필요한 장치의 경우, 상당한 제한을 가할 수 있다.
- [0030] 게다가, 이 해결책은 제1 레벨에서 필드 마스크 간의 정렬 오류의 수정 및 측정을 포함한다; 이러한 측정 및 수정 작업은, (비적합 웨이퍼를 거부하는 경우) 집적 회로 생산을 위한 제조 시간을 증가시키고, 공정의 효율성을 떨어뜨리는 것으로 이어지는 것 이외에 실수를 발생시킬 수 있고, 모든 후속 마스크 레벨의 정렬에서 결과로서 일어나는 오류를 야기시킬 수 있다.
- [0031] 이와 관련하여, 도 3a 및 3b는 포토리소그래피 공정에 대해 프린팅 필드의 스티칭에서 발생할 수 있는 즉, 이른바 샷 배율 오류(shot magnification error)(도 3a) 및 샷 회전 오류(shot rotation error)(도 3b)로 불리는 정렬 오류의 2가지 가능한 유형을 보여준다.

발명의 내용

- [0032] 본 발명의 목적은 종래 기술의 단점을 극복할 수 있는 포토 마스크의 정렬을 위한 개선된 해결책을 제공하는 것이다.
- [0033] 본 발명에 따르면, 첨부된 청구항들에 기재된 바와 같이 포토 마스크의 정렬 방법 및 집적 회로를 제조하기 위한 대응 공정이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 본 발명은 단지 비 제한적인 예로서, 첨부 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 대한 다음의 상세한 설명을 숙독하면 가장 잘 이해될 것이다.
- 도 1a는 포토리소그래피 공정을 위한 공지된 필드 마스크의 개략도이다.
- 도 1b는 2개의 공지된 필드 마스크의 스티칭의 개략도이다.
- 도 1c는 복수의 공지된 필드 마스크의 스티칭의 개략도이다.
- 도 2는 추가로 공지된 필드 마스크의 개략도이다.

도 3a 및 3b는 필드 마스크의 스티칭에서의 정렬 에러에 관한 개략도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 필드 마스크 정렬 구조의 개략도이다.

도 5 및 6은 도 4의 정렬 구조를 통한 2개의 필드 마스크의 스티칭의 개략도이다.

도 7 및 8은 도 4의 정렬 구조를 통해, 웨이퍼에서 다이를 제조하기 위한 복수의 필드 마스크의 스티칭에 관한 개략도이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 필드 마스크 정렬 구조의 개략도이다.

도 10은 도 9의 정렬 구조를 통해, 웨이퍼에서 다이를 제조하기 위한 복수의 필드 마스크의 스티칭에 관한 개략도이다.

도 11은 도 9의 정렬 구조를 통해, 상이한 크기의 필드 마스크의 스티칭에 관한 개략도이다.

도 12는 도 9의 정렬 구조를 통해, 웨이퍼에서 다이를 제조하기 위한 복수의 필드 마스크의 스티칭에 관한 추가 개략도이다.

도 13은 웨이퍼를 처리하기 위한 포토리소그래피 시스템의 개략적인 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 아래에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, 본 발명의 양태는 일반적으로, 제1 마스크 레벨에서 만들어진 유일한 기준 마크를 사용하여 제1 마스크 레벨 다음의 마스크 레벨의 필드 마스크의 정렬을 획득한다. 따라서 본 발명의 양태는 가능한 수정뿐만 아니라 스티칭 마크 및 상대적인 정렬 측정을 사용하지 않는다.
- [0036] 이 특징은 도 4에 개략적으로 도시되어 있으며, 이는 스티칭 마크(2) 및 기준 마크(4)가 있는 1a 및 1b(이전 필드 마스크와 겹치는 다음 필드 마스크)로 다시 식별되는 2개의 기존의 제로 마스크를 보여준다; 또한, 2개의 필드 마스크(1a, 1b) 사이에 오버레이 영역(A)이 존재한다.
- [0037] 도 4에 도시된 바와 같이, 프린팅 필드의 스티칭을 목표로 하는 다른 접근법을 제안하는 본 해결책은, 오버레이 영역(A)을 제거하는 단계; 스티칭 마크(2)를 제거하는 단계; 및 다음 마스크 레벨의 마스크 필드의 정렬을 위해 유일한 기준 마크(4)를 사용하는 단계를 구상한다.
- [0038] 실제로, 본 해결책은, 제1 레벨에서, 웨이퍼 유일 기준 마크(4) 상에 프린팅하기 위한 정렬 구조(10)의 적절한 그리드를 고려하고, 이는 제1 레벨 다음의 모든 마스크 레벨을 중첩을 통해 정렬하는 것을 목표로 한다.
- [0039] 상술한 바와 같이(비록 이는 도면을 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위해 다음 도면에 상세히 도시되어 있지는 않지만), 각각의 기준 마크(4)는 이러한 목적을 위해, 복수의 기준 요소(4')를 포함하며, 이 경우 제2 수평 방향(y)을 따라 정렬되고, 각각 하나는 다음 마스크 레벨들 중 각각 하나의 정렬을 위한 것이다(따라서, 기준 요소(4')의 수는 마스크 레벨의 수에 따라 달라지며; 도면에 도시된 수는 단순한 예에 불과하다.) 도시된 예에서, 각각의 기준 요소(4')는 수평면(xy)에서 실질적으로 정사각형 형상을 가진다.
- [0040] 특히, 도 5를 참조하면, 각각의 정렬 구조(5)는, 상위 마스크 레벨에서, 도 5에서 11a로 표시된 제1 필드 마스크의 정렬을 위한 제1 기준 마크(4a)의 적어도 하나; 및 상위 마스크 레벨에서, 도 5에서 11b로 표시된 제2 필드 마스크의 정렬을 위한 제2 기준 마크(4b)의 적어도 하나를 포함하고, 상기 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)는 상호간의 오버레이 영역 없이, 결합 방향으로(예를 들어, 제2 수평 방향(y)을 따라) 서로 인접한 웨이퍼 상에 정렬된다. 제1 및 제2 기준 마크(4a, 4b)는 예에서, 동일한 제2 수평 방향(y)을 따라 정렬된다.
- [0041] 특히, 각각의 정렬 구조(10)는 (제조될 집적 회로의 구조의 형성을 고려하지 않는) 단일 프린팅 동작에서, 웨이퍼 상에서 수행되는 단일 포토리소그래피 공정 및 단일 포토 마스크에 의해 프린팅된다.
- [0042] 상술한 상위 레벨의 필드 마스크의 정렬은, 일반적으로 4로 표시되며 제1 마스크 레벨에서 정의되는 기준 마크와 함께, 일반적으로 11로 표시될 것이며, 공지된 방식으로 수행된다. 그러므로, 본 명세서에서는 상세히 설명되지 않는다. 이와 관련하여 광학 포토리소그래피 기계는, 웨이퍼 상에 만들어진 기준 마크(4)의 위치를 식별하고, 포토리소그래피 절차의 실행을 위해 웨이퍼의 스캐닝동안 필요한 위치에 맞춰 매번 웨이퍼 위에 위치하도록 구성된다.
- [0043] 도 5에 도시된 실시예에서, 각각의 정렬 구조(10)는 제2 수평 방향(x)을 따라 연장된, 수평면(xy)에서 실질적으로 직사각형 형상을 가지며, 직사각형 형상의 코너에 배열된 4개의 기준 마크(4)를 정의하고, 제1 수평 방향(x)

및 제2 수평 방향(y)을 따라 쌍으로 나란히 정렬된다.

- [0044] 따라서, 이 경우, 정렬 구조(10)는 제3 및 제4 기준 마크(4c, 4d)를 정의하고, 제1 수평 방향(x)을 따라 정렬된 (이 경우, 제1 및 제3 기준 마크(4a, 4c)로 구성된) 제1 기준 마크(4) 쌍은 제1 필드 마스크(11a)의 정렬에 사용된다. 그리고 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)가 오버레이 영역 없이 제2 수평 방향(y)을 따라 결합되고 정렬되기 위해, 동일한 제1 수평 방향(x)을 따라 정렬된 (이 경우, 제2 및 제4 기준 마크(4b, 4d)로 구성된) 제2 기준 마크(4) 쌍은 제2 필드 마스크(11b)의 정렬을 위해 사용된다.
- [0045] 특히, 단일 포토 마스크 및 단일 포토리소그래피 공정이 정렬 구조 및 상대 기준 마크(4)(특히, 적어도 제1 및 제2 기준 마크(4a, 4b))를 프린팅하기 위해 광학 포토리소그래피 기계에 사용되기 때문에, (레이어 간 정렬을 갖는) 다음 마스크 레벨에서 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b) 사이의 상기 정렬은 자동으로 보장된다. 그러므로, 정렬 측정 및 수정 작업을 수행할 필요가 없다. 사실상, 오정렬 또는 상호 위치 오류는 정렬 구조(10)에서 일련의 기준 마크(4)의 세트를 형성할 때 광학 포토리소그래피 기계에 의해 발생하지 않을 수 있다.
- [0046] 게다가, 정렬 구조(10)는 표면이 필드 마스크(11)의 영역 및 광학 포토리소그래피 기계의 프린팅 영역보다 작은 영역에 걸쳐 연장되고, 전체 집적 회로의 다이를 프린팅하기 위해 후속하여 스티칭된다. 따라서, 광학 포토리소그래피 기계의 노광 렌즈가 왜곡될 가능성에 영향을 덜 받는다.
- [0047] 특히, 도 5에 도시된 실시예에서, 제1 수평 방향(x)을 따른 정렬 구조(10)의 크기는 프린팅 영역의 해당 크기와 동일한 반면, 제2 수평 방향(y)을 따른 동일한 정렬 구조(10)의 크기는 동일한 프린팅 영역의 해당 크기보다 작다.
- [0048] 도 6에 도시된 바와 같이, 실시예의 변형에서, 각각의 정렬 구조(10)는 제2 방향(y)을 따라 연장된 수평면(xy)에서 실질적으로 직사각형 형상을 가질 수 있다.
- [0049] 따라서, 이 경우, 정렬 구조(10)는 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)가 제1 수평 방향(x)을 따라 상호 근접하여 정렬되고 스티칭되기 위해, 제1 필드 마스크(11a)의 정렬에 사용되는 제2 수평 방향(y)을 따라 정렬된 제1 기준 마크(4a, 4b)의 쌍을 정의하고, 제2 필드 마스크(11b)의 정렬에 사용되는 동일한 제2 수평 방향(y)을 따라 정렬된 제2 기준 마크(4c, 4d)의 쌍을 정의한다.
- [0050] 도 7은 반도체 재료, 예를 들어, 실리콘으로 제조된 웨이퍼(20)를 도시하며, 제1 마스크 레벨에서, 정렬 구조(10) 및 대응하는 기준 마크(4)의 그리드가 광학 포토리소그래피 기계의 단계별 이동을 통해 제공되고, 정렬 구조(10)는 제1 수평 방향을 따라 줄지어 정렬되고 각 행을 따라 서로 인접한다.(도 6을 참조하여 상술한 바와 같이 정렬 구조(10)가 제조되는 경우, 제2 방향(y)을 따라 열로 정렬되도록 하기 위해, 정렬 구조(10) 또한, 완전하게 동등한 방식으로, 배열될 수 있음이 분명하다.)
- [0051] 또한, 매번 광학 포토리소그래피 기계가 위치되는 프린팅 필드는 웨이퍼 상에 도시되거나, 상응하는 방식으로, 포토 리소그래피 공정에 매번 사용되며 정렬 구조(10)를 통해 서로 스티칭되는 필드 마스크(11)의 위치가 도시되어 있다. 이러한 프린팅 필드 또한, 행과 열로 배열될 수 있으므로, 어레이(array)를 정의할 수 있다.
- [0052] 이 예에서, 정렬 구조(10)의 그리드는 프린팅 필드(또는 필드 마스크(11))의 2행마다 한 행의 정렬 구조(10)를 포함한다; 다시 말해서, 이 경우 각각의 정렬 구조(10)에 의해 점유되고 점유되지 않는 행 사이에 교대(alternation)가 존재한다.
- [0053] 다음 마스크 레벨에서, 필드 마스크(11a, 11b)는 최종적인 다이(도 7은 단지 하나의 다이(22)를 개략적으로 도시함)를 공동으로 정의하기 위해 쌍으로 스티칭된다. 이에 따라 정렬 구조(10)에 의해 정의된 기준 마크(4)에 대한 중첩 정렬이 이용된다(필드 마스크(11a, 11b) 사이의 완벽한 정렬 및 스티칭은 측정 및 수정 절차 없이 자동으로 보장됨).
- [0054] 특히, 이 경우, 모든 정렬 구조(10)는 다이(22)를 형성하기 위해 정렬 구조(10)에 의해 스티칭된 한 쌍의 필드 마스크(11a, 11b)에 의해 후속적으로 취해지는 위치에 관한 (제2 수평 방향(y)을 따른) 중심 위치에서 웨이퍼(20) 상에 위치된다.
- [0055] 집적 회로의 결과물로 훨씬 큰 크기의 다이(22)가 얻어질 경우, 정렬 구조(10)로 인해, 더 많은 수의 필드 마스크(11)가 함께 스티칭될 수 있음이 명백하다.
- [0056] 일반적으로 말하면, 도시된 실시예에 따르면, n-1 개의 정렬 구조들(10)을 사용함으로써 n개의 행들 및 단일 열의 필드 마스크(11)로 구성된 결과 다이가 얻어질 수 있다.

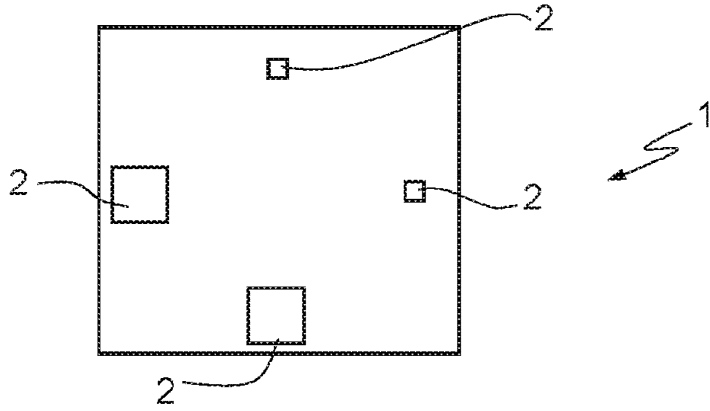
- [0057] 도 8에 개략적으로 도시된 바와 같이, 이 경우 정렬 구조(10)의 그리드는, 필요한 경우 모든 행(유사하게, 도 6을 참조하여 논의된 변형 예의 경우, 정렬 구조(10)의 모든 열)이 웨이퍼(20) 상에 더 많은 수의 정렬 구조(10)의 행이 존재하는 방식으로 배열될 수 있다.
- [0058] 어느 경우에서도, 일반적으로, 정렬 구조들(10)에 의해 정의된 기준 마크들(4)은 웨이퍼(10)의 스크라이브 라인들에 위치되며, 이를 따라 다이들(22)의 분리를 위해 절단이 이루어지므로, 다이(22)에 형성된 집적 회로의 구조와 간섭이 발생하지 않는다(도 7 및 도 8은 SL로 표시되는 단일 스크라이브 라인을 예로 보여준다). 또한, 레퍼런스 마크(4)는 모든 후속 마스크 레벨이 정렬될 수 있도록, 상이한 레벨의 집적 회로가 적용되는 상이한 공정 단계들 동안 이용 가능하고 가시적인 상태로 유지된다.
- [0059] 도 9를 참조하여, 여기서 10'로 표시되는 동일한 정렬 구조를 사용하여 제 1 및 제 2 수평 방향(x, y) 모두에서 필드 마스크(11)를 스티칭 할 수 있는 본 발명의 제2 실시예가 이제 설명될 것이다.
- [0060] 이 경우에도, 정렬 구조(10')는 제1 레벨에서 적절한 포토 마스크에 의해 형성되고, 동일한 포토 마스크를 통해 그리고 동일한 포토리소그래피 절차에 의해 형성된다. 또한, 정렬 구조(10')는, 11a로 다시 표시된 제1 필드 마스크의 상위 마스크 레벨에서 정렬을 위한 적어도 하나의 제1 기준 마크(4a); 상술한 제1 및 제2 필드 마스크(11a, 11b)가 상호 오버레이 영역 없이 제1 결합 방향(예를 들어, 제2 수평 방향(y)을 따라)으로 서로 인접한 웨이퍼(20) 상에 배열되도록, 11b로 표시된 제2 필드 마스크의 상위 마스크 레벨에서 정렬을 위한 적어도 하나의 제2 기준 마크(4b); 및, 또한 상술한 제1 및 제3 필드 마스크(1a, 1c)가 상호 오버레이 영역 없이 다시 제2 결합 방향으로(예를 들어, 제1 수평 방향(x)을 따라) 서로 인접한 웨이퍼(20) 상에 배열되도록, 11c로 표시된 제3 필드 마스크의 상위 레벨에서 정렬을 위한 적어도 하나의 제3 기준 마크(4c)를 포함한다.
- [0061] 도 9에 도시된 실시예에서, 정렬 구조(10')는 또한, 11d로 표시된, 제4 필드 마스크의 상위 마스크 레벨에서 정렬을 위한 제4 기준 마크(4d)를 더 포함하고, 상술한 제2 및 제4 필드 마스크(11b, 11d)는 다시 상호간의 오버레이 영역 없이, 제2 결합 방향으로(예를 들어, 제1 수평 방향(x)을 따라) 서로 인접한 웨이퍼(20) 상에 정렬된다.
- [0062] 정렬 구조(10')는 수평면(xy)에서 실질적으로 직사각형 형상을 가지며, 일반적으로 4로 표시되는, 4개의 기준 마크를 정의하며, 이들 기준 마크는 상기 직사각형 형상의 코너에 배치되고 제1 및 제2 수평 방향(x, y)을 따라 쌍으로 정렬된다.
- [0063] 정렬 구조(10')는 광학 포토리소그래피 기계의 최대 프린팅 영역 및 필드 마스크(11)의 영역보다 훨씬 작은 영역을 가지며, 전체 집적 회로의 다이(22)를 프린팅하기 위해 후속하여 스티칭된다. 따라서, 정렬 구조(10')는 광학 포토리소그래피 기계의 노광 렌즈가 왜곡될 가능성에 훨씬 영향을 덜 받는다.
- [0064] 특히, 도 9에 도시된 실시예에서, 제1 및 제2 수평 방향(x, y) 모두를 따른 정렬 구조(10')의 크기는 프린팅 영역의 해당 크기보다 작다.
- [0065] 도 10은 유사한 방식으로, 포토리소그래피 공정을 위해 매번 사용되고 정렬 구조(10')에 의해 스티칭되는 필드 마스크(11)의 패턴뿐만 아니라, 광학 포토리소그래피 기계가 단계적으로 배치되는 프린팅 필드 패턴을 가진 웨이퍼를 다시 보여준다.
- [0066] 도 10은 정렬 구조(10')에 의한 프린팅 필드의 스티칭으로부터 발생한 다이(22), 이 경우 4개의 다이를 더 개략적으로 나타낸다.
- [0067] 정렬 구조(10')는 프린팅 필드 또는 필드 마스크(11)의 4개의 코너에 대응하는 위치에서 웨이퍼(20) 상에 배치되어, 규칙적인 그리드를 형성한다. 동일한 정렬 구조들(10')은 서로 인접하게 스티칭된 제1, 제2, 제3 및 제4 필드 마스크들(11a, 11b, 11c, 11d)에 의해 취해질 위치에 대해 중심 위치에 추가로 배열된다.
- [0068] 일반적으로, 정렬 구조(10')에 의해 정의된 기준 마크(4)는 다이(22)에 형성된 집적 회로의 구조를 간섭하지 않도록 웨이퍼의 스크라이브 라인(SL)에 위치된다. 가능한 경우, 다이(22) 내에 존재할 수 있는 기준 마크(4)를 제거하는 것이 유리할 수 있다.
- [0069] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 명세서에 설명된 해결책은, 집적 회로를 제조하기 위해 사용되는 광학 포토리소그래피 기계에 의해 허용되는 경우, 상이한 영역을 갖는 프린팅 영역(유사하게, 필드 마스크(11)을 함께 추가로 스티칭할 수 있게 한다.
- [0070] 이 경우, 그리드에서 정렬 구조(10')의 간격은 일정하지 않다(상술한 제1 실시예의 정렬 구조(10) 또한 유사한

고려 사항이 적용될 수 있다).

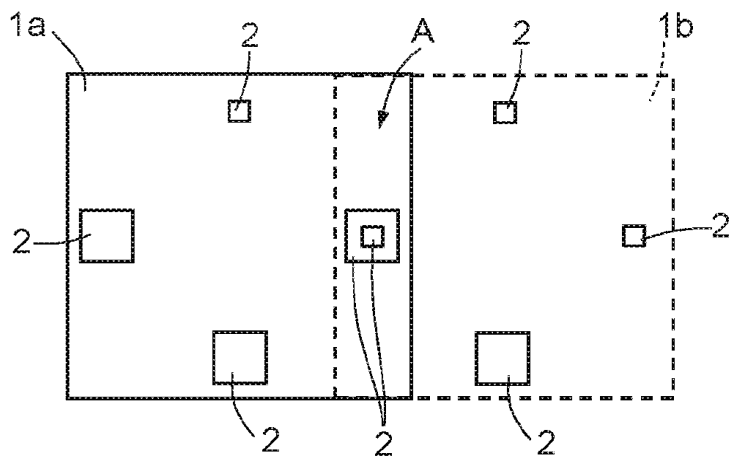
- [0071] 도시된 해결책에서, 단지 예로서, 도 11에서, 결과 다이(22)를 얻기 위해 스티칭된 프린팅 필드의 영역은 서로 모두 다르다.
- [0072] 제1 및 제2 수평 방향(x, y)에 따른 각각의 프린트 필드의 크기는 대응하는 정렬 구조(10') 사이의 그리드에서 간격에 의해 정의된다.
- [0073] 또한, 이상에서 이미 상세히 논의된 바와 같이, 다음 레벨의 필드 마스크(11)의 층간 정렬을 위해 동일한 포토 리소그래피 절차 및 동일한 포토 마스크에 의해 프린팅된 기준 마크(4)의 사용 덕분에, 제1 및 제2 수평 방향(x, y) 모두에서, 정확한 스티칭이 존재한다(따라서, 기준 마크(4)의 위치는 오류의 영향을 받지 않는다).
- [0074] 이러한 제2 실시예는 일반적으로 웨이퍼(20)로부터 시작하여, n x m 프린팅 필드의 스티칭을 통해 형성된 다이의 제조를 허용한다(n 및 m은 물론- 웨이퍼(20)의 크기와 호환되는 서로 동일하거나 다른 임의의 수임).
- [0075] 이와 관련하여, 예를 들어, 도 12는 이 경우 모두 동일한 노출 영역을 가지는, 총 12개의 프린팅 필드의 스티칭을 통해 프린팅 필드의 4개의 행 및 3개의 열로 구성된 다이(22)의 제조를 나타낸다.
- [0076] 본원에 기술된 해결책의 장점은 상기 설명으로부터 명백하다.
- [0077] 어느 경우에서도, 본 발명에 따른 정렬 방법은 제1 마스크 레벨에서 스티칭 마크를 제거할 뿐만 아니라 동일한 스티칭 마크와 관련된 조정 및 수정 동작을 제거할 수 있으며, 이에 따라 제조 공정을 단순화하고, 또한, 동일한 제조 공정의 효율을 증가시킨다는 점이 강조된다.
- [0078] 특히, 정렬 방법은 프린팅 필드들 사이에 오버레이 영역의 존재를 요구하지 않으므로, 전체 노출 영역이 집적 회로의 제조에 사용될 수 있게 한다.
- [0079] 또한, 프린팅 필드 사이의 정렬 정확도는 기존 솔루션에 비해 향상된다.
- [0080] 본 명세서에 기술된 해결책은 결과적으로 다이를 생성하기 위해 원하는 수의 인쇄 필드의 스티칭에 큰 자유도를 보장하는데, 이는 유리하게는 하나의 단일 유형의 정렬 구조를 사용하여 상이한 영역의 동일한 영역을 가질 수 있으며, 이에 따라 웨이퍼 상에 프린팅되어 정렬 구조의 그리드를 형성한다.
- [0081] 도 13은 일반적으로 30으로 표시된, 광학 포토리소그래피 시스템을 개략적으로 도시하며, 여기서 상기 상술한 정렬 방법은 유리하게 적용될 수 있다.
- [0082] 광학 포토리소그래피 시스템(30)은 반도체 재료의 웨이퍼(20) 상에서 포토리소그래피 절차를 수행하도록 설계되고 광학 프로젝터(33), 예를 들어 레이저 프로젝터가 제공되는 광학 포토리소그래피 기계(32); 포토리소그래피 절차의 실행을 위해 광학 프로젝터(33)를 제어하도록 설계되고, 특히, 프로세서 및 메모리를 포함하고, 프로세서에 의해 실행될 때, 상기 정렬 방법이 수행되도록 하는 적절한 컴퓨터 명령을 저장하는 제어 유닛(34); 웨이퍼(20)를 지지하도록 설계된 캐리어(36); 및 웨이퍼(20)를 이동시키기 위해 제어 유닛(34)에 의해 제어되고 웨이퍼(20)와 광학 프로젝터(33) 사이의 적절한 상호 위치 설정을 얻는 이동 유닛(38)을 포함한다.
- [0083] 마지막으로, 상술한 해결책은 이러한 이유로 첨부된 청구범위에 정의된 본 발명의 범위를 벗어나지 않고, 변경 및 변형될 수 있음이 명백하다.
- [0084] 특히, 본 발명에 따른 정렬 방법에 의해 함께 스티칭될 수 있는 프린팅 필드의 수는, 원하는 크기를 갖는 다이를 제조하기 위해, 위에서 논의된 것과 다를 수 있다.

도면

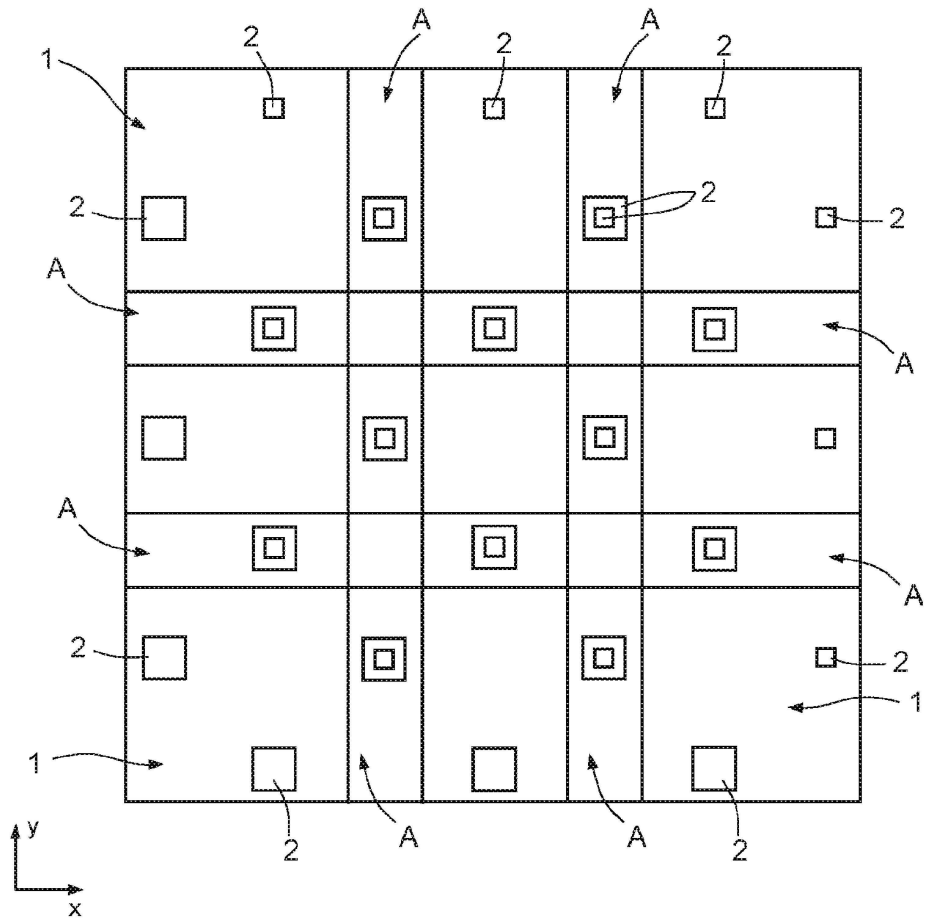
도면1a



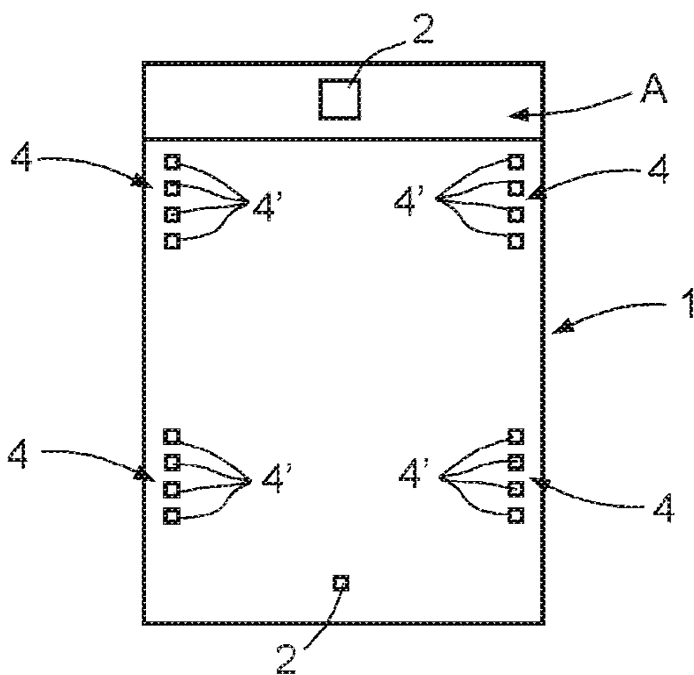
도면1b



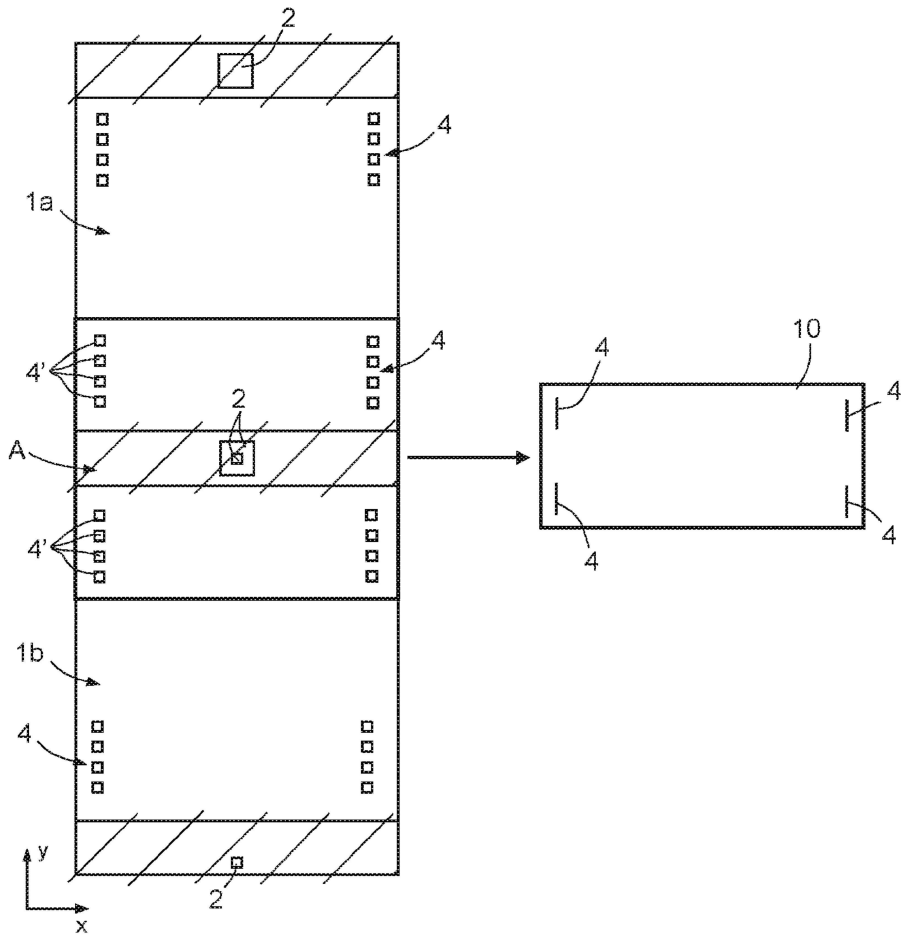
도면1c



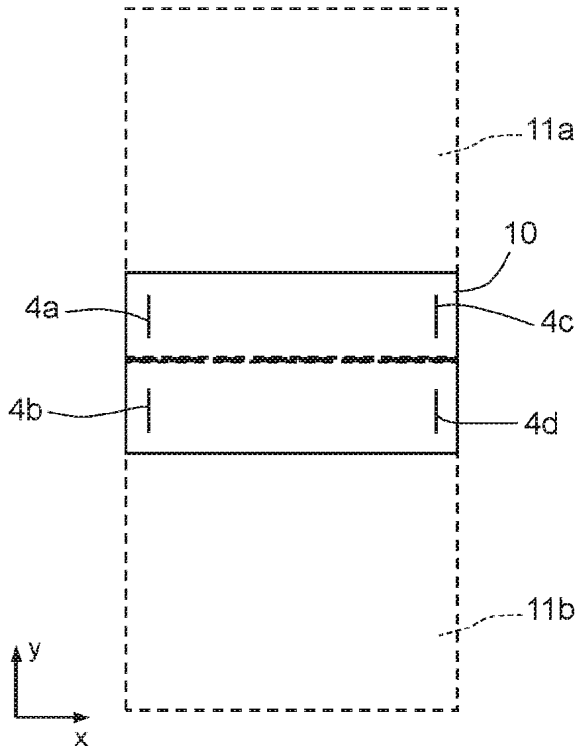
도면2



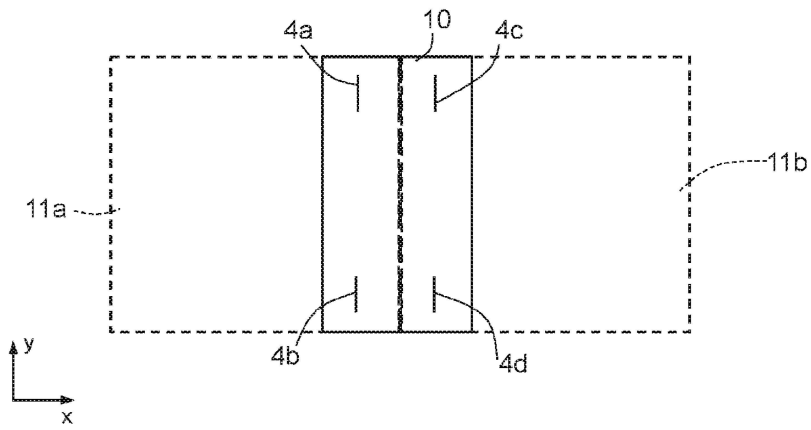
도면4



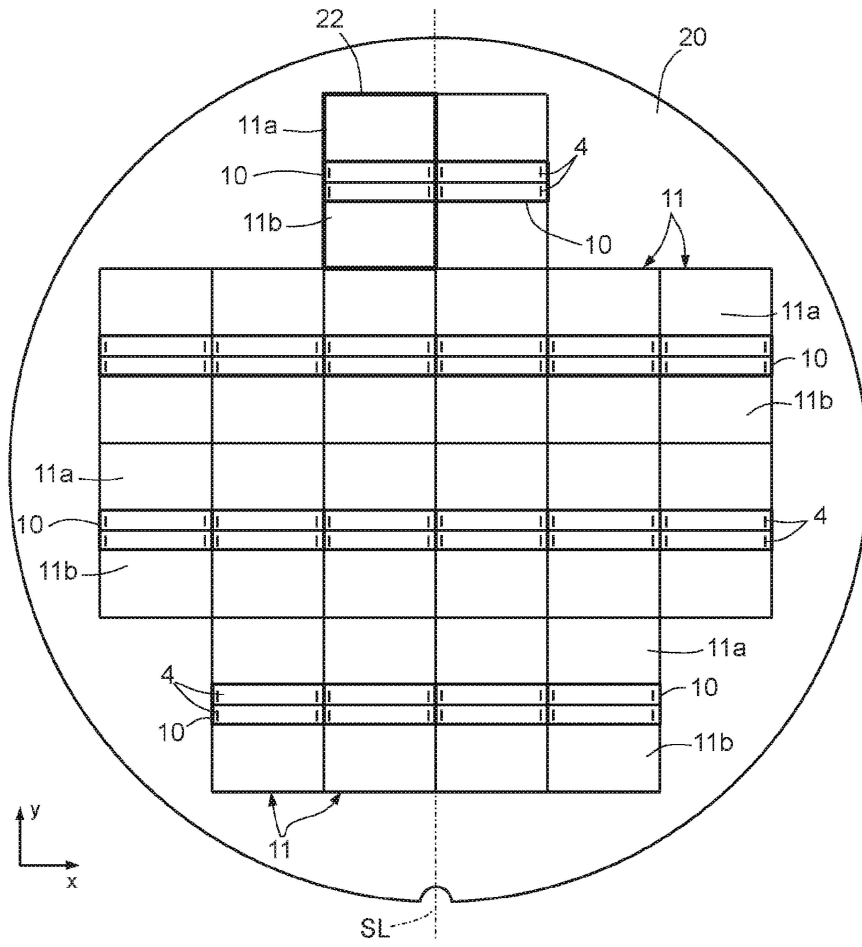
도면5



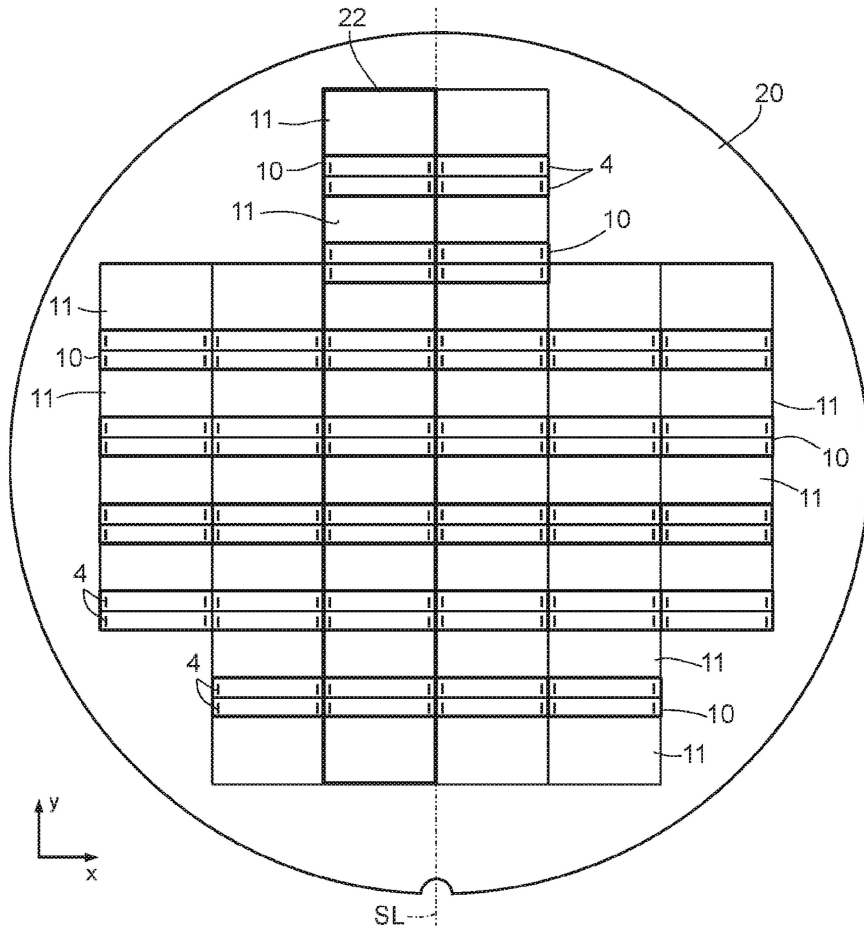
도면6



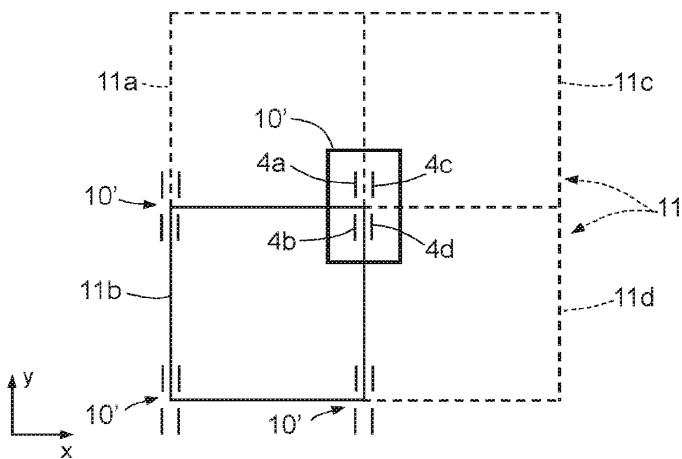
도면7



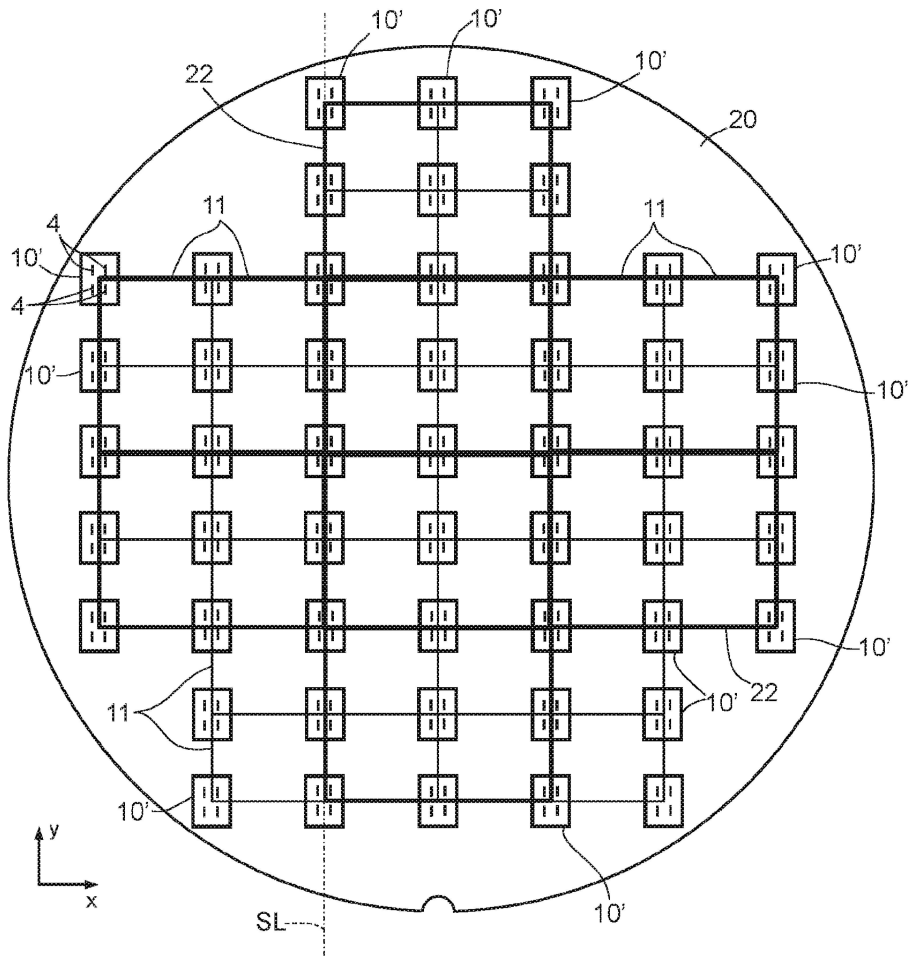
도면8



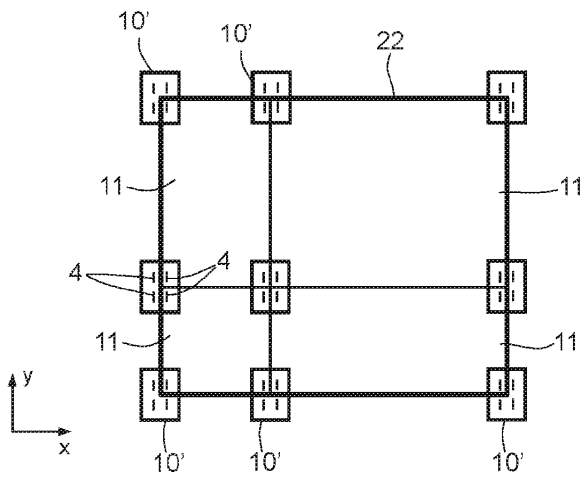
도면9



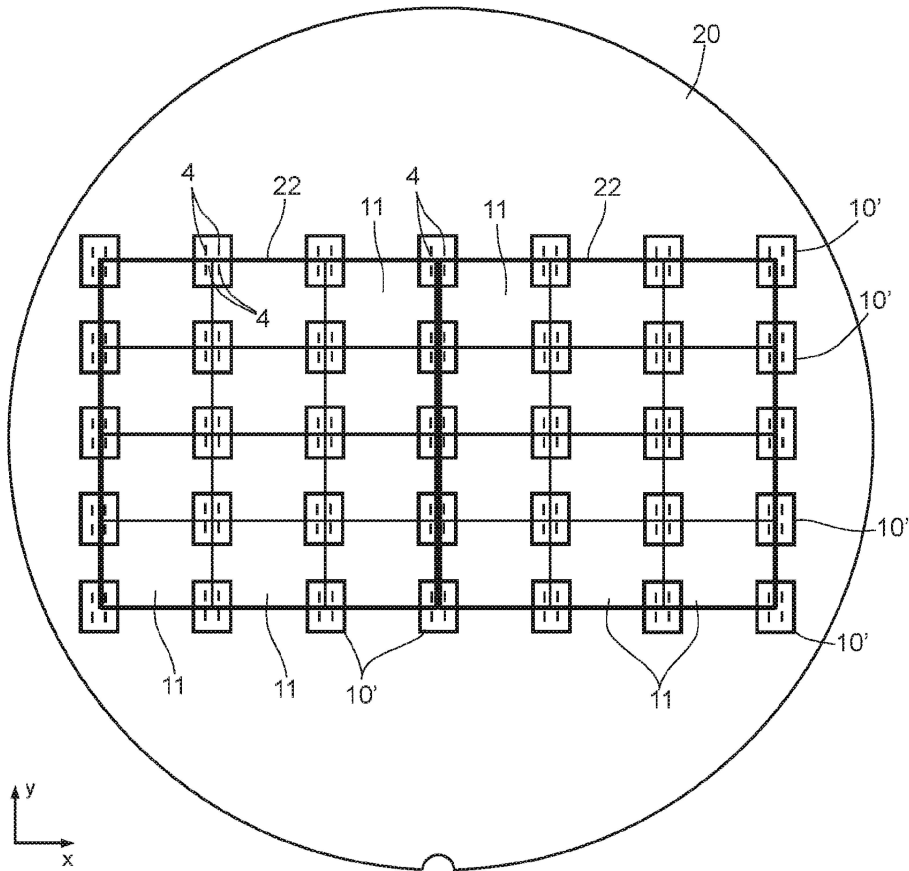
도면10



도면11



도면12



도면13

