

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013126794/07, 14.11.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.11.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

13.11.2010 US 61/413,396;

17.11.2010 US 61/414,459

(43) Дата публикации заявки: 20.12.2014 Бюл. № 35

(45) Опубликовано: 27.02.2016 Бюл. № 6

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2007057204A1, 15.03.2007. US
2004119024A1, 24.06.2004. US
2004135983A1, 15.07.2004. JP 2005347054A,
15.12.2005.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 13.06.2013(86) Заявка РСТ:
EP 2011/070032 (14.11.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/062931 (18.05.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

МЕЙЕР Ян Андрис (NL)

(73) Патентообладатель(и):

МЭППЕР ЛИТОГРАФИ АйПи Б.В. (NL)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ДВУМЯ СОСТАВЛЯЮЩИМИ ЛУЧАМИ
В УСТРОЙСТВЕ ЭКСПОНИРОВАНИЯ С МНОЖЕСТВОМ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЛУЧЕЙ

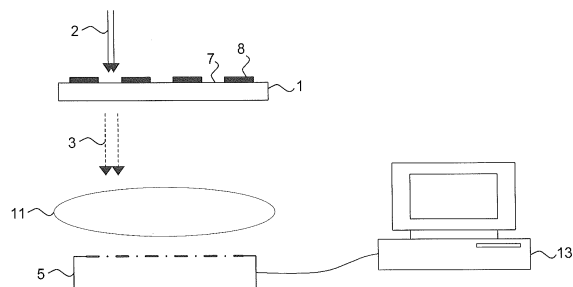
(57) Реферат:

Изобретение относится к способу определения расстояния между двумя составляющими лучами заряженных частиц в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей. В устройстве предусмотрен датчик, содержащий преобразовательный элемент (1), предназначенный для преобразования энергии заряженных частиц (2) в свет (3), и светочувствительный детектор (5). В преобразовательном элементе предусмотрена область поверхности датчика, в которой

предусмотрен двумерный рисунок блокирующих (8) и неблокирующих областей (7) для составляющего луча. Способ содержит этапы, на которых: сканируют первым составляющим лучом двумерный рисунок, принимают свет, генерируемый преобразовательным элементом в ответ на заряженные частицы, составляющие часть первого составляющего луча, переданного через двумерный рисунок, и преобразуют принятый свет в первый сигнал с использованием светочувствительного детектора. Затем

двумерный рисунок и первый составляющий луч перемещают относительно друг друга на заданное расстояние. После этого сканируют вторым составляющим лучом двумерный рисунок, принимают свет, генерируемый преобразовательным элементом в ответ на заряженные частицы, составляющие часть второго составляющего луча, переданные через двумерный рисунок, и преобразуют принятый

свет во второй сигнал посредством светочувствительного детектора. Расстояние между первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом определяют на основе первого сигнала, второго сигнала и заданного расстояния. Технический результат - повышение точности определения положения составляющего луча. 4 н. и 23 з.п. ф-лы, 12 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013126794/07**, 14.11.2011

(24) Effective date for property rights:
14.11.2011

Priority:

(30) Convention priority:
13.11.2010 US 61/413,396;
17.11.2010 US 61/414,459

(43) Application published: **20.12.2014** Bull. № **35**

(45) Date of publication: **27.02.2016** Bull. № **6**

(85) Commencement of national phase: **13.06.2013**

(86) PCT application:
EP 2011/070032 (14.11.2011)

(87) PCT publication:
WO 2012/062931 (18.05.2012)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):

MEJER Jan Andris (NL)

(73) Proprietor(s):

MEhPPER LITOGRAFI AjPi B.V. (NL)

(54) **DETERMINATION OF SPACING BETWEEN TWO BEAMLETS IN EXPOSURE DEVICE WITH MULTIPLE BEAMLETS**

(57) Abstract:

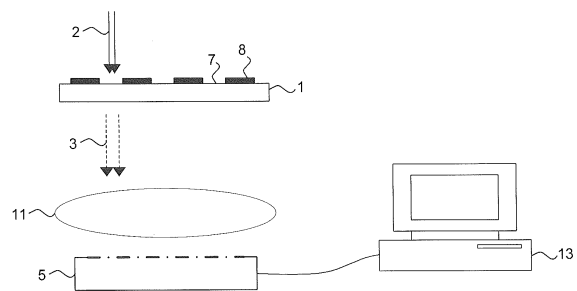
FIELD: physics.

SUBSTANCE: claimed device incorporates the transducer with element (1) for conversion of the energy of charged particles (2) into light (3) and light-sensitive detector (5). Said conversion element has the transducer surface area provided with 2D pattern of the component beam locking area (8) and non-locking area (7). Proposed method comprises the stages that follow. Said 2D patter is scanned by the first component beam. Light generated by the conversion element in response to charge particles making the part of said first component beam transmitted through 2D patter is received. Received light is transformed to the first signal with the help of light-sensitive detector. Then, 2D pattern and the first component beam are displaced relative to each other through preset distance. Thereafter, 2D pattern is scanned by the second component beam. Light generated by the conversion element in response to

charge particles making the part of said second component beam transmitted through 2D patter is received. Received light is converted into the second signal by aforesaid light-sensitive detector. Spacing between the first and second component beams is defined on the basis of the first and second signals and preset distance.

EFFECT: higher accuracy of component beam position.

27 cl, 12 dwg



ФИГ.1

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к способу определения расстояния между двумя составляющими лучами заряженных частиц в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Для переноса рисунков на целевую поверхность выполняют управляемое блокирование составляющих лучей в комбинации с их перемещением по целевой поверхности в соответствии с информацией модуляции. Пример литографической системы с множеством составляющих лучей заряженных частиц описан в патенте США №6,958,804.

В таких литографических системах может использоваться очень большое количество составляющих лучей, то есть порядка 10000 или больше, например 13000. В будущих конструкциях предполагается использовать даже порядка 1000000 составляющих лучей. Общая цель современных литографических систем с электронным лучом состоит в том, чтобы обеспечить возможность формировать рисунки на целевой поверхности с высокой разрешающей способностью, при этом некоторые приложения позволяют формировать рисунки с критическим размером значительно меньше элемента с размером 100 нм.

Чтобы обеспечить коммерческую конкурентоспособность таких литографических систем с множеством составляющих лучей и с высокой разрешающей способностью должны быть обеспечены малые предельно допустимые ошибки в литографической отрасли. Поэтому важно, чтобы положение каждого из составляющих лучей заряженных частиц было точно известно и им можно было бы управлять. Из-за различных обстоятельств, таких как производственные допуски и тепловой дрейф, такие положения могут, однако, отклоняться от их ожидаемых и желательных положений, что может сделать эти отклонившиеся составляющие лучи непригодными для точного формирования рисунка.

В обычных литографических системах положение каждого составляющего луча определяют путем частого измерения положения составляющего луча. Зная положение составляющего луча, составляющий луч может быть сдвинут в правильное положение.

Известные способы калибровки положения составляющего луча, в общем, содержат, по меньшей мере, три этапа: этап измерения, на котором измеряют положение составляющего луча, этап вычисления, на котором измеренное положение составляющего луча сравнивают с желательным ожидаемым положением этого составляющего луча, и этап компенсации, на котором компенсируют разность между измеренным положением и желательным положением. Компенсация может быть выполнена либо с использованием программного обеспечения, или с использованием аппаратных средств литографической системы.

Желательно определять положение составляющего луча во время работы литографической системы, что позволяет выполнять раннюю калибровку положения, чтобы улучшить точность формирования рисунка на целевой поверхности. Для ограничения отрицательного влияния на пропускную способность, то есть на количество целевых поверхностей, на которых может быть сформирован рисунок в пределах заданного промежутка времени, требуется, чтобы способ измерения положения составляющих лучей заряженных частиц мог быть выполнен в пределах ограниченного промежутка времени, не жертвуя точностью.

Датчик для измерения свойств большого количества составляющих лучей заряженных частиц, в частности для составляющих лучей заряженных частиц, используемых в литографической системе, известен из опубликованной заявки на патент США №2007/

057204, правопреемником которой является настоящий заявитель.

В US 2007/057204 описаны датчик и способ, в которых составляющими лучами заряженных частиц сканируют преобразовательный элемент, на котором предусмотрен рисунок из блокирующих и неблокирующих областей для заряженных частиц. Элементы
5 луча, которые падают на неблокирующие области, преобразуются преобразовательным элементом в лучи света. Преобразователь может представлять собой флуоресцентный экран или материал, легированный YAG. Затем лучи света детектируют массивом светочувствительных детекторов, таких как диоды, устройства CCD или CMOS. Относительно быстрое измерение может быть достигнуто при считывании большого
10 количества светочувствительных детекторов за одну операцию. Дополнительно структура датчика, в частности массив детекторов света, позволяет измерять очень малый наклон множества лучей без необходимости использования неоправданно больших структурных мер в области части этапа литографической системы. Разделение луча определяют при сравнении номинального рисунка, то есть заданного изображения,
15 используемого при формировании рисунка, с измеренным результатом сканирования, в котором каждый луч сканирует свою собственную разграниченную область на поверхности датчика.

Однако, ввиду постоянного повышения требований в данной отрасли относительно малых размеров без потери пропускной способности, сохраняется потребность
20 формирования еще более быстрых и точных устройств и технологий для измерения свойств составляющего луча в литографических системах, в частности в литографических устройствах, содержащих большое количество составляющих лучей заряженных частиц, которые проецируют, чтобы обеспечить высокую пропускную способность. Более высокая точность является предпочтительной для того, чтобы увеличить разрешение
25 литографического устройства. В частности, это предпочтительно при использовании совмещения, технологии, где двумя лучами выполняют запись в одной и той же области пластины, чтобы скорректировать ошибки записи. В этой технологии разделение луча должно быть известно с точностью до нанометра. Кроме того, существует потребность знать абсолютное положение составляющих лучей.

30 РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цель настоящего изобретения состоит в улучшении точности измерения разделения лучей между двумя составляющими лучами в литографической системе с множеством составляющих лучей. С этой целью в настоящем изобретении предусмотрен способ
35 определения расстояния между двумя составляющими лучами заряженных частиц в одной плоскости для использования в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей согласно пункту 1.

В некоторых вариантах осуществления первый сигнал и второй сигнал сравнивают непосредственно друг с другом. Поскольку обоими составляющими луча сканируют
40 одну и ту же область на поверхности датчика, их сигналы подобны за исключением пространственного сдвига, который соответствует отклонению их номинального разделения. Сравнение двух сигналов, полученных в результате двух сканирований составляющими лучами, позволило бы, таким образом, выявить такое отклонение. В результате добавления отклонения между этим расстоянием и номинальным расстоянием было бы получено фактическое расстояние между составляющими лучами.
45 Использование информации, полученной из той же самой области путем сканирования отдельными лучами, делает способ значительно менее уязвимым к неоднородностям рисунка, то есть отклонениям от номинального рисунка.

В некоторых других вариантах осуществления расстояние между двумя лучами

определяют путем сравнения первого сигнала и второго сигнала с номинальным сигналом. Затем учитывают отклонение от номинального сигнала для обоих составляющих лучей, определяя фактическое разделение составляющих лучей. В этих вариантах осуществления, хотя точность определенных положений составляющих лучей для каждого составляющего луча чувствительна к неоднородностям рисунка, разность между этими двумя положениями почти нечувствительна к таким неоднородностям рисунка. В результате значительную часть потери точности эффективно устраняют. Кроме того, автоматизированное вычисление выполняется относительно просто, потому что номинальный рисунок не содержит шумов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Свойства и преимущества изобретения будут оценены после рассмотрения следующих чертежей, на которых:

на Фиг. 1 схематично представлена концепция датчика с использованием подложки, преобразующей заряженные частицы в фотоны;

на Фиг. 2А схематично представлено поперечное сечение преобразовательного элемента, в котором предусмотрена блокирующая структура;

на Фиг. 2В показан график, представляющий интенсивность прошедшего излучения как функцию положения для блокирующей структуры на Фиг. 2А;

на Фиг. 3 схематично представлена проблема, относящаяся к шероховатости линейной кромки;

на Фиг. 4 схематично показан вид в плане блокирующей структуры, которая может использоваться в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 5А схематично показан одномерный блокирующий рисунок, который можно использовать в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 5В показан примерный график, представляющий интенсивность прошедшего излучения как функцию положения для блокирующего рисунка на Фиг. 5А;

на Фиг. 6 схематично показан вид в плане другого одномерного блокирующего рисунка, который может использоваться в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 7 схематично показан двумерный блокирующий рисунок, который может использоваться в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 8А, 8В показаны примерные зоны охвата двух других составляющих лучей заряженных частиц, в то время как они расположены в том же самом положении сверху блокирующего рисунка на Фиг. 7;

на Фиг. 9А, 9В схематично показаны зоны охвата двух других составляющих лучей заряженных частиц, как они получены на Фиг. 8А, 8В соответственно;

на Фиг. 10А-10D схематично показаны еще другие двумерные блокирующие рисунки, которые могут использоваться в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 11А-11В схематично показаны другие двумерные блокирующие рисунки, которые могут использоваться в вариантах осуществления изобретения;

на Фиг. 12 схематично показано использование двумерного блокирующего рисунка в способе определения расстояния между двумя составляющими лучами в соответствии с вариантом осуществления изобретения.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Далее представлено описание некоторых вариантов осуществления изобретения, которые приведены только в качестве примера и со ссылкой на чертежи.

На Фиг. 1 схематично показана работа датчика определения положение луча для составляющих лучей заряженных частиц. Датчик содержит преобразовательный элемент 1 и приемник 5 света. В преобразовательном элементе предусмотрен рисунок,

содержащий блокирующие области 8 для заряженных частиц и передающие области 7 для заряженных частиц, далее называемые неблокирующими областями.

Преобразовательный элемент 1 выполнен с возможностью принимать заряженные частицы 2 и генерировать фотоны в ответ, далее называемые светом 3. Свет 3 может
5 быть направлен на приемник 5 фотонов с помощью оптической системы 11. Приемник 5 фотонов соединен с возможностью передачи данных с модулем расчета, например компьютером 13, для определения положения луча заряженных частиц 2.

Преобразовательный элемент 1 может быть выполнен в форме флуоресцентного элемента, например флуоресцентного экрана или сцинтиллирующего элемента,
10 например, в виде подложки из такого материала, как легированный алюмоиттриевый гранат (YAG). Далее будут описаны варианты осуществления изобретения с использованием YAG-экрана в качестве преобразовательного элемента 1, где YAG-экран может называться YAG 1.

Приемник 5 света может включать в себя любой соответствующий
15 светочувствительный детектор, такой как множество диодов, камеры с прибором с зарядовой связью (CCD) или камеры на основе комплементарного металлооксидного полупроводника (CMOS). Далее приемник 5 фотонов может называться камерой 5. Кроме того, хотя варианты осуществления изобретения могут использоваться в отношении других типов заряженных частиц, представленные ниже варианты
20 осуществления изобретения будут описаны со ссылкой на электроны.

В устройствах с электронными составляющими лучами, где размер составляющих лучей находится в диапазоне нанометров, например в электронных микроскопах, литографических устройствах с электронным лучом и в генераторах рисунков с электронным лучом, непосредственное наблюдение света, формируемого в результате
25 преобразования преобразовательным элементом 1, недостаточно для обеспечения возможности определения характеристик, таких как положение электронного составляющего луча, поскольку разрешающая способность ограничена длиной волны преобразовательного элемента 1. Для улучшения точности электронным составляющим лучом можно сканировать по блокирующей структуре для электронов, в которой
30 предусмотрены резкие края, которые далее называются острыми кромками. Пример датчика с использованием преобразовательного элемента, в котором предусмотрена острая кромка, описан в заявке на патент США №2007/057204.

На Фиг. 2А схематично представлен вид в поперечном сечении YAG 1, содержащего поверхность приема электронного составляющего луча, на которой предусмотрена
35 блокирующая структура для электронов. Блокирующая структура для электронов содержит блокирующие области для электронов, в которых предусмотрен слой 18, выполненный с возможностью блокирования электронов. Блокирующий слой 18 может представлять собой металлический слой. Подходящим металлом для блокирования электронов является вольфрам. Между блокирующими областями расположены
40 неблокирующие области. Электронный луч 22, который попадает на неблокирующую область на блокирующей структуре для электронов, фактически попадает на поверхность YAG 1 или покрытие на поверхности YAG.

На участках для блокирования электронов, помимо блокирующего слоя 18, может присутствовать дополнительный слой 21. Дополнительный слой 21 может представлять
45 собой металлический слой и может использоваться с целью увеличения резкости кромки блокирующего слоя 18. Это достигается путем выбора дополнительного материала слоя, который является устойчивым к процессу вытравливания блокирующего слоя. Если вольфрам выбирают в качестве материала блокирующего слоя, подходящим

материалом для дополнительного слоя 21 является хром.

YAG 1 может быть покрыт слоем 20 электропроводящего покрытия. Назначение этого покрытия состоит в том, чтобы предотвратить накопление заряда в YAG в результате поступления составляющих лучей заряженных частиц. Покрытие также можно использовать для блокирования фонового излучения. Подходящие материалы для слоя 20 покрытия включают в себя алюминий и титан.

Как упомянуто выше, для определения положения электронного луча 22 электронным лучом 22 можно сканировать по блокирующей структуре, предусмотренной в YAG 1 (на Фиг. 2А в направлении, обозначенном как направление x). В ответ на это луч, генерируемый в YAG 1, может быть детектирован с помощью камеры. Примерный результат таких действий сканирования и детектирования схематично представлен на Фиг. 2В.

На Фиг. 2В показан график, представляющий интенсивность света, излучаемого преобразовательным элементом 1 как функции положения x электронного луча 22 над поверхностью преобразовательного элемента 1. Максимальный отклик наблюдается, когда электронный луч 22 расположен полностью в неблокирующей области, и минимальный свет генерируется, если электронный луч 22 установлен полностью сверху блокирующей области. Пересечение острой кромки приводит к резкому изменению интенсивности света.

После сканирования электронным лучом в заданном направлении с электронным составляющим лучом могут возникнуть два типа ситуаций при пересечении острой кромки. В первой ситуации происходит переход составляющего луча из блокирующей области в неблокирующую область. Во второй ситуации происходит переход составляющего луча из неблокирующей области в блокирующую область.

Острые кромки, с которыми сталкиваются во время перехода, который соответствует первой ситуации, могут называться острыми кромками первого типа. Аналогично, острые кромки, с которыми сталкиваются во время перехода, который соответствует второй ситуации, могут называться острыми кромками второго типа. Тип острой кромки, таким образом, зависит от направления сканирования составляющим лучом, предназначенным для измерений. Если будет сделана ссылка на "острую кромку аналогичного типа", это означает, что все вовлеченные острые кромки либо относятся к острым кромкам первого типа, либо относятся к острым кромкам второго типа.

Знание рисунка острой кромки, предусмотренного на поверхности приема электронов на поверхности преобразовательного элемента, позволяет определять положения луча.

Положение составляющего луча может быть измерено путем сканирования составляющим лучом по поверхности преобразовательного элемента в направлении оси x и измерения положения, в котором интенсивность света, излучаемого преобразовательным элементом, изменяется от максимального до минимального значения или от минимального до максимального значения, как показано на Фиг. 2В.

Например, когда интенсивность изменяется от максимального до минимального значения, это означает, что составляющим лучом сканируют по острой кромке, с переходами от неблокирующей области к блокирующей области, в направлении x. Однако может возникать неопределенность в отношении того, на какой острой кромке установлен данный составляющий луч.

Следует отметить, что измерение, показанное на Фиг. 2В, и описание измерений положения составляющего луча относится к составляющему лучу, имеющему размеры, которые меньше, чем ширина используемых блокирующих и неблокирующих областей. Эти значения размера и ширины были получены вдоль направления, параллельного

используемому направлению сканирования.

Во многих вариантах применения одиночная острая кромка непригодна для получения характеристики составляющего луча с достаточной точностью. В частности, так называемая шероховатость линейной кромки острой кромки (LER) может ограничить точность измерений составляющего луча. На Фиг. 3 схематично иллюстрируется проблема, относящаяся к LER. На Фиг. 3 датчик установлен так, что он детектирует интенсивность составляющего луча, перемещаемого по острой кромке 31, разделяющей блокирующую область 33 для электронов и неблокирующую область 34 для электронов. Острая кромка 31 разработана так, что она имеет ориентацию и форму, как обозначено пунктирной линией 32.

Если положение x составляющего луча детектируется на основе предположения, что он следует по траектории А вдоль острой кромки 31 из блокирующей области 33 в направлении неблокирующей области 34, в то время как в действительности он следует траектории В, измерения положения составляющего луча в направлении сканирования должны дать одинаковые результаты для обеих траекторий. В конечном итоге обе траектории пересекают пунктирную линию 32 в одном и том же положении x . Однако, как можно легко видеть на Фиг. 3, из-за шероховатости линейной кромки острой кромки 31 измеренное положение x составляющего луча для траектории А будет отличаться от измеренного положения x для траектории В. В этом примере определение положения x на основе пересечения одиночной острой кромки 31 приводит к получению неточного результата.

На Фиг. 4 схематично представлен вид в плане блокирующей структуры 40, которая может использоваться в некоторых вариантах осуществления изобретения.

Блокирующая структура 40 содержит множество ячеек 41. Ячейки 41 выполнены с возможностью оценки отдельных составляющих лучей. Каждая ячейка 41 содержит заданный блокирующий рисунок, содержащий разные участки, причем участки содержат разные рисунки блокирующих структур для заряженных частиц, формирующих множество острых кромок в местах переходов между блокирующими и неблокирующими областями.

В варианте осуществления, представленном на Фиг. 4, каждая ячейка 41 содержит четыре участка, дополнительно называемые квадрантами 42a, 42b, 42c, 42d. Каждый квадрант может содержать одну или больше блокирующих структур.

В блокирующей структуре 40 на Фиг. 4 первый квадрант 42a содержит множество острых кромок, которые ориентированы, по существу, параллельно друг другу в первом направлении. Острые кромки аналогичного типа могут быть размещены периодически с разрывами.

Второй квадрант 42b содержит множество острых кромок с ориентацией, по существу, параллельно друг другу во втором направлении. В общем, второе направление выбирают так, чтобы оно отличалось от первого направления. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 4, первое направление, по существу, перпендикулярно второму направлению. Два квадранта 42a, 42b, которые, по существу, ортогональны рисункам острой кромки, обеспечивают возможность независимых измерений в первом и втором направлениях. Третий квадрант 42c блокирующей структуры 40 содержит множество острых кромок с ориентацией, параллельной друг другу в третьем направлении.

На Фиг. 4 в четвертом квадранте 42d блокирующей структуры 40 не предусмотрена никакая блокирующая структура. В качестве альтернативы, одна или больше из нескольких блокирующих структур могут быть предусмотрены в этом квадранте.

Вариант для предоставления других рисунков в четвертом квадранте 42d открывает возможность использования рисунков в четвертом квадранте 42d, которые в наибольшей степени пригодны для определения разных характеристик составляющих лучей, таких как размер или форма составляющего луча. Таким образом, ячейка может быть

разработана так, чтобы она имела разные области для выполнения разных типов измерений для составляющих лучей.

Предпочтительно размер ячейки является достаточно большим для уменьшения чувствительности к поворотному рассогласованию датчика относительно множества составляющих лучей. С другой стороны, размер ячейки является достаточно малым, с

учетом расстояния разделения лучей. В устройстве с заряженными частицами, в котором используется приблизительно 10000 составляющих лучей, такое расстояние разделения составляющего луча обычно находится в диапазоне от 75-200 микронетров.

Каждая ячейка 41 может соответствовать одному составляющему лучу, характеристики которого должны быть определены, при этом система содержит множество ячеек, одновременно измеряющих характеристики множества составляющих лучей. Компоновка ячеек предпочтительно соответствует физической компоновке составляющих лучей. Таким образом, характеристики составляющего луча могут быть измерены параллельно, что позволяет обеспечить относительно быстрое измерение. Количество ячеек 41 может превышать количество составляющих лучей для уменьшения чувствительности к выравниванию датчика в плоскости поверхности преобразовательного элемента. Например, общая площадь, содержащая лучи, может составлять 1,5×1,5 мм, в то время как область, содержащая ячейку датчика, может иметь размеры 3×3 мм². В качестве альтернативы, количество ячеек может быть меньшим, чем количество составляющих лучей, и составляющие лучи могут быть

измерены в группах.

Острые кромки могут быть размещены через равномерный промежуток, как показано на Фиг. 1 и 2, или могут быть размещены через неравные промежутки, как показано на Фиг. 5А. В блокирующем рисунке 50 структуры острой кромки разделяют по кластерам в группах 51 для формирования решеток между более широкими

неблокирующими областями 52. Параллельные острые кромки аналогичного типа в группе 51 размещены с первым шагом d1, который может быть установлен меньшим, чем размер точки. Группы 51 предусмотрены через второй шаг d2, который больше, чем первый шаг d1, и больше, чем размер точки. Более широкие области 52, в качестве альтернативы, могут представлять собой блокирующие области или могут использоваться комбинации из широкой блокирующей и широкой неблокирующей областей.

Компоновка острых кромок, показанная на Фиг. 5А, по сравнению с острой кромкой в равномерно распределенном рисунке, показанном на Фиг. 1 и 2, предлагает намного большее количество переходов между блокирующими областями для составляющих лучей и неблокирующими областями при сканировании электронным составляющим лучом на заданном расстоянии. Увеличенное количество переходов может помочь улучшить точность измерения и повысить эффективность измерений путем предоставления большего количества переходов на сканированное расстояние и во время сканирования. Например, измерение положения составляющего луча может быть

в меньшей степени подвержено шероховатости линейной кромки в результате усреднения большого количества переходов составляющих лучей.

Кроме того, или в качестве альтернативы, с учетом более высокой плотности переходов, длины сканирования и при одинаковой скорости сканирования длительность

сканирования также может быть уменьшена для получения достаточной информации об измерении. Другими словами, эффективность получения данных и/или обработка данных могут улучшиться. Уменьшенная длительность сканирования может привести к лучшим рабочим характеристикам литографического устройства, поскольку больше времени может быть выделено для экспонирования и меньше времени требуется с целью выравнивания и/или калибровки.

На Фиг. 5В представлен примерный график, представляющий переданную интенсивность, по мере того, как составляющим лучом выполняют сканирование по блокирующему рисунку по Фиг. 5А. Поскольку блокирующие области недостаточно велики для полного блокирования электронного луча, минимальная измеряемая интенсивность не соответствует отсутствию электронного луча. Однако было определено, что присутствие таких больших блокирующей областей не нужно для получения требуемых результатов измерений. Например, если размер составляющего луча существенно меньше, чем ширина группы острых кромок 51, средняя интенсивность измеренного во время сканирования составляющего луча по группе предоставляет значение, которое приблизительно равно половине максимальной интенсивности электронного составляющего луча. Для этого измерения ширина блокирующих областей и неблокирующих областей в группе острых кромок 51 предпочтительно меньше, чем средний диаметр размера пятна составляющего луча, измерение которого производят.

На Фиг. 6 схематично представлен вид сверху другого блокирующего рисунка, содержащего группы острых кромок 65, аналогично группам острых кромок 51, показанных на Фиг. 5А. Однако рисунки решеток в группе острых кромок 65 отличаются друг от друга тем, что переходы между блокирующими и неблокирующими областями вдоль заданной траектории сканирования по поверхности являются уникальными для каждого рисунка. В результате каждый рисунок решетки в группе 65 переносит абсолютную информацию о положении. Блокирующий рисунок, показанный на Фиг. 6, может использоваться в любом одном из квадрантов 42а, 42b, 42с, показанных на Фиг. 4, а также как в квадранте 42d.

В частности, блокирующий рисунок по Фиг. 6 содержит блокирующие структуры, определяющие острые кромки между блокирующими областями 64 и неблокирующими областями 63, при этом острые кромки формируют группы острых кромок 65. Ширина и расстояние промежутков между последующими острыми кромками в каждой группе 65 блокирующей и неблокирующей областях уникально изменяются. Изменяющееся расстояние промежутков и значение ширины и блокирующих, и неблокирующих групп позволяют процессору определять абсолютное положение составляющего луча в направлении, по существу, перпендикулярном к ориентации острых кромок, в пределах блокирующей структуры. Такое определение может быть обеспечено, например, путем сканирования составляющим лучом по блокирующему рисунку и сопоставления детектированного рисунка изменения интенсивности с зарегистрированным набором рисунков для значений ширины и промежутков острых кромок.

Один возможный вариант применения измерений положения составляющего луча в конкретном литографическом устройстве с множеством составляющих лучей представляет собой управляемое переключение, то есть запись в том же положении на целевой поверхности, на которую должен быть нанесен рисунок, с разными лучами в отдельные моменты времени. Для применения в области литографии могут быть установлены требования сшивания с точностью до нанометра.

Теоретически множество составляющих лучей в литографическом устройстве с множеством составляющих лучей и т.п. разнесены друг от друга в соответствии с

известной конструкцией. В результате номинальное векторное расстояние, определенное как координаты x и y гипотетически точной системы, между отдельными составляющими лучами, в пределах конструкции являются известными. Следует отметить, что номинальный вектор расстояния также может называться в данном документе теоретическим вектором расстояния. Такое знание может использоваться для управления сшиванием. Однако из-за практических ограничений фактическое векторное расстояние между составляющими лучами не будет идентично теоретическому векторному расстоянию. В результате могут возникать так называемые ошибки сшивания. Ошибка сшивания составляющего луча может быть определена как отклонение вектора между номинальным положением и фактическим положением составляющего луча, с помощью которого наносят рисунок на поверхность.

В некоторых вариантах осуществления изобретения блокирующий рисунок с острыми кромками размещен так, чтобы была возможность определять отклонение от теоретического векторного расстояния между двумя составляющими лучами. Другими словами, датчик выполнен с возможностью выполнения измерения фактического разделения составляющих лучей. Определение отклонения от теоретического векторного расстояния между двумя составляющими лучами может быть полезным для прогнозирования ошибок сшивания, получаемых в результате нанесения рисунка на целевую поверхность с использованием устройства экспонирования с множеством составляющих лучей. Если отклонение известно, может быть предусмотрена соответствующая компенсация путем изменения данных управления, по меньшей мере, одного из соответствующих составляющих лучей.

Блокирующие рисунки, выполненные с возможностью их сканирования в одном направлении, например, в котором предусмотрено множество параллельных острых кромок, как показано на Фиг. 5А и 6, обычно не пригодны для определения расстояния разделения лучей между двумя составляющими лучами. Это может быть продемонстрировано со ссылкой на Фиг. 3. Рассмотрим, что траектория А представляет собой траекторию, по которой следует первый составляющий луч, и траектория В представляет собой траекторию, по которой следует второй составляющий луч, на основе предположения, что он переносит рисунок в те же положения, что и первый составляющий луч. Хотя и существуют ограничения из-за неточности, возникающей из-за шероховатости линейной кромки, описанной выше, возможно определять различия в положениях направления сканирования. Однако отсутствует доступная информация для определения смещения между составляющими лучами в направлении, перпендикулярном направлению сканирования.

По этой причине желательно использовать двумерный блокирующий рисунок для измерений разделения лучей. Двумерный блокирующий рисунок предпочтительно содержит существенную длину острых кромок. Было определено, что точность подгонки изображения к рисунку зависит от положений острых кромок, разделяющих блокирующие области и неблокирующие области в пределах блокирующей структуры. По этой причине желательно обеспечить максимальную длину острой кромки на единичную площадь поверхности блокирующей структуры.

В качестве альтернативы или в дополнение, для исключения возникновения неоднозначности в отношении фактического положения измеряемого составляющего луча, желательно, чтобы отсутствовала периодичность в двумерном блокирующем рисунке в пределах малого расстояния. Предпочтительно такое расстояние должно быть больше, чем двойное максимальное расстояние разделения лучей между двумя составляющими лучами.

Двумерный рисунок острых кромок может использоваться для предоставления информации о положении составляющего луча в двух измерениях. (Вертикальное) положение у составляющего луча может быть определено по рисунку переходов, по мере сканирования составляющим лучом по блокирующему рисунку в (горизонтальном) x-направлении, эти переходы определяются рисунком блокирующих и неблокирующих областей вдоль пути сканирования. Аналогично, положение x составляющего луча может быть определено по рисунку переходов, по мере сканирования составляющим лучом в y-направлении.

На Фиг. 7 схематично представлен вид сверху двумерного блокирующего рисунка, который может использоваться. Двумерный блокирующий рисунок может накрывать участок, например квадрант, поверхности приема электронов преобразующего элемента. На Фиг. 7 квадраты 71, 72 со сплошной внешней кромкой и пунктирной внешней кромкой соответственно представляют области, охваченные двумерным сканированием, выполненным первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом соответственно. Области 73 представляют неблокирующие области, и области 74 представляют блокирующие области. При управлении составляющими лучами для сканирования одной и той же области, два квадрата 71, 72 теоретически должны быть полностью наложены друг на друга. Однако, как представлено на Фиг. 7, часто возникает смещение между областью, сканированной первым составляющим лучом, и областью, сканированной вторым составляющим лучом. Это смещение может представлять собой результат ошибок сшивания, если требуется, чтобы оба составляющих луча составляли рисунок в одной и той же области на целевой поверхности.

Для обеспечения возможности компенсации смещения между двумя составляющими лучами, могут быть выполнены измерения положения составляющего луча для определения отклонения теоретического вектора перемещения между двумя составляющими лучами, то есть разделения лучей в плоскости поверхности приема заряженных частиц преобразовательного элемента. Вначале первый составляющий луч может быть расположен, по меньшей мере, в одном теоретически заданном положении. Например, множество положений измерения может быть выбрано в области сканирования таким образом, что заданная область будет сканирована. Измерения могут затем быть выполнены вдоль линий сканирования, охватывающих область сканирования, например, при выполнении двумерного сканирования вдоль траектории сканирования, такой, как растровое сканирование. При каждом выбранном положении измерения измеряют первое фактическое положение первого составляющего луча. Затем второй составляющий луч устанавливают, по меньшей мере, в одном теоретически заданном положении. Такая установка положения может быть достигнута, используя знания в отношении теоретического векторного расстояния между первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом. Одно или больше вторых фактических положений измеряют аналогичным образом, как описано в отношении первого составляющего луча. На основе измеренного первого и второго положений может быть определено отклонение от теоретического векторного расстояния между двумя составляющими лучами.

В некоторых вариантах осуществления определение векторного расстояния между двумя составляющими лучами может содержать сравнение фактических измеряемых положений с теоретическими заданными положениями, так называемыми номинальными положениями. На Фиг. 8А, 8В схематично иллюстрируется концепция такого сравнения. На Фиг. 8А, 8В теоретическая заданная область для сканирования составляющими

лучами обозначена квадратами 75 с контуром из точек. На Фиг. 8А область 71, фактически сканируемую первым составляющим лучом, сравнивают с теоретической заданной областью 75 и на основе этого сравнения определяют первый вектор v_1 смещения. Аналогично, как показано на Фиг. 8В, область 72, фактически сканируемую вторым составляющим лучом, сравнивают с теоретической заданной областью 75 и на основе сравнения определяют второй вектор v_2 смещения.

Определение разделения лучей между первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом теперь может быть основано на первом векторе v_1 смещения и втором векторе v_2 смещения. Определение может быть выполнено путем векторного суммирования двух векторов v_1 , v_2 смещения. Преимущество сравнения обеих фактически измеряемых областей с номинальной областью состоит в том, что номинальная область не подвергается деградации из-за шумов.

В некоторых вариантах осуществления определение векторного расстояния между двумя составляющими лучами может содержать сравнение одного или больше измеряемых фактических положений первого составляющего луча с соответствующим одним или больше измеренными фактическими положениями второго составляющего луча. На Фиг. 9А, 9В схематично представляется такое сравнение, в котором на Фиг. 9А показана фактически сканированная область 71 первым составляющим лучом и на Фиг. 9В показана фактически сканированная область 72 вторым составляющим лучом.

На основе этого сравнения может быть определено отклонение от теоретического векторного расстояния между двумя составляющими лучами. Использование прямого сравнения фактических областей 71, 72, сканированных первым и вторым составляющими лучами, имеет преимущество, состоящее в том, что операция является нечувствительной к несоответствию рисунка, например, вызванной шероховатостью линейной кромки. Малая деформация номинального рисунка не оказывает существенного эффекта, поскольку деформация может присутствовать в обеих фактических областях 71, 72. В результате прямое сравнение позволяет устранить влияние этой деформации на определение отклонения от теоретического векторного расстояния между двумя составляющими лучами.

Конструкции двумерных рисунков, которые можно использовать в некоторых других вариантах осуществления датчика, в соответствии с изобретением, показаны на Фиг. 10А-10D. Конструкции, показанные на Фиг. 10А-10С, содержат диагональные острые кромки. На Фиг. 10А показаны положительные/отрицательные блокирующие рисунки с равносторонними треугольниками, и на Фиг. 10В показан аналогичный рисунок с прямоугольными равнобедренными треугольниками. На Фиг. 10С представлен рисунок, в котором используется комбинация квадратов и прямоугольных равнобедренных треугольников в различных ориентациях, образующая большие блокирующие и неблокирующие области. При этом можно измерять разделение составляющих лучей вплоть до L , где L представляет собой сторону одной ячейки рисунка. Выбор соответствующих рисунков может зависеть от количества деталей, то есть количества переходов, требуемых для оптимизации анализа, и может, в качестве альтернативы, зависеть от критериев, относящихся к простоте формирования конкретного рисунка.

На Фиг. 10D показан рисунок с большой блокирующей областью 84 и круглыми неблокирующими областями 83, то есть рисунок, сформированный на основе блокирующего слоя, в котором предусмотрены неблокирующие области, в данном конкретном случае круглой формы. Такая конструкция может быть легко изготовлена и обеспечивает острые кромки во всех направлениях. Однако такая конструкция не

имеет высокое отношение длины острых кромок на единицу площади.

Как описано со ссылкой на Фиг. 6, в некоторых вариантах применения может быть полезным идентифицировать абсолютное положение составляющего луча. На Фиг. 11А, 11В схематично показаны примеры конструкций двумерного блокирующего рисунка, пригодного для использования с другими вариантами осуществления изобретения для определения абсолютного положения составляющего луча.

Конструкции двумерного блокирующего рисунка содержат много подъячеек 87.

Аналогично блокирующему рисунку для использования в одномерном измерении, показанному на Фиг. 6, рисунок из чередующихся блокирующих и неблокирующих областей вдоль горизонтального пути по рисунку, показанному на Фиг. 11А, 11В, позволяет обеспечить точное определение, какую из подъячеек 87 занимает составляющий луч и где составляющий луч находится в пределах подъячейки 87. Это связано с уникальным рисунком каждой подъячейки 87 и вариацией рисунка в пределах каждой подъячейки 87 в двух направлениях, горизонтальном и вертикальном. Такая конструкция обеспечивает возможность получения приблизительно 2-х разных "кодов" для ячейки рисунка размером $n \times n$, где $n = p^2 - 3$, когда общее отношение заблокированных и неблокированных площадей равно приблизительно 50%, и при этом отсутствует слишком большое количество блокирующих или неблокирующих областей в пределах рисунка. Каждый код затем представляет уникальный рисунок подъячейки.

В блокирующем рисунке по Фиг. 11В комбинируется уникальное кодирование рисунка подъячейки по Фиг. 11А, используя диагональные острые кромки для обеспечения возможности измерения формы составляющего луча. Треугольное кодирование позволяет обеспечить множество разных кодов в рисунке размером $n \times n$, где каждый треугольник может иметь одну из четырех возможных ориентаций. Кодирование абсолютного положения, например, обеспечиваемое конструкциями на Фиг. 11А и 11В, особенно полезно при измерении больших разделений лучей.

В некоторых вариантах осуществления двумерные блокирующие рисунки, как показано в Фиг. 11А, 11В, могут использоваться для первой оценки абсолютного положения составляющего луча. Дальнейшее улучшение точности определения положения составляющего луча может быть выполнено позже, используя другие блокирующие рисунки, например расположенные в разных местах положения на поверхности датчика, например в разных квадрантах ячейки 41 датчика.

Следует отметить, что любой из разных типов блокирующих рисунков, показанных на чертежах и описанных выше, может использоваться в комбинации с одним или более другими рисунками. Например, преобразовательный элемент может быть выполнен с различными типами блокирующих структур, сформированных в различных областях преобразователя таким образом, чтобы составляющими лучами можно было сканировать по разным рисункам, для обеспечения возможности выполнения различных измерений. Разные блокирующие рисунки могут быть скомбинированы в ячейку, например, как показано на Фиг. 4, при этом каждый квадрант каждой ячейки имеет выбранный блокирующий рисунок. Следует дополнительно отметить, что инвертирование блокирующих и неблокирующих областей любого из рисунков, описанных в этом документе, не оказывает влияния на принцип измерений.

На Фиг. 12 схематично показан способ определения расстояния между двумя составляющими лучами 104а, 104b заряженных частиц с использованием датчика 100. Датчик 100 может представлять собой датчик, как описано выше. Датчик содержит преобразовательный элемент, предназначенный для преобразования заряженных частиц в свет, и светочувствительный детектор. В преобразовательном элементе предусмотрена

область поверхности датчика, на которой предусмотрен двумерный рисунок из блокирующих и неблокирующих областей для составляющего луча. Такой рисунок может соответствовать любому из рисунков, описанных выше, например рисунку, показанному на Фиг. 10D. На Фиг. 12 рисунок сформирован с использованием массива блокирующих структур 102, имеющих круглую форму.

Вначале выполняют сканирование первым составляющим лучом 104a по двумерному рисунку. Свет, генерируемый преобразовательным элементом, в ответ на заряженные частицы, представляющие собой часть первого составляющего луча 104a, переданные через двумерный рисунок, затем принимают с помощью светочувствительного детектора. Светочувствительный детектор затем выполнен с возможностью преобразовывать принятый свет в первый сигнал. В общем, сигнал представляет собой электрический сигнал. В случае использования светочувствительного детектора, содержащего массив светочувствительных элементов, например CCD, такой сигнал обычно включает в себя непрерывный поток значений сигнала. Сигнал может представлять собой мультиплексированный сигнал.

После сканирования первым составляющим лучом двумерный рисунок сдвигают относительно первого составляющего луча на заданное расстояние, например номинальное расстояние между двумя составляющими лучами 104a, 104b. На Фиг. 12 сдвиг выполняют путем перемещения датчика с двумерным рисунком из первого положения, пригодного для измерения первого составляющего луча 104a, в направлении второго положения, пригодного для измерения второго составляющего луча 104b.

Способ, показанный на Фиг. 12, продолжается путем сканирования второго составляющего луча 104b по двумерному рисунку. Светочувствительный детектор теперь принимает свет, генерируемый преобразовательным элементом, в ответ на заряженные частицы, представляющие собой часть второго составляющего луча 104b, переданного через двумерный рисунок. Светочувствительный детектор затем преобразует принятый свет во второй сигнал.

В конечном итоге расстояние между первым составляющим лучом 104a и вторым составляющим лучом 104b может быть определено на основе первого сигнала и второго сигнала. Кроме того, учитывается заданное расстояние.

Изобретение было описано со ссылкой на определенные варианты осуществления, описанные выше. Следует понимать, что эти варианты осуществления могут быть подвержены различным модификациям и альтернативные формы хорошо известны специалистам в данной области техники. Другие модификации, в дополнение к описанным выше, могут быть выполнены в отношении описанных здесь структур и технологий. В соответствии с этим, хотя были описаны конкретные варианты осуществления, они являются только примерами и не ограничивают объем изобретения, который определен приложенной формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Способ определения расстояния между двумя составляющими лучами заряженных частиц в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей, в котором предусмотрен датчик, содержащий преобразовательный элемент, предназначенный для преобразования энергии заряженных частиц в свет, и светочувствительный детектор, причем в преобразовательном элементе предусмотрена область поверхности датчика, в которой предусмотрен двумерный рисунок блокирующих и неблокирующих областей для составляющего луча, при этом способ содержит этапы, на которых:

- сканируют первым составляющим лучом область двумерного рисунка;

- принимают свет, генерируемый преобразовательным элементом, в ответ на заряженные частицы, представляющие собой часть первого составляющего луча, переданного через двумерный рисунок;

- преобразуют принятый свет в первый сигнал с помощью светочувствительного детектора;

при этом способ после сканирования первым составляющим лучом двумерного рисунка дополнительно содержит этапы, на которых:

- перемещают соответственно двумерный рисунок и первый составляющий луч относительно друг друга на заданное расстояние;

- сканируют вторым составляющим лучом область двумерного рисунка;

- принимают свет, генерируемый преобразовательным элементом, в ответ на заряженные частицы, представляющие собой часть второго составляющего луча, переданного через двумерный рисунок;

- преобразуют принятый свет во второй сигнал с помощью светочувствительного детектора;

- определяют расстояние между первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом на основе первого сигнала, второго сигнала и заданного расстояния.

2. Способ по п. 1, в котором этап перемещения соответственно двумерного рисунка и первого составляющего луча относительно друг друга на заданное расстояние содержит этап, на котором перемещают преобразовательный элемент на заданное расстояние, в то время как положение первого составляющего луча остается, по существу, постоянным.

3. Способ по п. 1, в котором устройство экспонирования с множеством составляющих лучей содержит генератор составляющего луча и в котором этап перемещения двумерного рисунка и первого составляющего луча относительно друг друга на заданное расстояние содержит этап, на котором перемещают первый составляющий луч на заданное расстояние, в то время как положение элемента преобразовательного элемента остается, по существу, постоянным.

4. Способ по п. 1, в котором двумерный рисунок содержит множество участков рисунка, причем каждый участок рисунка представляет собой уникальный двумерный рисунок блокирующих структур.

5. Способ по п. 1, в котором участок двумерного рисунка разделяют на квадранты и в каждом квадранте предусмотрен другой заданный рисунок блокирующих структур.

6. Способ по п. 1, в котором множество расстояний между множеством пар составляющих лучей определяют одновременно.

7. Способ по п. 6, в котором одновременное определение множества расстояний между двумя составляющими лучами состоит в том, что: предоставляют двумерный рисунок с множеством аналогичных рисунков, соответствующим образом разнесенных друг от друга, для обеспечения возможности одновременного сканирования множеством первых составляющих лучей по соответствующим областям двумерного рисунка, при этом каждая область содержит один из множества аналогичных рисунков, и после этапа перемещения одновременно сканируют множеством вторых составляющих лучей соответствующие области двумерного рисунка.

8. Способ по п. 7, в котором двумерный рисунок содержит блокирующий слой, в котором предусмотрены неблокирующие области, предпочтительно круглые неблокирующие области.

9. Способ по п. 8, в котором неблокирующие области расположены через шаг,

соответствующий заданному расстоянию.

10. Способ по п. 1, в котором двумерный рисунок разделен на множество ячеек для оценки отдельных составляющих лучей, причем каждая ячейка содержит заданный рисунок.

5 11. Способ по п. 10, в котором каждая ячейка содержит уникальный двумерный рисунок из блокирующих структур.

12. Способ по п. 10, в котором каждая ячейка содержит множество участков рисунка, причем каждый участок рисунка имеет уникальный двумерный рисунок из блокирующих структур.

10 13. Способ по п. 10, в котором каждая ячейка разделена на квадранты и в каждом квадранте предусмотрен разный заданный рисунок блокирующих структур.

14. Способ по п. 10, в котором каждая ячейка содержит разные участки, причем каждый участок содержит разные рисунки блокирующей структуры для заряженных частиц, формирующие множество острых кромок в местах перехода между
15 блокирующими и неблокирующими областями вдоль заданной траектории сканирования составляющим лучом по такому участку.

15. Способ по п. 1, в котором двумерный рисунок содержит блокирующий слой, в котором предусмотрены неблокирующие области, предпочтительно круглые неблокирующие области.

20 16. Способ по п. 1, в котором этап определения расстояния содержит этап, на котором сравнивают первый сигнал и второй сигнал.

17. Способ по п. 1, в котором этап определения расстояния содержит этапы, на которых:

- сравнивают первый сигнал с заданным номинальным сигналом и получают первое
25 отклонение;
- сравнивают второй сигнал с заданным номинальным сигналом и получают второе отклонение;
- сравнивают первое отклонение и второе отклонение.

18. Способ определения отклонения от номинального векторного расстояния между
30 первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом в одной плоскости для использования в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей, при этом способ содержит этапы, на которых:

- сканируют первым составляющим лучом двумерный рисунок блокирующей
структуры, содержащий острые кромки, предусмотренные на поверхности датчика, и
35 получают первую информацию составляющего луча;
- перемещают двумерный рисунок блокирующей структуры относительно первого составляющего луча на расстояние, соответствующее номинальному векторному расстоянию;

- сканируют вторым составляющим лучом двумерный рисунок блокирующей
40 структуры и получают вторую информацию составляющего луча;
- определяют отклонение от номинального векторного расстояния на основе первой информации составляющего луча и второй информации составляющего луча.

19. Способ по п. 18, в котором этап определения отклонения от номинального векторного расстояния содержит этап, на котором сравнивают первую информацию
45 составляющего луча и вторую информацию составляющего луча.

20. Способ по п. 18, в котором этап определения отклонения от номинального векторного расстояния содержит этапы, на которых:

- сравнивают первую информацию составляющего луча с заданной номинальной

информацией составляющего луча и получают первое отклонение составляющего луча;
- сравнивают вторую информацию составляющего луча с заданной номинальной информацией и получают второе отклонение составляющего луча;

- сравнивают первое отклонение составляющего луча и второе отклонение составляющего луча.

21. Способ по п. 18, в котором первая информация составляющего луча и вторая информация составляющего луча включают в себя фактические положения первого составляющего луча и второго составляющего луча соответственно.

22. Способ по п. 18, в котором двумерный рисунок содержит блокирующий слой, в котором предусмотрены неблокирующие области, предпочтительно круглые неблокирующие области.

23. Способ по п. 1, в котором заданное расстояние соответствует номинальному расстоянию между первым составляющим лучом и вторым составляющим лучом.

24. Устройство экспонирования с множеством составляющих лучей для переноса рисунка на целевую поверхность посредством множества составляющих лучей, при этом устройство содержит датчик для измерения характеристик составляющих лучей, причем в датчике предусмотрена область поверхности датчика, в которой предусмотрен двумерный рисунок блокирующих и неблокирующих областей для составляющего луча, при этом указанное устройство экспонирования с множеством составляющих лучей выполнено с возможностью выполнения способа по п. 18.

25. Устройство по п. 24, в котором двумерный рисунок содержит блокирующий слой, в котором предусмотрены неблокирующие области, предпочтительно круглые неблокирующие области.

26. Датчик для определения расстояния между первым составляющим лучом заряженных частиц и вторым составляющим лучом заряженных частиц в одной плоскости для использования в устройстве экспонирования с множеством составляющих лучей, при этом датчик содержит:

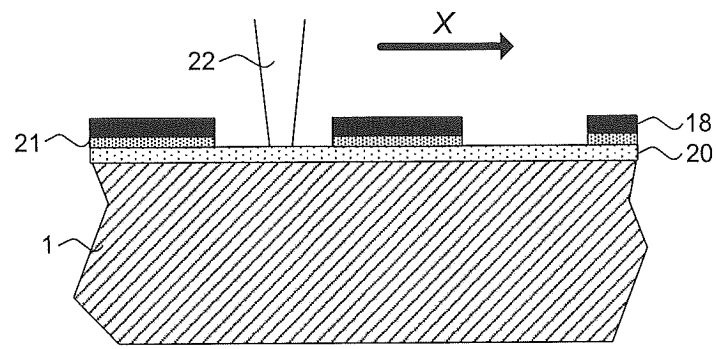
- преобразовательный элемент, предназначенный для преобразования энергии заряженных частиц в свет, и

- светочувствительный детектор для приема света,

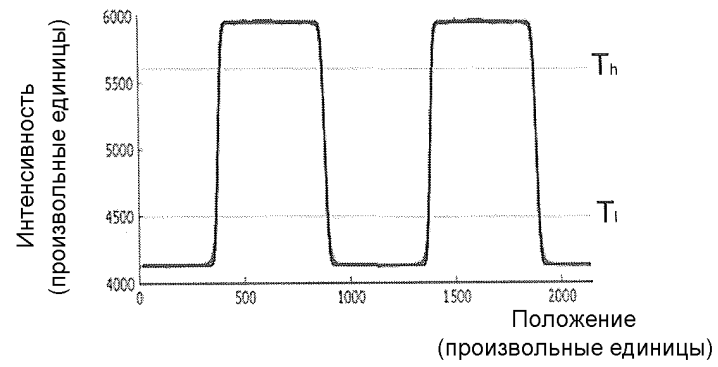
причем в преобразовательном элементе предусмотрена область поверхности датчика, в которой предусмотрен двумерный рисунок блокирующих и неблокирующих областей для составляющего луча, причем двумерный рисунок содержит множество аналогичных рисунков, соответствующим образом разнесенных друг от друга, для обеспечения возможности одновременного сканирования множеством первых составляющих лучей заряженных частиц и одновременного сканирования множеством вторых составляющих лучей заряженных частиц по двумерному рисунку, и

- блокирующий слой, в котором предусмотрены неблокирующие области, расположенные через шаг, соответствующий номинальному векторному расстоянию между двумя составляющими лучами.

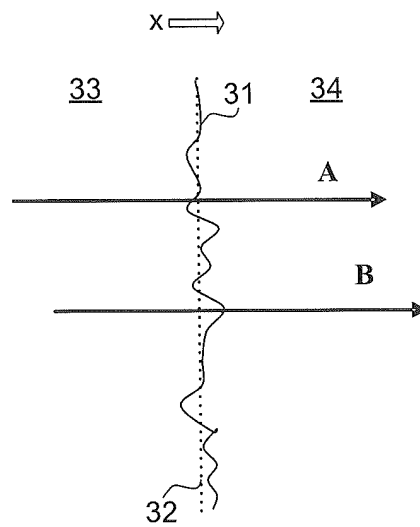
27. Датчик по п. 26, в котором неблокирующие области являются круглыми.



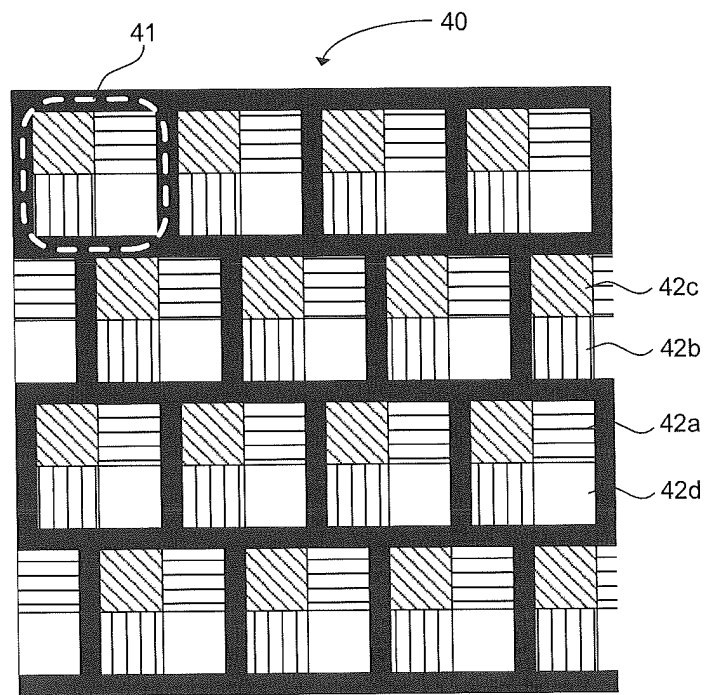
ФИГ.2А



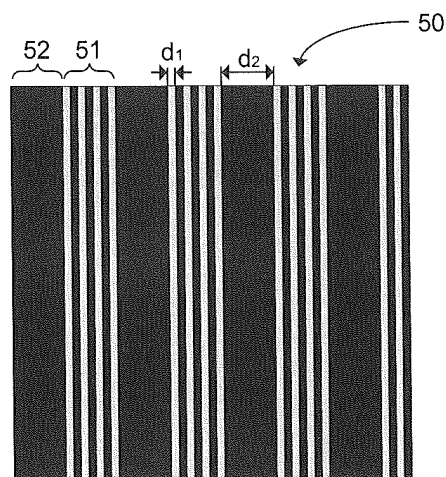
ФИГ.2В



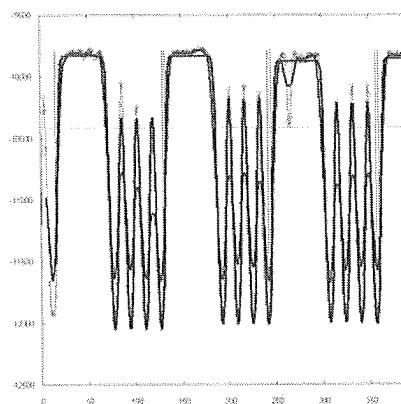
ФИГ.3



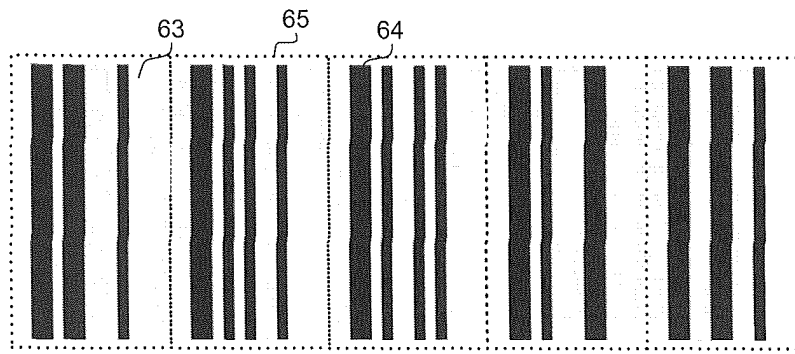
ФИГ.4



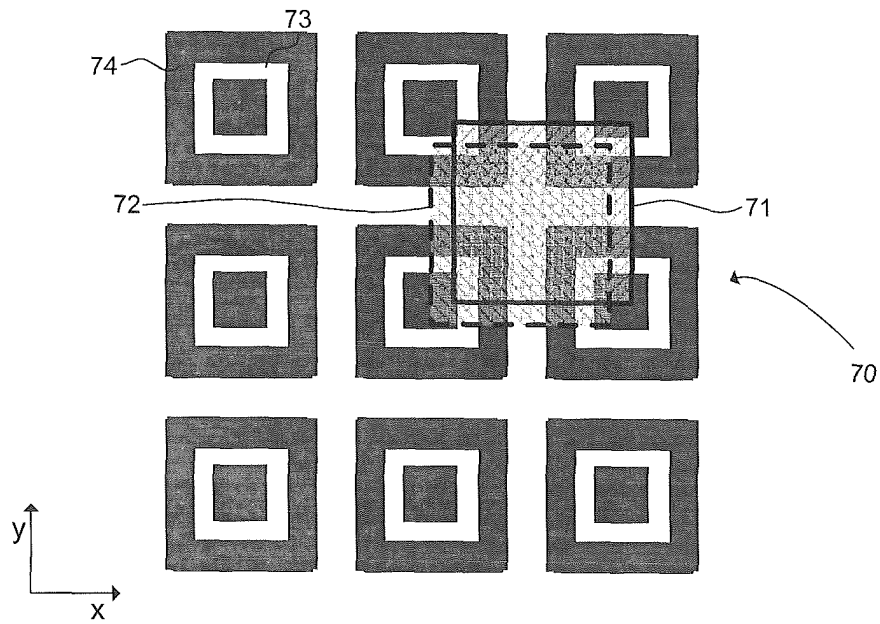
ФИГ.5А



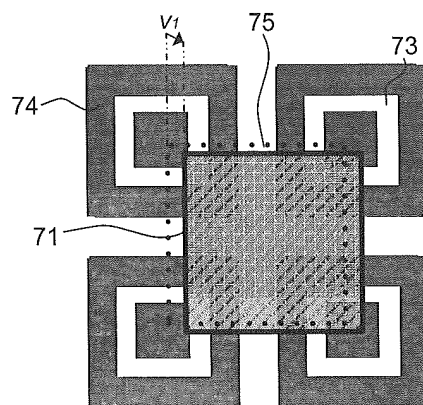
ФИГ.5В



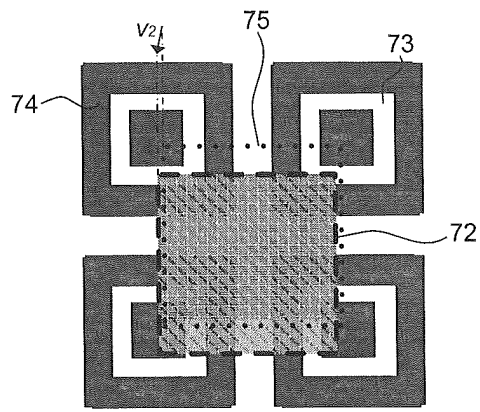
ФИГ.6



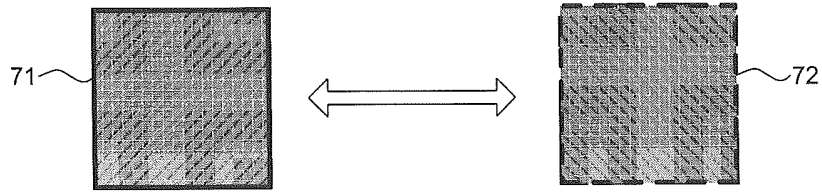
ФИГ.7



ФИГ.8А

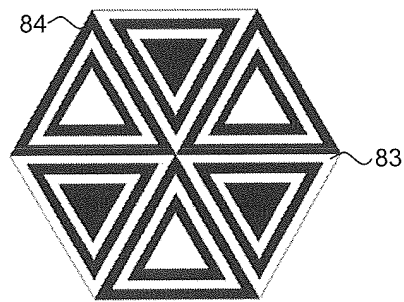


ФИГ.8В

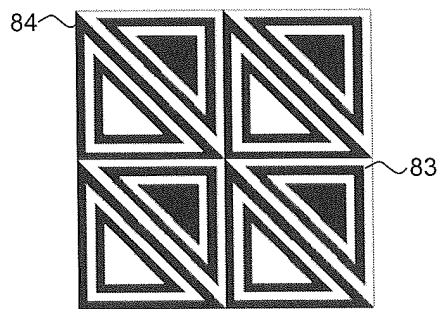


ФИГ.9А

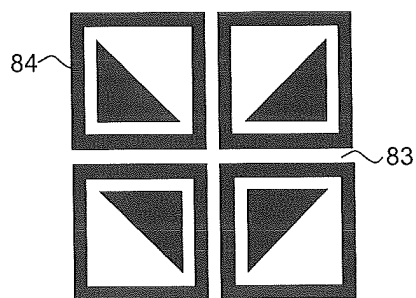
ФИГ.9В



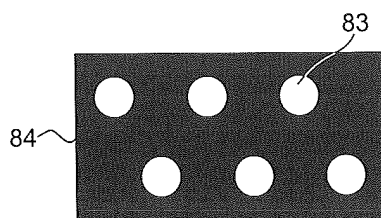
ФИГ.10А



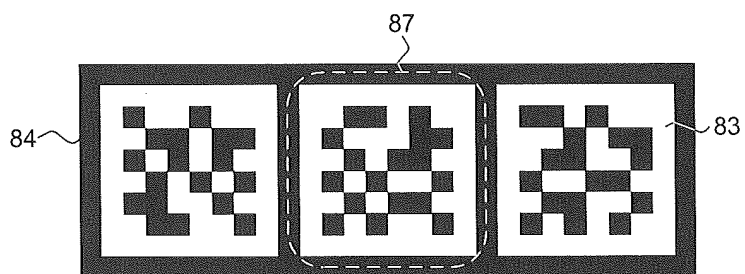
ФИГ.10В



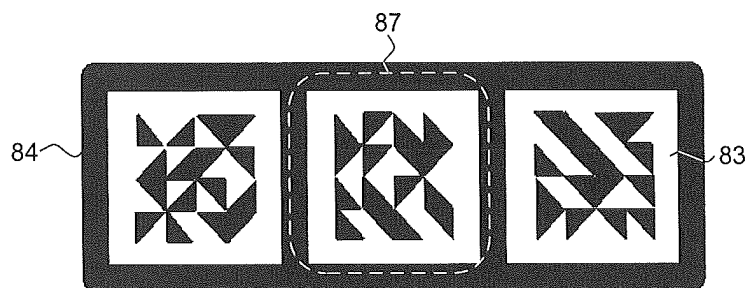
ФИГ.10С



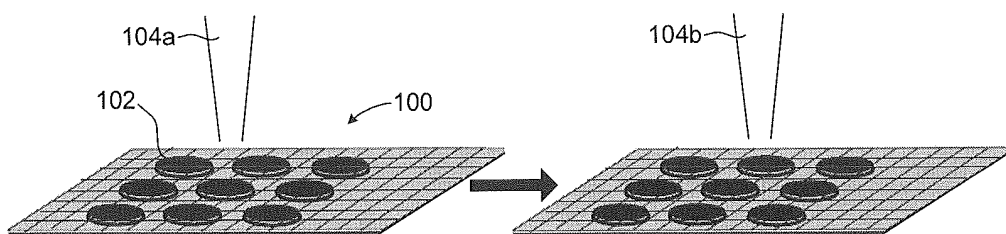
ФИГ.10D



ФИГ.11А



ФИГ.11В



ФИГ.12