

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034729**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.03.13

(51) Int. Cl. **G02B 26/08** (2006.01)

(21) Номер заявки
201890040

(22) Дата подачи заявки
2016.06.13

(54) ФОРМИРУЮЩАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

(31) **62/175,402; 14/848,056**

(56) **US-5434696**

(32) **2015.06.14; 2015.09.08**

US-4699447

(33) **US**

US-5408352

(43) **2018.05.31**

(86) **PCT/US2016/037131**

(87) **WO 2017/052702 2017.03.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
БИБАС ЧАРЛЬЗ (US)

(72) Изобретатель:
**Бибас Чарльз, Жоу Нианкинг (US),
Хьюго Деон (ZA)**

(74) Представитель:
**Вахнин А.М., Вахнина Т.А., Уткина
Е.А. (RU)**

(57) Формирующая оптическая система, включающая первый рефлектор, расположенный по направлению к центру горизонтальной вращающейся платформы; платформу, вращаемую приводом; формирующая оптическая система настроена, чтобы принимать вертикальный луч от источника электронного пучка перпендикулярно вращаемой платформе и первому рефлектору, выполненному с возможностью вращать луч в то время, как платформа вращается и отражает луч горизонтально ко второму рефлектору, расположенному на вращательной платформе; второй рефлектор настроен, чтобы отражать луч вертикально по направлению к рабочей поверхности таким образом, чтобы при активации луча и вращения платформы приводом вертикальный луч попадал во вращение первого рефлектора, вращающего луч в то время, как платформа вращается и отражает луч ко второму рефлектору, который, в свою очередь, отражает луч на рабочую поверхность, затем луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

034729 B1

034729

B1

Заявка

Настоящая заявка включает в себя путем отсылки и испрашивает приоритет по предварительной заявке США № US 62/175402, поданной в соответствии с 371(c) дата подачи 06.14.2015 г., и обычной заявке США № 14/848056, поданной 08.09.2016 г.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к устройствам и способам формирования луча для печати, черчения, рисования, гравировки, сварки и спекания предметов. Кроме того, оно относится к созданию трехмерных объектов путем накладывания друг на друга слоев материала.

Уровень техники

Формирующие оптические системы в трехмерных (3D) принтерах и сканерах содержат гальванометрические сервомоторы и линейные приводы для включения и управления отражателями и кристаллами для преломления и направления лучей. Таким образом, скорость печати и сканирования ограничивается в основном скоростью гальванометра и привода. Максимальная скорость сканирования гальванометрического сервомотора составляет около 2,5 кГц. Кроме того, для гальванометрических сервомоторов характерна погрешность позиционирования примерно на 5-10 мрад. Эта погрешность становится более значительной при увеличении расстояния до цели от гальванометрического сервомотора, управляющего отражателем. В дополнение к этому гальванометрический сервомотор имеет тенденцию к вибрации при достижении цели и поэтому создает нежелательный шум при переходе к покою.

Линейные приводы могут использоваться для устранения погрешностей гальванометра. Однако если использовать линейные приводы, то скорость полного завершения цикла (вперед-назад) будет ограничена из-за медленного ускорения и медленного торможения вследствие инерции.

Другим распространенным методом лазерного сканирования и печати является применение многоугольных зеркал. Многоугольные зеркала можно использовать для формирования луча в одном измерении, в то время как второе измерение может быть реализовано при помощи линейного привода или гальванометра. Хотя применение многоугольных зеркал повышает ограниченную скорость гальванометра, они вносят дополнительное искажение из-за геометрии зеркал в то время, как происходит нелинейное преобразование данных лучом в поле ввода и вывода. Кроме того, все многоугольные зеркала должны быть полностью идентичными. Технология применения как гальванометра на осях X и Y, так и многоугольных зеркал претерпевает искажения из-за несовершенства линзы f-theta. Использование f-theta линз приводит к двум дополнительным ошибкам:

- 1) угол луча при номинальном значении у поверхности начинает расти при перемещении от центра линзы, формируя овал вместо круга;
- 2) оптические ошибки преобразования f-theta линзы усиливаются при перемещении луча от центра линзы; оптическое преобразование прямого участка пути (theta) будет расти нелинейно с ростом theta.

Задачей данного изобретения является уменьшение вышеуказанных проблем.

Краткое раскрытие сущности изобретения

Данное изобретение относится к формирующей оптической системе, которая включает вертикальный поворотный первый рефлектор, вращающийся вокруг своей оси при помощи привода; формирующую оптическую систему, настроенную на прием вертикального луча из электронного пучка вдоль оси вращения первого рефлектора и направленную на первый рефлектор; первый рефлектор, выполненный с возможностью вращения вертикального луча во время его вращения и чтобы отражать луч горизонтально на второй рефлектор, который вращается при помощи привода по кругу вокруг вертикальной оси вращения первого рефлектора во время его вращения таким образом, чтобы второй рефлектор был постоянно обращен лицевой стороной к первому рефлектору; второй рефлектор также настроен, чтобы отражать вертикальный луч по направлению к рабочей поверхности таким образом, чтобы при активации луча и вращении приводом первого рефлектора вертикальный луч попадал во вращающийся первый рефлектор; вращение луча во время его вращения и отражения на второй рефлектор; который отражает луч на рабочую поверхность; затем луч следует по кривой относительно к рабочей поверхности и описывает на ней дугу.

Дополнительным аспектом изобретения является регулирование радиального расстояния между первым рефлектором и вторым рефлектором таким образом, чтобы при изменении радиального расстояния между первым рефлектором и вторым рефлектором соответственно регулировалось расстояние, преодолеваемое лучом вдоль кривой регулируемых радиусов относительно рабочей поверхности и очерчивания дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.

Дополнительным аспектом изобретения является то, что второй рефлектор представляет собой наклонную кольцеобразную отражающую поверхность, горизонтально опоясывающую первый рефлектор; стационарно расположенную по той же вертикальной оси, что и у первого рефлектора; наклонная кольцеобразная отражающая поверхность обладает большим и малым диаметрами, большой диаметр направлен на рабочую поверхность таким образом, чтобы при активации луча и вращения приводом первого рефлектора вертикальный луч попадал на вращающийся первый рефлектор, который будет вращать и отражать этот луч на второй рефлектор, отражающий луч на рабочую поверхность; затем луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

Другим аспектом изобретения в отношении второго рефлектора является его конусовидная форма; он опоясывает первый рефлектор и расположен на той же вертикальной оси, что и ось вращения первого рефлектора, второй рефлектор вращается стационарно относительно первого рефлектора; больший диаметр второго рефлектора направлен на рабочую поверхность и настроен на отражение луча от первого рефлектора на рабочую поверхность; второй рефлектор регулируется по вертикальной оси относительно первого рефлектора таким образом, чтобы при регулировке второго рефлектора расстояние, преодолеваемое лучом от первого рефлектора ко второму рефлектору, регулировалось за счет конусовидной формы второго рефлектора, поэтому в соответствии с регулировкой луч следует по кривой регулируемых радиусов на рабочей поверхности и описывает дугу регулируемых радиусов на рабочей поверхности. Другим аспектом изобретения является то, что источник электронного пучка находится внутри формирующей оптической системы.

Другим аспектом изобретения является то, что источник электронного пучка присоединен к формирующей оптической системе.

Другим аспектом изобретения является то, что луч подается в формирующую оптическую систему через лучевую трубку.

Другим аспектом изобретения является то, что формирующая оптическая система имеет третий рефлектор, который настроен, чтобы принимать горизонтальный луч из источника электронного пучка и настроен, чтобы отражать луч вертикально на первый рефлектор.

Дополнительным аспектом изобретения является то, что первый и второй рефлекторы соединены при помощи держателя.

Дополнительным аспектом изобретения является то, что вращение первого и второго рефлекторов стабилизируются при помощи прикрепления стабилизирующего элемента.

Другим аспектом изобретения является то, что рефлекторы размещены в аэродинамическом корпусе для регулирования воздушного потока.

Дополнительным аспектом изобретения является то, что формирующая оптическая система может быть использована в качестве печатающей головки для принтера трехмерной печати.

Данное изобретение также раскрывает способ направления луча при помощи формирующей оптической системы на рабочую поверхность и включает в себя

- генерирование луча в лучевом генераторе;
- вращение первого рефлектора вертикально вокруг своей оси при помощи привода;
- направление луча на первый рефлектор вдоль оси вращения первого рефлектора;
- вращение второго рефлектора при помощи привода для опоясывания оси вращения первого рефлектора во время его вращения, при этом второй рефлектор постоянно обращен в сторону первого рефлектора;
- горизонтальное отражение луча первым рефлектором в сторону второго рефлектора;
- горизонтальное отражение луча вторым рефлектором на рабочую поверхность;
- таким образом, при активации луча и вращении приводом первого и второго рефлекторов вертикальный луч попадает на вращающийся первый рефлектор, что приводит к вращению луча и отражению его на второй рефлектор, который отражает луч на рабочую поверхность; затем луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

Другим аспектом изобретения является то, что данный способ дополнительно включает регулировку расстояния между вторым рефлектором и первым рефлектором, чтобы при этом расстояние, преодолеваемое лучом от первого рефлектора ко второму рефлектору, изменялось таким образом, чтобы соответствовать регулировке луча, следующего вдоль кривой регулируемых радиусов относительно рабочей поверхности и описывающего дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.

Способ также дополнительно включает вертикальное отражение луча на рабочую поверхность вторым рефлектором, имеющим наклонную кольцеобразную отражающую поверхность, горизонтально опоясывающую первый рефлектор; расположенную стационарно и находящуюся на той же вертикальной оси вращения, что и первый рефлектор; кольцеобразная отражающая поверхность обладает большим и малым диаметрами; больший диаметр направлен на рабочую поверхность, таким образом при активации луча и вращения приводом первого рефлектора вертикальный луч попадает на вращающийся первый рефлектор, который будет вращать и отражать этот луч на второй рефлектор, отражающий луч на рабочую поверхность; затем луч следует кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

В другом аспекте данного изобретения данный способ дополнительно включает в себя вертикальное отражение луча на рабочую поверхность вторым рефлектором, имеющим конусовидную форму, опоясывающим первый рефлектор и находящимся на той же вертикальной оси, на которой вращается первый рефлектор; второй рефлектор вращается стационарно; больший диаметр второго рефлектора направлен на рабочую поверхность; второй рефлектор регулируется по вертикали относительно первого рефлектора, таким образом при регулировке второго рефлектора расстояние, преодолеваемое лучом от первого рефлектора ко второму рефлектору, регулируется за счет конусовидной формы второго рефлектора в соответствии с регулировкой луча, следующего по кривой регулируемых радиусов относительно

рабочей поверхности и описывающего дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.

Другим аспектом изобретения является то, что способ также включает присоединение источника электронного пучка к формирующей оптической системе.

Другим аспектом изобретения является то, что способ также включает подачу луча в формирующую оптическую систему при помощи лучевой трубки. Другим аспектом изобретения является то, что способ также включает соединение первого и второго рефлекторов при помощи держателя. Способ также включает стабилизацию вращения первого и второго рефлекторов при помощи добавления стабилизирующего элемента.

Другим аспектом изобретения является то, что способ дополнительно включает размещение первого и второго рефлекторов в аэродинамическом корпусе для регулирования воздушного потока.

Другим аспектом изобретения является то, что способ дополнительно включает отражение горизонтального луча при помощи третьего рефлектора вертикально по направлению к первому рефлектору вдоль оси вращения первого рефлектора.

Другим аспектом изобретения является то, что данный способ включает использование формирующей оптической системы в качестве печатающей головки для принтера трехмерной печати.

Краткое описание чертежей

Далее изобретение будет описано со ссылкой на прилагаемые чертежи:

фиг. 1 показывает вариант выполнения формирующей оптической системы, принимающей вертикальный луч, а также дальнейший путь луча;

фиг. 2 показывает вариант выполнения формирующей оптической системы, принимающей горизонтальный луч, а также дальнейший путь луча;

фиг. 3А показывает вариант выполнения, при котором второй рефлектор способен передвигаться относительно первого рефлектора, а также дальнейший путь луча;

фиг. 3В показывает вид снизу варианта выполнения из фиг. 3А с радиальной выходной щелью;

фиг. 4 показывает другой вариант выполнения изобретения с приемом горизонтального луча, а также дальнейший путь луча;

фиг. 5 показывает другой вариант выполнения изобретения с источником электронного пучка, направленного вниз во внутреннюю часть формирующей оптической системы;

фиг. 6 показывает другой вариант выполнения изобретения, в котором источник электронного пучка направлен вертикально вверх и прикреплен к формирующей оптической системе;

фиг. 7 показывает формирующую оптическую систему, установленную в 3D-принтере;

фиг. 8 показывает другой вариант выполнения изобретения с демонстрацией зеркал, присоединенных при помощи держателя;

фиг. 9 показывает другой вариант выполнения изобретения с использованием ромбической призмы;

фиг. 10 показывает другой вариант выполнения изобретения, в котором второй рефлектор выполнен в виде наклонной кольцеобразной отражающей поверхности;

фиг. 11 показывает другой вариант выполнения изобретения с конусовидным рефлектором с приводом с переменным радиусом;

фиг. 12 показывает другой вариант выполнения изобретения с конструкцией двойного держателя;

фиг. 13 показывает двойной держатель, вид снизу, с индексными отверстиями (прорезями);

фиг. 14 показывает блок-диаграмму с вариантами управления формирующей оптической системой;

фиг. 15 показывает упрощенную схему для индексного указателя держателя;

фиг. 16 показывает другой вариант выполнения изобретения наклонного кольцеобразного рефлектора с возможностью печати на полные 360°;

фиг. 17 показывает другой вид из фиг. 16 в варианте выполнения с возможностью печати на полные 360°;

фиг. 18 показывает другой вариант выполнения изобретения наклонного кольцеобразного рефлектора с возможностью печати на полные 360° с использованием призмы в качестве второго рефлектора;

фиг. 19 показывает другой вид из фиг. 18 в варианте выполнения с возможностью печати на полные 360°. Призма используется в качестве второго рефлектора;

фиг. 20 показывает другой вариант выполнения изобретения с конусовидным рефлектором с приводом с переменным радиусом, использующим призму в качестве второго рефлектора, и движением на 360°.

Таблица с описанием позиционных обозначений	
101	3D-принтер
102	горизонтальная ось (x)
103	опора
104A	первая вертикальная ось (y)
104B	вторая вертикальная ось (y)
105	формирующая оптическая система
106A	нижнее зеркало
106B	верхнее зеркало
106C	зеркало горизонтальной оси (x)
106D	третье зеркало
106E	первое зеркало
106EP	наклонная сторона первой призмы
106F	второе зеркало
106FP	наклонная сторона второй призмы
107	луч
107A	фокусировка луча
107B	точка на поверхности, в которую попадает луч
108	мотор
109	диск ротора
110	корпус
111	отверстие
112	фокусирующая линза
113	рабочая поверхность
114	источник электронного пучка
115	отверстие
116	радиальный желоб
117	радиальная выходная щель
118	опора
120	радиальный привод
121A	ромбическая призма
121B	роторная платформа призмы
123	конический мотор
124	резьбовой вал
125	держатель
125A	второй держатель
125B	крепление держателя
125C	паз вала мотора
125D	индексное отверстие (прорезь)
125E	индексное отверстие (прорезь)
126	опорное основание
127A	первая направляющая штанга
127B	вторая направляющая штанга
128A	первое направляющее отверстие
128B	второе направляющее отверстие
128C	резьбовое отверстие
129	конический элемент
129A	конусовидный рефлектор

131	кольцеобразный элемент с отражающей поверхностью
132	наклонная кольцеобразная отражающая поверхность
133	опора мотора
134	внутренняя стена призмы
135	внешняя стена призмы
136	шейка вала
137	мотор-редуктор
138	полый вал
138А	редуктор первого зеркала
139	нижняя стена призмы

Описание чертежей

Настоящее изобретение будет описано далее со ссылками на чертежи. На основании принципов и методов, указанных в настоящем документе, возможны различные усовершенствования и замены.

Согласно фиг. 1 формирующая оптическая система 105 имеет отверстие 115 в верхней части корпуса 110 и фокусирующую линзу 112, размещенную в опоре 118. Первое зеркало 106Е расположено по направлению к центру вращающегося диска ротора 109. Диск ротора 109 приводится в движение мотором 108. Первое зеркало 106Е направлено на второе зеркало 106F и настроено таким образом, чтобы отражать сфокусированный (фокус луча настроен на рабочую поверхность) луч 107А по направлению ко второму зеркалу 106F. Второе зеркало 106F размещено по направлению к краю диска ротора 109 и находится под углом на диске ротора 109 и настроено таким образом, чтобы отражать луч по направлению к рабочей поверхности 113, которая в случае, представленном на фиг. 7, является поверхностью построения 3D-принтера.

При активации луч 107 попадает в формирующую оптическую систему 105 через отверстие 115 и проходит через линзу 112 для фокусировки. Затем сфокусированный луч 107А попадает на первое зеркало 106Е. Мотор 108 вращает диск мотора 109 и первое зеркало 106Е и второе зеркало 106F, расположенное на диске ротора 109. Сфокусированный луч 107А затем вращается и отражается по направлению ко второму зеркалу 106F. Затем со второго зеркала 106F луч 107А вертикально отражается и после этого покидает формирующую оптическую систему 105 через отверстие 111, как показано на фиг. 2. Затем луч 107А продолжается на рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7, далее луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

На фиг. 2 представлен другой вариант выполнения формирующей оптической системы 105. В данном случае формирующая оптическая система 105 имеет стационарное третье зеркало 106D, расположенное под углом на опоре 118. Третье зеркало 106D направлено на линзу 112 и настроено, чтобы отражать горизонтальный луч 107 через линзу 112 по направлению к первому зеркалу 106Е. Как только третье зеркало 106D отражает горизонтальный луч 107 вертикально по направлению ко второму зеркалу 106Е через линзу 112, сфокусированный луч 107А следует по тому же самому пути, описанному выше, и тоже покидает формирующую оптическую систему 105 через отверстие 111. Затем луч 107А продолжается на рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7, далее луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

На фиг. 3А представлен вариант выполнения изобретения с корпусом 110, третьим зеркалом 106D и опорой 118 с линзой 112, удаленной для более удобной демонстрации дополнительной характеристики данного изобретения. В рассматриваемом варианте выполнения второе зеркало 106F можно регулировать относительно первого зеркала 106Е. Как показано на фиг. 3А, это выполняется при помощи радиального желоба 116, приводимого в действие радиальным приводом 120. Как видно из фиг. 3В, сфокусированный луч 107А выходит через радиальную выходную щель 117. При регулировке расстояние, преодолеваемое лучом 107А от первого зеркала ко второму зеркалу, регулируется таким образом, чтобы сфокусированный луч 107А следовал по кривой из регулируемых радиусов к рабочей поверхности и описывал дуги из регулируемых радиусов на рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7. Для того чтобы удерживать сфокусированный луч на основании 113, луч 107А должен быть коллимированный или угол раствора конуса должен составлять 45°.

На фиг. 4 представлен другой вариант выполнения данного изобретения. В данном случае формирующая оптическая система 105 перевернута вверх дном по сравнению с чертежом на фиг. 2 с мотором 108 и диском ротора 109 в верхней части. Второе зеркало 106F ориентировано по-другому по сравнению со вторым зеркалом 106F на фиг. 2. На фиг. 4 второе зеркало 106F расположено по направлению к верхней части и отражает луч 107 в сторону от диска ротора 109 вниз по направлению к рабочей поверхности

113.

На фиг. 5 третье зеркало 106D удалено. Источник электронного пучка 114 находится внутри формирующей оптической системы 105 и направлен вертикально вниз по направлению к первому зеркалу 106E. Сфокусированный луч 107A следует по тому же пути в печатающей головке 105, как указано выше.

На фиг. 6 изображена формирующая оптическая система 105, похожая на формирующую оптическую систему, показанную на фиг. 5. В рассматриваемом варианте выполнения третье зеркало 106D удалено, а вертикальный внешний источник электронного пучка 114 направлен вверх по направлению к первому зеркалу 106E и прикреплен к корпусу 110 формирующей оптической системы 105.

Объект, создаваемый 3D-принтером, состоит из небольших сегментов материала, который нагревается лучом при попадании на материал. Затем по мере остывания материал затвердевает. В рамках настоящего изобретения благодаря вращению зеркал и дальнейшему следованию луча вдоль кривой относительно рабочей поверхности и очерчиванием дуги на рабочей поверхности можно создавать небольшие изогнутые сегменты. При помощи активации и деактивации луча (модуляции луча) небольшие изогнутые сегменты можно использовать для построения напечатанного объекта.

Модуляция луча управляется при помощи компьютера. Цифровое изображение объекта для печати вводится в компьютер. Затем компьютерная программа рассчитывает различные схемы размещения слов, которые необходимо сгенерировать и распечатать для того, чтобы построить объект слой за слоем.

Согласно фиг. 7 формирующая оптическая система 105 используется в качестве печатающей головки для принтера трехмерной печати (3D-принтера) 101 и устанавливается на систему позиционирования 3D-принтера. Системы позиционирования в данном случае является системой портального типа с управляемыми приводом перемещениями по осям X и Y. Первая вертикальная ось 104A и вторая вертикальная ось 104B находятся на двух опорах 103 каждая. Между этих двух опор 103 расположена рабочая поверхность 113 (поверхность построения 3D-принтера).

Горизонтальная ось 102 перпендикулярна первой вертикальной оси 104A и второй вертикальной оси 104B. Горизонтальная ось 102 движется вперед и назад вдоль вертикальной оси. Формирующая оптическая система 105 расположена на горизонтальной оси 102 и движется вперед и назад вдоль горизонтальной оси 102.

Нижнее зеркало 106A расположено у основания опоры 103 и находится под углом к верхнему зеркалу 106B и настроено, чтобы отражать луч 107 по направлению к верхнему зеркалу 106B, которое расположено в верхней части опоры 103. Верхнее зеркало 106B настроено таким образом, чтобы отражать луч 107 по направлению к зеркалу горизонтальной оси 106C. Зеркало горизонтальной оси 106C настроено, чтобы отражать луч по направлению к формирующей оптической системе 105.

Следует понимать, что существует множество других схем расположения зеркал, которые могут направлять луч 107 на печатающую головку.

В рассматриваемом варианте выполнения формирующая оптическая система 105, изображенная на фиг. 2, используется в качестве печатающей головки. Поэтому луч 107 будет направлен к третьему зеркалу 106D, как показано на фиг. 2.

Согласно фиг. 7 при активации источника электронного пучка луч 107 попадает на нижнее зеркало 106A и отражается вверх по направлению к верхнему зеркалу 106B. Затем луч 107 отражается по направлению к зеркалу горизонтальной оси 106C посредством верхнего зеркала 106B. Затем зеркало горизонтальной оси 106C отражает луч 107 по направлению к третьему зеркалу 106D формирующей оптической системы 105, как показано на фиг. 2.

Затем луч 107 попадает в формирующую оптическую систему 105 на фиг. 2, пока сфокусированный луч 107A не покинет формирующую оптическую систему 105, как показано на фиг. 7.

Сфокусированный луч 107A попадает на рабочую поверхность 113 (поверхность построения 3D-принтера) в точке 107B, как показано на фиг. 7. Поскольку сфокусированный луч 107A вращается первым зеркалом 106E, то сфокусированный луч 107A следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности 113.

После каждого вращения диска ротора 109 формирующая оптическая система 105 передвигается системой позиционирования на ширину луча в направлении горизонтальной оси. Теперь луч построит новую кривую рядом с предыдущей. Так будет продолжаться, пока печать объекта не закончится на горизонтальной оси. Затем формирующая оптическая система 105 будет передвинута системой позиционирования на ширину кривой на вертикальной оси. С этого момента формирующая оптическая система начнет продвигаться назад по горизонтальной оси по направлению к противоположному концу печатаемого объекта по горизонтали. Другим аспектом данного изобретения является одновременное движение по горизонтальной оси X и вертикальной оси Y во время работы печатающей головки 105.

В очередной раз по достижению конца ряда формирующая оптическая система будет передвинута на ширину кривой по вертикальной оси и на одну кривую вдоль горизонтальной оси в противоположном направлении. Такое попеременное движение то в одном, то в другом направлении продолжится до завершения печати целого слоя объекта. После завершения первого слоя рабочая поверхность (или поверхность построения 3D-принтера) опустится по оси аппликат z на толщину слоя, поверх существую-

шего слоя будет распылен новый слой порошка, и начнется процесс печати нового слоя. Таким образом, объект будет построен путем печати последовательных слоев, расположенных друг над другом.

На фиг. 8 представлен другой вариант выполнения, при котором вместо диска ротора 109 используется держатель 125. Держатель 125 держит второе зеркало 106F в горизонтальной позиции относительно первого зеркала 106E.

На фиг. 9 показано, что вместо диска ротора 109 используется роторная платформа призмы 121B, на которой установлена ромбическая призма 121A. Наклонная сторона первой призмы 106EP и наклонная сторона второй призмы 106FP в данном случае выступают в качестве первого и второго зеркал 106E и 106F.

На фиг. 10 изображено, что второе зеркало 106F имеет наклонную кольцеобразную отражающую поверхность 132 (похожую по форме на горизонтальный срез конуса), которая опирается на кольцеобразный элемент с отражающей поверхностью 131. Наклонная кольцеобразная отражающая поверхность 132 горизонтально опоясывает первое зеркало 106E, расположенное стационарно, и находится на той же вертикальной оси, что и ось вращения первого зеркала 106E. Первое зеркало 106E вращается мотором 108, который удерживается на месте на опоре мотора 133. Кольцеобразная отражающая поверхность 132 имеет большой и малый диаметры. Большой диаметр направлен к рабочей поверхности, он находится под углом к оси вращения первого зеркала 106E и настроен таким образом, чтобы отражать сфокусированный луч 107A вертикально по направлению к рабочей поверхности. Когда сфокусированный луч 107A попадает на первое зеркало 106E, и мотор 108 вращает первое зеркало 106E, первое зеркало 106E вращает луч 107A во время своего вращения и отражает луч на наклонную кольцеобразную отражающую поверхность 132, которая отражает сфокусированный луч 107A на рабочую поверхность; затем луч следует вдоль кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

На фиг. 11 представлен вариант выполнения изобретения, при котором второе зеркало 106F имеет конусовидную форму и конусовидный рефлектор 129A, являющийся внутренней конусовидной отражающей поверхностью конического элемента 129. Конусовидный рефлектор 129A опоясывает первый рефлектор 106E и располагается на той же вертикальной оси, что и ось вращения первого зеркала 106E. Конусовидный рефлектор 129A вращается стационарно. Большой диаметр конусовидного рефлектора 129A направлен в сторону рабочей поверхности и настроен, чтобы отражать луч от первого рефлектора по направлению к рабочей поверхности.

Конический элемент 129 имеет опорное основание 126 с первой направляющей штангой 127A и второй направляющей штангой 127B. Резьбовой вал 124 располагается на опорном основании 126. Опора мотора 133 удерживает мотор 108 на месте и на ней находится первое направляющее отверстие 128A, через которое проходит направляющая штанга 127A, второе направляющее отверстие 128B, через которое проходит направляющая штанга 127B, и резьбовое отверстие 128C, через которое проходит резьбовой вал 124. Резьба резьбового отверстия 128C подходит под резьбу резьбового вала 124. Конический мотор 123 соединен с резьбовым валом 124 и вращает резьбовой вал 124. Мотор 108 соединен с первым зеркалом 106E и вращает его.

При активации конического мотора 123 резьбовой вал 124 вращается и входит в резьбовое отверстие 128C и вертикально смещает конусовидный рефлектор 129A относительно первого зеркала 106E, пока направляющие штанги 127A и 127B стабилизируются и направляют опору мотора 133. Во время смещения конусовидного рефлектора 129A относительно первого зеркала 106E сфокусированный луч 107A попадает на конусовидный рефлектор 129A, и расстояние (радиус), которое сфокусированный луч 107A преодолевает от первого зеркала 106E к коническому рефлектору 129A, изменяется. Соответственно расстояние от оси вращения первого зеркала 106E, при котором луч 107A покидает конический элемент 129, изменяется. Сфокусированный луч 107A описывает дугу различных радиусов на рабочей поверхности на оси вращения первого зеркала 106E в качестве источника радиусов. Для того чтобы удерживать луч на основании 113, луч 107A должен быть коллимированный или угол раствора конуса должен составлять 45°.

В предпочтительном варианте выполнения на фиг. 12 вертикально вращающееся первое зеркало 106E вращается вокруг своей оси при помощи мотора 108 и принимает вертикальный сфокусированный луч 107A. Первое зеркало 106E вращает вертикальный луч во время своего вращения и отражает луч горизонтально на второе зеркало 106F на конце держателя 125. Держатель 125 имеет противоположный стабилизирующий элемент, второй держатель 125A в качестве противовеса и для обеспечения большей стабильности во время вращения. Держатели 125A и 125 установлены на основании держателя 125B. Второе зеркало 106F отражает сфокусированный луч 107A вертикально по направлению в рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7.

Луч 107 может иметь любую длину волны или тип луча, например лазерный, световой, рентгеновский или инфракрасный. Кроме того, это может быть пучок частиц, например молекулы, атомы, ионы, протоны, нейтроны, изотопы, электроны или любые другие субатомные частицы.

Луч 107 также может попадать в формирующую оптическую систему 105 из внешнего источника электронного пучка через оптическое волокно. В настоящем изобретении скорость печати в значительной степени ограничена только скоростью вращения мотора 108. Отсутствует стартопное срабатыва-

ние, приводящее к ускорению и торможению, во время которого теряется время для печати. Поскольку диск ротора 109, держатель 125 сам по себе и держатель 125 в комбинации со вторым держателем 125А удерживают вращение на постоянной скорости, то отсутствует необходимость в снижении скорости или скорости обратного хода.

Качество печати по данному изобретению улучшено, поскольку луч попадает на рабочую поверхность 113 (цель) перпендикулярно, снижая таким образом ошибки, связанные с f -theta линзой, гальванометром и/или многоугольными зеркалами.

Некоторые ошибки, связанные с f -theta, могут возникать, когда луч попадает на целевую поверхность под углом. В сканирующих и печатающих устройствах, в которых луч направлен на отклонение от зеркала по направлению к цели, луч попадает в цель под углом. Это становится причиной искажений f -theta, при которых диаметр луча меняется от круглой к овальной форме. Рассмотрим простую линзу с воображаемой оптической осью линзы в том же самом направлении, в котором луч проходит через линзу, а оптическая ось линзы проходит через центр линзы. Определим угол между оптической осью линзы и путем луча, исходящего из центра линзы как θ . В подобных обычных линзах фокусное расстояние бывает в форме сегмента поверхности сферы с точкой, в которой ось проходит через линзу. Если изображение на линзе перенести на внутреннюю поверхность сферы, оно окажется в фокусе. Это происходит из-за длины пути, по которому следует луч при любом угле θ , который будет оставаться неизменным, указанном как радиус сферы.

Тем не менее, если изображение перенести на плоскую поверхность, произойдет нечто другое. Если обычная линза направлена на плоскую поверхность и сфокусирована на той области на плоской поверхности, в которую попадает луч перпендикулярно, то изображение станет менее сфокусированным, двигаясь дальше от точки, в которой луч будет попадать на плоскую поверхность перпендикулярно. Таким образом, угол θ увеличится, и изображение станет менее сфокусированным.

Расстояние, которое луч должен преодолеть, чтобы попасть на плоскую поверхность, увеличивается, поскольку угол между оптической осью линзы и путем луча возрастает. Значит при увеличении угла θ расстояние, которое луч должен преодолеть, также увеличивается. Поскольку путь луча длиннее, он превышает фокусную длину линзы. Это приводит к расфокусировке луча и изображения. Это можно исправить при помощи F -theta линз. Однако F -theta линзы являются дорогостоящими, а применение f -theta линз не избавляет от возникновения ошибок.

Однако в данном изобретении луч направлен перпендикулярно над целью. Путь до цели остается неизменным, и луч всегда находится в фокусе. Поэтому отпадает необходимость использования корректирующих F -theta линз, что приводит к экономии средств.

Кроме того, улучшение качества и скорости печати достигается при помощи уменьшения ошибок гальванометра, поскольку вращение мотора 108 поддерживается на постоянной скорости по сравнению со связанными с гальванометром ошибками позиционирования.

Данное изобретение также может быть использовано в 3D-принтерах, отрезных станках, оборудовании для маркировки и сканерах множества различных конфигураций. Например, его можно внедрить в принтеры и сканеры, в которых движения и/или управление системой обычно базируется на полярных координатах относительно центра поверхности построения. В составляющие детали принтеров и сканеров таких типов обычно может входить вращающаяся поверхность построения; печатающая/сканирующая головка располагается над поверхностью построения; система позиционирования в комбинации с печатающей/сканирующей головкой настроена на движение печатающей/сканирующей головки над поверхностью построения на основе полярных координат относительно центра.

Данное изобретение имеет множество дополнительных применений. Например, его также можно использовать для создания резных узоров на различных материалах, для маркировки, спекания, плавления, затвердевания, гравировки, планкирования материалов, для создания печатных пластин и литографических масок, которые можно использовать в производстве электронных устройств, например интегральных микросхем. Данное изобретение также может быть адаптировано для применения в стандартных 3D-принтерах с системой позиционирования по осям X и Y и устройствах, в которых поверхность построения является плоской поверхностью, смещаемой вдоль оси аппликат Z по направлению к и от печатающей головки, а материал для построения выкладывается на поверхность построения для нанесения последовательных слоев.

Корпус формирующей оптической системы может быть выполнен из металла, пластмассы, стекла или любого подходящего крепкого материала. Ротор формирующей оптической системы может быть выполнен из легкого прочного материала или сплава, например алюминия, дерева, стекла, пластмассы, АБС-пластика, графита, углеродного волокна или любого подходящего легкого материала. Когда формирующая оптическая система изготавливается из стекла, прозрачной пластмассы или любого подходящего прозрачного материала, то ромбическую призму можно встраивать в конструкцию целиком и, таким образом, исключать необходимость использования зеркал.

Обычно рефлекторы изготавливаются из зеркал или полированных материалов, например алюминия, никеля, и других подходящих отражающих материалов, призмы изготавливаются из стекла, пластика или подобных материалов. Размеры рефлекторов зависят от диаметра луча. Например, для диаметра

луча 3 мм потребуется зеркало размером 4,5×4,5 мм для покрытия диаметра луча. При изготовлении ромбической призмы размер поперечного сечения обычно на 50% больше диаметра луча. Таким образом, при диаметре луча 3 мм используется ромбическая призма с поперечным сечением размером 5×5 мм. Длина ромбической призмы определяет радиус печатаемой дуги. Как можно видеть на фиг. 9, в случае с ромбической призмой с длиной 40 мм длина пути луча 107A составит 40 мм. Радиус печатаемой дуги также равен 40 мм.

Мотор, который может использоваться, является бесщеточным двигателем постоянного тока с тахометром или эффектом Холла для стабилизации скорости вращения. На мощность мотора влияет инерция ротора.

Фокусирующая линза плоско-выпуклая или любого другого подходящего типа с фокусной длиной около 100 мм.

Размеры печатающей головки масштабируются для рассматриваемого случая, представленного на фиг. 1 и 2, применяются следующие размеры:

- 1) высота 130 мм,
- 2) ширина 100 мм,
- 3) глубина 100 мм,
- 4) диаметр диска 80 мм,
- 5) толщина диска 3 мм.

На фиг. 15 показано, как выполняется функция индексного указателя держателя при помощи встроенных инфракрасного излучателя и датчика, модель TCND5000 от компании VISHAY SEMICONDUCTOR. Он представляет собой инфракрасный датчик, который состоит из светодиодного излучателя и фотодиода. Основной микропроцессор (в отличие от выделенного микропроцессора на основе микроконтроллера, описанного ниже) будет мониторить выходные сигналы из оптического указателя. В отсутствие держателя или когда датчик направлен на вырезанные отверстия 125D или 125E, выходное напряжение будет близко к 0 В и будет рассчитываться по следующей формуле:

V_{out} (напряжение на выходе) = темный ток I * сопротивление $R1$ (если нет ротора или когда он расположен выше отверстия → тогда темный ток I , или $I_{\text{отражающий}}$, когда инфракрасный луч излучателя регистрируется инфракрасным датчиком).

Когда датчик направлен на корпус держателя, то на отражающей поверхности повысится ток светодиода с использованием той же самой формулы

V_{out} (напряжение на выходе) = $I_{\text{отражающий}}$ * сопротивление $R1$ (даже если поверхность отражает 20% энергии в наихудшем случае).

Ток светодиода превысит 10 микроампер.

В этом случае выходное напряжение составит около 5+.

При вращении ротора (в данном случае двойного держателя) основной микропроцессор будет считывать сигналы и определять схемы для головной и задней частей. Кроме того, временной интервал между сигналами обеспечит скорость вращения ротора.

Процедуры калибровки излучателя и датчика обеспечат точную настройку мониторинга держателя основным микропроцессором, избежав отклонений от технических спецификаций (см. ссылку на заявку на патент США № 14/538924).

Сопротивление $R2$ устанавливает ток излучателя. Устанавливается на 870 Ом.

$C1$ снизит уровень шума. Устанавливается на 5 PF. Примечание: более высокое значение $C1$ может повысить время отклика.

AD8615 является низким током сдвига операционного усилителя в аналоговых устройствах.

AGND (заземление схемы);

-Vs - это отрицательное электропитание AD8615;

+Vs - это положительное электропитание AD8615.

Несмотря на то, что можно использовать полноразмерный ротор или вариант с одним держателем, конфигурация с двойным держателем, представленная на фиг. 12 и 13, является более стабильной. Она снижает инерцию и предоставляет максимальную скорость, такая конфигурация симметрична относительно оси вращения и поэтому более сбалансирована. Второй держатель 125A выступает в качестве противовеса и обеспечивает стабильность во время вращения. Она пригодна для производства из широкого разнообразия материалов, например алюминия. На фиг. 12 рефлекторы 106E и 106F отполированы до зеркального состояния и могут быть покрыты серебром для того, чтобы переносить высокую энергию лазера, а также для защиты от царапин. На фиг. 13 представлен вариант с двойным держателем, вид снизу. В паз вала мотора 125C входит вал мотора 108. Индексные отверстия (прорези) 125D и 125E расположены на держателях 125A и 125 соответственно. Они используются в комбинации с указателем держателя для определения углового положения двойного держателя.

Мотор 108 модели BLY174S-24V-12000 от компании ANAHEIM AUTOMATION может использоваться для двойного держателя (125 и 125A вместе) с длиной 30 мм.

Как показано на фиг. 14, выбранный мотор является 3-фазным бесщеточным двигателем постоян-

ного тока с датчиками на эффекте Холла для лучшего управления скоростью мотора. Мотор подключен к драйверу бесщеточного двигателя постоянного тока с датчиком, чтобы он мог регистрировать скорость вращения мотора и управлять скоростью мотора. Для драйвера бесщеточного двигателя постоянного тока с датчиком также используется микропроцессор, модель TMS320F28069M от компании TEXAS INSTRUMENT, INC. Это дает возможность для управления скоростью мотора в замкнутом цикле. Микропроцессор TMS320F28069M также управляет программным обеспечением драйвера DRV8312 от компании TEXAS INSTRUMENT, INC. Микропроцессор TMS320F28069M является выделенным микроконтроллером, частью драйвера мотора, предназначенного для поддержания замкнутого цикла вращения мотора в минуту. Индексный указатель мотора является оптическим излучателем и датчиком одновременно, модель TCND5000 от компании VISHAY SEMICONDUCTOR. Он представляет собой инфракрасный датчик, который состоит из светодиодного излучателя и фотодиода, время отклика составляет около 15 нс. Оптический датчик должен быть расположен на расстоянии 6 мм от вращающегося ротора. Датчик будет регистрировать наличие держателя (125 или 125A) и индексных отверстий (прорезей) 125D и 125E на держателе. Как показано на фиг. 14, выходной сигнал индексного указателя мотора подключен к основному микропроцессору для считывания. Основной микропроцессор должен быть отделен от назначенного микропроцессора драйвера мотора, предназначенного для поддержания замкнутого цикла вращения мотора в минуту. Индексный указатель обеспечивает основной микропроцессор информацией о позиции вращения двойного держателя. Основной микропроцессор подключен к лазерному модулятору, который управляет работой лазера. В память основного микропроцессора загружено 3D-изображение объекта для печати. Основной микропроцессор рассчитывает или загружает фрагменты горизонтальных слоев 3D-объекта, которые будут печататься поверх друг друга для построения 3D-объекта.

Основной микропроцессор отправляет сигнал на датчик драйвера бесщеточного двигателя постоянного тока для регулировки скорости мотора. Он распознает положение держателя при помощи индексного указателя мотора. При помощи определения местоположения держателя (и местоположения печатающей головки на оси координат X/Y) и специального слоя, который необходимо напечатать для построения объекта, он генерирует выходной сигнал на лазерный модулятор, который управляет работой лазера.

Более дешевым вариантом станет использование шагового мотора вместо бесщеточного двигателя постоянного тока с тахометром или эффектом Холла. Это позволит отказаться от использования вышеописанного драйвера бесщеточного двигателя постоянного тока с датчиком, регистрирующим скорость вращения мотора и управляющим скоростью мотора. Применение шагового мотора также избавит от необходимости использования индексного указателя.

На фиг. 16 кольцеобразный элемент с отражающей поверхностью 131 имеет шейку вала 136 в центре. Внутри шейки вала 136 проходит полый вал 138 с первым зеркалом 106E, расположенным под углом на его конце, как показано на фиг. 17. Шейка вала 136 приводит в движение полый вал 138. Редуктор первого зеркала 138A сцепляется с мотор-редуктором 137 и соединен с полым валом 138A. Мотор-редуктор 137 соединен с валом мотора 108, как показано на фиг. 16. Во время работы мотор 108 вращает полый вал 138A при помощи сцепленных редукторов 137 и 138A. Первое зеркало 106E вращается полым валом 138A. Сфокусированный луч 107A входит в полый вал 138 и попадает на вращающееся первое зеркало 106E, которое вращает луч 107A и отражает его по направлению к наклонной кольцеобразной отражающей поверхности 132, которая отражает сфокусированный луч 107A вниз по направлению к рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7. При таком варианте выполнения становится возможным печать на полные 360°.

На фиг. 18 кольцеобразный элемент с отражающей поверхностью 131 имеет шейку вала 136 в центре. Внутри шейки вала 136 проходит полый вал 138 с первым зеркалом 106E, расположенным под углом на его конце, как показано на фиг. 19. Шейка вала 136 приводит в движение полый вал 138. Редуктор первого зеркала 138A сцепляется с мотор-редуктором 137 и соединен с полым валом 138A. Мотор-редуктор 137 соединен с валом мотора 108, как показано на фиг. 18. Во время работы мотор 108 вращает полый вал 138A при помощи сцепленных редукторов 137 и 138A. Первое зеркало 106E вращается полым валом 138A. Сфокусированный луч 107A входит в полый вал 138 и попадает на вращающееся первое зеркало 106E которое вращает луч 107A и отражает его по направлению к и через стену призмы 134 к отражающей стене призмы 135, которая отражает сфокусированный луч 107A вниз по направлению к рабочей поверхности 113, как показано на фиг. 7. При таком варианте выполнения становится возможным печать на полные 360°.

На фиг. 20 представлен вариант выполнения, схожий с вариантом из фиг. 11, при котором достигается сканирование на 360° и когда второй рефлектор имеет форму конусообразной призмы, где 107A отражается от зеркала 106E по направлению к и через стену призмы 134, затем отражается от внутренней стены призмы 135 по направлению к и через нижнюю стену призмы 139. Рефлекторы, которые могут быть использованы, включают в себя зеркала, призмы, кристаллы и другие отражающие элементы. Рефлекторы также могут быть помещены в корпус аэродинамического элемента для обеспечения вращения и потока воздуха над рефлекторами. В качестве примера можно привести дискообразный корпус.

Хотя настоящее изобретение было представлено и описано со ссылкой на определенные варианты

выполнения, очевидно, что специалисты в данной области техники могут предложить эквиваленты и модификации после прочтения и понимания технических характеристик. Настоящее изобретение включает в себя все такие эквиваленты и модификации.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство управления лучом, содержащее
 вращающийся первый рефлектор, настроенный так, чтобы принимать луч от источника электронного пучка вдоль оси вращения первого рефлектора,
 привод для вращения первого рефлектора вокруг оси вращения, относительно которой первый рефлектор поворачивает луч и отражает его под постоянным углом к оси вращения первого рефлектора,
 и второй рефлектор, постоянно обращенный в сторону первого рефлектора под постоянным углом;
 второй рефлектор настроен так, чтобы отражать луч к рабочей поверхности под постоянным углом,
 причем оси вращения первого и второго рефлекторов совпадают, при этом ось вращения первого рефлектора и направление распространения активированного луча от источника электронного пучка коллинеарны,
 отражающая поверхность первого рефлектора расположена на оси вращения первого рефлектора,
 отражающие поверхности первого и второго рефлекторов постоянно обращены друг к другу во время вращения первого рефлектора, при этом активированный луч постоянно отражается от поверхности первого рефлектора на поверхность второго рефлектора,
 в результате чего при активации луча и вращения приводом первого рефлектора луч попадает на вращающийся первый отражатель, который вращает и отражает луч на второй рефлектор, который отражает луч на рабочую поверхность, затем луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.
2. Устройство по п.1, дополнительно содержащее регулятор расстояния для регулировки радиального расстояния между первым и вторым рефлекторами таким образом, чтобы луч следовал по кривой с регулируемыми радиусами относительно рабочей поверхности и описывал дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.
3. Устройство по п.1, в котором второй рефлектор содержит вращательно-стационарную наклонную кольцеобразную отражающую поверхность, опоясывающую первый рефлектор, второй рефлектор расположен под углом к оси вращения первого рефлектора,
 кольцеобразная отражающая поверхность обладает большим и малым диаметрами, при этом большой диаметр обращен по направлению к рабочей поверхности,
 в результате чего при активации луча и вращении приводом первого рефлектора луч попадает на вращающийся первый отражатель, который вращает и отражает луч на кольцеобразную отражающую поверхность второго рефлектора, который отражает луч на рабочую поверхность (113).
4. Устройство по п.1, в котором второй рефлектор содержит вращательно-стационарную конусовидную внутреннюю поверхность, второй рефлектор опоясывает первый рефлектор и находится на той же продольной оси, что и ось вращения первого рефлектора, большой диаметр конусовидной внутренней поверхности обращен по направлению к рабочей поверхности и настроен, чтобы отражать луч от первого рефлектора по направлению к рабочей поверхности,
 при этом второй рефлектор выполнен с возможностью вертикально регулироваться относительно первого рефлектора, в результате этого расстояние, преодолеваемое лучом от первого рефлектора ко второму рефлектору, регулируется за счет конусовидной формы внутренней поверхности второго рефлектора таким образом, чтобы луч следовал по кривой регулируемых радиусов относительно рабочей поверхности и описывал дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.
5. Устройство по п.1, в котором второй рефлектор выполнен с возможностью вращения при помощи привода по кругу вокруг оси вращения первого рефлектора во время вращения первого рефлектора.
6. Устройство по п.5, дополнительно содержащее диск ротора, вращающегося вокруг оси вращения для поддержания первого и второго рефлекторов.
7. Устройство по п.6, дополнительно содержащее радиальный желоб, расположенный на диске (109) ротора для регулирования радиального расстояния между первым и вторым рефлекторами.
8. Устройство по п.1, в котором второй рефлектор настроен так, чтобы отражать луч от первого рефлектора параллельно оси вращения первого рефлектора и перпендикулярно рабочей поверхности.
9. Устройство по п.5, дополнительно содержащее роторный держатель, вращающийся вокруг оси вращения для поддержания первого и второго рефлекторов.
10. Устройство по п.1, дополнительно содержащее стабилизирующий держатель для стабилизации первого и второго рефлекторов.
11. Устройство по п.1, дополнительно содержащее аэродинамический корпус, в который помещены первый и второй рефлекторы для управления воздушным потоком.
12. Печатающая головка для принтера трехмерной печати, содержащая устройство направления луча по п.1.

13. Способ управления лучом по направлению к рабочей поверхности в устройстве по направлению луча по любому одному из пп.1-11, в котором генерируют луч из источника электронного пучка по оси первого рефлектора, вращают первый рефлектор при помощи привода так, чтобы отражающие поверхности первого и второго рефлекторов постоянно были обращены в сторону друг друга, в результате чего луч отражается на рабочую поверхность и описывает на ней дугу.

14. Способ по п.13, дополнительно включающий в себя регулировку расстояния между первым и вторым рефлекторами таким образом, чтобы луч следовал по кривой регулируемых радиусов относительно рабочей поверхности и описывал дуги регулируемых радиусов на рабочей поверхности.

15. Способ по п.13, в котором второй рефлектор содержит наклонную кольцеобразную отражающую поверхность, опоясывающую первый рефлектор, второй рефлектор является вращательно-стационарным и находится на той же самой оси вращения, что и первый рефлектор,

при этом кольцеобразная отражающая поверхность имеет большой и малый диаметры, большой диаметр направлен на рабочую поверхность таким образом, чтобы при активации луча и вращении первого рефлектора приводом вертикальный луч попадал на вращающийся первый рефлектор, который вращается и отражает луч к кольцеобразной отражающей поверхности второго рефлектора, который отражает луч на рабочую поверхность, затем луч следует по кривой относительно рабочей поверхности и описывает дугу на рабочей поверхности.

16. Способ по п.13, в котором второй рефлектор имеет конусовидную форму, второй рефлектор опоясывает первый рефлектор и находится на той же оси вращения, что и первый рефлектор, причем второй рефлектор является вращательно-стационарным, при этом

большой диаметр второго рефлектора направлен на рабочую поверхность, а способ дополнительно включает в себя регулировку расстояния между первым и вторым рефлекторами таким образом, чтобы расстояние, преодолеваемое лучом от первого рефлектора ко второму рефлектору, регулировалось за счет конусовидной формы второго рефлектора, в результате чего луч следует по кривой регулируемых радиусов относительно рабочей поверхности и описывает дугу регулируемых радиусов на рабочей поверхности.

17. Способ по п.13, дополнительно включающий в себя вращение второго рефлектора по кругу вокруг оси вращения первого рефлектора во время вращения первого рефлектора.

18. Способ по п.13, дополнительно включающий в себя передачу луча в устройство направления луча при помощи лучевой трубки.

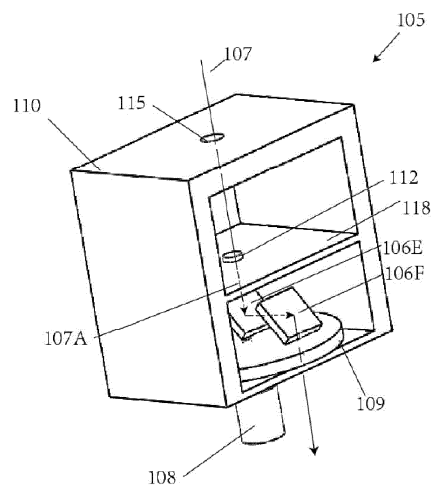
19. Способ по п.13, в котором второй рефлектор отражает луч параллельно оси вращения первого рефлектора и перпендикулярно рабочей поверхности.

20. Способ по п.17, дополнительно включающий в себя вращение роторного держателя для поддержания первого и второго рефлекторов вокруг оси вращения.

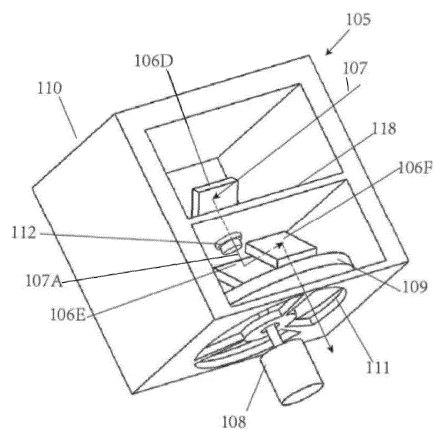
21. Способ по п.20, дополнительно включающий в себя стабилизацию вращения первого и второго рефлекторов при помощи присоединения стабилизирующего элемента к роторному держателю.

22. Способ по п.13, дополнительно включающий в себя размещение первого и второго рефлекторов в аэродинамическом корпусе для управления воздушным потоком.

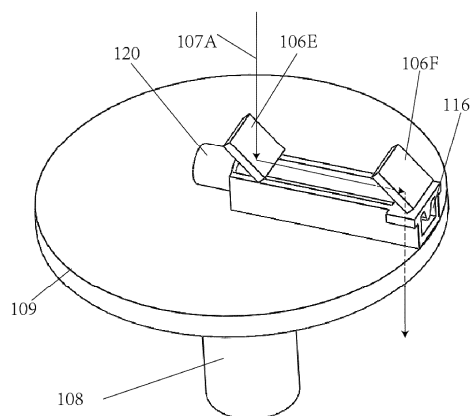
23. Способ по п.13, дополнительно включающий в себя использование устройства направления луча по п.1 в качестве печатающей головки для принтера трехмерной печати.



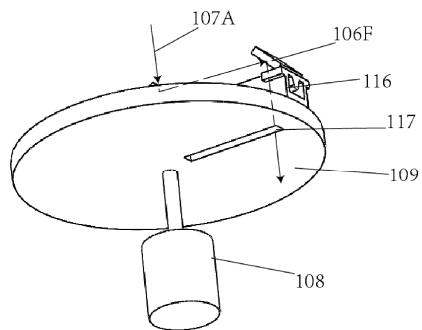
Фиг. 1



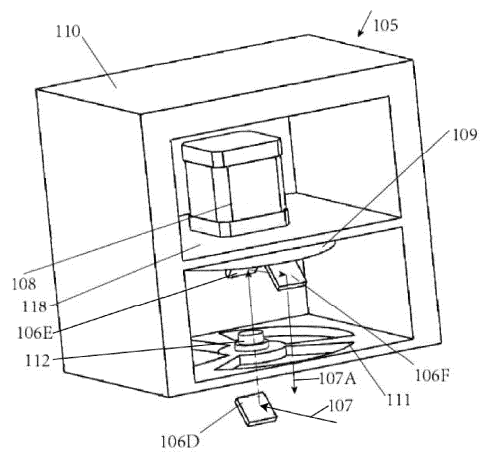
Фиг. 2



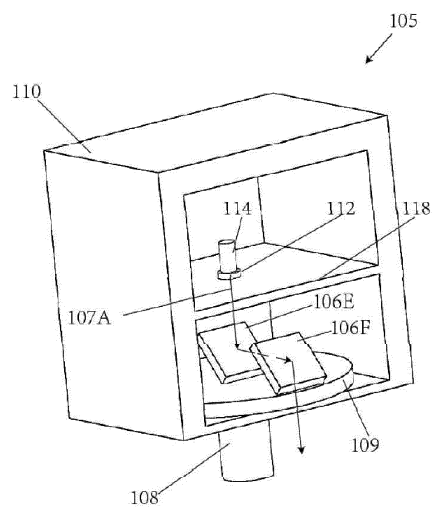
Фиг. 3А



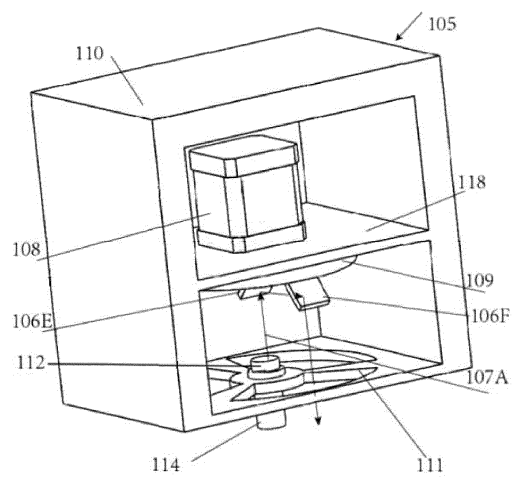
Фиг. 3В



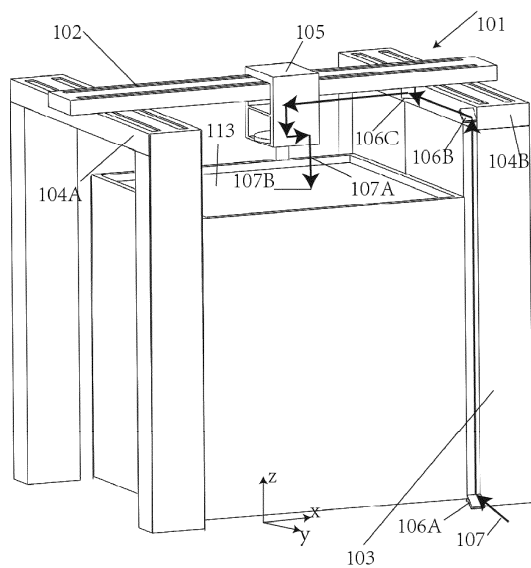
Фиг. 4



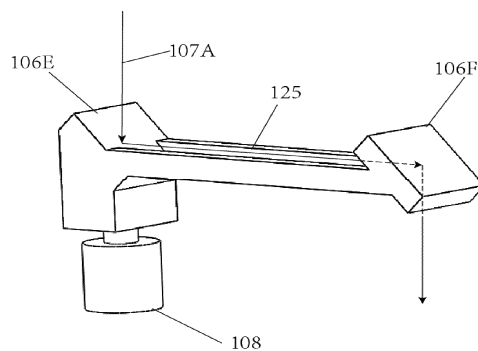
Фиг. 5



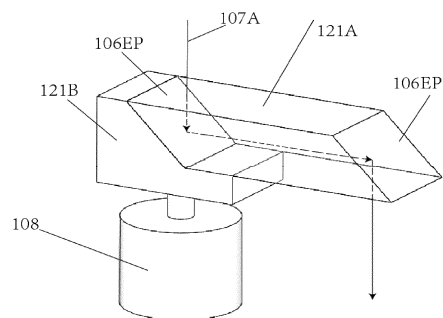
Фиг. 6



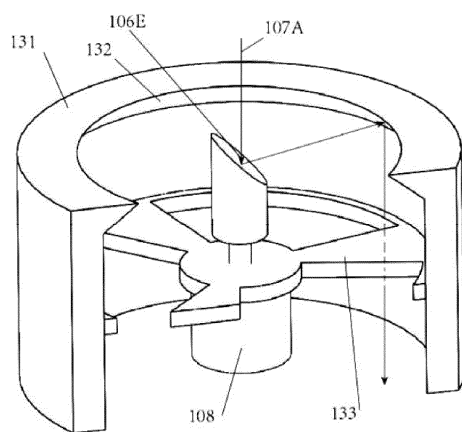
Фиг. 7



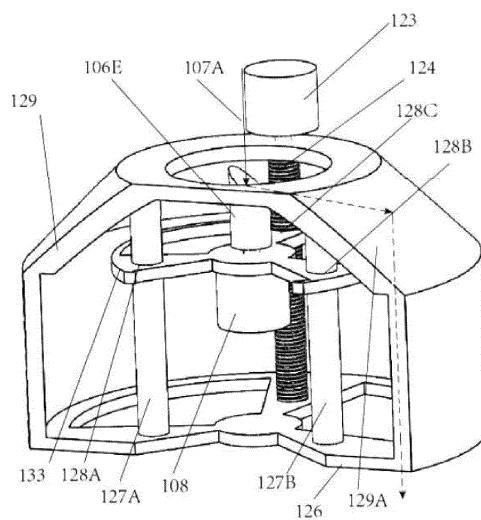
Фиг. 8



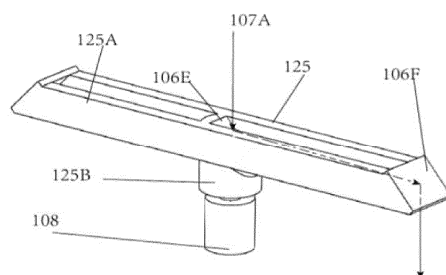
Фиг. 9



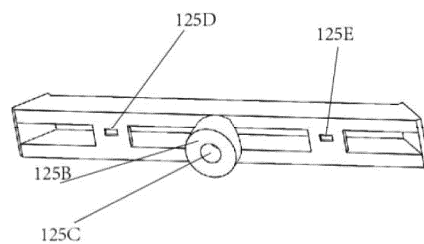
Фиг. 10



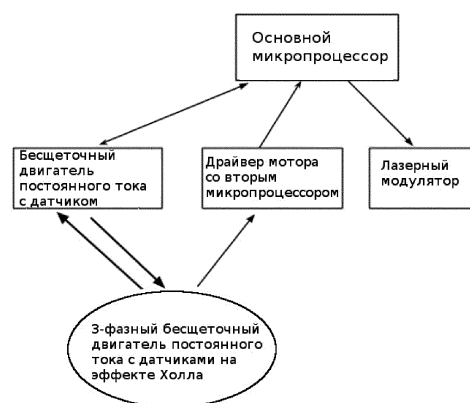
Фиг. 11



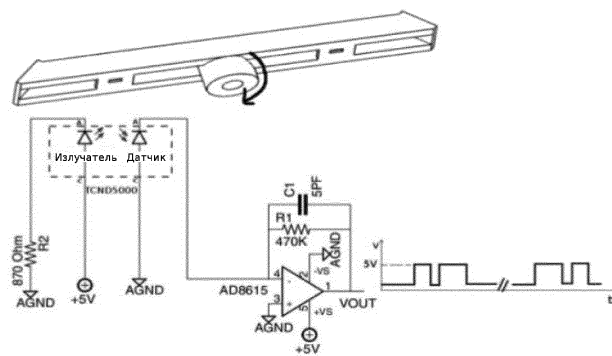
Фиг. 12



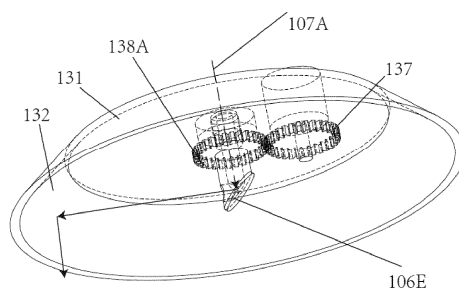
Фиг. 13



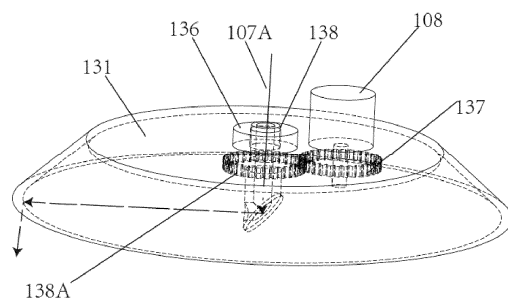
Фиг. 14



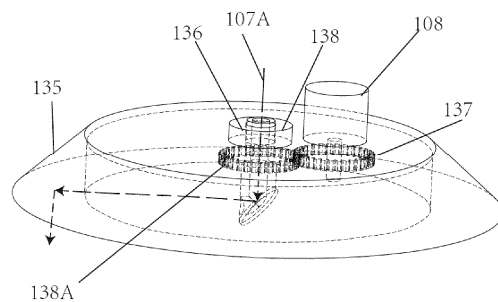
Фиг. 15



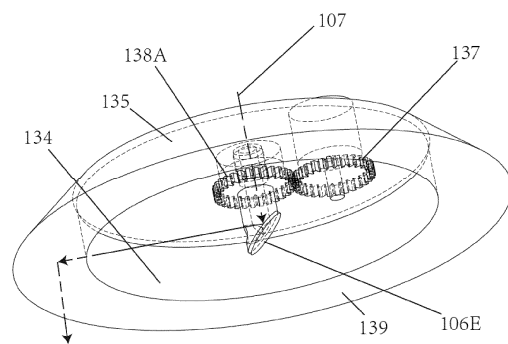
Фиг. 16



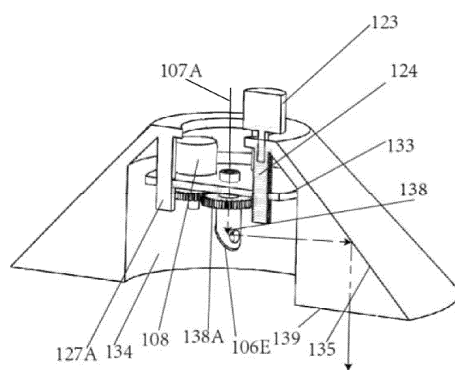
Фиг. 17



Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20

