

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 177949

ФОТОЛИТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЕКЦИОННЫЙ ОБЪЕКТИВ

Патентообладатель: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (Университет ИТМО) (RU)*

Авторы: *Зорич Ненад Джуро (RU), Лифшиц Ирина Леонидовна (RU), Окишев Сергей Григорьевич (RU)*

Заявка № 2017119120

Приоритет полезной модели 31 мая 2017 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 16 марта 2018 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 31 мая 2027 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Изrael





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G02B 9/64 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017119120, 31.05.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.05.2017

Дата регистрации:
16.03.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.05.2017

(45) Опубликовано: 16.03.2018 Бюл. № 8

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Зорич Ненад Джуро (RU),
Лифшиц Ирина Леонидовна (RU),
Окишев Сергей Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (Университет ИТМО)
(RU)

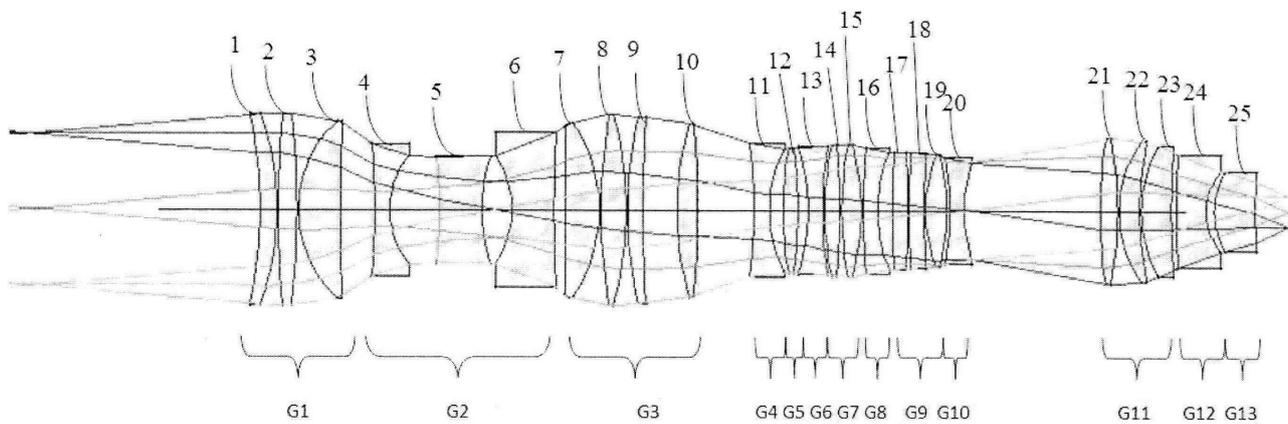
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2003086071 A1, 08.05.2003. US
20090161087 A1, 25.06.2009. US 20050024617
A1, 03.02.2005. BY 5739 C1, 30.12.2003. US
2014078482 A1, 20.03.2014.

(54) ФОТОЛИТОГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЕКЦИОННЫЙ ОБЪЕКТИВ

(57) Реферат:

Полезная модель предназначена для комплектации литографических установок для производства печатных микросхем. Объектив состоит из тринадцати линзовых групп, знаки оптических сил которые чередуются, первая и последняя группы - положительные, первая группа содержит положительный мениск, обращенный вогнутостью к объекту и две двояковыпуклые линзы, вторая группа - отрицательная, третья группа содержит двояковыпуклую линзу, четвертая группа содержит двояковогнутую линзу, пятая состоит из одиночной двояковыпуклой линзы, шестая - одиночная двояковогнутая линза, седьмая содержит две двояковыпуклых линзы, восьмая содержит один мениск, обращенный вогнутостью к изображению, девятая - три двояковыпуклых

линзы, десятая - отрицательная, одиннадцатая - содержит два положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению, двенадцатая - отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, а тринадцатый - содержит один положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, причем для положительного мениска первого компонента выполняется соотношение его диаметра к его фокусному расстоянию как величина, находящаяся в пределах 5-8 относительных единиц, третья группа состоит из четырех линз, две из которых - положительные мениски, обращенные вогнутостью к объекту, а две - двояковыпуклые, четвертая, восьмая и тринадцатая группы состоят из одной линзы. 2 ил.



ФИГ.1

RU 177949 U1

RU 177949 U1

Полезная модель относится к области полупроводниковой микролитографии и может быть использована при конструировании проекционных систем для комплектации литографических установок для производства печатных микросхем.

Известен объектив-аналог по патенту США 9,494,868, опубликованный 15 ноября 2016 г., который содержит 30 оптических элементов, в том числе, не менее 4х асферических поверхностей.

Недостаток известного аналога - сложная оптическая схема, обладающая уменьшенным коэффициентом пропускания.

Наиболее близким по техническому решению является объектив по патенту США 6,970,232 G03B 27/72 от 29 ноября 2005, который выбран авторами за прототип.

Прототип содержит 28 линз, для удобства объектив разделен на 13 групп (G), которые подробно описаны в Таблице 1.

Таблица 1. Схема расположения элементов в объективе-прототипе

Группа	Знак оптической силы	Количество Элементов в группе	Описание формы элементов
G1	+	3	Толстый мениск слабый положительный, обращенный вогнутостью к объекту, две двояковыпуклые линзы
G2	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению
G3	+	1	Двояковыпуклая линза
G4	-	3	Три двояковогнутые линзы
G5	+	1	Двояковыпуклая линза
G6	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к объекту
G7	+	4	Положительный мениск, обращенный
G8	-	4	Двояковогнутая линза, отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению и две двояковогнутые линзы
G9	+	3	Два положительных мениска, обращенные вогнутостью к объекту и двояковыпуклая линза
G10	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к объекту
G11	+	4	двояковыпуклая линза и три положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению
G12	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению
G13	+	2	Два положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению
ИТОГО		28	

Недостаток прототипа - сложная оптическая схема, обладающая невысоким коэффициентом пропускания.

Задачей полезной модели является создание фотолитографического проекционного объектива с повышенным качеством изображения и одновременно с улучшенными светопропусканием и технологичностью.

Решение указанной задачи достигается тем, что в фотолитографическом проекционном объективе, состоящем из тринадцати линзовых групп, знаки оптических сил которых чередуются, первая и последняя группы - положительные, первая группа

содержит положительный мениск, обращенный вогнутостью к объекту и две двояковыпуклые линзы, вторая группа - отрицательная, третья группа содержит двояковыпуклую линзу, четвертая группа содержит двояковогнутую линзу, пятая состоит из одиночной двояковыпуклой линзы, шестая

- 5 - одиночная двояковогнутая линза, седьмая содержит две двояковыпуклых линзы, восьмая содержит один мениск, обращенный вогнутостью к изображению, девятая - три двояковыпуклых линзы, десятая - отрицательная, одиннадцатая - содержит два положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению, двенадцатая - отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, а тринадцатый -
- 10 содержит один положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, новым является то, что для положительного мениска первого компонента выполняется соотношение его диаметра к его фокусному расстоянию как величина, находящаяся в пределах 5-8 относительных единиц, третья группа состоит из четырех линз, две из которых - положительные мениски, обращенные вогнутостью к объекту, а две -
- 15 двояковыпуклые, четвертая, восьмая и тринадцатая группы состоят из одной линзы.

Указанная совокупность позволяет получить необходимое и достаточное количество параметров оптической системы, позволяющее создать фотолитографический проекционный объектив с повышенным качеством изображения и одновременно с улучшенными светопропусканием и технологичностью за счет выполнения его

20 оптической схемы.

Совокупность всех признаков позволяет решить поставленную задачу, исключение любого из них ведет к невозможности реализации фотолитографического проекционного объектива с повышенным качеством изображения и одновременно с улучшенными светопропусканием и технологичностью.

- 25 Сущность изобретения поясняется чертежами:

На фиг. 1 представлена оптическая схема фотолитографического проекционного объектива;

- На фиг. 2- графики его частотно-контрастных характеристик (ЧКХ), где кривые 1-5 показывают графики ЧКХ для идеальной системы с учетом дифракции (1) и точки на
- 30 оси (2), точек на зонах 0.5 (2), 0.75 (3), 0.866 (4) и краю поля - 1.0 (5). Совпадение этих кривых подтверждает высокое качество изображения и ее близость к идеальной системе - число Штреля 0.996 по полю изображения.

- Фотолитографический проекционный объектив содержит последовательно расположенные по ходу луча 13 групп оптических элементов, наименование которых
- 35 и описание представлены в таблице 2.

Фотолитографический проекционный объектив является дифракционно-ограниченной оптической системой и поэтому качество его изображения оценивается по числу Штреля, которое составляет 0.996.

- Таблица 2. Схема расположения элементов в фотолитографическом проекционном объективе по предлагаемой полезной модели и обозначения позиций элементов на Фиг.
- 40 1.

Группа	Знак оптической силы	Количество Элементов в группе	Описание формы элементов
G1	+	3	Положительный мениск, обращенный вогнутостью к объекту (1), две двояковыпуклые линзы (2), (3)
G2	-	3	Три двояковогнутые линзы (4), (5), (6)
G3	+	4	Две двояковыпуклые линзы (7) и (8), положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению (9), двояковыпуклая линза (10)
G4	-	1	Двояковогнутая линза (11)
G5	+	1	Двояковыпуклая линза (12)
G6	-	1	Двояковогнутая линза (13)
G7	+	2	Две двояковыпуклые линзы (14) и (15)
G8	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению (16)
G9	+	3	Два положительных мениска, обращенные вогнутостью к объекту (17) и (18) и двояковыпуклая линза (19)
G10	-	1	Двояковогнутая линза (20)
G11	+	3	Двояковыпуклая линза (21) и два положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению (22) и (23)
G12	-	1	Отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению (24)
G13	+	1	Положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению (25)
ИТОГО		25	

Объектив работает следующим образом:

Световой поток от объекта, расположенного на конечном расстоянии последовательно проходит все оптические поверхности 1-50, элементов 1-25 и групп 1-13 и образует изображение.

Примером конкретной реализации фотолитографического проекционного объектива по предлагаемой полезной модели является объектив, конструктивные параметры которого представлены в таблице 3, а его технические характеристики в Таблице 4.

Таблица 3. Конструктивные параметры

Номер поверхности	Радиусы кривизны, мм	Толщины, мм	Марки оптического стекла/OHARA
0 - объект	Плоская	150.00	
1	-294.12	10.90	PBM8Y
2	-188.06	1.00	
3	625.63	12.41	PBM18Y
4	-580.24	1.00	
5	78.25	28.21	S-FSL5Y
6	3059.95	22.30	
7	-462.66	10.08	PBM18Y
8	57.70	32.72	
9	-230.39	28.11	S-FPL51Y
10	103.88	20.00	
11	-63.08	28.07	PBL1Y
12	1132.61	7.34	
13	11871.57	22.73	PBM18Y
14	-102.87	1.00	
15	383.21	16.40	PBM18Y

	16	-238.29	1.00	
	17	271.90	9.95	S-FPL51Y
5	18	709.11	22.79	
	19	198.22	13.08	S-FPL51Y
	20	-861.44	1.25	
10	21	Плоская	36.63	
	22	-245.53	9.90	PBL26Y
	23	87.51	9.11	
	24	221.77	9.93	S-FPL51Y
15	25	-336.80	6.70	
	26	-134.98	9.90	PBL26Y
	27	279.11	1.29	
20	28	193.75	10.37	S-FPL51Y
	29	-348.47	1.00	
	30	235.29	13.04	S-FPL51Y
25	31	-156.02	1.00	
	32	364.52	9.90	PBL26Y
	33	99.55	10.00	
	34	998.36	9.93	BSM51Y
30	35	-1647.52	1.00	
	36	483.29	9.92	S-FPL51Y
	37	548.13	1.00	
35	38	100.06	13.98	PBM18Y
	39	-160.76	1.83	
	40	-201.81	9.90	PBM18Y
40	41	101.22	90.34	

45

42	290.37	11.65	BSL7Y
43	-237.53	1.00	
44	79.62	13.69	S-FPL51Y
45	243.62	1.01	
46	83.90	19.73	PBL25Y
47	564.67	3.69	
48	1268.92	19.65	PBM18Y
49	41.09	5.23	
50	48.78	27.36	
51	201.24	22.12	
Изображение	плоская		

Таблица 4. Технические характеристики

Номер Поз.	характеристика	значение
1	Расстояние до объекта, мм	150.00
2	Высота объекта, мм	49.82
3	Высота апертурного луча в пространстве предметов, мм	12.50
4	Угол апертурного луча с оптической осью, град.	4.76
5	Высота главного луча в пространстве предметов, мм	49.82
6	Угол главного луча с оптической осью, град.	0

7	Половина диаметра входного зрачка, мм	Бесконечность
8	Положение входного зрачка	На бесконечности
9	Фокусное расстояние, мм	1460.60
10	Положение точки паракиального фокуса, мм	22.18
11	Положение изображения, мм	22.18
12	Общая длина системы, мм	660.10
13	Диафрагменное число	1.25
14	Высота изображения в плоскости Гаусса, мм	10.38
15	Половина диаметра выходного зрачка, мм	121.7
16	Положение выходного зрачка, мм	-282.13
17	Линейное увеличение, крат	-0.208
18	Основная длина волны, мкм	0.365
19	Диапазон длин волн, мкм	0.362-0.368

Техническим преимуществом предлагаемой полезной модели по сравнению с прототипом являются:

- Улучшение качества изображения по критерию числа Штреля на 4%;
- увеличение пропускания объектива на 15%;
- повышение технологичности - все поверхности - сферические.

Таким образом, реализация предлагаемой полезной модели позволит повысить информативность фотолитографического проекционного объектива, что делает возможным его использование при конструировании проекционных систем для комплектации литографических установок для производства печатных микросхем.

(57) Формула полезной модели

Фотолитографический проекционный объектив, состоящий из тринадцати линзовых групп, знаки оптических сил которых чередуются, первая и последняя группы - положительные, первая группа содержит положительный мениск, обращенный вогнутостью к объекту, и две двояковыпуклые линзы, вторая группа - отрицательная, третья группа содержит двояковыпуклую линзу, четвертая группа содержит двояковогнутую линзу, пятая состоит из одиночной двояковыпуклой линзы, шестая - одиночная двояковогнутая линза, седьмая содержит две двояковыпуклых линзы, восьмая содержит один мениск, обращенный вогнутостью к изображению, девятая - три двояковыпуклых линзы, десятая - отрицательная, одиннадцатая содержит два положительных мениска, обращенных вогнутостью к изображению, двенадцатая -

отрицательный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, а тринадцатая содержит один положительный мениск, обращенный вогнутостью к изображению, отличающийся тем, что для положительного мениска первого компонента выполняется соотношение его диаметра к его фокусному расстоянию как величина, находящаяся в
5 пределах 5-8 относительных единиц, третья группа состоит из четырех линз, две из которых - положительные мениски, обращенные вогнутостью к объекту, а две - двояковыпуклые, четвертая, восьмая и тринадцатая группы состоят из одной линзы.

10

15

20

25

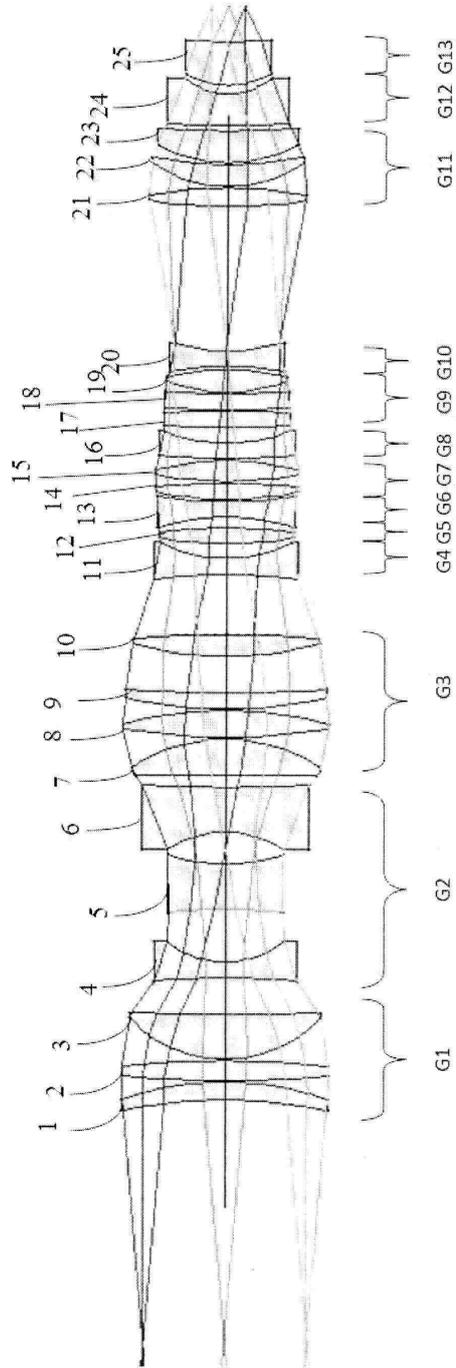
30

35

40

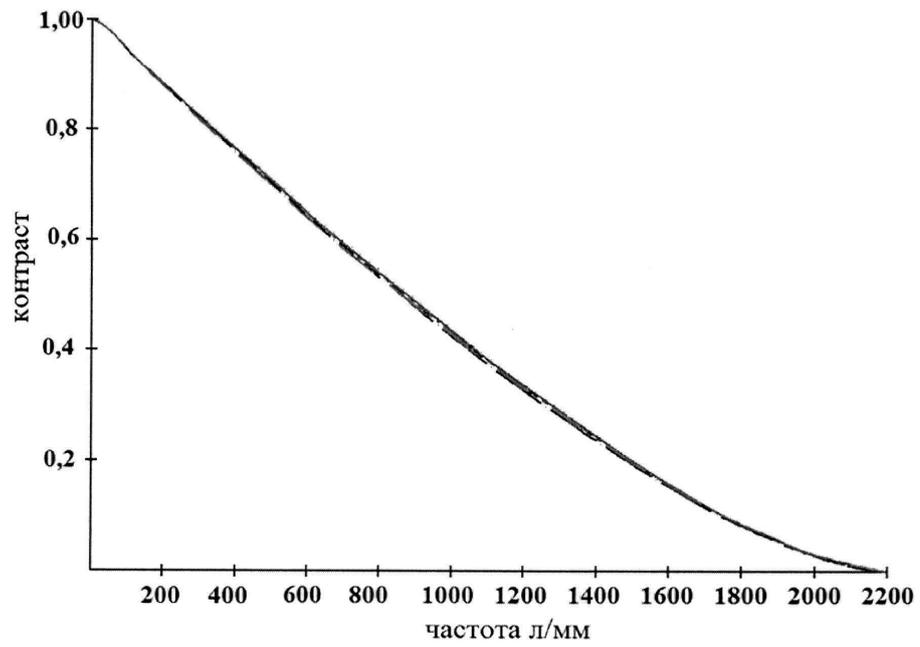
45

Фотолиитографический проекционный объектив



ФИГ.1

Фотолитографический проекционный объектив



Фиг.2