

# ОПТИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

---

УДК 621.9 + 531.792.1

## ПОЛУЧЕНИЕ НАРЕЗНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК С НЕПРЯМОУГОЛЬНОЙ ЗАШТРИХОВАННОЙ ЗОНОЙ

© 2012 г. Р. Х. Абдрахманов; М. Ю. Знаменский; Я. К. Лукашевич, канд. техн. наук

НПО “Государственный институт прикладной оптики”, г. Казань

E-mail: nrogipo@tnpko.ru

Приведена конструкция делительной машины для нарезания дифракционных решеток, оснащенной системой управления резцом, позволяющей изменять длину штрихов нарезаемой решетки по ее ширине. Система управления обеспечивает устойчивую работу делительной машины при изготовлении оригинальных дифракционных решеток с нарезанной зоной прямоугольной формы. Приведены характеристики решеток-поляризаторов, изготовленных на указанной машине.

*Ключевые слова:* дифракционная решетка, делительная машина, электронная система управления, решетка-поляризатор.

Коды OCIS: 050.0050, 220.4000.

Поступила в редакцию 18.05.2011.

Нарезные дифракционные решетки изготавливают на специальных делительных машинах [1, 2]. Формообразование штрихов производят алмазным резцом в слое металла, нанесенного на стеклянную или металлическую подложку, или непосредственно в металлической подложке [3]. Также непосредственным нанесением штрихов в материале изготавливают решетки-поляризаторы на твердых подложках [4]. При этом на круглых подложках заштрихованная зона имеет квадратную форму, а по краям подложки сохраняются поля без штрихов, занимающие значительную часть ее площади. Так, например, у решеток-поляризаторов с квадратной формой заштрихованной зоны эффективная рабочая площадь при вращении поляризатора ограничивается вписанным в этот квадрат кругом.

Для уменьшения массогабаритных характеристик приборов, в которых используются дифракционные решетки, желательно иметь решетки с полностью заштрихованной поверхностью подложки или решетки с минимальными размерами полей без штрихов, при этом заштрихованная зона может быть прямоуголь-

ной, круглой или другой конфигурации. Для этих целей можно использовать решетки-реплики, полученные путем копирования решетки-оригинала через промежуточную решетку-мастер. Авторами данной статьи применяется этот метод, который хорошо себя показал при выполнении практических задач для получения дифракционных решеток-реплик, используемых в спектральных приборах.

Наряду с этим имеется потребность в получении решеток-оригиналов с прямоугольной нарезной зоной, например, решеток-поляризаторов на твердых подложках из прозрачных в инфракрасной области спектра материалов (фтористого кальция, фтористого бария, селенида цинка и др.). Ранее был предложен метод формирования штрихов решеток заданной длины и местоположения с помощью специальной системы управления делительной машиной [5]. С применением этой системы управления были получены образцы различных специальных дифракционных решеток [6]. Управление этой системой осуществляется аппаратно от персональной ЭВМ, для чего требуются разработка программы и обеспечение

устойчивой работы ЭВМ и всей системы управления.

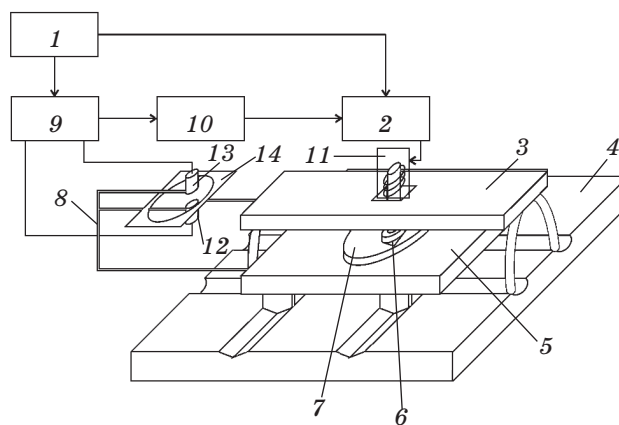
В настоящей работе используется более простое и надежное устройство для получения прямоугольной заштрихованной зоны нарезных дифракционных решеток, в том числе решеток-поляризаторов. Такие решетки-поляризаторы, наряду с высокими оптическими характеристиками, обладают высокой лучевой стойкостью, так как в отличие от аналогичных, полученных фотолитографическим или голографическим способом, не содержат в своей конструкции слоев светочувствительного материала. Отметим, что слой светочувствительного материала наряду с уменьшением лучевой стойкости приводит к нежелательной модуляции коэффициента пропускания.

Другим примером, где требуется прямоугольная заштрихованная зона, служат решетки-ответвители для мощных лазеров, которые изготавливаются на монокристаллических подложках.

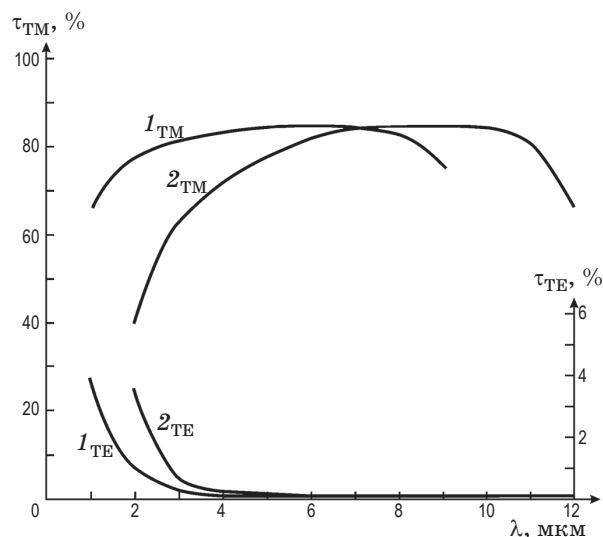
Схема делительной машины с названным устройством приведена на рис. 1.

Подложка решетки 7 установлена на делительной каретке 5, перемещающейся поступательно на станине 4. Резцовая каретка 3 с установленным на ней резцом 6 совершает возвратно-поступательное движение в направлении, перпендикулярном относительно движения делительной каретки 5. На резцовой каретке 3 жестко закреплен шаблон 14, конфигурация диафрагмы которого определяет форму нарезной части изготавливаемой решетки. На делительной каретке 5 жестко закреплен кронштейн 8 с установленными на нем светодиодом 12 и фотодиодом 13. Моменты опускания и подъема резца определяются положением светодиода и фотодиода относительно диафрагмы шаблона 14. Сигнал с оптронного устройства 9, включающего светодиод 12 и фотодиод 13, через дискриминатор амплитуд 10 и устройство управления резцом 2 поступает на электромагнит резцовой головки 11, являющийся исполнительным механизмом для подъема и опускания резца 6 на подложку. Синхронизация моментов опускания и подъема резца в процессе работы делительной машины осуществляется датчиком цикла 1.

В НПО "ТИПО" были изготовлены образцы дифракционных решеток с прямоугольной нарезной зоной, в том числе решетки-поляризаторы на подложках из фтористого кальция и фтористого бария. На подложках  $\varnothing 40$  мм



**Рис. 1.** Схема делительной машины с устройством, обеспечивающим получение прямоугольной формы заштрихованной зоны. 1 – датчик цикла, 2 – устройство управления резцом, 3 – резцовая каретка, 4 – станина, 5 – делительная каретка, 6 – резец, 7 – подложка решетки, 8 – кронштейн, 9 – оптронное устройство, 10 – дискриминатор амплитуд, 11 – резцовая головка с электромагнитом, 12 – светодиод, 13 – фотодиод, 14 – шаблон.



**Рис. 2.** Зависимости спектральных коэффициентов пропускания ( $\tau$ ) решеток-поляризаторов на подложках из фторида кальция (1) и фторида бария (2).  $\tau_{ТМ}$  и  $\tau_{ТЕ}$  – коэффициенты пропускания для ТМ и ТЕ поляризационных составляющих соответственно.

размер нарезной части составил  $\varnothing 37$  мм, а на подложке  $\varnothing 25$  мм –  $\varnothing 22$  мм соответственно при соблюдении правильной геометрической формы нарезки. Характеристики решеток-поляризаторов приведены на рис. 2.

Устройство показало устойчивую и надежную работу также и при изготовлении других типов нарезных решеток с прямоугольной заштрихованной зоной. При этом оно отличается

простотой и доступностью в получении различных конфигураций заштрихованной зоны и в перенастройке системы при переходах на другие типы решеток.

\* \* \* \* \*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Ф.М. Современные дифракционные решетки // ОМП. 1965. № 10. С. 33–48.
  2. Huttley M.C. Diffraction Gratings / London, New York: Academic Press, 1982. 330 p.
  3. Герасимов Ф.М., Несмелов С.В., Сергеев В.П., Гельтевский И.А. Изготовление эшелеттов // ОМП. 1958. № 12. С. 6–12.
  4. Яковлев Э.А., Герасимов Ф.М. Поляризаторы инфракрасного излучения на основе прозрачных дифракционных решеток // ОМП. 1964. № 10. С. 28–34.
  5. Абдрахманов Р.Х., Балясников Н.М., Лукашевич Я.К., Нюшкин А.А. Делительная машина для изготовления дифракционных решеток // Патент России № 2036770. 1995.
  6. Абдрахманов Р.Х., Балясников Н.М., Лукашевич Я.К., Лукин А.В., Нюшкин А.А., Чугунов Ю.П. Получение дифракционных оптических элементов с дискретно-переменным периодом штрихов на делительной машине, управляемой компьютером // Оптический журнал. 1997. Т. 64. № 6. С. 113–115.
-