

07

© 1992

ФОКУСАТОРЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ БЛИЖНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА

М.А. Г о л у б, Л.Л. Д о с к о л о в и ч,
Н.Л. К а з а н с к и й, И.В. К л и м о в,
В.А. С о й ф е р, Г.В. У с п л е н ь е в,
В.Б. Ц в е т к о в, И.А. Щ е р б а к о в

Развитие лазерной технологии требует применения новых оптических элементов для преобразования лазерного излучения, например, дифракционных оптических элементов, позволяющих решить задачу фокусировки лазерного излучения в произвольную кривую на фокальной плоскости [1-3].

Создание *Nd*-лазеров ($\lambda=1.06$ мкм) субкиловаттного и киловаттного диапазонов средних мощностей и перспектива замещения ими на некоторых операциях (термообработка, резка листовых материалов, маркировка и т. д.) наиболее распространенных сейчас CO_2 -лазеров ($\lambda=10.6$ мкм) требует разработки новых систем формирования и фокусировки мощного лазерного пучка для длины волны $\lambda=1.06$ мкм, а также адаптации оптики, разработанной для $\lambda=10.6$ мкм.

Таковыми элементами силовой оптики являются фокусаторы лазерного излучения [1-4], представляющие собой плоские пластинки со специально рассчитанным фазовым рельефом. Известны фокусаторы [2-4], работающие в области дальнего ИК-диапазона ($\lambda=10.6$ мкм) для CO_2 -лазеров. Технология их изготовления основывается на контактном переносе изображения с фотошаблона на регистрирующую среду с последующим получением рельефа с заданной глубиной модуляции и формы дифракционной зоны. Существует несколько способов формирования фазового рельефа: на основе вымывания слоев задубленного желатина [5], темнового роста фотополимеризующихся [6], а также на основе технологии планарной фотолитографии [7]. Однако эти способы имеют ограничения по разрешающей способности и точности воспроизведения профиля рельефа, поэтому применение указанных технологий для изготовления фокусаторов ближнего и среднего ИК-диапазона затруднительно или невозможно.

До последнего времени производство фокусаторов ближнего ИК-диапазона наталкивалось на трудности, связанные с предельным разрешением фотопостроителей, используемых для синтеза фотошаблонов, которое не превышает 50 лин/мм, в то время как минимальная ширина зоны фокусатора δ , оцениваемая по формуле

$$\delta = \lambda f / dM \quad (1)$$

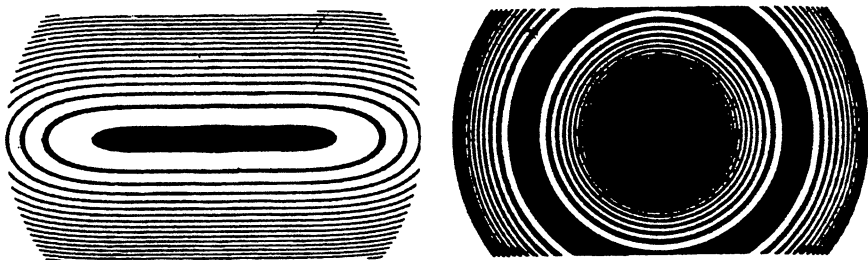


Рис. 1. Фотошаблоны фокусаторов: а - в отрезок, б - в кольцо (фрагменты).



Рис. 2. Результаты работы фокусаторов на плотном картоне.

(где λ - длина волны; f - фокусное расстояние; d - размер фокусатора; M - число уровней квантования фазы), может достигать 2-5 мкм. Трудности, связанные с разрешением, преодолены с помощью развития технологий микролитографии: электронной литографии, фотоумножительной проекционной литографии и др.

По технологии проекционной фотолитографии с уменьшением фотошаблона в 10 раз в Самарском филиале ЦКБ уникального приборостроения РАН изготовлены фокусаторы со ступенчатым профилем микрорельефа, работающие на длине волны $\lambda = 1.06$ мкм и фокусирующие лазерное излучение в точку, отрезок и кольцо.

Для проведения исследований работы фокусаторов на длине волны $\lambda = 1.06$ мкм и ИОФ РАН был создан компактный импульсный твердотельный лазер на основе кристалла иттрий-скандий-галлиевого граната, активированного ионами хрома и неодима (ИСГГ: Cr, Nd). В режиме свободной генерации ($\tau_{\text{имп}} \approx 800$ мкс) при частоте повторения до 10 Гц энергия выходного импульса достигала 8 Дж, а расходимость не превышала 15 угл. мин.

На рис. 1 приведены фотошаблоны фокусаторов в отрезок и кольцо, имеющие параметры: фокусное расстояние 100 мм, диаметр фокусаторов 6 мм; размер фокальной кривой: длина отрезка 5 мм, диаметр кольца 4 мм. Результаты работы, созданной на основе

лазера и фокусаторов оптической системы, приведены на рис. 2. Меньшая длина волны фокусируемого излучения обеспечивает существенно меньшую ширину фокальной линии по сравнению с результатами фокусировки для дальнего ИК-диапазона [4]. Это обеспечивает большую концентрацию энергии, что представляется важным для ряда технологических приложений, таких как лазерная маркировка, прошивка отверстий и т. п.

Разработанная технология позволяет изготавливать фокусаторы ближнего ИК-диапазона как пропускающие излучение на кварцевых пластинках, так и отражающие. Применение специальных фотополимеризующихся смол для копирования фазового микрорельефа позволяет тиражировать фокусаторы с одной матрицы и снижать их стоимость.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Г о л у б М.А., К а р п е е в С.В., П р о х о р о в А.М., С и с а к я н И.Н., С о й ф е р В.А. // Письма в ЖТФ. 1981. Т. 7. В. 10. С. 618-623.
- [2] Г о л у б М.А., Д я г т я р е в а В.П., К л и м о в А.Н., П о п о в В.В., П р о х о р о в А.М., С и с а к я н И.Н., С о й ф е р В.А. // Письма в ЖТФ. 1982. Т. 8. В. 13. С. 449-451.
- [3] S i s a k y a n I.N., S o i f e r V.A. // Infrared Phys. 1991. V. 32. P. 435-438.
- [4] G o l u b M.A., S i s a k i a n I.N., S o i f e r V.A. // Optics and Lasers in Engineering. 1991. V. 15. N 5. P. 297-309.
- [5] П о п о в В.В. // Компьютерная оптика, вып. 1. М.: МЦНТИ. 1987. С. 160-163.
- [6] В о i k o Y u., G r a n c h a k V.M. D i l u n g I., S o l o v j e v V.S., S i s a k i a n I.N., S o i f e r V.A. // Proc. SPIE. 1990. V. 1238. P. 252-257.
- [7] Б о б р о в С.Т., Г р е й с у х Г.И., Т у р к е в и ч Ю.Г. Оптика дифракционных элементов и систем. Л.: Машиностроение, 1986. 224 с.

Поступило в Редакцию
5 июня 1992 г.