

УДК 621.372

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ЛИНЗА НА ОСНОВЕ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

К. ф.-м. н. П. В. Нистирюк, Д. Н. Цуркану, А. П. Нистирюк, А. Г. Кихай,
Л. В. Баксан, П. П. Нистирюк, к. т. н. С. М. Андроник

Технический университет Молдовы
Молдова, г. Кишинев
dinu.tsurcanu@gmail.com

Представлены результаты разработки новой цилиндрической линзы, работающей в диапазоне волн $\lambda=1...6$ мкм, на основе магнито-реологической жидкости из полиэтилсилоксанового масла и порошка железиттриевого граната $Y_3Fe_5O_{12}$, с параметрами, перестраиваемыми под воздействием внешнего магнитного поля.

Ключевые слова: цилиндрическая линза, магнито-реологическая жидкость, фокусное расстояние.

В оптических системах связи градиентные линзы широко применяются в устройствах для ввода излучения от источника света в волоконные световоды, в оптических переключателях, устройствах частотного мультиплексирования сигналов при передаче информации. Траектория распространения света в градиентных линзах имеет форму синусоиды [1]. Твердотельные градиентные линзы в виде цилиндрического стержня изготавливают из легированных кварцевых стекол, многокомпонентных силикатных стекол из полимеров [2], которые в зависимости от диаметра линзы и крутизны параболического профиля показателя преломления имеют постоянные параметры.

Целью настоящей работы является описание конструкции и принципа функционирования разработанной авторами цилиндрической линзы с перестраиваемыми параметрами на основе магнито-реологической жидкости (МРЖ) [3].

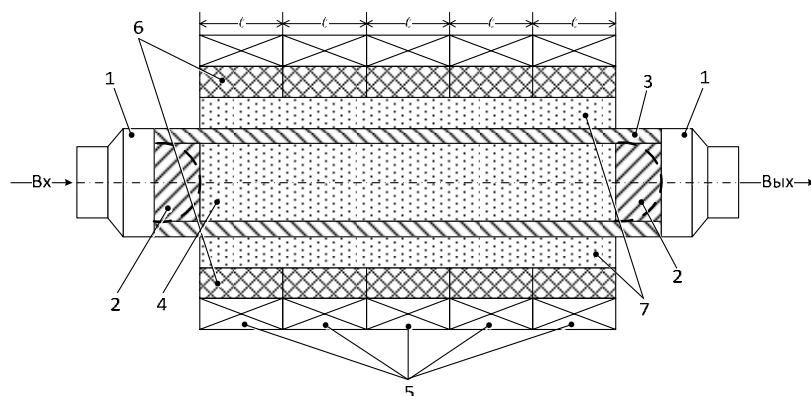
Разработанная конструкция новой цилиндрической линзы, представленная на рис. 1, состоит из оптических коннекторов (1), четвертьшаговой стержневой кварцевой градиентной линзы (2), полимерной оболочки (3), сердцевины (4) из магнито-реологической жидкости на основе порошка железиттриевого граната $Y_3Fe_5O_{12}$ [4] и полиэтилсилоксанового масла [5]. Цилиндрическая линза размещена коаксиально внутри пяти последовательно размещенных вдоль оси линзы намагничивающих катушек (5) имеющих твердый сердечник (6) из магнетодиелектрика на основе карбонильного железа марки Р-100 [6] и магнито-реологический сердечник (7) на основе порошка карбонильного железа [6] и полиэтилсилоксанового масла [5].

Такая конструкция цилиндрической линзы позволяет плавно настраивать намагничивающие катушки, которые могут быть расположены как симметрично, так и асимметрично относительно оптической оси линзы. В процессе намагничивания твердого и магнито-реологического сердечника катушек (5) изменяется крутизна профиля показателя преломления сердечника (4), и показатель преломления постепенно уменьшается пропорционально квадрату радиуса сердечника, т. е. получается линза с градиентным показателем преломления. Траектория распространения оптического сигнала в такой линзе имеет форму синусоиды на отрезке, равном шагу линзы Lp .

Шаг синусоидальной траектории оптического сигнала Lp , значение угла θ на оптической оси и числовая апертура NA цилиндрической линзы на основе МРЖ были оценены на основе формул [1]:

$$Lp = 2\pi/g; \theta = \arcsin [n(0)ga]; NA = \sin \theta, \quad (1)$$

где g – степень фокусирования; $n(0) = 1,9$ – показатель преломления на оси линзы; $a=250$ мкм – радиус сердцевины линзы. Шаг линзы в среднем составляет $Lp = 2,5$ мм, а каждая катушка действует на отрезке линзы длиной $l = 10Lp$.



Цилиндрическая линза
на основе магнитореологической жидкости

Таким образом, установлено, что разработанная цилиндрическая линза новой конструкции, на основе МРЖ, при симметричном расположении намагничивающих катушек относительно оси линзы позволяет плавно изменять фокусное расстояние линзы в пределах до 2 мм, а при асимметричном расположении намагничивающих катушек позволяет плавно смещать фокус от оси линзы. При комбинированном расположении намагничивающих катушек, как симметрично, так и асимметрично относительно оси линзы, такая конструкция позволяет выполнить фильтрацию оптического сигнала.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Суэмацу Я., Катаока С., Кисино К., Какубун Я. Основы оптоэлектроники.– Москва: Мир, 1988.
2. Красюк Б. А., Корнеев Г. И. Оптические системы связи и световодные датчики. Вопросы технологий.– Москва: Радио и связь, 1985.
3. Физика за рубежом 1986. Серия А (исследования): Сб. статей // Сост. Ю. А. Данилов.– Москва: Мир, 1986.
4. Акустические кристаллы. Справочник / Под ред. М. П. Шаскольской.– Москва: Наука, 1982.
5. Конструкционные и электротехнические материалы / Под ред. В. А. Филикова.– Москва: Высшая школа, 1990.
6. Преображенский А. А., Бишард Е. Г. Магнитные материалы и элементы.– Москва: Высшая школа, 1986.

P. V. Nistiriuc, D. N. Tsurcanu, A. P. Nistiriuc, A. G. Kihai, L. V. Baxan, P. P. Nistiriuc, S. M. Andronic
The cylindrical lens based magnetorheological liquid.

The paper presents the results of development of a new cylindrical lens working in wavelength range $\lambda = 1\text{--}6 \mu\text{m}$ based on magnetorheological fluid of polyethylsiloxane oil and powder iron garnet $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ with tunable parameters.

Keywords: *cylindrical lens, magnetorheological fluid, focal length.*