

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра лазерной физики и спектроскопии

Пашкевич
Анна Александровна

**Жидкокристаллическая зонная пластинка Френеля для определения
фазовой топологии сингулярных пучков**

Реферат дипломной работы

Научный руководитель
профессор, доктор физ.-мат. наук
Мельникова Елена Александровна

МИНСК, 2025

Реферат

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ЗОННАЯ ПЛАСТИНКА ФРЕНЕЛЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЗОВОЙ ТОПОЛОГИИ СИНГУЛЯРНЫХ ПУЧКОВ

Дипломная работа: 44 с., 29 рис., 2 таблицы, 33 источника.

ОПТИЧЕСКИЕ ВИХРИ, ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАРЯД, НЕМАТИЧЕСКИЙ ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМАЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ЛИНЗА ФРЕНЕЛЯ.

Объектом разработки и исследования является жидкокристаллическая электрически управляемая линза Френеля и метод определения фазовой топологии фазовые оптических вихрей.

Цели работы – отработка новой методики эффективного определения фазовой топологии оптических вихрей с использованием электрически управляемой нематической жидкокристаллической линзы Френеля.

В результате исследования: на основе метода фотоориентации азокрасителя AtA – 2 разработан и изготовлен электрически переключаемый нематический жидкокристаллический элемент, представляющий собой линзу Френеля. Экспериментально исследованы фокусирующие свойства жидкокристаллической электрически управляемой линзы Френеля относительно величины внешнего управляющего напряжения. Разработан новый метод анализа фазовой топологии оптических вихрей с использованием линзы Френеля. Экспериментально определены как абсолютные значения, так и знаки топологических зарядов (ℓ) фазовых сингулярных пучков с зарядами от ± 2 до ± 5 . Полученные экспериментальные результаты по определению топологического заряда оптических вихрей полностью коррелируют с серией проведенных в работе экспериментов по определению фазовой топологии сингулярных пучков на основе классического метода их когерентного сложения с плоской и сферической опорной волной на базе интерферометра Маха-Цендера.

Предложенный и экспериментально продемонстрированный в работе метод определения топологического заряда фазовых сингулярных пучков отличается простотой реализации, не требует применения интерферометра, что на много упрощает оптическую схему идентификации фазовой топологии оптических пучков.

Область применения – сингулярная оптика, криптография, оптическая передача информации и квантовые коммуникации.

Рэферат

ВАДАКРЫСТАЛІЧНАЯ ЗОННАЯ ПЛАСТИНА ФРЭНЭЛЯ ДЛЯ ВЫЗНАЧЭННЯ ФАЗАВАЙ ТАПАЛОГІІ СІНГУЛЯРНЫХ ПУЧКОЎ

Дыпломная работа: 44 с., 29 мал., 2 табліцы, 33 крыніцы.

АПТЫЧНЫЯ ВІХРЫ, ТАПАЛАГІЧНЫ ЗАРАД, НЕМАТЫЧНЫ
ВАДЫЧНЫ КРЫШТАЛЬ, ЭЛЕКТРЫЧНА КІРАВАЕМАЯ
ЖЫДКАКРЫСТАЛІЧНАЯ ЛІНЗА ФРЭНЭЛЯ.

Аб'ектам распрацоўкі і даследавання з'яўляецца вадкакрысталічная па-электрычнаму кіраваная лінза Фрэнэля і метады вызначэння фазавай тапалогіі фазавых аптычных віхур.

Мэты працы – адпрацоўка новай метадыкі эфектыўнага вызначэння фазавай тапалогіі аптычных віхур з выкарыстаннем электрычнаму кіраванай нематычнай вадкакрысталічнай лінзы Фрэнэля.

У выніку даследавання: на аснове метаду фотаарыентацыі азафарбавальніка AtA – 2 распрацаваны і выраблены па-электрычнаму які перамякаецца нематычны вадкакрысталічны элемент, уяўлялы сабой лінзу Фрэнэля. Эксперыментальна даследаваны факсавальныя ўласцівасці вадкакрысталічнай па-электрычнаму кіраванай лінзы Фрэнэля адносна велічыні вонкавай кіравальнай напругі. Распрацаваны новы метады аналізу фазавай тапалогіі аптычных віхур з выкарыстаннем лінзы Фрэнэля. Эксперыментальна вызначаны як абсалютныя значэнні, так і знакі тапалагічных зарадаў (ℓ) фазавых сінгулярных пучкоў з зарадамі ад ± 2 да ± 5 . Атрыманыя эксперыментальныя вынікі па вызначэнні тапалагічнага зарада аптычных віхур цалкам карэлююць з серыяй праведзеных у працы эксперыментаў па вызначэнні фазавай тапалогіі сінгулярных пучкоў на аснове класічнага метаду іх кагерэнтнага складання з плоскай і сферычнай апорнай хваляй на базе інтэрферометра Маха-Цэндэра.

Прапанаваны і эксперыментальна прадэманстраваны ў працы метады вызначэння тапалагічнага зарада фазавых сінгулярных пучкоў адрозніваецца прастатой рэалізацыі, не патрабуе прымянення інтэрферометра, што на шмат спрашчае аптычную схему ідэнтыфікацыі фазавай тапалогіі аптычных пучкоў.

Вобласць прымянення – сінгулярная оптыка, крыптаграфія, аптычная перадача інфармацыі і квантавыя камунікацыі.

Abstract

LIQUID CRYSTAL FRESNEL ZONE PLATE FOR DETERMINING THE PHASE TOPOLOGY OF SINGULAR BEAMS

Thesis: 44 p., 29 fig., 2 tables, 33 sources.

OPTICAL VORTICES, TOPOLOGICAL CHARGE, NEMATIC LIQUID CRYSTAL, ELECTRICALLY CONTROLLED LIQUID CRYSTAL FRESNEL LENS.

The object of development and research is a liquid crystal electrically controlled Fresnel lens and a method for determining the phase topology of phase optical vortices.

The objectives of the work are to develop a new technique for efficiently determining the phase topology of optical vortices using an electrically controlled nematic liquid crystal Fresnel lens.

As a result of the study: based on the photoorientation method of the AtA – 2 azo dye, an electrically switchable nematic liquid crystal element representing a Fresnel lens has been developed and manufactured. The focusing properties of the liquid crystal electrically controlled Fresnel lens relative to the value of the external control voltage have been experimentally studied. A new method for analyzing the phase topology of optical vortices using a Fresnel lens has been developed. Both absolute values and signs of topological charges (ℓ) of phase singular beams with charges from ± 2 to ± 5 have been experimentally determined. The obtained experimental results for determining the topological charge of optical vortices fully correlate with a series of experiments conducted in the work to determine the phase topology of singular beams based on the classical method of their coherent addition with a plane and spherical reference wave based on a Mach-Zehnder interferometer.

The proposed and experimentally demonstrated method for determining the topological charge of phase singular beams is simple to implement and does not require the use of an interferometer, which greatly simplifies the optical scheme for identifying the phase topology of optical beams.

The scope of application is singular optics, cryptography, optical information transmission and quantum communications.