

- [1] Н е н н е b e r g e r F.N. // Phys. Stat. Sol. B, 1986. V. 137. P. 371.
- [2] Г и б с с X. Оптическая бистабильность. М.: Мир, 1988. С. 108.
- [3] С т а д н и к В.А. // Письма в ЖЭТФ. 1987. Т. 45. С. 142.
- [4] С т а д н и к В.А. // ФТТ. 1987. Т. 29. С. 35-94.
- [5] С т а д н и к В.А. // ФТТ. 1988. Т. 30. С. 35-71.

Ереванский
государственный
университет

Поступило в Редакцию
1 июня 1990 г.
В окончательной редакции
5 декабря 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 4

26 февраля 1991 г.

07; 12

© 1991

ВЛИЯНИЕ АСИММЕТРИИ БЛИЖНЕГО ПОЛЯ
ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА НА ИЗМЕРЕНИЕ
АСТИГМАТИЧЕСКОГО РАССТОЯНИЯ

В.Л. В е л и ч а н с к и й, А.С. З и б р о в,
С.П. К о т о в а, Г.Т. П а к,
А.К. Ч е р н ы ш о в

Хорошо известно, что в волновом фронте, излучаемом полупроводниковым лазером, доминирующим типом aberrаций является астигматизм. В работе [1] отмечалось, что в этот вид aberrаций дают вклад асимметрия ближнего поля и различие механизмов образования волновода в двух ортогональных направлениях (далее „главных“), одно из которых параллельно р-п переходу. Очевидно также, что разработчикам полупроводниковых лазеров и оптических систем для них важно знать вклад от каждого из факторов по отдельности. В связи с этим методики, подобные опубликованным в [2], несмотря на высокую точность измерения волновых aberrаций, дают не совсем полную информацию, поскольку не различают причин появления астигматизма. Поэтому на практике дополнительно измеряют величину астигматического расстояния ΔZ для оценки волноводного вклада в искажение типа астигматизм. Связь между ΔZ и величиной волновой aberrации приводится в [3].

Поскольку, как отмечалось выше, существуют два механизма образования астигматического волнового фронта, то можно пред-

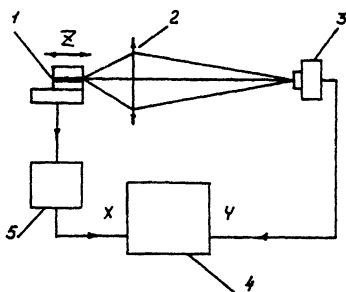


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 - полупроводниковый лазер, 2 - микрообъектив, 3 - многоэлементный фотоприемник (матрица), 4 - графопостроитель, 5 - датчик смещения.

положить, что асимметрия ближнего поля влияет на величину измеряемого астигматического расстояния Δz . В данной работе показано, что в методах измерения Δz , приведенных в [3, 4], асимметрия ближнего поля полупроводникового лазера дает вклад в измеряемую величину и наоборот, методики типа [5] позволяют исключить ее проявление.

На рис. 1 представлена упрощенная схема измерителя Δz [5]. Излучение полупроводникового лазера 1 при помощи микрообъектива 2 фокусируется на многоэлементный фотоприемник 3. В эксперименте строится зависимость размеров пучка в главных направлениях от смещения полупроводникового лазера 1 вдоль оптической оси. Измерение размеров пучка происходит в плоскости фотоприемника 3 на фиксированном расстоянии от микрообъектива 2. Типичный экспериментальный график представлен на рис. 2. Астигматическое расстояние Δz определяется как отрезок вдоль оси z между точками с максимальной амплитудой для кривых 1 и 2 (рис. 2). Это означает, что измеряется расстояние между двумя положениями полупроводникового лазера вдоль оптической оси, при которых в плоскости фотоприемника получается минимальный размер пучка в соответствующем главном направлении.

Далее предположим, что выходной пучок полупроводникового лазера описывается эллиптическим Гауссовым пучком с различными по размеру перетяжками (асимметрия ближнего поля). При этом перетяжки эллиптического Гауссова пучка разнесены вдоль оптической оси на величину Δz . Воспользуемся теперь результатами работы [6]. В ней показано, что если требуется на некотором фиксированном расстоянии l от линзы получить минимально возможное сечение Гауссова пучка, то расстояние x_{opt} от исходной перетяжки до передней фокальной плоскости должно быть равно

$$x_{opt} = -\frac{f^2}{l}, \quad (1)$$

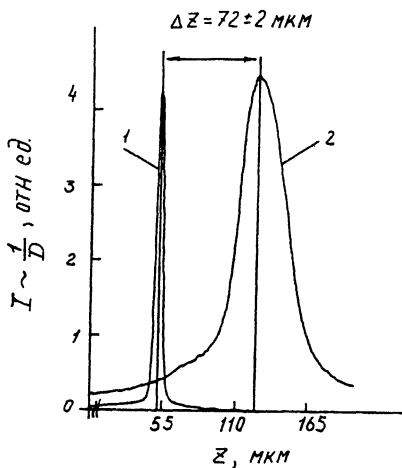


Рис. 2. Экспериментальная зависимость ширины пучка D в плоскости фотоприемника 3 от положения полупроводникового лазера 1. Кривые 1 и 2 соответствуют размерам пучка вдоль различных главных направлений.

где f – фокусное расстояние линзы. Из (1) следует, что $x_{\text{опт}}$ зависит от параметров экспериментальной установки и не зависит от параметров пучка, т.е. оно одинаково для обеих перетяжек во взаимно перпендикулярных плоскостях. Таким образом, по размеру пучка в плоскости фотоприемника определяются два положения полупроводникового лазера, для которых соответствующие перетяжки находятся на $x_{\text{опт}}$ от передней фокальной плоскости микрообъектива 2. Расстояние между этими положениями, как следует из (1), точно равно исходному астигматическому расстоянию ΔZ полупроводникового лазера.

В методиках типа [3, 4], в отличие от вышеописанной, определяется положение перетяжек в пространстве изображений фокусирующего микрообъектива. По измеренному расстоянию между перетяжками и продольному увеличению линзы определяют исходное астигматическое расстояние ΔZ полупроводникового лазера.

Вспользуемся теперь известной формулой, приведенной, например, в [6], позволяющей определить положение перетяжки Гауссова пучка в пространстве изображений

$$x' = \frac{-xf^2}{(D_0/W_0)^2 + x^2}, \quad (2)$$

где D_0 – размер исходной перетяжки; ω_0 – расходимость лазерного пучка до линзы; f – фокусное расстояние линзы; x' , x – расстояние от перетяжки до задней и передней фокальной плоскостей, соответственно. Из формулы (2) следует, что положение

перетяжки за линзой x' определяется положением x^i и размером D_0 исходной перетяжки. Поэтому, даже если исходные, но неодинаковые по размеру перетяжки эллиптического Гауссова пучка совпадают в пространстве предметов ($\Delta Z = 0$), то в пространстве изображений перетяжки будут на разных расстояниях от линзы. Следовательно, при таком подходе измеренное ΔZ не будет точно равно нулю, из-за влияния асимметрии ближнего поля.

Таким образом, если при измерении астигматического расстояния ΔZ регистрируется ширина пучка на фиксированном расстоянии от фокусирующей линзы, в зависимости от положения полупроводникового лазера, то асимметрия ближнего поля не влияет на результаты измерений.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] T a t s u n o K., D r e n t e n R., V a n d e r P o e l C., O p s c h o o r J., A s k e t G. // Appl. Opt. 1989. V. 28. N 21. P. 4560-4568.
- [2] V a n E s k D.C. // IEEE J. Quantum Electron. 1983. V. QE-19. N 6. P. 966-968.
- [3] T a t s u n o K., A r i m o t o A. // Appl. Opt. 1981. V. 20. N 20. P. 3520-3525.
- [4] Н а б о р у И., С а д а о М. // Заявка 60-140778, Япония. Заявл. 27.12.83, № 58-250634, опубли. 25.07.85. МКИ H01 S 3/18, G. 01 M 11/02.
- [5] Б е с т а л а н н ы й С.И., В е л и ч а н с к и й В.Л., З и б р о в А.С., К о т о в а С.П., П а к Г.Т., Ч е р н ы ш о в А.К. Измерение астигматизма волнового фронта лазерных диодов. Препринт ФИАН. № 182. М., 1989. 22 с.
- [6] Ц и б у л я А.Б., Ч е р т о в В.Г. // ОМП. 1977. № 3. С. 17-19.

Поступило в Редакцию
4 декабря 1990 г.