

07; 12

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА РЕНТГЕНОВСКИХ ЭОП

Б.Е. Д а ш е в с к и й, А.А. М а л ю т и н,
Р.Х. М а х м у т о в, В.А. П о д в я з н и к о в,
В.К. Ч е в о к и н, В.С. Я к у н и н

Динамический диапазон, как и временное разрешение, является важнейшей характеристикой времяанализирующих рентгеновских электронно-оптических преобразователей (ЭОП). Однако в настоящее время не существует единой методики определения этого параметра ЭОП. Действительно, определение динамического диапазона рентгеновских ЭОП по методу, широко используемому при исследовании ЭОП с фотокатодами, чувствительными в видимом диапазоне длин волн, не представляется возможным. Это связано с тем, что о динамическом диапазоне ЭОП в этом случае судят по его отклику на цуг лазерных импульсов с заранее известным соотношением интенсивностей между ними, причем все импульсы имеют одну и ту же длину волны и длительность. Формирование такой последовательности импульсов легко осуществимо, например, с помощью интерферометра Фабри-Перо либо другими оптическими методами. Естественным развитием этой методики в рентгеновской области спектра является фокусировка цуга лазерных импульсов на мишень, помещенную в вакуумную камеру, и регистрация соответствующих рентгеновских импульсов, генерируемых лазерной плазмой. К настоящему времени это было сделано многими авторами [1-3]. Однако полученные результаты больше свидетельствуют о потенциальных возможностях рентгеновских ЭОП, чем о точном количественном определении динамического диапазона.

Дело в том, что при фокусировке каждого отдельного лазерного импульса на мишень параметры возникающей плазмы — спектр излучения и длительность импульса, — как показывает эксперимент, могут меняться в широких пределах. Поэтому для проведения количественных измерений приходится учитывать как спектральную чувствительность фотокатода и пропускание подложки, так и спектр излучения самой лазерной плазмы.

Эта весьма трудоемкая процедура, как правило, не дает к тому же достоверного результата. С теми же сложностями приходится сталкиваться при использовании для формирования рентгеновских импульсов заданной интенсивности фольг-ослабителей.

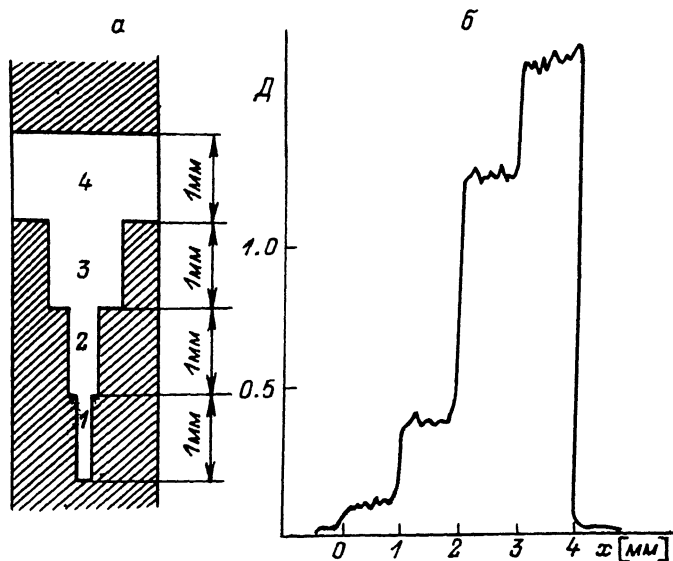
В настоящей работе для измерения динамического диапазона рентгеновских ЭОП предлагается простой способ, обеспечивающий для каждой заданной интенсивности постоянство спектрального состава и длительности импульсов рентгеновского излучения.

Известно, что если размер предмета, изображаемого некоторой оптической (в нашем случае электронно-оптической) системой, делать меньше некоторого предельного, то размер изображения перестает меняться. При этом величина потока энергии в плоскости изображения при постоянной освещенности в плоскости предмета падает пропорционально размеру предмета. Для рентгеновского ЭОП, работающего в режиме линейной развертки, щель (предмет) располагается в плоскости фотокатода. Уменьшение ширины щели меньше некоторого предельного значения (разрешаемый элемент ЭОП) не приводит к уменьшению ее размера на экране. Величина же потока рентгеновского излучения, падающего на фотокатод, уменьшается пропорционально ширине щели без изменения спектральных и временных параметров. Последнему отвечает соответствующее уменьшение числа фотоэлектронов при неизменном их распределении по скоростям и углу. Этим и соблюдаются условия, необходимые для проведения динамических исследований рентгеновских ЭОП.

В качестве исследуемого использовался малогабаритный рентгеновский ЭОП, описанный в [4], состыкованный через волоконно-оптический диск с усилителем света на основе МКП. Усилитель света работал в импульсном режиме: длительность импульса - 300 мкс, усиление $\sim 5 \cdot 10^2$. ЭОП работал в режиме линейной развертки при скорости развертки $3 \cdot 10^9$ см/с. Изображение с экрана ЭОП регистрировалось на негативной фотопленке чувствительностью 250 ед. ГОСТ контактным способом. Измерения динамического диапазона фотопленки показали, что он составляет 90. В ЭОП использовались фотокатоды из *Au* и *CsI*.

Пространственное разрешение используемого рентгеновского ЭОП, измеренное по методу сеток, составило 100 мкм [4]. Для проведения измерений динамического диапазона была изготовлена щель переменной ширины: 10, 20, 40, 95 мкм с длиной каждого участка 1 мм (см. рисунок, а). Щель изготавливалась из пластины монокристаллического кремния толщиной 30 мкм по технологии, описанной в работе [5].

В качестве источника рентгеновского излучения использовалась лазерная плазма, создаваемая фокусировкой 100 пс лазерного импульса *Nd:YAG*-лазера с энергией 50 мДж на поверхность никелевой мишени. Расстояние от источника до фотокатода ЭОП составляло в экспериментах 250 мм. Результаты фотометрирования зарегистрированного изображения свечения лазерной плазмы приведены на рисунке, б. С учетом кривой почернения фотопленки отношение перепадов интенсивностей между крайними зонами входной щели равно 10, что соответствует отношению ширин этих участков. Такой результат был получен для обоих типов катода (*Au* и *CsI*). Это позволяет утверждать, что при использованном диапазоне интенсивностей рентгеновского излучения динамический диапазон регистрации использованного типа ЭОП составляет не менее 10. К сожалению, ввиду малой интенсивности рентгеновского источника использование ширин входной щели ЭОП менее 10 мкм оказалось невозможным.



В заключении отметим, что предложенный и реализованный способ измерения динамического диапазона рентгеновских ЭОП не учитывает динамических характеристик отклика собственно фотокатода. Сама идея способа требует постоянства плотности рентгеновского излучения на разных участках щели ЭОП. Однако известно, что динамический диапазон самого катода весьма значителен (не менее 3-4 порядков) и определяется, с одной стороны, собственными шумами (в рентгеновском диапазоне для катодов Au и CsI практически равны нулю), а с другой стороны, - тепловым разрушением материала катода или его подложки [6].

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Stradling G., Attwood D., Kaufman R. // Journal of Quantum Electronics. 1983. V. QE-19. N 4. P. 604-615.
- [2] Kinoshita K., Inuzuka E., Takiguchi Y., Okoda H., Suzuki K. et al. // Proceedings of SPIE. 1983. V.427. P. 36-44.
- [3] Stradling G., Attwood D., Houghton J., Pierce E., Gaines D. A soft X-ray camera. Preprint LLL UCRL-81334, 1978.
- [4] Дашевский Б.Е., Подвязников В.А., Прохоров А.М., Прохиндеев А.В., Чевочкин В.К. // ОМП. 1988. № 8. С. 18-20.

- [5] Валиев К.А., Великов Л.В., Махматов Р.Х., Прохоров А.М. // ДАН СССР. 1985. Т. 284. № 3. С. 595-598.
- [6] Берковский А.Г., Гаванин В.А., Зайдель И.Н. Вакуумные фотоэлектронные приборы. М.: Радио и связь, 1988. 250 с.

Институт общей физики
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию
12 января 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 8

26 апреля 1989 г.

05.2; 06.2; 09

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН С ЭЛЕКТРОНАМИ ПРОВОДИМОСТИ В ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ СТРУКТУРЕ ФЕРРИТ-ПОЛУПРОВОДНИК

И.Г. Кудряшкин, Ю.К. Фетисов

Взаимодействие магнитостатических волн (МСВ) с носителями заряда в пленочной структуре феррит-полупроводник приводит к целому ряду эффектов, перспективных для использования в устройствах спинволновой электроники [1]. До настоящего времени исследовалось, в основном, влияние МСВ на электроны проводимости полупроводника и эффекты усиления МСВ [2]. Вместе с тем, значительный интерес с точки зрения управления характеристиками МСВ представляет вопрос о влиянии пленки полупроводника на дисперсию и затухание волн, который рассматривался только теоретически [3, 4].

В данной работе экспериментально изучалось распространение поверхностных магнитостатических волн (ПМСВ) в планарной структуре, содержащей пленки железо-иттриевого граната (ЖИГ) и полупроводника $GaAs$ p -типа проводимости. Пленка ЖИГ, выращенная методом ЖФЭ на подложке из галлий-гадолиниевого граната (ГГГ) с ориентацией (111) и размерами $4 \cdot 10$ мм², имела толщину $d = 3.9$ мкм, намагниченность насыщения $4\pi Ms = 1760$ Гс и ширину линии однородного ферромагнитного резонанса $\Delta H \approx 0.5$ Э. Пленки p - $GaAs$, изготовленные автоэпитаксией на изолирующих подложках размерами $1 \cdot 4$ мм², имели одинаковую толщину $a = 16.4$ мкм, а равновесная концентрация N_e и холловская подвижность μ электронов проводимости изменялись в пределах $8 \cdot 10^{19}$ - $7 \cdot 10^{16}$ см⁻³ и 100 - 5000 см²/В·с соответственно.

Пленку полупроводника прижимали к пленке ЖИГ и всю структуру помещали во внешнее касательное намагничивающее поле \vec{H} ,