

Министерство образования и науки Украины
Харьковский национальный университет радиозлектроники
Академия наук прикладной радиозлектроники
ЗАО «НПК «Наука»
НТО РЭС Украины
НТО РЭС им. А.С. Попова РФ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

**2-й Международной научной конференции
«ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА.
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»**

30 сентября - 3 октября 2009г.

Харьков - Кацивели
2009

КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Мачехин Ю.П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, каф. ФОЭТ, тел. (057) 702-14-84

E-mail: yuri_m49@mail.ru

In the real lecture the questions of systematization of necessities come into question in acquisition of hardness and semiconductors lasers a mass production of which is an undoubted necessity of modern nanotechnology. Basic factors, impedimental organizations of domestic production of acquisition of laser and optoelektronnyy technique, were considered in work.

Введение

Электронная техника в значительной степени претерпела изменения в процессе почти столетней истории своего развития. Одним из неожиданных результатов ее развития стало то, что, в основе как оптической, так и лазерной техники стали компоненты, узлы и детали, разрабатываемые по, так называемым, электронным технологиям. Все основные компоненты узлов и устройств газовых лазеров, такие как катоды, аноды, геттеры, вакуум-плотные соединительные клеи и ситаллоцементы, коваровые соединительные материалы были разработаны для вакуумных устройств электронной техники. Сейчас успешность изготовления газовых лазеров в значительной степени зависит от сохранности большинства технологических приемов и комплектующих элементов, разработанных и используемых в производстве электронной техники. Развитие лазерной техники, которое наблюдалось за последние 15-20 лет, было направлено на освоение новых типов твердотельных и полупроводниковых лазеров, приемников лазерного излучения. Их свойства и характеристики позволяют решать задачи оптической связи, лазерных обрабатывающих технологий, лазерных прецизионных измерительных устройств и т. д., что требует освоения серийного выпуска лазеров последнего поколения. Основной проблемой в развитии технологий изготовления лазеров является наличие необходимой комплектации и технологических процессов, позволяющих оперативно совершенствовать и развивать выпуск современной комплектации. В настоящем докладе обсуждаются вопросы систематизации потребностей в комплектации твердотельных и полупроводниковых лазеров, серийное производство которых представляет собой несомненную потребность современных нанотехнологий. В работе были рассмотрены основные факторы, препятствующие организации отечественного производства комплектации лазерной и оптоэлектронной техники.

Основные направления развития лазерной и оптоэлектронной техники

Классическое представление твердотельного лазера с ламповой накачкой уже уходит в историю лазерной физики и техники. В этой связи представляет интерес та номенклатура твердотельных лазеров, которая сейчас расширяется значительно быстрее, чем происходит их практическое освоение и внедрение.

Основным условием развития твердотельных лазеров оказалась возможность их накачки с помощью излучения полупроводниковых лазеров.

Ниже, в таблице 1 приведены длины волн накачки для некоторых типов активных сред.

Эффективность использования лазерной накачки для твердотельных лазеров, в первую очередь определяется шириной спектра излучения полупроводникового лазера (ПЛ) и совпадением центральной длины волны излучения ПЛ с центром линии поглощения активной среды, ширина которой составляет величину около 4 нм.

Таблица 1 Длины волн накачки для некоторых типов активных сред ТЛПН.

Длина волны накачки нм	Активная среда	Длина волны излучения нм	Вторая гармоника нм, нел. среда	Линии поглощения молекулярного йода
940,5	Yb: YAG	1031	515	
808,5	Nd: YAG	1064	532	
807,5	Nd: LSB	1063	531,5	
808	Nd:YVO ₄	1064	532	R(56) 32-0

Эффективность накачки может быть выше 80%, поскольку использование монохроматического излучения лазерного диода позволяет селективно возбуждать рабочий уровень активного элемента твердотельного лазера.

Для оценки необходимых оптических технологий для производства всей номенклатуры современных твердотельных лазеров была проанализирована комплектация четырех типов твердотельных лазеров:

- Микрочип лазеры с одночастотным и одномодовым спектром излучения;
- Дисковые технологические лазеры;
- Волоконные лазеры;
- Твердотельные фемтосекундные лазеры.

Основные требования к комплектации твердотельных лазеров и технологии изготовления

В работе были выделены основные комплектующие, используемые во всех типах твердотельных лазерах.

1. Полупроводниковые лазеры накачки.

Особенность заключается в том, что при высокой интенсивности излучения спектральный состав должен быть согласован с полосами поглощения редкоземельных ионов-активаторов. При этом эффективность использования п/п накачки может достигать 80–90%. **Основное требование к лазерам накачки – управляемый с помощью температурного режима спектр излучения.**

2. Активные материалы.

Разработка технологии изготовления материалов, содержащих в качестве активатора ионы иттербия Yb⁺³, генерация в которых возможна лишь при очень высокой плотности мощности накачки. Изготовление кристаллов: YAG:Nd, ванадаты иттрия YVO₄:Nd, гадолиния GdVO₄:Nd, лантан-скандиевый борат LSB:Nd, гадолиний-галлиевый гранат GGG:Nd, кристаллы фторидов – YLiF₄:N и Cr⁺⁴ форстеритов. **Основное требование к технологии изготовления этих материалов – регулирование концентрации активаторов от долей процента до десятков процентов.**

3. Кварцевое волокно.

Оптическое волокно для спектрального диапазона 1,2 -1,6 мкм легированное ионами Yb⁺³, дающих рекордные эффективность (20–30%) и выходные мощности (1–5 кВт). **Основное требование – реализация одномодового режима генерации.**

4. Дисковые активные элементы.

Дисковые твердотельные активные элементы (YAG:Yb⁺³) с выходной мощностью 5–50 кВт и пространственными характеристиками выходного излучения, близкими к параметрам дифракционного ограничения, и имеющие эффективность более 10%. **Основное требование сохранение геометрии дискового лазерного элемента на основе кристаллов.**

5. Технология изготовления кристаллов.

Технология диффузионного сращивания однотипных кристаллов (diffusion welding) и сопряжение оптических деталей методом "оптического контакта" (optical bonding).

6. Оптические вакуумные элементы с поглощающими газами и парами веществ.

Технология наполнения очищенными изотопами йода оптических ячеек. **Основное требование – глубокая химическая и физическая очистка.**

7. Микроустройства для юстировки оптических элементов.

В современной лазерной технике широко используются механические устройства и пьезоматериалы, обеспечивающие юстировку оптических элементов. **Основное требование – дискретность линейных перемещений $\lambda/10$, дискретность угловых перемещений $3 \div 5''$.**

Основные конструкции лазеров

В докладе приведены несколько конструкций лазеров, демонстрирующих необходимую оптическую комплектацию.

На Рис.1 показана конструкция дискового лазера с тремя полупроводниковыми лазерами накачки.

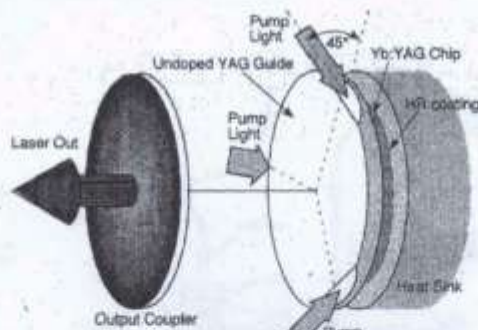


Рис.1

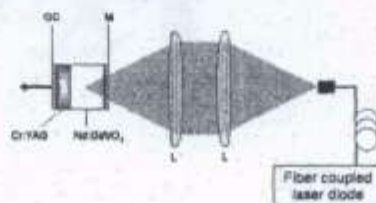


Рис.2

На рис.2 показана типовая схема твердотельного чип лазера. На Рис.3 схема твердотельного фемтосекундного лазера, а на Рис.4 – волоконный фемтосекундный лазер.

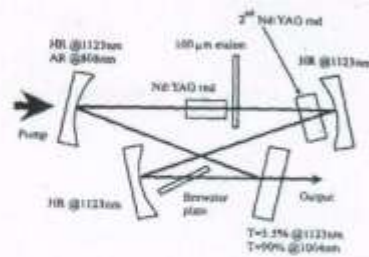


Рис.3

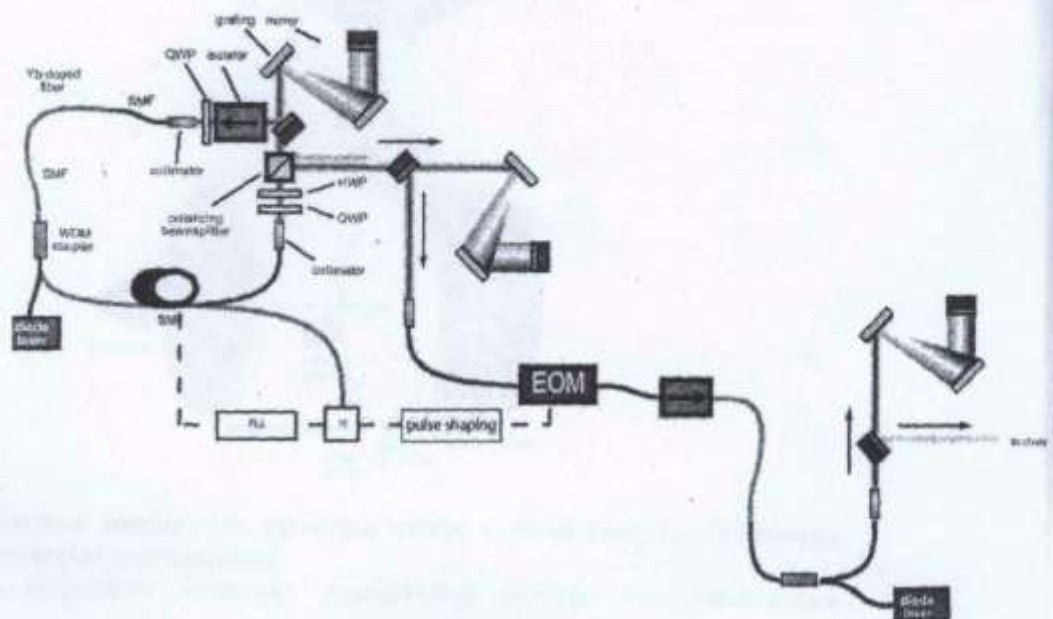


Рис.4

В докладе представлены основные конструкции современных твердотельных лазеров и необходимая оптическая комплектация для их реализации. Каждая из составляющих требует самостоятельной технологии изготовления и контроля параметров в производственных условиях.