

Источник бихроматического когерентного излучения

27 декабря 2006 г.

Предлагаемый метод достаточно прост, правда подробно исследовать все его слабые и сильные стороны мне пока не удалось из-за недостатка времени. Основная идея такова.

Бихроматическое резонансное поле создаётся с помощью двух полупроводниковых лазеров. Первый из них – master – работает с внешним резонатором и обеспечивает стабильный режим генерации на требуемой длине волны, а также возможность плавной перестройки частоты. Его излучение через оптический изолятор подаётся в активную область второго лазера – slave, – работающего с собственным резонатором. Излучение master захватывает при этом излучение slave, а оптический изолятор обеспечивает отсутствие обратного влияния slave на master. **Частота и ширина линии генерации slave в режиме оптического захвата определяются характеристиками излучения master.** Т.е. в режиме оптического захвата длиной волны излучения slave можно управлять с помощью master.

Генерация боковых частот осуществляется за счёт модуляции тока инжекции slave. Существенно, что в таком варианте модуляция не нарушает одночастотный режим работы master и его настройку на резонансную длину волны.

Этот метод целесообразно применять в том случае, когда slave сам по себе не попадает в линию поглощения исследуемых атомов. Если же его можно настроить на нужную длину волны, то необходимость в оптическом захвате отпадает. Ещё одним преимуществом предлагаемого метода может быть довольно большая мощность излучения (по сравнению, например, с VCSEL).

Теперь подробнее о экспериментальной установке. Её схема показана на рисунке 1.

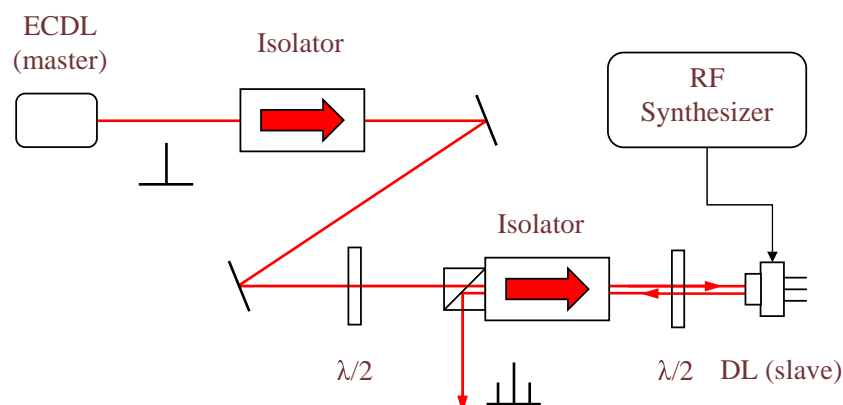


Рис. 1. Схема установки. ECDL - инжекционный лазер с внешним резонатором, DL - диодный лазер, Isolator - оптический изолятор.

Оптический захват излучения.

В качестве master я использую п/п лазер с внешним резонатором, собранный по конструкции Виталия. Он выдаёт $\sim 10\text{mW}$ (реально для захвата надо существенно меньше). Slave - 20mW лазер местного производства (Полнос), который работает выше порога генерации и длина волны его излучения близка к 795nm . Одномодового режима без оптического захвата от этого лазера добиться довольно сложно, но это не важно. Я использовал два оптических изолятора для полного исключения влияния slave на master. При этом у изолятора, который находится непосредственно перед slave, входным поляризатором (для излучения master) служит поляризационный кубик. Это необходимо для того чтобы можно было пространственно разделить лучи. Поскольку slave имеет только один выход излучения, он используется и для ввода излучения master и для вывода собственного. На выходе из оптического изолятора поляризации master и slave отличаются на 90° , это позволяет пространственно разделить лучи. Полуволновая пластинка перед slave нужна для согласования поляризаций двух лазеров.

В основном юстировка оптического захвата осуществляется двумя зеркалами – важно хорошо пространственно свести оптические поля. Излучение обоих лазеров коллимировано, а юстировкой объектива slave можно также улучшать качество (т.е. диапазон) оптического захвата. Я уверен, что дополнительно просветлённый диод в качестве slave должен захватываться вообще очень здорово (в большем диапазоне и при меньших мощностях). Правда мне пока не довелось это проверить.

Я постараюсь чуть позже про юстировку написать подробнее (скоро буду свою установку восстанавливать и смогу проиллюстрировать про-

цесс юстировки реальными сигналами).

Генерация гармоник.

Генерация боковых частот осуществляется за счёт СВЧ модуляции тока инжекции slave на требуемой частоте (у меня это $\Delta_{hfs}/2 = 3.417$ ГГц, где Δ_{hfs} - сверхтонкое расщепление в основном состоянии атомов ^{87}Rb). Модуляция осуществляется с помощью генератора СВЧ сигналов Agilent E8257D-502. Сигнал с выхода генератора усиливается усилителем Avantek с полосой от 2.0 до 8.0 ГГц и коэффициентом усиления ~ 30 дБ. В slave СВЧ сигнал подаётся с помощью Bias-T Minicircuits ZFBT-6GW-FT. Такая методика обеспечивает генерацию резонансных оптических полей с высокой степенью корреляции фазовых шумов. Соотношение интенсивностей этих полей можно менять за счет незначительного изменения тока slave или за счёт поворота плоскости поляризации излучения master непосредственно перед входом в slave.

Эффективность модуляции зависит от конкретного диода. Можно обойтись и без усилителя, например, если использовать VCSEL.

Для того чтобы согласовать Bias-T и полупроводниковый диод я изготовил специальную детальку. В ней крепятся одновременно диод, коллимирующий объектив и SMA разъём, который припаян к ножке диода. Другие ножки я попросту откусил кусачками. Возможно есть какие-то коммерческие приспособления для согласования, но я о таких не знаю. Я поищу чертёж детали и пришлю и фотографию сделаю.