Brimrose Corporation of America
19 Ловтон Серкл
Спаркс, Мэриленд 21152-9201 США
Тел.: +1 410 472-7070
Факс: +1 410 472-7960
E-Mail: office@brimrose.com
Сайт: http://www.brimrose.com

Акустооптические синхронизаторы мод

Характеристики и применение

- Лазеры малой мощности
- Частота модуляции в МГц/ГГц
- Аналоговая модуляция интенсивности света
- Цифровое включение/отключение
- Воздушное или термоэлектрическое охлаждение
- Низкая стоимость

Пучок лазера обычно включает в себя несколько частот, соответствующих частотам продольной моды объемного резонатора. Эти частоты определяются уравнением:

$$(1) \quad \nu_{mnq} = \frac{c}{2L}\left[\frac{m+n+1}{\pi}\arccos\sqrt{\left(1-\frac{L}{r_1}\right)\left(1-\frac{L}{r2}\right)}\right]$$

где c – скорость света, L – оптическая длина объемного резонатора, r_1 и r_2 – радиусы кривизны двух зеркал резонатора. Индексы поперечных мод выражены через m и n, тогда как q представляет индекс продольной моды. Значения m, n и q отражают количество поперечных и продольных узловых точек (т.е. число точек, где E = 0) для оптического поля внутри объемного резонатора. Из Ур. (1) явствует, что частоты продольной моды ν_{mnq} являются равноотстоящими для плоскопараллельного резонатора ($r_1 = r_2 = \infty$, что часто используется в твердотельных лазерах), для поперечной моды низшего порядка (m = n = 0) это предпочтительный режим работы, так как на плоскости поперечного сечения не существует ни одной узловой точки. Разнос частот ν_0 между соседними продольными модами задается как:

$$(2) \quad \nu_0 = \frac{c}{2L}$$

Например, если оптическая длина резонатора L=1,5 м, получаем $\nu_0 = 3 \times 10^8 / (2 \times 1{,}5) = 100$ МГц.

Фактическое количество продольных мод N, которые могут существовать в том или ином лазерном пучке, диктуется числом продольных мод в профиле усиления, при котором усиление превышает порог генерации лазера. Как правило, относительные фазы различных продольных мод являются беспорядочными, поэтому полная интенсивность выходного лазерного сигнала определяется суммарной интенсивностью существующих мод. Эта сумма приблизительно равна N умножить на интенсивность одной продольной моды. Метод синхронизации мод по сути представляет собой процесс синхронизации фаз, объединяющий разные продольные моды путем фиксации относительной разности фаз.
Гармонический анализ этой схемы позволяет сделать три вывода. Во-первых, учитывая наложение сигналов, выделяемых в разносе частот ν_0 (с фиксированной относительной разностью фаз), в результате получается цепочка оптических импульсов. Период T этой последовательности импульсов будет равен:

$$(3) \quad T = \frac{1}{\nu_0} = \frac{2L}{c}$$

Например, T = 10 нс, когда ν_0 = 100 МГц. Во-вторых, ширина Δt каждого светового импульса обратно пропорциональна общему числу N синхронизированных продольных мод и приблизительно равна:

$$(4) \quad \Delta t \approx \frac{1}{N}T$$

Brimrose Corporation of America
19 Loveton Circle
Baltimore, MD 21152-9201 USA
Phone: +1 410 472-7070
Fax: +1 410 472-7960
E-Mail: offices@brimrose.com
Web: http://www.brimrose.com

Если $N = 10^4$ и $T = 10$ нс, то $t = 1$ пс. В-третьих, амплитуда E каждого светового импульса прямо пропорциональная общему числу N синхронизированных продольных мод и приблизительно равна $E = NE_0$, где E_0 – амплитуда отдельной продольной моды. В результате интенсивность I каждого светового импульса выражается как:

$$(5) \qquad I = N^2 I_0 = NI$$

Здесь $I_0 = E_0^2$ – интенсивность одиночной продольной моды и $I = NI_0$ – интенсивность без синхронизации мод. Согласно Ур. (4) и (5), чем больше значение N, тем лучше синхронизация. Для максимизации N следует расширить профиль усиления и свести к минимуму порог генерации лазера.

Базовый метод синхронизации мод заключается в наведении периодических потерь в резонаторе с периодом T, задаваемым Ур. (3). Периодические потери в резонаторе служат для фильтрации цепочки оптических импульсов таким же образом, что и при синхронизации фаз различных продольных мод. Усложненный метод внесения периодических потерь в резонаторе предполагает использование акустооптического устройства на стоячей акустической волне. При этом акустический поглотитель напротив терминальной поверхности отсутствует. Вместо этого противоположная поверхность параллельна терминальной поверхности (поверхности, на которой закреплен преобразователь), чтобы отражать падающую акустическую волну. Результирующая акустическая волна имеет частоту вдвое выше частоты исходной акустической волны.

Если исходная акустическая частота равна f_0, напряжение в точках пучности (посередине между соседними узлами) в акустооптической среде будет попеременно меняться от максимума до минимума (нуля) с частотой $2f_0$. Если частота акустической волны в акустооптическом устройстве на стоячей волне выражается как:

$$(6) \qquad f_0 = \frac{\nu_0}{2} = \frac{c}{4L}$$

то образуется периодическая потеря в резонаторе ν_0 и реализуется желаемая синхронизация мод. Акустооптическое устройство работает в режиме Рамана-Ната или Брэгга с углом Брюстера. Для получения стоячей оптической волны две поверхности, перпендикулярные направлению распространения акустической волны, должны быть строго параллельны. Кроме того, расстояние W между этими поверхностями должно быть кратно $\Lambda/2$. Поскольку расстояние, разделяющее эти поверхности, обычно близко к 10 мм, а Λ - порядка 10 мкм, практически невозможно соблюсти это условие заранее. Вместо этого частота источника возбуждения f_0 должна быть переменной, чтобы можно было получить стоячую волну в данной акустооптической среде. Регулируя положение резонаторных зеркал, можно получить нужное значение $\nu_0 = 2f_0$.*

***** Сюй Цзепин и Роберт Страуд. «Акустооптические устройства. Принципы, конструкция и применение», 1992.

Brimrose Corporation of America
19 Ловтон Серкл
Балтимор, Мэриленд 21152-9201 США
Тел.: +1 410 472-7070
Факс: +1 410 472-7960
E-Mail: offices@brimrose.com
Сайт: http://www.brimrose.com

ИК синхронизаторы мод

	АОСМ для АИГ-лазера с неодимом	АОСМ для Ti-сапфирового лазера
	FSML-50-20-BR-1064	**FSML-44-20-BR-800***
Субстрат:	Плавленый кварц (без покр.)	Плавленый кварц (без покр.)
Длина волны лазера:	Угол Брюстера, оптимизированный для горизонтальной поляризации при 1064 нм	Угол Брюстера, оптимизированный для горизонтальной поляризации при 800 нм
Активная апертура:	3 x 3 мм	3 x 3 мм
Несущая частота:	50 МГц	44 МГц
Степень модуляции:	Ширина полосы (3 дБ):	Оптическое пропускание:
Эффективность резонансной дифракции:		
при 34 МГц	50%	60%
при 44 МГц	38%	83%
при 54 МГц	33%	75%
Эффективность нерезонансной дифракции:		
при 34 МГц	15%	30%
при 44 МГц	22%	40%
при 54 МГц	17%	30%
Акустическая скорость:		
Искажение волнового фронта:	λ/10	λ/10
Входной импеданс:	50 Ом	
Максимальная входная электрическая мощность:	5 - 7 Вт	5 - 7 Вт
Коэффициент стоячей волны по напряжению:	2,1:1	2,1:1
Тип корпуса:	#130	#130

** Б.Э. Лемофф и К.П. Барти. «Генерация 20-фемтосекундных импульсов высокой мощности из регенеративно инициируемого титан-сапфирового лазера с самосинхронизацией мод», Оптикс Леттерс, т. 17, вып. 19, с. 1367-1369 (1992).*

Данные действительны для конкретной длины волны. Другие длины волн (спектральные диапазоны) между 600 и 1000 нм или широкополосное противоотражательное покрытие и диапазоны РЧ исполняются на заказ.

Частотно регулируемые приводы

(для моделей: FSML-50-20, FSML-44-20)

	VFE-50-20-DSP1kHz -F7-X	**VFE-44-20-DSP1kHz -F7-X**
Частотный диапазон:	50 ± 10	44 ± 10
Разрешение по частоте:	1 кГц	1 кГц
Содержание гармоник:	≤ - 20 дБн	≤ - 20 дБн
Стабильность:	0,5 ppm после 15 минут прогрева, термостабилизация по кварцевому генератору	
Выходная мощность:	5 - 7 Вт, регулируется вручную с передней панели. Мощность оптимизируется для пиковой эффективности А/О устройства.	
Рабочая мощность:	100 VAC +/-10%, 50-60 Гц, 50 Вт макс.	
Стандартные функции:	-Генератор высокой стабильности с регулируемой температурой	-Регулировка частоты (шаг 1 кГц) барабанными переключателями
Корпус:	Прибор помещается в корпус размером 7,5 дюймов в ширину, 3,5 дюйма в высоту и 8,75 дюймов в глубину с встроенным вентилятором охлаждения. Размеры указаны без учета разъемов. В комплект входит съемный сетевой шнур.	
Условия среды:	Номинальные лабораторные условия: температура воздуха 0-50º С; прибор не защищен от проникновения и конденсации влаги.	
Опция “X”:	Чтение возвратного напряжения для подстройки под частоту резонанса	

Brimrose Corporation of America
19 Ловтон Серкл
Балтимор, Мэриленд 21152-9201 США
Тел.: +1 410 472-7070
Факс: +1 410 472-7960
E-Mail: offices@brimrose.com
Сайт: http://www.brimrose.com

ИК синхронизаторы мод

АОСМ для:	АИГ-Nd лазера	Ti-сапфирового лазера	АИГ-Nd лазера
	FSML-80-20-BR-1064	**FSML-125-30-BR-800**	**FSML-125-30-BR-1060**
Субстрат:	Плавленый кварц	Плавленый кварц	Плавленый кварц
Длина волны лазера:	Угол Брюстера, оптимизированный для горизонтальной поляризации при		
	1064 нм	800 нм	1060 нм
Активная апертура:	3 x 3 мм	3 x 3 мм	3 x 3 мм
Несущая частота:	80 МГц	125 МГц	125 МГц
Частота модуляции:	160 МГц	250 МГц	250 МГц
Ширина полосы (3 дБ):	20 МГц	30 МГц	30 МГц
Оптическое пропускание:	99,7%	99,7%	99,7%
Глубина модуляции при резонансной частоте:	при 80 МГц 60%	при 125 МГц 50%	при 125 МГц 30%
Глубина модуляции при нерезонансной частоте:	при 80 МГц 11%	при 125 МГц 5%	при 125 МГц 3%
Акустическая скорость:	5,96E+3 км/с	5,96E+3 км/с	5,96E+3 км/с
Искажение волнового фронта:	λ/10	λ/10	λ/10
Максимальная входная электрическая мощность:	5 - 7 Вт	5 - 7 Вт	5 - 7 Вт
Входной импеданс:	50 Ом	50 Ом	50 Ом
Коэффициент стоячей волны по напряжению:	2,1:1	2,1:1	2,1:1
Тип корпуса	# 140	# 140	# 140

Частотно регулируемые приводы

(для моделей: FSML-80-20, FSML-125-30)

	VFE-80-20-DSP1kHz -F7-X	**VFE-125-30-DSP1kHz -F7-X**
Диапазон частот:	80 ± 10	125 ± 10
Разрешение по частоте:	1 кГц	1 кГц
Содержание гармоник:	- 20 дБн	- 20 дБн
Стабильность:	0,5 ppm после 15 минут прогрева, термостабилизация по кварцевому генератору	
Выходная мощность:	5 - 7 Вт, регулируется вручную с передней панели. Мощность оптимизируется для пиковой эффективности А/О устройства.	
Рабочая мощность:	100 VAC +/-10%, 50-60 Гц, 50 Вт макс.	
Стандартные функции:	- Генератор высокой стабильности с регулируемой температурой	- Регулировка частоты (шаг 1 кГц) барабанными переключа-телями на передней панели
Корпус:	Прибор помещается в корпус размером 7,5 дюймов в ширину, 3,5 дюйма в высоту и 8,75 дюймов в глубину с встроенным вентилятором охлаждения. Размеры указаны без учета разъемов. В комплект входит съемный сетевой шнур.	
Условия среды:	Номинальные лабораторные условия: температура воздуха 0-50º С; прибор не защищен от проникновения и конденсации влаги.	
Опция “X”:	Чтение возвратного напряжения для подстройки под частоту резонанса	