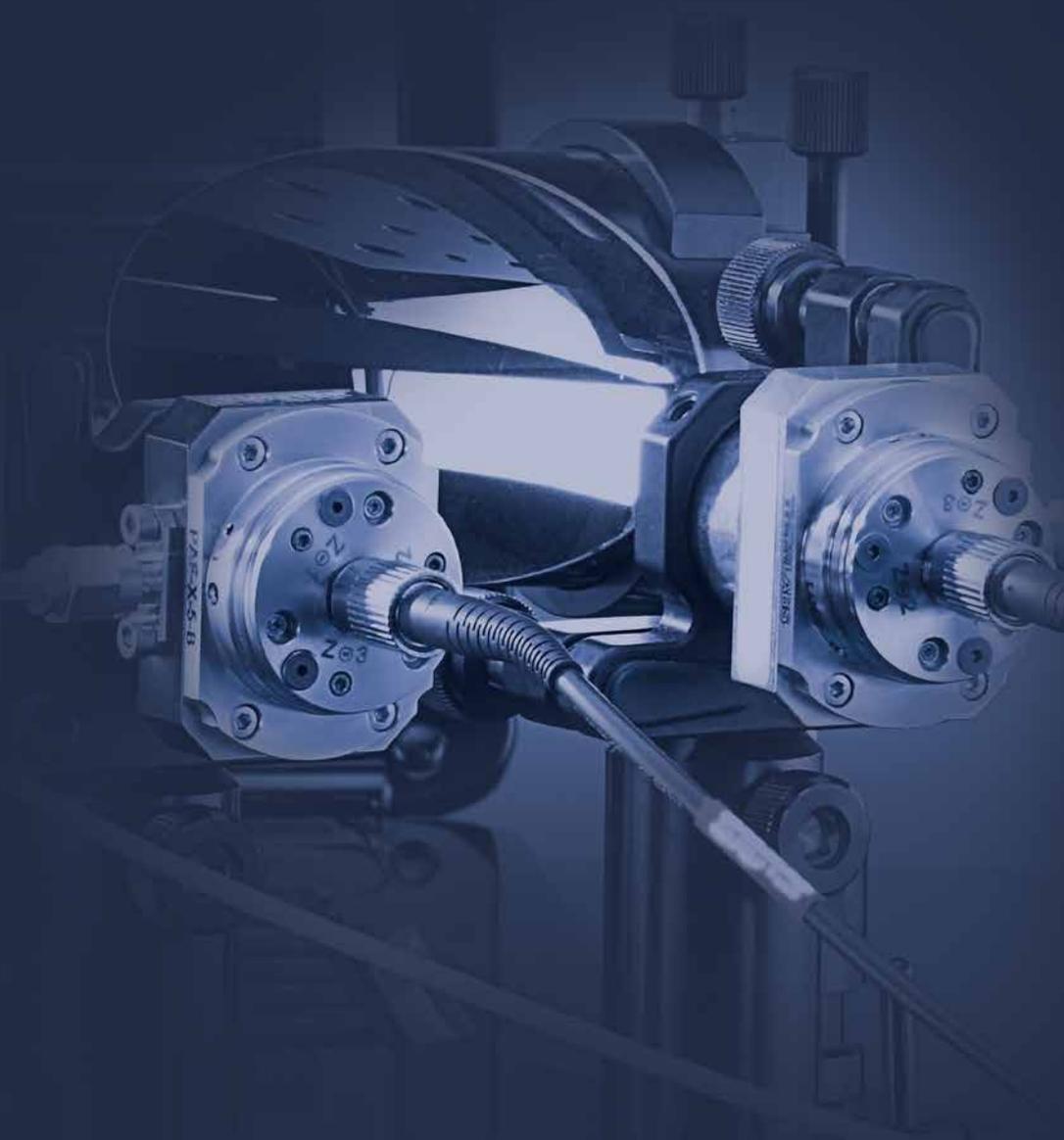




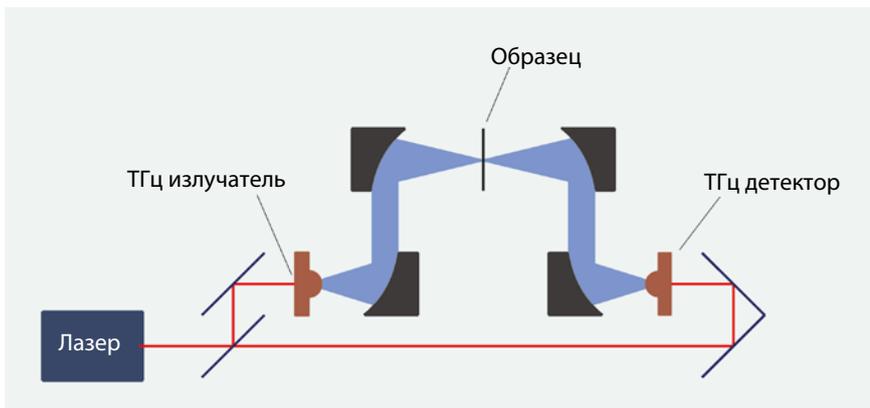
Терагерцовые спектрометры и аксессуары



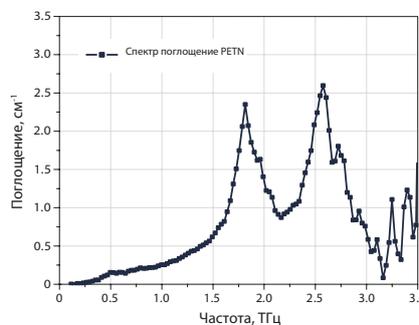
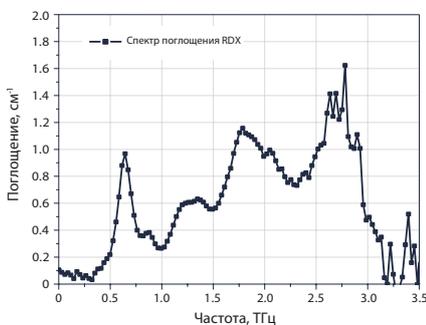
Основные принципы работы

Терагерцовый (ТГц) и суб-ТГц частотный диапазон (100 ГГц – 10 ТГц) электромагнитного спектра соединяет собой разрыв между микроволновым и инфракрасным диапазонами. ТГц волны проходят сквозь диэлектрические материалы, такие как бумага или пластик, отражаются материалами со свободными электронами, например, металлы, а также поглощаются молекулами с определенными колебательными уровнями в терагерцевом диапазоне. ТГц спектроскопия поглощения или отражения, визуализация биологических и других объектов, ТГц томография и оптическая ТГц спектроскопия накачки-зондирования являются наиболее популярными и обсуждаемыми направлениями на современных научных конференциях с возможными применениями в полупроводниковой и медицинской промышленности, а также в области обеспечения безопасности.

Один из наиболее распространенных методов когерентной генерации и детектирования в ТГц диапазон используется в системе терагерцевой спектроскопии во временной области (THz-TDS). Она состоит из фемтосекундного лазера, оптической линии задержки и двух фотопроводящих антенн, работающих как терагерцевый излучатель и детектор. Субпикосекундные импульсы ТГц излучения регистрируются после прохождения через образец и идентичную длину свободного пространства. Сравнение преобразований Фурье этих форм импульсов позволяет получить спектры поглощения исследуемого образца.



Упрощенная схема ТГц спектроскопической установки с разрешением по времени



Спектры поглощения взрывчатых веществ в ТГц диапазоне, измеренные с помощью спектрометра T-SPEC

Отличительные особенности THz-TDS технологии

- ▶ Широкополосное перекрытие спектра в ТГц области
- ▶ Высокий динамический диапазон
- ▶ Полное амплитудное и фазовое детектирование
- ▶ Пикосекундное временное разрешение
- ▶ Возможность проведения оптической ТГц спектроскопии накачки-зондирования

Области применения

- ▶ Исследование материалов
- ▶ Неразрушающий контроль
- ▶ Фармацевтическая промышленность
- ▶ Медицинская визуализация
- ▶ Обеспечение безопасности
- ▶ Полупроводниковая промышленность

Терагерцовый спектрометр реального времени

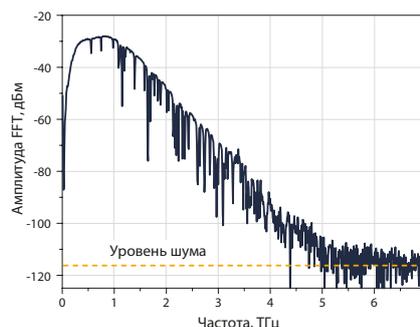
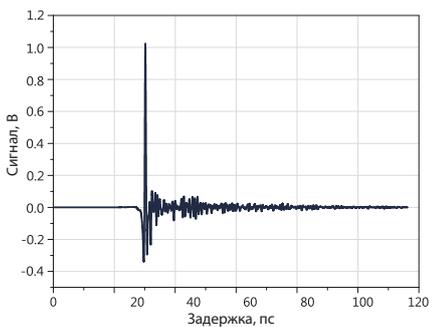
Серия T-SPEC



Терагерцовый спектрометр реального времени от компании TERAVIL является мощным инструментом для исследовательских приложений импульсных терагерцовых волн. Благодаря простой и прочной конструкции он удобен в использовании и легко может быть адаптирован под индивидуальные задачи.

Уникальный дизайн микрополосковой фотопроводящей антенны, изготовленной на подложке из GaAs, выращенной при низких температурах, гарантирует широкополосный спектральный и высокий динамический диапазоны. Система построена с использованием двух линий оптической задержки: быстрой и медленной. Линия быстрой задержки позволяет получать данные в режиме реального времени со скоростью 10 спектров/сек и временным диапазоном 116 пс. Усреднение собираемых спектров позволяет увеличить динамический диапазон до 90 дБ в пике импульса и расширить диапазон сканирования до 5 ТГц. Дополнительная линия медленной задержки позволяет комбинировать несколько временных разрешений, тем самым достигая превосходного спектрального разрешения в 1 ГГц. Линия быстрой задержки имеет бесподшипниковый дизайн и использует магнитосвязанный привод, что делает её особенно надёжной и значительно увеличивает срок службы.

Корпус спектрометра T-SPEC оснащен встроенными фитингами для его продувки газом, например, сухим воздухом или азотом, когда эксперимент требует специальных условий внешней среды. Просторная зона для образцов позволяет легко интегрировать дополнительное оборудование, например, криостат или нагреватель. По специальному запросу мы можем реализовать интеграцию необходимого оборудования, обеспечив его удобную установку, герметизацию корпуса спектрометра, виброизоляцию и автоматизацию работы.



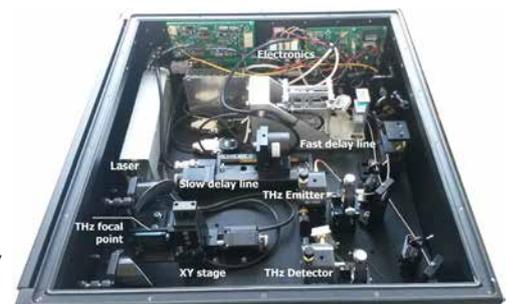
Типовая производительность терагерцового спектрометра реального времени серии T-SPEC (измерено при нормальных атмосферных условиях)

Отличительные особенности

- ▶ Широкий спектральный диапазон до 5 ТГц
- ▶ Высокий динамический диапазон: >90 дБ при 0.4 ТГц
- ▶ Сбор данных в режиме реального времени со скоростью 10 спектров/сек
- ▶ Превосходное спектральное разрешение до 1 ГГц
- ▶ Бесподшипниковый дизайн линии быстрой задержки – практически неограниченный срок службы
- ▶ Режимы измерения пропускания, отражения, оптической накачки-зондирования
- ▶ Высокое пространственное разрешение при ТГц визуализации
- ▶ Полное управление через ПК
- ▶ Удобный пользовательский интерфейс

Области применения

- ▶ Анализ характеристик химических материалов
- ▶ Анализ времени жизни и подвижности зарядов в полупроводниках
- ▶ Анализ диэлектрических свойств и комплексного показателя преломления
- ▶ Материаловедение
- ▶ Неразрушающие исследования в медицине и биологии
- ▶ Измерение толщин прозрачных материалов



T-SPEC 1000 без верхней крышки

Спектрометр оборудуется двумя спектроскопическими модулями для измерений пропускания (по умолчанию) и отражения (опционально). Каждый модуль может также опционально комплектоваться моторизированным предметным столиком для перемещения образца. Данная особенность позволяет производить автоматизированные измерения образцов без необходимости физического доступа внутрь самого спектрометра. Модуль отражения имеет удобную вертикальную схему, в которой ТГц пучок падает на образец снизу и отражается обратно. В данном случае образцы можно быстро заменять, просто снимая их с предметного столика. Другой отличительной особенностью является то, что система не требует никаких дополнительных подстроек как при смене образцов, так и при смене измерительных модулей.

Спектрометр серии T-SPEC является идеальным выбором для получения изображений в широком ТГц диапазоне. Он позволяет сканировать образцы размером до 25 × 25 мм с пространственным разрешением порядка 1 мм. Результаты измерений содержат информацию о самом объекте исследований, в том числе о его структуре и спектральные данные.

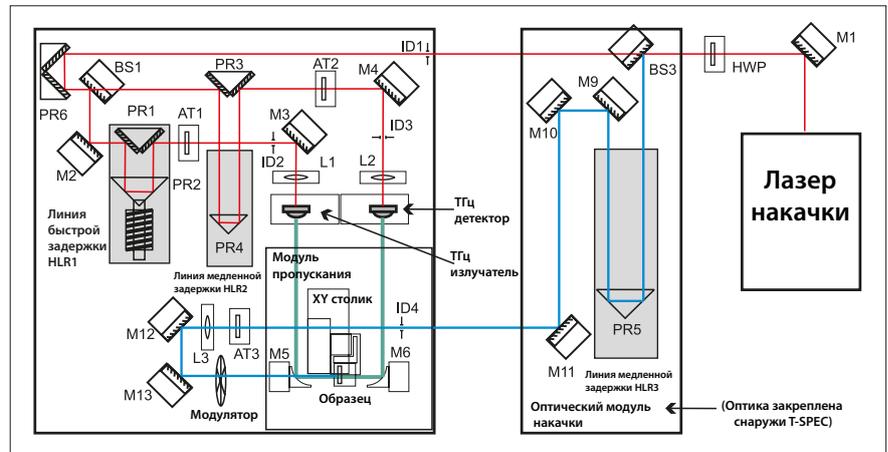
T-SPEC также может быть адаптирован для оптической ТГц спектроскопии накачки-зондирования. Это позволяет исследовать динамику носителей заряда в полупроводниках, нанокристаллах и других материалах. Одна часть дополнительной оптики размещается внутри корпуса, а другая, с линией задержки, крепится на наружной стенке спектрометра. Это позволяет проводить измерения процессов до 1 нс с временным разрешением до 0.5 пс.

В случае, если у Вас есть собственный фс лазер с длиной волны 780 нм или 1060 нм, T-SPEC может быть адаптирован под работу с таким лазером. При этом, оптический и ТГц пути излучения будут предварительно съюстированы. Таким образом, потребуются только завести лазерное излучение внутрь спектрометра. Лазер накачки должен удовлетворять следующим параметрам: длительность импульса ≈ 100 фс, частота следования импульсов в диапазоне 10 – 100 МГц, средняя выходная мощность до 60 – 80 мВт.

Характеристики

Модель	T-SPEC 800	T-SPEC 1000
Общие параметры		
Спектральный рабочий диапазон	> 4.5 ТГц	> 3.5 ТГц
Динамический диапазон	> 90 дБ при 0.4 ТГц	> 70 дБ при 0.4 ТГц
Скорость сбора данных	10 спектров/сек	
Спектральное разрешение		
Быстрое сканирование	8.6 ГГц	
Комбинированный режим (быстр. + медл.)	≈ 1 ГГц	
Временной диапазон сканирования		
Быстрое сканирование	116 пс	
Комбинированный режим (быстр. + медл.)	928 пс	
Диаметр ТГц пучка на образце	≈ 2 мм при 0.4 ТГц	
Конфигурации для измерения	Пропускание / Отражение (опция)	
Соединение с ПК	USB 2.0	
Габаритные размеры	560 × 520 × 202 мм	
Вес	50 кг	

Лазер накачки		
Тип и модель	ELMO с модулем торой гармоники; встроенный	FF50, встроенный
Тип выходного окна	Свободное пространство	
Длина волны	780 нм	1064 нм
Длительность импульса	< 100 фс	< 160 фс
Выходная мощность	> 80 мВт	> 60 мВт
Частота следования импульсов	100 МГц	30 МГц



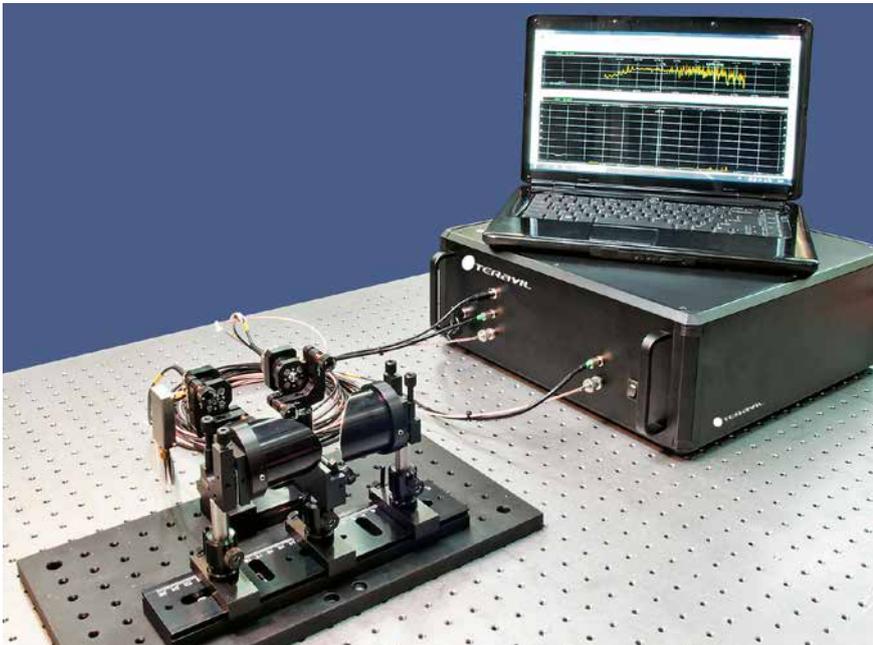
Оптическая схема ТГц спектрометра серии T-SPEC для экспериментов оптической ТГц спектроскопии накачки-зондирования



Измерительные модули T-SPEC: геометрия на отражение (слева) и геометрия на пропускание (справа)

Волоконный терагерцовый спектрометр

Серия T-FIBER



Волоконный спектрометр T-FIBER от компании TERAVIL имеет простой и прочный дизайн. В данный спектрометр интегрирован фемтосекундный волоконный лазер накачки. Спектрометр имеет два выходных волоконных порта. По сравнению с обычными Ti:S генераторами, волоконные лазеры более компактные, дешевые, надежные и характеризуются параметрами, которые отлично подходят для генерации ТГц излучения.

Фемтосекундный лазер, оптическая линия задержки и регистрирующая электроника вмонтированы в единый компактный корпус с размерами всего 40 × 40 см. Минимальный набор оптических элементов, используемых в самых простых спектрографах, обеспечивает стабильную работу на протяжении долгого периода времени. Специальный «бесподшипниковый» дизайн быстрой линии задержки делает ее срок службы практически неограниченным. Линия быстрой задержки позволяет осуществлять сбор данных в реальном времени со скоростью до 10 спектров в секунду и с временным диапазоном 116 пс.

Волоконная конструкция ТГц излучателя и детектор позволяют с легкостью изменять геометрию линии измерения в любых экспериментах. Благодаря своим компактным размерам и возможности безопасной транспортировки, спектрометр T-FIBER может использоваться как в лабораториях, так и в различных научно-исследовательских экспедициях. У нас также есть возможность выполнить конструкцию спектрометра под конкретные цели конечного пользователя.

Отличительные особенности

- ▶ Удобство переноса импульса накачки по волокну
- ▶ Измерения в режиме реального времени
- ▶ Практически неограниченный срок службы линии задержки
- ▶ Гибкая конструкция
- ▶ Способность получения ТГц изображений
- ▶ Полное управление через ПК
- ▶ Отличное соотношение «цена-качество»

Области применения

- ▶ ТГц спектроскопия с разрешением по времени в широком интервале
- ▶ Мониторинг обработки/производства материалов
- ▶ Обнаружение опасных веществ
- ▶ Измерение толщины наносимых покрытий
- ▶ Анализ качества продуктов питания
- ▶ Медицинская визуализация

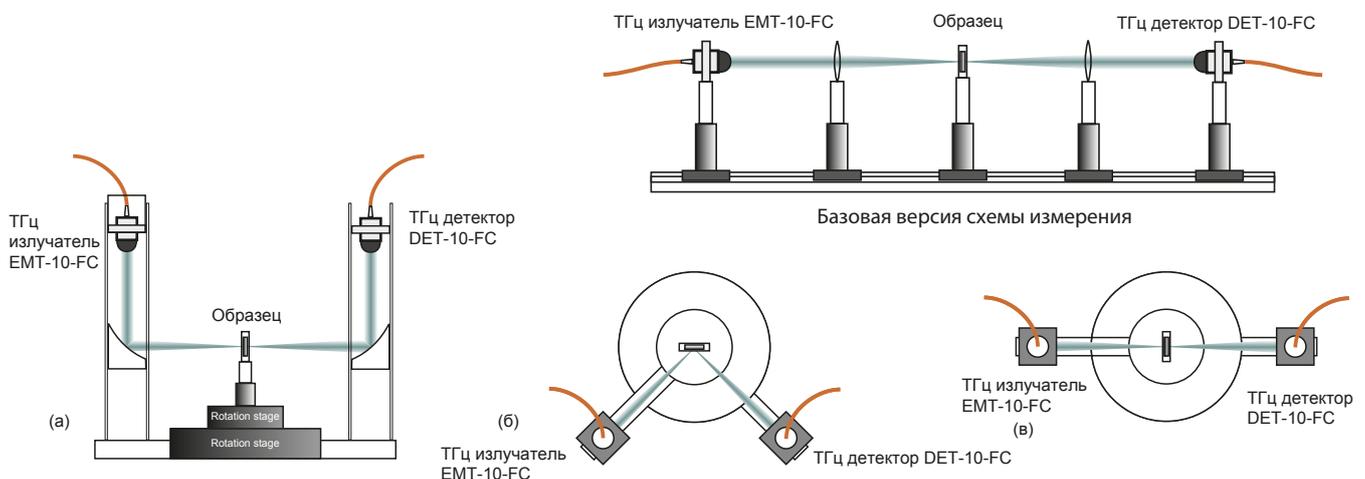
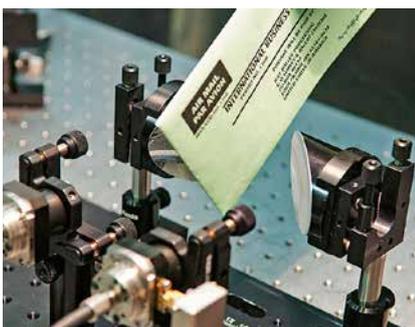
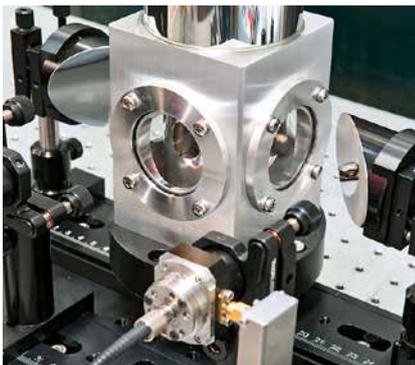


Схема измерения типа гониометр: вид сбоку (а), геометрии отражения – вид сверху (б), геометрия пропускания – вид сверху (в)

Базовая комплектация спектрометра T-FIBER включает в свой состав оптический рельс с волоконными излучателем и детектором, две PE линзы и держатель образца. Данная комплектация представляет собой измерительную геометрию пропускания и является очень простой в настройке.

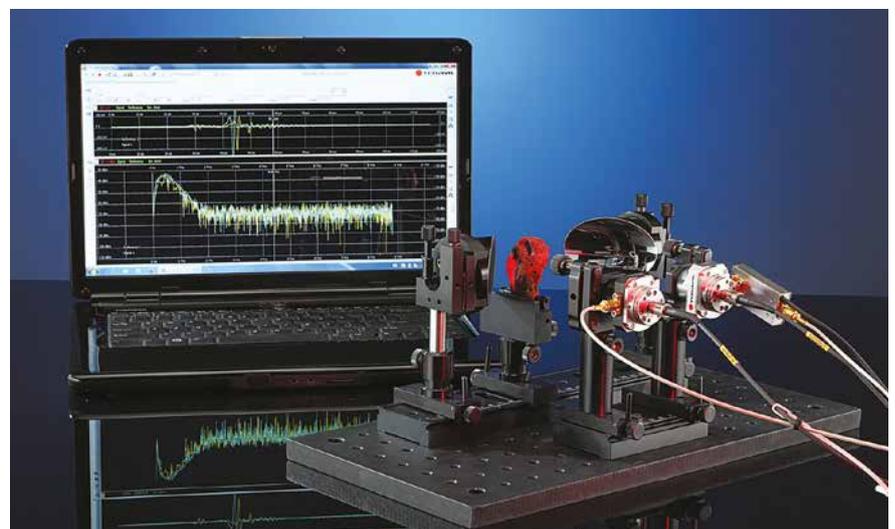
В качестве опции может быть поставлен столик для построения схемы измерения типа гониометр. Данная опция позволяет проводить измерения, как в геометрии пропускания, так и в геометрии отражения с углом, изменяющимся в диапазоне от 18.5° до 90°. Также данная схема может быть использована для уникальных экспериментов рассеяния ТГц излучения, так как углы излучателя и детектора могут изменяться независимо друг от друга. Также данный модуль обеспечивает лучшую фокусировку ТГц излучения и лучший динамический диапазон.

МЫ РАДЫ АДАПТИРОВАТЬ НАШИ ПРОДУКТЫ ПОД ВАШИ ПРИМЕНЕНИЯ



Характеристики

Модель	T-FIBER базовая версия	T-FIBER с гониометром
Общие параметры		
Спектральный рабочий диапазон	> 3 ТГц	> 3.5 ТГц
Динамический диапазон	> 60 дБ при 0.4 ТГц	> 65 дБ при 0.4 ТГц
Скорость сбора данных	10 спектров/сек	
Спектральное разрешение	8.6 ГГц	
Временной диапазон сканирования	116 пс	
Конфигурации для измерения	Пропускание	Пропускание / Отражение при разных углах падения / Рассеяние
Диапазон углов падения (в геометрии отражения)	–	18.5 – 90°
Диапазон углов регистрации (режим рассеяния)	–	37 – 286°
Соединение с ПК	USB	
Габаритные размеры	400 × 400 × 158 мм	
Лазер накачки		
Тип и модель	FF50, встроенный	
Тип выходного окна	Волоконный выход	
Длина волны	1064 нм	
Длительность импульса	< 160 фс	
Выходная мощность	> 40 мВт	
Частота следования импульсов	40 МГц	



ТГц излучатель и детектор со свободным входом



ТГц излучатель и детектор снабжены микрополосковой фотопроводящей антенной (РСА), выполненной на основе GaAs подложки. В зависимости от длины волны лазера накачки в качестве фотопроводника используется либо GaAs, выращенный при низкой температуре (LT-GaAs), либо GaBiAs. На поверхности данного фотопроводника формируется дипольная антенна копланарного типа (элементарный излучатель Герца), используя AuGeNi металлизацию. Геометрия фотопроводящей антенны, а также свойства фотопроводящего эпитаксиального слоя оптимизированы для получения самой высокой выходной эффективности ТГц излучения, и в то же время сохранения оптимальной ширины линии. В результате, мощность испускаемого ТГц излучения превышает 10 мкВт, если накачка осуществляется лазером с выходной мощностью 30 мВт и длительностью импульса < 150 фс. Ширина полосы системы регистрации по уровню половины амплитуды превышает 700 ГГц в спектральном диапазоне 0.1 – 5 ТГц.

Отличительные особенности

- ▶ Фотопроводящая антенна выполнена из LT-GaAs или GaBiAs
- ▶ Оптимизированы для длины волны вблизи 800 нм или 1060 нм
- ▶ Широкий спектральный диапазон и низкий уровень шума
- ▶ Субпикосекундное временное разрешение
- ▶ Поставляются с техническим паспортом

Области применения

- ▶ ТГц спектроскопия с временным разрешением
- ▶ Оптическая ТГц спектроскопия накачки-зондирования
- ▶ Получение ТГц изображений

ТГц излучатель или детектор подсвечивается лазером. Лазерный пучок должен быть сфокусирован между двумя электродами (см. рис. 1). Зазор между металлическими контактами детектора сравним с диаметром лазерного пучка, а между контактами излучателя – больше. ТГц излучение собирается с помощью встроенной линзы, изготовленной из кремния высокой плотности, которая крепится на специальном XY столике. TERAVIL предлагает два стандартных типа данных линз: для создания коллимированного или расходящегося выходного ТГц пучка. Во втором случае РСА размещается в апланатической точке кремниевой линзы, что уменьшает сферическую aberrацию ТГц пучка. Для позиционирования кремниевой линзы по центру РСА используются регулировочные винты. SMA разъемы на задней стороне корпуса используются для подвода переменного/постоянного напряжения смещения к ТГц излучателю и входу усилителя на ТГц детекторе. Любое из 3-х отверстий с резьбой М6 может использоваться для крепления ТГц излучателя к оптическому столу.

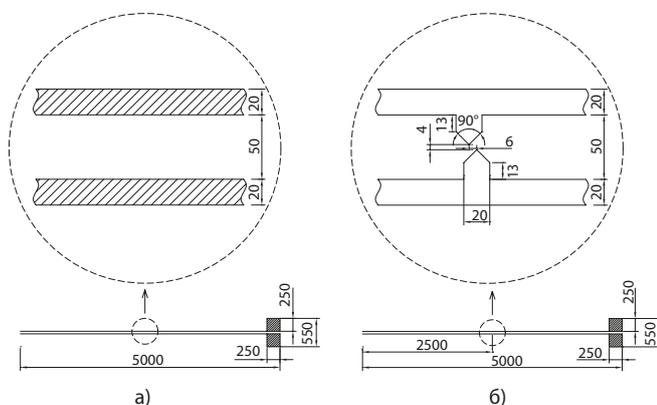


Рис. 1. Микрополосковая фотопроводящая антенна (РСА): излучатель (а), детектор (б).

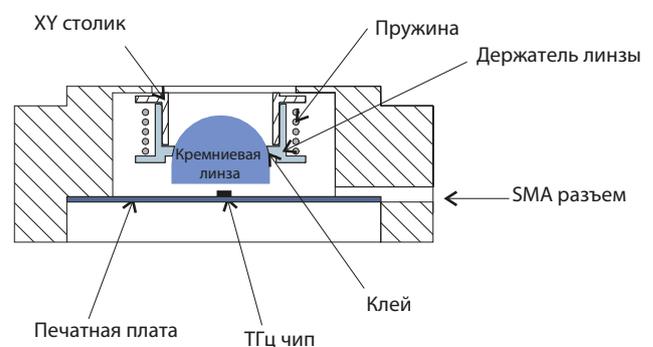


Рис. 2. Поперечное сечение ТГц излучателя и детектора.

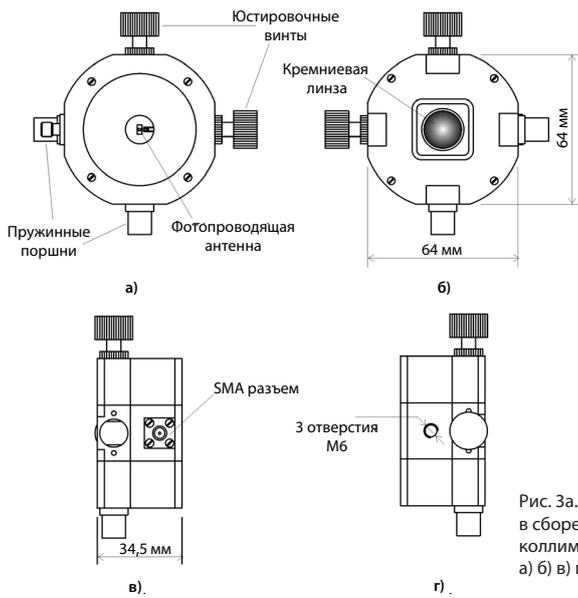


Рис. 3а. ТГц излучатель/детектор в сборе (модель для создания коллимированного ТГц пучка) а) б) в) г)

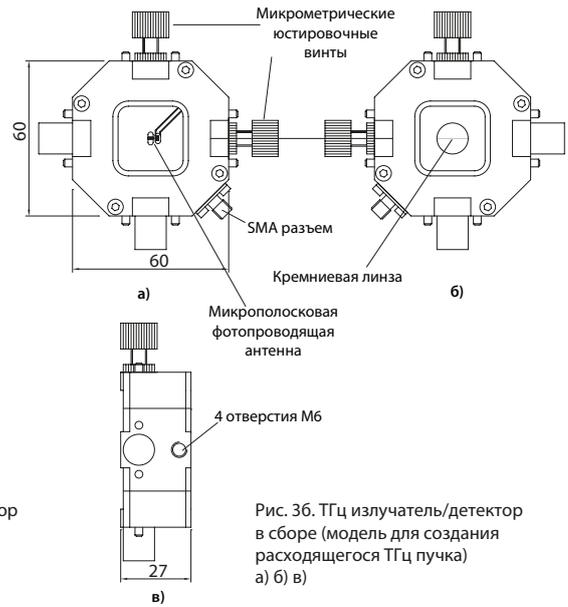


Рис. 3б. ТГц излучатель/детектор в сборе (модель для создания расходящегося ТГц пучка) а) б) в)

Характеристики ¹⁾

Модель	ТГц излучатель		ТГц детектор ³⁾	
	EMT-08	EMT-10	DET-08	DET-10
Фотопроводящая антенна				
Материал антенны	LT-GaAs	GaBiAs	LT-GaAs	GaBiAs
Размеры подложки	5 × 1.5 мм			
Толщина	600 мкм			
Тип антенны	полосковая		диполь	
Напряжение смещения	Макс. 50 В, типовое 40 В		± 12 В	
Центральная ТГц частота	≈ 0.5 ТГц		0.5 ТГц	
Регистрируемая ТГц полоса	-		до 5 ТГц	
Встроенная фокусирующая линза				
Материал	Высокорезистивный (HRFZ) кремний			
Геометрическая форма	Гиперполусфера			
Выходной ТГц пучок	Коллимированный или расходящийся		-	
Подстройка XY столика	± 3 мм			
Параметры излучения накачки				
Длина волны возбуждения	800 ± 40 нм	1060 ± 40 нм	800 ± 40 нм	1060 ± 40 нм
Средняя мощность ¹⁾	< 50 мВт	< 20 мВт	< 50 мВт	< 20 мВт
Длительность импульса	< 150 фс			
Частота следования импульсов	20 – 100 МГц			
Профиль пучка	Близкий к Гауссову профилю			
Диаметр пучка ²⁾	≈ 2 мм			

¹⁾В зависимости от длительности лазерного импульса, частоты следования и диаметра пучка на поверхности подложки.

²⁾Рекомендованное значение при использовании с креплением ТГц излучателя/детектора из спектроскопического комплекта компании TERAVIL.

³⁾Операционный предусилитель может быть установлен при необходимости.

Информация для заказа

Описание	Модель	Примечание
ТГц излучатель для длины волны 800 нм	EMT-8	Имеет кремниевую линзу и коаксиальный кабель с BNC коннектором
ТГц детектор для длины волны 800 нм	DET-8	Имеет кремниевую линзу и коаксиальный кабель с BNC коннектором
ТГц излучатель для длины волны 1060 нм	EMT-10	Имеет кремниевую линзу и коаксиальный кабель с BNC коннектором
ТГц детектор для длины волны 1060 нм	EMT-10	Имеет кремниевую линзу и коаксиальный кабель с BNC коннектором
Крепление для ТГц излучателя / детектора	MNT	Оснащен фокусирующим объективом пучка накачки на XYZ столик
Источник питания TMS-100M для приложения напряжения смещения	TMS-100	30 – 70 В постоянного тока или прямоугольная форма выходных импульсов

Волоконные ТГц излучатель и детектор



Волоконные ТГц излучатель и детектор разработаны для перекрытия широкой рабочей полосы и могут использоваться в стандартной установке для ТГц спектроскопии с разрешением по времени (THz-TDS) (см. рис. 1).

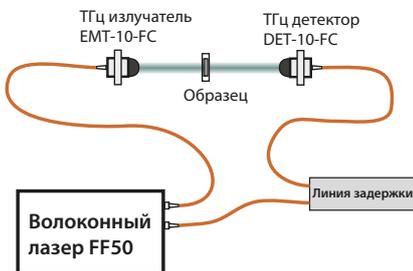


Рис. 1. Установка для ТГц спектроскопии во временной области

В зависимости от длины волны лазера накачки в качестве фотопроводящего материала используется либо GaAs, выращенный при низкой температуре (LT-GaAs), либо GaBiAs. Уникальность материалов, используемых в фотопроводящей антенне (PCA), заключается в том, что они обладают превосходной чувствительностью для длин волн вблизи 800 нм и 1060 нм, а также временем жизни носителей заряда менее 1 пс. В результате, ультракороткие ТГц импульсы в диапазоне до 4 ТГц могут излучаться и регистрироваться элементами, выполненными на основе таких материалов. Перенос излучения по волокну исключает трудоемкую настройку и регулировку и гарантирует максимальную подстраиваемость под различные эксперименты. Например, данная особенность позволяет с легкостью изменять геометрии измерений: пропускание на отражение и наоборот и т.п. Данные излучатели и детекторы вмонтированы в удобные корпуса, совместимые с 1-дюймовыми (25.4 мм) держателями оптики. Производительность каждого устройства проверяется на заводе-изготовителе, а также к нему прилагается протокол измерений и технический паспорт.

Отличительные особенности

- ▶ Фотопроводящая антенна выполнена из GaAs или GaBiAs
- ▶ Оптимизация для длины волны 800 нм или 1060 нм
- ▶ Поставляются с техническим паспортом

Области применения

- ▶ Широкополосная ТГц спектроскопия с временным разрешением
- ▶ Оптическая ТГц спектроскопия накачки-зондирования
- ▶ Подходит для любых волоконных решений



Волоконный излучатель (или детектор), вмонтированный в 1-дюймовый держатель оптики

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ КРЕМНИЕВЫЕ ЛИНЗЫ

ТГц излучатели и детекторы поставляются с интегрированными гиперполусферическими линзами, изготовленными из высокорезистивного кремния, которые прикреплены к PCA для увеличения эффективности излучения ТГц волн в свободное пространство. TERAVIL предлагает два стандартных типа данных линз: для создания коллимированного или расходящегося выходного ТГц пучка. Преимущество коллимированного ТГц выходного пучка заключается в простоте его использования, поскольку в данном случае для проведения экспериментов не требуется установка дополнительных оптических компонентов между ТГц излучателем и детектором. Однако такой дизайн характеризуется большей сферической абберацией ТГц пучка, что влияет на фокусировку. Во втором случае PCA размещается в апланатической точке кремниевой линзы, что значительно уменьшает абберации ТГц пучка. В результате на выходе может быть получен практически дифракционно-ограниченный ТГц пучок.

ФОТОПРОВОДЯЩАЯ АНТЕННА (РСА)

РСА разработаны специально для ТГц излучателя или ТГц детектора. Подложка из GaAs содержит эпитаксиальный активный слой GaBiAs, чтобы достичь высокого темнового сопротивления. Высокая фоточувствительность материала позволяет использовать менее мощные оптические импульсы для возбуждения. На поверхности данного фотопроводника формируется дипольная антенна копланарного типа (элементарный излучатель Герца), используя AuGeNi металлизацию (см. рис. 2). Зазор между контактами детектора сравним с диаметром лазерного пучка, а между контактами излучателя – больше. Фотопроводящий чип крепится на специальной печатной плате (PCB) внутри корпуса устройства. SMA разъемы на задней стороне корпуса используются для подвода переменного/постоянного напряжения смещения к ТГц излучателю и входу усилителя на ТГц детекторе.

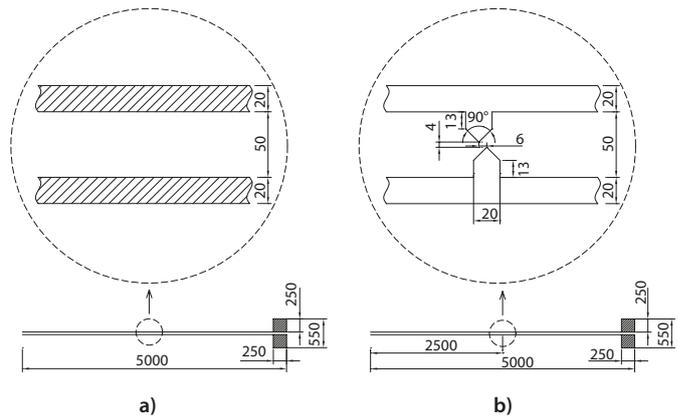


Рис. 2. Микрополосковая фотопроводящая антенна (РСА): излучатель (а), детектор (б) (все размеры в мкм).

Характеристики

Модель	ТГц излучатель		ТГц детектор ³⁾	
	EMT-08-FC	EMT-10-FC	DET-08-FC	DET-10-FC
Фотопроводящая антенна				
Материал антенны	LT-GaAs	GaBiAs	LT-GaAs	GaBiAs
Размеры подложки	5 × 1.5 мм			
Толщина	600 мкм			
Тип антенны	полосковая		диполь	
Напряжение смещения	Макс. 50 В, типовое 40 В			
Центральная ТГц частота	≈ 0.5 ТГц		0.5 ТГц	
Регистрируемая ТГц полоса	-		до 5 ТГц	
Встроенная фокусирующая линза				
Материал	Высокорезистивный (HRFZ) кремний			
Геометрическая форма	Гиперполусфера			
Выходной ТГц пучок	Коллимированный или расходящийся		-	
Параметры излучения накачки				
Длина волны возбуждения	800 ± 40 нм	1060 ± 40 нм	800 ± 40 нм	1060 ± 40 нм
Длина волокна ¹⁾	1 ± 0.1 м			
Макс. мощность на входе волокна	< 100 мВт ²⁾			
Тип коннектора	FC/PC			

¹⁾ Другая длина волокна доступна по запросу.

²⁾ Для частоты следования лазерных импульсов в диапазоне 10 – 100 МГц.

³⁾ Операционный предусилитель может быть установлен при необходимости.

Информация для заказа

Описание	Модель	Примечание
Волоконный ТГц излучатель для длины волны 800 нм	EMT-8-FC	Имеет кремниевую линзу, оптическое волокно с FC/PC коннектором и коаксиальный кабель с BNC коннектором
Волоконный ТГц детектор для длины волны 800 нм	DET-8-FC	Имеет кремниевую линзу, оптическое волокно с FC/PC коннектором и коаксиальный кабель с BNC коннектором
Волоконный ТГц излучатель для длины волны 1060 нм	EMT-10-FC	Имеет кремниевую линзу, оптическое волокно с FC/PC коннектором и коаксиальный кабель с BNC коннектором
Волоконный ТГц детектор для длины волны 1060 нм	DET-10-FC	Имеет кремниевую линзу, оптическое волокно с FC/PC коннектором и коаксиальный кабель с BNC коннектором

ВОЛОКНО ДЛЯ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ

Компания TERAVIL поставляет оптические волокна с нулевой дисперсией. В таком волокне фемтосекундный импульс сохраняет свою форму и длительность на входе и выходе из него. Лазерное излучение переносится с помощью FC/PC волоконного коннектора. Оно фокусируется на РСА с помощью линзы, встроенной в конструкцию ТГц излучателя и ТГц детектора.

ТГц система регистрации TRS-16

Электронные компоненты, используемые в ТГц спектрометрах T-SPEC и T-FIBER также доступны как отдельный продукт (TRS-16). Данный модуль может использоваться для создания кастомизируемых ТГц спектроскопических систем. Конфигурация включает в свой состав модуль электроники и линию быстрой задержки, основанной на магнитосвязанном приводе, с возможностью подключения второй линии медленной задержки, выполненной на основе шагового двигателя. Также TRS-16 включает в свой состав программное обеспечение, используемое для контроля системы и сбора данных.

ЭЛЕКТРОНИКА

Блок электроники состоит из двух основных частей: контроллер линий задержки и регистратор сигналов. Линия быстрой задержки позволяет получать данные в режиме реального времени со скоростью 10 спектров/сек и временным диапазоном 116 пс. Использование оптического линейного декодера гарантирует очень низкое значение джиттера. Таким образом, система регистрации может иметь широкий динамический диапазон до 90 дБ. Регистратор сигналов имеет встроенные 16-битный АЦП, операционный предусилитель (ОПУ) и модулятор напряжения смещения ТГц излучателя. TRS-16 также предоставляет возможность смещения напряжения для фотопроводящего ТГц излучателя в диапазоне от 10 В до 85 В постоянного тока и для ОПУ в диапазоне ± 12 В постоянного тока. ОПУ также включен в комплект.



Характеристики

Разрядность АЦП	16 бит
Коэффициент усиления ОПУ детектора	40 дБ при 300 кГц
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	230 × 170 × 55 мм

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ТГц система регистрации TRS-16 поставляется вместе с программным обеспечением, которое способно выполнять следующие действия:

- ▶ Регистрация ТГц сигнала, выполнение быстрого преобразования Фурье полученного спектра, регистрация поглощения и пропускания в реальном времени (10 сканов/с)
- ▶ Получение растрового изображения за счет использования моторизированного предметного XY столика
- ▶ Вычисление поглощения, пропускания и толщины образца (в режиме пропускания)
- ▶ Непрерывная запись ТГц сигнала в потоковом режиме
- ▶ Определение комплексного показателя преломления, комплексной проводимости и комплексной диэлектрической проницаемости
- ▶ Регистрация оптического ТГц сигнала накачки-зондирования

МЕХАНИКА

Линия быстрой задержки имеет уникальный бесподшипниковый дизайн и использует магнито-связанный привод, что делает её чрезвычайно надежной и значительно увеличивает срок службы. Специальный дизайн данного модуля заставляет двигаться уголкового отражателя исключительно вдоль одной оси, что приводит к превосходной ориентации и положению пучка, проходящего через линию задержки. Максимальная скорость сканирования линии совпадает с собственной резонансной частотой. Данная особенность существенно снижает потребление энергии, вибрации и тепловыделение.



Характеристики

Временной диапазон сканирования	116 пс
Скорость (макс. в диапазоне сканирования)	10 Гц
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	214 × 75 × 120 мм



ТГц сигнал его спектр Фурье-преобразования «Ксанакса» в азотной атмосфере

Аксессуары

МЕХАНИЧЕСКИЙ ДЕРЖАТЕЛЬ ДЛЯ ТГц ИЗЛУЧАТЕЛЯ/ДЕТЕКТОРА



Излучатель (или детектор), установленный в держатель

Отдельно от ТГц излучателя и детектора TERAVID предлагает удобный механический держатель, совместимый с обоими устройствами. Он оснащен линзой, установленной на подвижном XY столике для ее перемещения вдоль осей XY и оптическим рельсом с направляющими, на который крепятся и линза, и излучатель/детектор. Данная конструкция помогает направить лазерный пучок непосредственно между электродами фотопроводящей антенны, а также регулировать диаметр пятна на активной поверхности антенны. Удобные крепежные винты позволяют с легкостью монтировать/демонтировать каждую часть данного механического держателя.

Характеристики

Высота оптической оси	105 мм
Диапазон перемещение по XY	3 мм
Диапазон перемещение по Z	13 мм
Диаметр линзы	25.4 мм
Фокусное расстояние линзы	50 мм
Антиотражательное покрытие линзы	AR/AR для выбранной длины волны (800 / 1030 / 1064 нм)

BIAS ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ TMS-100 ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СМЕЩЕНИЯ К ТГц ИЗЛУЧАТЕЛЮ



Источник питания TMS-100: вид спереди

Отличительные особенности

- ▶ Низкий уровень шума
- ▶ Постоянный ток или прямоугольная форма выходных импульсов (нужен внешний источник TTL)
- ▶ Кабель для подключения к ТГц излучателю включен в комплект

Характеристики

Частота модуляции импульсов прямоугольной формы	10 Гц – 100 кГц
Выходное напряжение	30 – 70 В (регулируется)
Максимальный ток	1 мА
Выходной разъем	BNC
Напряжение питания	110/220 В перем. тока, 50/60 Гц
Габаритные размеры (Д × Ш × В)	130 × 190 × 39 мм

ОПЕРАЦИОННЫЙ ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ТГц ДЕТЕКТОРА



Внешний вид операционного предусилителя

Характеристики

Предусилитель ¹⁾	
Тип предусилителя	Преобразователь типа «ток-напряжение»
Коэффициент преобразования	> 10 ⁶
Габаритные размеры	60 × 12 × 15 мм
Источник питания	
Габаритные размеры	155 × 65 × 80 мм
Выходное напряжение питания	+15 В, -15 В
Напряжение сети питания предусилителя	220 В или 110 В

¹⁾Предусилитель оснащен SMA коннектором, согласующимся с коннектором на ТГц детекторе.

ТГц спектроскопический набор

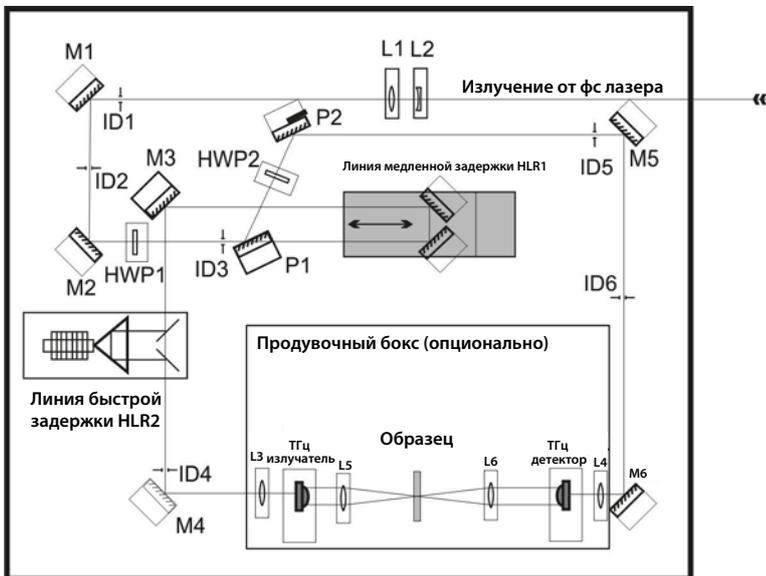
Данный спектроскопический набор включает в себя все компоненты, необходимые для построения THz-TDS системы. Стандартный набор состоит из ТГц излучателя и ТГц детектора с фотопроводящей антенной, оптики для переноса лазерного излучения, моторизированной линии задержки с контроллером, оптики для переноса ТГц излучения, держателя образца и ТГц системы регистрации TRS-16. Все компоненты расположены на оптической столешнице с размерами 60 × 80 см или 80 × 80 см. Доступны 4 стандартных конфигурации, оптимизированных под измерение пропускания, отражения, получения изображения и экспериментов накачки-зондирования. Каждая из них может быть с легкостью заменена и модифицирована. Любые другие конфигурации могут быть заказаны отдельно или в качестве будущего улучшения системы. ТГц спектроскопический набор включает мощный пакет программного обеспечения для управления системой, сбора и анализа данных.

Базовый ТГц спектроскопический набор включает:

- ▶ ТГц излучатель и ТГц детектор
- ▶ Оптика для переноса лазерного излучения
- ▶ Моторизированная линия медленной задержки с контроллером
- ▶ Оптика для переноса ТГц излучения
- ▶ Держатель образца
- ▶ ТГц система регистрации TRS-16 с линией быстрой задержки
- ▶ ПО для сбора и анализа данных

Оptionальные компоненты:

- ▶ Фемтосекундный лазер накачки
- ▶ Продувочный бокс для удаления водяного пара (исключение линий поглощения воды)
- ▶ Моторизированный предметный столик для перемещения образца в вертикальной плоскости XY



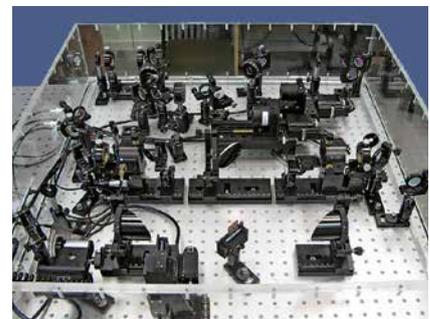
Оптическая схема ТГц спектроскопического набора в конфигурации на пропускание

ПРИМЕРЫ ИСПОЛНЕНИЯ КАСТОМНЫХ ТГц СИСТЕМ



ЛИДАР, работающий в ТГц диапазоне, был использован для удаленного сканирования объектов на расстоянии 7 м.

ТГц ЛИДАР, установленный в МГУ им. Ломоносова, Москва, Россия



Спектроскопическая технология оптической ТГц накачки-зондирования позволяет исследовать динамику носителей заряда в полупроводниках, нанокристаллах и других материалах.

Система оптической ТГц накачки-зондирования, установленная в Институте физики Китайской академии наук, Пекин, Китай



Компоненты и
системы для
ТГц приложений

Дистрибьютор в РФ
ООО «Промэнерголаб»
105318, г. Москва, ул. Ткацкая, 1

Тел.: +7 (495) 221-12-08, 8 800 234-12-08
info@czi.ru
www.czi.ru

Savanorių Av. 235
LT-02300 Vilnius
Lithuania

ph. +370 685 46938
info@teravil.lt
www.teravil.lt