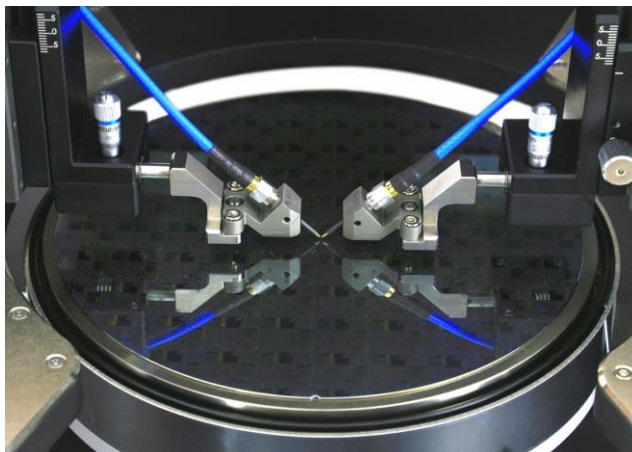


Руководство по выбору зондов MPI



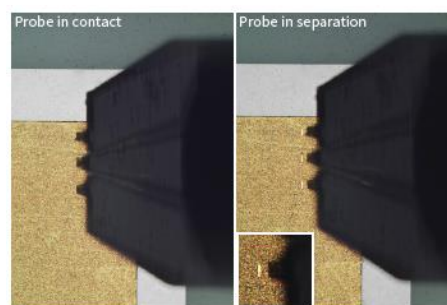
Принимая во внимание множество проблем измерения, связанных с современными радиочастотными приложениями, компания MPI Corporation разработала высокочастотные (RF) зонды серии TITAN™. Данная продукция представляет собой специально оптимизированные продукты, предназначенные для удовлетворения требований продвинутых потребителей к радиочастотным устройствам и оборудованию.

Зонды TITAN™ получены в результате научно-технологического обмена, который сопровождался приобретением Allstron, и дальнейшего усовершенствования командой специалистов MPI, имеющих огромный опыт RF тестировании, с использованием признанной во всем мире МЭМС-технологии. Зонды TITAN™ включают согласованные 50-Ом контактные наконечники, выполненные по МЭМС-технологии, с улучшенными электрическими характеристиками, которые допускают реализацию непревзойденных результатов калибровки в широком диапазоне частот. Запатентованная конструкция выступающего наконечника обеспечивает небольшое окно пассивации зондирования контактной площадки, при этом значительно снижая контактный сдвиг, обеспечивая, таким образом, великолепную контактную повторяемость, необходимую для современных предельных условий измерения. Зонды TITAN со всеми своими особенностями продаются по действительно доступной цене.

Серия зондов TITAN™ доступна в следующих конфигурациях: с одним сигнальным выводом и с двумя, причем диапазон шага составляет от 50 до 1250 мкм и частота от 26 до 110 ГГц. RF зонды TITAN™ являются идеальным выбором для выполнения RF измерения S-параметров на пластине, для устройств миллиметрового диапазона и схем до 110 ГГц, а также для определения характеристик устройств ВЧ мощных, требующих до 10 Вт непрерывного питания. И наконец, заказчики могут выиграть от таких характеристик, как длительный срок службы изделия и идеальные эксплуатационные издержки.

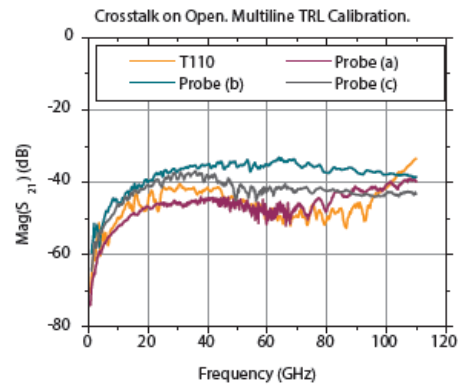
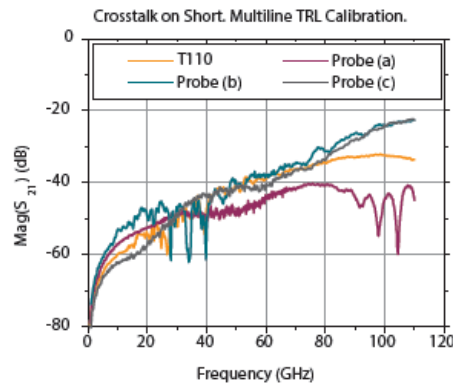


Уникальная конструкция копланарного МЭМС-контактного наконечника зонда TITAN™.



Минимальное скольжение благодаря уникальной конструкции наконечника.

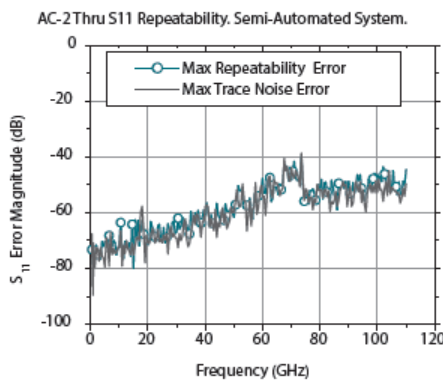
Взаимные помехи



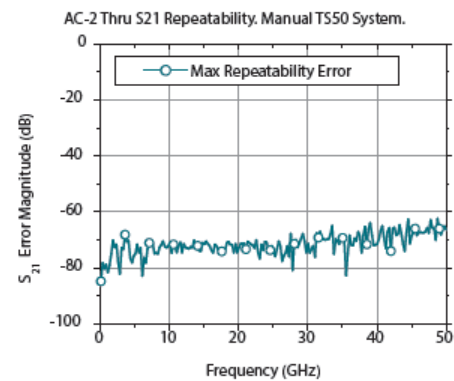
Взаимные помехи зондов TITAN™ 150 микрон на short и open по сравнению с обычными зондами 110 ГГц. Результаты корректируются при многолинейной TRL калибровке. Конфигурация всех зондов GSG и шаг 100 мкм.

Контактная повторяемость

Еще одним преимуществом зонда серии Titan™ является улучшенная контактная повторяемость, сопоставимая со всем шумом развертки при измерении на контактных площадках полуавтоматических станций и на золотых контактных площадках.



Максимальная погрешность контактной повторяемости Калибровки параметра S11 по стандарту AC-2 Зондами T110. Полуавтоматическая система. Десять окружностей касания.



Максимальная погрешность контактной повторяемости Калибровки параметра S11 по стандарту AC-2 зондами T50. Система ручного зондирования TS50.

Механические характеристики

Материал иглодержателя	Никелевый сплав
Материал корпуса	Алюминиевый сплав
Контактное давление при переходе 2 мил	20 гр.
Срок службы, касаний	> 1000000
Погрешность регулировки между заземлением и сигналом	± 3 μm
Погрешность плоскостности	± 3 μm
Ширина контактной площадки	< 3 μm
Сопротивление контактов на Au	< 3 mΩ
Температурный диапазон	- 60 до 175°C

26 ГГц зонды для беспроводных приложений

Понимая потребности заказчиков в уменьшении стоимости разработки и тестирования продукции для рынка беспроводных приложений с высоким уровнем конкуренции, MPI предлагает высокопроизводительные RF зонды по невысокой цене. Благодаря специально разработанному разъему SMA с великолепной передачей электромагнитных волн по зонду, эти зонды подходят для частот до 26 ГГц. Доступный диапазон шага от 50 микрон до 1250 микрон с конфигурацией наконечника GS/SG и GSG.

Зонды TITAN™ 26 ГГц представляют собой идеальное решение для выполнения измерений при разработке компонентов для коммерческих беспроводных приложений Wi-Fi, Bluetooth и 3G/4G, а также для обучения студентов.

Модель зонда на 26 ГГц: T26

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 26 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.4 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 16 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
Ширина контактной площадки	< 3 μm
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

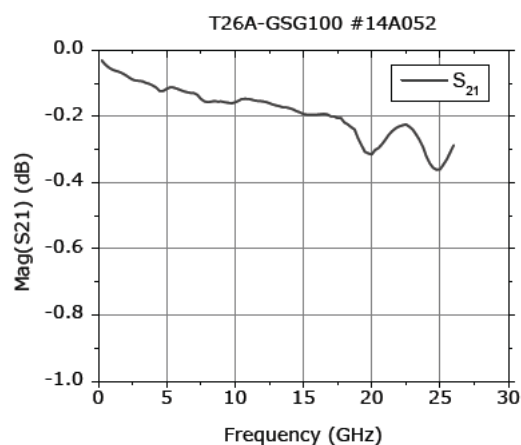
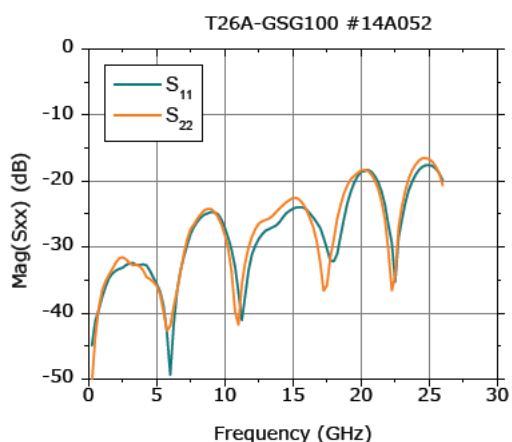


Зонд T26, коннектор V-типа

Механические характеристики

Разъем	SMA
Диапазон шага	50 - 1250 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSG, GS, SG
Угол выхода коннектора	Тип V: 90 градусов Тип A: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 26 ГГц, шаг 100 микрон



26 ГГц зонды для высокомоощных измерения

MPI предлагает мощную версию зондов TITAN™ 26 ГГц RF для коммерческих беспроводных приложений. Модель зонда T26P обеспечивает радиочастотное тестирование в диапазоне мощности до 10 Вт, что в два раза больше по сравнению с тем, что может быть достигнуто при использовании семейства стандартных зондов. Модель T26P предлагает низкие затраты на тестирование при разработке устройств ВЧ мощности и фронтальных полупроводниковых монолитных интегральных схем (MMIC) для приложений, работающих в С-, X- и Ku-диапазонах.

Модель зонда на 26 ГГц: T26

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 26 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.4 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 16 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 2 А
Напряжение постоянного тока	≤ 250 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 10 Вт
Тепловая область	-60 до 200°C

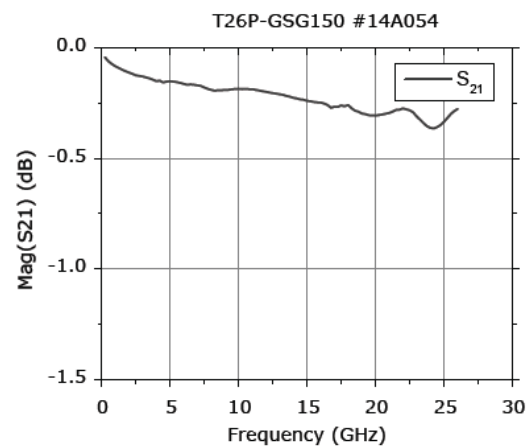
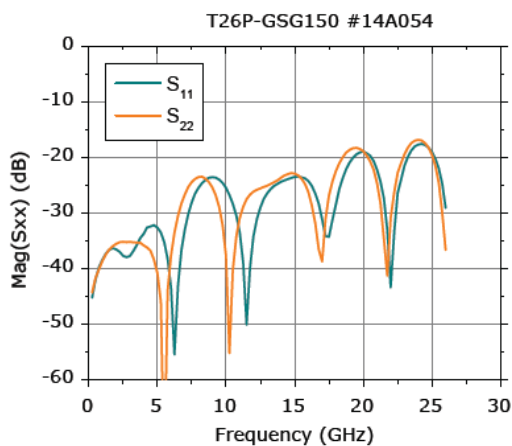


Зонд T26, коннектор А-типа

Механические характеристики

Разъем	SMA
Диапазон шага	100 - 350 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSG, GS, SG
Угол выхода коннектора	Тип А: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 26 ГГц, шаг 100 микрон



Зонды для получения характеристик устройств и интегральных схем с частотой до 110 ГГц

Зонды Titan™ реализуют уникальное сочетание технологии выполнения зондов с микрокоаксиальным кабелем и их наконечников в соответствии с технологией МЭМС. В результате идеального согласования характеристического импеданса копланарных наконечников и оптимизированной передачи сигнала по всему зонду к контактной площадке тестируемого устройства (DUT) получают отличные электрические характеристики зондов. В то же время уникальный дизайн наконечника зонда обеспечивает минимальный контактный сдвиг на любом типе металлизации контакта, обеспечивая получение точных и повторяемых измерений до 110 ГГц. Зонды TITAN™ подходят для выполнения измерений на небольших контактных площадках, имеют длительный срок службы и низкую стоимость.

Семейство зондов TITAN™ включает в себя двойные зонды для проектных и конструкторских работ с интегральными схемами, работающими в диапазоне RF и миллиметровом диапазоне, а также зонды высокого класса миллиметрового диапазона для получения характеристик S-параметров до 110 ГГц для моделирования высокопроизводительных микроволновых устройств.

Модель зонда 40 ГГц: T40

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 40 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.6 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 18 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

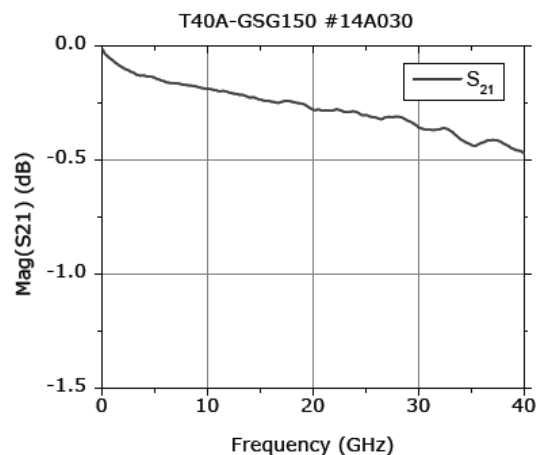
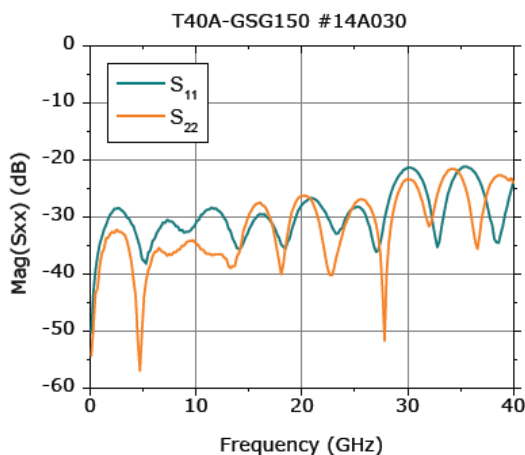


Зонд T40, коннектор А-типа

Механические характеристики

Разъем	K (2.92 мм)
Диапазон шага	50 - 1250 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSG, GS, SG
	Тип V: 90 градусов
Угол выхода коннектора	Тип A: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 40 ГГц, шаг 150 микрон



Модель зонда 50 ГГц: T50

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 50 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.6 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 17 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

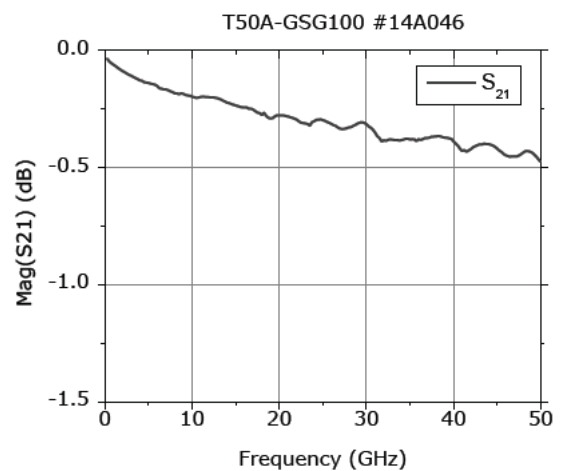
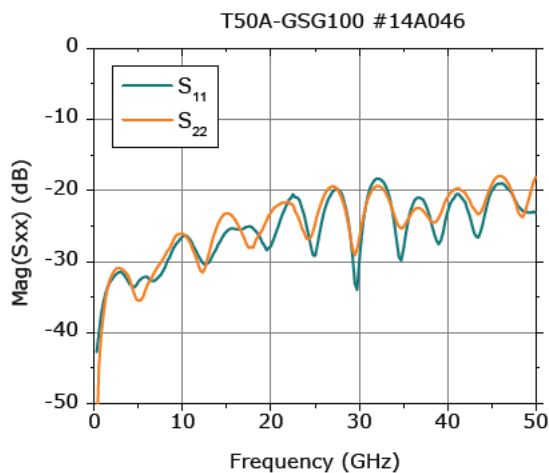


Зонд T50, коннектор А-типа

Механические характеристики

Разъем	Q (2.4 мм)
Диапазон шага	50 - 1250 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSG, GS, SG
Угол выхода коннектора	Тип V: 90 градусов Тип A: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 50 ГГц, шаг 100 микрон



Модель зонда 67 ГГц: T67

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 67 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.8 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 16 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

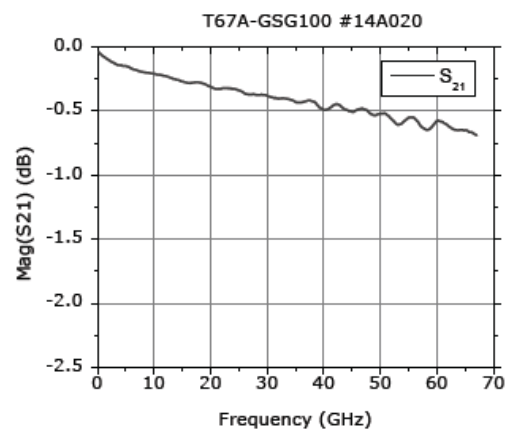
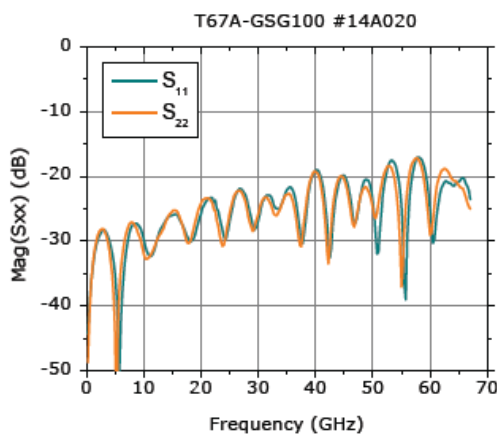


Зонд T67, коннектор А-типа

Механические характеристики

Разъем	V (1.85 мм)
Диапазон шага	50 - 1250 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSG, GS, SG
Угол выхода коннектора	Тип V: 90 градусов Тип A: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 67 ГГц, шаг 100 микрон



Модель зонда 110 ГГц: T110

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 110 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 1.2 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 14 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

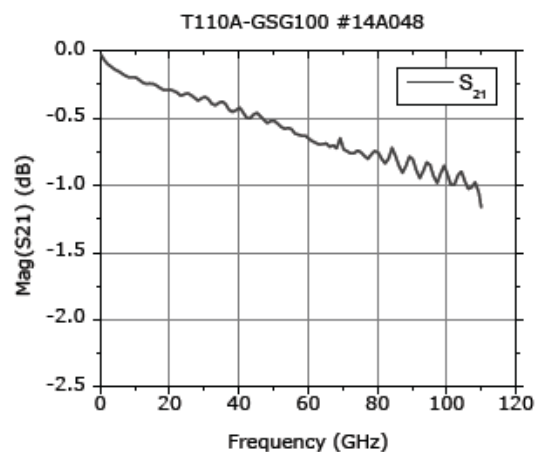
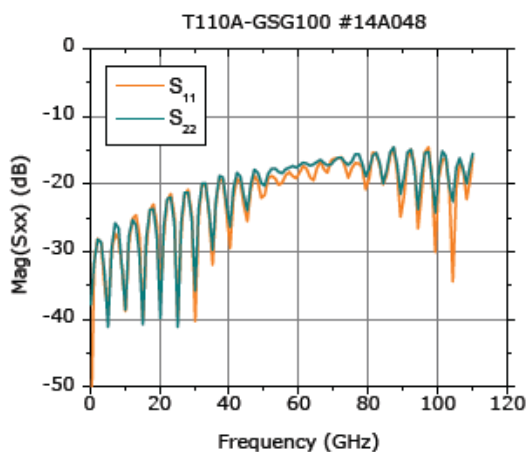


Зонд T110, коннектор А-типа

Механические характеристики

Разъем	1 мм
Диапазон шага	50, 100, 125, 150 μm
Конфигурация наконечника	GSG
Угол выхода коннектора	Тип А: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: зонд GSG 110 ГГц, шаг 100 микрон



Двойные зонды для получения характеристик многопортовых и дифференциальных RF интегральных схем

Семейство зондов TITAN™ включает в себя двойные 26 ГГц, а также 40, 50 и 67 ГГц зонды в конфигурации GSGSG и GSSG для получения характеристик многопортовых и дифференциальных фронтальных интегральных схем и компонентов коммерческих беспроводных, радиолокационных приложений и приложений для оборонной промышленности.

Модель зонда 67 ГГц: Dual T67

Обычные электрические характеристики

Характеристический импеданс	50 Ω
Диапазон частот	DC до 40 ГГц
Вносимые потери (конфигурация GSG)	< 0.8 дБ
Обратные потери (конфигурация GSG)	> 14 дБ
Взаимные помехи между портами	< - 28 дБ
Постоянный ток (DC)	≤ 1 А
Напряжение постоянного тока	≤ 100 В
ВЧ мощность при 10 ГГц	≤ 5 Вт

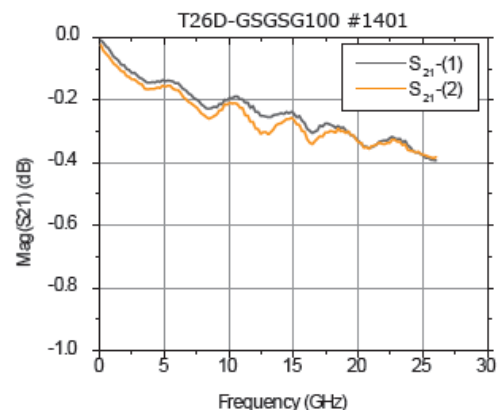
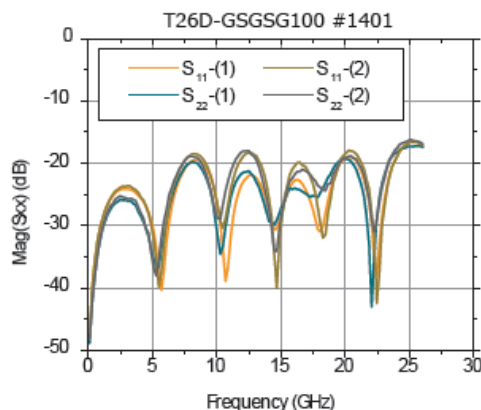



Пример: двойного зонда T26

Механические характеристики

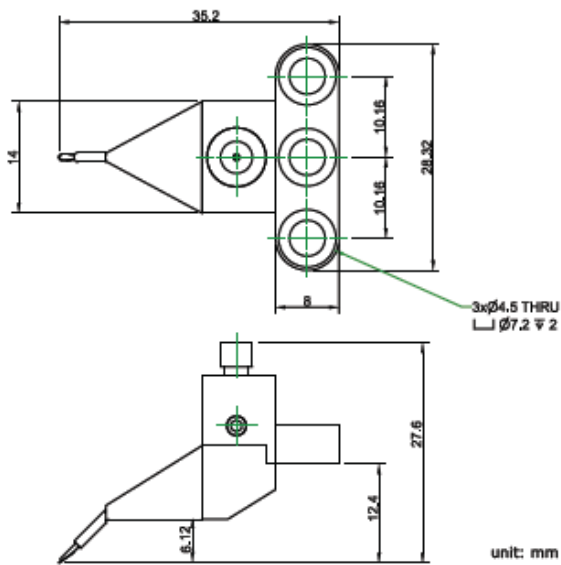
Разъем	V (1.85 мм)
Диапазон шага	100 - 500 μm
Стандартный шаг	50 μm
Конфигурация наконечника	GSSG, GSGSG
Угол выхода коннектора	Тип A: 45 градусов

Традиционные электрические характеристики: двойной зонд GSGSG 26 ГГц, шаг 100 микрон



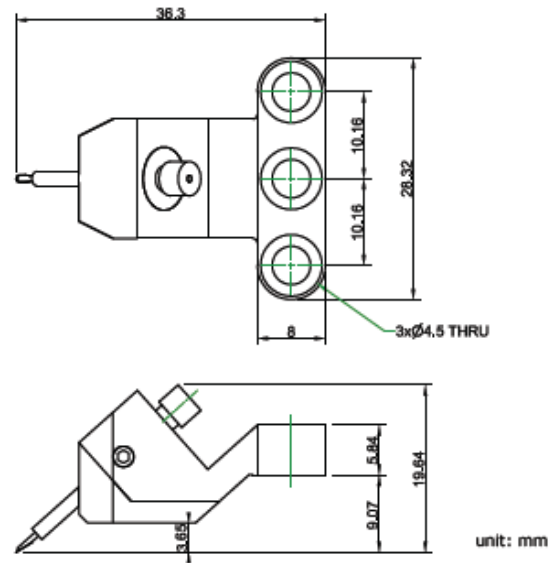
 -Габариты

Односторонний, тип V



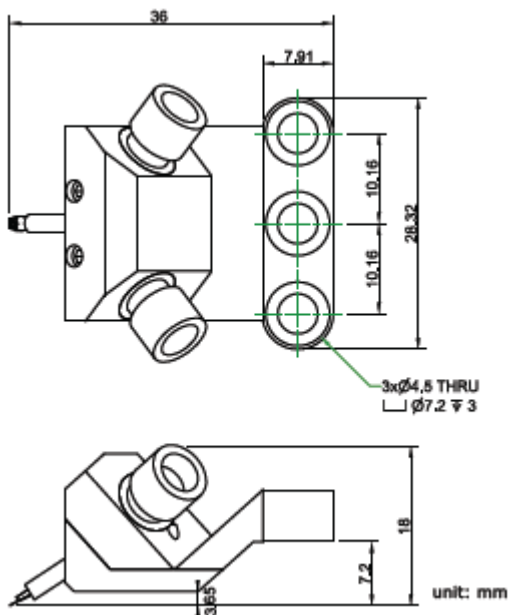
Единица измерения: мм

Односторонний, тип A



Единица измерения: мм

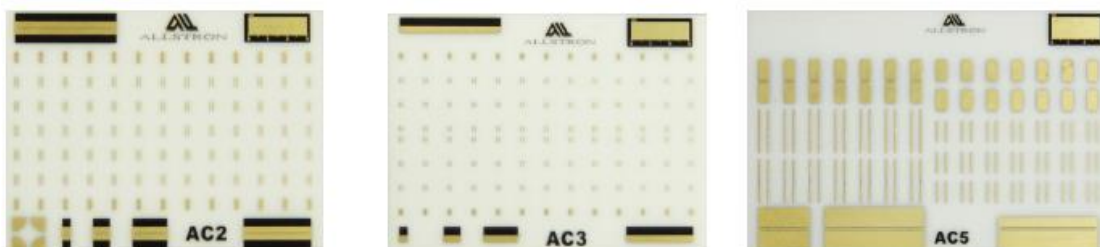
Двойные зонды



Единица измерения: мм

Калибровочные подложки

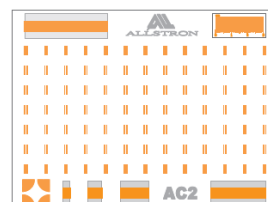
Серия AC стандартных калибровочных подложек предлагает до 26 стандартных наборов для проведения калибровки методами SOLT, LRM зондов GS/SG и GSG. Пять копланарных линий обеспечивают широкополосную TRL калибровку, а также точную оценку обычно используемых способов. Добавляются прямоугольные взаимные элементы для обеспечения калибровки SOLR системы RF зондами с прямоугольной конфигурацией. Также имеются в наличии калибровочные подложки для зондов с широким шагом.



Материал	Алюминий
Конструкция элементов	Копланарные
Поддерживаемые способы калибровки	SOLT, LRM, SOLR, TRL и многолинейный TLR
Толщина	635 μm
Габаритные размеры	16.5 x 12.5 мм
Коэффициент эффективной скорости при 20 ГГц	0.45
Номинальный волновой характеристический импеданс строки при 20 ГГц	50 Ω
Номинальное сопротивление нагрузки	50 Ω
Обычная погрешность точности подгонки нагрузки	$\pm 0.3 \%$
Открытый стандарт	Au контакт на подложке
Элементы оценки калибровки	Да
Масштаб линейки	0 – 3 мм
Размер шага линейки	100 μm

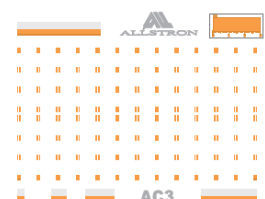
Калибровочная подложка AC-2

Конфигурация зонда	GSG
Поддерживаемый шаг зонда	75 до 250 μm
Количество стандартных групп SOLT	26
Количество строк оценки и калибровки	5



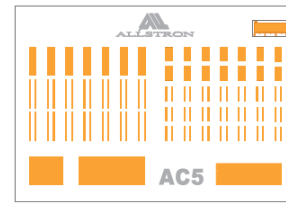
Калибровочная подложка AC-3

Конфигурация зонда	GS/SG
Поддерживаемый шаг зонда	50 до 250 μm
Количество стандартных групп SOLT	26
Количество строк оценки и калибровки	5

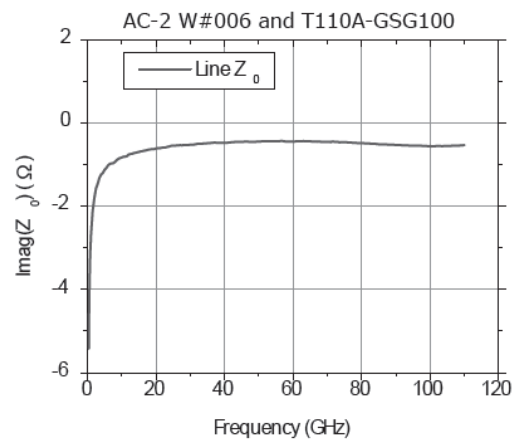
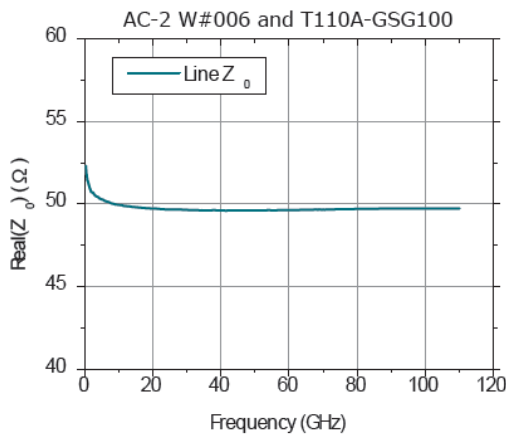
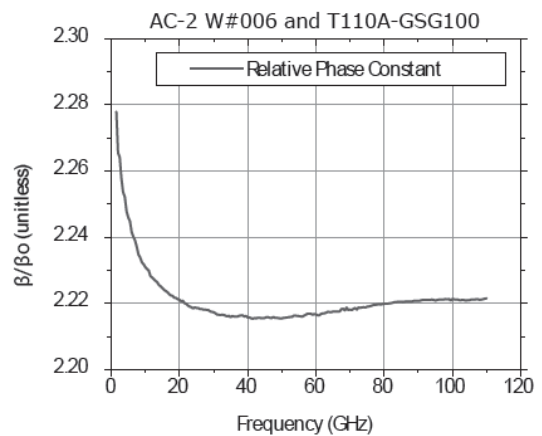
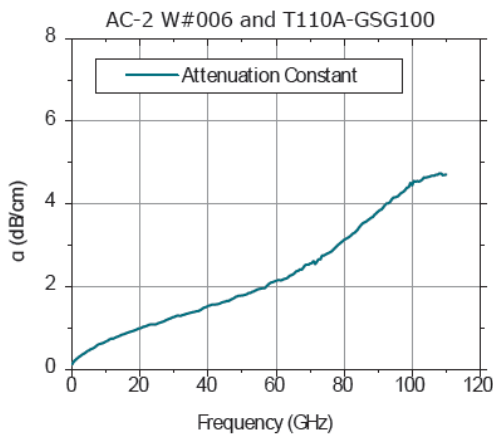


Калибровочная подложка AC-5

Конфигурация зонда	GSG, GS/SG
Поддерживаемый шаг зонда	250 до 1250 μm
Количество стандартных групп SOLT	GSG : 7 GS : 7 SG : 7
Открытый стандарт	Открытый керамический
Количество строк оценки и калибровки	GSG : 2 GS : 1



Традиционные электрические характеристики



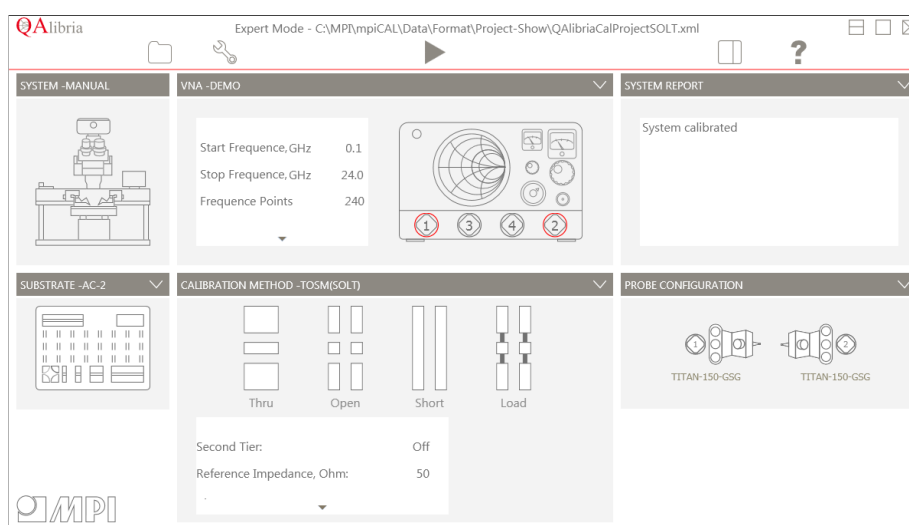
Обычные характеристики стандарта компланарных линий калибровочной подложки AC-2, измеренные зондами T110-GSG100, и способы, рекомендуемые Национальным Институтом Стандартов и Технологий [1, 2].

Программное обеспечение для RF калибровки QAlibria™ компании MPI

Программное обеспечение для RF калибровки QAlibria™ компании MPI разработано для упрощения сложных и трудоемких задач RF калибровки. Посредством методики последовательного раскрытия и интуитивно понятного сенсорного управления QAlibria™ обеспечивает четкое и понятное ясное средство выполнения процесса RF калибровки, сводя к минимуму ошибки настройки и способствуя получению точных результатов калибровки в кратчайшие сроки. Кроме того, ее концепция множественности графических пользовательских интерфейсов (GUI) предлагает для продвинутых пользователей полный доступ ко всем параметрам настройки конфигурации и вспомогательным опциям.

QAlibria™ предлагает стандартные методы калибровки для промышленности и передовые методы калибровки. Кроме того, QAlibria™ сопряжена с пакетами калибровки NIST StatistiCal™, которые обеспечивают легкий доступ к калибровке на уровне измерений многолинейной TRL NIST и анализу неопределенности.

MPI Qalibria™ поддерживает многоязычный GUI, включая русский, устраняя любые поправимые операционные риски и неудобства.



Спецификации

Поддерживаемый VNA	
Сенсорная видео система PNA-{	Модель N5227 FW A.09.80.20
Rohde & Schwarz	Модель ZVA, FW 3.12 Модель ZNB, FW 2.3
Интерфейс VNA	NI VISA версия 5.0 или новее, GPIB, TCP/IP
Методы калибровки	Однопортовый SOL (OSM) Двухпортовый SOLT (TOSM) Двухпортовый многоканальный TRL NIST (интегрирование с NIST StatistiCal™ Plus)
Интегрирование с NIST StatistiCal™ Plus	Калибровка в интерактивном и автономном режиме
Компьютер	
Операционная система	Windows XP / Windows 7
Процессор	Intel Core i3 или выше
Память	2 ГБ или больше
Требуемый объем жесткого диска для QAlibria	1 ГБ или больше
Монитор	
Рекомендуемое разрешение и размер	1366 X 768, 13" (переносной ПК); 1920 X 1080, 21" (стационарный ПК)
Мультисенсорный экран	Рекомендуется
Язык графического пользовательского интерфейса	Английский, китайский, японский, русский

RF и сверхвысокочастотные кабели

MPI предлагает прекрасный выбор гибких кабелей и оснастки для RF и сверхвысокочастотных приложений для выполнения измерений для полной интеграции системы RF зондирования.

Кабели

Высококачественные кабельные узлы с разъемами SMA и 3.5 мм разъемами укомплектовываемая RF систем базового уровня для выполнения измерений до 26 ГГц. Стабильные по фазе высококлассные гибкие кабельные системы с высокоточными разъемами 2.92, 2.4, 1.85 и 1 мм гарантируют высокую стабильность, точность и воспроизводимость калибровки и измерений для установок постоянного тока с частотой до 110 ГГц.

MPI предлагает две стандартные длины данных кабельных систем: 120 и 80 см для соединения контактной площадки зондовой системы и место размещения VNA.

Информация для заказа кабелей

MRC-18SMA-MF-800	18 ГГц SMA гибкий кабель SMA (с наружной резьбой) - SMA (с внутренней резьбой), длина 80 см
MRC-18SMA-MF-1200	18 ГГц SMA гибкий кабель SMA (с наружной резьбой) - SMA (с внутренней резьбой), длина 120 см
MRC-26SMA-MF-800	26 ГГц SMA гибкий кабель SMA (с наружной резьбой) - SMA (с внутренней резьбой), длина 80 см
MRC-26SMA-MF-1200	26 ГГц SMA гибкий кабель SMA (с наружной резьбой) - SMA (с внутренней резьбой), длина 120 см
MRC-40K-MF-800	40 ГГц гибкий кабель, разъем (K) 2.92 мм, с наружной резьбой - с внутренней резьбой, длина 80 см
MRC-40K-MF-1200	40 ГГц гибкий кабель, разъем (K) 2.92 мм, с наружной резьбой - с внутренней резьбой, длина 120 см
MRC-50Q-MF-800	50 ГГц гибкий кабель, разъем (Q) 2.4 мм, с наружной резьбой - с внутренней резьбой, 80 см
MRC-50Q-MF-1200	50 ГГц гибкий кабель, разъем (Q) 2.4 мм, с наружной резьбой - с внутренней резьбой, длина 120 см
MRC-67V-MF-800	67 ГГц гибкий кабель 1.85 mm (V) connector, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, 80 см long
MRC-67V-MF-1200	67 ГГц гибкий кабель, разъем (V) 1.85 мм, с наружной резьбой - с внутренней резьбой, 120 см long
MMC-40K-MF-800	40 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (K) 2.92 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, 80 см длина
MMC-40K-MF-1200	40 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (K) 2.92 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, длина 120 см
MMC-50Q-MF-800	50 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (Q) 2.4 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, 80 см long
MMC-50Q-MF-1200	50 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (Q) 2.4 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, длина 120 см
MMC-67V-MF-800	67 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (V) 1.85 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, длина 80 см
MMC-67V-MF-1200	67 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (V) 1.85 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, длина 120 см
MMC-110A-MF-250	110 ГГц прецизионный гибкий кабель, разъем (A) 1 мм, с наружной резьбой-с внутренней резьбой, длина 25 см



Адаптеры

Более того, предлагаются высококачественные RF адаптеры и адаптеры миллиметрового диапазона с широкими функциональными возможностями для решения проблем реконфигурации системы и интеграции с другими типами контрольно-измерительных приборов.

MRA-NM-350F	RF 11 ГГц адаптер N(с наружной резьбой) - 3.5 (с наружной резьбой), цилиндрический
MRA-NM-350M	RF 11 ГГц адаптер N(с наружной резьбой) - 3.5 (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-350M-350F	Прецизионный 26 ГГц адаптер, 3.5 мм (с наружной резьбой) - 3.5 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-350F-350F	Прецизионный 26 ГГц адаптер, 3.5 мм (с внутренней резьбой) - 3.5 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-350M-350M	Прецизионный 26 ГГц адаптер, 3.5 мм (с наружной резьбой) - 3.5 мм (с наружной резьбой), цилиндрический
MPA-292M-240F	Прецизионный 40 ГГц адаптер, 2.92 мм (с наружной резьбой) - 2.4 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-292F-240M	Прецизионный 40 ГГц адаптер, 2.92 мм (с внутренней резьбой) - 2.4 мм (с наружной резьбой), цилиндрический
MPA-292M-292F	Прецизионный 40 ГГц адаптер, 2.92 мм (с наружной резьбой) - 2.92 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-292F-292F	Прецизионный 40 ГГц адаптер, 2.92 мм (с внутренней резьбой) - 2.92 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-292M-292M	Прецизионный 40 ГГц адаптер, 2.92 мм (с наружной резьбой) - 2.92 мм (с наружной резьбой), цилиндрический
MPA-240M-240F	Прецизионный 50 ГГц адаптер, 2.4 мм (с наружной резьбой) - 2.4 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-240F-240F	Прецизионный 50 ГГц адаптер, 2.4 мм (с внутренней резьбой) - 2.4 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-240M-240M	Прецизионный 50 ГГц адаптер, 2.4 мм (с наружной резьбой) - 2.4 мм (с наружной резьбой), цилиндрический
MPA-185M-185F	Прецизионный 67 ГГц адаптер, 1.85 мм (с наружной резьбой) -1.85 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-185F-185F	Прецизионный 67 ГГц адаптер, 1.85 мм (с внутренней резьбой) -1.85 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический
MPA-185M-185M	Прецизионный 67 ГГц адаптер, 1.85 мм (с наружной резьбой) -1.85 мм (с наружной резьбой), цилиндрический
MPA-185M-100F	Прецизионный 67 ГГц адаптер, 1.85 мм (с наружной резьбой) -1.00 мм (с внутренней резьбой), цилиндрический



Ссылки

[1] Р. Б. Маркс и Д.Ф. Вилльямс "Определение характеристического импеданса посредством измерений постоянной распространения", Материалы конференции IEEE Microwave and Guided Wave, т. 1, стр. 141-143, июнь 1991.

[2] Д.Ф. Вилльямс и Р. Б. Маркс "Измерение емкости линии передачи", Материалы конференции IEEE Microwave and Guided Wave, т. 1, стр. 243-245, 1991.

Прямая связь:
 Азиатский регион: ast-asia@mpi-corporation.com
 Европа, Ближний Восток и Африка: ast-europe@mpi-corporation.com
 Америка: ast-americas@mpi-corporation.com

Для получения помощи зайдите на наш сайт: www.tbs-semi.ru

