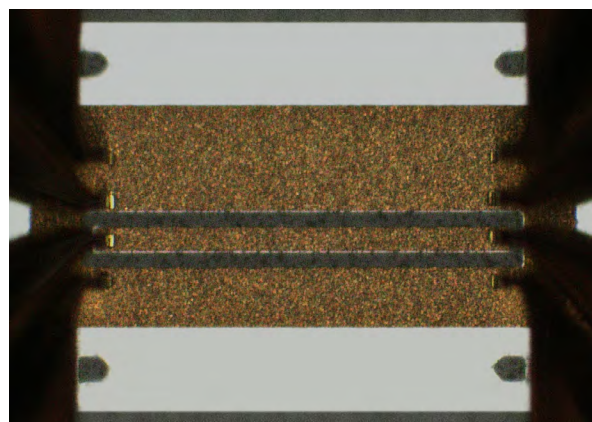


TCS-GSSG-0050-0050 Calibration Substrate

MPI TITAN™ TCS-GSSG-0050-0050 デュアル校正基板は、GSSGチップ構成を持つMPI TITAN™ RFプローブの精度の高いRF校正を可能にするように設計されています。この標準器のレイアウトは、PlanarCalコンソーシアムに所属する12のヨーロッパの組織によって開発された推奨事項を実装して最適化されています^[1]。この校正基板は業界標準のShort-Open-Load-Thru (SOLT/TOSM) 校正法だけでなく、先進的なThru-Match-Reflect (TMR/LRM)、Thru-Match-Reflect-Reflect (TMRR) およびNISTのマルチラインThru-Reflect-Line (mTRL) 校正法にも対応しています。

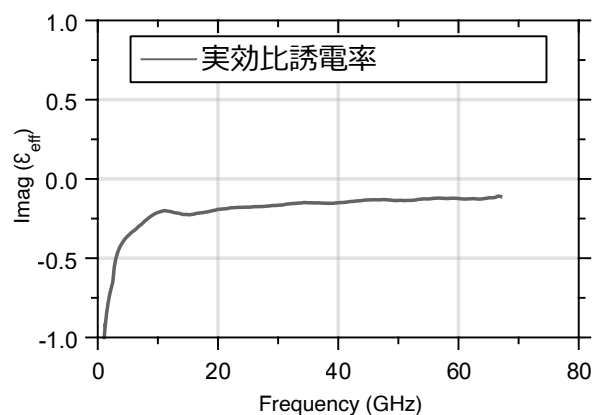
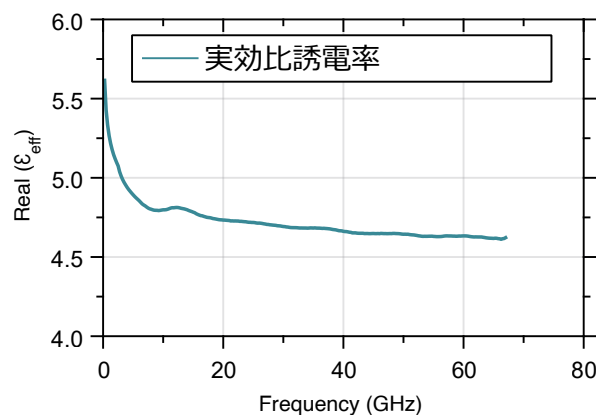
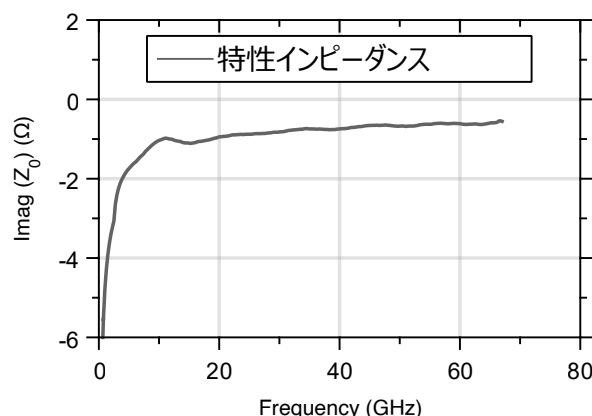
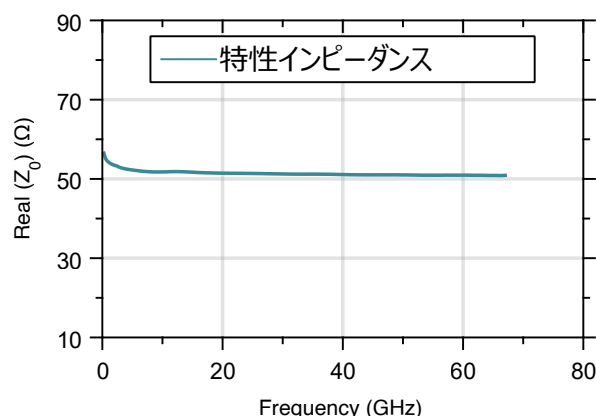
TCS-GSSG-0050-0050には最高325 GHzまでのmTRL校正用の完全なコプレーナ伝送線セットが含まれています。

MPIのTCSデュアルRF校正基板ファミリに実装されたアイドルRFプローブ・ポートを隣接する負荷で終端する独自のアプローチにより、ミリ波周波数帯でRF校正精度が大幅に向上します^[2]。



2つの向かい合ったGSSG TITAN™デュアルプローブを10μmの垂直オフセットトラベルでThru (Adj Gnd)標準器に触れた後、プローブを離れた時の写真。

代表的電気特性



RF校正基板仕様

材質	アルミナ
大きさ	16.7 mm x 12.7 mm
厚さ	254 μ m
標準器設計	コプレーナ
プローブ構成	GSSG
サポートピッチ幅	50 μ m
校正および検証ラインの数	3
校正検証エレメント	有り
サポートされるRF校正法	TOSM (SOLT), TMR, LRM, SOLR, TMRR, TRL, mTRL
ロード抵抗値 (代表値)	50 Ω
ロード・トリミング精度 (代表値)	$\pm 0.3 \%$
オープン標準器	基板に金パッド
TITAN™ プローブの推奨オーバトラベル	10 μ m

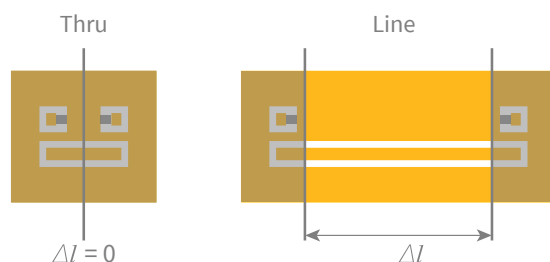
CPW標準ライン電気特性

単位長当たり公称容量 (pF/cm)	1.48
公称特性インピーダンス @20 GHz	50 Ω
実効比誘電率(実数部) @20 GHz	4.71
速度係数@20 GHz	0.461
単純化ラインモデル・パラメータ	
基準損失(dB)	0.24
基準遅延時間(ps)	10
基準周波数(GHz)	30
ラインの電気長(ps)	
Thru (Adj Gnd)	3.62
Line (Adj Gnd) 1 (0201, 0209)	4.78
Line (Adj Gnd) 2 (0301, 0309)	8.76
Line (Adj Gnd) 3 (0401, 0409)	26.56
Dual Thru (0105, 0205)	4.05
Vertical Thru (0702 - 0708)	0.82

NIST マルチライン TRL(m TRL)校正を使った校正精度

mTRL校正キットは、DUTと同じ半導体プロセスを使用して簡単に設計および製造することができます。カスタマイズされた「オンウエハ」mTRL校正キットを使用することで、DUTの測定結果からデバイスのパッドの寄生インピーダンスをデエベディングする必要がなくなります。mTRLは220GHzを超える測定周波数で信頼できる校正結果を提供できる唯一の方法です。

mTRLアルゴリズムは、異なる物理長の複数のライン標準器を必要とし、常に最初のライン（「スルー」）標準器をゼロ長のラインとして扱います。後続のライン標準器の長さであるDelta-lは、スルー（最初のライン）の長さに対して定義されます。



TRLライン標準器の Δl の定義



MP80-DXマイクロポジショナ。
X軸のデジタル・マイクロメータ使用

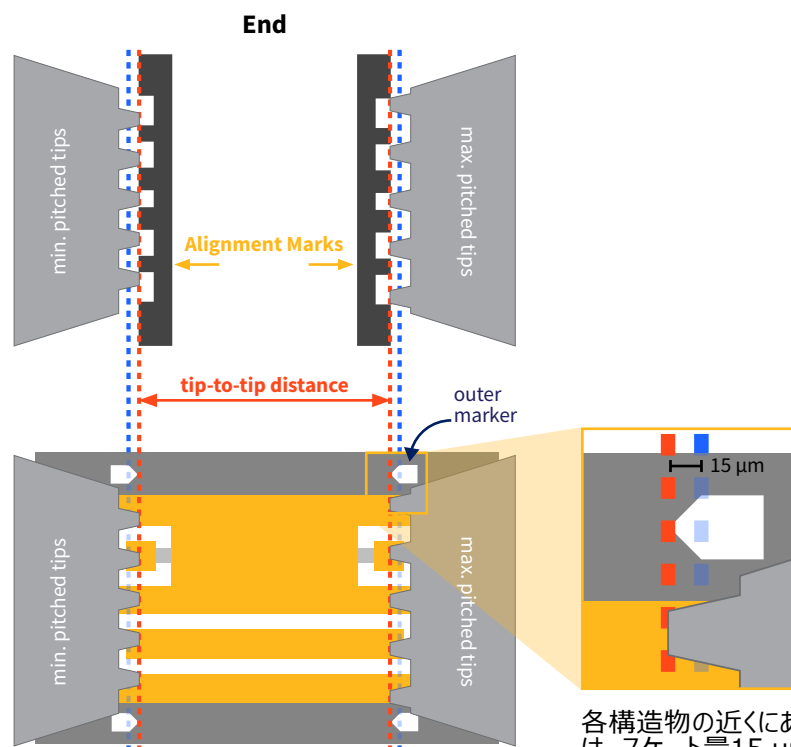
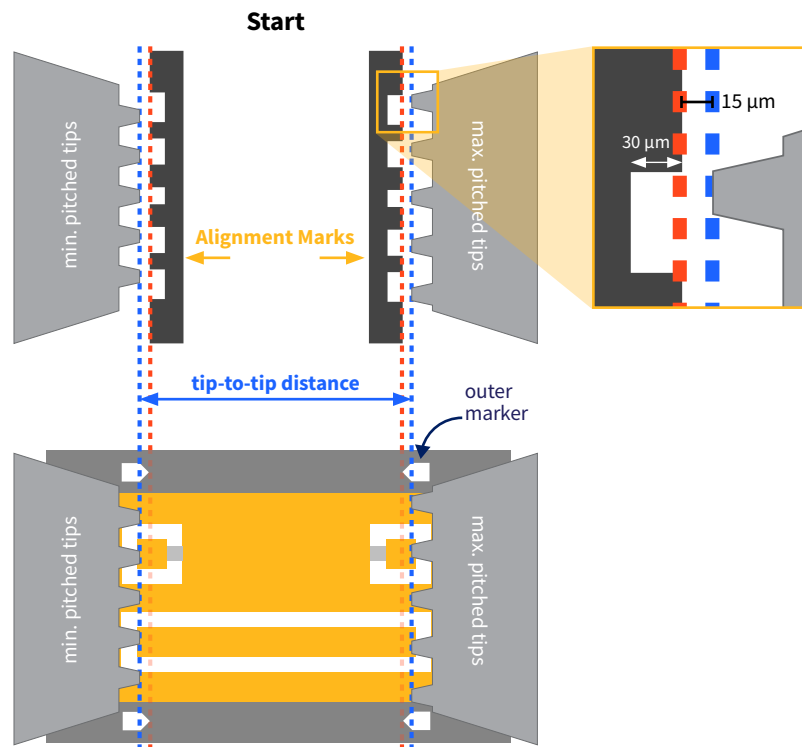
標準器タイプ (名称)	物理長 (μm)	実使用長 l (μm)	Δl (μm)
Thru (Adj Gnd)	550	500	0
Thru (Adj Gnd) Line 1 (0201,0209)	710	660	160
Thru (Adj Gnd) Line 2 (0301,0309)	1260	1210	710
Thru (Adj Gnd) Line 3 (0401,0409)	3720	3670	3170

プローブの位置決めおよび アライメント・マーク

プローブ先端を校正用標準器に正しく設定することは、正確で再現性のあるシステム校正にとって非常に重要です。MPI TITAN™ TCS校正基板は、お客様がプローブ先端を標準器に正しく設定できるよう、特別な構造を持つマークを提供しています。これらの構造（アライメント・マーク）により、ショート、オープン、ロードおよびスルー標準器に正しい位置でプローブ先端が接触し、正確で再現性のある校正結果を得ることができます。ショート、オープンおよびロードの場合、正しいアライメントは各パッドの中央（Y軸、またはプローブ先端のスケート方向に対して）にあります。スルー/ライン標準器の場合、正しいアライメントは2つの対向するプローブが所定の距離で離れるように各ラインの端から10～15 μm内側に設定します。

TCS校正基板の独特の鋸歯状のアライメントマーク（#0902～0908）と円錐形のアウトマーカは、プローブ先端と校正標準器のエッジを適切に設定するために設計されています。アライメント・マークのエッジ（下図の赤い破線で強調された部分）は、プローブのオーバトラベルが適切で、結果として10～15 μmのプローブ先端のスケートが生じたときに、ショート、オープン、ロードまたはスルー/ライン構造のエンドポイントに対応します。スケートは、プローブ先端が基板に初めて接触した時から始まります（下図の青い破線参照）。最初の先端接触はこの位置で行われます。

ユーザーは、青い破線とアウトマーカ・円錐を目安にして、10～15 μmのプローブ先端スケートを行うようにしてください。必要な垂直方向のオーバトラベルは最小量（通常20 μm未満）で、プローブ先端が青い破線（鋸歯状の開口部の外側）から赤い破線（エッジで、鋸歯状の開口部には入らない）までスケートするのが理想です。これが正しく行われた場合、2つの対向するプローブは、赤い破線に位置しているときに、正しい物理的距離と回転方向のアライメントが保たれます（鋸歯状の開口部内に入らないで、エッジで止める）。



各構造物の近くにある三角形のマーカーは、スケート量15 µmや正確なチップの位置を確認するための物。

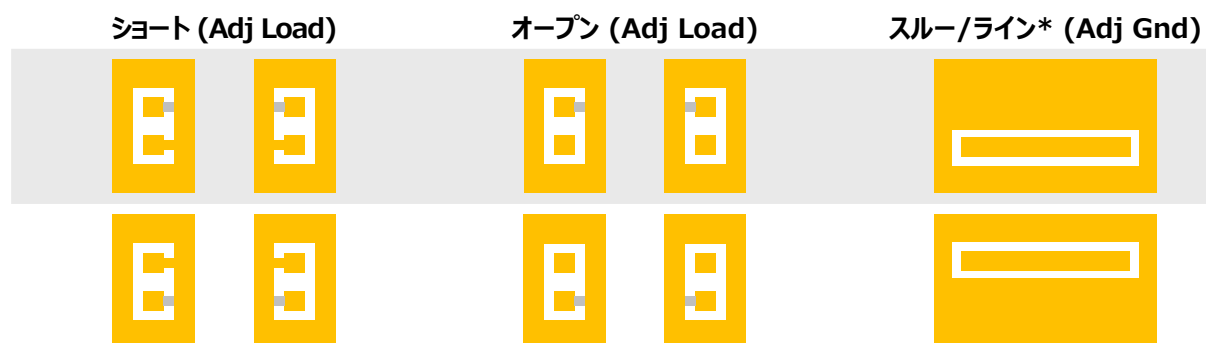
校正基板レイアウト



*位置基準エレメントは 0102

標準器エレメント

標準器 (隣接Load)



*ライン: 3種類の伝送ラインを用意。それらは異なる物理長および電気長を有する

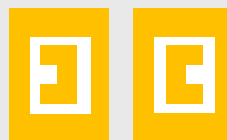
デュアル標準器



デュアル・ロード



バーティカル・スルー



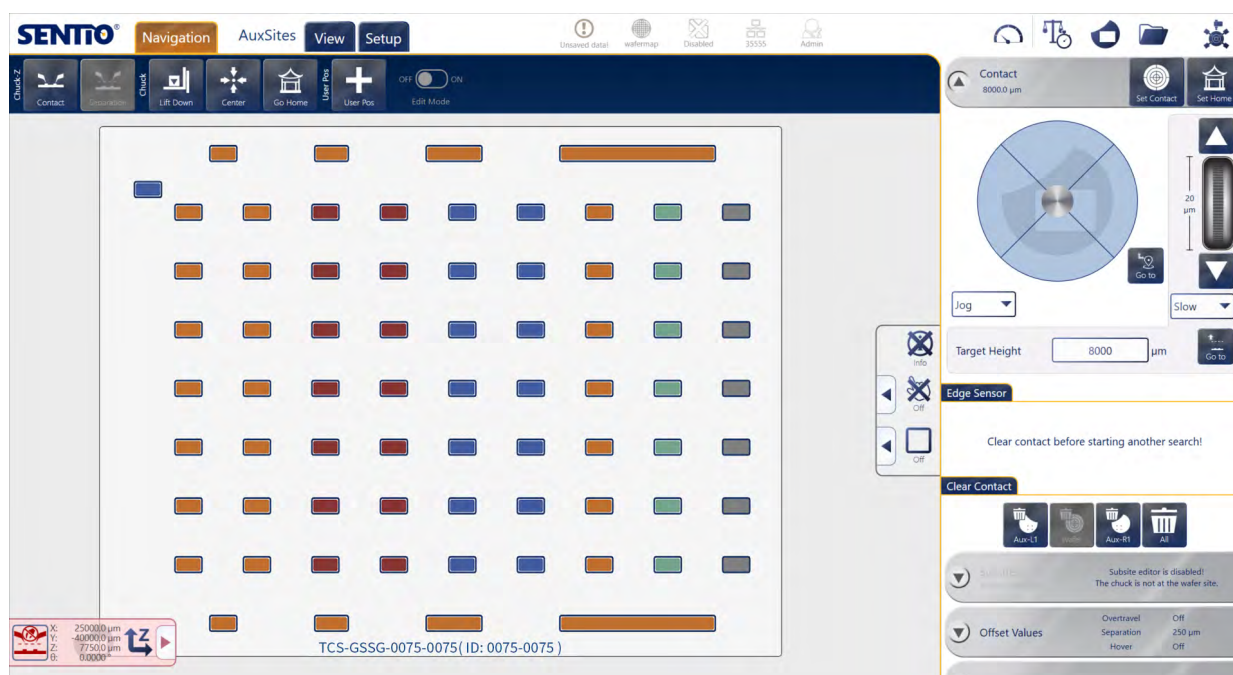
アライメント・マーク



SENTIO®による自動ナビゲーション

SENTIO®プローブステーション・ソフトウェアは、MPIが提供する強力なグラフィカル・ユーザー・インターフェース(GUI)を持つソフトウェアであり、半導体テストのレベルを次の基準に引き上げます。比類のない使いやすさ、マルチタッチ対応、そしてカスタマイズ可能なダッシュボードを備えたSENTIO®ソフトウェアは、RF測定とマイクロ波プローブRF校正をより効率的で生産的にするよう設計されています。ピクチャーインピクチャー機能とQAlibria®は高度なデータ分析ツールを提供し、内蔵のインテリジェンスがテストプロセスを合理化しプローブやデバイスを安全に保ちます。接続性とアップグレード機能により、常に最新の機能で接続され、そのスケーラビリティにより、SENTIO®ソフトウェアはビジネスの成長に合わせて拡張できます。SENTIO®とQAlibria®は、TCS校正基板の構造マッピングとシームレスに統合され、標準ナビゲーションが自動化され、経験の浅いオペレーターでも簡単にRF校正を行うことができます。

SENTIO®におけるTCS-GSSG-0050-0050基板マップ



-  Thru (Adj Gnd), Dual Thru, Vertical Thru, Line (Adj Gnd)
-  Short (Adj Load), Dual Short
-  Open (Adj Load), Dual Open, Open on bare ceramic or in Separation
-  Dual Load
-  Alignment Mark

標準器

スルー標準器 (隣接Gnd)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0102	Thru (Adj Gnd)	0	0	500
0103	Thru (Adj Gnd)	0	-1290	500
0104	Thru (Adj Gnd)	0	-2580	500
0202	Thru (Adj Gnd)	1690	0	500
0203	Thru (Adj Gnd)	1690	-1290	500
0204	Thru (Adj Gnd)	1690	-2580	500
0106	Thru (Adj Gnd)	0	-5160	500
0107	Thru (Adj Gnd)	0	-6450	500
0108	Thru (Adj Gnd)	0	-7740	500
0206	Thru (Adj Gnd)	1690	-5160	500
0207	Thru (Adj Gnd)	1690	-6450	500
0208	Thru (Adj Gnd)	1690	-7740	500
0101	Thru (Adj Gnd)	860	1290	500
0109	Thru (Adj Gnd)	860	-9030	500

ライン標準器 (隣接Gnd)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0201	Line1 (Adj Gnd)	3450	1290	660
0301	Line2 (Adj Gnd)	6200	1290	1210
0401	Line3 (Adj Gnd)	9500	1290	3670
0209	Line1 (Adj Gnd)	3450	-9030	660
0309	Line2 (Adj Gnd)	6200	-9030	1210
0409	Line3 (Adj Gnd)	9500	-9030	3670

ショート標準器 (隣接Load)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0302	Short (Adj Load)	3380	0	500
0303	Short (Adj Load)	3380	-1290	500
0304	Short (Adj Load)	3380	-2580	500
0402	Short (Adj Load)	5070	0	500
0403	Short (Adj Load)	5070	-1290	500
0404	Short (Adj Load)	5070	-2580	500
0306	Short (Adj Load)	3380	-5160	500
0307	Short (Adj Load)	3380	-6450	500
0308	Short (Adj Load)	3380	-7740	500
0406	Short (Adj Load)	5070	-5160	500
0407	Short (Adj Load)	5070	-6450	500
0408	Short (Adj Load)	5070	-7740	500

オープン標準器 (隣接 Load)

Name	Type	X μm	Y μm	Spacing μm
0502	Open (Adj Load)	6760	0	500
0503	Open (Adj Load)	6760	-1290	500
0504	Open (Adj Load)	6760	-2580	500
0602	Open (Adj Load)	8450	0	500
0603	Open (Adj Load)	8450	-1290	500
0604	Open (Adj Load)	8450	-2580	500
0506	Open (Adj Load)	6760	-5160	500
0507	Open (Adj Load)	6760	-6450	500
0508	Open (Adj Load)	6760	-7740	500
0606	Open (Adj Load)	8450	-5160	500
0607	Open (Adj Load)	8450	-6450	500
0608	Open (Adj Load)	8450	-7740	500

デュアル校正標準器

Name	Type	X μm	Y μm	Spacing μm
0105	Dual Thru	0	-3870	500
0205	Dual Thru	1690	-3870	500
0305	Dual Short	3380	-3870	500
0405	Dual Short	5070	-3870	500
0505	Dual Open	6760	-3870	500
0605	Dual Open	8450	-3870	500
0802	Dual Load	11830	0	500
0803	Dual Load	11830	-1290	500
0804	Dual Load	11830	-2580	500
0805	Dual Load	11830	-3870	500
0806	Dual Load	11830	-5160	500
0807	Dual Load	11830	-6450	500
0808	Dual Load	11830	-7740	500

バーティカル (Loop-Back) スルー標準器

Name	Type	X μm	Y μm	Spacing μm
0702	Vertical Thru	10140	0	500
0703	Vertical Thru	10140	-1290	500
0704	Vertical Thru	10140	-2580	500
0705	Vertical Thru	10140	-3870	500
0706	Vertical Thru	10140	-5160	500
0707	Vertical Thru	10140	-6450	500
0708	Vertical Thru	10140	-7740	500

プローブアライメント・エレメント

Name	Type	X μm	Y μm	Spacing μm
0902	Alignment Mark	13520	0	500
0903	Alignment Mark	13520	-1290	500
0904	Alignment Mark	13520	-2580	500
0905	Alignment Mark	13520	-3870	500
0906	Alignment Mark	13520	-5160	500
0907	Alignment Mark	13520	-6450	500
0908	Alignment Mark	13520	-7740	500

■ TITAN™デュアルプローブ校正係数

GSSG 構成、50 μm ピッチ

Model	C-Open, fF	L-Short, pH	L-Term, pH
26, 40 GHz, (RCタイプ)	1.2	27	25

GSSG 構成、50 μm ピッチ(Keysight VNA用)

Model	Open Short		Load*		
	C, fF	L, pH	R, Ohm	Offset Z_0 , Ohm	Offset delay, ps
26, 40 GHz, (RCタイプ)	1.2	27	50	500	0.051

*Offset Z_0 およびOffset delayを使用

■ 参考文献

- [1] M. Spirito, U. Arz, G. N. Phung, F. J. Schmückle, W. Heinrich, and R. Lozar, "Guidelines for the design of calibration substrates, including the suppression of parasitic modes for frequencies up to and including 325 GHz," in "EMPIR 14IND02 – PlanarCal," Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), 2018.
- [2] H.-C. Fu, K. Jung. "Improve RF Dual Probe Calibration Accuracy with Peer-Terminated Standard", in 2024 IEEE / MTT-S International Microwave Symposium - IMS 2024, Washington, DC, USA, 16-24 June, 2024.

*詳しくはMPI取引条件をご参照ください。

Direct contact:
 Asia region: ast-asia@mpi-corporation.com
 EMEA region: ast-europe@mpi-corporation.com
 America region: ast-americas@mpi-corporation.com

MPI global presence: for your local support, please find the right contact here:
mpi-corporation.com/ast/support/regional-sales-contact

MPI Global Presence

