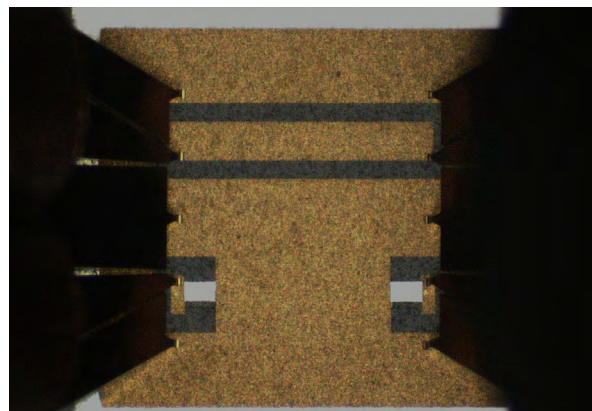


TCS-GSGSG-0225-0325 Calibration Substrate

The M MPI TITAN™ TCS-GSGSG-0225-0325 デュアル校正基板は、MPI TITAN™ RFプローブの GSGSG構造のプローブチップの正確なRF校正を実現するために設計されています。

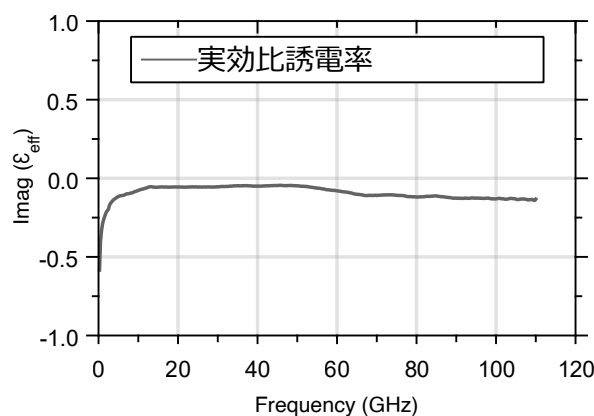
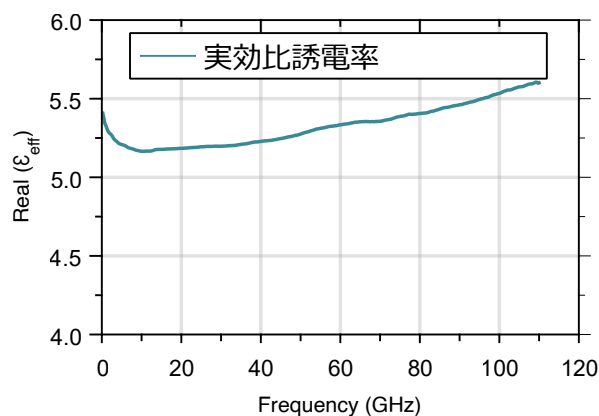
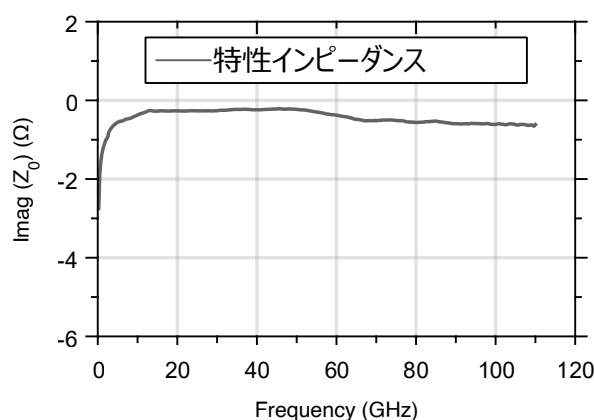
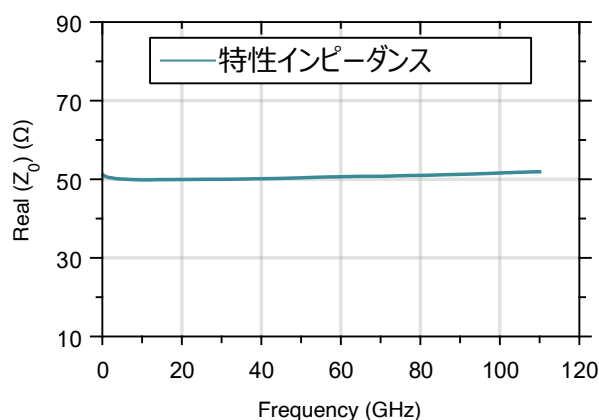
この基板のレイアウトは、ヨーロッパの12の組織による PlanarCalコンソーシアムで開発された推奨事項を実装して最適化されています[1]。本基板は、業界標準のShort-Open-Load-Thru (SOLT/TOSM) RF校正手法に加え、高度な Thru-Match-Reflect (TMR/LRM)、Thru-Match-Reflect-Reflect(TMRR)、およびNISTのマルチラインThru-Reflect-Line (mTRL) 校正にも対応しています。TCS-GSGSG-0225-0325には、最大110GHzまでのmTRL校正用の全セットのコプレーナ伝送線が含まれています。

MPIのTCSデュアル校正基板ファミリーにおいて、アイドル状態のRFプローブポートを隣接する負荷(Adjacent Load)要素で終端するユニークなアプローチにより、ミリ波周波数帯域での構成精度が飛躍的に向上します[2]。



2つの向かい合ったGSGSG TITAN™デュアルプローブを10μmの垂直オーバーラップでThru(Adj Load)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	GSGSG
サポートピッチ幅	225 ~ 325 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 および 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

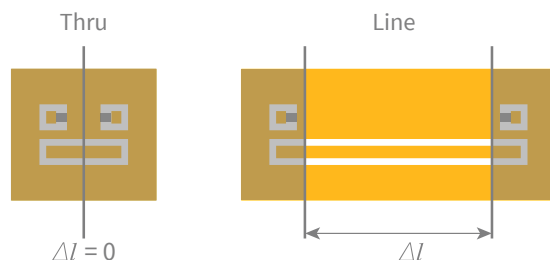
■ CPW標準ライン電気特性

単位長当たり公称容量 (pF/cm)	1.52
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	5.31
速度係数@20 GHz	0.434
単純化ラインモデル・パラメータ	
基準損失 (dB)	0.26
基準遅延時間 (ps)	30
基準周波数 (GHz)	30
ラインの電気長 (ps)	
Thru (Adj Load)	6.92
Thru (Adj Load) 1 (0201,0205)	10.14
Thru (Adj Load) 2 (0301,0305)	15.52
Thru (Adj Load) 3 (0401,0405)	29.81
Dual Thru (0103)	7.06
Vertical Thru (0402 - 0404)	4.73

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

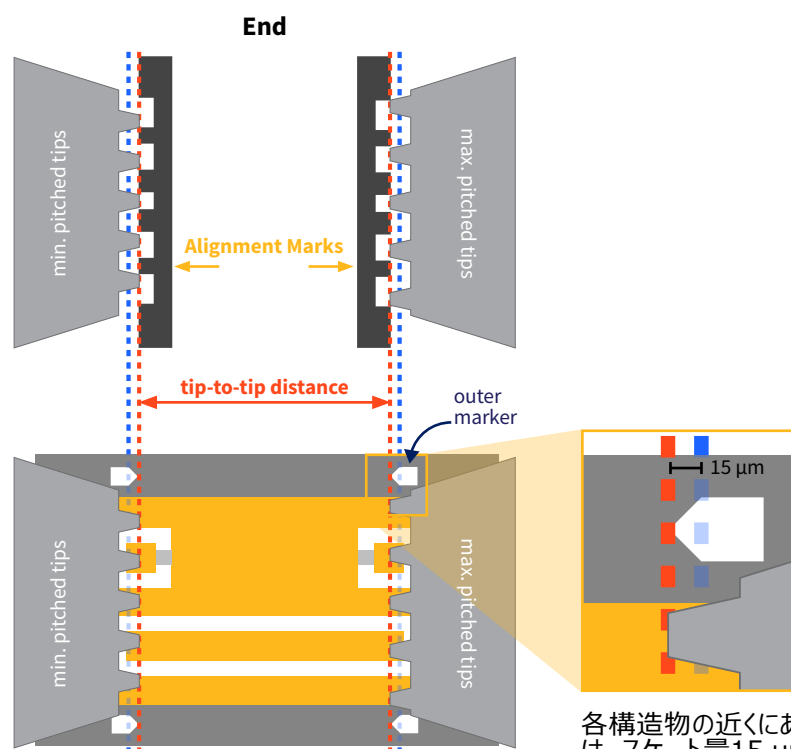
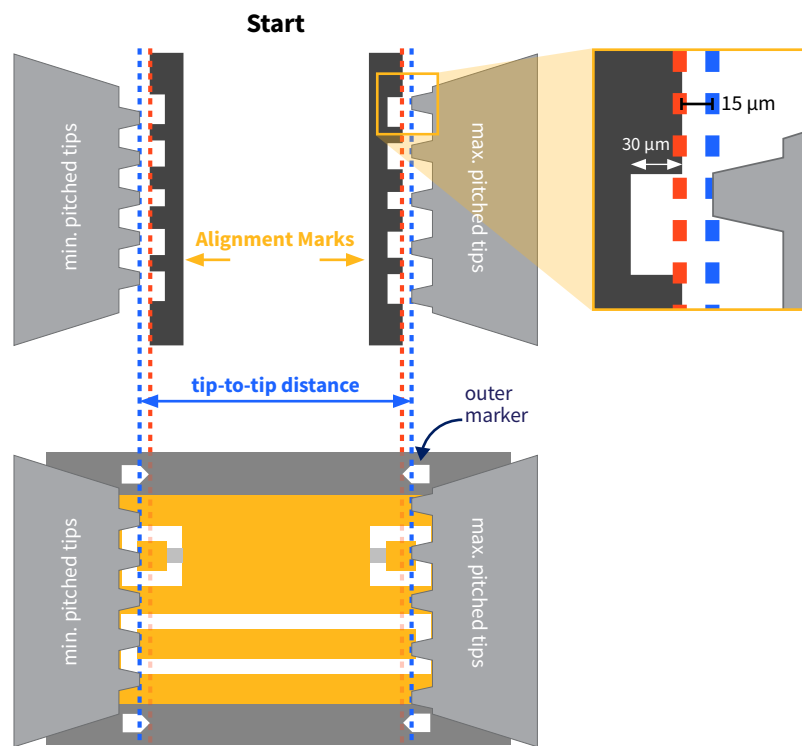
標準器タイプ (名称)	物理長 (μm)	実使用長 l (μm)	Δl (μm)
Thru (Adj Load)	950	900	0
Thru (Adj Load) Line 1 (0201,0205)	1370	1320	420
Thru (Adj Load) Line 2 (0301,0305)	2070	2020	1120
Thru (Adj Load) Line 3 (0401,0405)	3930	3880	2980

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10～15μm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（#0602～0604）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10～15μm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、10～15μm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20μm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。

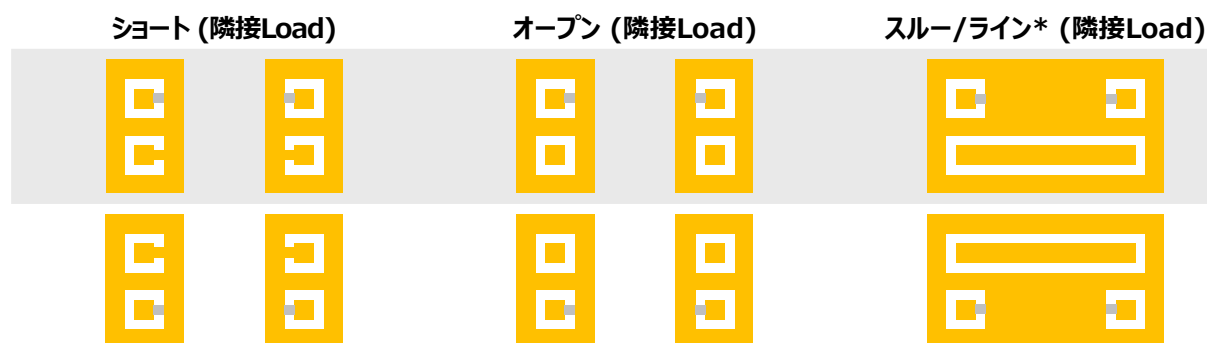
校正基板レイアウト



*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



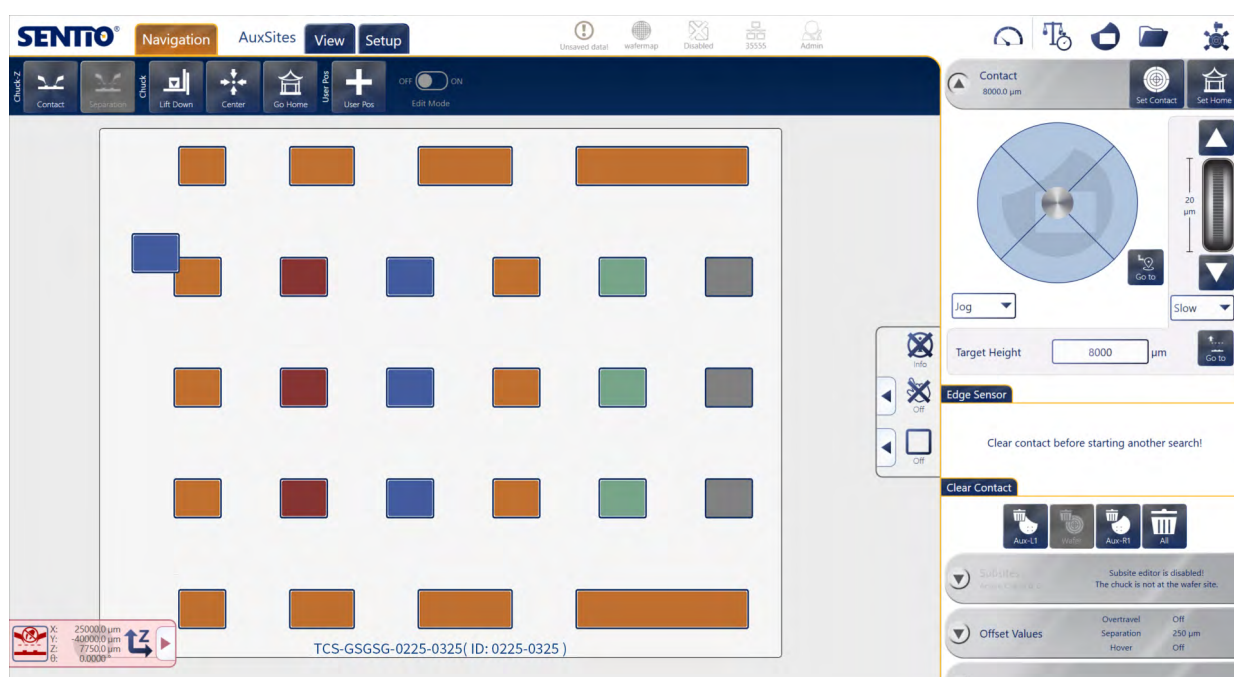
アライメント・マーク



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-GSGSG-0225-0325基板マップ



-  Thru (Adj Load), Dual Thru, Vertical Thru, Line (Adj Load)
-  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Load)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0102	Thru (Adj Load)	0	0	900
0104	Thru (Adj Load)	0	-4680	900
0101	Thru (Adj Load)	110	2340	900
0105	Thru (Adj Load)	110	-7020	900

ライン標準器 (隣接Load)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0201	Line1 (Adj Load)	2750	2340	1320
0301	Line2 (Adj Load)	5810	2340	2020
0401	Line3 (Adj Load)	9570	2340	3880
0205	Line1 (Adj Load)	2750	-7020	1320
0305	Line2 (Adj Load)	5810	-7020	2020
0405	Line3 (Adj Load)	9570	-7020	3880

ショート標準器 (隣接Load)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0202	Short (Adj Load)	2530	0	900
0204	Short (Adj Load)	2530	-4680	900

オープン標準器 (隣接Load)

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0302	Open (Adj Load)	5060	0	900
0304	Open (Adj Load)	5060	-4680	900

デュアル校正標準器

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0103	Dual Thru	0	-2340	900
0203	Dual Short	2530	-2340	900
0303	Dual Open	5060	-2340	900
0502	Dual Load	10120	0	900
0503	Dual Load	10120	-2340	900
0504	Dual Load	10120	-4680	900

バーティカル (Loop-Back) スルー標準器

Name	Type	X μ m	Y μ m	Spacing μ m
0402	Vertical Thru	7590	0	900
0403	Vertical Thru	7590	-2340	900
0404	Vertical Thru	7590	-4680	900

プローブアライメント・エレメント

Name	Type	X μm	Y μm	Spacing μm
0602	Alignment Mark	12650	0	900
0603	Alignment Mark	12650	-2340	900
0604	Alignment Mark	12650	-4680	900

TITAN™ デュアルプローブ校正係数**GSGSG 構成**

Pitch	Model	C-Open, fF	L-Short, pH	L-Term, pH
225 μm	26, 40, 50 GHz (標準タイプ)	9.0	81	66
250 μm	26, 40, 50 GHz(標準タイプ)	8.5	81	68
325 μm	26, 40, 50 GHz(標準タイプ)	9.2	87	73

GSGSG 構成(Keysight VNA用)

		C-Open, fF	L-Short, pH	Load*		
Pitch	Model	C, fF	L, pH	R, Ohm	Offset Z ₀ , Ohm	Offset delay, ps
225 μm	26, 40, 50, 67 GHz (標準タイプ)	9.0	81	50	500	0.133
250 μm	26, 40, 50, 67 GHz (標準タイプ)	8.5	81	50	500	0.137
325 μm	26, 40, 50, 67 GHz (標準タイプ)	9.2	87	50	500	0.147

*Offset impedance 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.

See MPI Corporation's Terms and Conditions of Sale for more details.

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:
www.mpi-corporation.com/ast/support/local-support-worldwide

MPI Global Presence