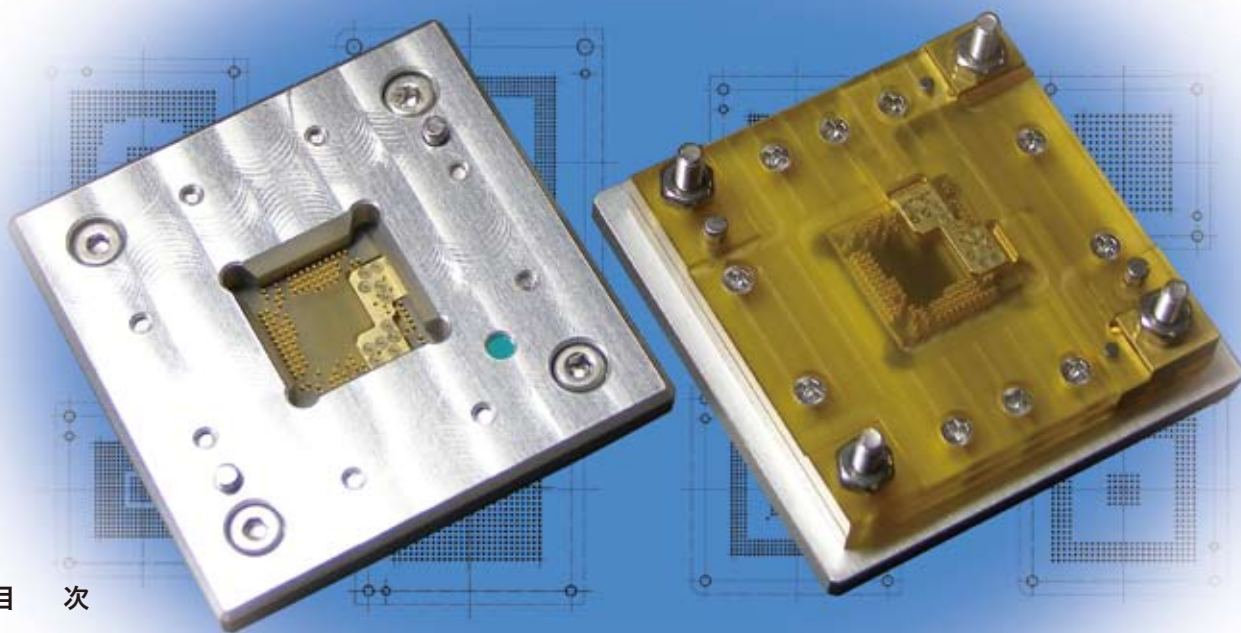


完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸スプリングプローブICソケット RF-Cソケット



目次

1. 製品の概要
2. アプリケーション インフォメーション
3. 製品番号と指定方法
4. 技術報告書：Bits. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構造のスプリングプローブICソケット
5. 技術報告書：完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構造のスプリングプローブ等価回路モデル

ELECTRONICS PARTS



CUSTOMIZED
SOCKETS & CONNECTORS

株式会社 **エス・イー・アール**

www.ser.co.jp E-mail ser@ser.co.jp

完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸スプリングプローブICソケット

1. 製品の概要

RF-Cソケットファミリーは、20GHz帯の超高速、高周波数特性でのLSIテスト、評価、検証用ICソケットに最適です。ソケットベースの一部もしくは全体を、銅合金の金属ベースで構成しRF-Cソケットは、回路基板GNDとのゼロ同位化接続を行い高速信号用同軸スプリングプローブの同軸GNDを安定化させています。同軸スプリングプローブは、完全 $Z_0=50\Omega$ の同軸構成の接続構造、即ち同軸スプリングプローブの全長に於いて詳細に各部の特性インピーダンスを 50Ω に整合させ、20GHzを超える接触端子の高周波特性を実現しています。

RF-Cソケットファミリーは、BGA、LGA、CSP及びQFNなど主流の高周波対応パッケージ全てに適合でき、現在は端子間ピッチ1.27、1.0、0.8mm及び0.5mmでのマトリクスアレイに対して完全同軸 ($Z_0=50\Omega$) 化ICソケットが可能です。

SHF周波数帯の超高速、高周波での高性能ICソケットは、LSI個々の端子配列に準拠し完全同軸端子、GND端子、電源端子及び標準信号端子に区分化しまとめておく必要があります。その為“パッケージ図面、端子配列及び端子内容”を確認し、RF-Cソケットファミリーの標準化ソケット形状で実現します。RF-Cソケットは、数mmから最大45mm角のICパッケージサイズに対しソケットサイズ28、33、39、47及び60mm角で対応できます。

完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブのRF-Cソケットは、20GHzの高周波特性で高速通信や画像処理用LSIの評価、検証用に、或いはハンドラ用テストソケットとして純粋に高周波性能を必要な時、或いは加えて高耐久性を必要とする時のICソケットとしてお使い頂けます。また、RF-Cソケットは、A/DやD/Aコンバータ、ハイブリットICモジュール等でのアナログ回路GNDの安定化と高周波化の複合型性能仕様の製品評価実現の要求に対応でき、RFとGNDマネージメント技術の混載と集積でもある「完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸と安定GND化」は、更にB-to-Bコネクタや複合コネクタ等での幅広い応用が可能です。

製品の主な特長

- 完全 $Z_0=50\Omega$ の同軸プローブ端子採用
- PCB、ソケット及びICの同位GND化採用
- 20GHz/@ -1dB高周波通過特性性能
- 0.5、0.8、1.0及び1.27mmピッチ同軸マトリクス対応
- ソケット分割GND方式のソケットベース構造採用
- 電源、標準信号端子は標準プローブ採用
- 各種カスタム仕様にも対応

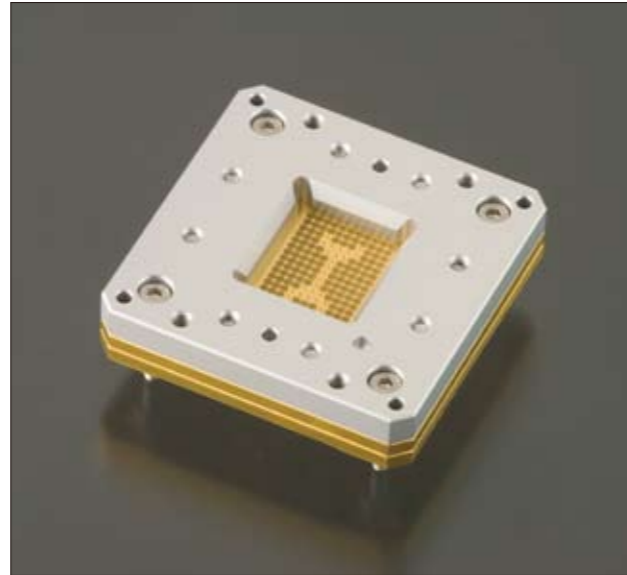


写真1. RF-Cソケットファミリー:完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸スプリング・プローブICソケット

製品の主な応用

- BGA、LGA、CSP、QFN ICソケット
- ASIC、ASSP等の評価・検証用
- プロダクションハンドラ・テスト用ICソケット
- A/D或いはD/A変換器用ICソケット
- H-ICやモジュールタイプコネクタ/ソケット
- B-B(基板間)コネクタ
- プロダクションICソケット
- 周波数特性評価用ソケット治具

2. アプリケーション インフォメーション

半導体製造プロセスとパッケージ技術の長足の進歩によりLSIの動作環境が、特に動作スピード或いは動作周波数がGHz帯を超えた高速、高周波に移行しています。20GHzを超える周波数特性をもつRF-Cソケットファミリーは、従来のICソケットやコネクタからより深く技術的に踏み込んで回路基板の高周波対応技術での視点や側面に立ち、且つLSI動作性能に对照したソケット構造を実現しています。

(1) 高周波特性実現の完全同軸プローブ構想

超高速、高周波用ICソケットの設計と実現では、完全同軸プローブ端子採用の端子配列、GND、電源端子、通常信号端子位置をそれぞれ明確にする必要があります。(写真2、図1)

高周波回路基板は、基本的に分布定数の計算に法って特性インピーダンス $Z_0=50\Omega$ を保持し回路配線され、伝送路上での波形歪みや歪回避の不作為をできるだけ排除しています。ICソケット搭載による基板の伝送路延長線上への特性障害或いはその回避に対する不作為を置くことは、極力避けるべきです。

RF-Cソケット構想では、基板ランドとIC端子間の接続を受け持つプローブ接続端子の全長において、即ち上側ブランジャー、パレル、下側ブランジャーのどの部分に於いても特性インピーダンス $Z_0=50\Omega$ にまとめ上げ、完全同軸 $Z_0=50\Omega$ なプローブコンタクトを構築しています。

この同軸プローブは、2種の誘電体と適正化した同軸芯のプローブ外径との組み合わせにより $Z_0=50\Omega$ を接点長全てに於いて実現しています。(詳細は図1及び(5)参照)

従って、ソケット設計には、完全同軸端子を採用する端子配列位置を明確にすると共に、他端子との適正化配列のためにLSIパッケージ図面、機能表、端子名と位置を明確にした資料が必要です。

(2) GND端子の配置とソケットベースのGND化

完全同軸プローブ端子は、金属(銅合金にメッキ処理)ソケットベースに高周波端子配列位置に貫通穴を開けて同軸GNDのスリーブとしています。また、GND端子用プローブは、直接金属ソケットベースに組み込みます。金属ソケットベースのコーナー

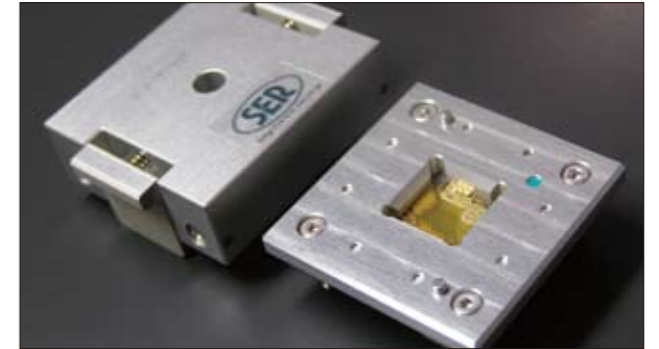


写真2. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブICソケット

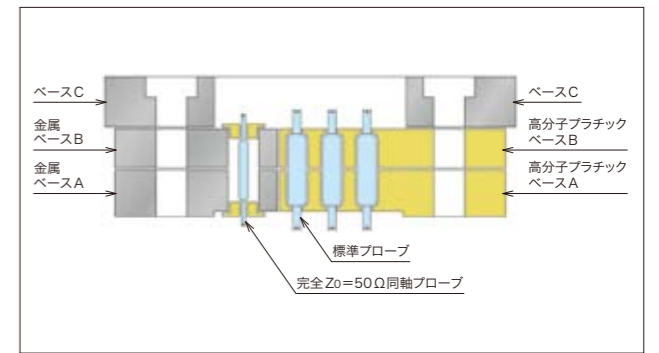


図1. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブICソケット断面図

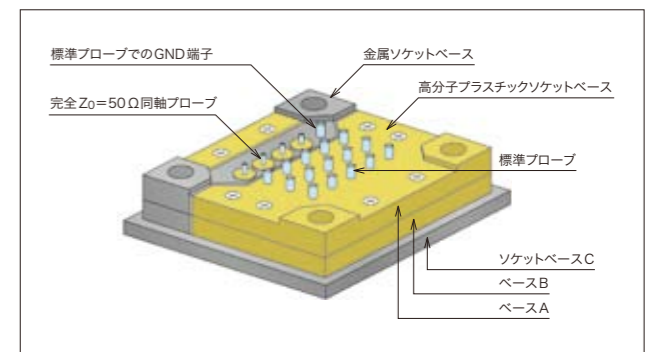


図2-1. 裏面図 RF-Cソケットファミリー

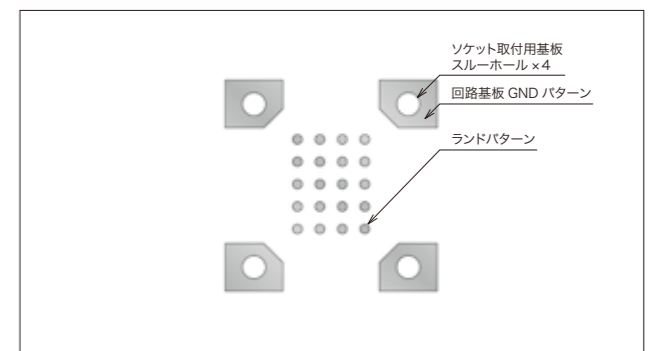


図2-2. フットプリントパターン

端は、基板へのソケット搭載時に基板 GND のスルーホールと共にスクリーを通過固定させソケットベース GND と基板 GND の一体化を行います。このことにより LSI の GND 端子は、ソケットの GND プローブと接触した状態で基板 GND と一体化できます。(図 2-1. 裏面図 RF-C ソケットファミリー)

(3) GND パターン配置と基板高周波信号配線

回路基板の GND は、IC の各 GND 端子へ配置させる他に、IC ソケットの基板搭載用スルーホール(ソケットの4角)部に GND 配置のパターン化を行い、前述した金属部ベースソケットの安定 GND を確保します。(図 2-2. フットプリントパターン)

回路基板の高周波信号配線は、特性インピーダンス $Z_0=50\Omega$ で IC ソケットの完全同軸プローブ端子のランド(真下)まで引きます。従って、基板表層でこの配線を行う場合は、IC ソケットの金属ソケットベースが GND 電位にあるため、その真下に配線される配線路部分の特性インピーダンスが変わってしまう恐れがあり対策が必要です。

例えば、基板中層を通して同軸接点のランドに持ってゆく手法、或いはソケット GND ベースを意識し配線パターン幅を調整し $Z_0=50\Omega$ で同軸接点のランドに繋ぐ手法があります。

(4) 電源端子と通常信号端子

高周波信号用同軸端子とその周辺の GND 端子は、電源端子と通常信号端子とは区別して取り扱います。可能な限りベースソケットの金属ベース部を小さく抑え、他を高分子プラスチックベースで構成し電源と通常信号端子に通常(非同軸)のスプリングプローブを使用します。(図 2-1. 裏面図 RF-C ソケットファミリー)

この構成方法は、電源端子ではプローブ当りの十分な電流容量の確保に、また他端子の非同軸化でコスト低減に大きな効果があります。狭ピッチになるほど同軸芯となるプローブの外径が細く、電源端子に同軸プローブ端子を使用するには、LSI に必要なプローブ端子単位当たりの電流容量の確保が難しくなります。

(5) 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブ構造

完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブの構造は、スプリングプローブを同軸芯に使用し、且つ特性インピーダンス Z_0 を同軸構造全長で全て等しく 50Ω と成る構成です。図 3 のように同軸芯は、マトリックスピッチ 0.5、0.8、1.0 及び 1.27mm それぞれに適正外径のスプリングプローブを使用します。同軸 GND のスリーブは、金属ソケットベースに開けたスルーホールです。 Z_0 の等値化は、プローブのプランジャー部とバレル部の直径の違いに対してそれぞれ別の誘電体を使用し、更に各部外径詳細値の調整に依り行われます。

プランジャー部は、誘電体をリング形状にし金属ベースソケットに上下でプレスフィットさせ同軸芯プローブを図 3 の様な構成で保持します。

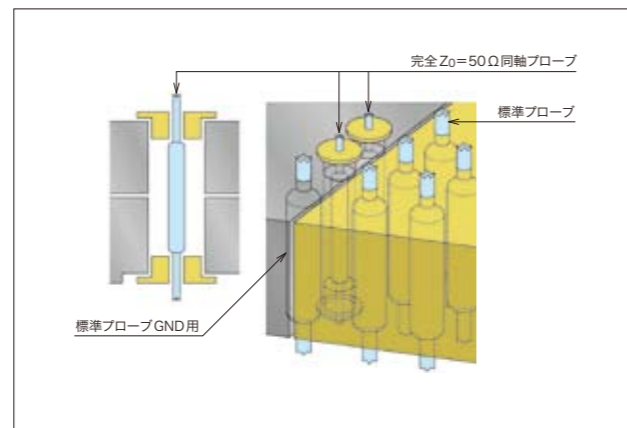


図 3. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブ

(6) スプリングプローブとその特性

図 4-1 は、同軸芯として使用するスプリングプローブで、1.0mm ピッチ用 (MD102-00) と 0.5mm ピッチ用 (MD138-00) です。高

周波数ラインの同軸芯線であり、単独で 15GHz (S_{21} @-1 dB) 周波数特性をもちます。図 4-2 は、同両端可動タイププローブの接圧-接触抵抗値特性(パフォーマンスカーブ)です。X 軸のプローブ接点端子(プランジャー)の動作距離に対する Y 軸の接圧及び接触抵抗値の変化を特性グラフ化しています。

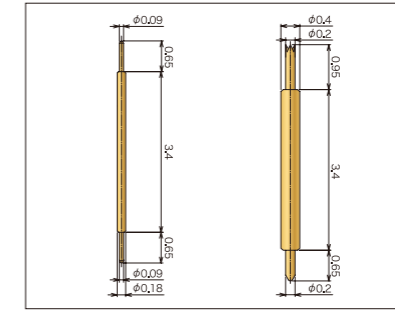


図 4-1. 同軸芯用スプリングプローブ

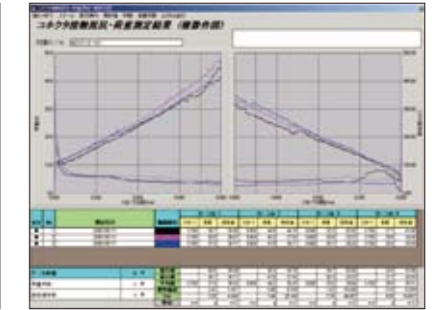


図 4-2. パフォーマンスカーブ

(7) 回路基板への IC ソケット搭載

IC ソケットの回路基板への搭載は、図 5 の様にソケット 4 コーナーのスルーホールと回路基板のスルーホールにスクリーを通してナットで固定します。このとき同軸接点端子及びその他端子は、基板ランドに接触しプレロード状態になります。同軸部の誘電体リングは、スタンドオフで基板・ソケット間の回路短絡保護となります。また、図の様に基板 GND とソケット GND、GND プローブ接点を通して IC GND 極めて安定した GND 電位となります。IC パッケージ側でも同様に、誘電体リングがスタンドオフとなり IC 端子の回路短絡を防いでいます。

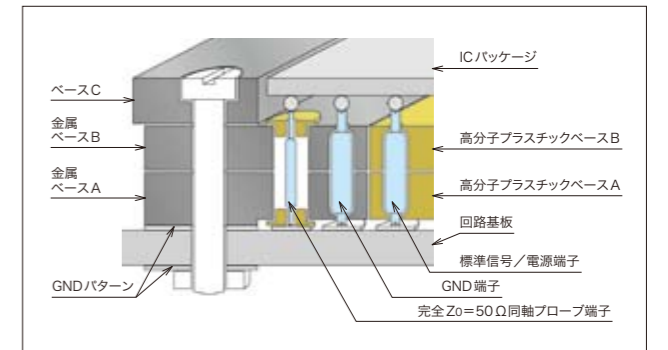


図 5. 同軸プローブソケットの基板への搭載

(8) 高周波特性

完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブは、ループ測定で S_{21} 通過特性 18GHz (青線の利得 @-1 dB) を超える高周波特性を持つことが確認されています。(図 6) また、同軸芯に採用している MD102-00 プローブ非同軸時の特性(ループ測定)は、15GHz (赤線の利得 @-1 dB) を超えています。

詳細は、本資料掲載 4. と 5. の技術書を参照してください。

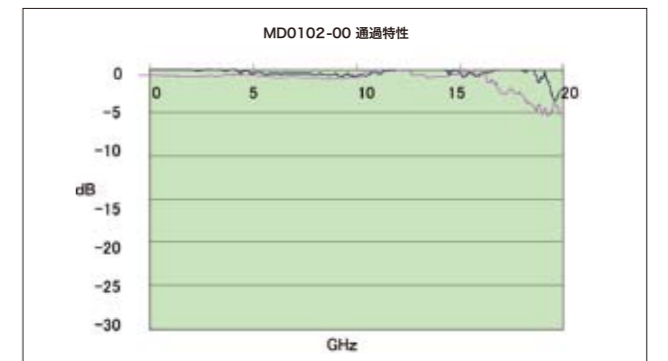


図 6. 同軸と非同軸での通過特性例

(9) IC 押さえ・ソケットキャップ&リッド

完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブ IC ソケットは、応用目的に合わせてソケットキャップ及びリッドの選択が可能です。IC の量産工程で IC ハンドラと共に最終テストに使用する場合は、キャップが不要ですが、ASIC や FPGA、LSI の開発実務では評価検証での IC 交換の機会が非常に少ないためスクリータイプのキャップ、また IC 交換の機会が多い場合は、ワンタッチ S キャップ或いはハンドルタイプのキャップを使用できます。(図 7) 何れも、IC パッケージの厚さと相対的な設計の詰めが必要なため IC パッケージ情報交換の際に営業担当と打ち合わせをお願いします。

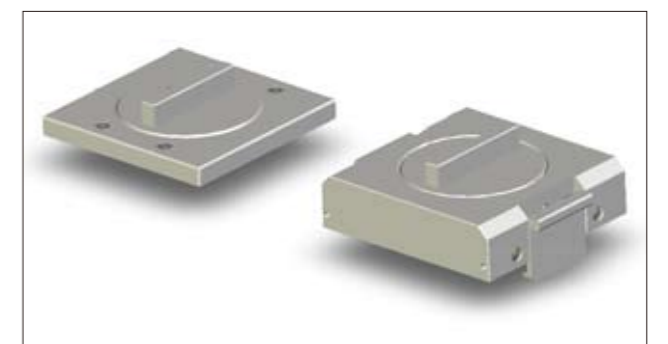


図 7. スクリュー S キャップとワンタッチ S キャップ

(10) パッケージに対応するICソケットの選択とプリント基板設計のフットプリント寸法

RF-Cソケットは、使用予定のICパッケージに合わせて次のようにソケット外形寸法、取り付け寸法、キャップ選択指定を行います。

1. 使用するICパッケージのリード端子ピッチ、パッケージ外形寸法、端子配列を明確にしてください。
2. 端子ピッチによって表1のピッチ別寸法表を参照します。例えば0.5mmピッチで15mm角のパッケージの場合、表1-(1)0.5mmピッチの表中の19mmパッケージサイズ以下の数値を適用します。
3. 図8は、使用パッケージに適合するソケット寸法とフットプリント寸法図です。2.の例の選択に基づいてソケットベース外形 A=28×28mm、パッケージ挿入キャビティー C=15.2mm (15.0+0.2mmギャップ)となります。また、リード端子ピッチは、e=0.5mmで端子配列サイズEとマトリクスパターンがパッケージ配列に同じになります。
4. 基板設計時は、リード端子位置決めピンG=16mmとH=24mmでφ1.85mmの貫通穴を置き、ソケット搭載用取り付け穴位置寸法B=24mmでM2のスクリーを通すφ2.3mmスルーホールを置きます。
5. IC抑えキャップの選択は、使用するICパッケージのピッチとサイズに関わらず図9、図10、図11、図12から選択指定できます。図9、図10は、ICの着脱回数の少ない低コスト版に推奨できます。図11、図12は、簡単に繰り返しICパッケージを変更する用途に向いていますが、リード端子数が1,000を超えるようなパッケージでは、図11のワンタッチSキャップ以外の使用を推奨します。

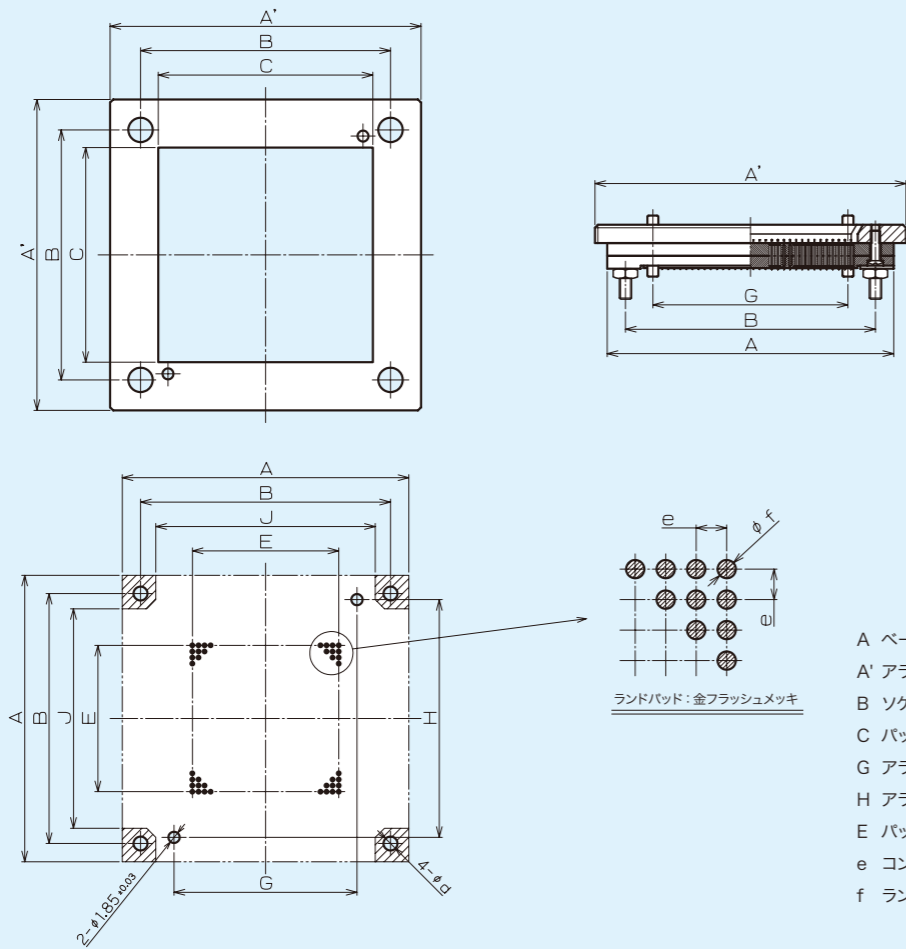


図8. ソケット寸法図



図9. スクリューキャップ



図10. スクリューSキャップ

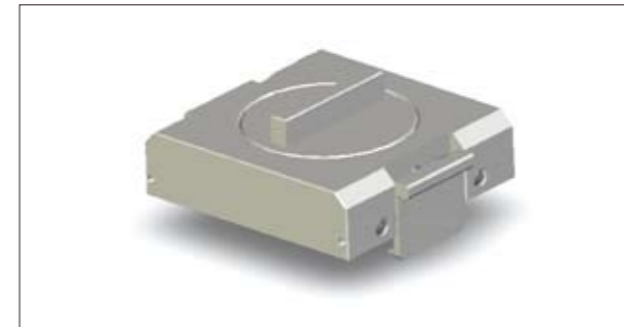


図11. ワンタッチSキャップ

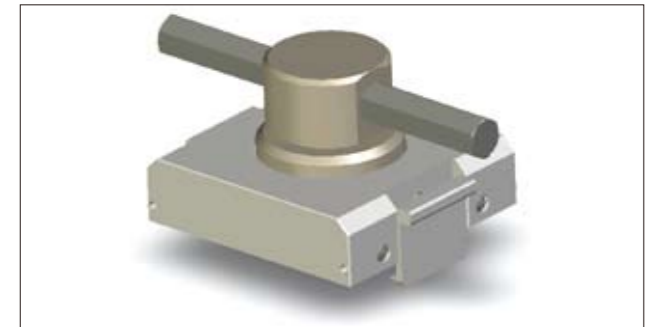


図12. ハンドルキャップ

(1) 0.5mmピッチ

	パッケージサイズ	
	19mm 以下	23mm 以下
A	28	33
A'	32	37
B	24	29
C	MAX 19.2	MAX 23.2
E	MAX 17.5	MAX 21.5
G	16	20
H	24	29
J	19	24
e	0.5	
f	0.3 + 0.05/0	
d	4 - φ 2.3	

(3) 1.0mmピッチ

	パッケージサイズ		
	27mm 以下	35mm 以下	45mm 以下
A	39	47	60
A'	43	51	66
B	33	41	52
C	MAX 27.2	MAX 35.2	MAX 45.2
E	MAX 25	MAX 32	MAX 43
G	24	32	40
H	33	41	52
J	28	36	45
e	1		
f	0.6 + 0.05/0		
d	4 - φ 2.3		4 - φ 3.2

(2) 0.8mmピッチ

	パッケージサイズ	
	19mm 以下	23mm 以下
A	28	33
A'	32	37
B	24	29
C	MAX 19.2	MAX 23.2
E	MAX 17.6	MAX 20.8
G	16	20
H	24	29
J	19	24
e	0.8	
f	0.4 + 0.05/0	
d	4 - φ 2.3	

(4) 1.27mmピッチ

	パッケージサイズ		
	27mm 以下	35mm 以下	45mm 以下
A	39	47	60
A'	43	51	66
B	33	41	52
C	MAX 27.2	MAX 35.2	MAX 45.2
E	MAX 24.13	MAX 33.02	MAX 43.18
G	24	32	40
H	33	41	52
J	28	36	45
e	1.27		
f	0.6 + 0.1/0		
d	4 - φ 2.3		4 - φ 3.2

表1. ピッチ別ソケット寸法表

3. 製品番号と指定方法

RF-Cソケットファミリーの型番は、下記に準拠して指定されます。製品選択及び発注時にご指定ください。

C 05 C 256 - SS - 28 (- XXXX)

(設計及び工場での指定番号)

ベースソケットサイズ(mm):
 28 33 39
 47 60 XX カスタム

キャップタイプ: SS = Screw S Cap
 ST = One Touch S Cap
 S2 = Screw Cap
 SH = Handle Cap
 NC = No Cap

接点リード数:
 64 78 100 144 256 356
 484 652 672 676 780 1,020
 1,156 1,508 1,760 実接点数で記載ください

パッケージタイプ: B=BGA C=CSP L=LGA
 Q=QFN M=モジュール

ピッチ(mm): 05=0.50 08=0.80 10=1.00 12=1.27 XX=ミックス

ソケットファミリー名: C=RF-Cソケット

RF-Cソケットファミリーの型番指定について

下記の型番指定の項目説明です。

1. ファミリー名 : Cは、RF-Cソケット $Z_0=50\Omega$ 完全同軸プローブソケットです。
2. ピッチ : パッケージのリード端子ピッチ指定です。
3. パッケージタイプ : パッケージ及びリード端子タイプ指定です。
4. リード端子数 : パッケージリード数の実数を指定します。
5. キャップタイプ : ICをソケットに固定する為のキャップの選択指定です。
6. ソケットサイズ : ICパッケージに適合のソケットサイズを選択指定します。(前述項目(10)の図面及び表中の“A”に該当します。)
7. (設計及び工場での指定番号): 設計及び工場サイドで使用のため指定不要です。

4. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構造の スプリングプローブICソケット

渡部 達己 入江 隆久
株式会社エス・イー・アール

概要: 完全 $Z_0=50\Omega$ 特性インピーダンスの同軸スプリングプローブICテストソケットは、回路基板とICパッケージ端子の接続路であるICソケット接点部品個別の全箇所において $Z_0=50\Omega$ を実現し、更に同軸 GND 部のソケットベースに金属ベースを使用し PCB・GND へ直接接続することにより PCB・GND と IC・GND の等位化を行い SHF 周波数帯の S21 通過特性 (Loop 測定) 20GHz を実現している。当該同軸構造は、1mm ピッチ BGA マトリックスのみならず 0.5mm ピッチ CSP マトリックスに於いても実現している。

キーワード: $Z_0=50\Omega$ 特性インピーダンス、同軸スプリングプローブICソケット、通過特性、SHF 周波数帯、完全同軸

1. はじめに

半導体プロセスや半導体製品のイノベーションに伴い ICソケットやコネクタは、SHF 帯特性をカバーする性能が必要とされてきている。

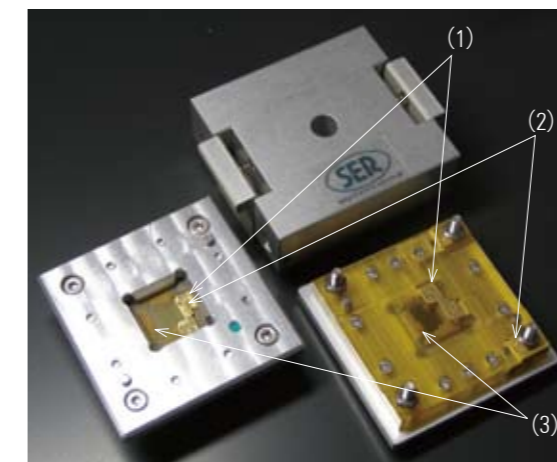


写真1. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブICソケット

SHF 帯域での回路基板上或いは IC 端子間の接続に対し ICソケットやコネクタは、信号接続端子として高速動作に対し正対した機能と性能を備える必要がある。写真1は、その必要を具体的に 0.5mm ピッチ CSP ICソケットで実現した例である。

ソケットの接点端子は、完全同軸化し細部について、例えば個別部分、部品全てで $Z_0=50\Omega$ 特性インピーダンスの整合化を行い、且つソケットベース GND と PCB 基板 GND を結合する事で、IC パッケージ、ソケット、PCB 基板各 GND の一体化と完全 $Z_0=50\Omega$ 化の相乗効果により 20 GHz / @-1 dB を超える通過特性を実現している。

2. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸スプリングプローブ

同軸プローブの特性インピーダンスは、次のように求められる。

$$Z_0 = 138 / \sqrt{\epsilon} \times \log(D/d)$$

ここで Z_0 : 特性インピーダンス(Ω) ϵ : 誘電率 D: 同軸 GND の内径 d: 同軸コア線(プローブ)の外径

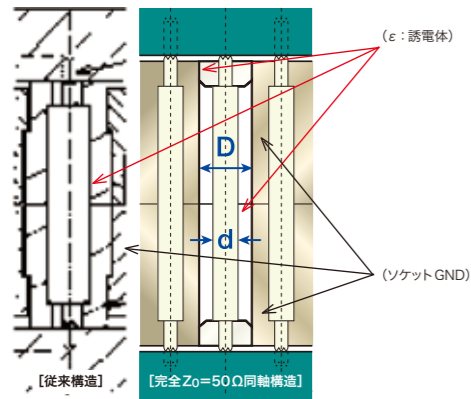


図1. 同軸プローブ

上図1左は従来の同軸構成方法で、右は完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構成方法である。完全 Z_0 同軸では、プランジャー部(プローブの細い部分)もバレル部(プランジャーの太い部分)も3つのパラメータ(ϵ 、 D 、 d)の選択と調整を行い、基板側のプローブ先端からIC端子側のプローブ先端部までプローブ各部詳細に $Z_0=50\Omega$ に整えてある。

図2は、同軸コア(芯線)となるスプリングプローブである。1.0mmピッチと0.5mmピッチ用で次のように同軸化を行っている。

1mmピッチFBGAマトリクス用 $D=0.9$ $d1=0.4$ $d2=0.2(\text{mm})$ $\epsilon1=1$ $\epsilon2=3.2$ $d1$:バレル外径
 0.5mmピッチCSPマトリクス用 $D=0.41$ $d1=0.18$ $d2=0.09(\text{mm})$ $\epsilon1=1$ $\epsilon2=3.2$ $d2$:プランジャー外径

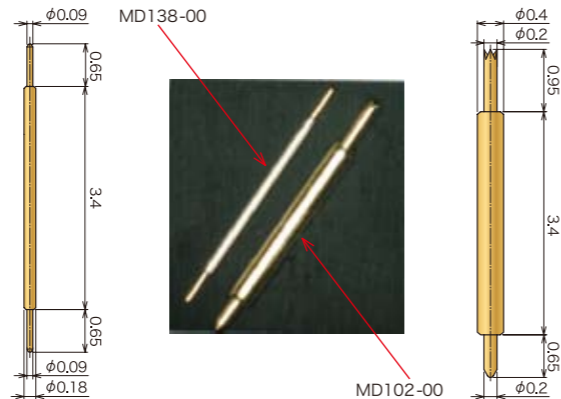


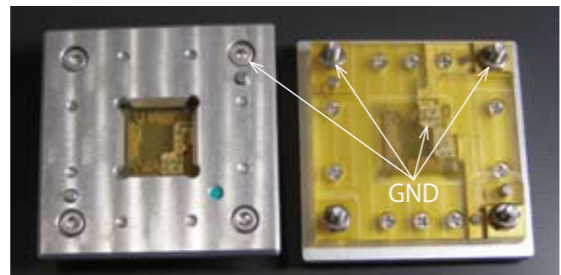
図2. 同軸コア(芯線)プローブ

3. 同軸GND、基板GNDの一体化

ICの高周波特性の安定化には、ICパッケージGNDの安定化、基板GNDとの等位化が必要である。同軸プローブ部のGNDは、ソケットベース板を銅合金板(写真2)を部分的に使用し、ソケットベースのネジ止め部に結合している。

PCB基板への搭載は、ソケットをスクリューでがっちり基板GNDに固定し、基板GND、ソケットGND、GNDプローブを一体化させてICのGND端子に接触させ、極めて安定なGND信号基準レベルをPCB基板上で共有させている。

写真2. ソケットGNDのとり方



4. 周波数特性

4-1 測定環境

SHF高周波特性の測定は、ネットワークアナライザー(E8362B:Agilent)、テストテーブル(GT-1000R NPS: Microwave)、ソケット設計基準に合わせた被測定プローブ搭載ベースソケットと測定用接続基板で図3の構成である。

4-2 プローブの測定と選択

図4は、スプリングプローブの各特性測定方法である。S21通過特性は、SGからの信号を測定基板端面のプローブ端

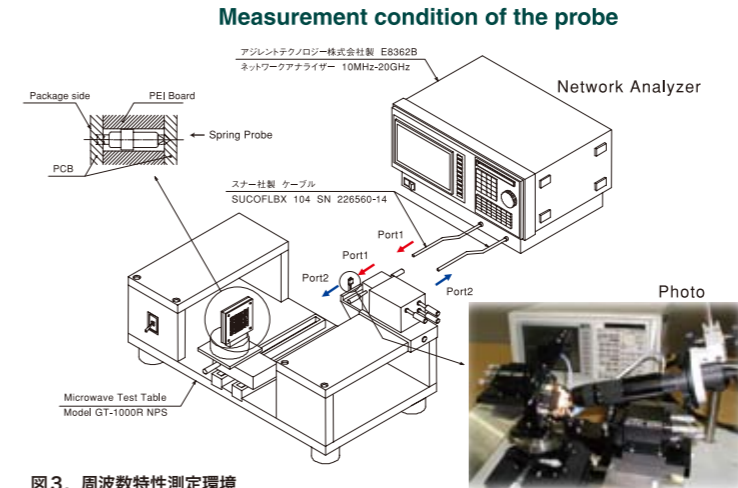


図3. 周波数特性測定環境

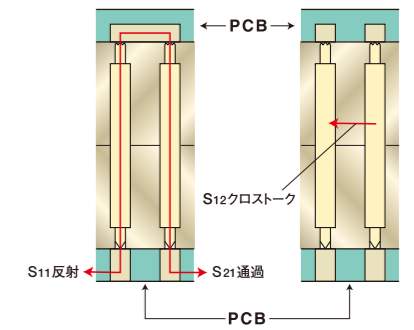


図4. プローブの特性測定方法

から被測定プローブ2本を通して後ネットワークアナライザーに返ループ測定の結果である。

FBGA、CSPに使用されている標準的なプローブの通過特性(S21)を測定した結果を図6に示す。

プローブ長、バレル形状或いはプランジャー形状の差異が多少あるが基本的には5~8GHz付近でS21特性は-1dBを割っている。

周波数特性が大きく伸びていない主な理由は、フランジ或いはリング状のプローブ表面段差が高周波信号路となるプローブ外側表面での抵抗となっている為と考えられる。

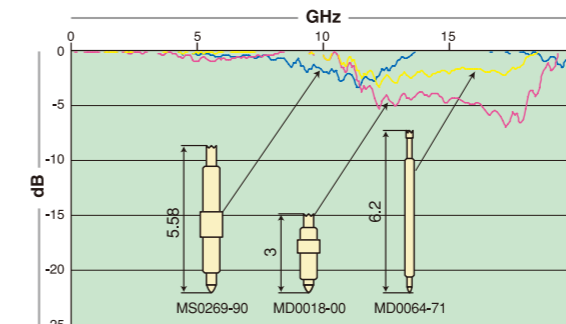


図5. 標準的プローブの高周波特性

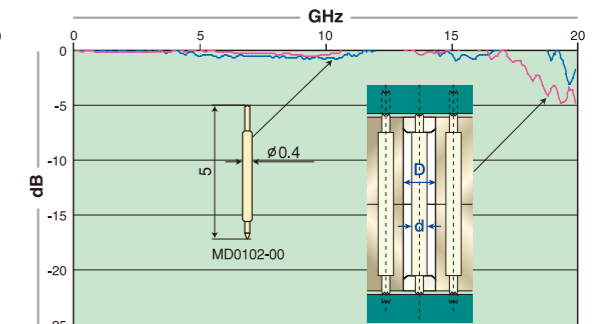


図6. MD102-00と完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブの特性

図2で紹介したMD102-00やMD138-00は、表面段差を無くする基本に沿ったSHF高周波対応のプローブである。MD102-00は、本来0.5mmピッチ用プローブであるが、ここでは1mmピッチのマトリクス対応で配列し10~15GHzの周波数特性を得ている。フランジレスのアプローチと内部構造の高周波適応性更に仮想同軸構造での特性目標を考慮し、高周波特性を大きく伸ばしマトリクス端子タイプのICテスト用として使用できる結果を得ている。完全同軸の構成では、1mmピッチの同軸コアプローブとして使用している。

図6は、MD102-00を1mmピッチに配置し測定した結果と、MD102-00を同軸コアプローブとして使用した完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブの測定結果である。

プローブ単体での特性は、15GHzまで伸び、同軸化によってほぼ20GHzの性能に至っている。

MD138-00は、0.5mmピッチの同軸コアプローブとして使用されている。バレル径0.18mm、プランジャー径0.09mmで完全 $Z_0=50\Omega$ の同軸構造の構成にプランジャーのコアリングは、厚さ0.4mmで0.41mm外径に0.12mmのプランジャー用貫通穴を明け同軸プローブ両端に取り付けている。0.5mmピッチでも完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸化によって1mmピッチの完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブと同等の性能が確かめられている。

5. まとめ

従来、PCB基板からICソケットを経てIC端子に信号線が接続されるのにICソケットの通過線路域での特性インピーダンスの極端なミスマッチリリースが普通であった。そこで「同軸に」の発想は自然ではあるが、我々のアプローチは、局所局所に於いても特性インピーダンスを揃える事、信号基準となるGNDを一元化すること、更にコストを抑えることの3つを同時実践する事である。

今回のICソケットは、AD変換器が混載されたASICであるが故、GND配置構想により有益な結果を導き出すことが出来ている。必要最大で最小限コスト抑制は、如何に高速同軸GND、高速信号端子と他の普通信号端子、電源端子を棲み分けてICソケットを設計するかが重要と考えている。

その為には、ICパッケージ端子配列の設計の段階から、ICメーカ或いは使用者と我々ソケットを設計する側と、また基板設計者間との早い時期からの協調ある進め方が望ましいと考える。

5. 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構造の スプリングプローブ等価回路モデル

川村 良

株式会社エス・イー・アール

概要

SHF帯高速信号を扱うLSIの実装設計には、HSPICE等での事前シミュレーションが欠かせなくなっている。ニーズは、ICソケットを含んだ回路及び回路配線の同軸シミュレーションの要求に応える為に、1ミリメートルピッチ同軸構造ソケットに組み込まれた同軸スプリングプローブ(MD102-00使用)のSパラメータをネットワークアナライザを用いて測定し、受動素子によって構成される等価回路及びそのパラメータを10GHzまでの範囲に絞り求めている。

1. Sパラメータ測定

Sパラメータは、アジレントテクノロジー社のPNAシリーズネットワークアナライザを使用し、図1に示す様なループ測定により同軸プローブコンタクトの測定を行った。

測定には、完全同軸プローブ構造のICソケットと同一の構造で同軸コンタクトを配置し既知の特性を持った測定ジグと先端でフル2ポート校正可能なGGB社製の測定用ピコプローブを使用した。

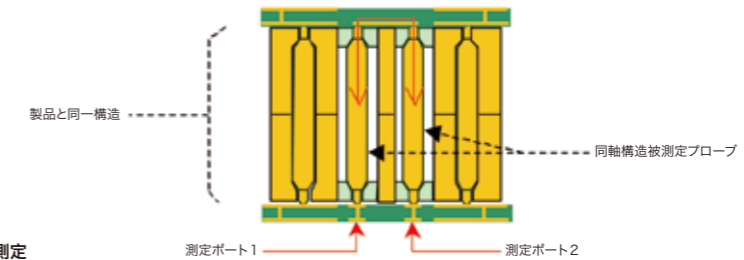


図1. Sパラメータの測定

2. 等価回路の最適化

図1に示す方法でSパラメータ測定を行い、その実測値を回路シミュレーションソフトウェア(アジレント社製 ADS)に取り込み、図2に示す等価回路を使用して各受動素子定数の最適化を行った。図2は、測定方法に合わせてコンタクト2本分の等価回路を示してあるため左右対称となっておりまた相対する素子も同値となる。

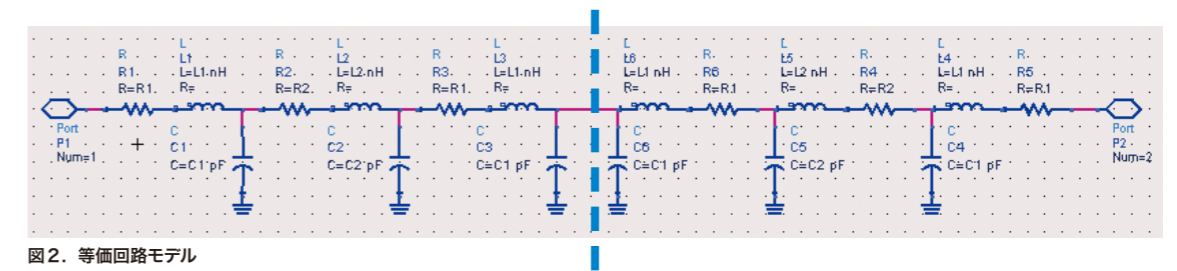


図2. 等価回路モデル

2-1. 最適化結果

実測データと上記等価回路のADSを使用した最適化後のパラメータとして表1の回路定数が得られた。あわせてADSでのフィティング結果を図3に示す。

C1 (=C4)	C2 (=C5)	C3 (=C6)	R1 (=R5)	R2 (=R4)	R3 (=R6)	L1 (=L4)	L2 (=L5)	L3 (=L6)
0.364pF	0.001pF	0.364pF	0.005Ω	0.01Ω	0.005Ω	0.317nH	0.598nH	0.317nH

表1. 等価回路定数

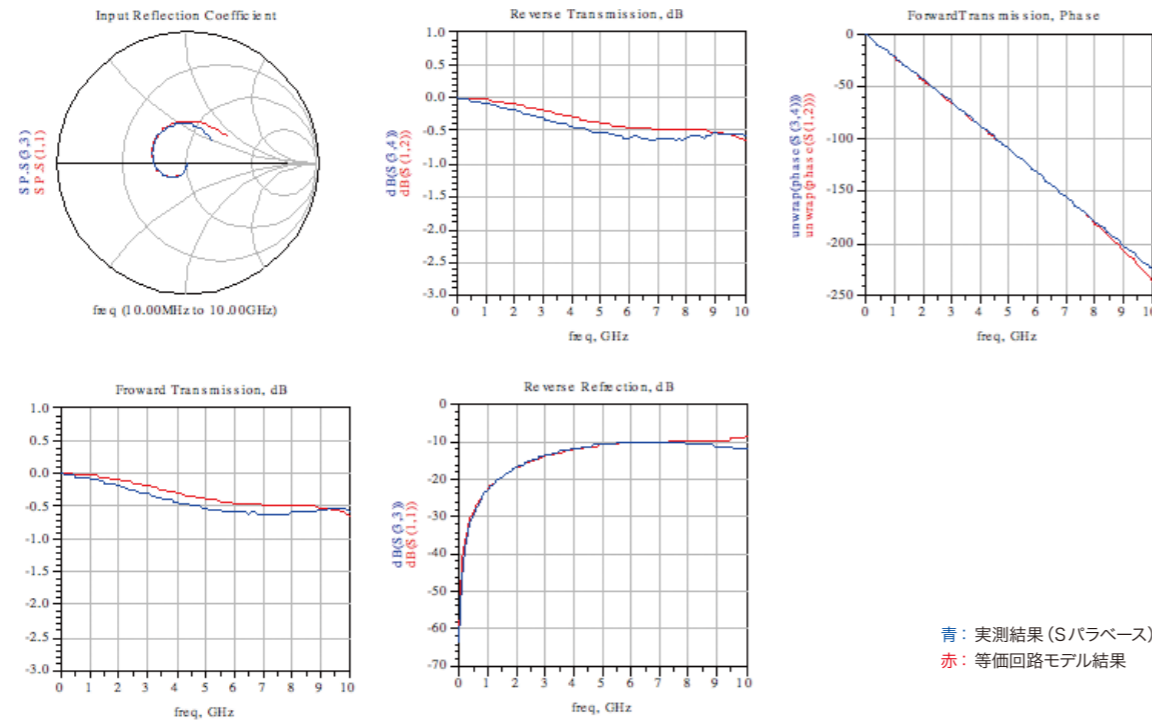
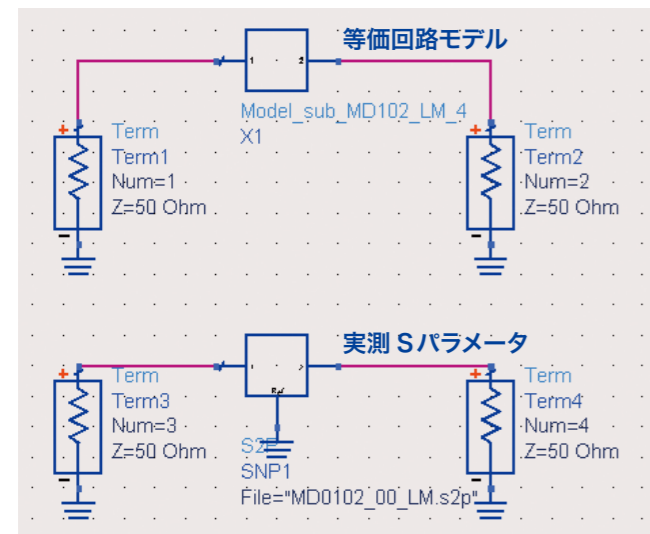


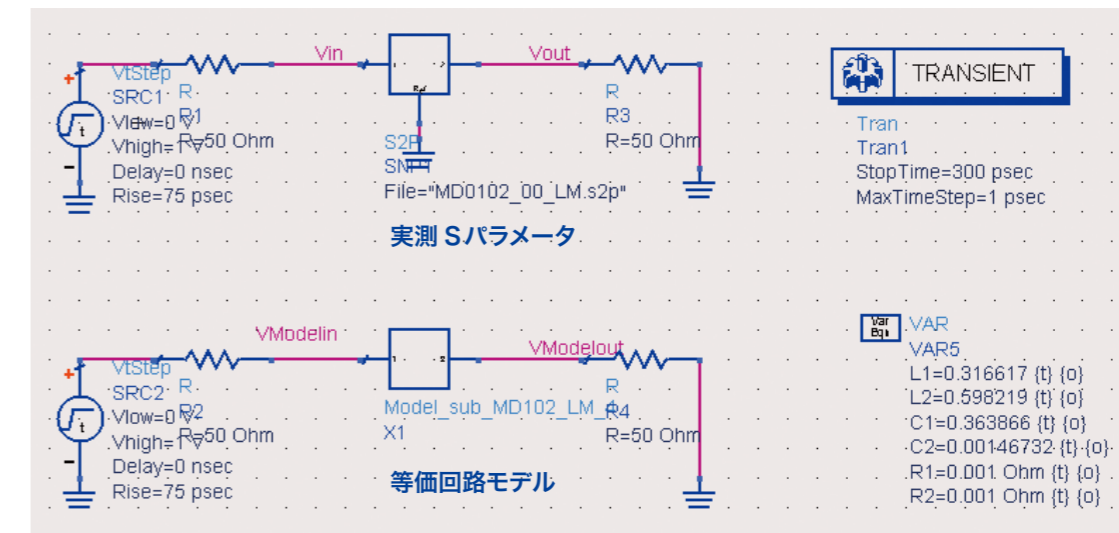
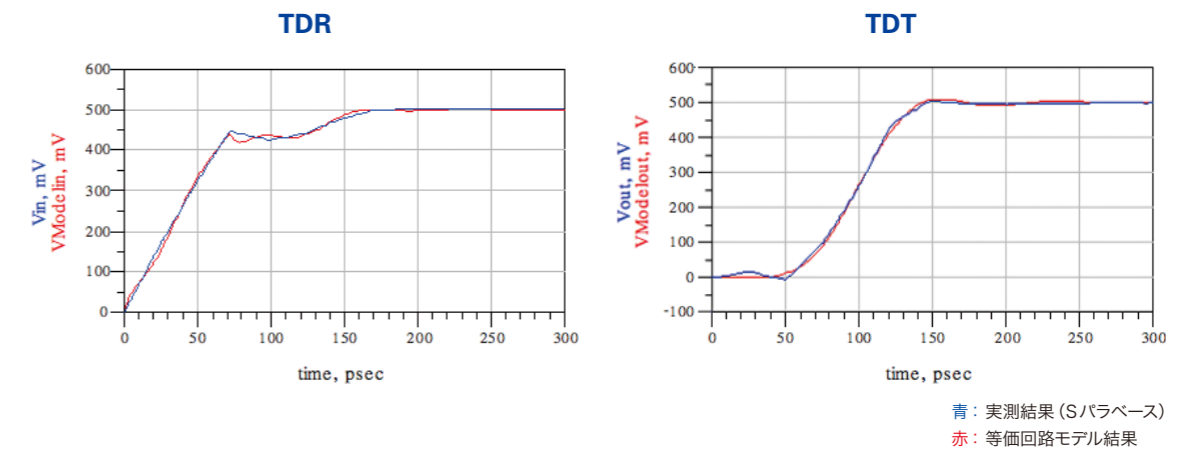
図3. シミュレーションソフトウェアによる最適化結果



シミュレーション回路

2-2. 時間軸シミュレーション

ADSで求めた最適化パラメータを元に時間軸シミュレーション (TDR/TDT)を実施した結果を示す。入力パルスの立ち上がりは75psecで行っており、これはほぼ10GHzに相当する。



時間軸シミュレーション回路

3. 考察

測定された特性は、図1に示されるように折り返された2本の同軸構造プローブの特性であり、通過特性の最悪値は10GHz近傍で-0.5dB~-0.6dBとなっている。

完全同軸構造の効果としては、同一プローブの非同軸ICソケットの構造に比べると通過特性で約-1dB (@10GHz)、同様に反射特性では-4db(@10GHz)の同軸化特性改善効果が現れている。

また、最適化された回路定数を使用したシミュレーションは、実測したSパラメータとの比較結果を見てわかるように、通過特性の実測データとの利得の相違は最大でも0.2dB程度となり位相も含めて適正な相関が取れた結果を得ている。

ELECTRONICS PARTS



CUSTOMIZED
SOCKETS & CONNECTORS

株式会社 エス・イー・アール

- 本 社 〒140-0001 東京都品川区北品川1-14-8 スタービル
TEL 03(5796)0330 FAX 03(5796)3210
E-mail : ser@ser.co.jp <http://www.ser.co.jp>
- 大 阪 営 業 所 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原2-14-14 新大阪グランドビル10階-A
TEL 06(6398)6008 FAX 06(6398)6009
E-mail : ser-osaka@ser.co.jp
- U S A 支 店 USA Branch / S.E.R.Electronics Inc.
3478 BUSKIRK AVE, SUITE 1020, PLEASANT HILL, CA94523 U.S.A.
TEL +1-925-746-7166 FAX +1-925-746-7153
E-mail : mtaira@serusa.com <http://www.serusa.com>
- S . E . R . 台 湾 台湾雄如股份有限公司
台北懸土城市學府路一段126巷9號5F
TEL +886-2-2273-8792 FAX +886-2-2273-8790
E-mail : ser.taiwan@msa.hinet.net