

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 Complete $Z_0=50\text{ ohm}$ Coaxial Spring Probe IC Socket

渡部 達己 入江 隆久
Tatsumi Watabe Takahisa Irie
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。

IC Test Socket composed by Complete $Z_0=50\text{ ohm}$ Characteristics Impedance Coaxial Spring Probe can achieve 20GHz on S21 Transmission performance by Coaxial GND organize to PCB GND using Metal Socket Base Structure and equate to IC GND composed. The Complete $Z_0=50\text{ ohm}$ is characterized for all portion coaxial of component adjusted to achieve characteristic impedance detail. This family is available for 1mm pitch FBGA matrix and 0.5mm pitch CSP matrix also.

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、

Keywords: $Z_0=50\text{ ohm}$ Characteristic Impedance, Coaxial Spring Probe IC Test Socket, Transmission Performance, SHF Frequency Band, Complete Coaxial.

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。

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 20GHz/@-1dB を超える通過特性を実現している。

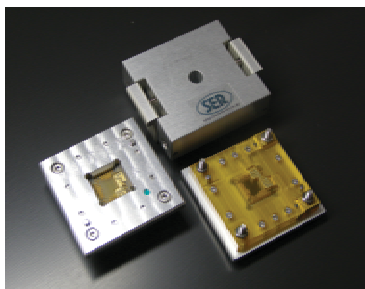


写真1 完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸プローブ IC ソケット

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

下図 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 マトリックス用

$$D=0.9, d1=0.4, d2=0.2 \text{ (mm)}$$

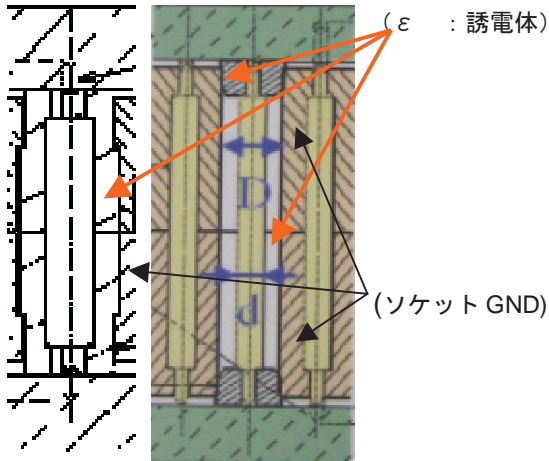
$$\epsilon 1=1, \epsilon 2 \approx 3.2$$

0.5mm ピッチ CSP マトリックス用

$$D=0.41, d1=0.18, d2=0.09 \text{ (mm)}$$

$$\epsilon 1=1, \epsilon 2 \approx 3.2$$

** $d1$: バレル外径 $d2$: プランジャー外径



[従来構造] [完全 $Z_0=50\Omega$ 同軸構造]
図1 同軸プローブ

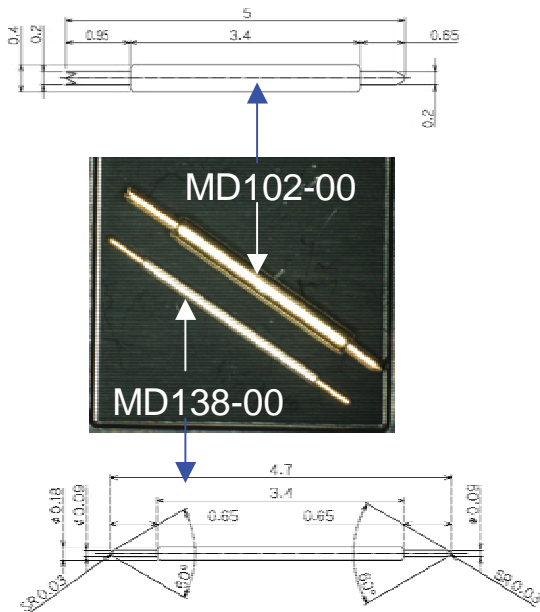


図2 同軸コア(芯線)プローブ

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、ソケットベースを銅合金板(写真2)を部分的に使用し、

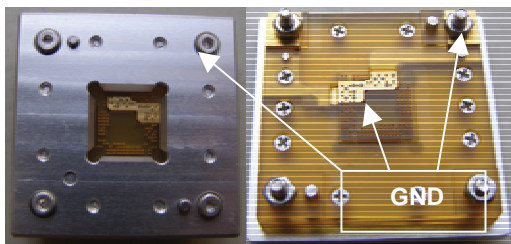


写真2 ソケット GND のとり方

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。

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 (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。

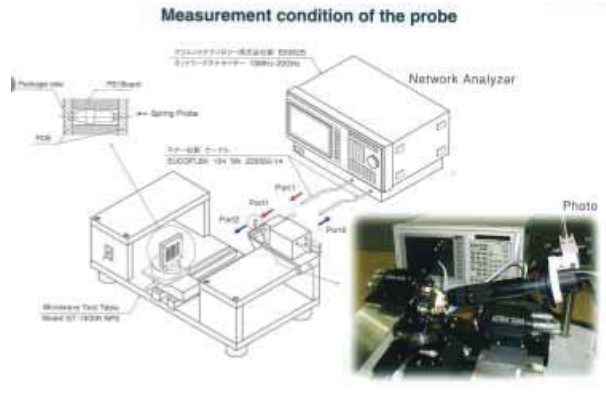


図3 周波数特性測定環境

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に返ループ測定の結果である。

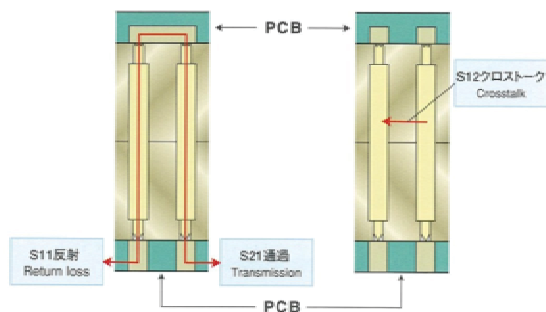


図4 プローブの特性測定方法

FBGA, CSP に使用されている標準的なプローブ(図 5)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。

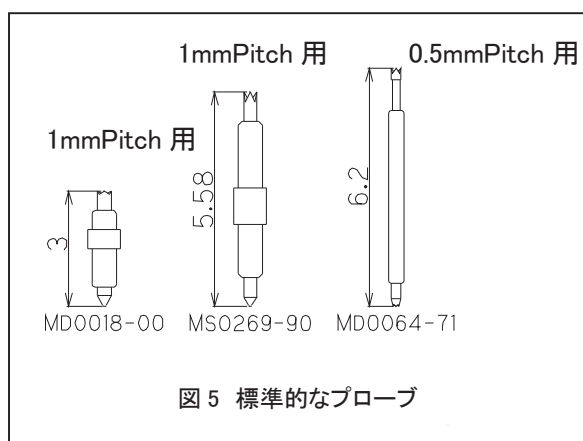


図 6 標準的プローブの高周波特性

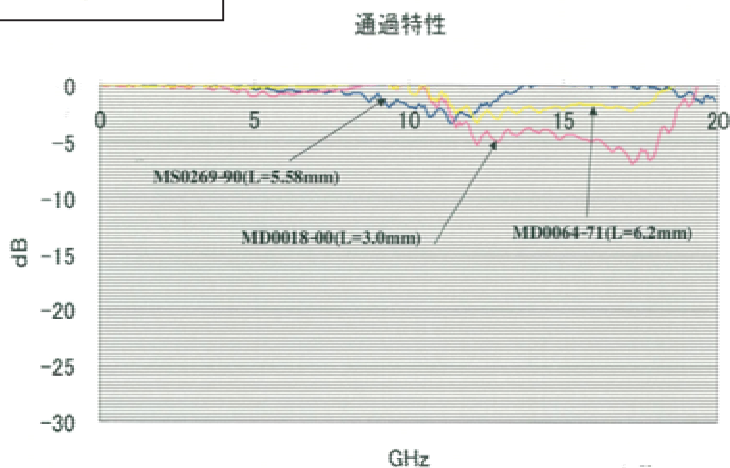


図 7 MD102-00 と完全 Zo=50Ω 同軸プローブの特性

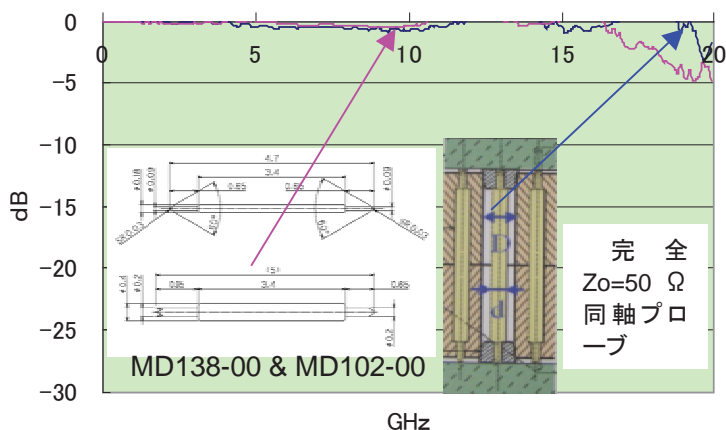


図 2 に紹介した MD102-00 や MD138-00 は、表面段差を無くする基本に沿った SHF 高周波対応のプローブである。MD102-00 は、本来 0.5mm ピッチ用プローブであるが、ここでは 1mm ピッチのマトリックス対応で配列し 10~15GHzの周波数特性を得ている。フランジレスのアプローチと内部構造の高周波適応性更に仮想同軸構造での特性目標を考慮し、高周波特性を大きく伸ばしマトリックス端子タイプの IC テスト用として使用できる結果を得ている。完全同軸の構成では、1mm ピッチの同軸コアプローブとして使用している。

図 7 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 Zo=50Ω 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、プランジヤー径 0.09mm で完全 $Z_0=50\Omega$ の同軸構造の構成にプランジヤーのコアリングは、厚さ 0.4mm で 0.41mm 外径に 0.12mm のプランジヤー用貫通穴をあ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 メーカー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での早い時期からの協調ある進め方が望ましいと考える。

謝辞

今回 0.5mm ピッチと 1.0mm ピッチ完全同軸プローブ IC ソケットは、IC 端子配列検討、PCB 基板設計検討等での相互の協力関係の確立が叶い、極めて有意義な特性と成果を得られたこと、関係者の皆さんに深く感謝致します。

連絡先

連絡氏名 : 渡部 達己(ワタベタツミ)
会社 : 株式会社エス・イー・アール
住所 : 140-0001
東京都品川区北品川1-14-8
電話 : 03-5796-0330
FAX : 03-5796-3210
E-mail : watabe@ser.co.jp

