

原点から考え、NDMに貢献する。

## 有限会社 アイ・エス・エル

〒631-0063 奈良市帝塚山中町12-7

Imaging Supersonic Laboratories Co.,Ltd.

TEL:0742-40-2345 FAX:0742-40-2346

Home-page:http:

http://www.i-sl.co.jp

Email:isl@kcn.ne.jp

### 探触子ケーブル長さに関して

高周波探触子の使用に於、ケーブル長さが、探触子送受信周波数に近づくと、波形歪が生じます。精度の高い実験の際の、推奨ケーブル長は以下です。

100MHz 15cm

50MHz 30cm

35MHz 50cm

25MHz 70cm

20MHz 1m

10MHz 2m

5MHz 4m

2MHz 8m

1MHz 16m

探触子にケーブルが直付けの場合で、ケーブル長さが上記より長い場合はパルサーとレーザーのインピーダンスを同軸に合わせると反射は無くなります。市販パルサーは送信時は通常低いが、二探触子法として、送信接栓と受信接栓間に50Ω弱を挿入して、受信接栓に探触子ケーブルを繋ぐと反射は無くなります。

### 水距離に関して

高周波の場合、通常音響媒体として使われる水の高周波減衰に依って周波数が低域にシフトします。特に広帯域であるほど、その変化が激しいです。広帯域の探触子の高い周波数を有効に使える限界水距離は、脱気状態によって異なりますが、概略以下です。

100MHz 1.5mm

50MHz 3mm

35MHz 5mm

25MHz 15mm

例として、100MHzの超広帯域の場合は水距離を2mmで、中心周波数は30MHzとなり、70MHz以上の成分は非常に少なくなります。高周波成分にのみ使われる場合は、狭帯域の方が有利です。或いはアンプの帯域を調整します。小さな欠陥を検出する場合は、水中では比較的低い縦波を使って、材料中で波長の短い横波成分を使う方法が有利です。また、材料の音速が早く無い場合は大開口角の低い周波数の探触子で焦点を絞るのも良いでしょう。

また、媒質を水銀とすると100MHz以上まで、減衰せずに使えます。が、音響インピーダンスが違うこと、アマルガムになる事に注意が必要です。電極剥出型の探触子では電極がなくなります。水銀=水槽をGNDとして使えます。

### 探触子の耐圧に関しての注意

弊社の探触子の耐圧は明記無き場合は以下となります。

周波数はそれぞれの探触子の組み込み前の共振周波数です。

	セラミック系	0-3コンポジット系	1-3コンポジット系	ポリマー系
共振周波数		耐圧		
2MHz以下	1500V	1000V	500V	—
5MHz以下	1000V	1000V	500V	—
10MHz以下	1000V	800V	300V	1000V
20MHz以下	500V	400V	200V	800V
50MHz以下	—	250V	—	500V
100MHz以下	—	—	—	300V
100MHz超	—	—	—	200V
50MHz以下	—	250V	500V	—
100MHz以下	—	—	300V	—
100MHz超	—	—	200V	—

### 丸柱1-3コンポジット探触子の不良面積に関して

弊社の丸柱1-3コンポジット探触子に使われている振動子は、放射光リソグラフィ技術に依って製造されたものです。ダイシング・ソーに依る1-3角柱コンポジットより微細な柱で、且つ円柱となり、電気機械変換効率は80%程度に達します。周波数も10MHz以上50MHzまでが可能です。一方その製造方法から、内部に座屈と脈理が多数発生します。この面積が広いと、性能が落ちます。探触子の貼り付け工程で、この面積が更に増します。探触子製造の最終の保護幕取り付け段階で、特殊な浸透性の接着材を用いて、内部座屈部分の補修をすると同時に、その面積が5%以下であることを確認し、出荷基準としています。振動子面に黒い部分が見えるのがこれです。なお、0-3コンポジットではその構造上、この現象はありません。角柱1-3は極率の小さい場合に同様の現象が起きますが、通常1%以下の面積です。

### 高周波の振動子を駆動する送信回路に関して

同じ面積、同じ材質を使った探触子のインピーダンスは、その公称周波数付近では、振動子周波数にインピーダンスが反比例します。特に1-3型コンポジットは高誘電率PZTセラミック柱を使っている為に、高周波では電気的インピーダンスが低くなります。例えば、50MHz 5φの1-3コンポジット探触子では1Ω前後となります。市販のパルサーレーザーは50Ω前後のインピーダンスを前提にしている為、励振を十分させられず、1-3コンポジットの特徴である、高い電気機械変換効率を有効に使えない事態が発生します。ポリマー系でも、100MHz 10φは2Ω前後です。以下の事を推奨します。

- 1) 送信回路はFET方式よりアバランシェ・トランジスタ方式
- 2) パルサーの並列駆動で送信回路のインピーダンスを下げる。
- 3) 探触子ケーブルは極力短くする。
- 4) 短くできない場合は、低インピーダンスの同軸を用いる。12.5Ωや25Ωの同軸が市販されています。50Ω同軸を数本並列にしても良いでしょう。
- 5) 高い周波数ほど、小さな径の振動子サイズとする。
- 6) 30MHz以下の帯域で使う場合は変換トランスITシリーズを使う。30MHz以上では特注トランスを考慮する。

### 探触子ホルダーと水槽の材質に関して

通常高周波探触子はSUSのケースが用いられています。探触子のホルダーや水槽に用いられる材質が、ガルバニ電気作用を発生する材料の場合、電極との間で電位差を発生し、金電極の溶け出しや、逆に電極に金属に析出が発生し、探触子の機能が失われる事があります。例えばアルミを用いた水槽の場合、探触子の電極にアルミが析出します。成るべくSUSを使うと良いでしょう。プラスチックを使っても良いのですが、シールド特性が無いので、その外側に金属が必要です。特に、振動子の電極が剥き出しの高周波探触子(25MHz以上のポリマー、35MHz以上の1-3コンポジット)は注意が必要です。主用材のイオン化傾向の順には以下です。Li>AL>Zn>Cr>Fe>Ni>Sn>Cu>Ag>Pt>Au

### コンポジット系振動子の保護幕に関して

コンポジット系高周波探触子にはエポキシ系保護幕が付いています。非常に薄い膜です。20MHzで20ミクロン程度と薄く、強度が弱いので、低周波の探触子の保護幕より丁寧な扱いが必要です。振動子面を清掃する場合は、柔らかい脱脂綿で、3度拭く程度にしてください。薄い分、水等接触媒質が浸透しやすいので、使用後速やかに、乾燥させると、寿命が延びます。

1-3コンポジットはPZT柱の間に柔らかいエポキシが詰まった構造の為に、元々水分などを吸って、劣化しやすいです。なお、低周波の0-3コンポジットの場合は、50ミクロン以下の透明膜を使用しており、耐水性は上記の10倍ありますが、硬度は低いので、清掃は丁寧にする必要があります。音響インピーダンスは他の保護膜より水に近い。なお、周波数が20MHz以下で曲率が大きい場合にはカプトンの保護幕が付いています。なお、ディレー型やクサビ付探触子では上記心配は不要です。また、エポキシ系の保護膜では樹脂球を混ぜたものがあります。樹脂球の凝集などで色斑が出ますが、全面積に対して十分狭いので超音波の影響は極少ないです。

### 高周波のポリマー系振動子の保護幕に関して

純ポリマー系の探触子は、原則保護幕は付いていません。これは

保護幕に依る波形の歪を避ける意味からです。が、システムに組み込んだ場合、探触子が接触媒質に対して、正の電位となる様な場合は、剥き出しの電極の金が接触媒質中に溶け出し、電極がなくなる事があります。これを避けるには、必ず探触子の所で、太いインピーダンスの低い線で水槽及び接触媒質と同電位にします。探傷器側で機構と結線すると、同軸のインピーダンスの為に探触子のケースには正電位が発生しますので、寿命が短くなります。清掃の際、電極を直接拭くこととなりますので、強くこすると電極が剥離したり、薄くなったりします。この剥離や薄くなった電極は、状況により修理可能です。ご相談ください。また、有料ですが、1～5ミクロンのフッ素樹脂コーティング処理、或いは7.5ミクロンのポリイミド膜処理をいたします。なお、ディレー型やクサビ付探触子は上記心配は不要です。

### 広開口角に関して

弊社では広開口角の探触子を販売しています。周波数が低くてもフォーカス径が小さく、またフォーカス深度も浅くなり、小さな欠陥の検出や空間分解能が必要な場合有利になります。が、平面に適應する場合には、注意が必要です。広開口角の探触子は音読の早い材料に入る時に、同時に縦波、横波、表面波などが発生します。これらが相互に邪魔をする場合があります。邪魔にならない様な開口角を設定する必要があります。縦波や横波の臨界角のSIN以下のアスペクト比になる様に設計するのが基本です。また、表面波のみで表面の微細割れの高感度探傷する場合は、縦波や横波の発生する角度部分を除いた中心に穴が開いた振動子などを使う事です。

広開口角の探触子では、受信超音波波面と振動子面が平行と成らない為に、受信信号の周波数は可也下る事がります。アンプの帯域、入力インピーダンスを最適化する必要あります。