

TRZ[®] 超音波トランス・ホーンアナライザ

Ultrasonic Transducer and Horn Analyzer

パワー超音波トランスデューサ、コンバータ、ブースタ、ホーン、音響スタックのテストと調整に。



ATCP Physical Engineering
info@atcp-ndt.com / +55-16-99726-1601
www.atcp-ndt.com

アルファコーポレーション合同会社 T.050-3302-1214 info@alphacorp.ecweb.jp

TRZ[®]アナライザは、パワー超音波トランスデューサ、コンバータ、ブースタ、ホーン、音響スタックの効果的な製造、品質管理、メンテナンスを行うための重要な機器です。

その仕組み

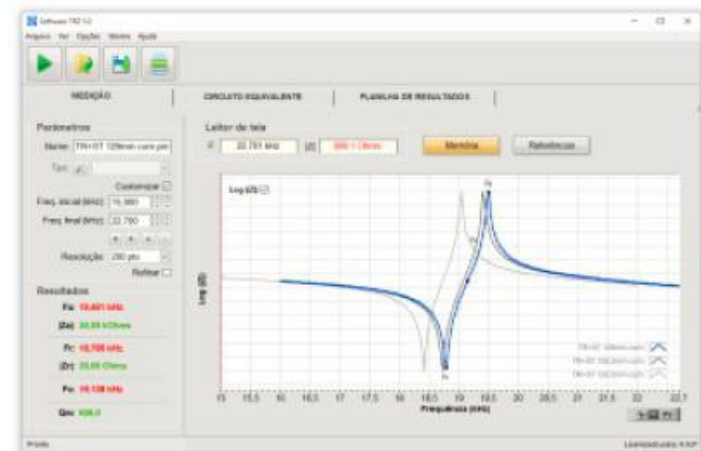
TRZ[®]は、テスト対象デバイスの共振周波数と反共振周波数、およびインピーダンスを決定します。これらの結果の使用方法については、最後のページを参照してください。



20 kHz 溶接用コンバータのテスト結果

ソフトウェア TRZ[®]

TRZ[®]アナライザには、チューニングを行う TRZ ソフトウェアが含まれています。プロセスが容易になり、機械的品質係数が計算され、BVD 等価回路が決定されます。ソフトウェアは、合格基準の適用、テストレポートの生成、結果の保存と比較も行います。

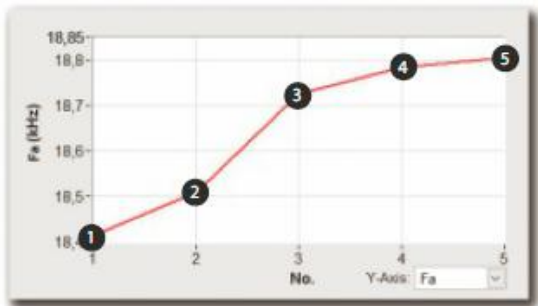
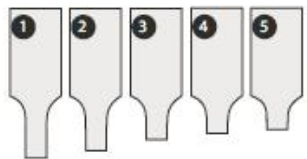


チューニングプロセスに沿った超音波ホーン曲線

TRZ[®] アナライザは以下を提供します。

- メンテナンスと製造コストの削減
- 国際標準へのトレーサビリティ

調整プロセスをグラフィックで追跡



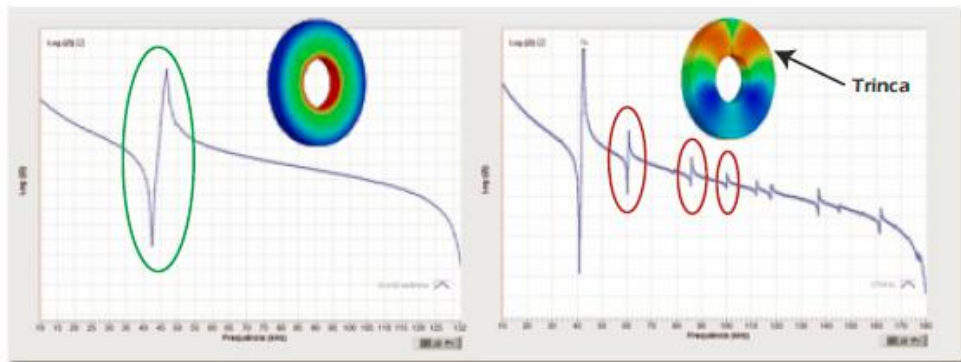
TRZ®ソフトウェアを使用すると、時間と温度の関数だけでなく、機械加工プロセスに沿った周波数やその他のパラメータの変動を段階的に監視できます。

圧電セラミックのクラック検査

アクセサリの“PiezoHolder”を使用することで、圧電セラミックの内部クラック検査や新品セラミックの品質管理、回収した圧電セラミックの再利用を確実に行うことができます。



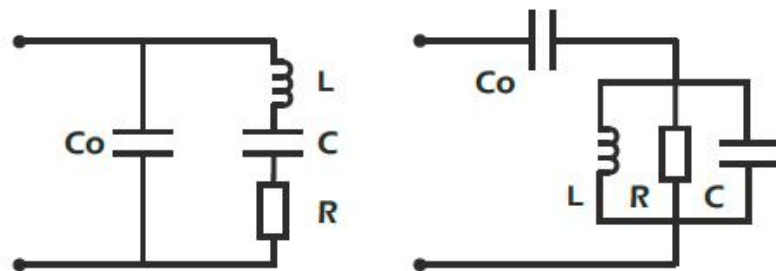
“PiezoHolder”



亀裂のないセラミックのパターン（左のグラフ）と内部亀裂のあるセラミックのパターン（右のグラフ）を示す測定結果。亀裂の存在は、複数の共振によって簡単に識別できます。

等価回路と品質係数の計算

TRZ®ソフトウェアは、テスト対象デバイスのバタース・ヴァン・ダイク（BVD）直列および並列等価回路を Q 品質係数から計算できます。



バタース・ヴァン・ダイク（BVD）直列および並列等価回路

技術仕様:

Frequency range:	1 - 200 kHz with 1 Hz resolution
Frequency uncertainty:	± 0.05 % @ 25 °C
Impedance range:	0.1 Ω - 999.9 kΩ
Impedance uncertainty:	± 3 % @ 20 kHz within the range 0.1 Ω - 10 kΩ
Memory:	01 (last measurement)
Dimensions and weight:	26 x 25 x 10 cm / 3.8 kg

TRZ®アナライザの校正と機能テストは、“TRZ®キャリブレーションキット”を使用することで簡単に行うことができます。

このアクセサリは、重要なアプリケーション(例:医療機器の品質管理等)にとって特に興味深いものです。“TRZ®キャリブレーションキット”は、10 kΩ高精度抵抗器と標準の 100 kHz 共振器で構成されています。



TRZ®キャリブレーションキット

超音波ホーン調整とメンテナンスに関する基本情報

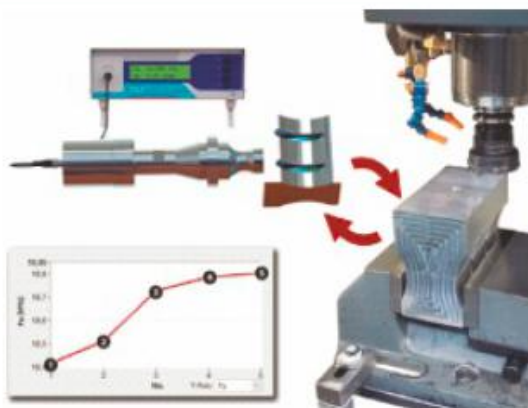
超音波ホーン、ソノトロード、および同様の部品の調整は、摩耗、機械加工公差、および材料特性の変動によって引き起こされる周波数偏差を補償するために必要です。ホーン周波数の標準許容誤差は $\pm 0.25\%$ で、これは 20 kHz での ± 50 Hz に相当します。

溶接機の場合、音響スタックが効率的に振動し、また交換部品と一致するように、ホーン周波数はブースタおよびコンバータと互換性がある必要があります。これらの要件は、医療および歯科機器（メス、ピンセット、スケーラー）、研磨および研削機器にも適用されます。

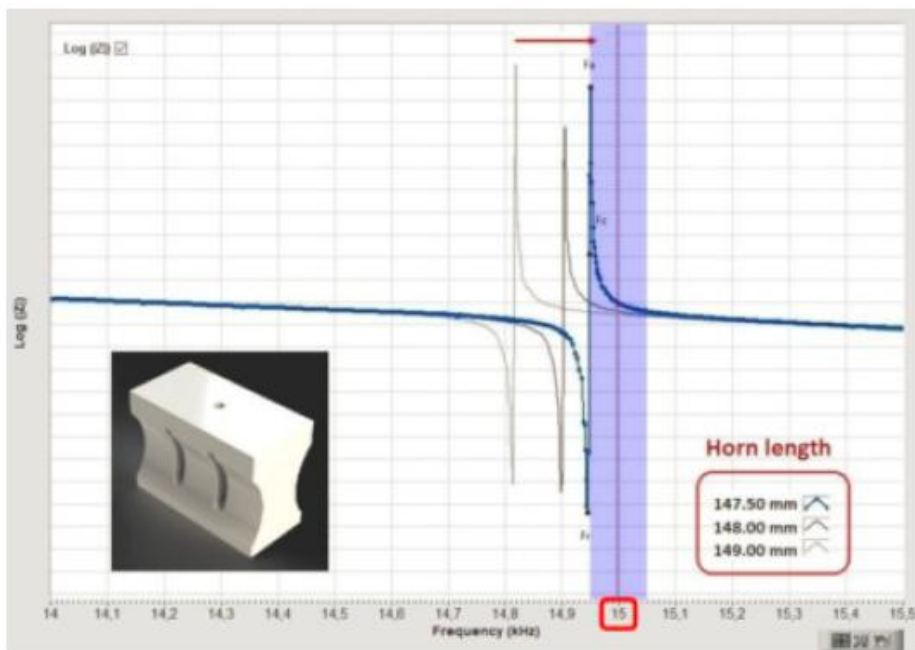


チューニングプロセス

このプロセスは、希望の周波数に達するまで、TRZ®アナライザを使用した周波数測定で小さな寸法変化を挿入することで構成されます。測定には、実際の使用と同様、ホーンを超音波スタックに組付ける必要があります。



新しい超音波ホーンとソノトロードは長めに製造されており、標準的なチューニング操作では長さを短くして周波数を高めます。ホーンのメンテナンスでは、通常、周波数を下げ、磨耗や短縮によって生じる高さを修正するために、横方向の寸法を変更することでチューニングが行われます。



注意: ひび割れたホーンは修理できません。調整することはできますが、亀裂があるとパワーが消費されるため、品質係数とパフォーマンスが低下します。

超音波ホーンの種類

最も一般的な超音波ホーンの種類は、円筒形、正方形、長方形です。それらはまた、ソリッドまたはスロット付きであってもよい。一般に、ホーンは、直径または刃が長さの半分までであればソリッドでも可能です。大型のホーンの場合、横方向の振動モードを分離するためにスロットが必要です。さらに、フェース上の振動振幅の均一性を向上させるためにノッチが必要になる場合があります。医療および歯科用途向けのインサートおよびブレード形状のホーンもあります。

周波数を変更するには

チューニングには、ホーンの寸法変更による周波数の調整が含まれ、その為、稼働場所に依りて周波数が上下することがあります。

周波数を上げるには、長手方向を短くする

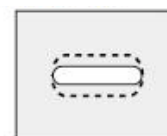


周波数を下げるには:

- カーブを下図の様に加工



- スロットを広げる



ホーンの周波数を上げる変更は、周波数を下げる変更よりも、感度と実用性面ではるかに優れています。したがって、ホーンは最初は長めで、低めの周波数で製造後、長さを短くして調整可能です。

超音波ホーン用合金

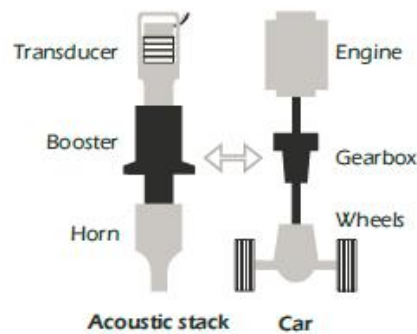
- ・ 7075-T6 アルミニウム
- ・ 6Al-4V チタン(グレード 5)
- ・ VND 工具鋼
- ・ VC131 工具鋼
- ・ 4043 ステンレス鋼

ホーンの振動方向は、材料の積層または押出方向と同じでなければなりません。

スタックの予防メンテナンスに関するガイド

このガイドにより、音響スタック内の欠陥要素などを特定し、予防保守措置を示すことができます。音響スタックは電気エネルギーを振動に変換します。その動作を理解するには、自動車に例えることができます。トランスデューサまたはコンバータがエネルギーを変換し（エンジン）、音響トランスが圧力と振幅の比率を調整し（ギアボックス）、ホーンが振動を加えて車輪を駆動させます[1]。

車の場合、動力伝達を効率的に行うには、ギアが適合していなければなりません。超音波スタックでは、エレメントの周波数を調整し、エレメントを完全に結合する必要があります。さらに、スタックのエレメントでは、ノダルラインが機械的な固定点と一致する必要があります。

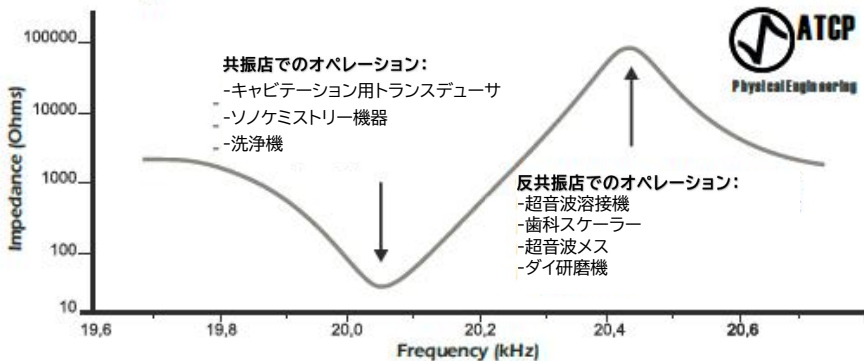


オペレーションモード

トランスデューサとスタックには、インピーダンス係数対周波数の曲線上で 2 つの識別可能な動作周波数があります。

最大値は反共振周波数 (Fa または直列周波数) に対応し、最大振動振幅が発生し、ほとんどの超音波溶接機が動作します。

最小値は共振周波数 (Fr または平行周波数) に対応し、この周波数で最大の振動圧力が発生し、超音波洗浄装置が動作します。

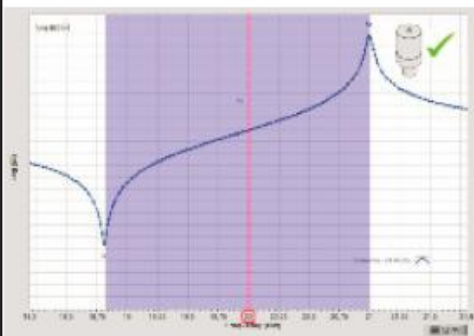


1 コンバータのテスト

スタック内の欠陥のあるエレメントを特定するための最初のステップは、そのエレメントを分離し、コンバータをテストすることです。テストはエレメントを水平位置にして実行する必要があります。



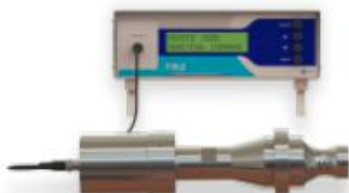
コンバータの機械的品質係数 (Qm) は、どの周波数、電力、メーカーでも 250 以上である必要があります。反共振インピーダンス (Za) は 10 k より大きくなければなりません。周波数範囲 [Fr-Fa] (下のグラフの紫色の c Ω の影) には、スタックの公称周波数 (赤い点線) が含まれている必要があります。



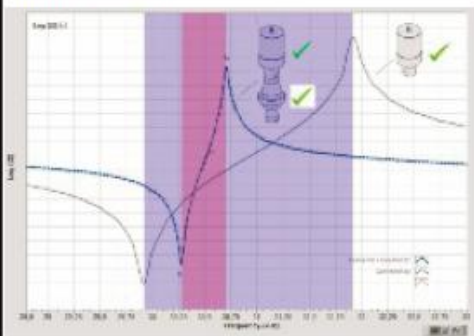
コンバータが承認された場合は、ブースタのテストに進みます。故障した場合はコンバータを交換するか、修復してください。新しく購入したものであっても、交換する前にテストすることが重要です。修復を実行するには、同一の圧電セラミックを使用し、PiezoClamping® で予圧縮を制御します。

2 ブースタのテスト

メーカーが推奨する手順とトルクを使用して、ブースタをコンバータに再組み立てします (コンバータからブースタとホーンを個別にテストすることはできません)。



コンバータ + ブースタの機械的品質係数 (Qm) は 700 以上でなければなりません。反共振時のインピーダンスは 5 k 以上である必要があります。[Fr-Fa] C+B Ω 周波数範囲 (下図の赤い影)、または少なくとも反共振周波数 Fa が [Fr-Fa] 範囲 C (紫色の影) に含まれている必要があります。



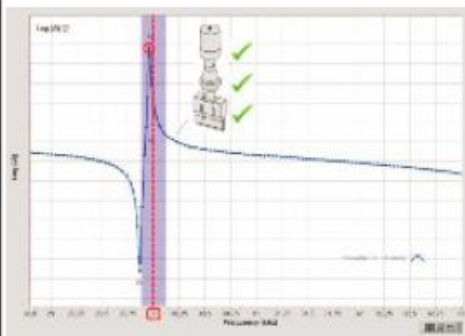
ブースタが承認されたら、ホーンのテストに進みます。故障した場合はブースタを交換するか、改修してください。通常、O リングを交換するだけで機械的品質係数を回復できます。亀裂や非対称摩耗による節線の変位によって引き起こされる周波数偏差は、修復不可能な欠陥です。

3 ホーンとスタックのテスト

メーカーが推奨する手順とトルクでホーンをブースタ+コンバータに再組み立てします。ホーンテストは完全なスタックテストでもあります。



完全なセット (C+B+H) の機械的品質係数 (Qm) は 1000 以上である必要があります。反共振時のインピーダンスは 3 kΩ 以上である必要があります。動作周波数 (下図の赤点線) は周波数範囲 [Fr-Fa] (紫色の影) 内にある必要があります。



ホーン/スタック全体が承認された場合、機器の問題はジェネレータにある可能性があります。故障した場合は、ホーンを交換するか修理してください。修復は通常、磨耗を補うためにエレメントを再調整することから構成されますが、これはある程度可能です。亀裂が発生する場合もありますが、これは修復不可能な欠陥です。

[1] Ultrasonic assembly of thermoplastic moldings and semi-finished products - Recommendations on methods, construction and applications. ZVEI (German Electrical Manufacturers Association).