

特願 2020-31017

## 超音波制御（超音波発振制御プローブ）



超音波発振制御プローブ（左：共振型 右：非線形共振型）



参考 音圧測定用

興味のある方はメールでお問い合わせ下さい

超音波システム研究所

メールアドレス [info@ultrasonic-labo.com](mailto:info@ultrasonic-labo.com)

ホームページ <http://ultrasonic-labo.com/>

**【書類名】** 特許請求の範囲

**【請求項 1】**

超音波素子（1）の振動面について、フラクタル構造・コンストラクタル構造のような模様加工、あるいは部品の接着（2）による同様な複雑な表面を形成することで、表面弾性波の伝搬現象の変化（反射・透過・屈折）を利用して高い周波数の超音波伝搬を、効率よく行うことを実現させる、あるいは、低周波の振動伝搬状態を効率よく実現する、  
超音波発振制御プローブ

**【請求項 2】**

超音波素子（1）の振動面について、音響特性を確認している対象物（金属、ガラス、樹脂、・・・）を、接着（2）することで、高い周波数の超音波伝搬を、効率よく行うことを実現させる  
あるいは、低周波の振動伝搬状態を効率よく実現する、  
超音波発振制御プローブ

**【請求項 3】**

請求項 1】請求項 2】の超音波発振制御プローブの利用に関して、目的の超音波伝搬状態（音圧、周波数、変化）を、音圧データ（周波数範囲 0.01 Hz～1 GHz）の測定解析（自己相関、バースペクトル、パワー寄与率、インパルス応答）により実現する制御設定方法

**【請求項 4】**

請求項 1】請求項 2】の超音波発振制御プローブの利用に関して、数百ヘルツ～数メガヘルツのスweep発振により非線形現象と相互作用について音圧データ（周波数範囲 0.01 Hz～1 GHz）の伝搬状態を実現し、解析（自己相関、バースペクトル、パワー寄与率、インパルス応答）により最適化する方法

**【請求項 5】**

請求項 1】請求項 2】の超音波発振制御プローブの利用により、超音波の音圧データ測定・解析・評価・制御に関して、自己相関、バースペクトル解析により、非線形現象を評価し、パワー寄与率、インパルス応答により、相互作用を評価することで超音波刺激（伝搬状態）に関する超音波の、音圧・周波数の変化を目的に合わせて制御設定する方法

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波発振制御

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波利用に関して、超音波振動現象を目的（洗浄、加工、攪拌、検査・・・）に合わせて利用するための超音波発振制御プローブと制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波利用に関して、従来は10kHz～10MHzの範囲の測定により評価・利用している。

【0003】

実際に、対象物（気体、液体、弾性体）に伝搬する超音波は、複雑な、非線形現象等により、従来の測定範囲以外の振動現象が起きている。その結果、音圧測定の結果が超音波利用に関して、有効に機能しない状況（超音波機器の故障検出程度の利用）となっている。

【0004】

本発明の、超音波発振制御プローブは、超音波素子（1）の振動面を調整することで、0.01Hz～1GHzの範囲の測定・解析・制御を可能にする。

【0005】

特に、従来の測定では検出できない、1Hz～100MHz範囲の測定データの特徴を解析により検出することで、超音波の非線形現象に基づいた効率の良い超音波伝搬状態をコントロール（実現）できる。

【0006】

超音波伝搬状態のコントロールに関して

従来では、測定解析評価が行われていなかった、非線形現象の解析（バイスペクトル）により超音波伝搬状態の変化に関する制御が可能になる。

超音波発振制御プローブを複数利用する、あるいは従来の超音波装置に超音波発振制御プローブを追加することで、相互作用の解析（パワー寄与率）に対応する超音波の伝搬状態に対する制御が可能になる。

【0007】

本発明では、1Hz～100MHz範囲の音圧データを解析管理（自己相関、バイスペクトル、パワー寄与率、インパルス応答）することで、各種の超音波発振状態に関する設定事項を最適化する。

【0008】

結果として、超音波利用に関して目的（洗浄、加工、攪拌、検査・・・）似合わせた効果的な超音波伝搬状態の変化に関する利用が実現する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】 【特許番号】 特許第 6307684 号 (P6307684)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

超音波伝搬現象について、測定解析の周波数範囲を広げることで測定結果と超音波現象による各種の効果の関係を明確にして超音波を効率よく効果的に利用できるようにすること。

【課題を解決するための手段】

【0011】

超音波素子(1)の振動面について、微細な加工・微細な部品の接着、あるいは音響特性を確認している対象物(金属、ガラス、樹脂、...)を、接着することで、超音波のスweep発振により表面弾性波が各種形状のエッジ部の複雑な伝搬状態の変化により1/100、1/10のサブハーモニック、あるいは、10倍、100倍の高調波が簡単に発生・制御することが可能になり目的とする超音波伝搬現象を、効率よく実現できる超音波発振制御プローブと超音波発振制御方法を利用する。

【0012】

【0011】の超音波発振制御プローブの利用に関して、超音波素子(1)の振動面について、異なる材質(音響インピーダンス)の部材を接着することで、ナノレベルの洗浄、加工、攪拌...において1Hz~100MHz範囲の超音波伝搬を実現し、音圧データを解析(自己相関、バイスペクトル、パワー寄与率、インパルス応答)・管理することで、各種の超音波発振に関する各種設定事項をダイナミックな変化(非線形現象)に関して最適化する。

【発明の効果】

【0013】

【図1】音圧測定データ(縦軸:パワー dBu 横軸:周波数 MHz)超音波発振制御プローブ:800kHz~1.2MHzのスweep発振

(矩形波 デュティー43%)による100MHzまでの超音波データ

【図2】音圧測定データ(縦軸:パワー dBu 横軸:周波数 MHz)超音波発振制御プローブ:

100kHz-800kHzスweep発振(矩形波 デュティー47%)による

100MHz付近の周波数のピークを抑えた超音波データ

【図3】音圧測定データ（縦軸：パワー d B u 横軸：周波数 MHz）  
2本の超音波発振制御プローブ：

- 1) 300 Hz - 3.8 kHz スweep発振（矩形波 デュティー43%）
  - 2) 200 kHz - 1 MHz スweep発振（矩形波 デュティー31%）
- 上記1) 2) による精密洗浄目的に合わせた超音波データ

【図4】音圧測定データ（縦軸：パワー d B u 横軸：周波数 MHz）  
従来の発振面がフラットな超音波プローブ：

- 3.5 MHz ~ 4.4 MHz の  
スweep発振による100 MHzまでの超音波データ

【図5】音圧測定データの解析結果：自己相関

ダイナミックな変化（非線形現象） 矢印は 500  $\mu$  s 経過

【図6】音圧測定データの解析結果：バイスペクトル

ダイナミックな変化（非線形現象） 矢印は 500  $\mu$  s 経過

【図7】超音波発振制御プローブ

- 1) 超音波素子
- 2) 音響特性を確認している対象物

【図8】超音波発振制御プローブ

【図9】超音波発振制御振動子

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】超音波利用について、超音波の伝搬周波数の範囲と、測定解析の周波数範囲を広げることで、目的に合わせた超音波伝搬現象を効率よく効果的に実現できるようにすること。

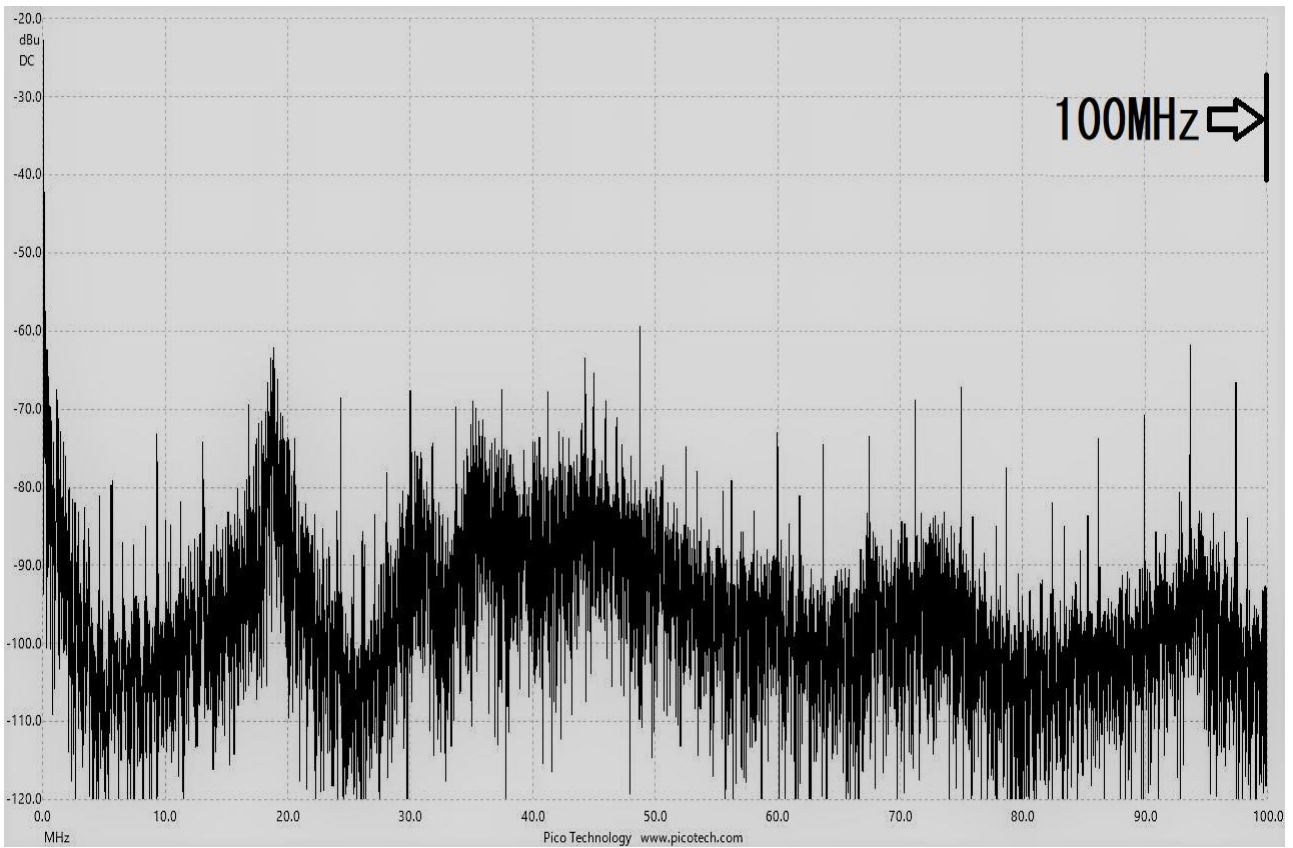
【解決手段】超音波振動面に対して、微細な加工あるいは部材の接着により、0.01 Hz ~ 1 GHz の振動伝搬状態が出来る超音波発振制御プローブを製作して利用すること。

上記のプローブを複数使用して、低周波（数百ヘルツ～数十キロヘルツ）のスweep発振と高周波（数百キロヘルツ～数メガヘルツ）のスweep発振を組み合わせることで、利用目的の周波数伝搬状態を、音圧データの解析（自己相関、バイスペクトル、パワー寄与率、インパルス応答）に基づいて実現すること。

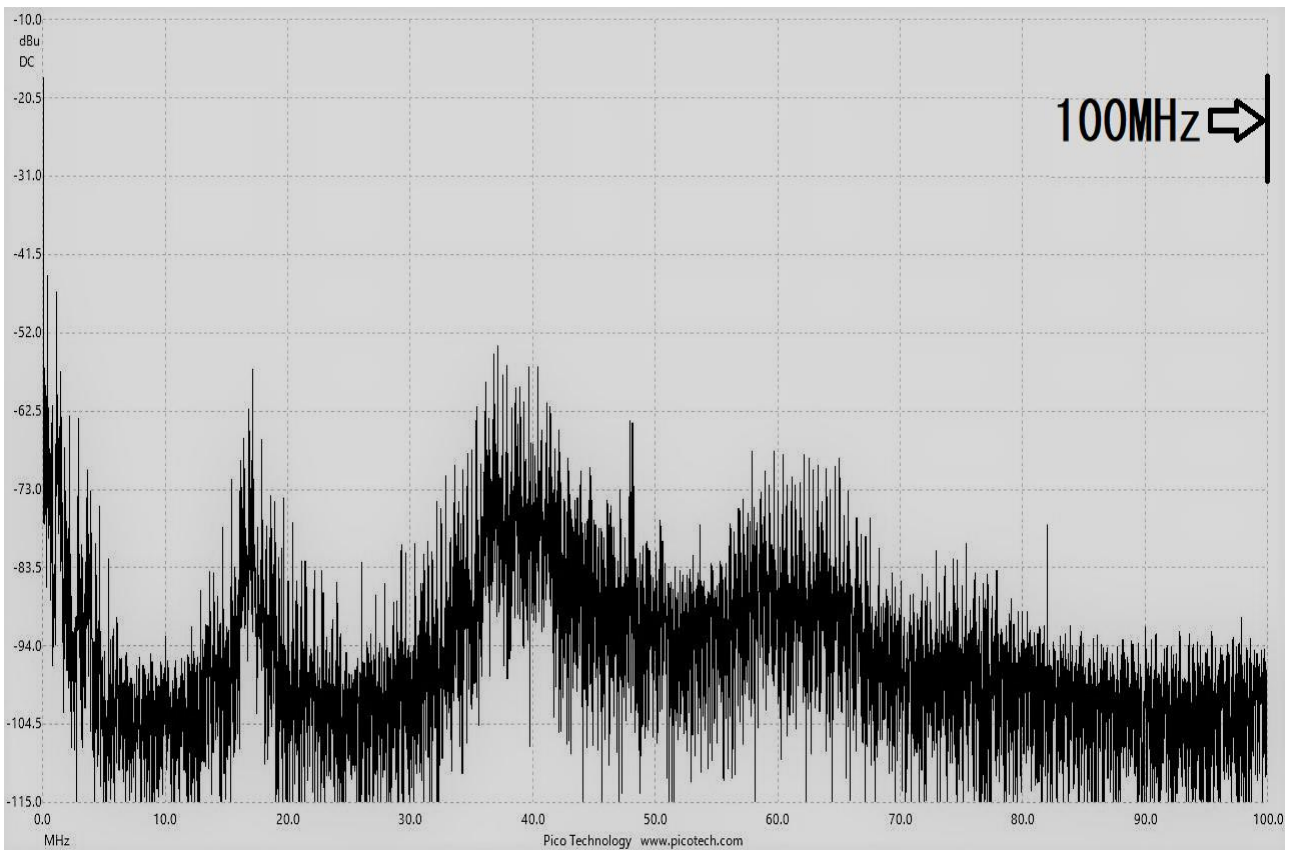
【選択図】 図7

【書類名】 図面

【図 1】

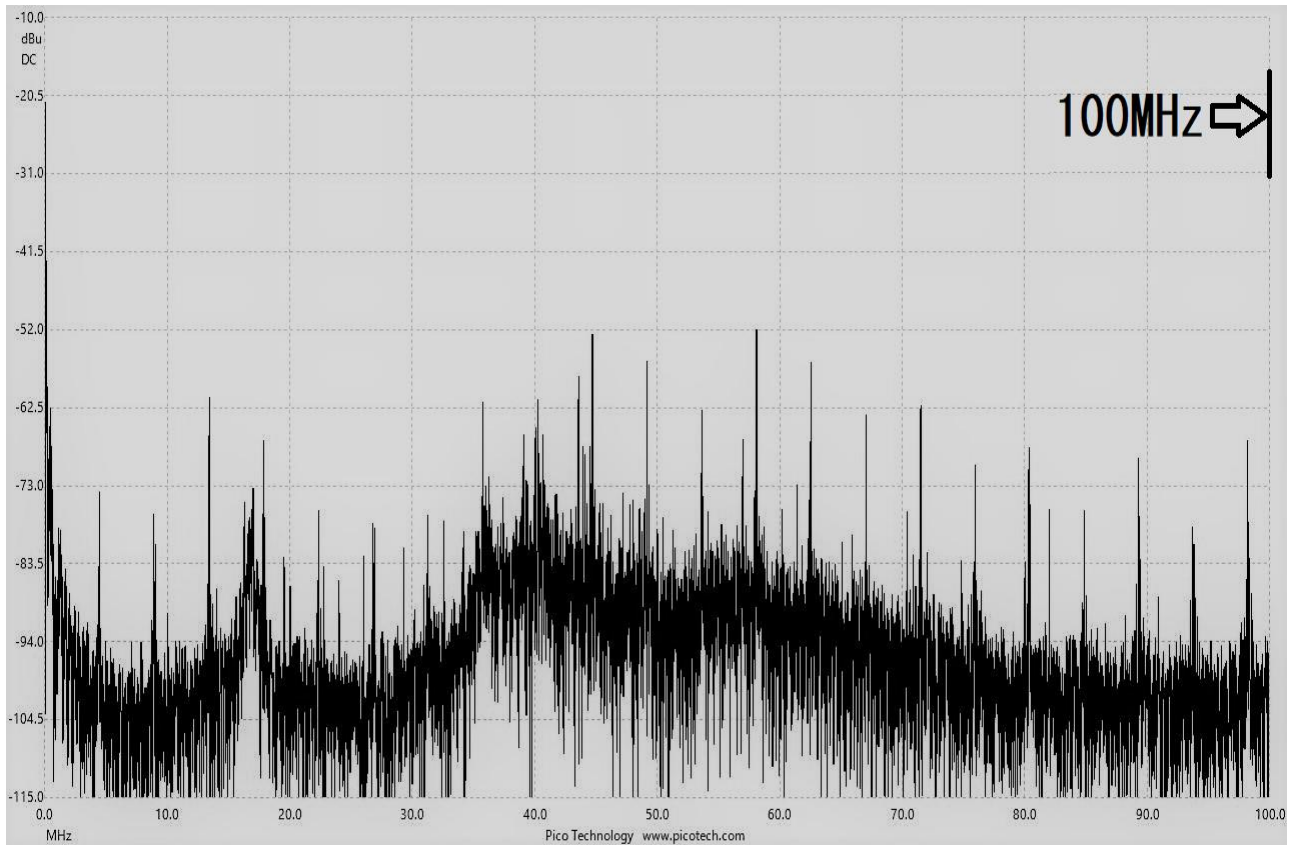


【図 2】

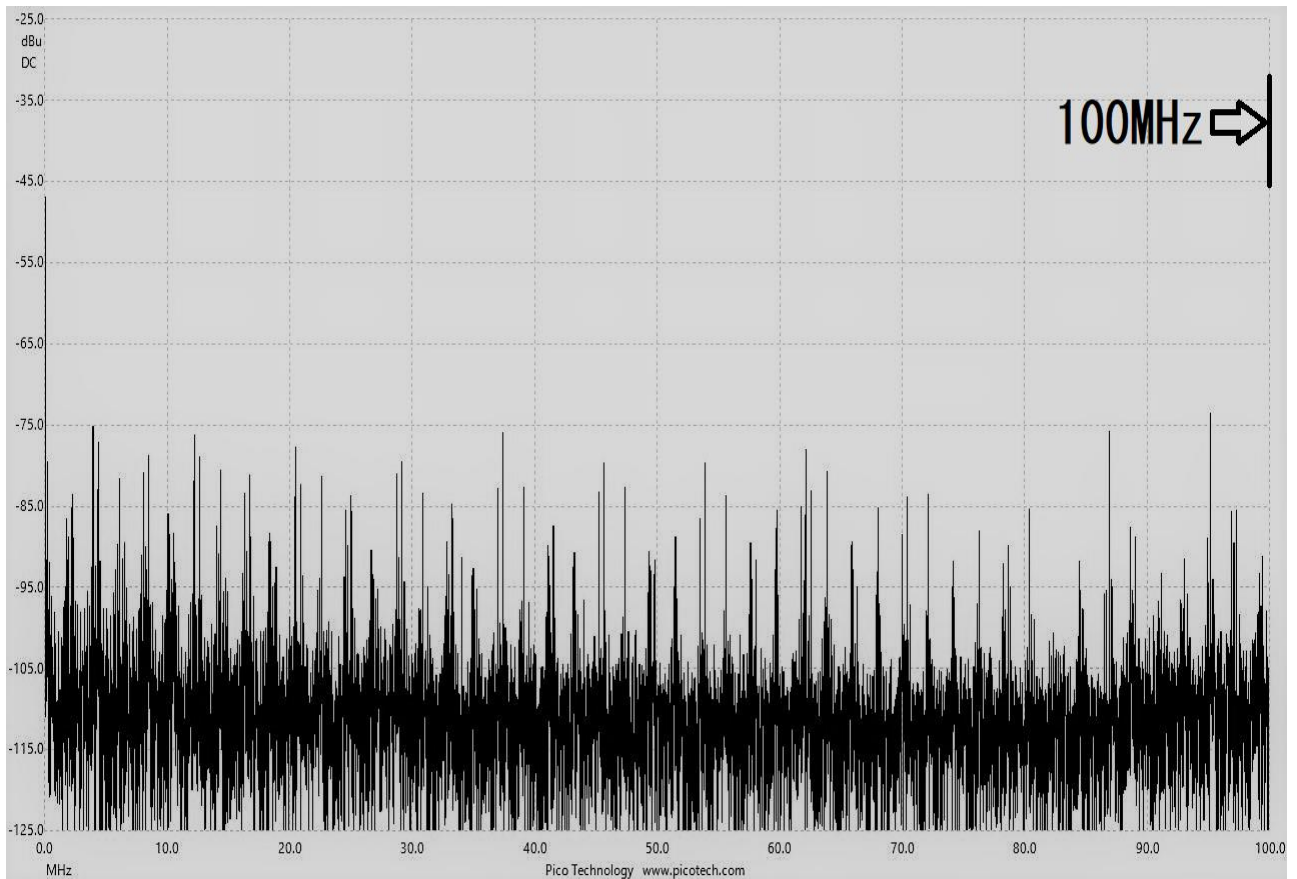




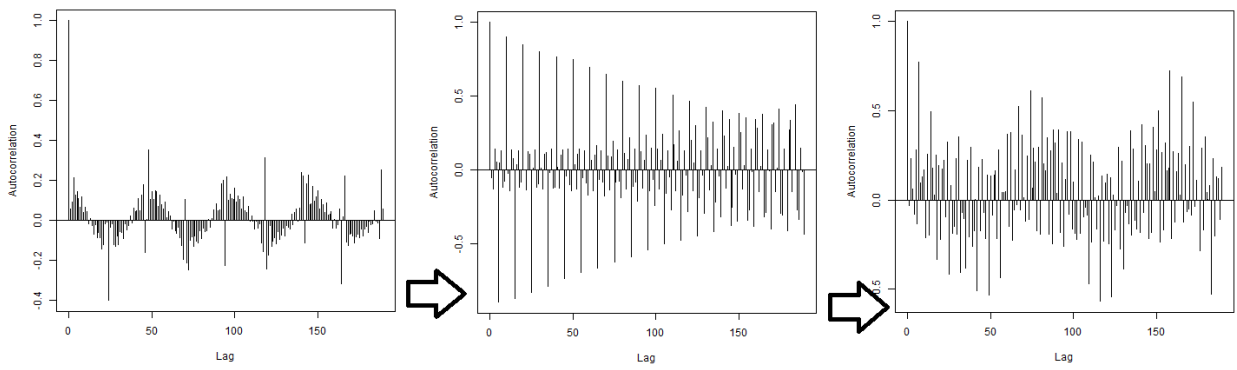
【 図 3 】



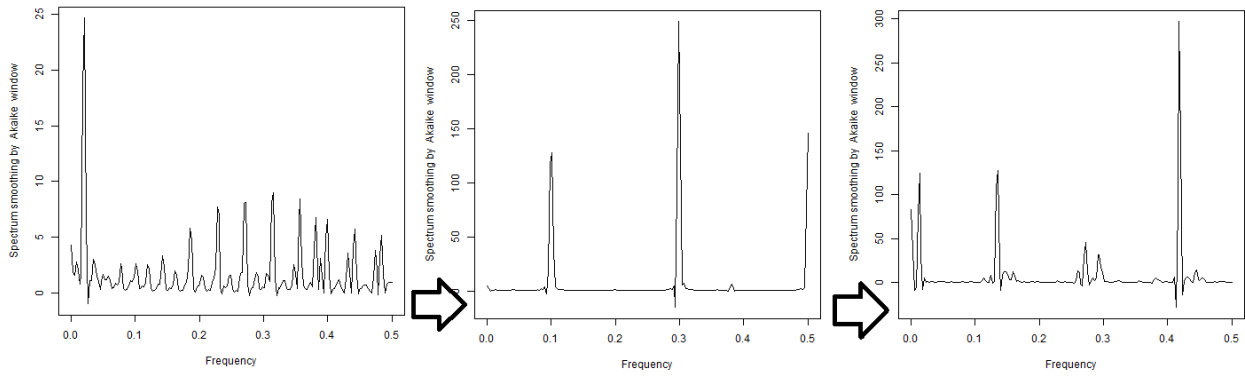
【 図 4 】



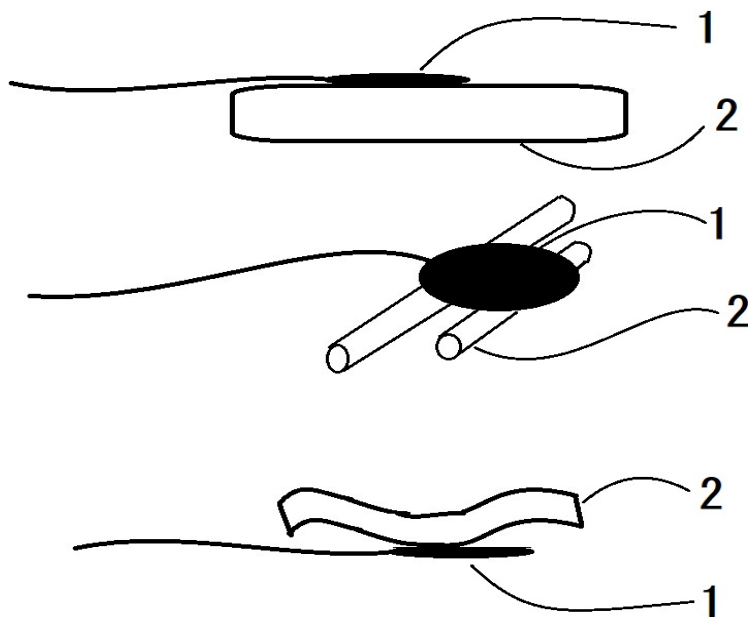
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【図 8】



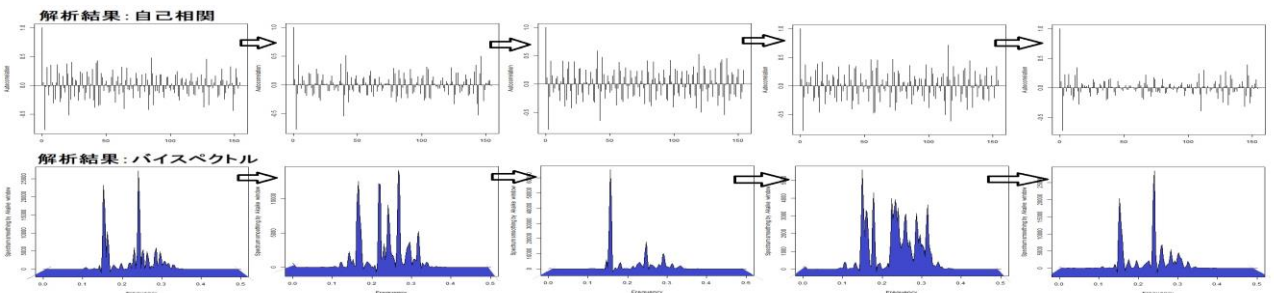
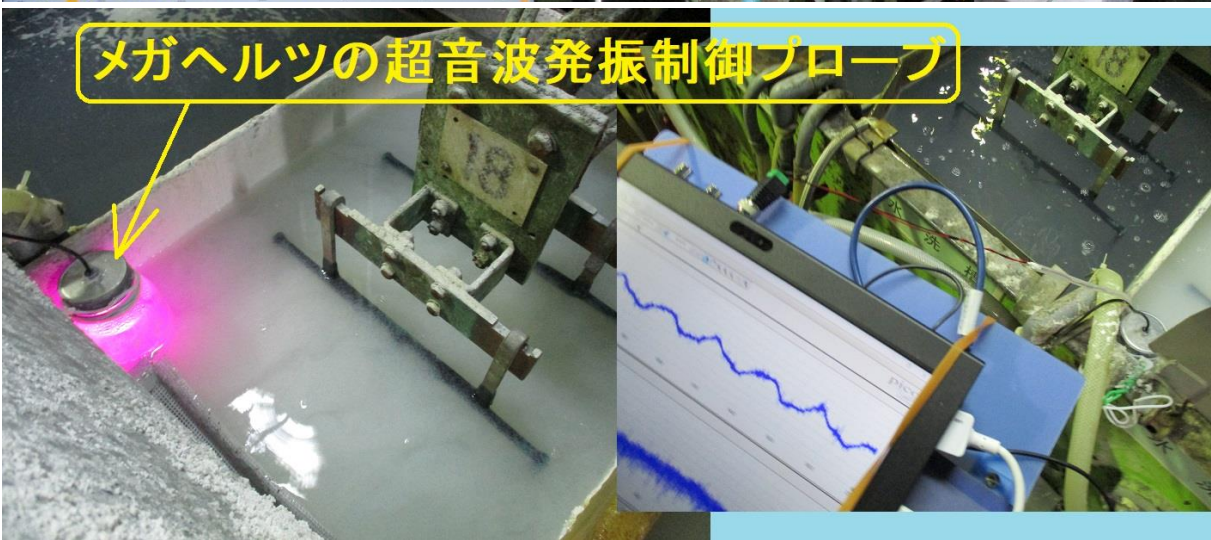
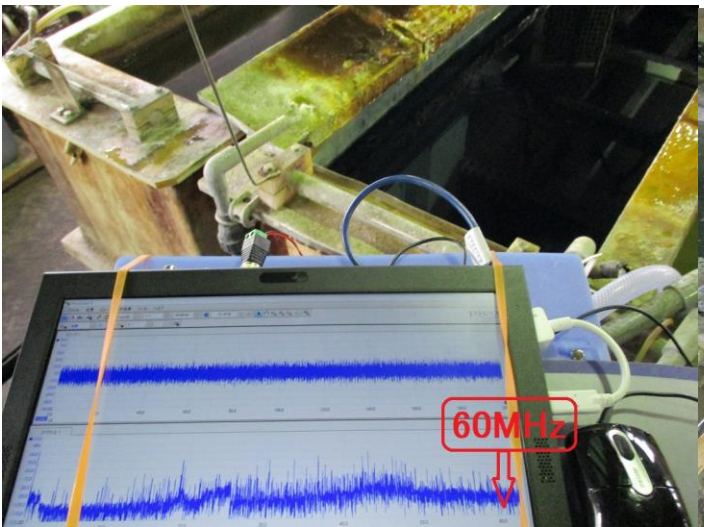
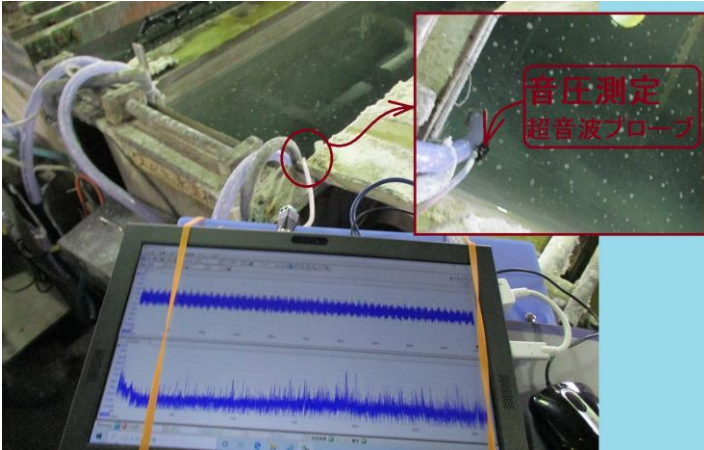
メガヘルツの超音波発振プローブ

【图 9】





参考



参考<<超音波システム>>

超音波発振システム（1MHz、20MHz）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18817>

超音波の音圧測定解析システム（オシロスコープ 100MHz タイプ）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17972>

超音波の音圧測定解析システム「超音波テスターNA」

<http://ultrasonic-labo.com/?p=16120>

超音波とファインバブルを利用した「めっき処理」技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=18093>

空中超音波技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=17220>

超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

「超音波の非線形現象」を利用する技術を開発

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1328>

超音波実験写真（表面弾性波の応用）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=2005>

超音波洗浄に関する非線形制御技術

<http://ultrasonic-labo.com/?p=1497>

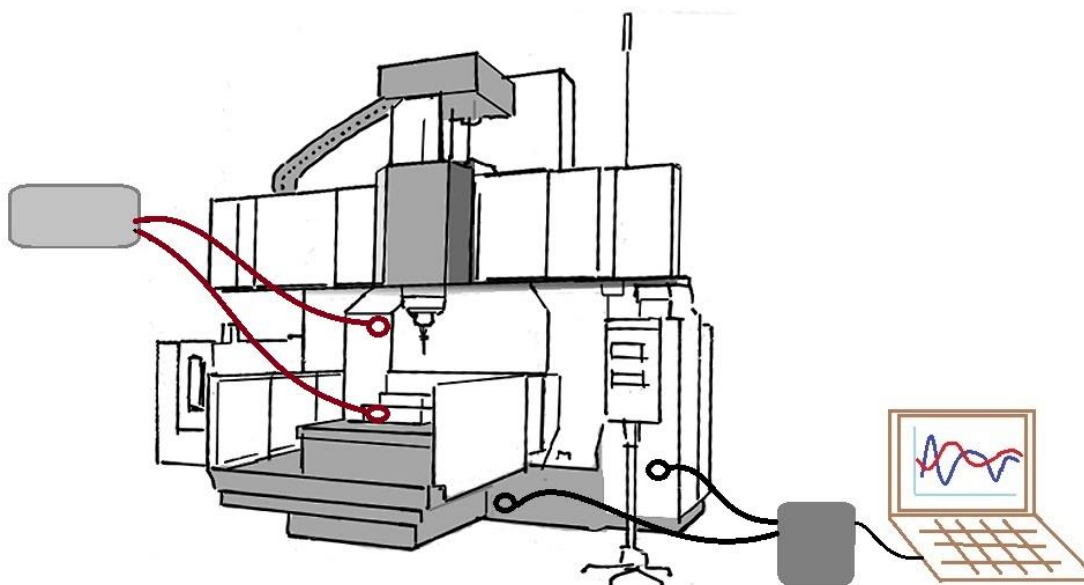
超音波システム（音圧測定解析、発振制御）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=19422>

超音波技術資料（アペルザカカタログ）

<http://ultrasonic-labo.com/?p=8496>

## 複数の超音波プローブによる超音波発振(制御)



発振信号、受信信号のデータから振動状態を解析する