小型で強力な空中超音波を発生する装置
― 2種類の音源 ―

日本大学 理工学部 電気工学科 教授 三浦 光 助手 淺見 拓哉

目的・背景

- 空中超音波センサ（図1）は、超音波の伝搬時間より対象物との距離を簡単に測れるセンサである（図2）。
- 代表的な用途として、自動車に搭載のパーキングアシストシステムのバックソナーやコーナーソナー等があり、ハイレベルの自動運転にも必須のセンサである。
- 空中超音波センサの重要な性能の一つに「測定可能距離」がある。
- 測定可能距離はセンサから出力される音圧の大きさに依存する。
- 本稿では小型でありながら大きな音圧の超音波を発生させる装置を提案する。

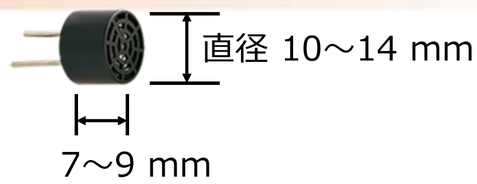


図1 代表的な超音波センサ（村田製作所製MA40S4）[1]

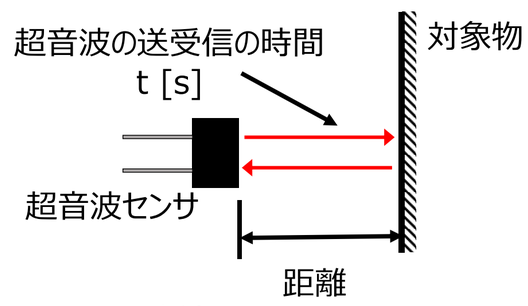


図2 超音波センサによる距離測定の原理

原理・方法

- 小型でありながら強力な超音波を発生させるために、円板のたわみ振動を用いる。
- 円板たわみ振動に位相差が生じると正面方向の音圧が低下する。
- 円板全体が同相で振動するために、図3に示すような2種類の構造を考案した。
  - (a) 中心部を加振した場合 ： 加振部を太くすることで円板が同相で振動する構造とし、円板の円周にて大きな振動が得られる。
  - (b) 円周部を加振した場合 ： 円周上から振動を加えることで円板が同相で振動する構造とし、円板の中央で大きな振動が得られる。
- このような構造にすることで正面方向に強力な超音波を発生させる。

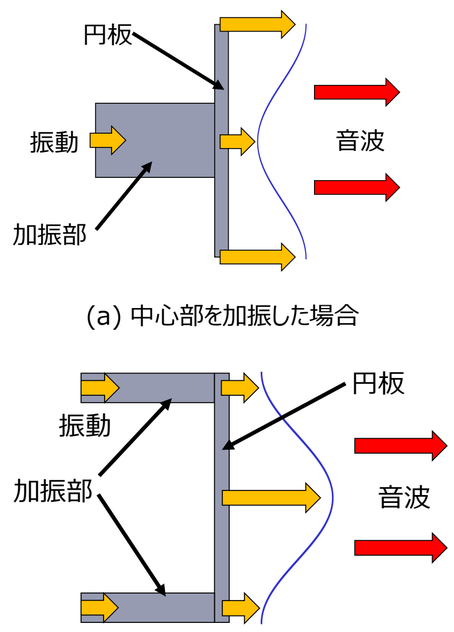
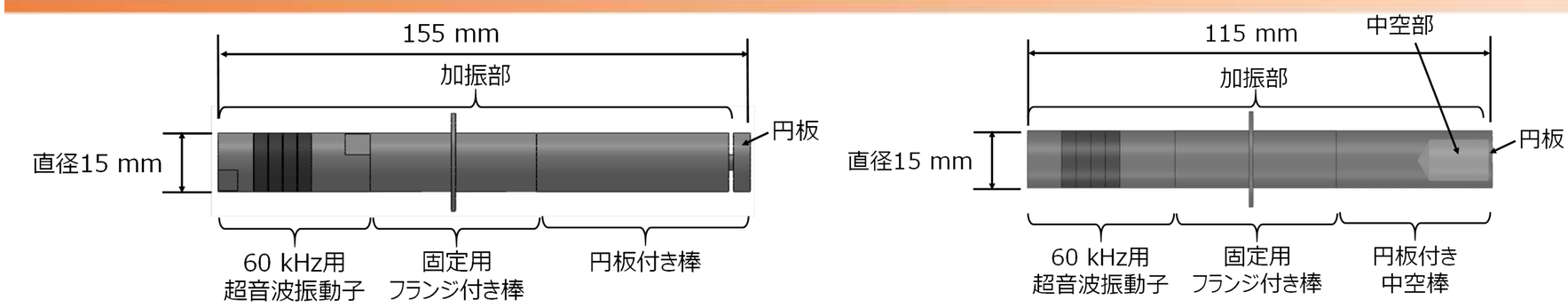


図3 円板が同相で振動するための加振方法

結果・まとめ



(a) 中心部を加振した場合　(b) 円周部を加振した場合

図4 両方式の装置の構造

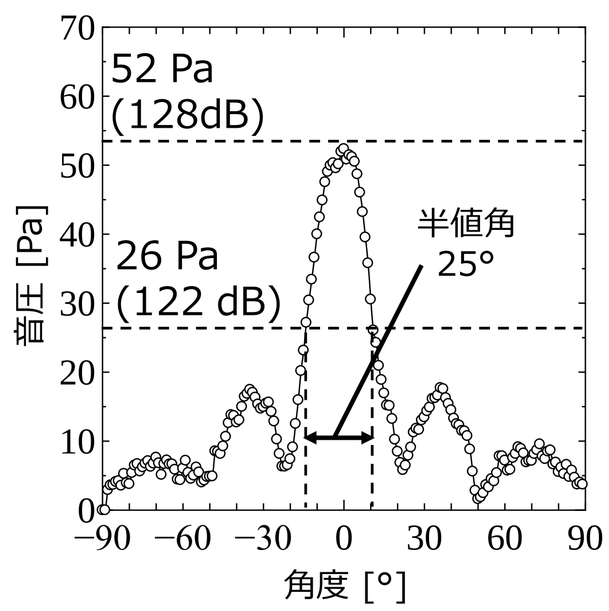


図5 中心部を加振の場合の音波の指向性

- 図4は両超音波発生装置の具体的な構造である。
  - ・両装置とも振動子、固定用フランジ付き棒及びその先端の棒の部分（(a)のみ）が加振部となる。
  - ・図(b)の場合は中空棒の先端に円板をエポキシ系接着剤で接着しているため、防水になっている。
- 図5は中心部を加振した場合の放射音波の指向性の測定結果（振動子駆動周波数：58 kHz、駆動電圧：2.5 Vrmsの場合）であり、半値角が25° の鋭い指向性が得られている。

表1 各装置の特性

	駆動電圧	音圧(距離300 mm)	半値角	最大音圧(距離300 mm)
村田製作所製MA40S4[1]	10 Vrms	20Pa (120dB)	96°	―
中心部を加振	2.5 Vrms	52Pa (128dB)	25°	78Pa (132dB, 4Vrmsで駆動)
円周部を加振	2.5 Vrms	23Pa (121dB)	40°	61Pa (130dB, 7Vrmsで駆動)

- 表1に示すように、提案した装置では、低い駆動電圧にて高い指向性で高い音圧が得られている。

応用分野・用途

- 長距離用の空中超音波センサ
- アレイ状に配置して超強力超音波発生装置

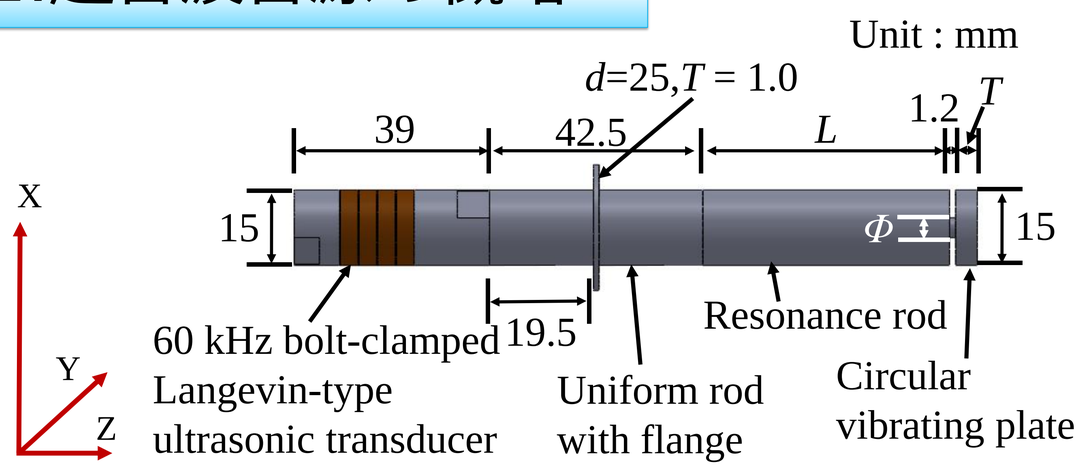
参考
1 村田製作所、開放型超音波センサ、https://www.murata.com/

自主創造 日本大学 NIHON UNIVERSITY
日本大学産官学連携知財センター（NUBIC）
〒102-8275 東京都千代田区九段南4-8-24 日本大学会館
Tel: 03-5275-8139 Fax: 03-5275-8328 E-mail: nubic@nihon-u.ac.jp http://www.nubic.jp
Nubic

小型で強力な空中超音波を発生する装置
― 中心部を加振する音源 ―

日本大学 理工学部 電気工学科 教授 三浦 光 助手 淺見 拓哉

1.超音波音源の概略

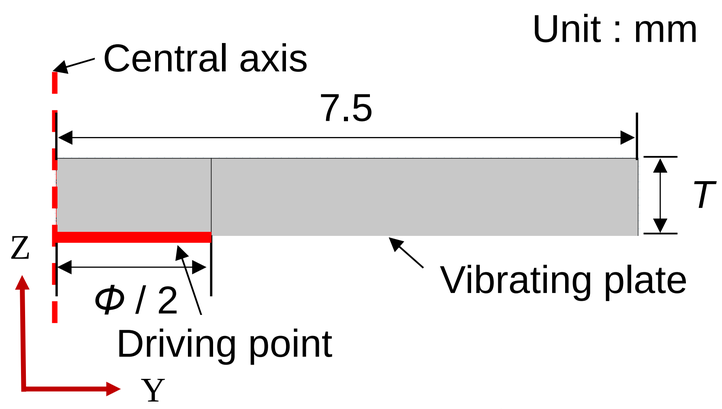


- T ： 振動板の厚さ
- Φ ： 支柱の太さ
- L ： 共振周波数調整用伝送棒の長さ

2. 振動部の寸法の検討

検討目的

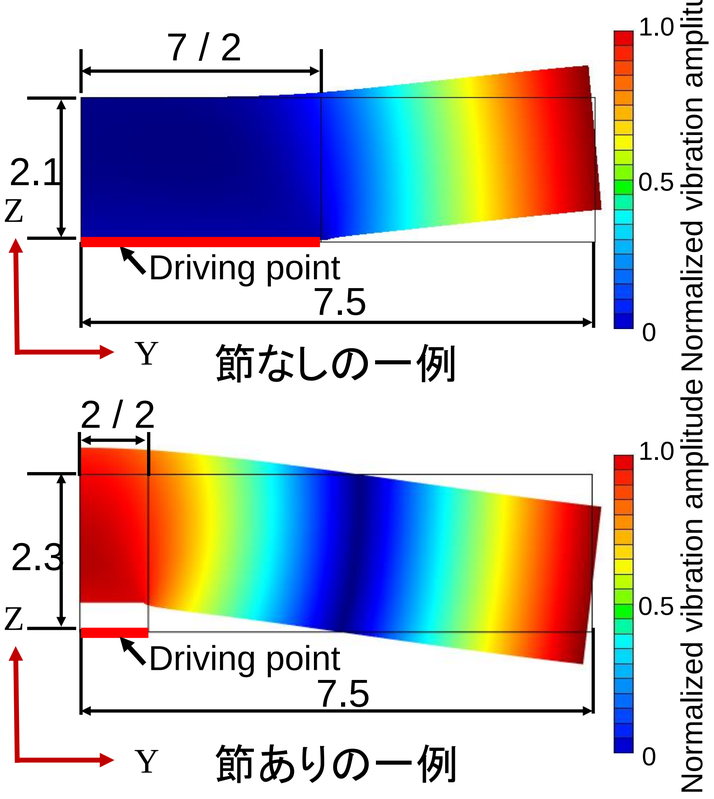
たわみ振動の節がなく、全体が同一方向に大きな振幅で振動する寸法(振動板の厚さT及び支柱の直径 Φ)を検討する。



検討方法

有限要素法を用いたシミュレーションソフト(COMSOL Multiphysics)で解析する。
振動板の厚さT(1～5 mm)及び支柱の直径 Φ(1～8 mm)を変化させたとき、振動板の振動の“節”の有無を明らかにする。

シミュレーションモデル



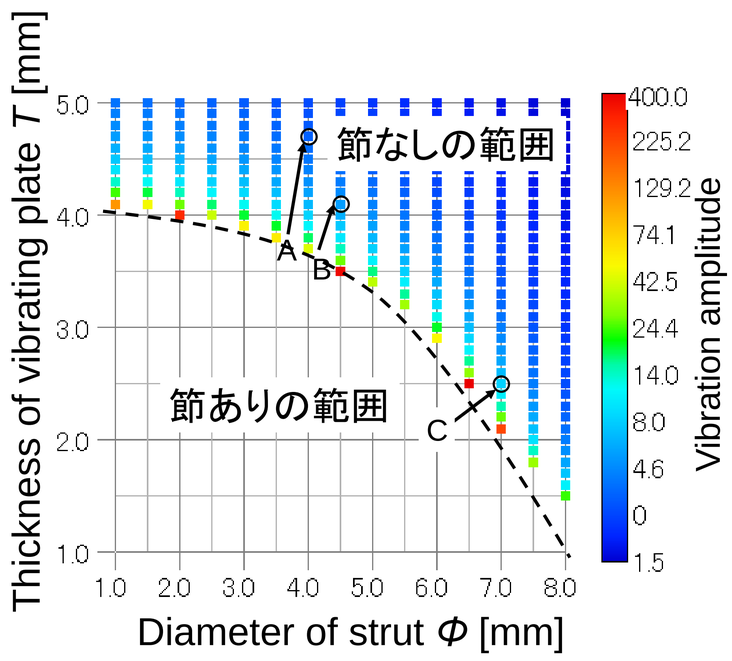
▼

節がない寸法になる場合について、振動板端の変位を中心変位で割った値をプロットしたカラーマップで示す。

解析条件
駆動周波数58 kHz
駆動点に1 μmの加振

結果

解析結果より、節の有り無しの条件が明らかになった。また、振動変位の極大値は、節なしから節ありになる手前にあることがわかった。



3. 実測による振動板の振動変位分布

検討目的

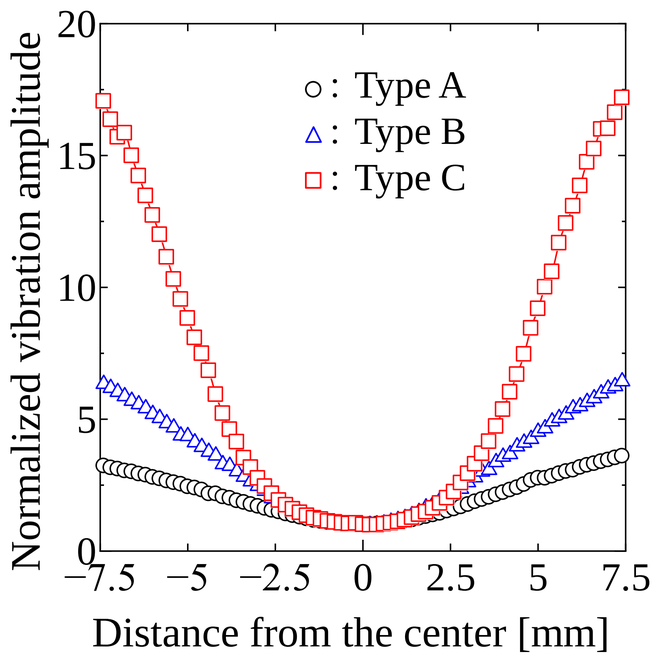
図中に示したタイプA,B,Cの音源を製作し、振動変位分布を比較検討する。

検討方法

測定方法
レーザードップラー振動計を用いて、振動板の振動変位分布の測定。
測定条件
駆動周波数 58 kHz付近の共振周波数
駆動電力 0.1 W
測定範囲
測定範囲は振動板中心を通る直径(±7.5 mmの範囲)で0.2 mm間隔

結果

解析結果と同一の傾向となり、タイプCの振動板端の変位が最大であった。



4. 放射された音波の指向性

検討目的

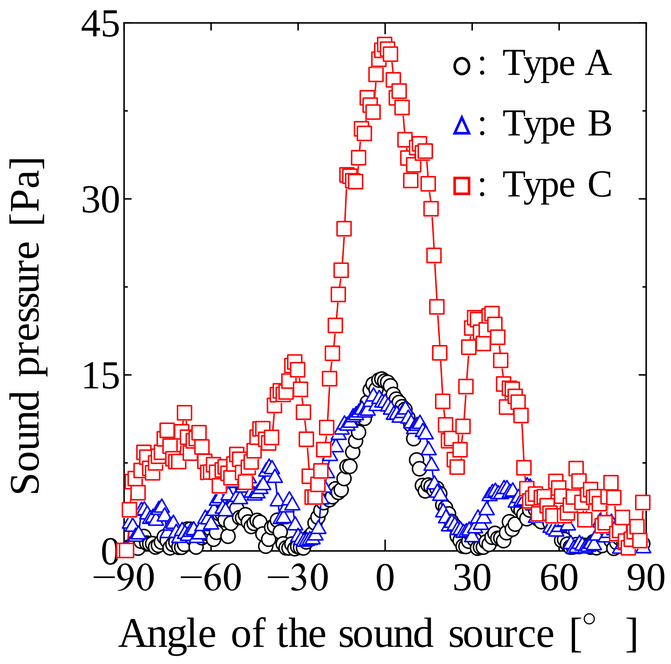
音源の特性として放射された音波の指向性の測定を行う。

検討方法

測定方法
1/8コンデンサマイクロホンを用いて音圧を測定。
測定条件
駆動周波数 58 kHz付近の共振周波数
駆動電力 0.1 W
測定距離 30 cm
測定範囲
振動板面の正面方向を0°とし、±90°とした。

結果

いずれのタイプも角度0°付近の音圧が大きい。
中でもタイプCは最大音圧が約43 Paとなった。



5. まとめ

振動変位分布の結果

変位分布はシミュレーション結果と実測値の正規化した結果が同様の傾向になった。

音圧変位分布の結果

タイプCの場合に正面方向に指向性の鋭い音波を放射できることがわかった。

自主創造 日本大学 NIHON UNIVERSITY
日本大学産官学連携知財センター（NUBIC）
〒102-8275 東京都千代田区九段南4-8-24 日本大学会館
Tel: 03-5275-8139 Fax: 03-5275-8328 E-mail: nubic@nihon-u.ac.jp http://www.nubic.jp
Nubic