

L-43

縞モード振動板と放射方向変換器を用いた点集束型空中超音波音源の小型化

Miniaturization of a point-convergence-type aerial ultrasonic source with a strip-mode vibration plate

○栗山朋之¹, 北村優亜², 大隅歩³, 伊藤洋一³*Kuriyama Tomoyuki¹, Kitamura Yuua², Oosumi Ayumu³, Itou Youichi³

Abstract: We have already developed a point-convergence-type aerial ultrasonic source with a strip-mode vibration plate and an emission direction converter. In the report, we examined the miniaturization of the sound source using the technique of direction of the longitudinal vibration.

1. はじめに

現在、強力な空中超音波を発生させる代表的な装置として、縞モード矩形振動板と放射方向変換器を組み合わせた点集束型空中超音波音源がある。本研究は、この音源をより実用するための要素の一つである小型化について、種々検討している。

本報告では、この音源の縦振動系に L 字変換機構を組み込むことで、小型化を目指している。

2. L 字変換機構を有する超音波縦振動系と試作音源

Fig. 1 (a) は従来の超音波縦振動系の概略であり、超音波振動子に振幅拡大のためのホーンを取り付け、さらに半波長振動伝送棒を介して縞モード振動板が取り付けられている。それぞれが縦列に接続されているため縦長の構造になってしまう。したがって、これに他の装置を組み込んだ場合には、音源部の寸法がかなり大きくなってしまふことが予想される。その解決方法の一つが縦振動系への L 字変換機構の導入であり、同図 (b) はその概略である。これは超音波縦振動の L-L 変換機構を応用したもので、縦振動を 90° 偏向させる機構を半波長振動伝送棒の中央部に組み込んである。

試作した音源は、定格駆動周波数 27kHz のボルト締めランジュバン型振動子 (B.L.T.) に振幅拡大のためのエキスポネンシャルホーン (拡大比: 6) を結合し、L 字型振動伝送棒を介して縞モード矩形振動板 (110 mm × 184 mm × 3 mm のジュラルミン製、節線数 12 本、共振周波数約 26.9 kHz) を取り付けられている。

また、Fig. 2 は縞モード振動板から放射される音波を一点に集束させるための放射方向変換器を組み合わせた場合の音源の概略であり、従来音源を比較のため示している。なお、放射音波が音源開口から 140 mm の位置 (点 O) に集束するように、放射方向変換器 (ケミカルウッド製) を設計・製作した。

3. 試作音源の放射音波特性

a. 振動特性:

試作した点集束型超音波音源の振動板中心の振動振幅と、音源への供給電力の関係について検討した。振動振幅はレーザドップラ振動変位計で測定した。

Fig. 3 はその結果であり、Fig. 1 (b) に示す従来型超音波振動系の振動特性を比較のため示している。図より、供給電力に対して振動振幅が約 1/2 乗の関係で得られており、良好に振動しているのが分かる。

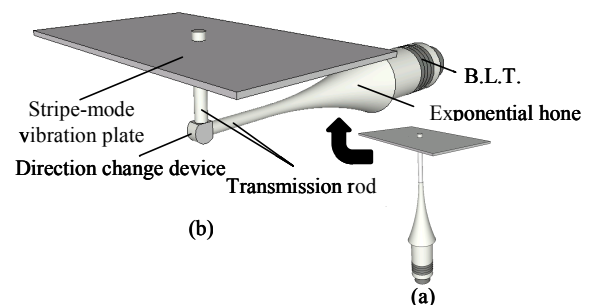


Figure 1. Schematic drawings of an aerial ultrasonic source using a direction change device.

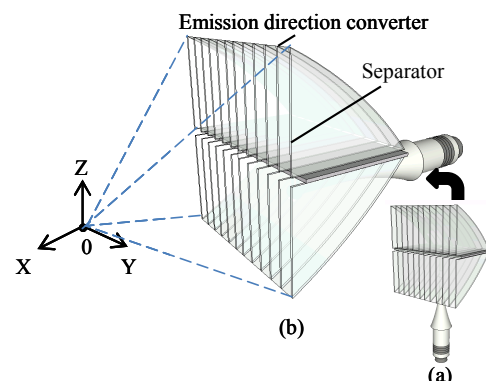


Figure 2. Schematic drawings of a new type point focusing ultrasonic source.

また,従来型振動系と同じ振動振幅を得るには約1.2倍の供給電力が必要であることが分かる.

b. 音波集束特性:

Fig. 4は音波集束点O付近の音圧分布を1/8インチマイクロホンを用いて測定した結果である. 図より,振動板からの放射音波が一点状に集束しているのが分かる. 集束距離は設計値(140 mm)とほぼ一致していた.

c. 集束点での音圧特性:

集束点Oにおける音圧と音源への供給電力の関係を実験的に測定した. Fig. 5はその結果である. 図より,供給電力に対して音圧は1/2乗の関係で得られており,電力10Wのとき約2700Paの強力な音波が発生できている.

4. まとめ

従来の超音波縦振動系にL字変換機構を組み込んだ点集束型空中超音波音源を提案し,これを試作した. その結果,従来型音源と遜色ない特性を得られることが分かった. この音源は音源開口を一面とする直方体の形状となるためコンパクトであり,他の装置との組み合わせも比較的容易と考えている.

5. 参考文献

[1] 山根宏之, 伊藤洋一, 川村雅恭, 「縞モード振動板からの音波放射」, 音響学会誌, vol. 39, pp. 380-387, 1983.
 [2] 伊藤洋一: 「縞モード振動板を用いた放射方向変換型空中超音波音源と強力音場の形成」, 音響学会誌, vol. 42, pp. 612-629, 1986.
 [3] 伊藤洋一: 「縞モード振動板並びに放物面反射板を用いた一点集束型空中超音波音源」, 音響学会誌, vol. 46, pp. 383-390, 1990.
 [4] Youichi Ito, Satoshi Nakayama and Ryouhei Miwa : “Measurement of Residual Particle by High-Intensity Aerial Ultrasonic Waves”, Jpn. Appl. Phys., Vo.38, No.5B, pp3312-2989, 1999.
 [5] Youichi Ito: “A Vibration Plate Type Aerial Ultrasonic Sound Utilizing Directional Change and Division of Longitudinal”, Jpn. Appl. Phys., Vol.39, No.5B, pp2986-2989, 2000.

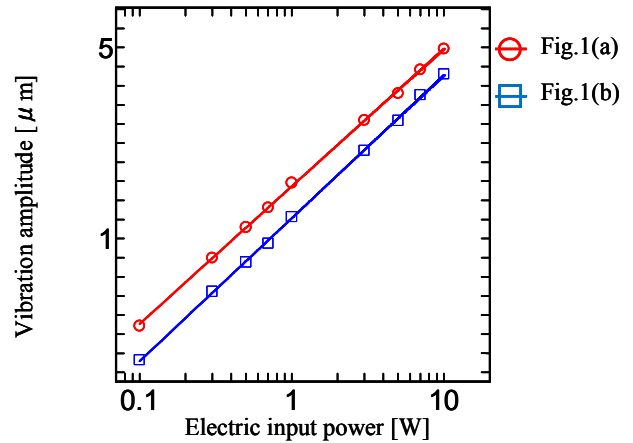


Figure 3. Vibration amplitude characteristics of ultrasonic source.

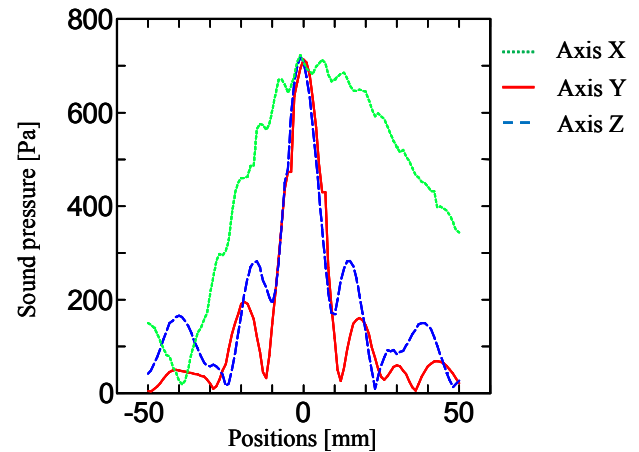


Figure 4. Distribution of sound pressure in vicinity of the converging point.

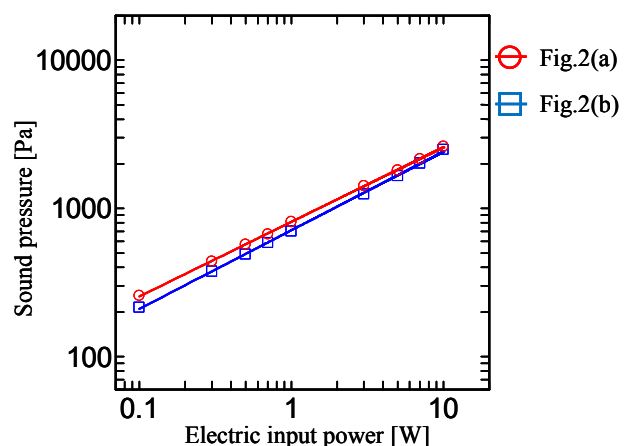


Figure 5. Relationship between sound pressure in the focused sound field and electric input power.