

## 円環振動子の片持ち支持可能な振動モードの検討

|                    |   |
|--------------------|---|
| その他（別言語等）<br>のタイトル | Consideration of the vibration mode of<br>cantilevered annular vibrator         |
| 著者                 | 保科 壮希, 青柳 学, 田村 英樹, 高野 剛浩   |
| 雑誌名                | 日本音響学会研究発表会講演論文集  |
| 巻                  | 2012年春季   |
| ページ                | 1355-1356   |
| 発行年                | 2012-03   |
| URL                | <a href="http://hdl.handle.net/10258/1707">http://hdl.handle.net/10258/1707</a> |

## 円環振動子の片持ち支持可能な振動モードの検討

|                    |   |
|--------------------|---|
| その他（別言語等）<br>のタイトル | Consideration of the vibration mode of<br>cantilevered annular vibrator         |
| 著者                 | 保科 壮希, 青柳 学, 田村 英樹, 高野 剛浩   |
| 雑誌名                | 日本音響学会研究発表会講演論文集  |
| 巻                  | 2012年春季   |
| ページ                | 1355-1356   |
| 発行年                | 2012-03   |
| URL                | <a href="http://hdl.handle.net/10258/1707">http://hdl.handle.net/10258/1707</a> |

## 円環振動子の片持ち支持可能な振動モードの検討\*

○保科壮希, 青柳学 (室蘭工大・院) 田村英樹, 高野剛浩 (東北工大)

## 1 はじめに

バルクモードを有する超音波振動子の支持には振動節部などの振動変位の小さな部分を支持する方法が一般的である。一方, 多重モード振動子ではモードごとに振動節が異なる場合が多い。したがって, 各モード共通の位置に振動節を有するモードの組合せが用いられている[1-2]。しかし, 支持する位置が構成上必ずしも望ましいとは限らない。振動子の片持ち支持は支持構成が簡単で望ましいが, 音さを除く多くの振動子は支持の影響が大きい。

本報告では多重モード円環振動子において振動節を外周部に発生させ, 片持ち支持が容易になる可能性を有限要素法解析により検討した結果を述べる。

## 2 円環振動子

## 2.1 振動モード

円環振動子の非軸対称((1,1))振動モードと径方向伸縮振動モードの共振周波数は内外径比を調節することで近接できる[2]。

円環振動子の外径を 20 mm に固定して内径を変化させ, 2つの振動モードの共振周波数の有限要素法解析の結果を Fig. 1 に示す。ここで, 圧電セラミックス(C213, 富士セラミックス)の定数を用いている。円環振動子の内外径比が 0.27 近傍での縮退が確認された。

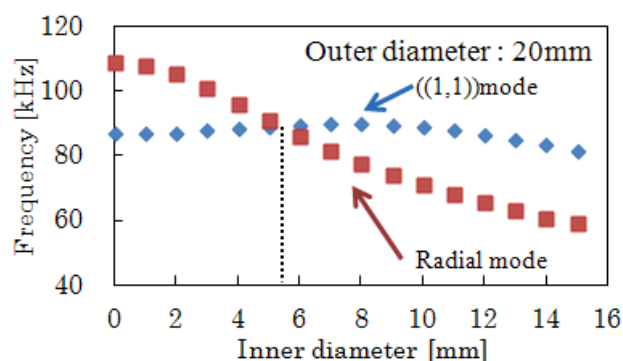


Fig. 1 Resonance frequencies to ratio of inner and outer diameter.

縮退振動モードを Fig. 2 に示す。右側は円環振動子の中心線上における縮退振動モードの図に示した方向の変位を示し, 最も大きい変位で規格化している。円環振動子の上側で変位が大きい。一方, 外周下側の変位は小さく, 振動の節が形成されている。振動子上側では2つの振動モードの変位の和になるため変位が大きくなるが, 下側では2つの振動モードの変位の差になり, 打ち消し合う部分で振動節が形成される。円環振動子の外周上に振動の節が生じているため, 片持ち支持が容易になると考えられる。

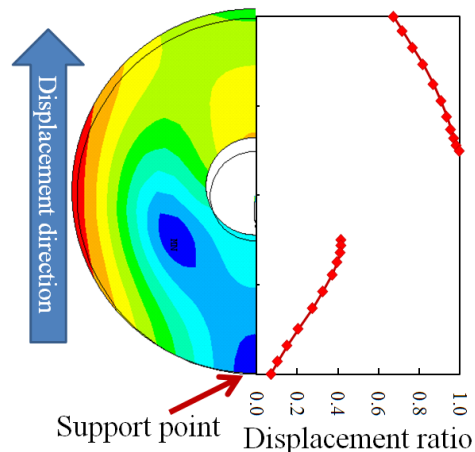


Fig. 2 Contour figure and normalized displacement distribution of degenerated vibration mode.

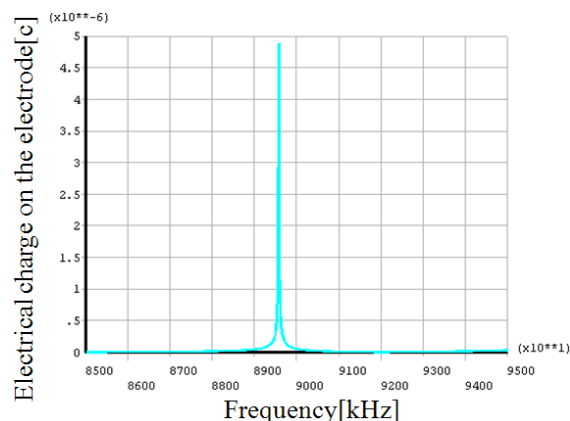


Fig. 3 Resonance frequency response of degenerated vibration mode.

\* Consideration of the vibration mode of cantilevered annular vibrator, by HOSHINA, Souki and AOYAGI, Manabu (Muroran Institute of Technology) and TAMURA, Hideki and TAKANO, Takehiro (Tohoku Institute of Technology).

内径 5 mm における縮退振動モードの共振周波数は 89.6 kHz であった. Fig. 3 に示すように発生電荷がピークになる周波数付近で縮退振動モードが得られる. 2 つの振動モードの励振の強さは駆動周波数によって変化するため, 外周下部の変位が小さくなるように駆動周波数を調節する必要がある.

## 2.2 電極配置

検討した円環振動子は厚み方向に分極されており, 両面に電極が塗布されている. 表面は Fig.5 に示すように電極が 2 分割されており, 裏面の電極は分割せず GND として使用する. 共振周波数付近で正弦波交流電圧を表面の片方の電極に印加し励振させる. 振動モードを縮退させているため, 単一電源でも 2 つの振動モードが同時に励振される.

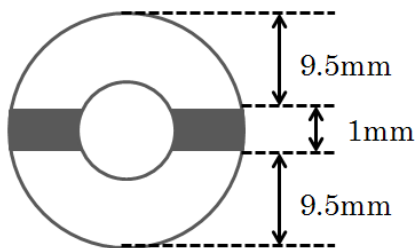


Fig. 4 Electrode pattern.

## 2.3 支持方法

検討した縮退振動モード振動子の支持方法を Fig.5 に示す. 縮退振動モードの節の円周側面に支持部品を接着して支持する. また, Fig.6 に Fig.2 と同様に円環振動子の中心線上の変位を示す. 支持部品を付加し, その底部を拘束した条件で有限要素法解析を行った結果, 支持部品がない場合と比較すると, ほぼ同じモードが励振できることがわかる. これより検討した縮退振動モードは片持ち支持が可能であると考えられる.

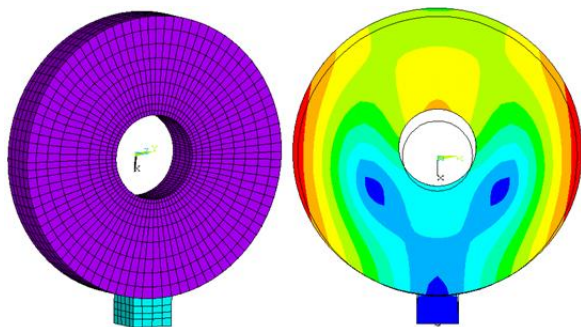


Fig. 5 Support method.

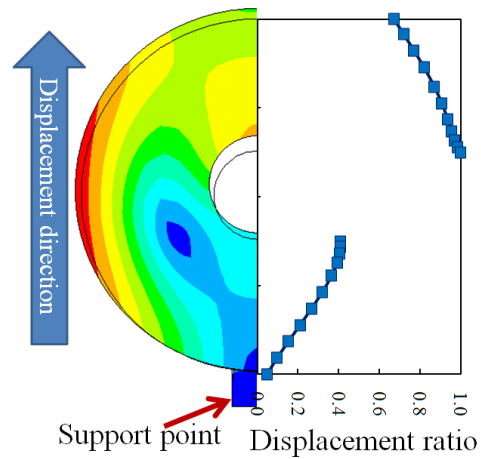


Fig. 6 Contour figure and normalized displacement distribution of degenerated vibration mode with support parts.

## 3 まとめ

有限要素解析により円環振動子の内外径比を調節することで非軸対称((1,1))振動モードと径方向伸縮振動モードを縮退させ, 外径円周上に節が形成される振動モードを得た. 節の支持による影響が少ないことから片持ち支持が可能と考えられる.

駆動周波数によって節の変位が変化するため, 電極パターンを変化させて 2 つの振動モードの励振の強さを独立に調整し, 節を形成することも考えられる.

今後, この支持方法を利用して円環振動子を Fig. 7 に示すようにアレイ状に設置することを検討する. 縮退振動モードの節を支持しているため支持基盤にはほとんど振動が伝わらず, 励振させても隣接する円環振動子には干渉しないと考えられる.

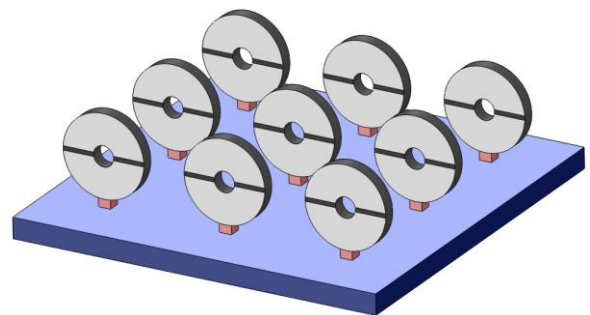


Fig. 7 An example of application.

## 参考文献

- [1] Y.Tomikawa, T.Takano, Jpn. J. Appl. Phys., 34(9B),5288-5291,1995.
- [2] M.Takahiro *et al.*, Japanese Journal of Applied Physics,43(5B),2879-2883,2004.