

超電導のピン止め効果を利用した エッジダンパーレススピーカの試作*

山崎芳男(早田理工) 中島平太郎(日本オーディオ協会)

1. まえがき 日本オーディオ協会(中島平太郎会長)に1999年4月に発足した次世代オーディオ研究委員会(委員長山崎芳男)では超伝導を利用した高能率電気音響変換器の研究を続けてきた。この度高温超伝導バルク材によるピン止め効果を用いてネオジウムマグネットを貼りつけた振動板を空中に浮かせることにより、フローティングマグネット型のエッジおよびダンパーのないスピーカを試作したので報告する。

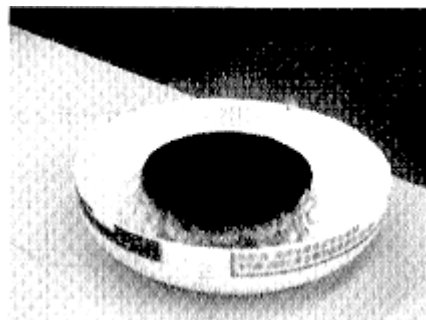


写真 - 1 超伝導バルク材

2. 高温超伝導バルク材 1986年に臨界温度の比較的高い酸化物系超伝導体が発見されにわかに超伝導が身近な存在となった。

超伝導材料には単に電気抵抗がゼロになるばかりでなく、マイスナー効果、ジョセフソン効果やピン止め効果等特有の性質が現れる。このうち特にピン止め効果より永久磁石と超伝導材料を近づけると安定した浮上状態を保つことができる。

今回は新日本製鐵(株)が開発したY-Ba-Cu-O希土類系酸化物単結晶超伝導バルク材QMGを使用した¹⁾。この材料の臨界温度は91Kなので安価で取扱いの容易な液体窒素(沸点77.3K)で冷却することで超伝導を実現することができるうえ、磁場中でも臨界電流密度低下が比較的小さいと言う特長を持っている。



写真 - 2 振動板の固定

3. 超伝導スピーカ スピーカに超伝導材料を導入することにより期待される効果としては、

- ・強力な磁気回路の実現
- ・ボイスコイルの抵抗除去
- ・ピン止め浮上によるエッジ、ダンパーの除去
- ・スイッチングアンプと組み合わせた高能率化等が考えられる。超伝導の導入により、最終的には電気音響変換系における抵抗を放射抵抗のみとし、効率の飛躍的な向上を目指している。

酸化物超伝導バルク材(写真-1)を発泡スチロールの容器に置いて液体窒素で冷やすと、超伝導体は超伝導状態になる。永久磁石を超伝導体に

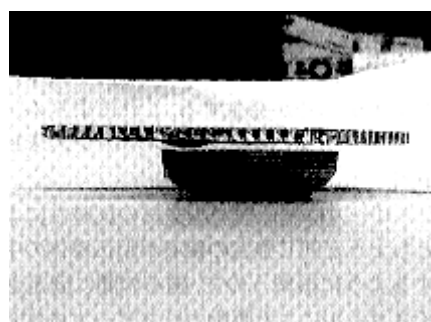


写真 - 3 ピン止め効果により浮上した振動板

*Prototye edgeless dumperless loudspeaker by pinning of superconductor.
By Yoshio Yamasaki (Waseda Univ.) and Heitaro Nakajima (Japan Audio Soc.).

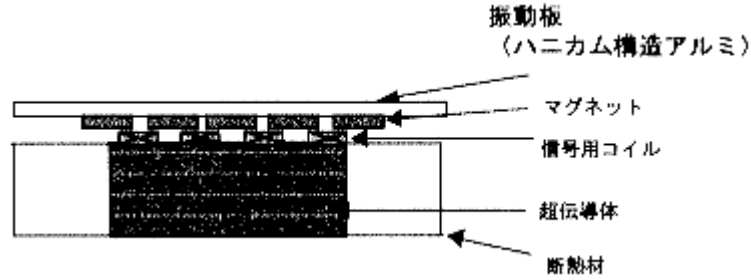


図 - 1 フローティングマグネット型超伝導スピーカ

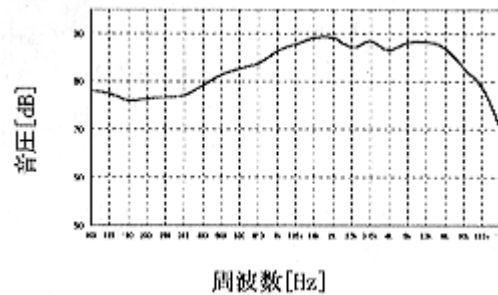


図 - 2 周波数特性

近づけるとマイスナー効果により反発力を示す (写真 - 2)。そのままの状態をしばらく続けると磁石は固定され浮上した状態を保ち続ける (写真 - 3)。

図 - 1 にフローティングマグネット型超伝導スピーカの構造を示す。既に報告した教室の拡声用に使用しているマルチセル型平板スピーカの振動板と磁石を入れ替えて、コイルを固定したムービングマグネット型とした。すなわちネオジウム磁石を貼りつけた振動板をピン止め効果を利用して超伝導バルク材の上に浮かせ、振動板と超伝導バルク材の間にボイスコイルを配置すると、信号に応じて磁場が変化するので、磁石のついた振動板が振動し音が発生する。これによりムービングマグネット型、エッジ、ダンパーレススピーカが実現する。

このスピーカは超伝導バルク材の反磁性により磁石とちょうど同じ強さの磁石が超伝導体の中に存在するように振舞うので、磁石の間に固定されたボイスコイルによる駆動力はスピーカ単体の約 2 倍になり効率の向上が期待される。

1mm 厚 10mm 角のネオジウム磁石を交互に敷き詰めた 14cm 角のアルミハニカム振動板を基板に印刷した 10mm 角のボイスコイルで駆動した試作スピーカの音圧周波数特性を図 - 2 に示す。

4. むすび 今回は超伝導バルク材を用いた直接駆動型フローティングマグネットスピーカについて報告した。現在、超伝導ワターンコイルを可動部分とした電磁誘導型超伝導スピーカの試作にとりかかっている。この型のスピーカは通常のスピーカではもっぱら高音用に使われているが、超伝導ワターンコイルを採用することにより帯域が低域までのび、感度の上昇が期待される。

研究のきっかけを作り、ご指導いただいた東京大学の北沢宏一教授、超伝導バルク材料を実験に提供いただいた新日本製 (株) 先端技術研究所の濱啓三郎所長、平野芳生、手嶋英一両主任研究員に深謝する。

また藤島啓、佐伯多門、大林国彦、茶谷郁夫、五月女弘海、宮崎俊郁、小谷野進司、田中正人氏をはじめ貴重なご意見をいただいた次世代オーディオ機器研究委員会の各位に深謝する。

文献

- 1) 森田 充, 田中将元, 橋本 操, “酸化物超伝導バルクマグネットの作成と特性,” 日本応用磁気学会誌 19, 744 - 747, 1995.
- 2) 田中巧, 小野政一郎, 及川靖広, 山崎芳男, “マルチセル平面スピーカを使った教室の拡声システム,” 音講論集, 815 - 816, 1999.