

電力の供給を必要としない高能率伝声器の構成*

須田誠 中沢誠 山崎芳男 (早大・国際情報通信)

1. まえがき

2001年3月の本音響学会春季研究発表会においてフローティングマグネット型超伝導スピーカを発表した¹⁾。さらにオーディオ協会の次世代オーディオ機器研究委員会超伝導スピーカワーキンググループは2001年10月のオーディオエキスポにおいて広く使われているコーン型の電磁誘導型超伝導スピーカを初めて発表した。液体窒素による冷却は必要なものの超伝導状態は10分以上続き、高能率で音楽を楽しむことも可能である。

ところで広く使われているコーン型ダイナミックスピーカにはボイスコイルの電気抵抗、振動板であるコーンを支えるエッジとダンパーの機械抵抗が存在し、与えられた電気エネルギーの大部分はこれらの抵抗により無駄な熱として消費されている。スピーカとアンプの効率の悪さにより日本では発電所2箇所分の電力が無駄になっているとの計算結果もある。スピーカの電気音響変換効率を上げるにはこれらの抵抗の低減、磁気回路の強力化、振動板の大型化、駆動方式の改善などが求められる。ところが超伝導スピーカの電気駆動には技術的に解決の点が多々ある。今回は電気音響変換機2つを直結した伝声器の実験を行ったので報告する。

2. 超伝導トランスデューサ

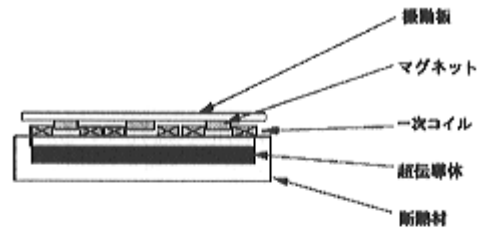
超伝導は近年まで絶対零度(-273)に近い極低温の液体ヘリウム温度4K(-269)程度でしか得られなかったが、近年銅酸化物系で135K(-138)、さらに最近フラーレンC60系で最高117K(-156)と容易に入手できる液体窒素77K(-196)での動作が可能となった。超伝導には

- (1) 電気抵抗が0になり永久に電流が流れる
- (2) 磁場と反発したり(マイスナー効果)や磁場をトラップするピン止め効果により磁気浮上が起こる
- (3) SF-9素子など超高速超低消費電力の電子素子をつくることできる。
- (4) 超高感度の磁器電磁波センサをつくることできるなどの特徴をもっている。

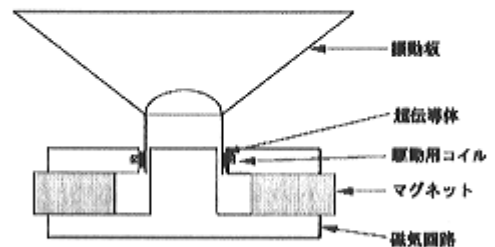
今回は振動板として磁場中でも臨界電流密度低下が比較的少ないという特長を持っている、新日本製鐵

(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を内径25.6mm、外径29.6mm、高さ3.0mmのリング状に整形したものを直径15.2cmの紙に接着して使用した。振動版の重量は8.5gである。リング試料は全体に均一の磁場をかけて材料に磁束を捕捉させ、試料直上の捕捉磁場分布を測定することによって周方向に超電導結合していることを確認した。

(A) フローティングマグネット型



(B) 誘導形



(C) フローティング超伝導型

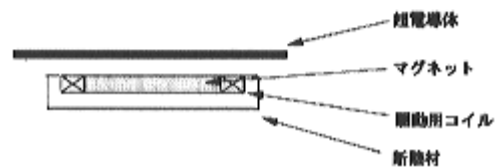
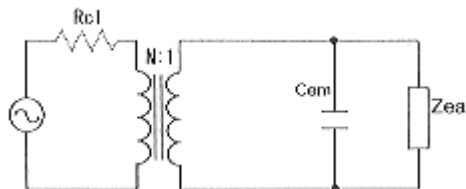


図-1 超伝導トランスデューサの構造

*Composition of efficiency electric voice tube without power supply
By Makoto Suda, Makoto Nakazawa and Yoshio Yamasaki (Waseda University)

図 - 1 に三種類の超伝導トランスデューサの構造を示す。A) は昨年報告したフローティングマグネット型スピーカ, B) はオーディオエキスポで発表した誘導型コーンスピーカ, C) は今回試作したフローティング超伝導振動版型トランスデューサである。



Rc1 : 1 次コイル直流抵抗
 Cem : 電気回路に変換した振動系質量
 Zea : 電気系に変換した放射インピーダンス

図 - 2 等価回路

図 - 2 にこのトランスデューサの等価回路を示す。1 次側の駆動コイルも超伝導化を検討しているが、超伝導線材は今のところ高磁場下で大電流を流すことができないうえ、銅線も低温では十分低抵抗になり、固定コイルなので比較的太い線を十分巻くことが可能であるので、今回は銅線を使用することとした。巻き数 40 と 500 の 2 種類について実験を行った。以下にその結果を示す。

4. むすび

図 - 3 に試作したトランスデューサ駆動時の 1m の音圧とインピーダンス特性を示す。中音域で 1W の電気入力に対し無響室で 1m の位置で 110dB の音圧が得られており、これは同じ大きさの通常のコーン型スピーカを 20dB 以上上回る効率である。図 - 4 に同じトランスデューサを 90dB で駆動したときの電気出力を示す。図 - 5 にトランスデューサを 1mmφ の銅線で結合したときの音響伝送特性を示す。振動版の質量が 0 で一時コイルが超伝導の場合には減衰はないはずであるが、今回の実験では中域に約 10dB の減衰があった。双方で十分普通の音で会話が可能であり、液体窒素による冷却は必要であるが、ハウリングから開放された遠隔会議や講義が可能である。

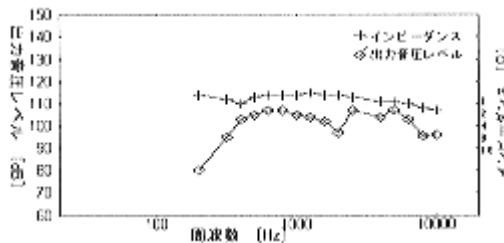


図 - 3 周波数出力音圧レベル

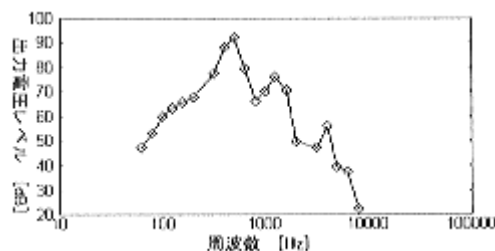


図 - 4 周波数出力電力レベル

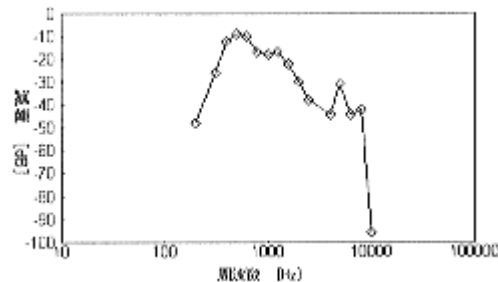


図 - 5 トランスデューサ結合音響伝送特性

多大なご助力を戴いた茶谷郁夫, 小谷野進司, 中園次郎各氏はじめ(社)日本オーディオ協会次世代オーディオ機器研究委員会超伝導スピーカワーキンググループ多大なご助力を戴いた茶谷郁夫, 小谷野進司, 中園次郎各氏はじめ(社)日本オーディオ協会次世代オーディオ機器研究委員会超伝導スピーカワーキンググループの各位に深謝する。

【参考文献】

- 1) 山崎芳男, 中島平太郎, "超伝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" 日本音響学会講演論文集, pp517-518 (2001.3).
- 2) (社)日本オーディオ協会創立 50 周年記念セミナー「超伝導スピーカ」資料, (2001.10).