

補助事業番号 2019M-177

補助事業名 2019年度 高品位音声信号伝送を実現するデバイス及びシステムの研究
補助事業

補助事業者名 東京工業大学工学院電気電子系黒澤研究室 黒澤実

1 研究の概要

高品位な音響再生システムを実現する為、信号増幅・伝送システムの高品位化を実現する要素技術とシステム構築技術について研究を行っている。抵抗器、コンデンサ、ケーブルなどの受動素子の電気信号伝達特性について高精度な計測手法を開発し、受動素子における歪み発生について明らかにしていくことを目指している。また、低歪みな受動素子の要件を明らかにする必要がある。さらに、信号増幅・伝送システムとして公費電圧特性を実現するシステム構築方法について研究を行い、高品位な信号増幅・伝送システムを実現していく。

2 研究の目的と背景

デジタル技術の進展により、元となる音響信号の精度と品位は著しく向上している。また、デジタル信号の加工により高い臨場感を実現する技術も著しく進歩してきている。一方で、アナログである音そのものについては、評価手法が何10年も変わらず、その品位は進歩せず停滞を極めてい。本研究では、音の品位を劣化させている要因と状況を探るため、受動素子の応答特性を探ることから始め、システムとしての応答を評価する手法を明らかにする研究の第一歩として信号の高精度な計測による歪みの発生状況について検討を行っている。

3 研究内容

(1) 抵抗器の歪み解析とシステム(http://www.kurosawa.ip.titech.ac.jp/research/ea_detail)

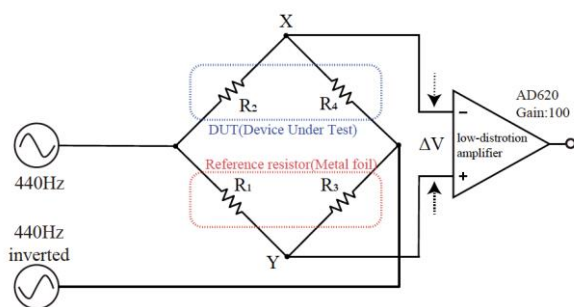


図1 抵抗器の歪み測定回路;ブリッジ回路構成とすることで元信号をキャンセルし歪み成分のみを取り出せる。DUTとリファレンス素子の配置は対辺とする構成もある。

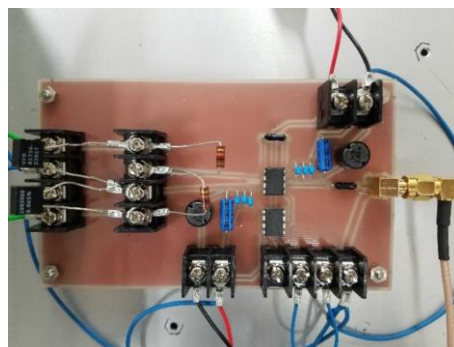


図2 試作した抵抗器の歪み測定回路基板;素子を交換しやすいように端子台に抵抗器を設置する構造としている

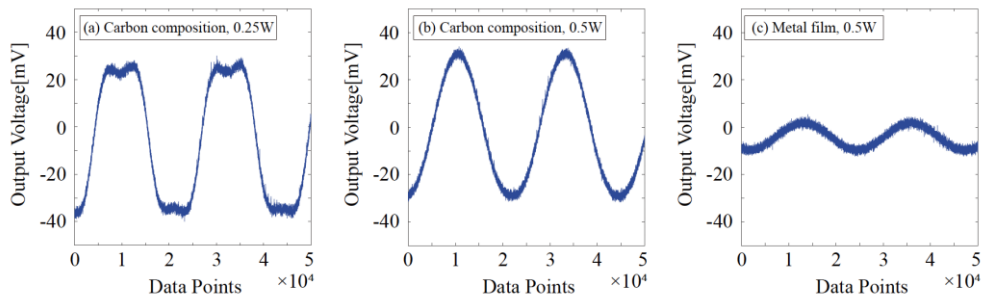


図3 ブリッジ回路からの出力波形の例; 炭素組成抵抗器 0.25W 型(左)と 0.5W 型(中), 金属被膜抵抗器 0.5W 型(右)

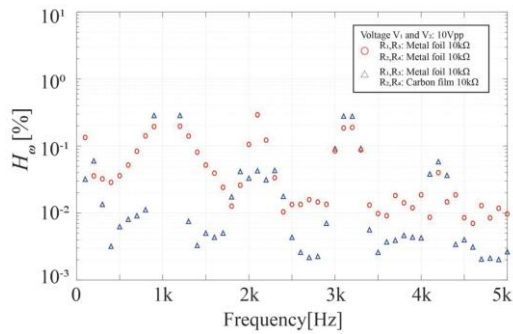


図4 カーボン被膜抵抗器の相互変調歪み率; 1kHz+1.1kHz の信号を 1:1 で入力した場合の測定結果

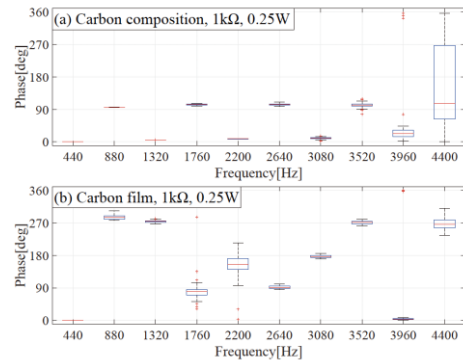


図5 抵抗器で発生した歪みの位相特性測定結果; 炭素組成抵抗器と炭素皮膜抵抗器(ともに 0.25W 型 1kΩ)

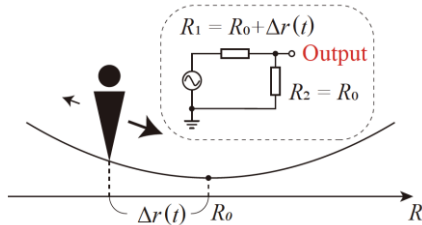


図6 抵抗値変動のモデルとシミュレーション回路; 1/fゆらぎをランダムウォークモデルで考察

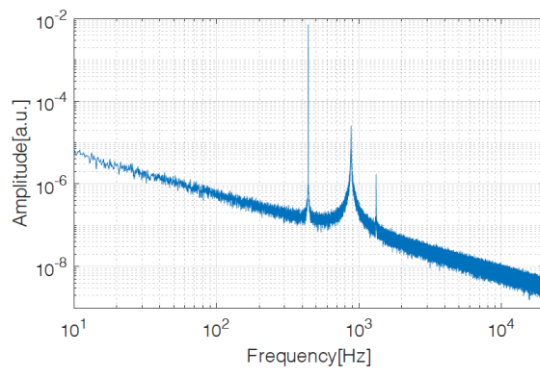


図7 左のモデルでのシミュレーション結果

(2) コンデンサの歪み解析とシステム(http://www.kurosawa.ip.titech.ac.jp/research/ea_detail)

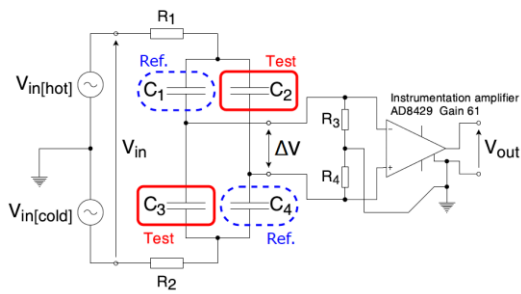


図 8 コンデンサの歪み測定に用いた回路;ブリッジ回路を被測定コンデンサとリファレンス素子で構成して歪み信号を取り出している

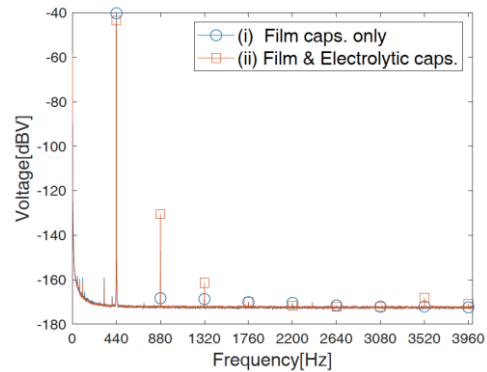


図 9 測定結果;フィルムコンだけではほとんど歪みを検知していないが、電解コンとでは大きな 2 次, 3 次歪みが出ている

(3) ケーブルの歪み解析とシステム(http://www.kurosawa.ip.titech.ac.jp/research/ea_detail)

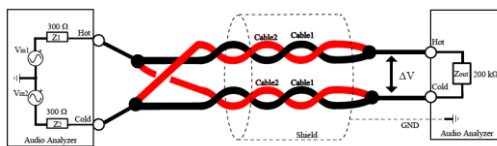


図 10 ツイストペア構造によりブリッジ回路を構成したケーブル測定回路;差動回路とシールド処理により外乱ノイズの影響はごく僅かで高感度計測が可能

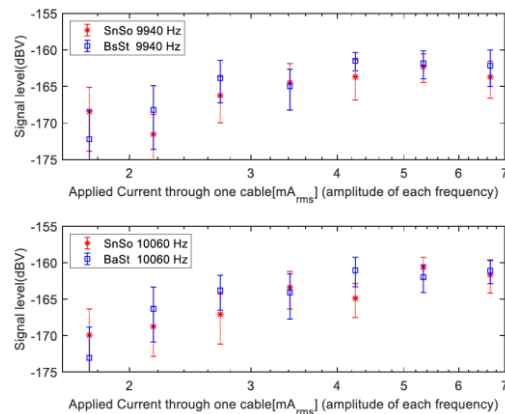


図 11 錫メッキ撚線と錫メッキ単線による歪み信号の電流依存測定結果

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

現在、スピーカーから出てくる音は、ひどく歪みっぽくなんらかの劣化を受けた音となっている。これは、どんなに高級と言われるオーディオ装置でも、電車の中の案内放送でも、同じ傾向の歪みの影響を受けている。音量の大きなPAシステムを用いたコンサートや映画館ではより顕著な歪みの傾向がある。本研究課題では、こういった、あらゆる電気音響システムの音質評価基準を明らかにすることで、高品位化を実現するものである。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、超音波振動と摩擦力を用いた超音波モータの研究や、圧電膜によるマイクロデバイス、水中でのアクチュエータ、1ビットデジタル信号処理とその応用によるエコーロケーションシステム

の研究により、多くの成果を上げ、当該研究分野において世界をリードしてきた。今回の研究はこれらとはやや異なり、電気音響システムの高品位化に関する研究ということで、新しい研究分野の開拓を行っている。この分野は、学術的な研究への取り組みがほぼ無い、という状態であり、古い問題ではあるが、新しい研究分野を切り開いて行かなければならない。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

1. 宮岡洋平, 黒澤実 "抵抗器における高調波歪み測定方法の検討," 電子情報通信学会, 信学技報, EA2019-16, pp.83-86, (2019-07).
2. 宮岡洋平, 黒澤実 "抵抗器における高調波歪み率とワット数の関係についての検討," 日本音響学会2019年秋季研究発表会講演論文集, pp. 211-212, Aug. 2019.
3. Y. Miyaoka, M. K. Kurosawa, "Measurements of Current Noise and Distortion in Resistors," Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, Aachen, Germany, pp. 3120-3125, Sep. 2019.
4. 宮岡洋平, 黒澤実. 抵抗器における歪み測定方法の検討—位相特性を考慮した評価—, 日本音響学会2020年春季研究発表会講演論文集, pp. 235-236, Mar. 2020.
5. 庄司晃太, 折野裕一郎, 宮岡洋平, 黒澤実. アルミ電解キャパシタの高調波歪み測定方法に関する基礎的検討, 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集, pp. 277-278, Mar. 2021.
6. 宮岡洋平, 折野裕一郎, 黒澤実. 抵抗器における抵抗値変動が音響信号に与える影響の検討, 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集, pp. 283-284, Mar. 2021.
7. 杉山公洋, 宮岡洋平, 折野裕一郎, 黒澤実. ブリッジ回路を用いたケーブルでの相互変調歪み測定方法の検討, 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集, pp. 297-298, Mar. 2021.

7 補助事業に係る成果物

- (1)補助事業により作成したもの
該当無し

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京工業大学工学院 (トウキョウコウギョウダイガクコウガクイン)

住 所: 〒226-8502

横浜市緑区長津田町4259

担 当 者: 准教授 黒澤実 (クロサワミノル)

担 当 部 署: 黒澤研究室 (クロサワケンキュウシツ)

E - m a i l: mkur@ee.e.titech.ac.jp

U R L: <http://www.kurosawa.jp.titech.ac.jp>