

LED光通信による音の伝送の研究

熊本県立熊本高等学校物理部 藤本美宇 原田瞳

研究の目的

アルミホイルに光を当てた状態で音によりアルミホイルを振動させ、反射した光を光電池で電気に変える光マイクが知られている。私たちは、反射光を用いず光に音の情報をのせればもっと効率よく音を伝えられるのではないかと考えた。本研究では、高音質の音をLEDの光により遠くまで伝送することを目標としている。

実験 1

【内容】NHKの動画で紹介されている光電池マイクを参考に実験を行った。動画では、紙コップにアルミホイルを張り、これに光を当て、その反射光を光電池で受け、ラジカセで録音していたが、今回の実験では、音声を録音するのではなく、アンプで増幅してスピーカーを鳴らした。実験には、プラモデルから取り出した光電池、100円ショップで購入したアンプ内蔵スピーカーを使用した。

【結果】音によりアルミホイルが揺れ、光電池に当たる光の明るさが変わり、それを光電池で音に変換できることが確認できた。しかし、ボリュームを最大にしても音が小さく、音質も悪かった。



図1 受信部

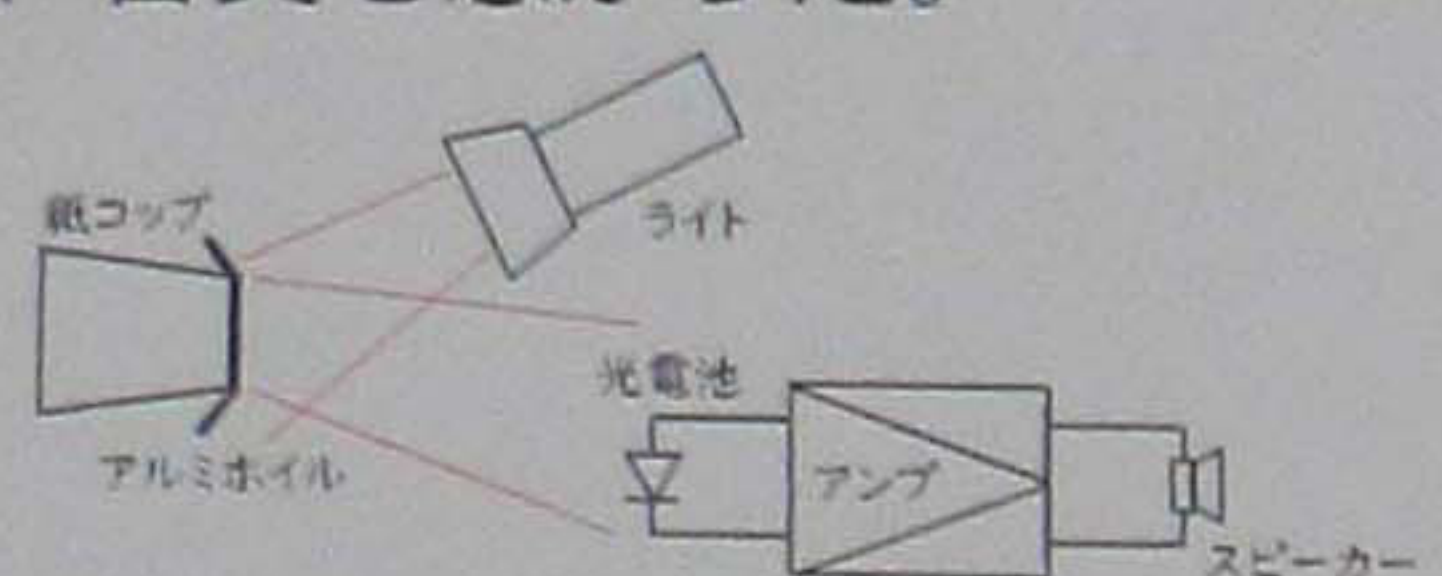


図2 イメージ図

実験 2

【内容】音質を上げるには、反射光を用いるのではなく光に直接音の情報をのせればよいと考え、メロディカードについているメロディICを用いて実験を行った。メロディカードからスピーカーを外し、代わりにLEDを接続し、その光を実験1で用いた受信部に当てた。

【結果】5mまで音を伝送することができ、音質も改善された。

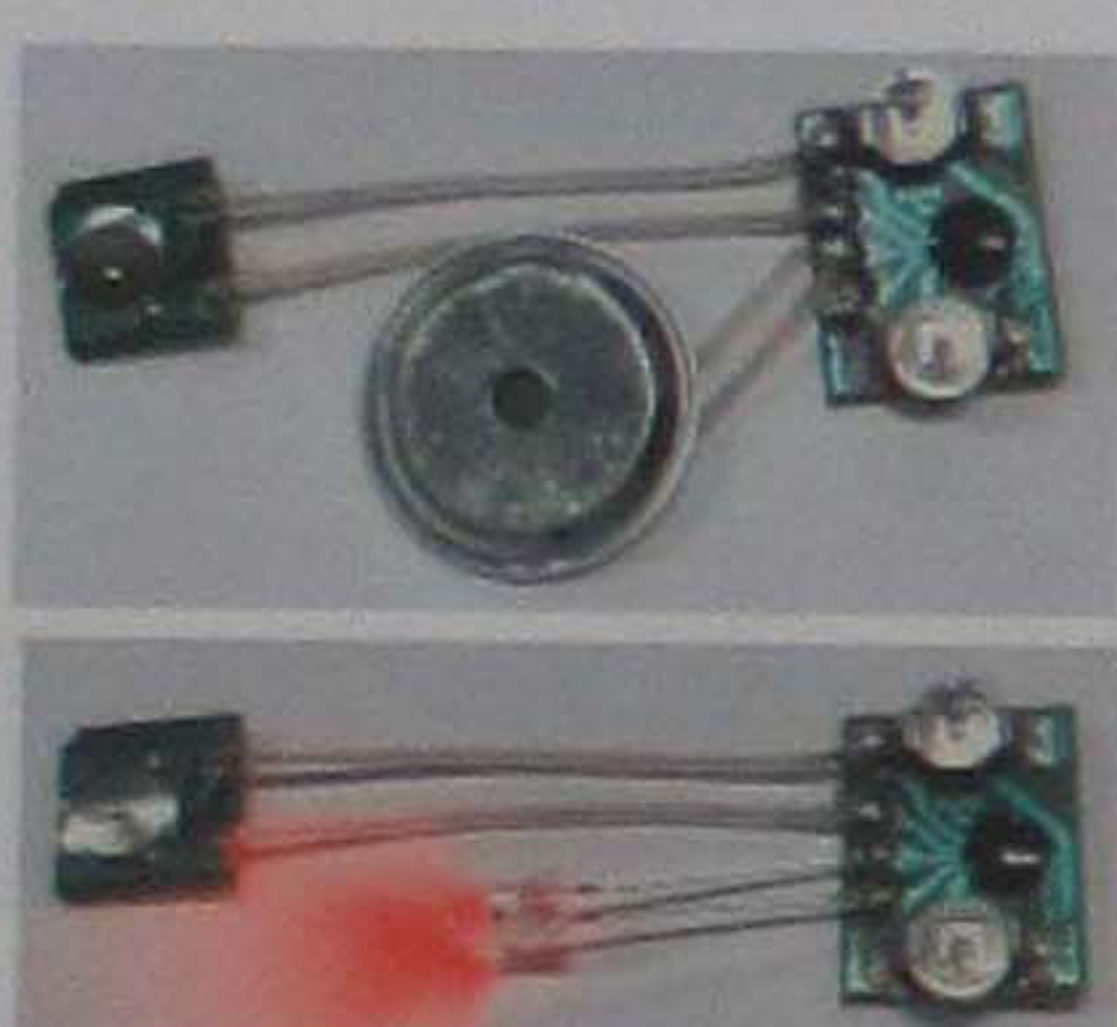


図3 メロディカードの改造

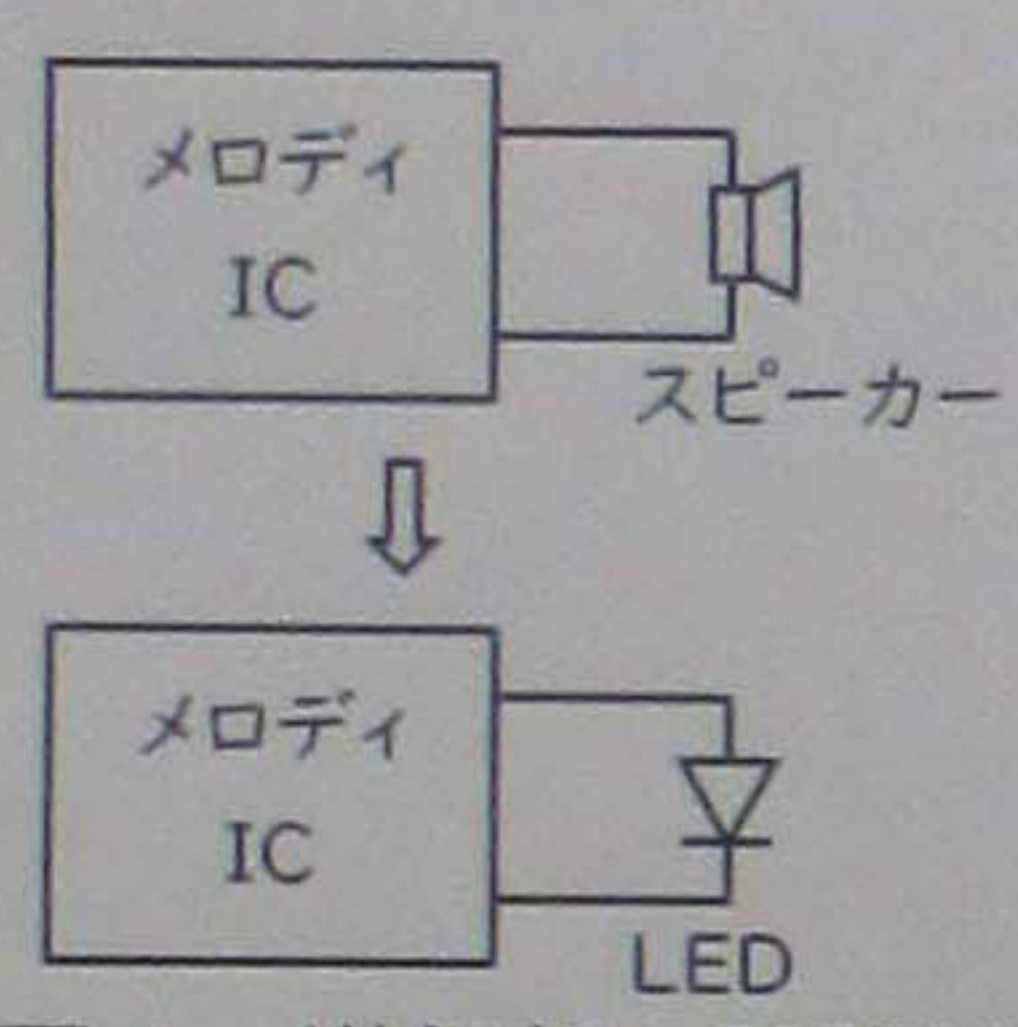


図4 送信部の回路図



図5 送信部、受信部の出力電圧

実験 3

【内容】伝送する音の自由度を上げるため、パソコンで音を入力した。パソコンにLEDを直接つなぐと電圧が小さく、LEDの明るさを十分に变えることができなかったため、オペアンプを用いて入力電圧を増幅してLEDに加えた。しかし、今度は振幅が大きくなりすぎて音がひずんでしまったので、可変抵抗器を倍率器として用いることでボリュームを調整できるようにした。

【結果】パソコンから入力した音を伝送することはできたが、音が小さく、送信部のボリュームを上げると音がひずんだ。また、受信部のボリュームを上げると雑音が大きくなった。図8に示すように、正弦波を入力したにも関わらず、送信部の出力が正弦波になっていないことが、音のひずみの原因と思われる。なお、受信部の出力が正弦波に戻っているが、これは受信部の特性によるものと思われる。

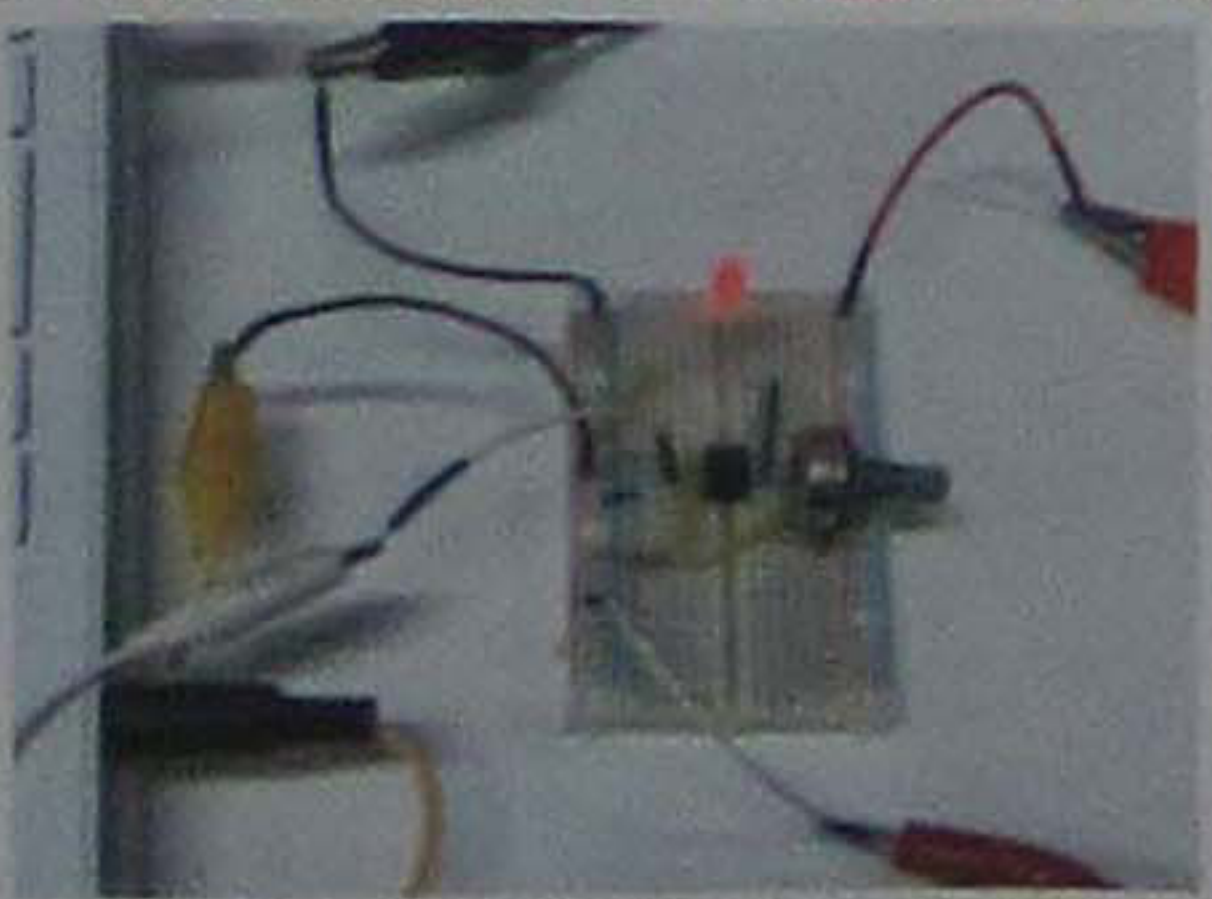


図6 送信部の写真

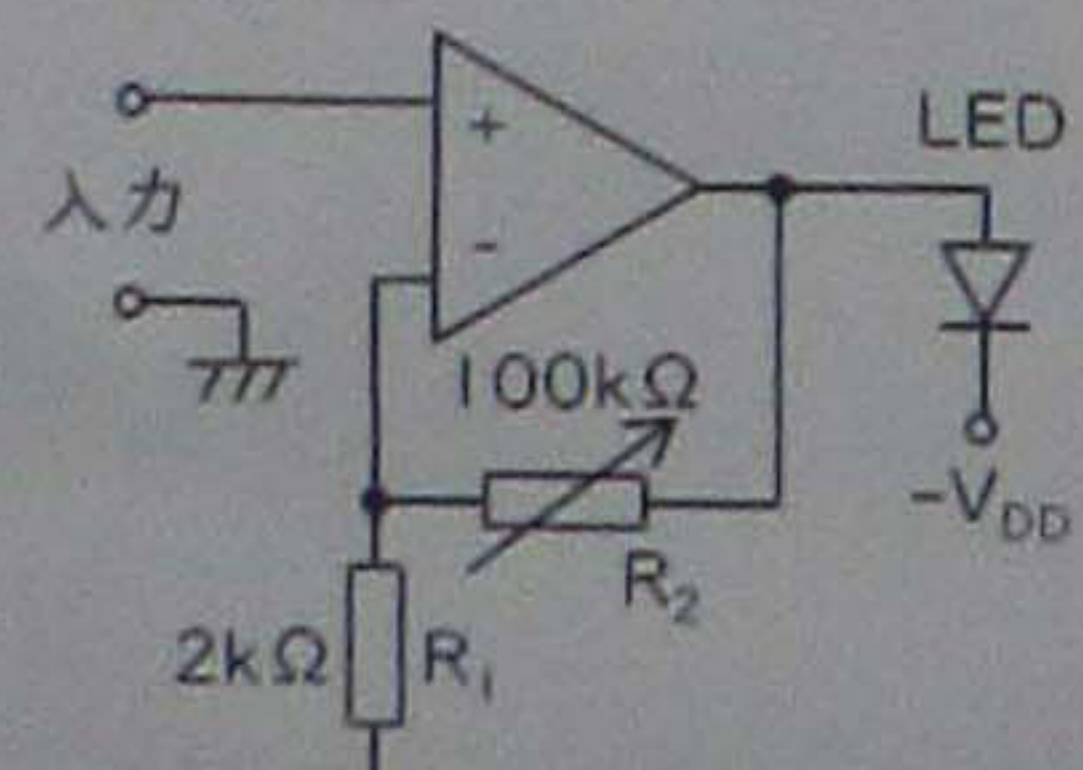


図7 送信部の回路図

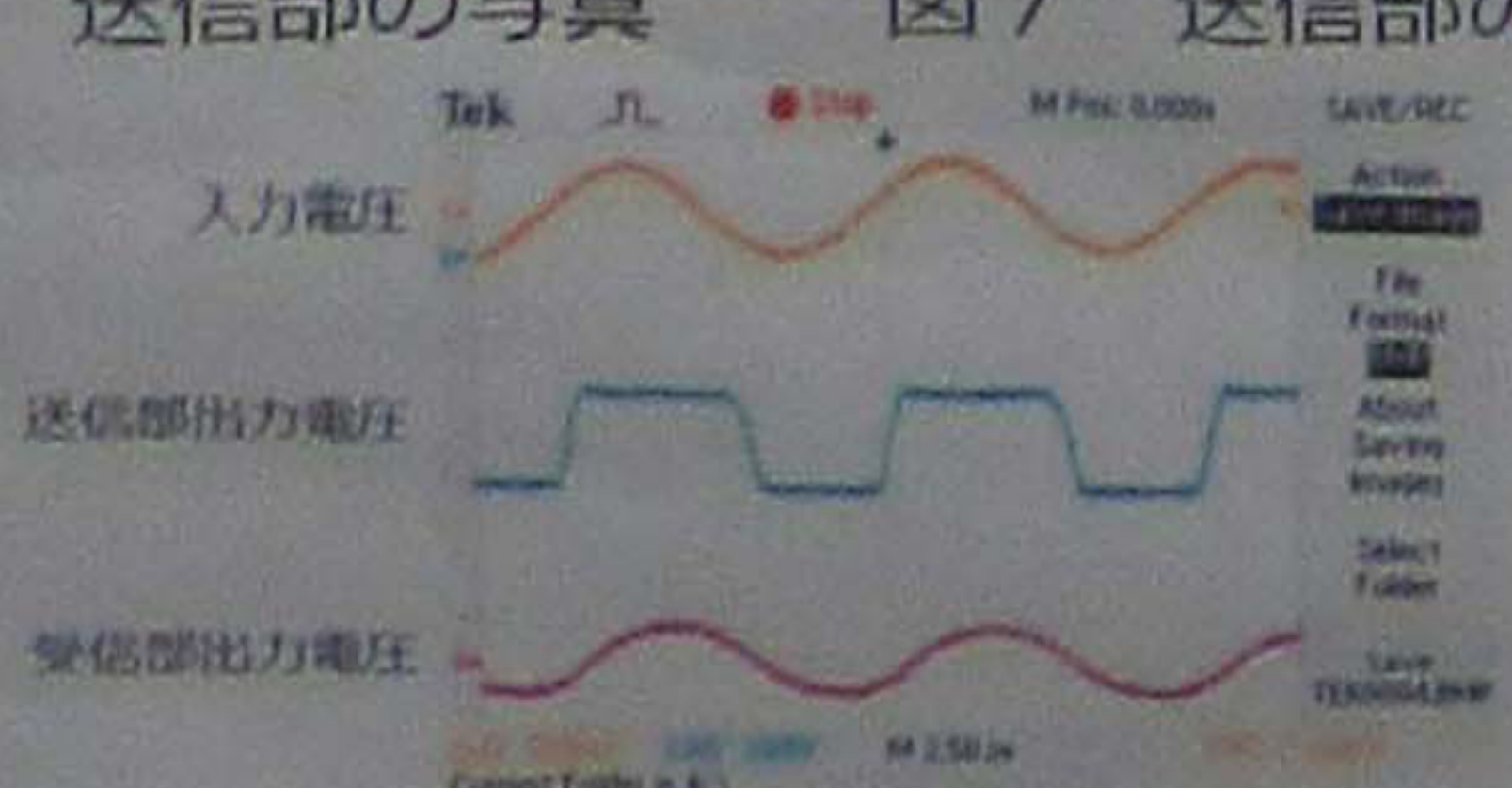


図8 入力電圧、送信部、受信部の出力電圧

実験 4

【内容】音質を改善するにはどうしたらよいかと東海大学大学院生の西口大嗣さんに相談したところ、LEDの明るさをアナログ的に変えるのではなく、デジタルアンプを用いて、光る時間を変えると雑音が少なくなるのではないかとというアドバイスを受けた。そこで、パソコンとLEDの間にデジタルアンプを接続して実験を行った。

【結果】高音質の音を伝送することができた。入力信号の電圧が大きいときにLEDが明るく光る時間が長く、入力信号の電圧が小さいときにLEDが光らない時間が長くなっている。

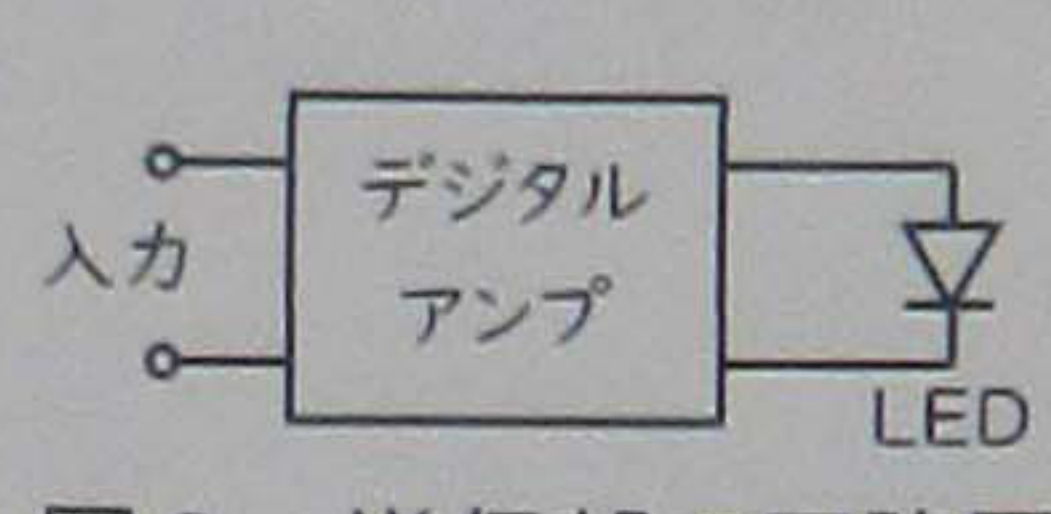


図9 送信部の回路図

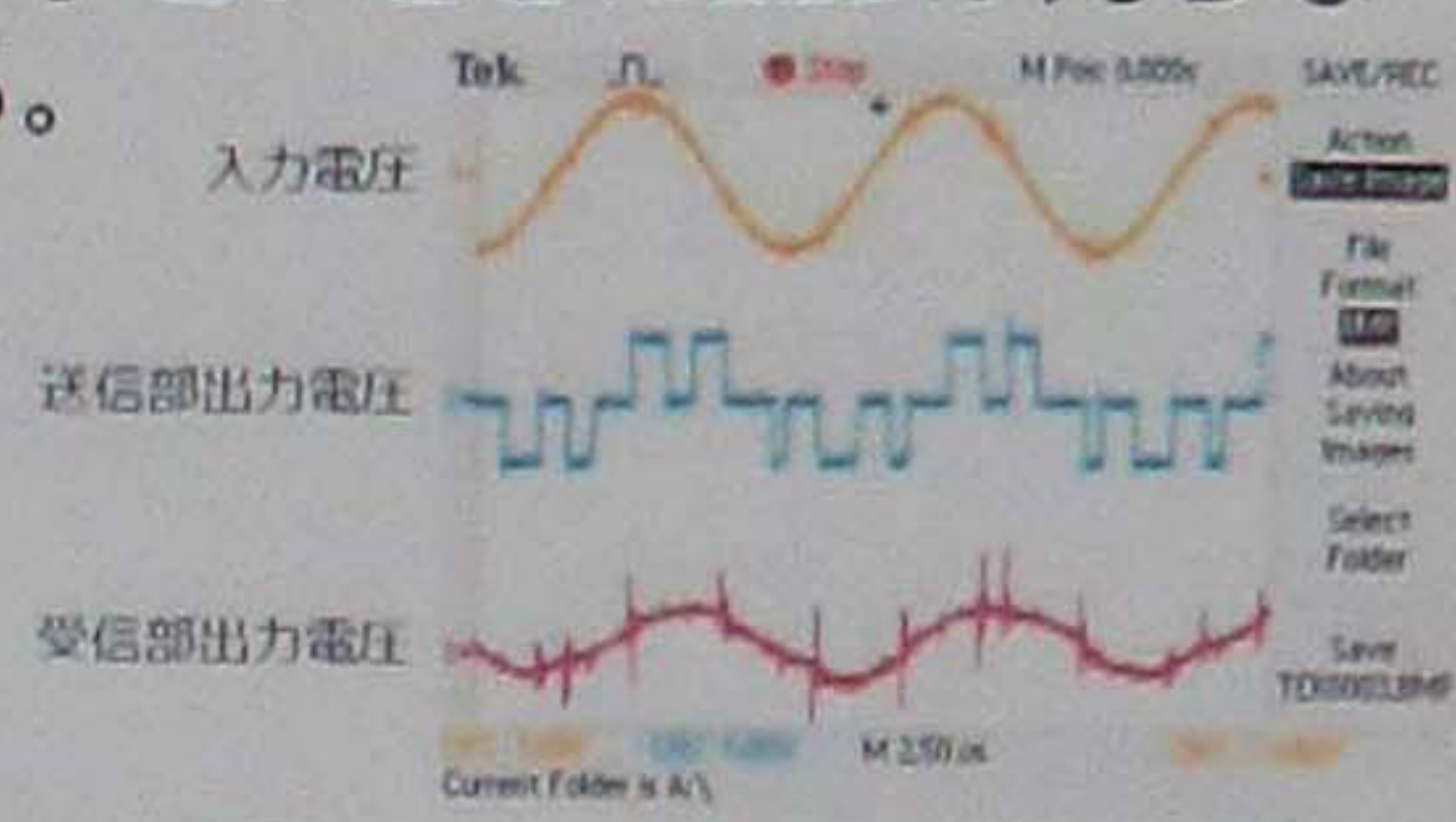


図10 入力電圧、送信部、受信部の出力電圧

実験 5

【内容】さらに遠くまで音を伝送したいと考え、強い光を発生できるLEDライトと広面積の光電池を100円ショップに探しに行ったところ、ガーデンライトを見つけた。ガーデンライトには、昼間の太陽光を電気エネルギーに変換するための光電池と、夜間に周囲を明るくするための高輝度のLEDがついていた。しかし、実験4で用いた市販のデジタルアンプでは、ガーデンライトのLEDを光らせることができなかった。これは電流が足りなかったからではないかと考え、ガーデンライトを光らせることができるデジタルアンプを製作することにした。インターネットでデジタルアンプの回路図を調べて、三角波発生回路を組み、実験3の送信部とともに比較回路に接続することで、ガーデンライトを光らせることができた。さらに、オペアンプを最大出力電流の大きいものに取り替え、より遠くまで音を伝送できるようにした。

【結果】高輝度のガーデンライトのLEDを光らせたことで、高音質の音を遠くまで伝送することができた。周りを暗くして行った実験では、最大30mまで伝送することができることを確認した。



図11 送信部の写真



図12 受信部の写真

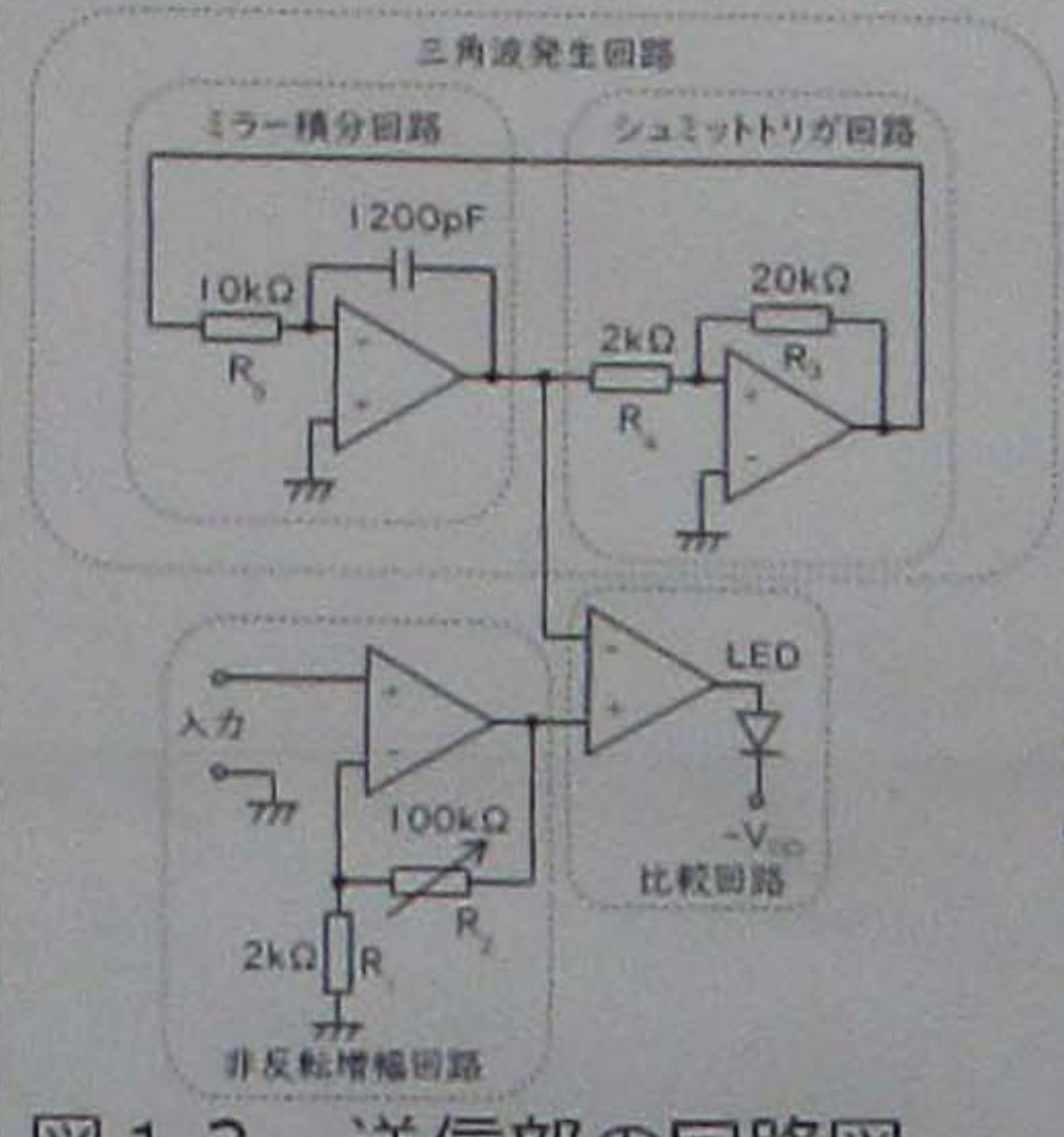


図13 送信部の回路図

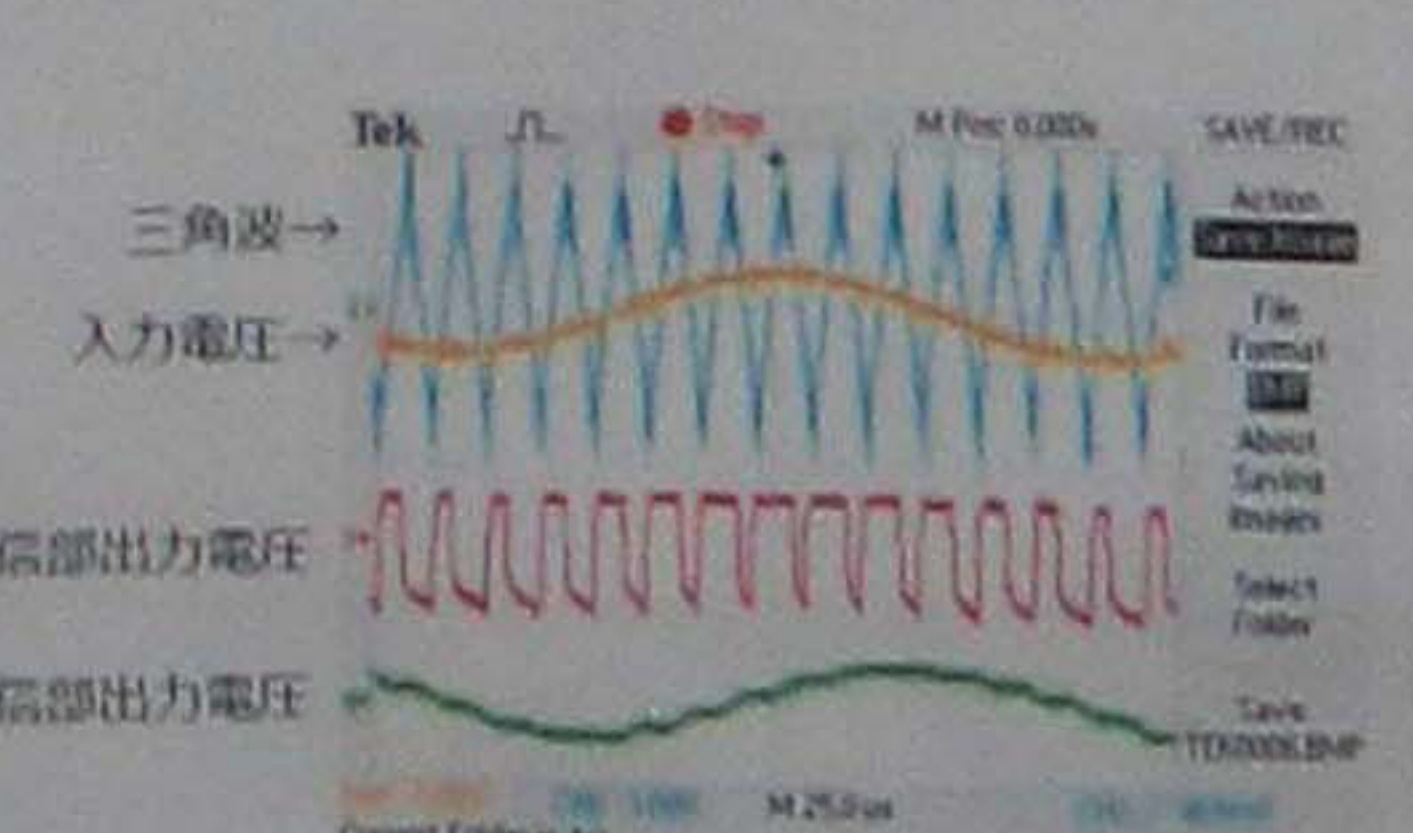


図14 三角波と入力電圧、送信部、受信部の出力電圧

まとめ

自作デジタルアンプを用いて、30mの音の伝送に成功した。今後は、レーザーを用いてさらに遠くまで伝送することや、室内の照明で部屋中に音を伝送することを目指している。

謝辞

本研究を行うにあたりアドバイスをいただいた、東海大学の大学院生の西口大嗣さん、3年生の濱田翼さんに感謝いたします。なお、本研究は、東海大学文理融合学部人間情報工学科の機器を使わせていただきました。