

鉱石ラジオを使った電波発電

松本 幸大 谷本 政翔

1. 要旨

私たちは災害や電力不足による停電時にも使用することができる鉱石ラジオに注目し、鉱石ラジオは簡易に作ることで利用できる電源として利用できるのではないかと考えた。しかし、鉱石ラジオが生み出すことで利用できる電力はとても低く、通常の状態では小さい音声を聞くことしかできない。そこでアンテナや回路を変化させて電圧を増加しLEDを光らせることを目標に研究を行った。アンテナに巻くエナメル線の巻き数、アンテナの高さ、2つのアンテナ間の距離、回路を変化させて実験を行った。結果は電圧がアンテナの巻き数や地面からの高さ按比例して増加し、2つのアンテナ間の距離は150cm以下のときアンテナ自体が生み出す電力が最大になった。そして鉱石ラジオの回路からバリアブルコンデンサを取り除くと電圧が増加し、電流を計測することができた。アンテナのエナメル線の巻き数を100巻きにし、2階以上の屋外にアンテナを2つ直列につないで置くとLEDを一瞬光らすことができた。

2. 序論

近年、地震や台風、大雨などの自然災害や原子力発電の停止などによる電力不足への関心が高まっている。災害時や電力会社が電力不足に陥っているとき、停電が発生する可能性がある。そこで私たちは災害等による停電時にも使用することができる鉱石ラジオに注目した。鉱石ラジオは通常のラジオなどとは異なり電池を必要とせず、昼夜問わず使え、簡単に作るができる。その鉱石ラジオの特徴を生かした簡易に作るすることができる電源になるのではないかと考えた。同様な研究に「電波からエネルギーを取り出す研究」があり、この研究はアンテナの面積と複数個のアンテナの位置関係における電圧の変化を調べているのに対して、私たちはアンテナに巻くエナメル線の巻き数やアンテナの地面からの高さや回路を変化させて電圧や電流を計測した。鉱石ラジオが生み出す電力はとても低いため、通常の状態ではラジオの小さい音声を聴くことしかできない。そこで、電力を増加させる方法を実験より発見し、鉱石ラジオの原理を用いて、LEDを光らせることを目標に研究を行った。

3. 鉱石ラジオについて

鉱石ラジオとはAMラジオの一種でありアンテナ、アース、同調回路、検波回路、イヤホンから構成され検波回路に鉱石検波器が用いられているものを指します。アンテナ部分でさまざまな周波数の電波をとらえ、同調回路で一定周波数の電波を選別する。そして検波回路で一定方向に電流を流し、クリスタルイヤホンを駆動させることによってラジオを聴くことができる。この実験では検波回路部分にゲルマニウムダイオードを用いており、ゲルマニウムラジオとも呼ばれている。

4. 実験方法

最初に鉱石ラジオの回路を製作し、その後アンテナを製作した(写真1)。アンテナは一辺80cmの正方形の形をしており枠は木で作っている。そしてアンテナに巻くエナメル線の巻き数やアンテナの地面からの高さ、同じ大きさのアンテナをもう一つ製作し二つのアンテナ間の距離、回路を変化させて実験を行った。実験道具はバリアブルコンデンサ、ゲルマニウムダイオード1N60、マイクロインダクタ330 μ H、エナメル線、ビニール線を使用した。計測方法はアンテナで受け取った電波を回路で周波数を限定し整流化させインターフェースで計測し、パソコンでグラフを表示させた(写真2)。実験を5回行い、その平均を集計した。

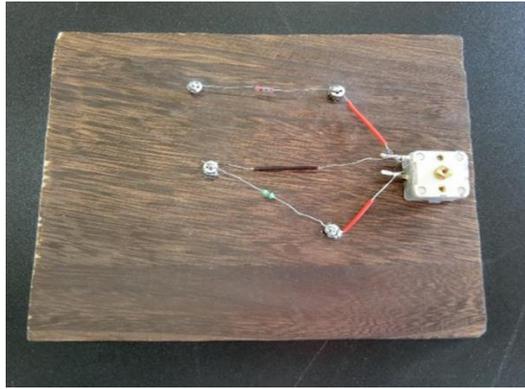


写真1

上の小さい赤い点がある部分がゲルマニウムダイオードであり、右の白色の四角のものがバリアブルコンデンサ、下の緑色の小さい点がマイクロインダクタになっている。そして右上の銀色の部分にアンテナを、右下の銀色の部分にアースをつなぎ、左の2つの銀色の部分にイヤホンをつなぐ。



写真2

5. 実験1

実験1ではアンテナに巻くエナメル線の巻き数を変化させ実験を行った。制御変数はアンテナの形や地面からの高さ、計測場所、回路です。巻き数は0・25・50・75・100巻きと変化させ、その時の電圧の大きさを測定した。アンテナの形は写真1のような正方形、高さと計測場所は学校の3階にある物理実験室で実験を行った。学校はAM放送の電波塔から直線距離で2km離れた地点に位置している。私たちは電圧がエナメル線の巻き数に比例して増加すると予測したが結果は図1のようになり0から50巻きの間は比例したもの、50から100巻きの間はほとんど電圧が変化しなかった。電流は計測することができなかった。50巻きから電圧が横ばいになった理由はアンテナの巻き数を多くしたことによりアンテナから流れてきた電圧が回路にかけることのできる最大容量を超えたのではないかと考えた。

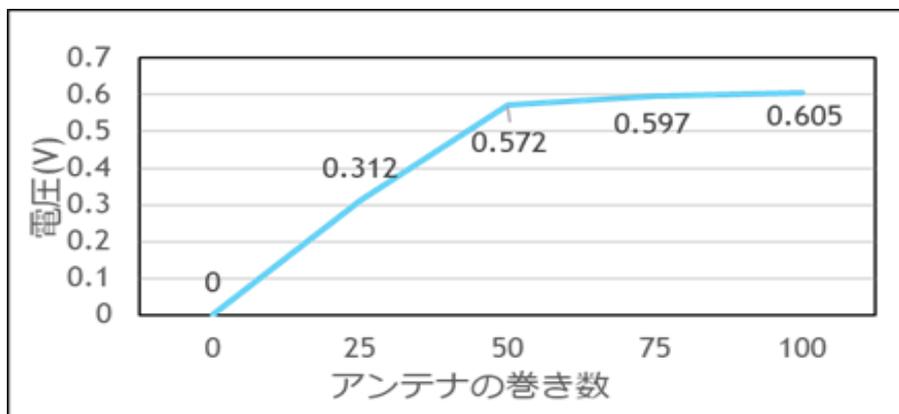


図1

6. 実験2

実験1の考察を踏まえ、回路の電圧の最大容量を増やすためにゲルマニウムダイオードを並列になるように増やして実験を行った。実験の結果は図2のようになり、実験1で電圧の変化がほとんどなかった50から100巻きの間の電圧も0から50巻きのように比例した。電流は計測できなかった。

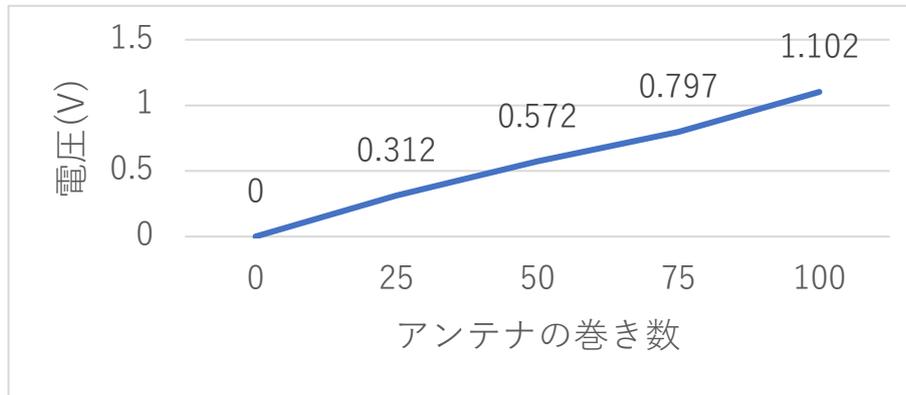


図2

7. 実験3

アンテナを高いところに置いたほうがラジオの聞こえ具合が良かったのでアンテナの地面からの高さを変えて実験を行った。1m単位で変化させてもほとんど変化が見られなかったので校舎の1階2階と変化させて実験を行った。計測場所は校舎を真上から見たとき一直線になるようにした。結果は図3のようになった。電圧はアンテナの地面からの高さに比例することが分かった。電圧がこのように増加した理由は高さが上がるほど電波塔からの直線距離が近くなり、ビルやマンションなどの電波を遮る障害物が減ったためだと考えた。電流は計測できなかった。



図3

8. 実験4

追加で1辺80cmの正方形のアンテナを製作し2つのアンテナを直列につなぎ、アンテナ間の距離を変化させて実験を行った。アンテナを2階の屋外におき電圧を計測した。実験の結果はグラフ1のようになりアンテナ間の距離を変えてもほとんど電圧は変化しなかった。アンテナ自体が生み出した電圧を調べるために、コードの電圧を測定した。結果はグラフ2のようになりコードの長さが長くなると電圧も増加した。グラフ1の電圧の値からグラフ2の電圧の値を引いてアンテナ本体の電圧を出した。電圧はグラフ3のようになり、アンテナ自体が生み出した電圧は150cm以下の時、最も大きくなることが分かった。電流は計測できなかった。

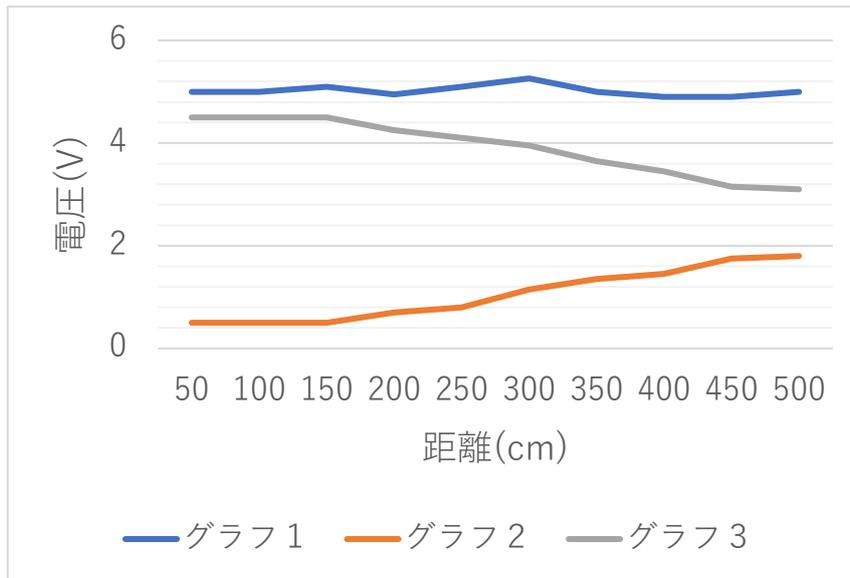


図4

9. 実験5

回路内の抵抗を減らすために回路を変化させて実験を行った。鉱石ラジオの部品であるゲルマニウムダイオード、バリャブルコンデンサ、マイクロインダクタをそれぞれ取り除き、実験を行った。結果は、ゲルマニウムダイオードを取り除いたとき電圧は0Vになった。バリャブルコンデンサを取り除いたときは電圧が増加し微小だが電流を計測することができた。マイクロインダクタを取り除いたときはバリャブルコンデンサより電圧の増加が少なかった。ゲルマニウムダイオードを取り除いたとき電圧が0Vになった理由として、ゲルマニウムダイオードは鉱石ラジオの回路内で検波回路として作用しており、一方向にのみ電流を流す整流作用が鉱石ラジオから電圧を計測するためには不可欠だったのではないかと考えた。

10. 結論

電圧はアンテナに巻くエナメル線の巻き数やアンテナの地面からの高さに比例して増加すること、2つのアンテナの位置は150cm以下のときアンテナ自体が生み出す電圧が最大になること、回路からゲルマニウムダイオードを取り除くと電圧が0Vになり、バリャブルコンデンサを取り除くと電圧が増加し電流を微小ながら計測することが判明した。アンテナに巻くエナメル線の巻き数を100巻きにしてアンテナを2階以上の屋外に2つのアンテナを直列につないで置くとLEDを一瞬光らすことができた。

11. 今後の展望

LEDが一瞬しか光らなかったので、光る時間を増やすことやアンテナに巻くエナメル線の直径を変化させたり、アンテナの形を正方形以外のものにしたりにして電圧を増加させる。アンテナに巻くエナメル線の巻き数を100巻き以上にしたときの電圧を計測する。電源として利用するためにアンテナを小さくしつつ、電圧を増加させる方法を模索する。

12. 謝辞・参考文献

「電波からエネルギーを取り出す研究」

<https://gakusyu.shizuoka-c.ed.jp/science/sonota/ronnbunshu/102017.pdf>(2022 - 7 - 20)

「ラジオ工作 ゲルマニウムラジオの製作—シャンテック電子」

http://www.shamtecdenshi.jp/make_radio/GermaniumRadio.html(2022 - 7 - 20)

「鉱石ラジオ」

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%89%B1%E7%9F%B3%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%AA>(2022 - 7 - 20)