

LED 検波ラジオの製作と受信条件の研究

2503 伊佐治 賢人 2528 原 直正

要旨

私たちは、LED 検波ラジオを製作しその受信感度を高める研究をした。実験の目的は、身の周りの材料を用いて、より受信感度が高い LED ラジオを製作することである。この地域の AM 周波数 (801~1488kHz) に合わせ、コイルにする電線の長さとして LED を交換して受信感度を比較した結果、Opto Supply の SHR5161A-QR で市販のゲルマニウムダイオードとほぼ等しい順電圧を発生させることができた。これはゲルマニウムダイオードと高輝度 LED の差と電線の長さの違いによるものであり、受信感度は LED の性能と実験地における AM 周波数にいかにかに同調させるかに関わっていることが分かった。

本論

1. 方法

(1) 実験道具, 試薬, 材料

かさ 高輝度 LED エナメル線 クリスタルイヤホン 洗濯バサミ ホイルペーパー
セロハンテープ

(2) 実験手順

実験 I LED 検波ラジオの製作

ラジオは空間を伝わる電波を受信して聞くものだが、空間の電波は交流になっており、このままでは聞くことができない。そこでゲルマニウムダイオードや鉱石などの、一方向にしか電流を流さない物質を用いて逆方向の電流を取り除く。この研究ではこれを行うために LED を利用する。

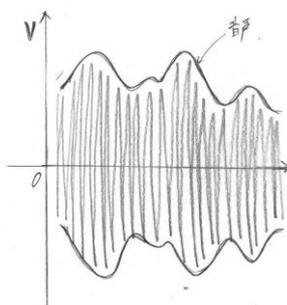


図1 空間中の電波



一方向にのみ電流
を流す物質を通す

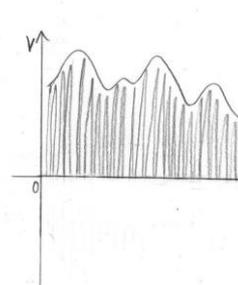


図2 電波を順方向の電流のみにしたもの

<手順>

- ① ホイルペーパーのアルミホイルの面に向かい両端を 5 mm 折り、傘の柄の部分にアルミホイルの面を外向きにして巻き、取手側を洗濯バサミで固定する。
- ② エナメル線と LED を結び、他端をアルミホイル上端に洗濯バサミで固定する。
- ③ エナメル線を外から中心に向かうに傘に巻きつけ、傘の中心部から内側に通す。
- ④ ③のエナメル線の LED との接続部を傘の柄の金属部に直接固定する。

- ⑤ LED と固定したエナメル線にクリスタリヤホンを接続する。LED に光をあてることで光起電力効果が発生する。これをバイアス電圧として利用することでラジオを聴くことができる。バイアス電圧とは、電波を強くし受信できるようにするための電圧のこと。

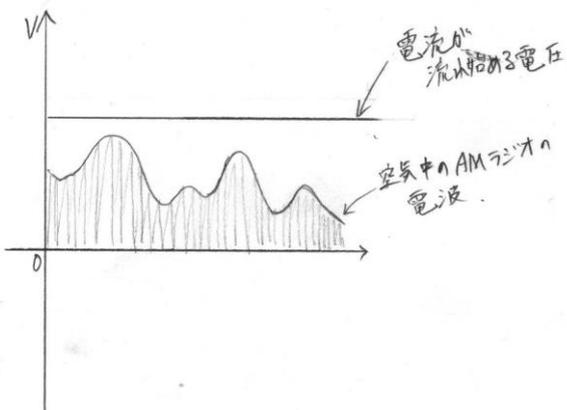


図3 LED が電流を流し始める電圧と空間中の電波の電圧

➡
バイアス電圧をかける

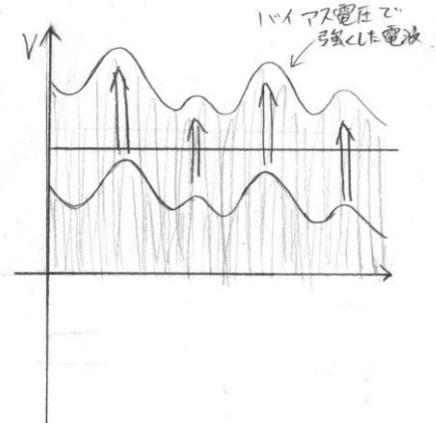


図4 LED が電流を流し始める電圧とバイアス電圧をかけた電波の電圧

- ⑥ エナメル線の長さを 25m, 30m, 35m としたときラジオが聞けるか検証する。
ラジオを製作する際に、自己インダクタンスとキャパシタンスから受信可能な周波数の範囲を以下の方程式を用いて求め、それが恵那市で受信できる AM ラジオの周波数 (801~1488kHz) の電波を受信できるものかを確認する。

$$f(x) = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L=自己インダクタンス
C=キャパシタンス

<周波数の方程式>

結果 I

初め、形状が 13 cm × 65 cm の長方形のバリコンでラジオを製作したところ、受信することはできなかった。調べてみると最初のものでは最小容量がやや大きめにとどまるため、同調範囲が狭くなってしまい、受信できないことがあることが分かったため、原因はバリコン部分にあると予想した。そこでバリコンの形状を長さ(高さ) 37 cm, 上底 5.0 cm 下底 2.5 cm の台形に変更。また前回実験のときは、周波数等の計算をしていなかったので実際に製作ラジオが受信可能なものであるのかを調べた。

- ・エナメル線 (35m) と上記の、変更後のバリコンを用いた場合

自己インダクタンス 0.0011475 [H]
キャパシタンス 2.1914 × 10⁻¹⁰ ~ 1.0957 × 10⁻¹¹ [F]
受信可能周波数 317.38 ~ 1419.37 [kHz]

上記のようになることから実験場所の恵那市における AM ラジオの周波数 801~1488 kHz の電波を受信可能であると考えた。しかし、このラジオを用いて実験を行っても受信はできなかった。

考察 I

以上の結果から以下の二つが考えられる。

- 1つ目は、周波数を計算する際に求めた自己インダクタンスとキャパシタンスの値が間違っていた

ため、そもそも受信可能周波数に 801~1488 kHz が含まれていない。

2つ目は、恵那市周辺の電波が弱く、それが原因で受信できない。

以上のことを踏まえ、今後は以下の実験と検証を行うことを考えている。

- ① 1つ目の考えを検証するため、電気容量が一定のコンデンサーを用いてキャパシタンスを計算し直し、受信可能周波数を再び求め、801~1488 kHz をカバーできているか確かめる。
間違っていた場合アンテナの巻き数、バリコンの形状や材質を変えて受信可能域に合わせられるようにする。
- ② 2つ目の考えを検証するため、送信所がどこにあるか、また電波が何 kW で送信されているかを調べる。またこの LED 検波ラジオは無電源のラジオのため電波の弱い場合受信できない。そこで、電源を利用した増幅回路をつけることで受信が可能になるか確かめる。受信できた場合、電力不足が原因であると考えられる。その場合は LED を並列に繋ぎ、それぞれに同時に光を当てることでより大きな電圧をつくり、受信ができるか検証する。
- ③ 受信可能な LED 検波ラジオを製作したら、LED の性能 (LED の輝度, 色) がどの程度受信感度に影響を及ぼすか検証し、受信感度が高くなる LED の条件を探る。

実験 II 種類の異なる LED を用いて、受信感度を比較する。Opto Supply の SHR5161A-QR と学校にあった株式会社理工の発光ダイオード (赤色) を比較した。

比較条件

- ・何 V から電流を流すか。
- ・光起電力で発生する電圧はどれだけか。



図5 SHR5161A-QR

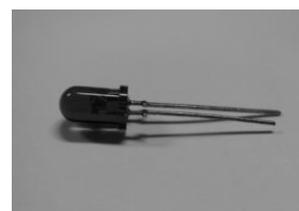


図6 発光ダイオード

結果 II

商品名	直径 (mm)	光起電力で発生する電圧 (V)	電流を流し始めた電圧 (V)	メーカー
発光ダイオード	6	0.00	1.5	株式会社理工
SHR5161A-QR	6	0.10~0.16	1.5	Opto Supply

二つの LED を比較したところ上記のようになった。

これらから分かったことは次の二つである。

- ・電流を流すために必要な電圧はほとんど変わらない
- ・理工の発光ダイオードは、光を当ててもほとんど電圧が発生しなかった。

考察 II

電流を流し始める電圧の大きさと輝度はあまり関係ないと考えた。しかし、光起電力によって生じる電圧は輝度の高い SHR5161A-QR が著しく高かったため光起電力には、大きく関係していると考えた。また二つの LED の間に発生した光起電力の差に関して電球の色の違いが関係している可能性があるとも

考えられる。図5, 6を見ても分かるように, 理工の発光ダイオードはレンズ部が赤色になっている。そのためライトの光のエネルギーが届きにくいとい可能性を考えたからである。

これを確かめるために, 今後は, レンズ部が透明のLEDを用いて, 光起電力により生じる電圧と輝度の関係を探っていきたい。

3. 謝辞

土岐市の核融合科学研究所のオープンキャンパスに参加させていただいた際に, ご指摘, アドバイスを下さった一般の方々, また核融合科学研究所の職員の方々へこの場を借りてお礼申し上げます。

4. 参考文献

日用品でラジオを作ろう「傘ラジオ」 <http://www.kasaradio.com/>

<http://homepage3.nifty.com/kasaradio/ksrd09/TNCT/etc/LEDRadio/LEDDet1.gif>