

片倉ゲルマ備忘録①

高感度ゲルマラジオの選択度評価と半導体検波素子の評価

2015. 6. 26

JH1OHZ 片倉由一

コイル径の大きい1.5Lのペットボトルでつくった高感度ゲルマラジオと、Qが高くなった分、選択度の向上も図られ、ラジオとしての性能が上がったか？ また、高感度とホットスポットの条件からゲルマ以外の半導体素子で検波が出来るかを試してみました。

1. 実験日と場所

1. 5Lのペットボトルゲルマラジオを作ってから、いてもたってもいられず早く確認したいという思いから、製作から6日目の平成27年6月26日(金)に仕事を午前中で切り上げ、午後休みとし、中野新井交差点内歩道(交通信号柱)に出かけました。小雨が降ってきたのでやむを得ず13時から約30分で切り上げざるを得なくなりました。

前回同場所で、受信をしていた時に、信号待ちの複数名から怪しげな視線を感じていたので、今回は中野駅南口の交番に「新井交差点内の歩道でゲルマラジオの受信実験をする。」旨を告げました。警察官からは「新井交差点は歩道の幅(逃)も十分あるので問題ありません。」との返事でした。

2. 選択度

探検隊プリセット方式ラジオと、500ccのペットボトルラジオ、今回製作した1.5Lペットボトルラジオの3台(写真1)で感度と選択度比較を行いました。特に受信が厳しいニッポン放送とラジオ日本は500ccのペットボトルをでは聞こえているようだが正確に判断できませんが、1.5Lペットボトルラジオでは確実に受信できました。感度・選択度比較は(表1)参照。



左から、探検隊プリセットラジオ、500ccペットボトルラジオ、1.5Lペットボトルラジオ (写真1)

新井交差点での交通信号電柱別の感度・選択度の感覚的受信評価（表1）

放送局	所在地	周波数	出力	探検隊 プリセット方式	500cc ペットボトル ラジオ	1.5L ペットボトル ラジオ
NHK第1	埼玉県久喜市	594KHz	300KW	◎	◎	◎
NHK第2		683KHz	500KW	◎	◎	◎
AFN	埼玉県和光市	810KHz	50KW	◎	◎	◎
TBSラジオ	埼玉県戸田市	954KHz	100KW	◎	◎	◎
文化放送	埼玉県川口市	1134KHz	100KW	○	◎	◎
ニッポン放送	千葉県木更津市	1242KHz	100KW		△※1	○※2
ラジオ日本	神奈川県川崎市	1420KHz	50KW		△※1	○※2

△※1 聞こえているようだが、選択度が悪いいため、他局がかぶって正確に判断できず。

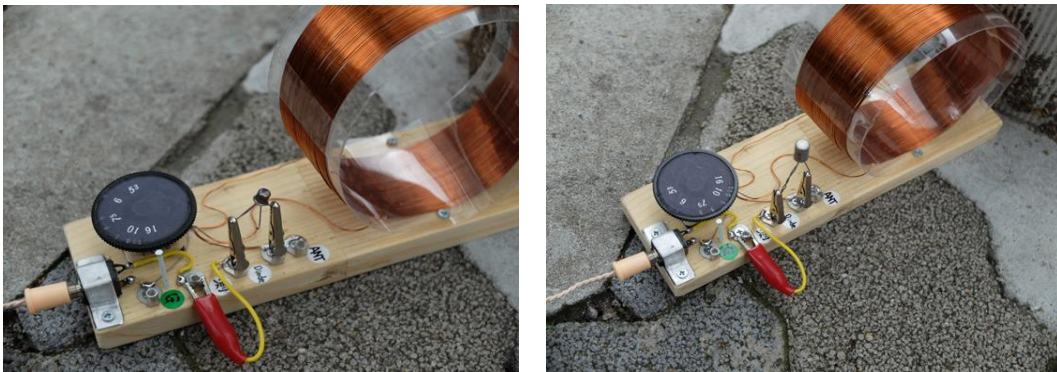
○※2 放送が独立して聞こえた。

携帯ラジオでニッポン放送、ラジオ日本を受信しを同じ放送内容であることを確認した。

3. 各種半導体素子による検波実験

中野ホットスポットエリア(-10~-20dbm 想定)ではゲルマダイオード以外、シリコンダイオードやLED、トランジスタ、フォトトランジスタ、特定のTTL-ICでも検波できることが分かりました。

テストした半導体素子と5段階の感覚的評価は(表2)の通り。



写真左は2SA525、右は2SB171での検波実験の様子

各種半導体素子による検波実験（受信ラジオは1.5Lペットボトルラジオを使用）（表2）

種類	型番	半導体	構造	用途	← 5段階の感覚評価 →			
					感度	選択度	忠実度	総合
ダイオード	1N60	Ge	点接触型	検波	5	5	5	5
	1S34	Ge	点接触型	検波	5	5	5	5
	1S1588	Si	エピタキシャル・プレーナ形	汎用スイッチング	4	5	4	4
	1SS270A	Si	エピタキシャル・プレーナ形	スイッチング(1S1588代替品)	4	5	4	4
	V06C	Si	拡散接合形ガラスモールド構造	一般電源整流用	1	1	1	1
LED	TLN103A	GaAs	?	赤外発光	3	4	3	3
	不明(赤)	GaAs?	?	赤色発光	3	4	3	3
	不明(緑)	?	?	緑色発光	2	4	2	3
トランジスタ	2SA525	Ge(PNP)	合金接合形?	高周波増幅(参考 hfe:100)	4.5	5	4.5	4.5
	2SB171	Ge(PNP)	合金接合形?	低周波増幅(参考 hfe:50)	4.5	4	5	4.5
フォトトランジスタ	TPS601	Si(NPN)	エピタキシャル・プレーナ形	赤外受光	4.5	4	4	4
TTL-IC	SN74LS04N	Si	TTL回路	TTL/反転回路(5V系)	2	4	3	3
	SN7400N	Si	TTL回路	TTL/NAND回路(5V系)	受信できず=評価外			

<印象注釈>

- ① 1N60と1S34は同等。当然といえば当然だが今回の中で一番ゲルマラジオに適する。
- ② 1S1588と1SS270Aは同等で後日-30dbmのレベルでも受信できることが分かった。チューニングはかなりクリチカルな感じになるが、これは感度が低いからかも知れない。音質等の忠実度としてはかなり硬い音域の印象。

- ③ V06Cは検波したが、程度の極悪いスローブ検波のような、「音になっているような、なっていないような、、、ヴォアン、ヴォアン」的な音に聞こえる。どこでチューニングがとれるか難しく、検波信号の音と同時にセンター周波数が動いてしまっているような印象。使い物にはならない。たぶん拡散接合形の構造からそのような状況になっているのではないか？
- ④ LEDは同じ規格のもので評価していないので、なんとも考察できないが、感度はシリコンダイオードより落ちるが、ホットスポットでは検波できた。感度の順番は赤外>赤>緑。音質等の忠実度としては1S1588と1SS270Aグループの音を少し歪ませた感じ。これは順方向電流流れ出しの順方向電圧(VF)がシリコンダイオードよりさらに高い電圧であるために、検波の立ち上がりが悪く、歪んだ音になってしまうのか？
- ⑤ 2SA525, 2SB171ともGeのPNPトランジスタで、テストではベース・コレクタをショートさせPNジャンクションのダイオードとして接続し評価した。結果的には1N60, 1S34に最も近い性能となっているが感度は若干劣る。面白いことに、高周波用の2SAはチューニングがクリチカルなのに対し、2SBはブロードな感じ。忠実度評価の音質は2SAは硬い音で、2SBは音域が広い感じ。これは、高周波用、低周波用の構造上からの差か？
- ⑥ TPS601は赤外特性のフォトトランジスタで光を受けることでコレクタ→エミッタ電流が流れる構造だが、屋外でのテストのせいか十分な光で受光し感度も2SA525, 2SB171同等の感度を得た。総合評価でも“4”であり、面白い使い方が出来そう。
- ⑦ TTL-ICではSN74LS04Nで検波が出来、総合評価でもLEDと近似レベルと評価した。DIP14ピンの1番ピンを入力、2番ピンを出力としてその2つだけを使用。もちろんVCCやGNDは未接続。SN74LS04Nは単純な反転回路(インバーター)で、回路的にもTTLはゲートの入力電圧が約1.4Vを境に変化することから、今回のホットスポットでも数個のTRと2つ程度のダイオードから回路形成されているので、どうにか検波ができたのではないかとと思われる。ただし、SN7400(2入力NAND)では1, 2番ピンをショートさせ入力とし、3番ピンを出力し接続させた。論理的にはSN74LS04と同じにしたが、全く検波できなかった。回路上の素子が増えたことにより電流が流れなかったのではないかと考える。

※6月26日中野でのテストの後、当日秋葉原へ立ち寄り高橋隊長よりテスト用にロシア製高感度ダイオードD311と2SA103をQSYいただきましたが、今回の同一条件化では評価できなかったため、本評価には含めていません。なお、自宅8mロングワイヤーでニッポン放送(約-30dbm)の環境ではD311は感度でGOOD、音質もよい(直線性がいい?)のを確認。2SA103は2SA525と同等と評価できました。

4. 今後の課題(私にとっては大きな課題)

受信した時の感度(音量)、忠実度(音質)の感覚評価はできましたが、各素子の静特性はメーカー資料や実験された方々の貴重なデータから知り得ることはできますが、動的な検波出力特性を何らかの形で定常的なデータにしたいと思っているのですが、これがなかなか難しいということが

わかってきました。いままでの経過から-10,-20,-30dbm 相当の場合の定常的な検波データが欲しいところです。

<6月27, 28日の試行内容・記録メモ>

1) 実験のための疑似信号の確保

- ① VNWA3でのSG機能は出力弱く、また変調もかけられず、使用不可。
- ② トーン信号でMODできるDIPメーター(TRIO DM-800)で、-10,-20,-30dbm 相当程度の信号は確保できる。

2) 測定方法の難題

- ③ 検波電流が1 μ A以下の領域では、商用電源からの誘導ノイズや、測定している部屋内のノイズ？で何が真の信号かがよく分からない状況となっており、定常的なデータはとれていない。

具体的には

- ・測定素子の出力側を、OPアンプでIV変換
- ・検波出力に低抵抗挿入し、ボルテージフロア+高倍率なアンプで両端電圧を測定
これらはOPアンプ回路からの回り込み誘導ノイズ(商用電源?)がある。OPアンプ回路をブレッドボード+乾電池にしても同じ状況となる。ブレッドボードの位置をかえただけでも誘導信号に変化がでる。
- ・オシロを接続しようものなら、これも商用電源からの誘導信号が入る。

3) 新たな課題発見

素子を変えると、同調点がずれることがありそう。

PNジャンクションの構造上からくる、容量的・誘導的な変化により、同調点が微妙に変化するのではないかと思われ、定常的データを取る場合にどのように定義をしておけばいいか？チューニングし最良点を探りデータをとればいいのか？

今後の課題は私にとっては大変大きな課題となりました。

以上

2015. 7. 2記

JH1OHZ片倉