

# 琉球大学学術リポジトリ

## 電気教具の研究：テレビオシロスコープ

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学教育学部 公開日: 2007-07-17 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 比嘉, 善一 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/930">http://hdl.handle.net/20.500.12000/930</a>

# 電気教具の研究

## — テレビオシロスコープ —

比 嘉 善 一

A Study on the Television-Oscilloscope as Teaching Aids

Zenichi HIGA\*

(Received July 10, 1979)

### I はじめに

中学校技術・家庭科電気領域の学習において、交流波形や音声電流を理解させる方法の1つとして、教科書などでは、オシロスコープによる波形の観察をあげている。ところがオシロスコープのブラウン管の径が小さいため、多勢の生徒に一齐に観察させるのは困難である。また、技術科の設備参考例によると、その数量は、小規模校で零、中・大規模校でもわずか1台にすぎず、授業の進捗にも支障をきたしている。1クラスの生徒が一齐に波形の観察ができれば、授業の進捗もかなりスムーズになるものと思われる。

そこで、これらの問題を解決する目的でテレビを利用した波形観察用の教具を製作したのでその結果を報告する。

### II 原理

TV受像機の画面は水平方向には、放送局から送られる水平同期信号(15.75 KHz)に同期したのこぎり波

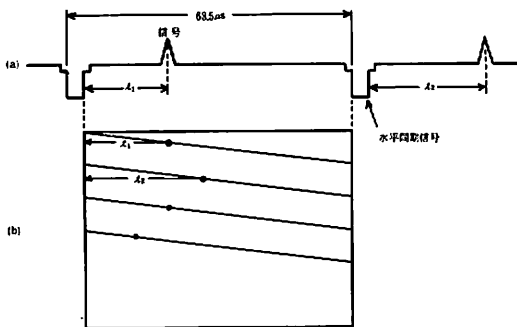


図1 TV信号と画面

により掃引されている。図1(a)のような水平同期信号に同期したパルス信号をブラウン管のカソードに加えると、パルスの入った位置の輝度に変化し、画面にはパルスの極性により白点又は黒点となって現われる。

図1(a)は走査線2本分を示してあるが、入力信号の大きさに比例して、パルスの位置を水平同期信号から $e_1$ 、 $e_2$ 、……と遅らせることによりブラウン管上には図1(b)のような画面が得られる。

### III 回路構成と各部の機能

本装置のブロックダイアグラムを図2に示す。入力端子に加えられた信号は、ゲイン調整用の可変抵抗器で適

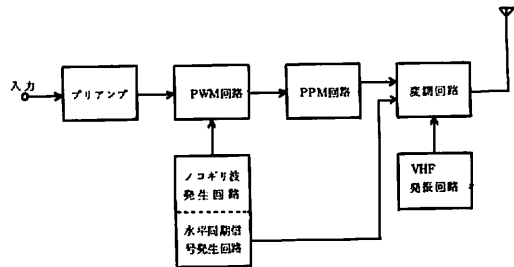


図2 ブロックダイアグラム

当なレベルに調整し、プリアンプに入れる。プリアンプの出力とのこぎり波発生回路で発生したのこぎり波(15.75 KHz)をPWM(Pulse Width modulation)回路に加え、PWM波を作り、これを微分してPPM

\* Tech Edu., Coll. of Edu., Univ. of the Ryukyus.

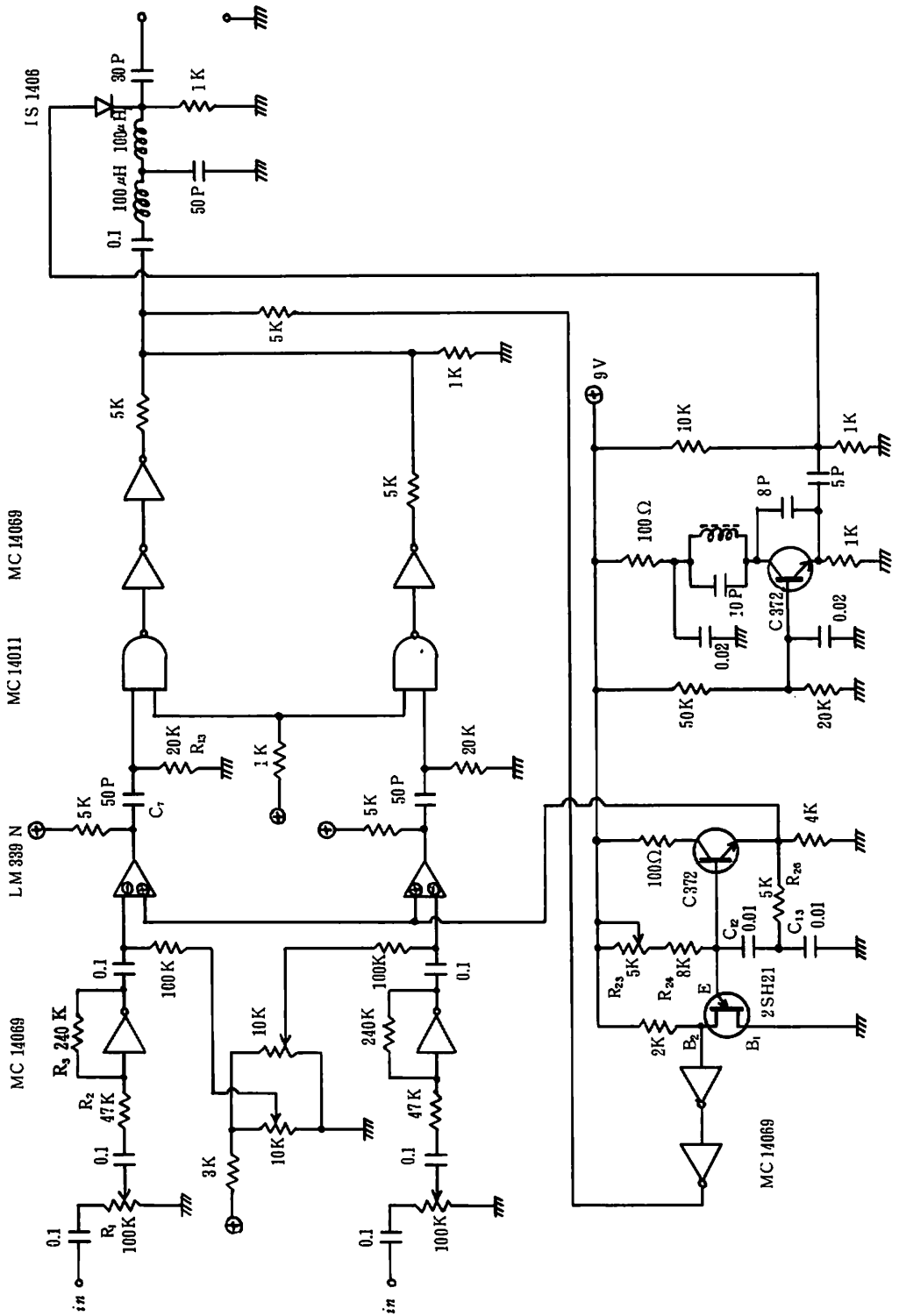


图3 全回路图

(Pulse Phase modulation) 回路で PPM 波に変換する。この PPM 波と水平同期信号 (15.75 KHz) とを交調回路に加え、VHF 発振回路で発生した 91.25 MHz (第 1 チャンネルの映像搬送波) の VHF 波で交調し、電波として空中に放射される。

次に図 3 の全回路図についておもな回路の機能を簡単に述べる。2 現象になっているため入力回路の上部と下部はまったく同じ働きをするので一方だけについて述べることにする。

(1) プリアンプ

入力端子に加えられた信号はゲイン調整用可変抵抗器  $R_1$  (100 K $\Omega$ ) で適当なレベルに調整され、プリアンプで増幅する。アンプには IC MC 14069 のインバータを増幅器として使用した。増幅率は  $R_2$  と  $R_3$  の比で決まるが、波形がひずまないように調整した結果  $\frac{R_2}{R_3} = \frac{470 K\Omega}{47 K\Omega} = 5.1$  倍となっている。

(2) PWM 回路及び PPM 回路

プリアンプの出力をコンパレータ (LM 339 N) の ⊖ 端子に加え、のこぎり波発生回路で発生したのこぎり波 (15.75 KHz) を ⊕ 端子に加えると、2 つの信号の大きさを比較し、のこぎり波の信号 (⊕ 端子) が入力信号 (⊖ 端子) より大きくなるとコンパレータの出力は "L" レベルから "H" レベルに変化し、図 4 (a) に示すような

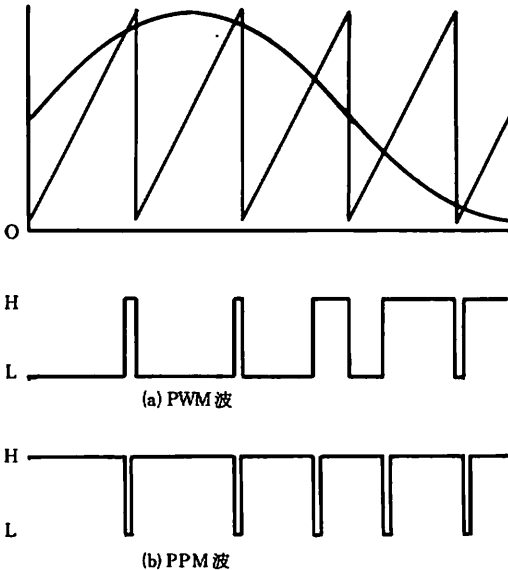


図 4 PWM 波と PPM 波

PWM 波が得られる。これを  $C_7$ 、 $R_{13}$  の微分回路で微分して正のパルスをトリガパルスとして NAND 回路

(MC 14011) の一方の端子に加え、他方の端子にはあらかじめ、スレッシュホールド電圧以上のバイアス電圧を加えておき、2 つの入力が "H" になったとき出力は "L" となり、図 4 (b) のような PPM 波が得られる。これをインバータ (MC 14069) で波形整形し、映像信号とする。

(3) のこぎり波発生回路及び水平同期信号発生回路

のこぎり波発生回路及び水平同期信号発生回路は UJT を使った弛張発振器である。コンデンサ  $C_{12}$ 、 $C_{13}$  は  $R_{23}$ 、 $R_{24}$  を通じて、UJT 2 SH 21 のエミッタ電圧がピーク点電圧に達するまで指数関数的に充電される。この充電電圧が  $R_{B1}$  による電圧降下以上になるとターンオンし、 $C_{12}$ 、 $C_{13}$  に充電された電荷は E-B<sub>1</sub> 間を通じて放電する。 $C_{12}$ 、 $C_{13}$  の充電電荷が放電してしまうとエミッタ電圧は急に低下し、UJT はターンオフし 1 サイクルを完了する。つまりエミッタには  $T = (R_{23} + R_{24}) \frac{C_{12} + C_{13}}{C_{12} + C_{13}} \ln \frac{1}{1-\eta}$  の周期ののこぎり波が発生することになる。こののこぎり波をトランジスタ 2 SC 372 で増幅しコンパレータの入力信号としている。ベース 2 にはのこぎり波の周期に等しいパルスが発生するので、これを水平同期信号として利用する。また  $C_{12}$ 、 $R_{26}$  はのこぎり波の直線性を調整するためのものである。

(4) VHF 発振回路

テレビの第 1 チャンネルの映像搬送波 (91.25 MHz) を作り出す回路にはコルピッツ発振回路を使用した。発振コイルは、コア入り 8  $\phi$  のボビンに 0.5  $\phi$  のスズメッキ線を 2 回巻いて作り、コアで発振周波数を調整するようにした。

IV 結果および考察

① プリアンプの周波数特性

アンプの入力信号を 30 mv 一定に保ち、周波数を 100 Hz ~ 1 MHz まで変化させ、出力電圧を測定した。図 5 はその結果である。

サンプリング定理によると、サンプリング周波数  $f_p$  はつぎのように表わされる。

$$f_p > 2 f_m \quad f_m: \text{信号波の周波数}$$

ここでは  $f_p$  (水平同期信号) は 15.75 KHz であるから、テレビの画面に忠実に再現できる周波数は約 7 KHz が限度である。図 5 によると 100 KHz まではほぼ一定であり、本装置のアンプとしては十分な特性を持っているといえる。

② 電界強度の測定

電界強度の測定は市販されている 300  $\Omega$  平衡フィーダで、簡易形 1/2 波長ダブルレットアンテナ (長さ 1.39 m)

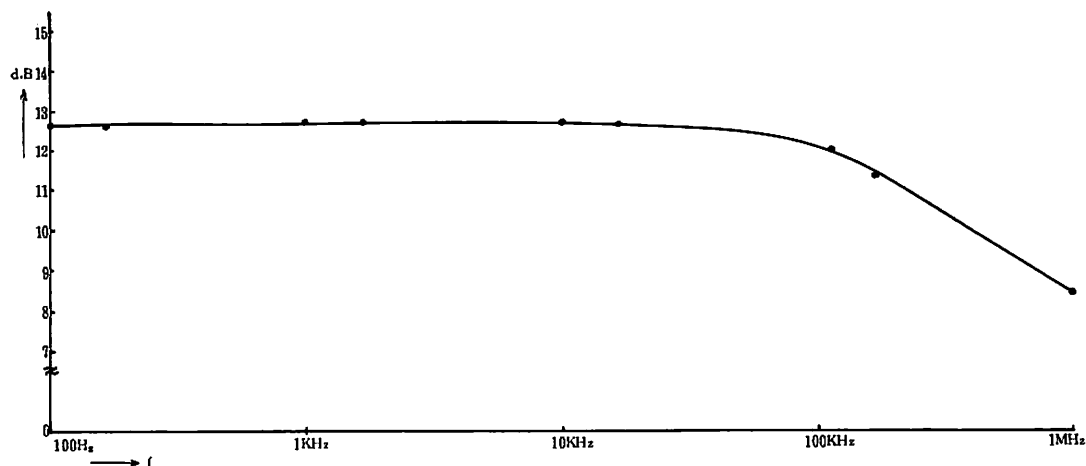


図5 プリアンプの周波数特性

を作りTVフィールドレベルメータ(リーダーLFC-944A)に接続して、本装置のアンテナ長と距離をかえて測定したところ表1および図6の通りになった。

表1 電界強度とアンテナ長

アンテナ長 距離	0[m]	0.25	0.5	1
1[m]	30[dB]	35	48	70
2	31	35	50	66
3	30	32	46	64
4	25	30	35	56
5	28	28	34	53
6	21	28	31	55
7		28	32	57

- [注] 1. リーダーLFC-944Aを使用。  
 2.  $1 \mu V = 0d \cdot B$ とする。  
 3. 測定は本学科電気実験室で行なった。

この結果を見ると

- ① 1 mの垂直アンテナを立てた場合、距離が5 m以上になると電界強度が上昇しているが、これはコンクリート壁などの影響で電波が反射するためではないだろうか。
- ② 1 m以下のアンテナ使用の場合、100 mの距離においては $15 \mu V/m$ 以下になると予測されるので電波法にふれることはないと思われる。
- ③ 白黒テレビの受信レベルはVHFの場合、55 dB以上必要であるから、1 mの垂直アンテナを立てた時は4.5 m以内は鮮明な画面が得られる。
- ④ 画面に再生される波形の検討

写真1~2は今回製作した装置に低周波発振器で120 Hzの正弦波入力を加え、テレビで再生した波形である。ブラウン管に再生された波形の検討をするため、テレビのブラウン管に透明のグラフ用紙を貼付し、各位相における振幅を測定したところ表2の通りとなった。これを図に表わしたのが図7である。この結果より、画面に再生される波形は近似的に正弦波であるといえる。

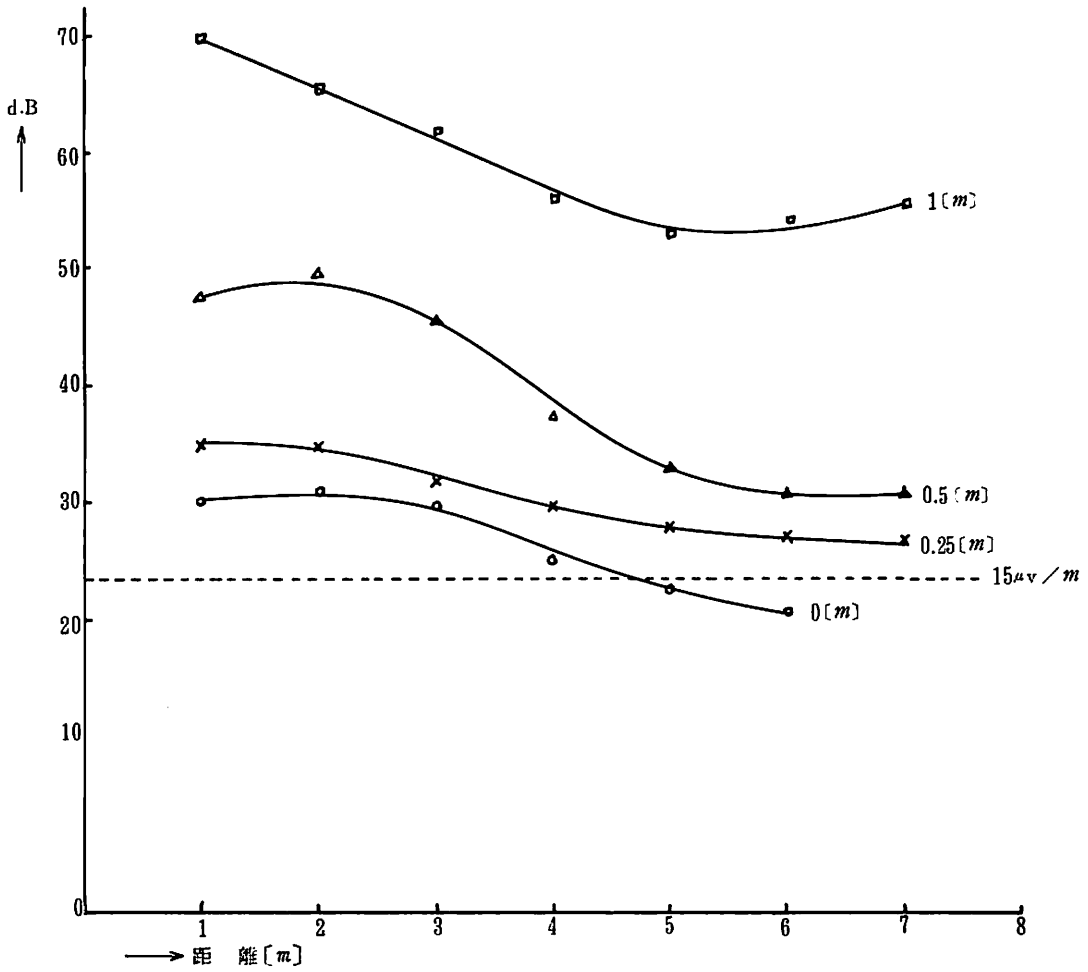


図6 アンテナ長と電界強度

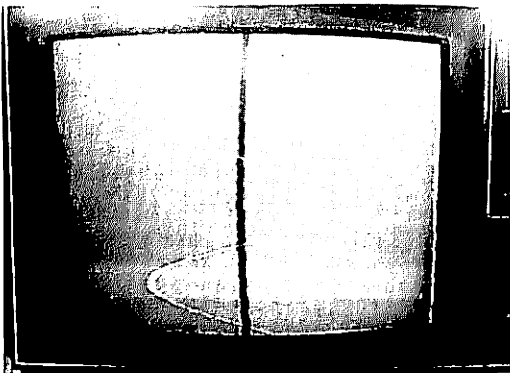


写真1 黒信号を基線としたときの  
正弦波形 (120Hz)

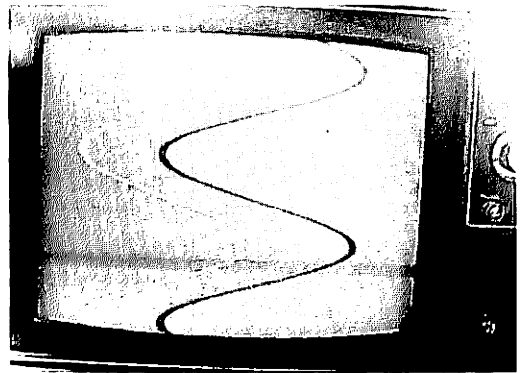


写真2 二現象として使用したとき  
同電圧、同相の正弦波形 (120Hz)

表2 各位相における振幅

120Hz (最大値=9cm)

	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2}{3}\pi$	$\frac{5}{6}\pi$	$\pi$	$\frac{7}{6}\pi$	$\frac{4}{3}\pi$	$\frac{3}{2}\pi$	$\frac{5}{3}\pi$	$\frac{11}{6}\pi$	$2\pi$
計算値	0cm	4.5	7.8	9	7.8	4.5	0	-4.5	-7.8	-9	-7.8	-4.5	0
測定値	0cm	4.4	8.3	9	8.3	4.4	0	-4.4	-8.3	-9	-8.3	-4.4	0

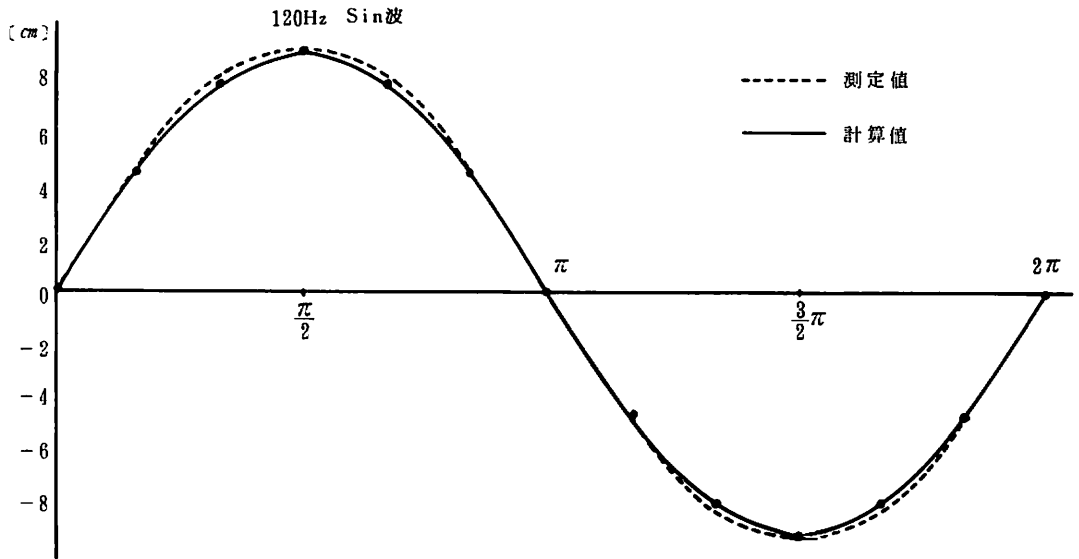


図7 画面に再生される波形

V おわりに

交流波形や音声信号などの波形を観察させる教具として、テレビオシロスコープを製作したが、その結果を要約すると次の通りである。

- ①プリアンプの周波数特性は100 KHz までほぼ一定であり、本装置のアンプとしては十分な特性を持っている。
- ②1 m以下のアンテナを立てて使用しても、電波法にふれることはないと思われるが、準備などの面から考えると、テレビのアンテナ端子に直結して使うほうが便利である。

このような教具を利用することにより、生徒の興味や関心を高めると共に、多勢の生徒が同時に観察することができ、学習能率の向上にも役立つものと思う。

今後、学習指導に用いた場合の学習効果などを明らかにしたい。

なお、この研究は、第22回日本産業技術教育学会(昭和54年7月)において口頭発表したものである。

参考文献

- ①北川一雄 デジタルI C実験と工作マニュアル、P.122~123 オーム社
- ②池原典利 トランジスタ回路の設計 P.423~425 ラジオ技術社
- ③徳永良男 ワイヤレスオシロの試作、トランジスタ技術 1974, 3 CQ出版社
- ④若菜良介 パルスとその応用回路 P.185 啓学出版
- ⑤崎浜秀栄 電気教具の研究Ⅲ—小型送信機の製作—琉球大学教育学部紀要第15集 1972年3月 P.173~177