

基本に忠実な終段コレクタ変調で  
良好な変調が得られる

## AMワイヤレス・マイク的设计と製作

石川 大  
Dai Ishikawa

### 1 設計・製作の動機

2005年4月から大学の非常勤講師として通信技術を教えてほしいとの依頼があり、その製作実習教材用として、市販のラジオで受信できるAM送信機(ワイヤレス・マイク、写真1)を設計製作しました。今までに約100台の製作実績があります。

ワイヤレス・マイクといえば、音質と作りやすさからFMが主流ですが、教材ということで敢えてAMで作ってみました。実はAMワイヤレス・マイクの製作記事は、書籍やネットで探しても納得のいく回路がなかなかないのが実情です。

本機では特殊な部品を使わず、市販の部品だけで設計製作しました。ワイヤレス・マイクとして実際に使うことが可能です。

### 2 AMワイヤレス・マイクのしくみ

#### 2-1 AMラジオの変調波について

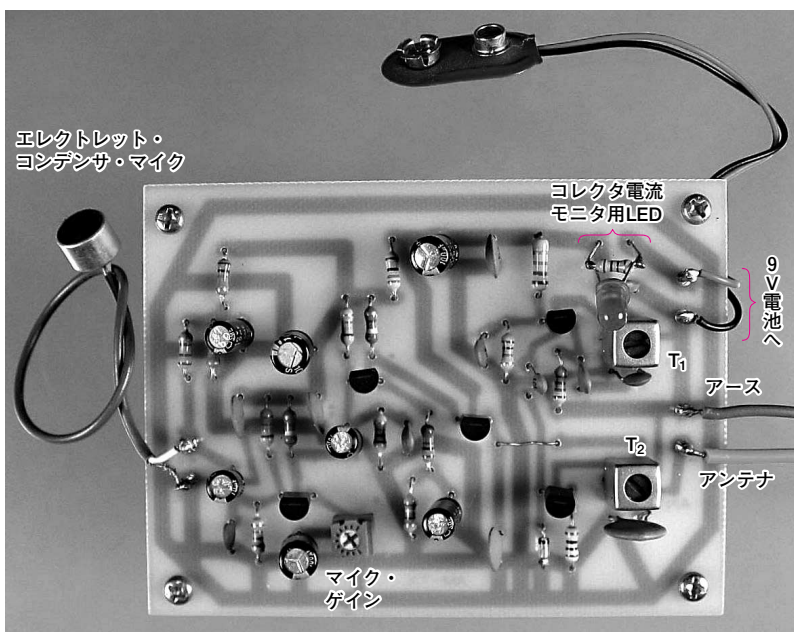
ここで製作するAMワイヤレス・マイクは、小規模ながらも放送局とはほぼ同様な電波を出すものです。

AMラジオ放送は中波の高周波信号(540k~1600kHz)を音声信号(100Hz~7.5kHz)で振幅変調して放送しています。

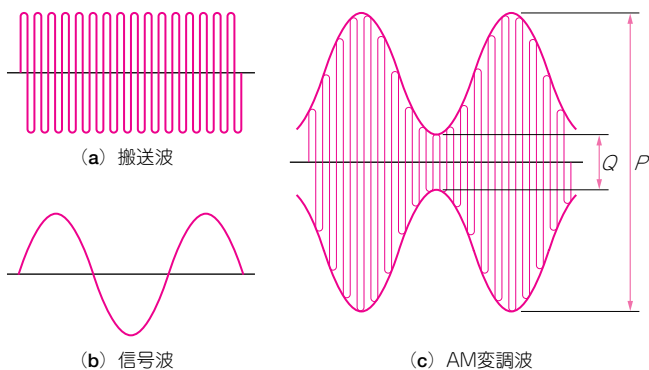
図1は搬送波、信号波およびAM変調波です。図(a)は搬送波(電波)の時間軸上の波形で、図(b)は低周波の信号波です。図(c)は信号波で搬送波を振幅変調したAM変調波形です。

ここで、変調の深さを示す変調度  $m$  は次のように表せます。

$$m = \frac{P - Q}{P + Q} \dots\dots\dots (1)$$



〈写真1〉  
製作したAMワイヤレス・マイク



〈図1〉 搬送波, 信号波, AM変調波の波形

このAM変調波をスペクトラム・アナライザを使って周波数軸上で見ると、図2(a)のように搬送波電圧を  $E_c$  として、変調用の信号周波数を  $f_s$  とすると、搬送波の上下  $f_s$  だけ離れたところに、 $mE_c/2$  の電圧振幅の上側波と下側波ができます。ここで変調度  $m=1$  とすると搬送波に比べて側波の大きさは電圧で1/2の-6 dBとなります。

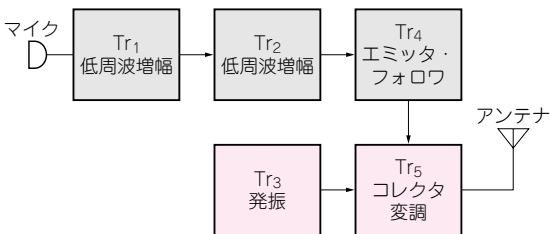
実際の音声で変調した場合は、図2(b)のように搬送波周波数の上下に側波帯ができます。中波の放送局の場合、法令(無線設備規則)によって、チャンネル間隔は9 kHz、1チャンネルの帯域幅は15 kHzと定められています。このため変調周波数の上限は半分の7.5 kHz未満となります。FM放送の変調周波数は50 Hz~15 kHzですから、FM放送に比べて中波ラジオ放送の音質があまり良くないと感じるのはこのためです。

### 2-2 製作したAMワイヤレス・マイクの概要

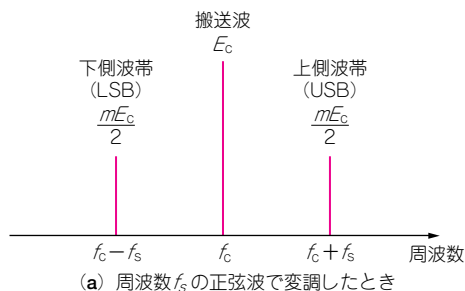
図3が製作したAMワイヤレス・マイクのブロック図です。Tr<sub>1</sub>とTr<sub>2</sub>でマイクからの音声信号を増幅しています。

そしてTr<sub>4</sub>のエミッタ・フォロワで低インピーダンスに変換して、Tr<sub>5</sub>の電力増幅回路にコレクタ変調をかけています。大電力の変調器では、変調トランスを使うのが一般的ですが、ここでは小電力なので変調トランスを使わない簡易な直列変調回路にしました。

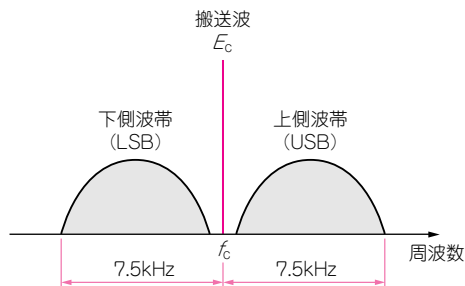
Tr<sub>3</sub>は約700 kHzの発振回路で、搬送波を発生させ



〈図3〉 製作したAMワイヤレス・マイクのブロック図



(a) 周波数  $f_s$  の正弦波で変調したとき



(b) 音声信号で変調したとき

〈図2〉 AM変調波のスペクトル

ています。変調された高周波は長さ1~2 mのリード線アンテナに供給して空中に電波として放射します。

図4(次頁)が設計製作したAM送信機の全回路図です。

## 3 AMワイヤレス・マイク的设计

### 3-1 コンデンサのリアクタンスの計算

回路設計にあたって、あらかじめよく使う周波数で、よく使うコンデンサのリアクタンスを計算した結果が表1です。こうすることで設計が容易になります。

商用電源の周波数を50 Hz、音声の周波数を最低200 Hz、最高4 kHz、AM送信機の搬送波周波数を700 kHzとします。

コンデンサのリアクタンスを  $Z = 1/(2\pi fC)$  で計算しますが、現実の値が必ずしも計算値通りになるわけではありません。

電子回路の中でフィルタのコンデンサや結合コンデンサなどで、図5のようなCRを直列にしたフィルタ

〈表1〉 コンデンサの容量と各周波数におけるリアクタンス値

静電容量	周波数			
	50 Hz	200 Hz	4 kHz	700 kHz
100 pF	32 MΩ	8 MΩ	400 kΩ	2.3 kΩ
1000 pF	3.2 MΩ	800 kΩ	40 kΩ	230 Ω
0.01 μF	320 kΩ	80 kΩ	4 kΩ	23 Ω
0.1 μF	32 kΩ	8 kΩ	400 Ω	2.3 Ω
1 μF	3.2 kΩ	800 Ω	40 Ω	0.23 Ω
10 μF	320 Ω	80 Ω	4 Ω	0.023 Ω
100 μF	32 Ω	8 Ω	0.4 Ω	0.0023 Ω