

作りながら学ぶ初めてのセンサ回路〈第3回〉

PET ボトルと AC コードでセンサを手作り！

静電容量型水位センサによる 電子雨量計の製作

島田 義人
Yoshihito Shimada



今回は電子雨量計(写真3-1)を製作します。身近にある AC コードを使って水位センサを作り、雨量を測ってみましょう。また、雨量がある値を越えたらブザーで知らせるといった警報機能も紹介します。

身近な材料で雨量計を作ってみよう！

降った雨は流れ出し、地面にしみ込んだりもします。そこで雨水が出ていかにないように、コップやバケツなどの容器に雨をためて、水の量を測れば雨量を知ることができます。昔の雨量計は、受水器口径20 cmの円筒型の瓶に溜まった雨水を目で見て雨量を計測していました。雨が10 mm降ったとき、瓶には深さ10 mmの水が溜まっていることになります。

● 水位センサは静電容量型と電気抵抗型がある

溜まった雨水の水位を測る簡単なセンサとしては、電気抵抗型と静電容量型の水位センサが考えられます。電気抵抗型は2対の導電性の電極を水に浸し、電極間を流れる電流値の変化で水位を検出する方式です。金属電極が水に触れるため、酸性雨によって電極が腐食する欠点があります。

今月号で製作するのは静電容量型の水位センサです。

これは2対の絶縁された電極を水に浸し、電極間の静電容量から水位を検出する方式です。

● 静電容量型水位センサの作り方

濡れても絶縁性が保てる平行ケーブルを使います。一般の家庭にある AC コードが材料として使えます。

図3-1に水位センサの構造を示します。切ったケーブルの一端は雨水に浸るため、エポキシ系の接着剤を付けて導線内に水がしみ込まないようにしておきます。ケーブルは曲がらないように、プラスチック製の定規に接着剤で固定します。

● 受水器の作り方

1.5リットル・サイズのPETボトルを図3-2のように切り取ります。上部を逆にして円筒部の上に漏斗として取り付けます。下部は切り捨て、円筒部の下をアクリル板などの平らな面に接着します。水位センサは円筒部の内側の壁面に取り付けます。

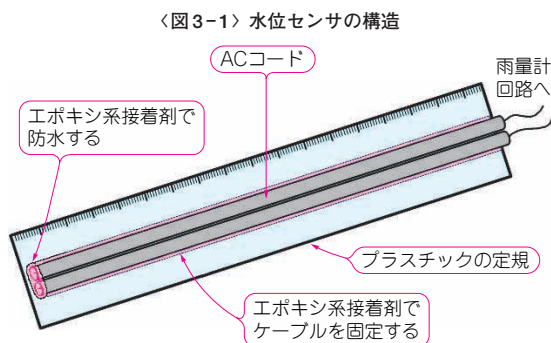
容量測定の実理

コンデンサ C [F] に周波数 f [Hz] の交流信号源を接続したとき、コンデンサのリアクタンス X_C [Ω] は次式で表されます。

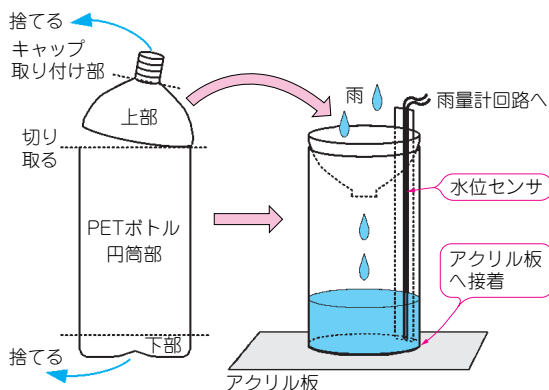
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \dots\dots\dots (3-1)$$



〈写真3-1〉製作した電子雨量計の外観



〈図3-2〉受水器の構成

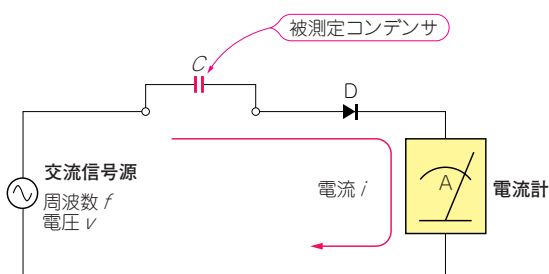


このときコンデンサに流れる電流 i [A] は、交流信号源の電圧を v [V] とすると、次式で表されます。

$$i = \frac{v}{X_C} = v2\pi fC \quad \dots\dots\dots (3-2)$$

図3-3に示すように、交流信号源(発振器)を未知の容量のコンデンサ C を通して電流計に接続すると、発振器の周波数 f と電圧 v が一定であれば、容量 C に比例した電流 i が電流計に流れます。ダイオード D は、コンデンサに流れる交流を整流して直流電流計を振らせるために挿入しています。電流計の指示値に、あらかじめ既知の容量値で校正した目盛りをつけておけば、未知のコンデンサの容量を接続した場合に、目盛りからその容量値がわかるという仕組みです。

〈図3-3〉容量測定原理



各回路部の動作説明

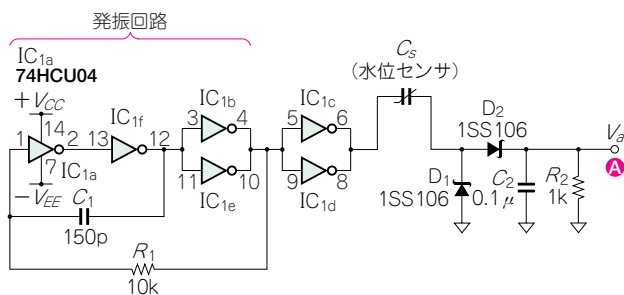
容量→電圧変換部

図3-4に製作した電子雨量計の回路を示します。図3-4(a)は、容量→電圧変換部です。水位変化によってセンサの線間容量が変化し、その容量値を電圧値として出力します。IC₁はCMOSインバータで、コンデンサ C_1 と抵抗 R_1 によって方形波の発振回路を構成しています。

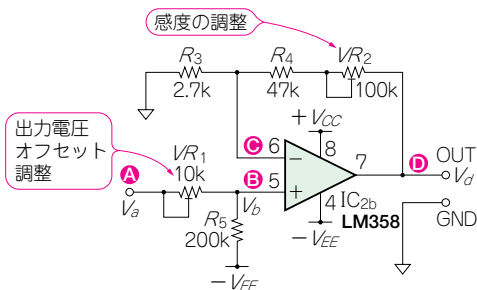
● 発振回路の動作説明

図3-5にCMOSインバータ発振回路の動作原理を、図3-6に各部の発振波形を示します。出力④の電位が“H”の期間 T_1 では、CMOSインバータ G_3 から R_1 を通して電流が流れ C_1 を充電し、①の電位を上昇させます。

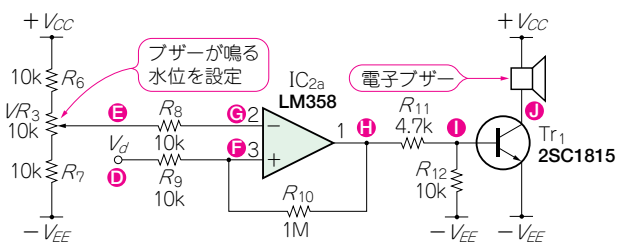
〈図3-4〉電子雨量計の回路



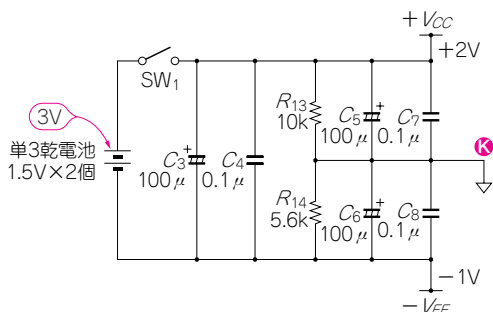
(a) 容量→電圧変換部



(b) 電圧スケール調整部



(c) 警報回路部



(d) 電源部