(日本化学会誌, 1972, p. 2200~2201)

恒 温 液 槽 用 電 子 制 御 装 置

(1972 年 6 月 17 日 受 理)

安 本 功*・岩 倉 稔**・長 井 啓 三**

物理あるいは化学実験において物性量の測定¹⁾, 化学反応の追跡²⁾ などでは反応系を恒温にたもつため恒温液槽がしばしば用いられる。

しかるに現在広く利用されている恒温液槽の温度制御用電気回路の基本的な素子は真空管および継電器であり³⁾, 機械的の接点が含まれ, 誤動作の原因となっている。またこのような回路では大電流の制御も困難である。

本報告では恒温液槽の温度検出部に真空管のかわりに高入力インピーダンスの電界効果トランジスタ (以下 FET と略記する) を, 継電器のかわりにシリコン制御整流素子 (以下 SCR と略記する) を使用した。SCR をターンオンあるいはターンオフするトリガ信号発生源としてパルス発生回路を使用した。この発生回路を使用するとパルストランスにより SCR を流れる商用電流からこの発生回路を絶縁できる利点がある。パルスの発生には無安定マルチバイブレータ, ブロッキング発振回路およびユニジャンクショントランジスタ (以下 UJT と略記する) を使った弛張発振回路の 3 種類⁴⁾ を採用した。

ここでこの装置の動作を概要すれば温度調節器内の電極と水銀面間の断続を FET のゲートにかかる 0 または負の電位変化として検出し, この電位変化によりパルスの発生あるいはその停止を行なう。それにより SCR をターンオンあるいはターンオフする機構である。

本装置使用の利点はつぎのようである。

- 1) 機械的な部分がないので半永久的に使用できる。
- 2) FET を使うので温度検出部に流れる電流はほとんど 0 である。したがって温度調節器内の接点をいためない。
- 3) 消費電力がきわめて少なく小形軽量である。
- 4) 使用できるヒータ電力にくらべて低価格である。
- 5) 市販部品を使用するので容易に製作できる。

実験および結果

製作した恒温液槽用電子制御装置の概要を図 1 に示す。図 1 において温度調節器 Th (市販マグコン・サーモレギュレーターを

Fig. 1 Schematic diagram of the temperature-controlling device

Th: Thermoregulator, V: 6 V, V_{cc} : 12 V, H: Heater 1~5 kW, FET: 2 SK 11-0, P.G.: Pulse generator, SCR: SF 50 G 11, D_1 and D_2 : 1 S 218, D_3 : 1 S 1644, R_1 : 10 k Ω , R_2 : 30 k Ω , F_1 and F_2 : 10~50 A

使用した) は液槽内に充たされた液体中に挿入された感温部である。動作時において, ある一定温度に相当する位置にセットされた白金線の先端が感温部内の水銀面と離れているときには FET のゲートが 0 電位であるので, パルスが発生し, SCR のゲートが開き, ヒータ H に電流が流れ, 液槽内の液温が上昇する。液温が上昇し, 感温部内の水銀面と白金線の先端が接触すれば, FET のゲートがスレッショルド電位以下となるので, パルスの発生が停止し, SCR のゲートが閉じ, ヒータ H に流れている電流が切れ, 液温が下降する。FET のゲート電流すなわち白金線の先端を流れる電流は 10^{-9} A 程度である。

室温から 200°C の温度範囲でニクロム線パイプヒータを用いて試験した結果, この電子制御装置は液温を $\pm 0.08^\circ\text{C}$ の恒温にたちながら安定に動作した。

パルス発生回路の詳細ならびに回路の諸定数を図 2, 3 および

Fig. 2 Astable multivibrator

Tr_1 and Tr_2 : 2 SC 372, Tr_3 : 2 SC 503, D_4 : 1 S 218, T_1 : Pulse transformer NEC SF-2 A, C_1 : 0.001 μF , R_3 : 30 k Ω , R_4 : 1 k Ω , R_5 : 10 k Ω , R_6 : 100 Ω

* 米子工業高等専門学校工業化学科, 米子市彦名町

** 米子工業高等専門学校電気工学科, 米子市彦名町

1) 日本化学会編, “実験化学講座 続 1”, 丸善 (1966) p. 108, 183, 547.

2) 日本化学会編, “実験化学講座 6 第 2 版 第 3 刷”, 丸善 (1964) p. 1.

3) 日本化学会編, “実験化学講座 5 第 2 版 第 2 刷”, 丸善 (1964) p. 142.

4) J. Millman, H. Taub, “Pulse, Digital and Switching Waveforms”, McGraw-Hill, New York (1965) p. 404, 501, 597.

Fig. 3 Blocking-oscillator circuit

Tr_4 : 2 SC 503, D_5 : 1 S 218, T_2 : Pulse transformer NEC SF-2 A, C_2 : 400 pF, R_7 : 50 k Ω

4に示す。図2は無安定マルチバイブレータでB点の電位が正になるとバイアス形となり、発振周期 $T \approx 2 C_1 R_3 \ln \{ (V_{cc} + I_d R_1) / I_d R_1 \}$ で発振する。 I_d は FET のオン電流である。図3はプロセッシング発振回路でB点の電位が正になると不安定形となり、発振周期 $T \approx C_2 R_7 \ln \{ (V_{cc} + I_d R_1) / I_d R_1 \}$ で発振する。図4はUJTを使った弛張発振回路でありB点の電位が正になると Tr_5 オン、 Tr_6 オンとなり、UJT に電流が供給され、発振周期 $T \approx C_3 R_{10}$ 。

Fig. 4 Relaxation-oscillator circuit

Tr_5 : 2 SB 222, Tr_6 : 2 SC 372, UJT: 2 SH 14-GR, T_2 : Pulse transformer NEC SF-2 A, C_3 : 0.05 μ F, R_8 : 2 k Ω , R_9 : 3.3 k Ω , R_{10} : 5.1 k Ω , R_{11} : 470 Ω

$\ln \{ 1 / (1 - \eta) \}$ で発振する。 η は真性スタンオフ比である。発振周期は図2および3の回路では約 40 μ sec, 図4の回路では約 250 μ sec となるように回路諸定数を選んだ。いずれのパルス発生回路も SCR をターンオンあるいはターンオフするのに有効であった。また本装置から発生するパルス性雑音をシンクロスコープで測定したところ外部雑音にマスクされてしまい区別できなかった。

A Device for Temperature Control of a Liquid Bath

Isao YASUMOTO*, Minoru IWAKURA** and Keizo NAGAI**

* Department of Chemistry, Yonago Technical College; Hikona-cho, Yonago-shi, Japan

** Department of Electrical Engineering, Yonago Technical College;
Hikona-cho, Yonago-shi, Japan

A device for temperature control of a liquid bath was presented, using a thermoregulator, an FET, a pulse generator, an SCR, and a heater.

In the device, the FET was used instead of a vacuum-tube, and a triggering signal was applied to turn the SCR on. In order to generate pulse, any of the following three methods was used; the astable multivibrator, the blocking-oscillator circuit and the relaxation-oscillator circuit.

The detail of the circuits was presented and the operation of them was described.