ポジティブフィードバック機構を用いたニュー マチックワンショットマルチバイブレータ[†]

山 本 巖*

Pneumatic One Shot Multivibrator with Positive Feedback System

Iwao YAMAMOTO*

Two sets of bellows are located on the same axis in an enclosure which is opened by an exhaust vent to the atmosphere. A nozzle is put on a movable end of one of the sets of bellows (feedback bellows) and faces the movable closed end of the other set (input bellows). The inside of the feedback bellows is connected to a supply chamber, of which the pressure is regulated to a constant value, through an orifice provided in the fixed end of the feedback bellows. The pneumatic circuit which is composed of the nozzle, the orifice and the feedback bellows is so arranged to have bistable transfer characteristics. Another path with a restrictor connects the supply chamber with the inside of the enclosure. The chamber in the feedback bellows is also connected to another set of bellows through an adjustable restrictor built in the fixed end of the bellows. The third bellows is also set in the enclosure and its closed movable end is used to control the flow out area of the exhaust vent.

When a trigger pulse is applied to the input bellows, the nozzle contacts its counterface and the output pressure (in the feedback bellows) jumps from a low level to a high level equal to the supply pressure. Then, the pressure of the third bellows increases gradually with a speed given by the resistance of the adjustable restrictor and the capacity of the bellows. This pressure increase makes the pressure in the enclosure high, because of the resistance increase of the vent. When the pressure in the enclosure reaches a constant level, the nozzle separates abruptly from its

counterface by the compressive action of the two sets of bellows and the output pressure falls down to the low level.

Keyword : pneumatic device, fluidic digital circuit, pneumatic control, air timer, pulse generator

1. ま え が き

以前に、ポジティブフィードバック機構をもつ空気マイクロメータ回路¹⁾を基本原理として、容器の中に二つのベローを封入した形式の可動形の流体論理素子²⁾について述べた。これは2入力、1出力の各ポートをもつもので、入力ポートの一方または両方にトリガパルスを加えることによりフリップフロップ動作を行うものである。その後同じ構造の装置が、入力ポートの一つにアナログ空気圧波形を加えることによりシュミットトリガ動作³⁾、供給源として交流状空気圧を使用し、これと一定の位相関係にあるトリガパルスを入力ポートに加えることにより電子回路のSCRと同様の位相制御整流動作⁴⁾を行いうることを報告した。ここでは、これに簡単な機構を付加した形式の装置により、空気式ワンショットマルチバイブレータを構成できることを述べる。

従来、一体化された形式のワンショットマルチバイブレータとしては、フルイディクス素子によるものが報告されているが⁵⁾、ここで述べるものはこれらに比べて、小さなトリガ入力で大きな出力レベルの方形波を得ることが容易で、入力回路で定常的な空気流量を必要としないという特徴をもつ。実験の結果、この方式を原理として、実用的な装置を形成できることが確かめられたと思われるので、ここに報告する次第である。

Nomenclature

p_1 : Output pressure (kPa), p_2 : Pressure in input bellows (kPa), p_3 : Pressure in enclosure (kPa), p_4 : Pressure in reset bellows (kPa), p_s : Supply pres-

[†] 第16回フルイディクスシンポジウムで発表(昭56・10)

* 金属材料技術研究所 目黒区中目黒 2-3-12

* National Research Institute for Metals, Meguro-ku, Tokyo

(Received February 5, 1982)

(Revised April 10, 1982)

sure (kPa), h_1 : Gap between nozzle and its counterface (μm), h_4 : Gap between vent and its counterface (μm), K_g : Transfer gain of input bellows ($\mu\text{m}/\text{kPa}$), β : Transfer gain of feedback bellows ($\mu\text{m}/\text{kPa}$), K_c : Transfer gain of reset bellows ($\mu\text{m}/\text{kPa}$), α : Input displacement (μm), k_{r1} : Compliance of feedback bellows ($\mu\text{m}/\text{N}$), k_{r2} : Compliance of input bellows ($\mu\text{m}/\text{N}$), k_r : Compliance between nozzle and its counterface ($\mu\text{m}/\text{N}$), k_{r3} : Compliance of reset bellows ($\mu\text{m}/\text{N}$), t_r : Reversed duration of output (s), T : Time constant (s), R_4 : Flow resistance at vent ($\text{kPa}/\text{kg}/\text{s}$), V_4 : Volume in reset bellows (M^3), Subscript L: Represents the value in stationary state, Subscript t: Represents the value at the moment when resetting action occurs Superscript': Shows the value which is represented as the base on p_3 (example, $q_1' = p_1 - p_3$)

2. 作動原理

装置の原理図を Fig. 1 に示す。フィードバックベロー B_1 、入力ベロー B_2 、リセットベロー B_3 の 3 個のベローが容器 C_m の中にあり、それぞれ的一端は C_m の内壁に固定されていて、他端は B_2 と B_3 では閉じた平面 P_f と P_n 、 B_1 ではノズル N_1 となっている。このうち、 N_1 の先端面と P_f は平行に向かい P_n は C_m のベント N_4 に対向している。 B_1 は、オリフィスを経て一定圧 P_s の空気が供給される室 V_s に通じている。 C_m は N_4 を経て外気に通じているとともに、絞り N_3 を経て V_s に連なり、 B_1 と B_3 の内部は絞り抵抗 N_5 により結ばれている。ここで、 N_5 の流体抵抗は N_2 および N_3 のそれと比較してかなり大きく選ばれており、 N_1 および N_4 の流出口径は、それぞれ、 N_2 , N_3 のそれと比べて大きく選ばれている。

定常状態において、室 V_s より容器 C_m に入る空気流は N_2 を通って N_1 より流入する主空気流と、 N_3

Fig. 1 Schematic diagram of the pneumatic one shot multi-vibrator

O_p : Output port, J_s : Supply port, J_t : Trigger input port, N_1, N_4 : Nozzles, N_2, N_3, N_5 : Orifices, P_n, P_f : Flat face B_1 : Bellows (feedback), B_2 : Bellows (input), B_3 : Bellows (reset) C_m : Enclosure, V_s : Supply chamber

Fig. 2

Schematic of relative displacement of the moving parts

- (I) Non operating state,
- (II) Stational state (resetting state),
- (III) Setting state,
- (IV) Instant before resetting occurs

より直接流入する副空気流とがあり、これらは一体となってベント N_4 より大気中に流出する。ここで、 N_1 と P_f 、 P_n と N_4 は、それぞれ N_3 とともに空気マイクロメータ回路を形成するが、こ間の距離は大きく、 p_1 と p_3 は p_s に比べて十分低い値 p_{1L} , p_{3L} に保たれているものとする。(リセット状態 Fig. 2 II)).

今、ある時刻 t_1 において、 P_f が N_1 に密接できるだけの波高値の空気圧パルスが J_t に加えられたものとする。すると、 N_1 の背圧 p_1 の上昇と B_1 の伸張によるポジティブフィードバック作用により、 N_1 は P_f に密接しこれを押した状態となる。このとき、 p_1 は p_s に急速に増加するが、この状態は入力パルスが消滅しても引続き保持される(セット状態, Fig. 2(III)). ベロー B_3 の内圧 p_4 は絞り N_5 の流体抵抗 R_5 と B_3 の等価容積によって決まる時定数 T に基づき指数関数状に上昇する。 p_4 の上昇に伴って P_n は N_4 に接近していくが、空気マイクロメータの原理により P_n の変位につれて閉容器内圧力 p_3 も上昇していく。 p_3 の上昇は B_1 と B_2 を縮小させるように働き、ついに N_1 と P_f が離れるにいたる (Fig. 2(IV)). ここで、ポジティブフィードバック効果により、 N_1 と P_f は急激に大きく離れるので、 p_1 は p_s より p_3 の近くまで急降下する。 p_1 の減少は今まで増大していた p_4 を減少させ、これは N_4 と P_n の間げきを拡大させて p_3 を初めの圧力 p_{3L} に戻す。これに伴って p_1 も元の圧力 p_{1L} に復帰する。出力 p_1 の高レベル保持時間(反転時間) t_r は時定数 T によって定まるが、 N_5 を可変絞りとするれば、その調節によって所望の t_r をもつ単一の方角空気圧出力をこの装置の出力として取り出すことができる。

3. 静特性曲線と作動条件

以下において、Fig. 2 を参照し、前述の動作が行われる条件について定量的に調べることとする。

Fig. 3 Transfer characteristic curves of the output circuit at constant value of the enclosure pressure

3.1 双安定特性とセッティング

Fig. 1 の配置で装置のセッティングの動作を考えるに当たって、リセットペローの作用がなく P_n と N_4 の間げきが一定値であると仮定する。これは、 N_5 の流体抵抗が N_2 のそれに比べて著しく大きいとき、セッティングが行れる過渡的な期間では p_4 の変動はほとんどないのではほぼ正確に成立する。 N_1 と N_2 は B_1 によるポジティブフィードバック作用をもつ回路を形成するので入力変位 x は、

$$x = g(p_1') - k_{r1}f(p_1') + \beta p_1' \quad (1)$$

で表わされうる²⁾。ここで、 x は Fig. 2(II) に示すように、 p_2 に応じて P_f の占めるべき位置を、作動前 (Fig. 2(I) の状態) での N_1 の位置を基準として測った距離に等しい。Fig. 2(II) では P_f の実際の位置は N_1 の噴流力のためこの位置よりわずかにずれることを示している。また、 g, f は間げき h_i と噴流力 F_i を出力圧の関数として、 $h_1 = g(p_1')$ 、 $F_1 = f(p_1')$ として表わしたときの関数形とする。

$$\beta > 1/K_s^* \left| p_m \left(1/K_s^* = \frac{d}{dp_1} \{ g_1(p_1') - k_{r1}f(p_1') \} \right) \right.$$

p_m : K_s^* が最大となる p_1) のとき、(2) 式に基づく

上記回路の静特性曲線は Fig. 3 の edcbaf のようになるが、破線の部分は実際には存在せず、この部分は矢印 dcfabd のヒステリシスループ状となる²⁾。図中点 b と c は $K_s^* = 1/\beta$ となる 2 点で、区間 (x_{mi}, x_{mh}) で装置は双安定となる。 p_1 が高圧レベルのときをセット状態、低圧レベルのときをリセット状態とする。今、 $x = x_0$ を仮定すると、 $P(x_0, p_{1L})$ 、 $Q(x_0, p_s)$ がこれに対応し、リセット状態 P にある装置をセット状態 Q に移動させるには、 $x_0 - x_{mi}$ に相当する入力変位、逆に Q より P に移すには $x_0 - x_{mh}$ に相当する入力変位が必要となる。Fig. 2(II) の関係から、 x_0 と作動前の間隙 h_{10} との間には、リセット状態で

$$h_{10} = x_0 + K_g p_{20}' \quad (2)$$

が成り立ち、 h_{10} を選ぶことにより x_0 が定まる。

3.2 ベント抵抗による特性曲線の移動とリセット

セット動作が行われた直後に、装置をリセット状態

Fig. 4 Displacement of the transfer characteristic curve caused by changing the enclosure pressure and locus of the operating point

戻すには、Fig. 3 で $x_0 - x_{mh}$ に相当する入力変位が必要である。しかしながら、セット状態が経過するにつれて p_4 が変化し、これによって N_4 と P_n の間げき h_4 が小さくなると、この部分の流体抵抗が増加し p_3 が増大する。これによって空気マイクロメータ回路の圧力変動範囲 ((1) における p_1' の変化域) が狭まるため特性曲線は Fig. 3 の破線 ($a' \sim e'$) のように変化する。この場合点 d はほぼ p_{3L} の減少に比例して左側に変位し ($\rightarrow d'$)、点 c はこれと比べてわずかに左側に移動する³⁾ ($\rightarrow c'$)。 h_4 の変動とこれに伴う p_3 の変化により、特性曲線と作動点が変化して行く状態を略図的に表わしたものが Fig. 4 で、曲線①と P_0 がはじめの (定常) 状態のものとする。作動中心点の横座標 x_0 は、(2) 式より

$$x_0 = h_{10} + K_g(p_3 - p_{2L}) \quad (3)$$

として求めることができるので、これを各曲線について求めたものを $P_i, Q_i (i=0, 1, 2, \dots)$ とすると、 x_0 はベント部の流体抵抗 R_4 が増大するにつれて図の右側に移動する、したがって、はじめ $R_4 = R_{4L}$ でリセット状態にあった装置が振幅 $\Delta p_2 \geq (x_{mi} - x_0)/K_g$ のトリガパルスが入ってセット状態になったとすれば、作動点は $P_0 \rightarrow Q_0$ と移るが、以後 R_4 が増すにつれて $Q_0 \rightarrow Q_1 \rightarrow Q_2 \rightarrow \dots$ のように移動する。しかしながら、図で作動点が Q_3 を過ぎると $x_0 > x_{mh}$ となりループ曲線の右外側 (単安定領域) に外れるので、装置はセット状態よりリセット状態に復帰することになる。すなわち、丁度 $x_0 = x_{mh}$ となるようなループ曲線 (曲線④がこれに相当するものとする) を生ずるような $R_4 (=R_{4i})$ と、これに対応する $h_{4i} (=h_{4i})$ と $p_{3i} (=p_{3i})$ で装置はリセット状態に戻る。

セット状態においては N_1 からの流出空気流がないので、装置がリセット状態に戻るときの P_n と N_4 の間げき h_{4i} は、 P_n と N_4, N_3 からなる空気マイクロメータ回路の被測定間げき h_4 と出力 p_3 の関係式 $h_4 = g_2(p_3)$ より

$$h_{4i} = g_2(p_{3i}) \quad (4)$$

Fig. 5 Experimental apparatus

D_1, D_2 : block, B_1, B_2, B_3 : Bellows, C_y : Acrylic cylinder (inner dia.=25 mm, length=46 mm) N_1, N_2 : Orifice, R_v : Variable resistor, J_1 : Trigger input port, J_s : Supply port, V_a : Volume chamber, S_{m1}, S_{m2} : Adjusting screw, OS: Oscillograph, M_1, M_2, M_3, M_4 : Strain gauge type pressure gauge, S_c : Stop valve, P_n, P_f : Flate face, C_a : Enclosed chamber

で与えられ、このときのリセットベロー内の圧力 $p_4 = p_{4i}$ は、Fig. 2(IV) の関係より次式から求められる。

$$p_{4i} = \frac{1}{K_c} \{h_{40} - g_2(p_{3i}) + K_c p_{3i} + k_{rn} f_2(p_{3i})\} \quad (5)$$

ここで、 k_{rn} は P_n のコンプライアンス、 g_2, f_2 は前記 g, f と同様の静特性および噴流流を表わす関数形とする。リセットベローの内圧 p_4 は、装置がセットされた時刻を基準として指数関数的に変化するととして

$$p_4 - p_{1L} = (p_s - p_{1L}) \{1 - \exp(-t/T)\}$$

で与えられ、 $p_4 = p_{4i}$ に到達する時間 (反転時間) $t = t_r$ は

$$t_r = T \ln \{ (p_s - p_{1L}) / (p_3 - p_{4i}) \} \quad (6)$$

として求められる。ここで、 $T_s = R_s C_4$ で、 C_4 は B_3 の内容積に関する等価容量、 R_s は N_5 の流体抵抗である。

4. 実 験

4.1 実験装置

Fig. 1 の原理に基づく装置の動作と特性を、種々の条件のもとで調べることを主眼として、Fig. 5 の構造のものを試作した。これは、Fig. 1 に関しても、リセットベローの部分と別個の容器とし、これと本体の閉容器との間を配管で結合しているほか、 P_f と N_1, N_4 と P_n の間、 N_5 の流体抵抗、ならびにリセットベロー部の容積を調節できるようにしたものに相当する。ここで、図中の記号は、Fig. 1 と対照して同一機能をもつ部分は同じものが使用されている。

Fig. 5 で、ベロー B_1 がブロック D_1 に、ベロー B_2 がブロック D_2 にはめ込まれていて、それぞれの自由端にアクリル製のノズル N_1 、平滑面 P_f が貼り付けられている。 D_1 と D_2 の間には O リングを用い

Table 1 Dimensions and circuit factors of the parts of the experimental apparatus

Bellows assembly	Compliance ($10^3 \mu\text{m/N}$)	Area for pressure receive (cm^2)	Transfer gain ($\mu\text{m/kPa}$)
B-1	3.35	2.68	89.8
B-2	3.23	2.68	86.5
B-3	4.05	2.00	81.0
B-4	1.90	2.68	51.0
B-5	2.79	2.68	74.8
B-6	1.42	1.52	21.5

Variable resistor 0.044~0.22 $\times 10^{-3} \text{g/s/kPa}$

Acrylic cylinder Inner dia.=24.5 mm, Outer dia.=35 mm, Length=40 mm

Orifice	d_2 (mm)	(mm)	
N_2	0.83	1.6	
N_3	0.51	1.5	
Nozzle	d_1 (mm)	d_{12} (mm)	
N_1	2.50	6.0	
N_4	2.59	6.5	

Table 2 Experimental arrangements constructed of the bellows assembly in Table 1

Arrangement	Bellows B_1 (feedback)	Bellows B_2 (input)	Bellows B_3 (reset)
No. 1	B-1	B-2	B-3
No. 2	B-4	B-5	B-3
No. 3	B-4	B-5	B-6

て気密を保つようにした支持枠により、アクリル製円筒 C_y がはめ込まれていて、その内側は付加容器 C_a の内部と配管により結ばれている。 B_1 の内側はオリフィス N_2 を経て一定圧の供給室 V_s に通じ、 C_y の内側はオリフィス N_3 を通って同じく V_s に結ばれている。 B_1 の内側が出力室となるが、ここからはさらに、抵抗値に比例した目盛をもつ可変レジスタ R_v を経て C_a 内のベロー B_3 の内部に通じている。 B_3 の可動端は平滑面 P_n で閉じられていて、 C_a に取り付けられたノズル状のベント孔 N_4 の端面と対向している。 N_4 の端面と P_f の間隔 h_{40} はねじ S_{m2} の調節により、また N_1 と P_f の間隔 h_{10} はねじ S_{m1} の調節により、また N_1 と P_f の間隔 h_{10} はねじ S_{m1} の調節により、それぞれ 0~5 mm の任意の値に設定

(a) Dial index of resistor $R_V=8$ (b) Dial index of resistor $R_V=5$ (c) Dial index of resistor $R_V=2$

Fig. 6 Oscillograms, pressure change at the ports of the ports of the experimental apparatus triggered by a pneumatic pulse (Arrangement No. 1, $h_{10}=420 \mu\text{m}$, $h_{40}=545 \mu\text{m}$, $p_s=15 \text{ kPa}$, Stop valve S_c is closed)

できるようになっている。B₁, B₂, B₃ および C_v の内部はそれぞれ圧力測定装置 M₁, M₂, M₃, M₄ に接続され、それらの圧力が表示されると共に、電磁オシログラフ OS により記録される。実験に使用した装置の主要要素の寸法と定数を **Table 1** に、これらから構成した装置アセンブリを **Table 2** に示す。ここで、ベロー B₁ とベロー B₂ の異なる 2 組の本体部 (B-1, B-2 と B-4, B-5 の各組合せ) と、B₃ の異なる 2 組の付加容器部 (B-3 と B-6) が用意されている。このうち、B-4, B-6 はベロー内にバネが組み込まれている。ポート J_s は定圧供給源に接続され、ポート J_i はトリガ用の空気圧パルス発生器に接続されている。パルス発生器は、円板に長方形片を取り付けたものを回転させ、長方形片が空気マイクロメータのノズルの先端面を通る際にノズルの背圧変化として空気圧パルスが発生する方式の装置⁶⁾を使用した。

4.2 実験結果と検討

はじめ、Table 2 の No. 1 の装置構成を供給圧力 15 kPa で動作させた場合について、ついで No. 2 および No. 3 の装置構成のものを供給圧力 40 kPa で

(a) Arrangement No. 2, stop valve S_c is closed, $V_4=26.9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ (b) Arrangement No. 3, stop valve S_c is closed, $V_4=26.9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ (c) Arrangement No. 2, stop valve S_c is opened, $V_4=116.9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

Fig. 7 Oscillograms, pressure change at the ports of the experimental apparatus triggered by a pneumatic pulse ($h_{10}=700 \mu\text{m}$, $h_{40}=588 \mu\text{m}$, $p_s=40 \text{ kPa}$, Dial index of resistor $R_V=8$)

駆動した場合について実験を行った。おのおのにつき、 h_{10} , h_{40} , R_4 を種々に変えて、J_i にトリガパルスを入れて生じた出力波形を調べた。その結果、ほぼ前記推論通りのワンショットマルチパイプレータとしての動作が行れることが確認できた。Fig. 6 および Fig. 7 にその記録例を示す。

このうち、Fig. 6(a)~(c) は No. 1 の装置構成で、 h_{10} , h_{40} を一定としてレジスタ R_V を変化させた場合である。いずれも、 p_2 のパルス状変化によって出力 p_1 が急激に上昇し、以後 p_4 が指数関数的に変化していつて p_4 に到達すると共に、 p_1 が急激に下降して R_V の流体抵抗値に比例した幅をもつ単一パルスが形成されていることがわかる。ここで、容器内圧力 p_3 がトリガ入力の時点で急激に下降しているのは、装置がセット状態になると共に閉容器内への主空気流がシャ断されるため、逆にリセット時には、ノズル N₁ の急激な開放による空気流の供給によって p_3 はパルス状に上昇している。リセット動作により p_1 は急降下するが、降下点の値は初めの定常値 p_{1L} よりやや高い。これは B₃ 内の空気が N₅ を通じて

B₁内に放出されるのに時間がかかるため、この復帰に要する時間は主として付加容器部分の抵抗-容量による時定数 T_1 に関係する。リセット動作後のオシログラムの観察から、 T_1 が小さいほど復帰が早いことがわかるが、リセット後の p_1 と p_3 の減衰は、 P_n の変位に対する p_1 の変動の関係が非線形であるため、 p_4 のそれよりやや大きくなっている。リセット後の p_3 の過渡的変動期間では p_3 の定常値 p_{3L} に対する差分だけ入力ベロー B₂ が収縮する。したがって、この期間で装置を駆動するにはほぼその分に相当する $p_{3L} - p_{3L}$ だけ振幅の大きなトリガ入力が必要となる。

つぎに、Fig. 7(a)~(c)は Table. 2 の No. 2, 3 の構成についての実験結果で、(b)は(a)に対して付加ベローアセンブリを B-3 から B-6 に交換したもの、(c)は(a)と同じ条件で開閉弁 S_e を開いて容積室 V_a (容積 $90 \times 10^{-6} \text{ m}^3$) を接続した場合のものである。Fig. 7(a)は Fig. 6(a)と比較すると、実験条件では R_4 , V_4 が等しく h_{40} もあまり変わらないが、出力パルスの幅はかなり減少している。これは h_{41} の差に基づくもので、つぎのように説明されう。すなわち、ベント部の (空気マイクロメータ回路としての) 入出力特性を表わす(4)式は、同一の回路構成のとき、出力圧を供給圧で規格化した表現 p_3/p_s を用いれば、供給圧によってほとんど変わらない。リセット時の容器内圧力 p_{3s} は p_s と回路定数 K_0 , β ならびに h_{10} の選択値によって決まるが、 p_{3s}/p_s を比較すると、Fig. 6(a)の場合が Fig. 7(a)のものより大きく、これに対応して h_{41} は Fig. 7(a)のほうが大きい。したがって、 P_n の変位 $h_{40} - h_{41}$ を生ずるのに必要な時間は Fig. 7(a)のほうが小さくなり、 t_r も小さくなる。これは、これらの図の p_4 の曲線変化としても明瞭に表われている。

つぎに Fig. 7(b)をみると、Fig. 7(a)の場合の実験条件と比較してリセットベローのゲインが減少したため、 p_4 の一定変動値に対する h_4 の変化量が減少し、したがってこれに対する p_3 の変化も少なくなる。すなわち、一定の p_{3s} に到達するために必要な p_{4s} の値は Fig. 7(b)の場合が Fig. 7(a)のそれより大となり、これにつれて t_r も大きくなることになる。しかしながら、 p_{4s} の上昇はリセット切換えが p_4 の対時間変動の小さな範囲で行われることによって、出力波形の再現性に悪影響を及ぼす。実験によれば、

No. 3 の回路構成の場合、出力波形の半値幅で 2~4% の再現性誤差が認められた。No. 2 の回路構成では $p_{4s} - p_{1L} \approx 0.6(p_s - p_{1L})$ とし、これはほぼ 1% 程度となることが確かめられている。

Fig. 7(c)は、Fig. 7(a)と同じ回路構成で、容積 $90 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ が B₃ の内部容積に加わった場合に相当する。B₃ に連なる部分の等価容積は、もとのものが $V_4 = 26.9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ であるのに対し、4.33 倍となっている。Fig. 7(c)の出力波形の半値幅を Fig. 7(a)と比較すると、4.25 倍となり、これより、容積の増加分に比例して出力波形の幅がふえていることがわかる。出力波形の幅、すなわち反転時間 t_r の調整には R_4 か V_4 のいずれかの調節でよいわけであるが、かなり大きな t_r を必要とする場合には、抵抗値が大きくて調節が容易な流体抵抗器を得るのは一般に難しいので付加容積を変えるのが実用的である。

5. あとがき

閉じた容器の中においた3個のベローの伸縮によるポジティブフィードバック作用を用いた新しいニューマチック・ワンショットマルチバイブレータの動作原理を述べ、各種の構成条件につきその動作状況を調べた。その結果、ほぼ推定通りの波形発生動作が行われうることが確認できた。

試作装置は種々の回路条件について動作を試験することを目的として作られたため、やや複雑な構造となっているが、原理図 Fig. 1 を直接具体化したものや、ベローの代りにダイヤフラムを使用するなどの装置構成的な工夫により、小型で実用的な装置が実現できるものと考えられる。

参考文献

- 1) 山本：ポジティブフィードバックを用いた空気マイクロメータ，計測自動制御学会論文集，15-1，97/103 (1979)
- 2) 山本：ポジティブフィードバックを用いた流体論理素子，計測自動制御学会論文集，15-6，807/813 (1979)
- 3) 山本：ポジティブフィードバック機構を用いたニューマチックシュミットトリガ回路，計測自動制御学会論文集 16-6，898/904 (1980)
- 4) 山本：ポジティブフィードバック機構を用いたニューマチック位相制御整流装置，計測自動制御学会論文集，17-6，664/670 (1981)
- 5) G.W.A. Dummer and J. Mackenzie Robertson: Fluidic Component and Equipment, 278/279, Pergamon Press (1969)
- 6) 山本：空気圧関数パルス発生器，計測自動制御学会論文集，12-3，350/355 (1976)