

マイクロアクチュエータを用いた8連マイクロピペットの開発

Development of 8 channel pipettes system with micro actuator

○正 片野 圭二(アイカムス・ラボ) 高橋 信博(アイカムス・ラボ)
濱田 和幸 (システム・インスツルメンツ)
正 清水 友治(岩手大) 正 岩渕 明(岩手大)

Keiji KATANO, Icomes Lab. Co., Ltd. 4-3-5 Ueda Morioka City Iwate Pre.
Nobuhiro TAKAHASHI, Icomes Lab. Co., Ltd.
Kazuyuki HAMADA, System Instruments Co., Ltd.
Tomoharu SHIMIZU, Iwate University
Akira IWABUCHI, Iwate University

Recently in the medical analysis instruments, the liquid control is required to be microfied and high accuracy. Generally the pipette of medical analysis instruments consists of pump and tube, so those are not able to put out micro liquid accurately. In this paper we developed $\Phi 8\text{mm}$ micro actuator. This actuator is made by a 2k-H type planet-gear reducer and a stepping motor. Module of these gears is 0.1, and gears are made by plastic injection molding. And we developed 8 channel micro pipettes system lined up 9mm pitch with these micro actuators. This system puts out 10 μl liquid in CV value 1%.

Key Words: Pipette, Actuator, Reducer, Gear, Module, Stepping motor

1 緒 言

血液検査等医療用の分析装置において、各種試薬を正確に吸入・排出する多連のピペットがあるが、近年検査コストを下げるため、薬液の微量化が求められている。しかし、現状分注用のピペットは、チューブを介してポンプにより制御するのが一般的であるため、チューブ内の液が無駄であること、また距離が長いことにより制御感が落ちることにより精度が悪いという問題がある。また、大サイズの1個のモータを用いて多連のピペットを同時に動作する方法もあるが、ピペット間の量のバラツキを個別に制御できないという課題があった。また、近年モジュール0.1のプラスチック歯車減速機による、アクチュエータの小型化が研究されている。⁽¹⁾

そこで筆者らは、 $\Phi 8\text{mm}$ のマイクロアクチュエータを開発し、これを用いることで9mmピッチの標準パレットに対して滴下可能な多連で独立制御可能なマイクロピペットを開発した。マイクロアクチュエータはモジュール0.1のプラスチック歯車による2k-H型減速機とステッピングモータとで構成されている。本装置により、10 μl の液量を繰り返し精度 (CV値) 1%以下であった。

2 システムの構成

2.1 マイクロアクチュエータ

$\Phi 8$ マイクロアクチュエータはステッピングモータと2k-H型歯車減速機で構成されている。図1に、開発した歯車減速機のブロック図を示す。歯車はモジュール0.1のプラスチック射出成形で加工されている。表1に各歯車の諸元を示す。減速比の計算式は下記の通りとなる。

$$j^H_{23} = \frac{Z_3 Z_{11}}{Z_2 Z_{12}} = 8$$

表2に本減速機を用いたマイクロアクチュエータの仕様を示す。

本アクチュエータの出力はカップリングを介してねじに連結し、直線運動に変換される。マイクロアクチュエータの

分解能は160step/rev., ねじのリードは0.4mmであることからナットの変位分解能は2.5 $\mu\text{m}/\text{step}$ となる。

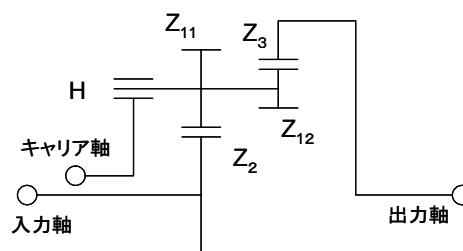


Fig.1 2k-H micro reducer

Table.1 Specification of micro reducer

	Z ₂	Z ₁₁	Z ₁₂	Z ₃
モジュール	0.1		0.15	
歯数	14	28	14	56
転移係数	0.55	-0.5	0.3	0.15

Table.2 Specification of micro actuator

項目	仕様
外形寸法	$\Phi 8 \times L24.7$
重量	3.5g
分解能	160step/rev.
モータ	2相ステッピングモータ
減速比	1/8
最大応答周波数	2,000pps
出力トルク	2mNm

2.2 マイクロピペット

図2に開発したマイクロピペットの構造図を、図3に試作品の写真を示す。試作したΦ8マイクロアクチュエータの出力はシリンジ内のカップリングを介して、ねじとナットにより直線運動に変換される。直線動作するナットはプランジヤーと結合してノズル内を動作し、ノズルの空気の種類を変化させることで、先端に装着されたチップから薬液を吸排する。表3にマイクロピペットの基本仕様を示す。

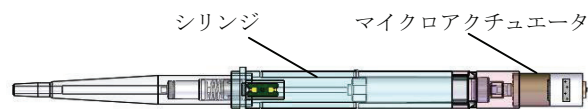


Fig.2 Outline of micro pipette

項目	仕様
直動変換	すべりねじ M4×0.7
標準ストローク	16mm
変位分解能	2.5μm
実使用量	20μl
吐出分解能	5.5nl
吸入排出速度	2s/ストローク

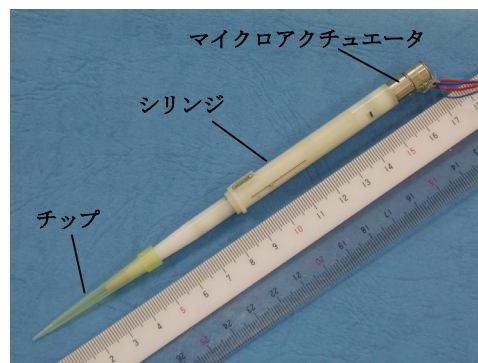


Fig.3 Picture of micro pipette

3 評価結果と考察

図4に、本マイクロピペットを8本連結した外径図を示す。8連マイクロピペットのピッチは、試薬パレットの標準ピッチである9mmピッチで配列している。各マイクロピペットの流量のバラツキは、それぞれのモータパルス数で吐出量を調整している。

ピペット No.	10μl		1μl	
	平均	CV値	平均	CV値
1	10.12	0.5%	1.04	3.8%
2	10.16	0.7%	1.05	4.7%
3	10.19	0.7%	1.05	4.0%
4	10.15	0.8%	1.04	4.2%
5	10.14	0.7%	1.03	3.8%
6	10.18	0.4%	1.07	3.7%
7	10.19	0.9%	1.08	4.8%
8	10.14	0.9%	1.02	4.0%

表4に、各ピペットの吐出精度の評価結果を、また図5に10μl吐出時、図6に1μl吐出時のCV値の結果を示す。

測定には精製水（比重0.9978）を用い、また測定器は電子天秤にて重量測定を行い、吐出量に換算した。ここで、CV値は標準偏差を平均値で除した値である。

これより、10μl吐出時はCV値1%以下で、1μl吐出時はCV値5%以下の精度が可能であることを確認した。

4 結 言

- (1) 本研究では、プラスチック歯車による 2kHz 型のΦ8マイクロアクチュエータとそれを用いて9mmピッチの8連マイクロピペットを開発し、その精度を確認した。
- (2) 吐出精度は、10μlでCV値1%以下、1μlでCV値5%以下を実現した。

これにより、従来製品に対して小型でかつ微量の薬液を高精度に吐出することが可能となった。

文 献

1. 片野・田村・照井・岩渕・清水,機講論, No.03-1,(2003),229

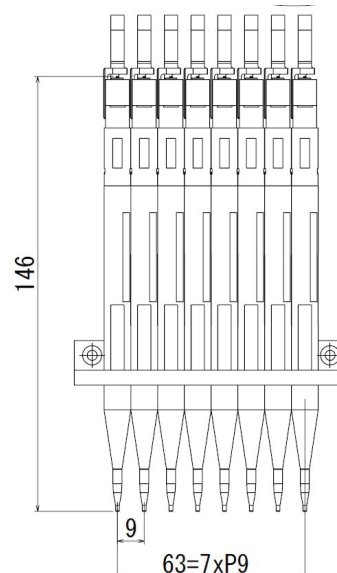


Fig.4 Outline of 8ch. micro pipettes

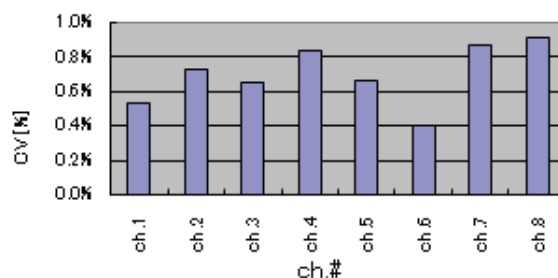


Fig.5 CV value of 8ch. micro pipettes at 10μl

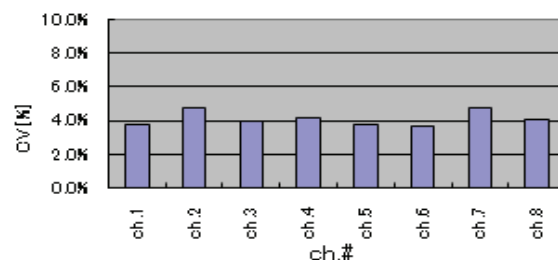


Fig.6 CV value of 8ch. micro pipettes at 1μl