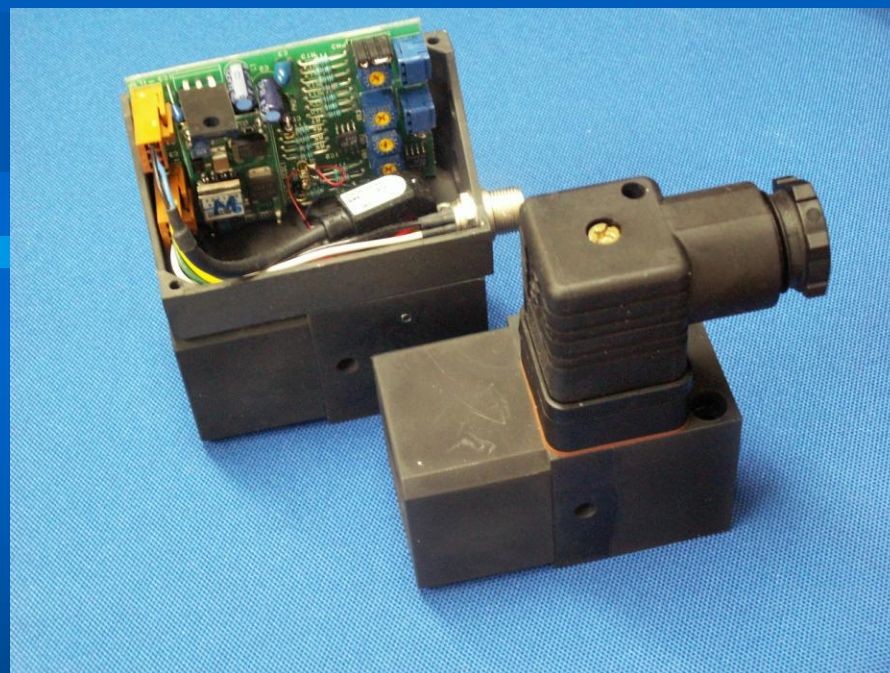


フォースモータにより動作する ノズル-フラツパ素子とその応用



飯塚博道

(株)アサヒエンタープライズ

アウトライン

- フォースモータの原理と特長
 - ーバックグラウンド、ノズルフラツパ素子の構造
 - ーバックグラウンド、ノズルフラツパ素子の特性
- フォースモータ駆動型ノズルフラツパ素子の応用
 - ー分流弁、その構造と特性
 - ー分流弁、制御上の展開ーPICの内蔵
- 半導体分野でのノズルフラツパ素子の展開
 - ーハイパーレギュレータによる微小圧力制御
 - ー空気圧ナノシリンダによるナノ位置制御

フォースモータの原理と特長

- 原理:フレミングの左手の法則

$$F=iBl$$

但し*i*=電流、*B*=磁束密度

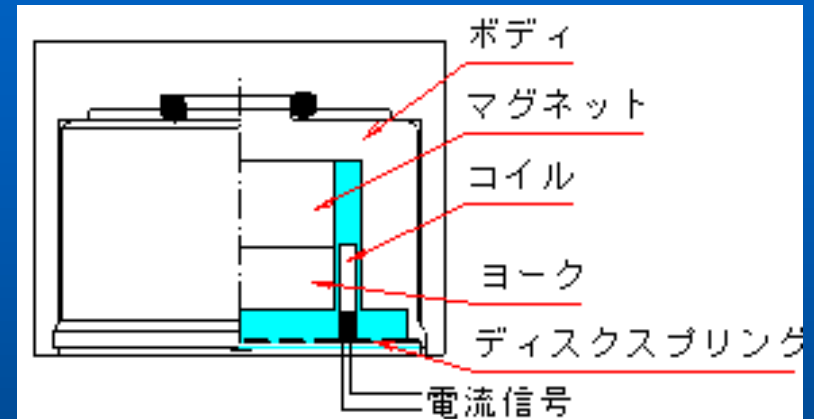
l=銅線の長さ

ディスクスプリングのみの場合の

計算式は

$$F=kx$$

但し*k*=バネ定数、*x*=ストローク



- 特長

高分解能:1/10000以下

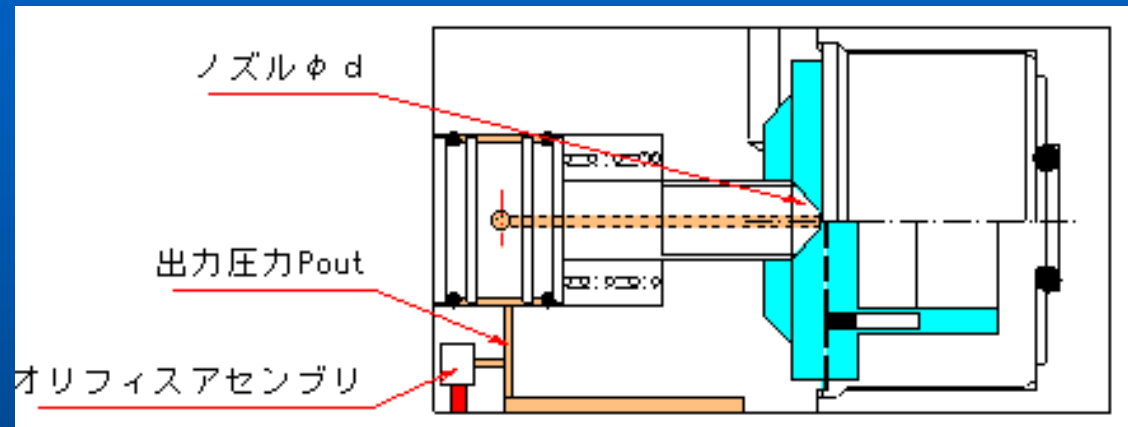
高速応答性:0.5kHz(-3dB)

広いレンジャビリティ:0~20~500μm

微小消費電力:0.1~0.5W

バックグラウンド ノズルフラツパ素子の構造

その構造



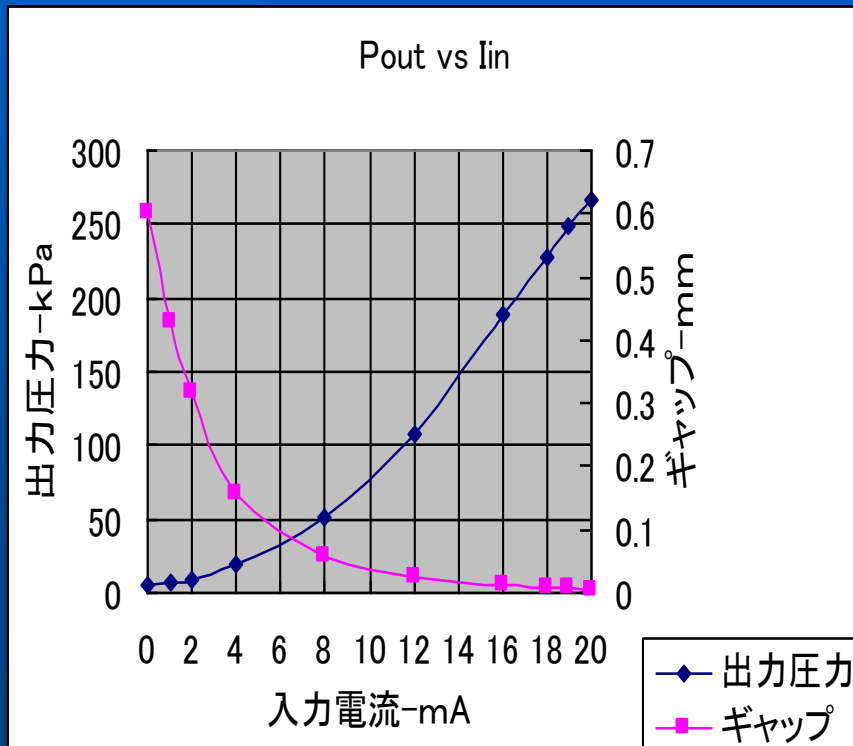
基本的な入出力特性

ノズルフラツパ素子は空気圧制御に特徴的な力平衡制御により出力圧が調節される。
 $P_{out} * \pi d^2 / 4 + kl = F$ 、 $F = iBI$ 、 $kl = 0$ とすると
 $P_{out} = 4iBI / \pi d^2$ この式からFM駆動型ノズルフラツパ素子がスタートする。

バックグラウンド

ノズルフラツパ素子の特性

入出力特性 ($P_{out}=C \cdot I_{in}$) とノズルフラツパのギャップ



標準仕様:

供給圧力 = 300kPa

固定オリフィス = $\Phi 0.2$

ノズル径 = $\Phi 1.0$

入力信号 = 0 ~ 20mA

出力圧力 = 5 ~ 270kPa

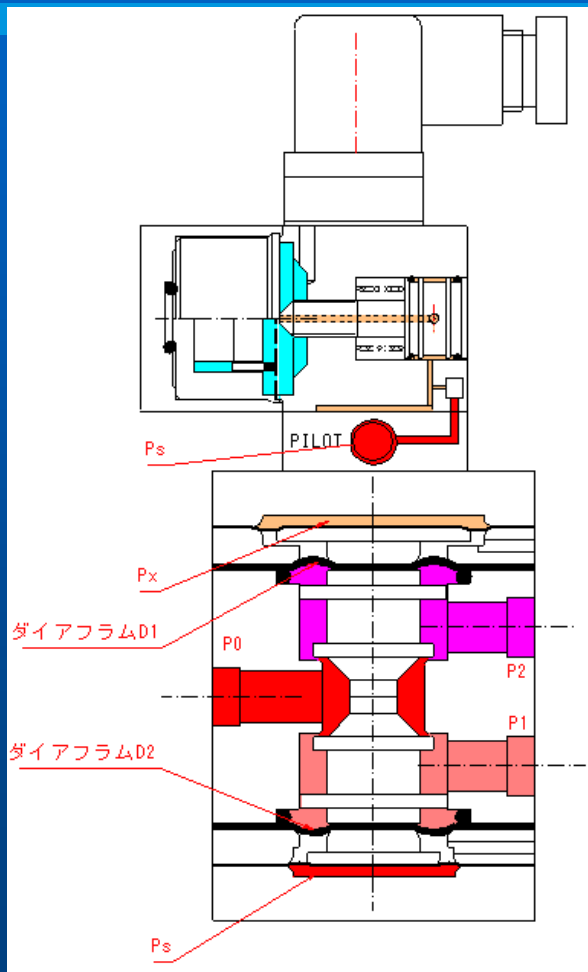
ヒステリシス = $\pm 0.3\%$ 以下 (標準)

$\pm 0.1\%$ 以下 (OP)

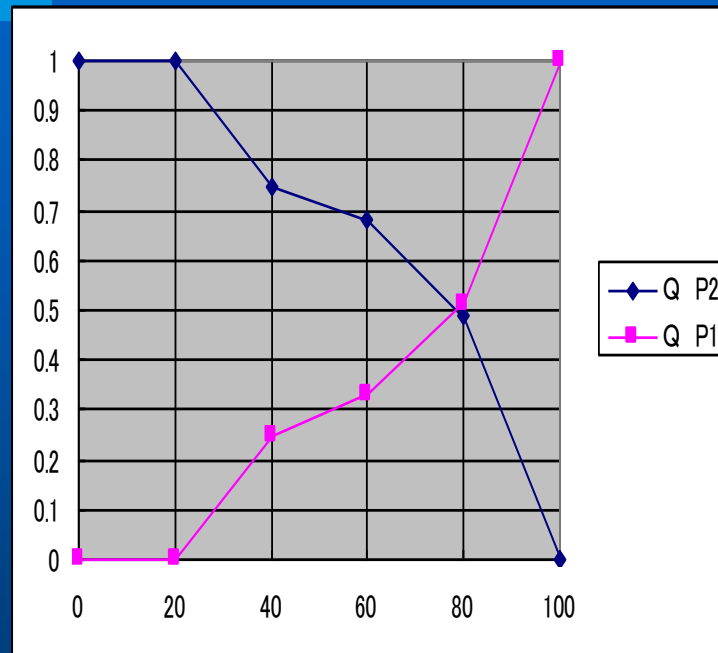
入力 4mA 以上での出力圧力変化は 250kPa、その間のギャップ変化は 150μ 。

分流弁、その構造と特性

構造



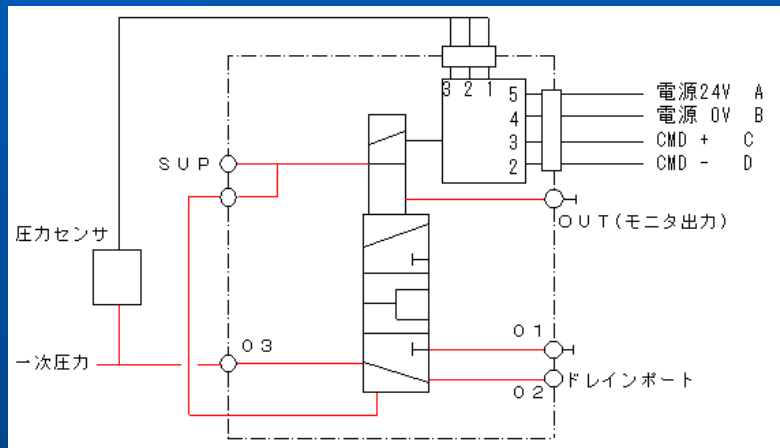
特性



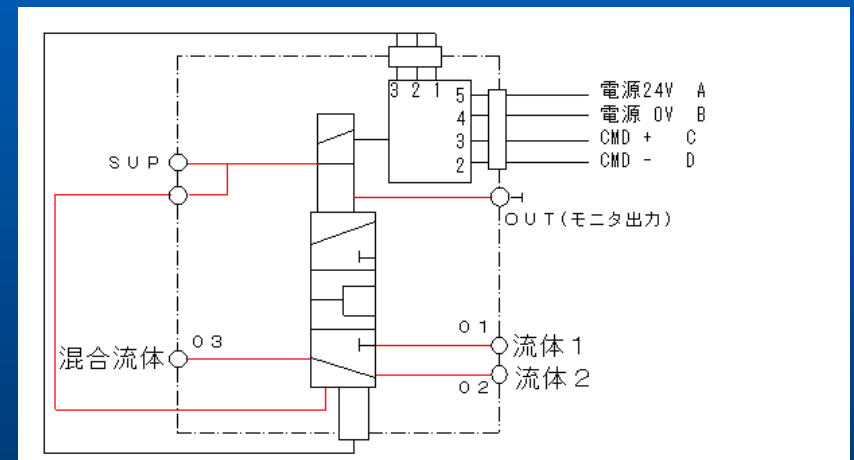
横軸が入力信号、縦軸が出力流量比です。入力信号によって分流比率のみが変化します。

分流弁、制御上の展開—PIC内蔵

閉ループコントローラ(PIC)を内蔵することにより、リニアリティ、ヒステリシス、再現性などを2桁以上改善することができる。



圧力フィードバック
一次圧制御
二次圧制御



位置フィードバック
混合比率制御

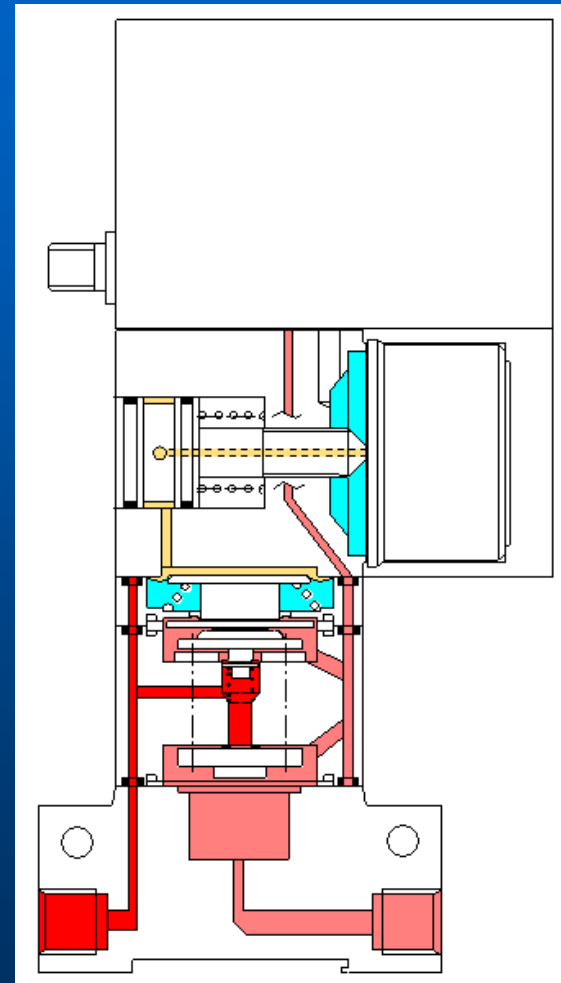
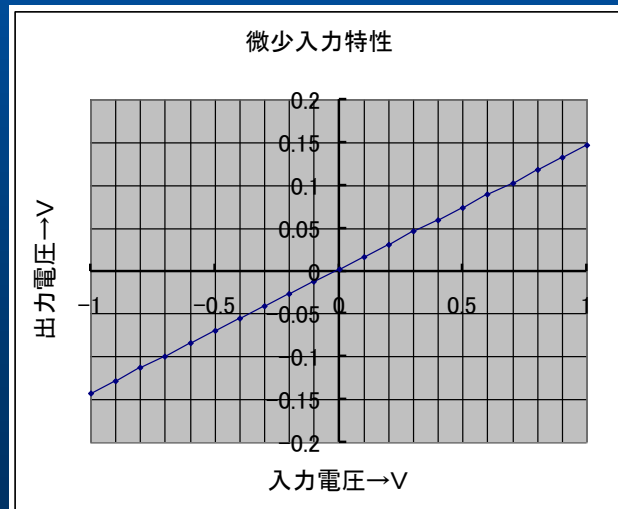
半導体分野での展開－1

- ハイパーレギュレータによる
微少圧力制御

CMP: $-10 \sim 100$ kPa

液晶: $0 \sim 20$ kPa

その他: $0 \sim 3$ kPa



半導体分野での展開－2

- 空気圧ナノシリンダによるナノ位置制御

特長：衝撃の発生のない高コンプライアンス特性

最大ストローク=10～500 μ m

分解能=1／5000以下

推力=1N～4 * 10⁴N

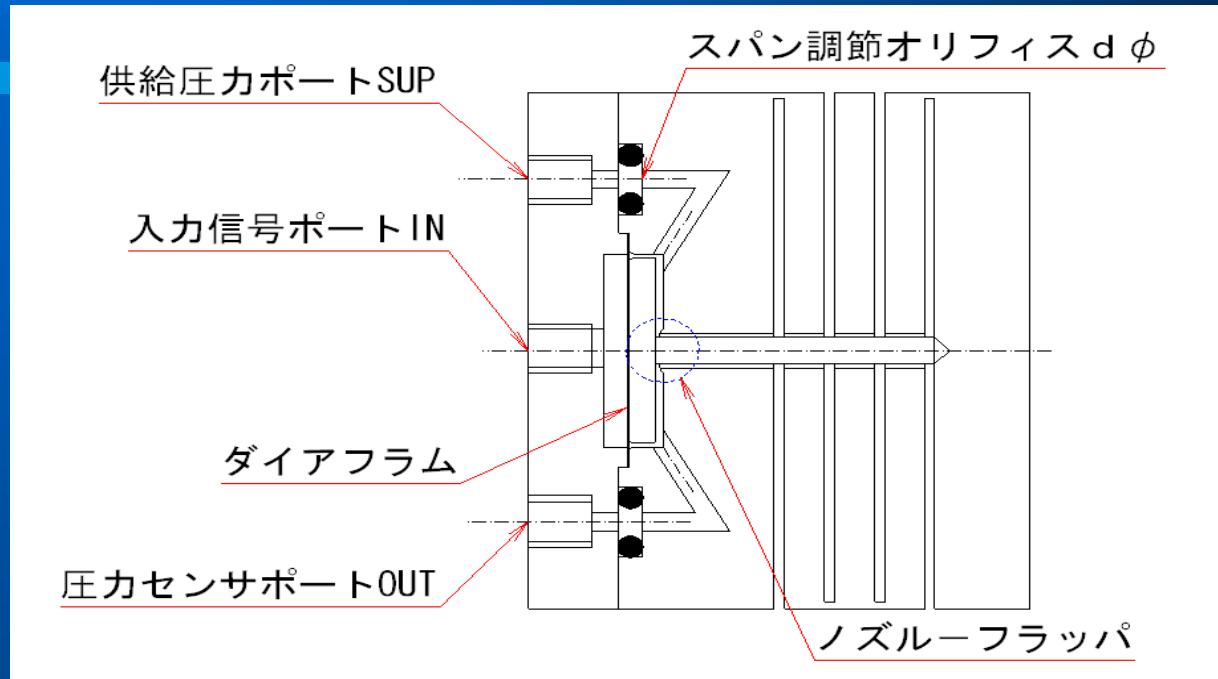
応用：Stepper、CMP、Grinderなどの位置制御

マイクロアライメント



空気圧ナノシリンダの構造

PAT.PEND



空気圧ナノシリンダの制御動作はノズルフラッパ素子の特性と力平衡制御の原理とを応用しているおり、オープンループでも高い位置精度が得られる。