

近年、ステツパやCMP装置における圧力、位置、温度制御に対するの応答速度、分解能、出力安定性に対する要求レベルはCPUの世代交代に従って、次々と上昇している。当社では、クライアントの要求に対し、常にその先の仕様を満たす製品を心掛けており、重要な機能部品としてサーボ弁や電空比例弁および周辺機器の一貫生産を行っている。

圧力制御:

半導体製造装置における圧力制御は、CMP装置における研磨量の微調節に代表されるように、低圧出力時の高分解能特性に対する要求が高まっており、当社でもCMP装置専用機種、ステツパ専用機種などを要求仕様に合わせて製作している。CMP装置専用機種の場合、真空圧力から制御できる連成圧力仕様となっており、研磨ヘッド部分の自重をキャンセルし、加圧力ゼロからの研磨を可能にしている。それにより、研磨量の微調節と研磨時間のスピードアップとに貢献している。

表1に一般的な連成圧仕様の製品の微小入出力特性を、図1に外形図を示す。連成圧力仕様の製品は現在、640Sシリーズ(オリフィス径 $\Phi 0.45$)、641Mシリーズ(同 $\Phi 4$)、752Mシリーズ(同 $\Phi 11$)の3機種が製品化されている。また、高圧対応の製品としては752MHシリーズ(最大出力圧2MPa)が製品化されている。純然たる圧力制御の場合はバルブ内部に圧力センサを内蔵する完全閉ループ型の製品が当社の主流になりつつある。

当社で製造している全製品は力平衡型の制御を行っており、開ループ制御を行っている電空比例弁(640E, 641E, 752E)の場合も $\pm 0.3\%$ 以内の高分解能制御が標準的にできる。そのため、位置制御などの場合は直接に位置フィードバックを行うことにより、高速高分解能制御を可能にしている。閉ループ制御を行っている電空比例弁(640S, 641M, 752M)の場合は $1/5000$ 以下の分解能での制御が標準的に可能である。

応答速度は口径と負荷の大きさにより決定されるが、641MDシリーズの100CC 負荷での90%応答速度は100 msec 以下、752MDシリーズでの10L 負荷での90%応答側速度は1秒以下である。

位置制御:

当社では専用機種としてステツパ用サーボ弁を製造しているが、ここでは、最近製品化されたシリンダ、位置センサを含む空気圧位置制御シリンダを紹介する。この位置制御シリンダはストロークが100mm~1000mmをカバーするCシリーズと最大ストロークが1mmのNシリーズに大別される。いずれの製品も $1/2000 \sim 1/5000$ の分解能を有しており、Nシリーズで最少分解能10ナノ、Cシリーズで最少分解能50ミクロンである。

Cシリーズ位置制御シリンダの特長は、①使い易さ②高い安定性③高い分解能④低価格⑤断熱膨張断熱圧縮以外の発熱がない、⑤空気圧の全般的な特徴であるやわらかい衝撃のない制御、などが上げられる。

Cシリーズ位置制御シリンダは①サーボ弁(コントローラ内蔵)②専用シリンダ③専用位置センサの基本コンポーネントから成り立っている。基本形は全てのコンポーネントが内蔵されたオールインワン型(写真1)であるが、取り付け上の制約がある場合はセパレートタイプも用意されている。ユーザーの用意する外部の位置センサ(アナログ出力)を使用することも可能である。シリンダ径は $\Phi 25$ 、 $\Phi 40$ (標準)、 $\Phi 60$ が用意されている。

応答速度は $\Phi 40 \times 100$ mmストロークの製品で10mmステップ時、0.2秒以内である。基本的な入力信号は0~10Vであり、この信号に位置の0点からフルストロークまでが対比している。オールインワン型は供給圧力(500 \pm 100kPa)、供給電源(24Vdc)、信号入力(0~10Vdc)を接続するだけですぐに使用することができる。

Nシリーズ位置制御シリンダはサブミクロン以下のオーダーの高負荷位置制御を目的としている。詳細は多岐にわたるため省略する。

温度制御:

サブミクロン以下の位置制御は環境温度の安定性が大前提である。従来、ステツパなどを収納するチャンバの環境温度は、冷凍機とヒーターとの並列運転により、年間を通した一定温度制御を行ってきた。ジュール熱と気化熱の制御により温度を調節するため、エネルギー効率が悪く、長い時定数が必要であった。

当社の開発した温度調節用サーボバルブ900シリーズは、高圧ホットガスの分流比率を高精度に調節することにより、ジュール熱や気化熱の制御によらない、高精度高速度温度調節を可能にするものである。このバルブを使用する場合の特長は1)ヒーターが不要になるため50%以上の省エネが可能である、2)分流比という時定数の速い制御対象により温度を制御するため、制御性のよい温度制御システムを構築できる、などが上げられる。

現在、この900シリーズサーボ弁を使用した場合の温度安定性は $\pm 1/100^{\circ}\text{C}$ 以内、時定数は数10秒と報告されている。900シリーズサーボ弁の標準的な仕様以下のとおりである。

ライン圧力=0.5~1.5MPa、流体温度=10~150 $^{\circ}\text{C}$ 、入力信号=4~20mA、口径=3/8、1/2、3/4

主弁は空気圧により駆動されるため250kPaのパイロット圧力が必要である。

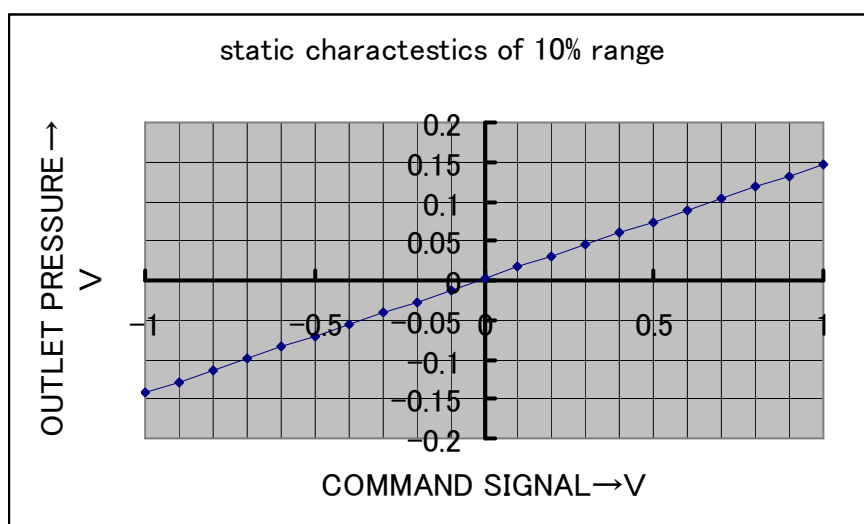


表 1- 10%R0 入力時の静特性 (テストサンプル : 640MDN2)

$$\text{出力圧力 (kPa)} = \text{出力電圧} \times 68.8$$

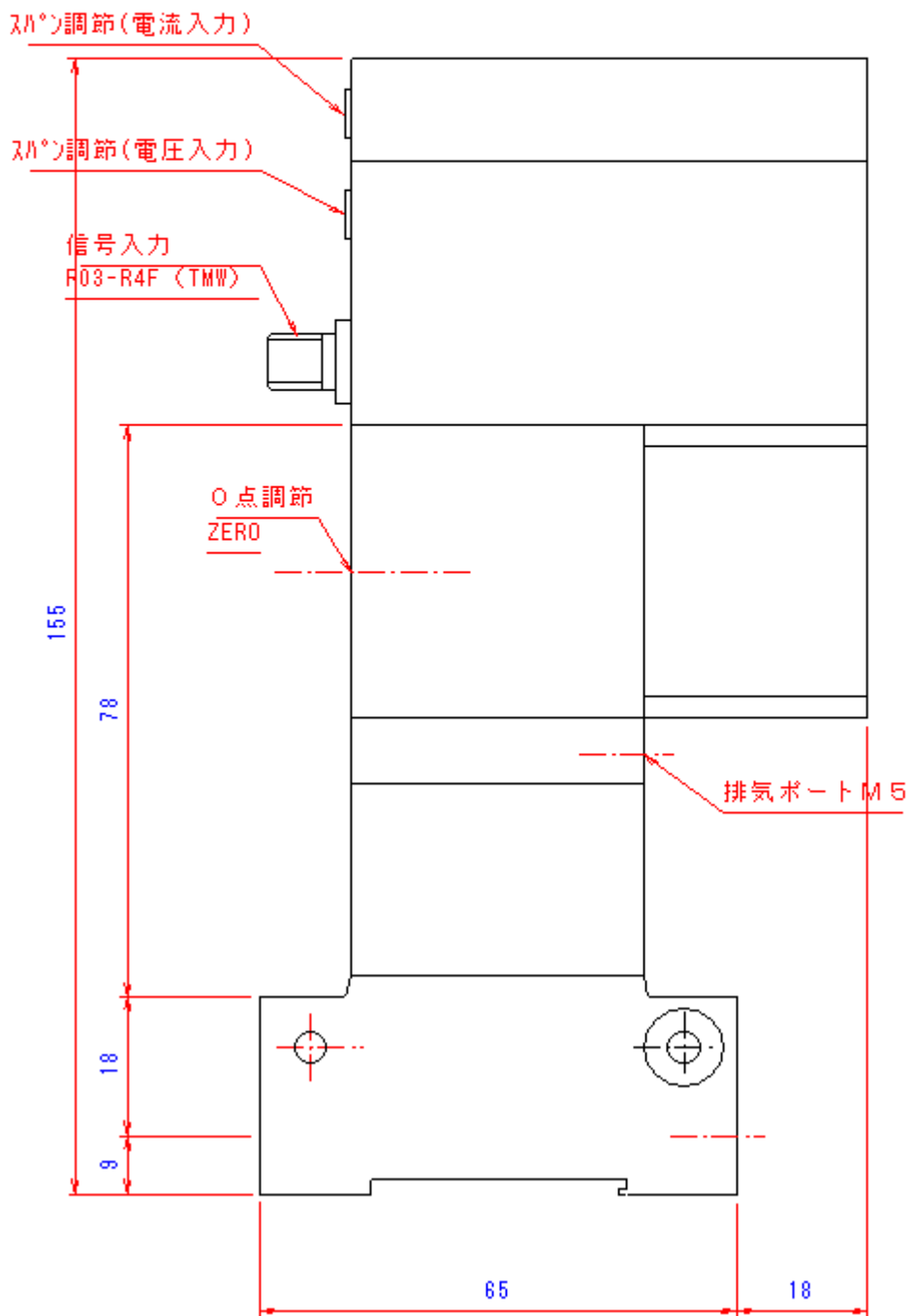
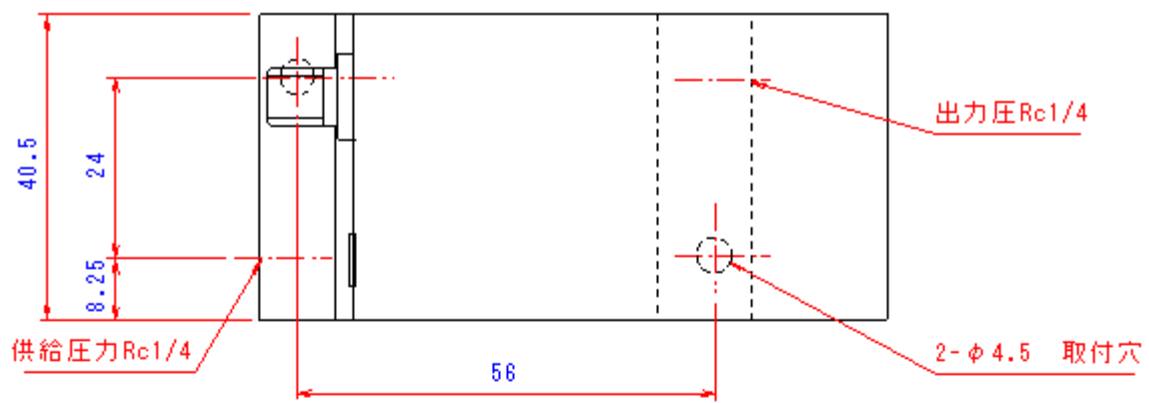


図1-連正圧電空レギュレータ641MDC



写真 1-位置制御シリンダ(オールインワン型)