



薬液用バルブのボディ剛性向上技術

Technology Used in Improving Body Stiffness of Air-operated Valves for Chemical Liquids

今村 明奈 Akina Imamura

当社はこれまで半導体製造装置向けに薬液用のエアオペレート式バルブ、マニュアル式バルブ、レギュレータなどを開発し、販売してきた。当社の薬液用バルブは主にウエハの洗浄および現像液の塗布等の工程で用いる薬液を制御するために使用されている。

ウエハの洗浄は酸、アルカリなどの薬液を用いることが特徴で、洗浄プロセスによって、薬液用バルブの使われる条件(薬液、流体温度・流体圧力など)が変わる。特に近年では高い流体温度および高い圧力条件下で使用できる薬液用バルブの要求が高まっている。

本稿ではこれらの条件下でも使用可能なことを実現したオールインワンバルブであるAMDパート3Rのボディ剛性向上技術について紹介する。

For years, CKD has been developing and selling air-operated valves, manual valves and regulators for chemical liquids for use in semiconductor manufacturing equipment. Our chemical liquid valves are mainly used to control chemical liquids in semiconductor manufacturing processes such as wafer cleaning and developer coating.

One characteristic of wafer cleaning is the use of chemical liquids such as acids and alkalis. Depending on the cleaning process, the conditions under which the chemical liquid valves are used (such as type of chemical liquid, fluid temperature, fluid pressure) change. Especially in recent years, the demand for chemical liquid valves which can be used under high fluid temperature and high pressure conditions is growing.

This paper presents the technology used in improving body stiffness of AMD part-3 series all-in-one valve, which made use under these adverse conditions possible.

1 はじめに

薬液用バルブは半導体製造装置に搭載され、ウエハの洗浄液や現像液などの供給を制御する目的で使用される。(Fig. 1)

ウエハの洗浄にはSC-1(アンモニアと過酸化水素混合液)、SC-2(塩酸と過酸化水素の混合液)のような酸やアルカリ液が使用される。そのため、洗浄装置に搭載する機器の接液部(薬液が直接接触する部品)はこれらの薬液に侵されないこと、逆に薬液を侵さないことが求められる。また、半導体の製造、洗浄プロセスによって薬液の温度、流体圧力、種類が変わる。近年、高い薬液温度、高い流体圧力条件下で多種の薬液を流せるバルブが求められている。このような多様な使用環境下で薬液を制御できるオールインワンバルブの開発において実施項目の一つであるシール性能向上を目的としたボディ剛性向上技術について紹介する。

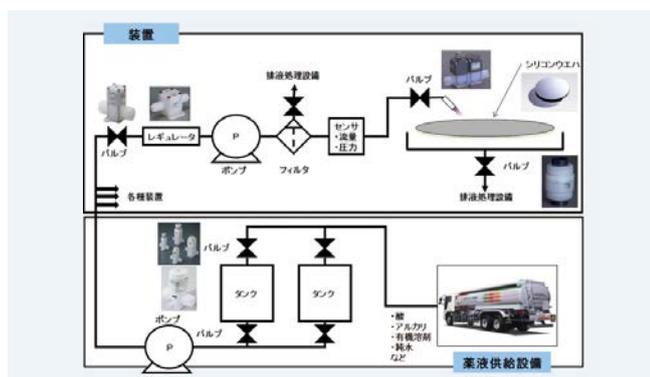


Fig. 1 半導体製造工程と薬液用バルブの用途

2 薬液用バルブの動作原理と部品材質

薬液用エアオペレートバルブは主に

- 1) ノーマルクローズ形(以下、NC形)
- 2) ノーマルオープン形(以下、NO形)
- 3) 複動形

の3種類がある。操作圧が入っていない状態でクローズ(弁閉)しているものをNC形、オープン(弁開)しているものをNO形、各操作ポートに圧力を加えて、オープン、クローズさせるものを複動形と呼ぶ。(Fig. 2)

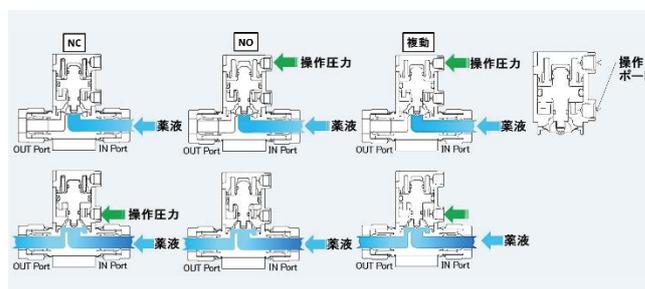


Fig. 2 薬液用バルブの種類

NC形を例に薬液用バルブの動作原理について説明する。(Fig. 3) NC形はアクチュエータの操作ポート(NC形は下側)からエアを加え、ピストンロッドを持ち上げることで締結されている弁体が持ち上がり、OUT側に薬液が流れるという仕組みになっている。(弁開状態)薬液を止める際は、操作ポートのエアを除去するとピストンロッドは下がり、弁体が下がることでボディと当接し、薬液を遮断する。(弁閉状態)

薬液用バルブの部品構成はFig. 4に示すように駆動部となるアクチュエータと薬液に直接接触する当接部品となる弁体、ダイヤフラム、ボディで構成されている。それらは接液部品のため薬品耐性の高いふっ素樹脂を使用している。(Table 1)

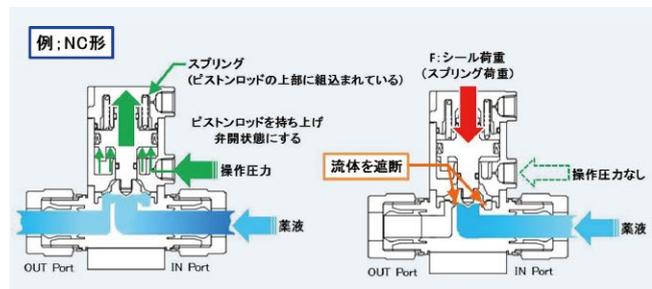


Fig. 3 薬液用バルブの動作原理

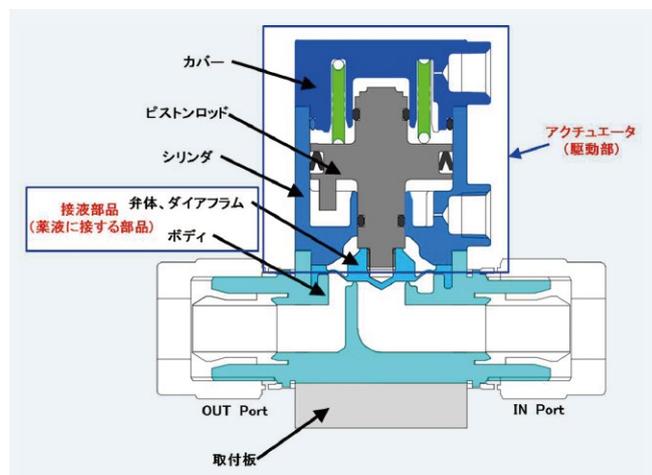


Fig. 4 薬液用バルブの構成

Table 1 薬液用バルブに使用している樹脂材料

部品名称	材質
アクチュエータ	PPS、PP、PVDF
弁体、ダイヤフラム	PTFE
ボディ	PFA、PTFE
取付板	PPS、PP、PVDF

3 シール性能低下メカニズム

薬液用バルブは2項で説明したように弁体とボディを当接(シール)させ、IN側から供給された薬液を遮断する構造になっている。Fig. 5に示すボディ構造からわかるように当接箇所の直下に流路があるため、強度が部分的に弱い箇所がある。そのポイントにシール荷重が繰り返し加わると沈み込みによるひずみが発生する。このひずみが大きくなるとOUT側に薬液が漏れ出すことがある。また、ボディは薬液に直接接触する部品であるため、耐薬品性の優れたふっ素樹脂を採用している。樹脂材料は金属材料よりも強度が弱く、特に高温下ではより変形しやすい。

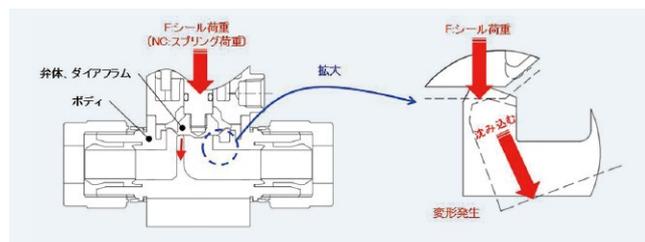


Fig. 5 シール性能低下メカニズム

4 ボディ構造の最適化

シール性能を向上させるためには、従来品より高いシール荷重を加える必要がある。高いシール荷重を加えるとよりボディのひずみは大きくなる。高いシール荷重で高い流体温度、流体圧力下で繰り返し弁体とボディを当接させてもひずみを抑えられる優れた剛性を持つ新構造ボディの開発を行った。

開発にはFig. 6に示すように構造解析を使用し、高い流体温度、高い流体圧力下で繰り返し当接動作によるひずみが発生しやすい箇所の肉厚を増やし、強度補強を試みた。また、流体の流れ性が悪化し、流量損失が大きくなっていないか確認するため、Fig. 7で示すように流体解析も用いて検証を実施した。

流速の分布を確認し、流れ性への影響が少ないa部を最適な補強量と補強形状(Fig. 6で示す弓型形状)にすることで、流量損失の少ないボディ構造となった。

Fig. 8に従来品と開発品のシール荷重を加えた状態でボディの沈み込み量を比較した結果を示す。開発品のボディは従来品よりシール荷重による変形が少なくなったことがわかる。

解析ツールを用いて効率良く最適構造のボディを設計することができた。

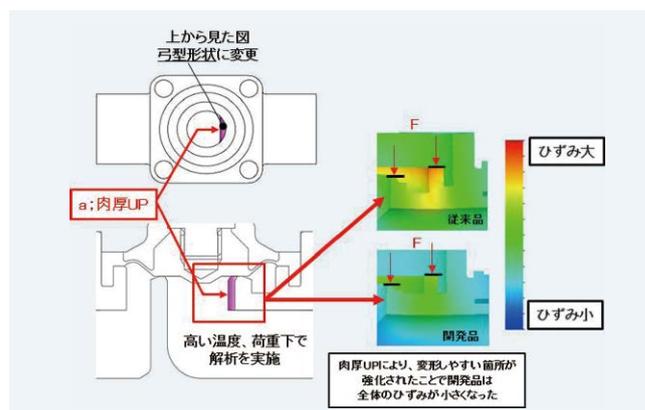


Fig. 6 構造解析結果

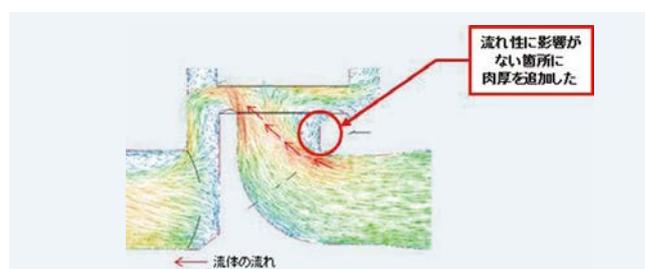


Fig. 7 流体解析結果

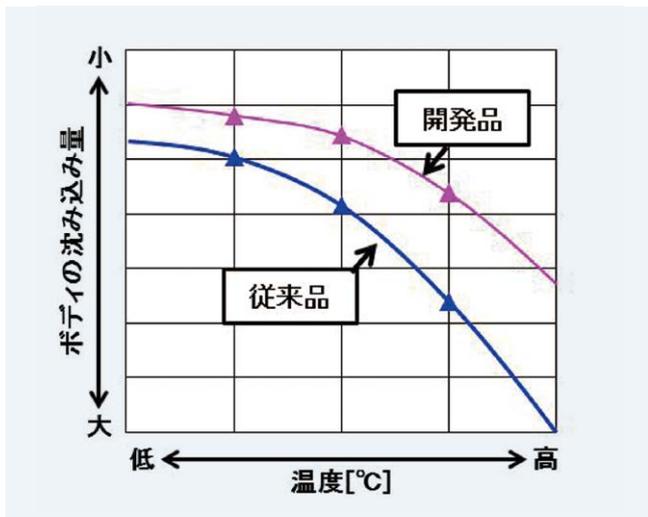


Fig. 8 ボディ沈み込み量比較結果
(シミュレーション結果)

5 開発品のシール性能実測結果

4項で設計した最適構造のボディを用いてサンプルを製作し、従来品とシール性能を比較した実測結果をFig. 9に示す。内部シール性能は従来品より50%向上を達成した。また、流量についても測定し、Fig. 10に示すように従来品と同等レベルであることを確認できた。

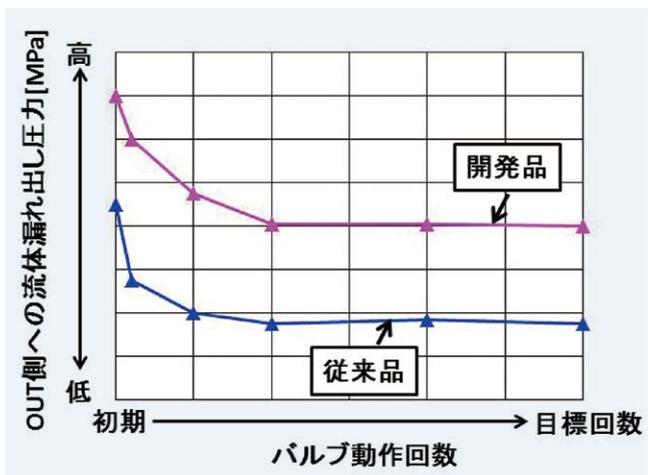


Fig. 9 従来品と開発品のシール性能比較

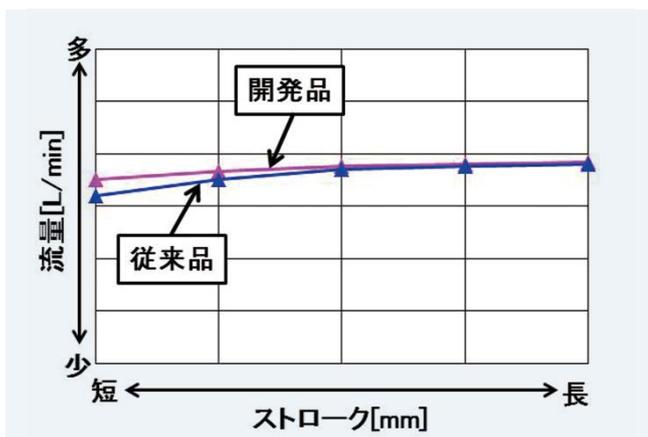


Fig. 10 従来品と開発品の流量比較

6 おわりに

半導体製造業界は開発スピードが早く、そのスピードに追従し、要求に見合った適正な品質を有する製品の販売をしていく必要がある。当社はこれまで培ってきた設計ノウハウ、成形技術、加工技術を活かし、今後も半導体製造装置向け薬液用機器の開発に取り組んで行く。

執筆者プロフィール



今村 明奈 Akina Imamura

コンポーネント本部

ファインシステム統括BU 第1技術部

Engineering Department No. 1

Ultra High Purity Products Administration Business Unit

Components Business Division