

スリットバルブ用 長寿命ボンデッドシール FLUORITZ®-T20 BONDED SEAL



日本バルカー工業株式会社
研究開発部 シール開発グループ
吉田 勉

A bonded seal is a washer in which the seal material is directly bonded to an aluminum plate, and it is used as a slit valve seal in equipment for manufacturing semiconductors. Customers have recently been requesting that these seal parts have a longer lifetime. Therefore, we developed FFKM Bonded Seal which has a high resistance to plasma.

Our seal uses the material Fluoritz®-T20. The etching rate of this material by O₂ and NF₃ plasma is less than one-third that of the FFKM material used in bonded seals made by other companies. Moreover, this material has sufficient heat resistance at about 200 °C, the maximum operating temperature of a slit valve seal. Therefore, Fluoritz®-T20 Bonded Seal can extend the lifetime of seal parts used in a harsh environment with these performances of the seal material and our optimization design technologies of bonded seals.

Keywords: Bonded Seal, FFKM, Slit valve, Plasma, Heat resistance, Lifetime extension

1. はじめに

従来、半導体製造装置におけるスリットバルブ用シールは、弁体に加工したアリ溝にOリングを装着して使用していたが、溝への装着性やねじれ、脱落、摩耗によるパーティクルなど多くの課題があった。これらの課題を解決するため、当社では、シール材をアルミニウムの弁体に直接接着したBONDED SEALを製品化し、市場において高い評価を得てきた。

しかし、近年のプラズマラジカルの高密度化およびチャンバの高温化に伴い、シール材にとっては非常に苛酷な環境となり、十分な寿命が得られなくなっている。一方、市場においては、装置稼働率の向上およびメンテナンスコスト削減のため、BONDED SEALを含むシールパーツのさらなる長寿命化が期待されている。

そのような中、当社では、シール材のさらなる長寿命化

を実現すべく、耐熱性や耐プラズマ性に優れたシール材の開発を行ってきた。その中でも、特に、耐プラズマ性に優れ、かつスリットバルブなどの動的部位にも適用できるFFKM（パーフロロエラストマー）のシール材としてFLUORITZ®-T20がある。今回、そのシール材を使ったFLUORITZ®-T20 BONDED SEALを開発したので、その製品について紹介する。

2. FLUORITZ®-T20 の特徴

2-1 基本特性

Table.1 に A 社 製 BONDED SEAL および B 社 製 BONDED SEAL それぞれのシール材料（以下、他社品 A、他社品 B）と比較し、FLUORITZ®-T20 の基本特性を示す。

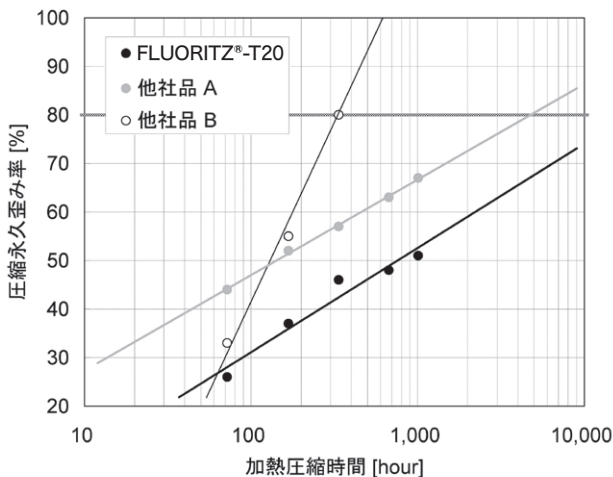
Table.1 FLUORITZ[®]-T20 の基本特性

	FLUORITZ [®] -T20	他社品 A	他社品 B
外観	濃褐色	ベージュ	乳白色
材料タイプ	FFKM	FFKM	FFKM
耐熱目安[°C]	260	225	260
硬度(Shore A)	80	82	80
引張強度[MPa]	11.3	16.3	15.1
伸び[%]	170	159	150
100% Modulus [MPa]	5.5	7.5	7.5

2-2 耐熱性

スリットバルブ用シールの最大使用温度はおよそ 200°C であるが、その温度条件下における FLUORITZ[®]-T20 と他社品 A、B の圧縮永久歪みの結果を Fig.1 に示す。これより、FLUORITZ[®]-T20 の圧縮永久歪みは他社品よりも十分に小さく、耐熱性に優れた材料といえる。

一般的にシール限界とされる圧縮永久歪み率は 80% であるが、FLUORITZ[®]-T20 においてはその歪みに達するまでの時間が 10,000 時間を超えており、高温においても長期間使用することが可能である。



【試験条件】 試料：AS568-214
温度：200°C 圧縮率：25%

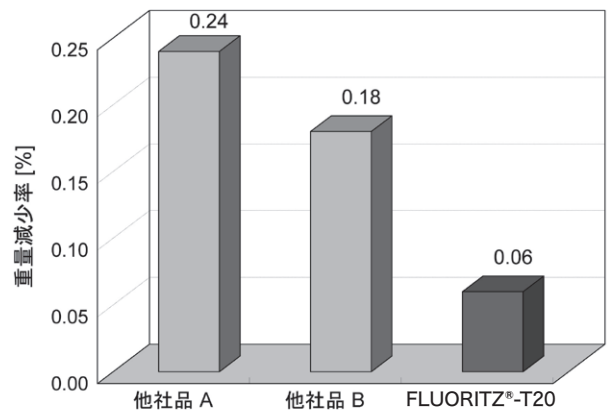
Fig.1 FLUORITZ[®]-T20 の圧縮永久歪み

2-3 耐プラズマ性

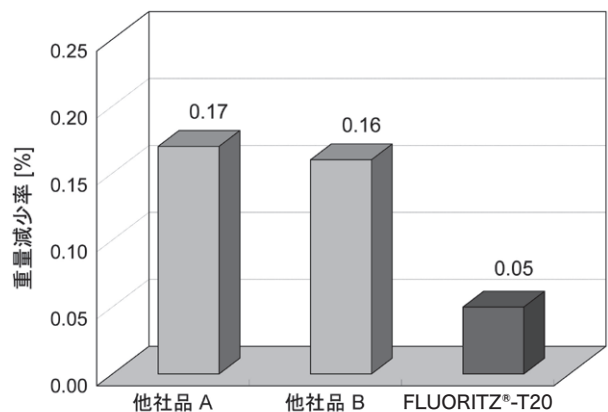
Fig.2-1、Fig.2-2 に FLUORITZ[®]-T20 と他社品 A、B の耐プラズマ性の比較を示す。それぞれ O₂ および NF₃ を用

いたプラズマ暴露試験による重量減少の結果を示している。

これより、FLUORITZ[®]-T20 の重量減少率は、O₂ プラズマ、NF₃ プラズマどちらにおいても他社品の 1/3 以下であるため、優れた耐プラズマ性を有しているといえる。よって、厳しいプラズマ環境下においてもシール材のダメージは小さくなるため、更なる長寿命化が可能である。



【試験条件】 装置：マイクロ波高密度プラズマ装置
出力：1500W 時間：1hour 温度：90°C
ガス：95%O₂ / Ar 500sccm 圧力：1Torr
試料：AS568-214 照射方法：直射

Fig.2-1 FLUORITZ[®]-T20 の O₂ プラズマ耐性

【試験条件】 装置：マイクロ波高密度プラズマ装置
出力：7500W 時間：1hour 温度：140°C
ガス：58%NF₃/Ar 1000sccm 圧力：1Torr
試料：AS568-214 照射方法：直射

Fig.2-2 FLUORITZ[®]-T20 の NF₃ プラズマ耐性

3. FLUORITZ®-T20 BONDED SEALの機能評価

今回試作を行ったFLUORITZ®-T20 BONDED SEAL Fig.3を用いて、Table.2に示す条件にて10万回の耐久作動評価を行った。その結果、接着剥離等の外観異常はなく、耐久作動前後に行ったHeリーク測定においてもリークおよび変化は確認されなかった。また、Fig.4に示す測定系にて100動作当たりの気中パーティクル測定（粒径0.1μm以上）を行ったが、耐久作動の前後どちらにおいても発生パーティクル量はノイズレベルの1個以下であった。

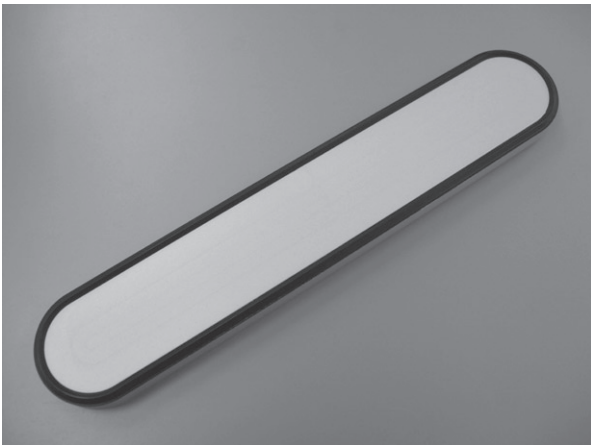


Fig.3 FLUORITZ®-T20 BONDED SEAL 外観写真

Table.2 耐久作動試験条件

試験装置	ゲート耐久試験機 (Fig.4)
テストサンプルサイズ	42.4 (D) × 226.3 (L) × 11.9 (H)
圧縮荷重	2.5kN
温度	120°C
作動回数	10万回

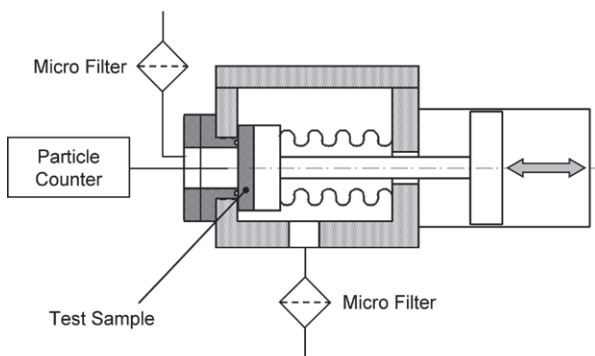


Fig.4 パーティクル測定概略図

4. FLUORITZ®-T20 BONDED SEALの特徴

FLUORITZ®-T20 BONDED SEALの主な用途は、半導体製造装置におけるスリットバルブ用シールであるが、その特徴と利点を以下に示す。

- 優れた耐プラズマ性と耐熱性を有するシール材であるため、過酷な環境でも長寿命を実現
- シール材がアルミニウムプレートに直接接着されているため、ねじれや脱落のリスクがない
- 溝との擦れがないため、摩耗やパーティクルの発生を抑制
- シール材の過剰圧縮を防止した設計により、メタルタッチによるパーティクルの発生を抑制
- 応力集中を回避した最適設計により、シール材の破損や剥離のリスクを低減
- 交換が容易であるため、弁体取り替え時の装置ダウンタイムの低減が可能

5. おわりに

今回ご紹介した製品に限らず、当社ではお客様の多様なニーズに対応した製品の開発を行っております。また、様々な装置や使用環境に合わせた製品をラインナップしておりますので、ご要望に合わせた最適な提案が可能です。

今後とも、お客様にご感動いただくためのモノづくりを行う所存ですので、ご要望等につき当社までご一報いただければ幸いです。

尚、本文中の耐熱性、耐プラズマ性およびパーティクル等に関するデータは、ある一定環境における基礎評価試験に基づいたものです。そのため、実際の使用に際しては、その使用環境や使用条件における適性を十分に考慮した上でご使用ください。