

# パーフロロエラストマー フローリッツ FLUORITZ

## Perfluoroelastomer FLUORITZ

日本バルカー工業株式会社 研究開発統括部

岡崎 雅則

Masanori Okazaki

Corporate Office of Research & Development Nippon Valqua Industries, Ltd.

### 《Summary》

The perfluoroelastomer has a similar chemical-structure to a fluorocarbon resin like a PFA. Therefore, it has a fine chemical-resistance for many chemical fluids and a fine plasma-resistance. The perfluoroelastomer is mainly used in harsher environments that even general fluorocarbon elastomers can't use. A newly developed perfluoroelastomer, FLUORITZ, which is a black standard type, has some excellent characteristics.

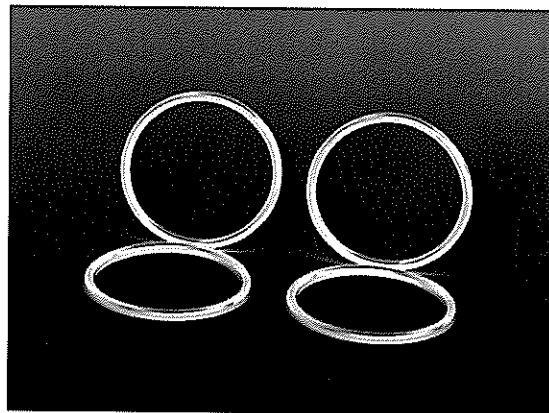
キーワード：FLUORITZ、パーフロロエラストマー、耐薬品性、耐熱性、純粋性、耐プラズマ性

### 1. はじめに

**各**種産業分野の技術革新に伴い、ゴムシール材に要求される特性はますます過酷になっており、近年ではこれまで耐熱性、耐薬品性に優れるとされたふっ素ゴム (FKM) でさえ使用できない用途も多数見受けられる。また、半導体製造装置や精密分析機器等の分野においては、系内をクリーンに保つためにゴムシール材からの放出成分低減が一段と求められるようになって来ている。パーフロロエラストマー (FFKM) は、これらの過酷な用途において耐性を有する材料として注目されている。

パーフロロエラストマーは、ふっ素ゴムの中に分類される材料であるが、分子構造が炭素、ふっ素、酸素原子のみで構成されており、ふっ素樹脂と類似した構造を有し、かつ、一般のゴム材料と同様に架橋構造を有しているためゴム弾性を示す。一般のふっ素ゴムと異なる点は、分子構造に炭素-水素結合を持たず、構造のほとん

### FLUORITZ-SB



どが結合エネルギーの大きな炭素-ふっ素結合で構成されているため、パーフロロエラストマーは、ふっ素ゴムより広範囲の耐薬品性を有し、ふっ素樹脂同様に化学的安定性に優れている。パーフロロエラストマーの耐熱性は、材料設計手法により異なるが、従来のふっ素ゴムと

表1 FFKM、ふっ素樹脂、FKMの構造

パーフロロエラストマー	$\left( \text{CF}_2-\text{CF}_2 \right)_m \left( \text{CF}_2-\text{CF} \right)_n \left( \text{X} \right)$ <p style="text-align: center;">完全ふっ素化 架橋部 OR<sub>f</sub> R<sub>f</sub>: パーフロロアルキル基</p>
《PFA》 ふっ素樹脂	$\left( \text{CF}_2-\text{CF}_2 \right)_m \left( \text{CF}_2-\text{CF} \right)_n$ <p style="text-align: center;">OR<sub>f</sub> R<sub>f</sub>: パーフロロアルキル基</p>
《PTFE》	$\left( \text{CF}_2-\text{CF}_2 \right)_m$ <p style="text-align: center;">R<sub>f</sub>: パーフロロアルキル基</p>
ふっ素ゴム (2元系)	$\left( \text{CF}_2-\text{CH}_2 \right)_m \left( \text{CF}_2-\text{CF} \right)_n \left( \text{X} \right)$ <p style="text-align: center;">水素原子含有 架橋部 CF<sub>3</sub></p>

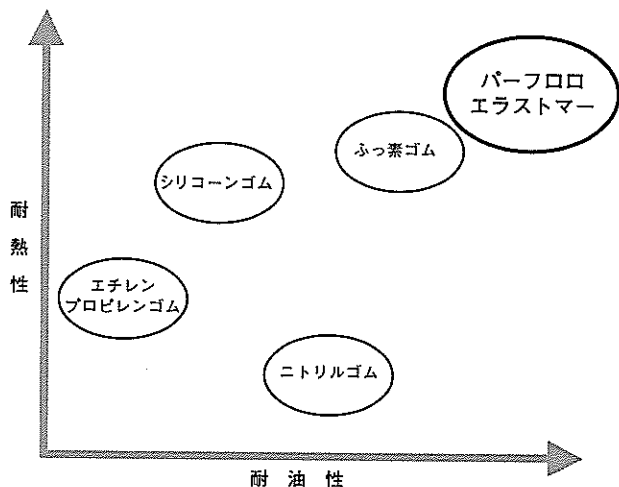


図1 各種ゴムの耐熱性、及び耐油性

同等レベル (約200°C) から300°C程度の耐熱性を有する材料までラインナップされている。表1にFFKM、ふっ素樹脂、FKMの分子構造を示し、図1にパーフロロエラストマーの耐熱性、耐油性の位置付けを示した。

弊社では各産業分野のニーズに対応すべく独自の材料設計技術、加工技術を用いてパーフロロエラストマーの開発を行っており、この度、バルカーパーフロロエラストマーラインナップのひとつとしてFLUORITZ-SBを上市したので紹介する。

## 2. FLUORITZ-SBの特長

### 2-1 基本特性

FLUORITZ-SBは、硬さ75度の汎用材料として開発された材料であり、各種用途に対応できる機械的特性を有している。

表2にFLUORITZ-SBの基本特性を示した。

### 2-2 耐薬品性

FLUORITZ-SBの特長の一つは、耐薬品性に優れる材料であることであり、表1に示したような構造を有しているため、従来のふっ素ゴムでは使用できなかったケトン、エステル、アミン、アルカリ等に使用できるなど、ほとんどの薬品に対して安定である。表3にFLUORITZ-SBの耐薬品性を示した。

表2 FLUORITZ-SBの基本特性

外 観	黒 色
比 重	2.00
硬さ (shoreA)	77
引張り強さ (MPa)	17.9
伸び (%)	160
100% モジュラス (MPa)	8.1
圧縮永久歪 (%) <sup>*</sup> 200°C×70時間、25%圧縮	34

\* ) AS568A - 214 Oリングにて測定。

表3 耐薬品性

薬 品 名	試 験 条 件	評 価	薬 品 名	試 験 条 件	評 価
(酸)			(ケトン、エステル、エーテル)		
塩酸 (10%)	40°C×168時間	A	アセトン	23°C×168時間	A
硫酸 (97%)	40°C×168時間	A	シクロヘキサノン	23°C×168時間	A
硝酸 (69%)	40°C×168時間	A	メチルエチルケトン	23°C×70時間	A
ふっ酸 (60%)	23°C×168時間	A	メチルイソブチルケトン	23°C×168時間	A
酢酸 (10%)	40°C×168時間	A	酢酸ブチル	23°C×168時間	A
水酢酸	40°C×168時間	A	酢酸エチル	23°C×168時間	A
無水酢酸	23°C×168時間	A	M T B E	23°C×168時間	A
ジオクチルフタル酸	23°C×168時間	A	(アルコール)		
りん酸 (85%)	23°C×168時間	A	メタノール	40°C×168時間	A
りん酸 (85%)	80°C×168時間	A	イソプロピルアルコール	23°C×168時間	A
(アルカリ)			(炭化水素)		
水酸化ナトリウム (20%)	23°C×168時間	A	ヘキサン	23°C×168時間	A
水酸化ナトリウム (20%)	100°C×168時間	A	ベンゼン	40°C×168時間	A
水酸化ナトリウム (50%)	23°C×168時間	A	ベンゼン	100°C×168時間	B
アンモニア水 (30%)	23°C×168時間	A	トルエン	40°C×168時間	A
アンモニア水 (30%)	100°C×168時間	B	スチレン	40°C×168時間	A
(含窒素化合物)			キシレン	23°C×168時間	A
ジメチルアミン	40°C×168時間	A	(ハロゲン化炭化水素)		
ジメチルホルムアミド	23°C×168時間	A	Freon11	15°C×168時間	B
エタノールアミン	23°C×168時間	A	Freon134A	23°C×168時間	B
エチレンジアミン	40°C×168時間	A	Freon134A	100°C×168時間	C
ヘキサメチレンジアミン	40°C×168時間	A	ジクロロメタン	23°C×168時間	A
ピリジン	23°C×168時間	A	トリクロロエチレン	23°C×168時間	A
トリエタノールアミン	23°C×168時間	A	四ふっ化炭素	23°C×168時間	A
アニリン	23°C×168時間	A	(その他)		
ジエタノールアミン	23°C×168時間	A	水	100°C×168時間	A
N-メチル-2 ピロリドン	23°C×168時間	A	水	160°C×168時間	B
(アルデヒド、フラン)			プロピレンオキシド	23°C×168時間	A
ブチルアルデヒド	23°C×168時間	B	エチレンオキシド	23°C×168時間	A
テトラヒドロフラン	40°C×168時間	A	IRM-903Oil	230°C×70時間	A
			Mobil254Oil	200°C×70時間	A

A : 体積変化率 5%未満      B : 体積変化率 5~20%未満  
C : 体積変化率 20~50%未満      D : 体積変化率 50%以上

## 2-3 純粋性

化学薬品のシールにおいて、シール材からの溶出成分により系内を汚染し、不具合を起こす場合がある。FLUORITZ-SBのもう一つの特長は金属元素、ふっ素、よう素イオン、TOC溶出量について他社製品と比較して少ないことである。表4に金属元素溶出試験結果を示し、図2にふっ素、よう素イオン、TOC溶出量を示した。

表4 ふっ酸、25℃×30日間浸せき後の金属元素溶出量

金属元素	FLUORITZ-SB	A社 FFKM	B社 FFKM
Na	1.8	1.6	1.3
K	1.4	2.8	0.4
Ca	0.8	0.6	0.5
Mg	0.9	0.3	0.7
Al	1.0	13	21
Fe	5.6	5.8	3.5
Cu	<0.5	<0.5	<0.5
Pb	<0.5	<0.5	<0.5
合計	<12.5	<25.1	<28.4

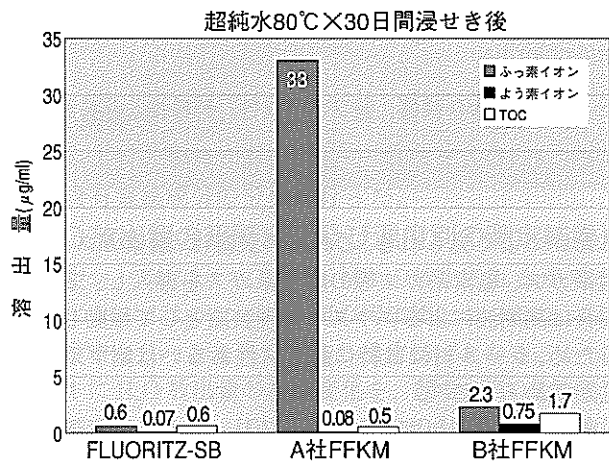


図2 ふっ素、よう素イオン、TOC 溶出量

## 2-4 耐熱性

現在市販されているパーフロロエラストマーには、材料設計手法の違いにより、ふっ素ゴムと同等(約200℃)の標準グレードから300℃程度まで使用できる耐熱グレードがあるが、FLUORITZ-SBの耐熱性は、標準グレードに相当する。表5に空気老化試験結果を示した。

表5 空気老化試験結果

	FLUORITZ-SB
200℃×70時間	
硬さ変化(Point)	-3
引張強さ変化率(%)	-4
伸び変化率(%)	±0
200℃×336時間	
硬さ変化(Point)	-3
引張強さ変化率(%)	-26
伸び変化率(%)	±0

## 2-5 耐プラズマ性

半導体製造装置においてはプラズマを用いた工程が多く、シール材にもその耐性は強く求められる。パーフロロエラストマーの分子構造は、そのほとんどが結合エネルギーの大きな炭素-ふっ素結合で構成されているため、炭素-水素結合を有するふっ素ゴムに比べて化学的に安定であり、プラズマに対する耐性が優れている。図3にプラズマ照射後の重量減少率を示した。

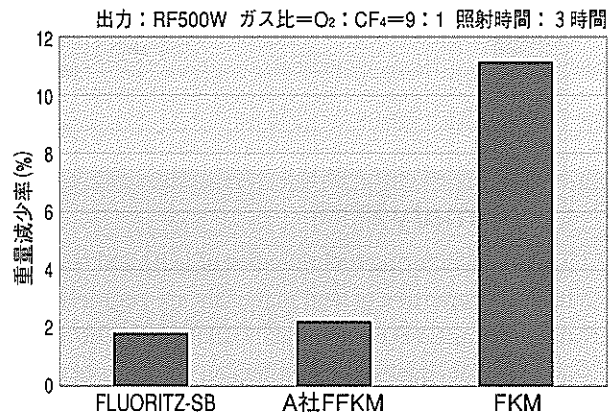


図3 プラズマ照射後の重量減少率

## 3. 用途

FLUORITZ-SBは、耐薬品性、耐溶剤性、耐油性が非常に優れ、ほとんどの化学薬品、ガスに対して化学的安定性を示す。また、金属元素、イオン、TOCの溶出量が少ない。そのため、半導体製造分野をはじめ、化学工業、石油化学、分析機器、自動車、エネルギー、航空宇宙分野等における以下のような用途への応用が期待される。

- ①他のゴムシール材では溶出成分が多く系内の汚染が問題となる個所。
- ②プラズマ、レーザー、イオンビーム等への耐性が必要となる個所。
- ③酸とアルカリ、極性溶剤と非極性溶剤の混合溶液など他のゴムシール材では膨潤や溶解が起こる個所。
- ④従来のふっ素ゴムでは使用できないケトン、エステル、アミン、アルカリ等で、ふっ素ゴム相当の耐熱性が必要な個所。

製品形状は、Oリングをはじめ各種形状に対応可能である。

## 4. おわりに

ゴムシール材に要求される特性は更に過酷になり、パーフロロエラストマーでしか対応できない環境が増加していくと考えられる。弊社でこれらの環境に対応したパーフロロエラストマーラインナップを順次開発していきたいと考えている。これら材料開発には要求特性の把握が必要不可欠であり、皆様からの情報提供をお願いする次第である。