

# 耐熱パーフロエラストマー FLUORITZ<sup>®</sup>-FL

## 1. はじめに

近年の半導体デバイスの高集積化・微細化に伴い、半導体製造プロセスはより厳しい条件下での運用が求められている。CVD (Chemical Vapor Deposition) やエッチング工程などにおいては、プロセス温度の高温化が進んでおり、より高温環境での安定した装置運転が必要不可欠となっている。また、拡散炉プロセスでは300℃を超えるような環境もあり、これら半導体製造装置用シール材については、こうした製造プロセスに対応可能な優れた耐熱性が必要となってきた。

このような背景より、高まる耐熱用途の市場要求に応えるため、当社独自の配合設計技術を用いて開発検討を行い、半導体製造装置用耐熱タイプのパーフロエラストマーシール材FLUORITZ-FLを開発した。FLUORITZ-FLは半導体製造装置における高温部位に使用出来るシール材として純粋性、低固着性、耐ラジカル性を有したシール材であるため、それぞれの特性を本報にて紹介する。



Figure1 FLUORITZ-FL

## 2. FLUORITZ<sup>®</sup>-FLの特長

FLUORITZ-FLは、当社独自の配合技術を生かして開発した耐熱タイプのパーフロエラストマーである。以下に、FLUORITZ-FLの各種特性を紹介する。

### 2-1) 圧縮永久ひずみ率

半導体製造装置では、高温プロセス環境下で長時間使用される部品が多く、それらの装着箇所で使用されるシール材には優れた耐熱性が求められる。

シール材の耐熱性を評価する代表的な指標の一つに、圧縮永久ひずみ率がある。一般的に、圧縮永久ひずみ率が80%を超えるとシール材として機能なくなり、寿命に達すると考えられている。

Figure3に320℃での圧縮永久ひずみ率の長期試験結果を示す。FLUORITZ-FLは168時間以降で他社品に対して優位な特性を示した。また、他社品は長期試験中に溶解が生じて以降の測定が不可能となったことに対して、FLUORITZ-FLは溶解せず、672時間まで継続評価が可能であった。Figure4に示す300℃での試験では、336時間まではFLUORITZ-FLと他社品との間に顕著な差は見られなかったが、672時間、及び1008時間の長期試験においては、FLUORITZ-FLの優位性が確認された。これらの結果より、FLUORITZ-FLは高温環境下においても長期間にわたり高いシール性を維持出来る材料であると考えられる。

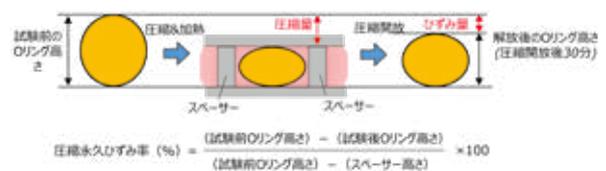


Figure2 圧縮永久ひずみ率の測定方法概要

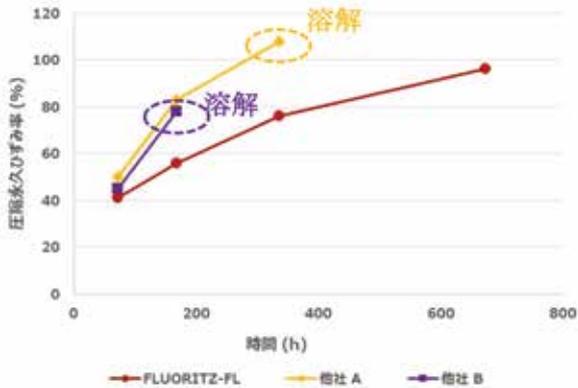


Figure3 320°Cにおける圧縮永久ひずみ率の結果

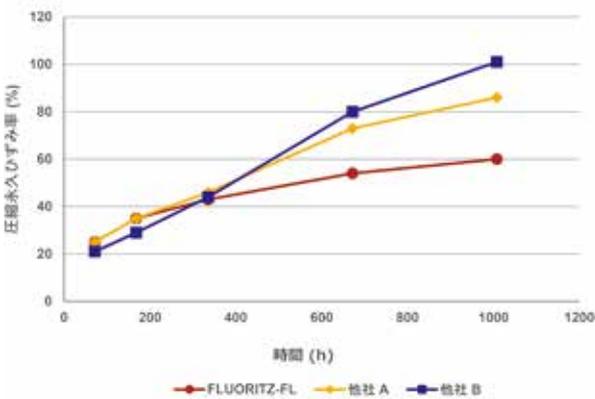


Figure4 300°Cにおける圧縮永久ひずみ率の結果

【試験条件】

温度：320°C、300°C

圧縮率：25%

試料形状：φ3.53×40mm

2-2) 高温曝露試験

320°Cに設定された電気炉内でSUSプレート上に試料を置き、高温曝露後の表面状態をマイクロスコープにて観察した。

その結果、Table1で示した通り、他社品はどちらも336時間で表面溶解が見られたが、FLUORITZ-FLは表面状態の形態変化は見られなかった。このことから、高温領域において他社品よりも優位性があると考えられる。

Table1 320°C高温曝露後の表面状態

経過時間	FLUORITZ-FL	他社 A	他社 B
0h			
336h			

【試験条件】

温度：320°C

時間：336h

2-3) 純粋性

シール材に含有される金属量は、半導体デバイスの歩留まりに直結する金属汚染の原因となるため、出来得る限り含有金属量を低減された状態が好ましいと言える。耐熱タイプのシール材の場合、フィラーにカーボンブラックを配合したシール材が一般的である。一方で、カーボンブラックは含有金属量が多く、その影響により製品の含有金属量も増加する傾向がある。FLUORITZ-FLは当社における配合技術の最適化により、含有金属量を大幅に低減し、問題であった純粋性の向上が可能となった。Figure5で示す通り、含有金属量は極めて低い水準に低減されている。

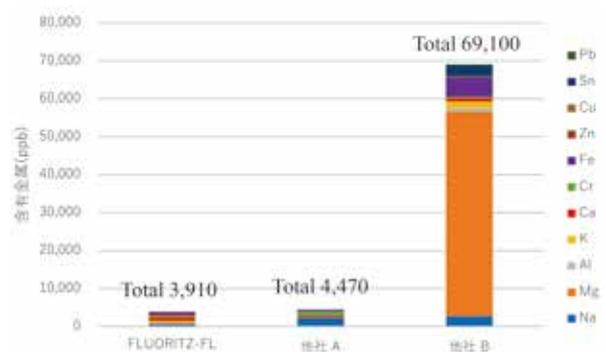


Figure5 FLUORITZ-FLの含有金属量分析結果

【試験条件】

前処理：硝酸灰化法

測定機器：ICP-MS

測定元素：62元素(検出限界以下の元素は非表示)

2-4) 低固着性

高温環境下でシール材を使用した後、冷却後にフランジなどの相手面と固着する現象がシール材では課題となっているが、パーフロロエラストマーにおいてもしばしば見られる。この固着現象は、部品交換時の作業性や装置への動作に影響を及ぼす要因となるため、低固着化が半導体製造装置用シール材として望ましい特性とされている。

FLUORITZ-FLはFigure7に示す通り、他社品と比較しても低い固着力を示しており、フランジへの固着、あるいはシール溝からの脱落を低減出来ると考えられる。

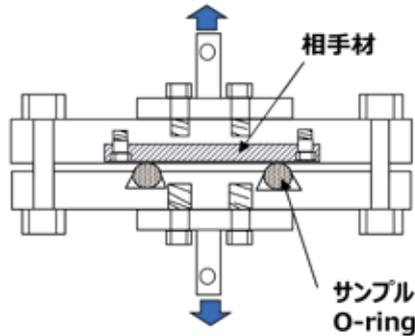


Figure6 固着力測定方法概要

## 【試験条件】

加熱温度：200℃  
 加熱時間：72h  
 試料形状：AS568-214 O-ring  
 引張速度：300mm/min  
 相手材：アルミニウム

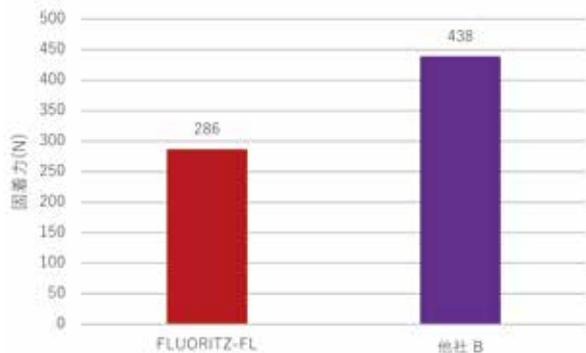


Figure7 FLUORITZ-FLの固着力測定結果

## 2-5) 耐ラジカル性

プラズマエッチングやアッシングなどのプロセスでは、反応性の高いフッ素ラジカルや酸素ラジカルが発生し、シール材表面を化学的に劣化させることがある。このラジカルによる分解や侵食は、シール材の表面荒れやパーティクル発生を引き起こし、リークの発生や装置の故障、使用停止につながる要因となる。そのため、耐ラジカル性は、半導体製造装置用シール材として極めて重要な特性とされている。

FLUORITZ-FLは耐ラジカル性に優れたシール材であるため、シール材の劣化を抑制し、長寿命化を実現すると考えられる。

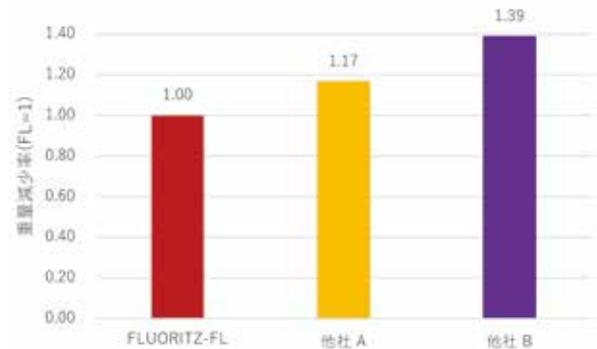


Figure8 FLUORITZ-FLの耐ラジカル性評価結果

## 【試験条件】

出力：MW2000W  
 温度：200℃  
 ガス種：CF<sub>4</sub>：O<sub>2</sub>=20：180  
 試料形状：φ3.53×22mm  
 注) FLUORITZ-FLを1.00とした時の重量減少率

## 2-6) 機械的特性

Table2にFLUORITZ-FLの機械的特性を示す。FLUORITZ-FLは優れた機械的特性を有している。

Table2 FLUORITZ-FLの機械的特性

	FLUORITZ-FL
外観	黒色
硬さ(Shore A)	77
引張強さ(MPa)	18.5
伸び(%)	150
100%モジュラス(MPa)	10.0

注)上記データは測定値の一例であり、規格値ではない。

## 3. FLUORITZ®-FLの用途

FLUORITZ-FLは従来のパーフロエラストマーと比較して、優れた耐熱性を有することから、耐熱性が必要とされる様々な高温環境に適応可能である。また、FLUORITZ-FLはこれらの半導体製造装置分野の高温環境のみならず、一般産業分野の高温環境にも展開可能であると考えられる。

以下にFLUORITZ-FLの用途例を示す。

- ・拡散炉プロセス(Diffusion)
- ・LP CVD
- ・Lamp Anneal
- ・エッチング装置
- ・排気系

## 4. おわりに

FLUORITZ-FLは半導体製造装置の高温化において、その厳しい使用環境に耐え得るシール材として市場の期待に応えられる製品と考える。

なお、本文中のデータは、当社における一定環境での評価データの一例であり、すべての使用環境に適合するわけではない。そのため、実際の使用に際して、使用環境での評価を実施し、特に高温環境においては、十分に適性を確認した上で使用していただきたい。

今後の展開として、更なるプロセス温度の上昇に対応す

べく、耐熱温度320℃以上の達成を目指した材料開発を推進したいと考えている。また、300℃の高温環境下でのシール材の固着発生についても市場では問題となっていることから、高温環境下での低固着性の向上にも注力し、市場のニーズに時宜を得て応えていきたい。

## 5. 参考文献

- 1) 岡崎雅則：バルカー技術誌、No.23, 10-12 (2012)
- 2) 野口仁志、村上辰也：バルカー技術誌、No.49, 25-28 (2025)

※ FLUORITZは株式会社バルカーの商標または登録商標です。



**望月 友充**

高機能シール本部  
高機能シール開発部  
材料開発チーム