

Valqua Technology News

バルカー技術誌

2011年 夏号

No.21 Summer 2011

- ご挨拶 1
常務執行役員 CTO(最高技術責任者)
黒田 博之
- 技術論文
炭素繊維強化ふっ素樹脂複合材料の開発 2
研究開発部 メンブレン開発グループ
野口 勝通
- 技術論文
液体漏洩方法検討と気体漏洩との比較 5
研究開発部 シール開発グループ
佐藤 広嗣
- 製品の紹介
半導体製造装置用シール材 FLUORITZ®-TR 8
研究開発部 シール開発グループ
岡崎 雅則
- 製品の紹介
回転機器用シールの開発 No.7740LFRシリーズ^{PAT.} 11
研究開発部 シール開発グループ
南 暢
永野 晃広
- 製品の紹介
ヒートシール性を付加したポリイミドフィルム TAC FilmTM 15
機能樹脂事業部
杉本 昌樹
- 製品の紹介
ZEUS製ふっ素樹脂熱収縮チューブ(ヒートシュリンクチューブ) 17
機能樹脂事業部
鈴木 健之



日本バルカー工業株式会社

<http://www.valqua.co.jp>

ご挨拶



このたびの東日本大震災により被災されました皆様に、衷心よりお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復旧、復興をお祈りいたします。

当社は基盤技術であるシール技術、ふっ素樹脂加工技術の強化とともに、かねてより、それら技術の新規、周辺領域への拡大と展開を図ってまいりました。その結果、機能膜やメンブレンなどの分野でも、徐々にその成果が挙がりつつあります。最近の本誌掲載の技術論文の傾向を見ますと、こうした新規分野の技術論文が増加し、ここ2年ほどではシール・ふっ素樹脂関連とはほぼ同数の論文掲載をおこなっております。2010年夏号でご紹介しましたEDLC電極膜は、上海での量産設備を稼働しつつあり、新規分野における開発成果の事業化も着々と進捗しております。本号では、新たな分野として炭素繊維強化複合材料に関する論文を掲載いたしました。

一方、製品のご紹介では、自社開発による新規シール製品とともに、米国ブース社との提携によるPEEKやPTFE熱収縮チューブ、韓国タコニック社との提携による電子基板材料や絶縁シートなど、アライアンス製品の充実も図っております。海外メーカーを含む幅広い提携関係を更に進め、今後ともお客様のニーズに対応した製品をスピーディーにご提供してまいります。

バルカーグループは、中国・アセアンを中心に生産・販売・研究開発を展開してまいりましたが、特に中国では延伸PTFEなど、メンブレン製品の環境市場への投入を加速すべく、中国総合研究所におけるメンブレン開発機能の強化に着手しております。近い将来には、中国における研究開発成果の本誌への掲載も進めてまいりたいと考えております。

当社は、経営理念にもある「顧客感動の提供」を通じて、社会への安全・安心な製品・サービスの提供に努めており、震災後の復興にもまた積極的に貢献してまいりたく考えております。本誌を通じた技術成果の一端のご紹介が、当社をご理解いただく一助となれば幸いです。最後になりましたが、読者の皆様の益々のご発展をお祈りいたします。

常務執行役員 CTO（最高技術責任者） 黒田 博之

炭素繊維強化ふっ素樹脂 複合材料の開発

研究開発部 メンブレン開発グループ
野口 勝通

Products made with fluoropolymer resins have exceptional resistance to high temperatures, chemical reaction, and are absolutely necessary for chemical applications, such as chemical plants. But its high coefficient of thermal expansion and its weak strength at high temperature make it difficult for applications at higher temperatures or large-sized applications. We developed carbonfiber-fluoropolymer composites (CFC) with four times this strength and one-fifth of the coefficient of thermal expansion. It also has low electrical resistivity to resolve PTFE charge-up issues. We are now developing a new arbitrary shape forming method.

Keywords :

fluoropolymer, carbonfiber, composites, heat resistance, chemical resistance

1. はじめに

半導体関連産業や化学、製薬プラント関連などにおいては、近年の技術進歩の中、特に耐熱、耐薬品性をはじめとした各種特性が求められる部材や部品などの特殊な用途に関し、従来多く用いられてきたポリテトラフルオロエチレン（以下 PTFE）、ペルフルオロアルコキシふっ素樹脂（以下 PFA）を代表とするふっ素樹脂材料の各種耐熱性樹脂の強度不足、熱膨張対策他、一部の特性で大きな問題が生じてきている。

これらの問題に対し、従来は形状の変更、厚肉化、金属などの補強材の導入などで対応してきたものの、高コスト、重量増、薬液への溶出などの様々な使用上の問題を生じ、広く普及していない。

そこで、ふっ素樹脂の特徴である耐薬品性、高耐熱特性を維持しつつ高強度化、低線膨張率化を実現すべく、炭素繊維複合強化ふっ素樹脂（以下 CFC）を開発したのでここに紹介する。尚、この CFC は、この材料が有する以下に述べる様々な特徴から、上述以外の分野でも、例えば高温シール材、摺動材、緩衝材などへの展開の可能性が考えられる。

2. 構成、特徴

2-1) 構成

マトリックス母材としては、PTFE 材料からの置き換えが可能な耐薬品性、高耐熱特性を有し、更には炭素繊維とのなじみが良好な PFA を選択した。また、ここで用いる炭素繊維は、機械強度、クリーン度に優れた PAN 系炭素繊維とした。最終成型体の構造は、10mm 程度の炭素繊維が、2次元非配向に配置され、それが積層されたものが、PFA 中に存在している、との状態と表現できる。参考までに、成型体の平面部の写真を Fig.1 に示す。なお、用いる炭素繊維は、組成物中約 5~30 重量%を占める。



Fig.1 CFC平面構造
(×200)

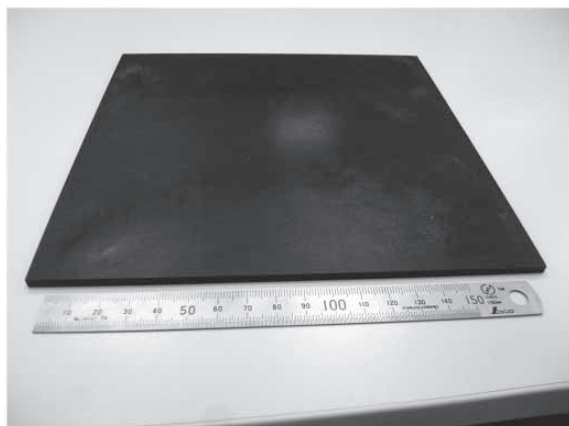


Fig.2 CFC外観 (板材200mm×200mm×5mm t)

Table1.CFC物性表

項目	単位	規格	VQ CFC (実測値)	PTFE	PFA
引っ張り強さ	MPa	D638	120-130	27-34	24.5-34
曲げ弾性率	MPa	D790	9300-10300	550	660-690
曲げ強度	MPa	D790	162-177		
体積抵抗	Ωcm	D257	10^1	$>10^{18}$	$>10^{18}$
表面抵抗	Ω	D257	10^1	$>10^{18}$	$>10^{18}$
熱膨張係数	10-5/C	D696	2	10	12
熱変形温度	$^{\circ}\text{C}$	1.8MPa	260	55	50
吸水率	%	D570	0.02	<0.01	<0.03
比重		D792	2.02	2.14-2.2	2.12-2.17

2-2) 成型方法

10mm程度に裁断されたPFAと炭素繊維を水中で分散攪拌した後、それらを堆積させ、任意量積層したものを所望の金型中で加熱圧縮する手法を用いた。

2-3) 成型体の特徴

ここで得られたCFC成型体の主な物理特性をTable1、Fig.3～Fig.5に示す。

①耐薬品性

CFC成型体は、その材料特性から、ほぼ全ての薬品に対して優れた耐薬品性を発揮する。

②耐熱性

熱変形温度が260 $^{\circ}\text{C}$ と、PTFEやPFAと比較し高い耐熱性を有する。

③機械強度

PTFE、PFAに対して、約4倍の機械強度を有する。

④線膨張

PTFE、PFAに対して、線膨張率は約1/5である。

⑤帯電防止

カーボンファイバーの導電性に由来する、帯電防止効果を有する。

⑥その他

PFA材料由来の耐候性、低摩擦率、撥水性を有する。

2-4) 本開発CFC成型品のポイント

本開発品は、前述のとおり、既存のふっ素樹脂に比べても、勝るとも劣らぬ各種特性を有する。またFig.6に示すように、充填材入りふっ素樹脂材入り製品と比較しても、例えば引張強度で圧倒的な優位性を持つことがわかる。これは、従来の充填材入りふっ素樹脂が短い炭素繊維を混ぜてい

強度 Mpa 引っ張り強さ比較(室温)

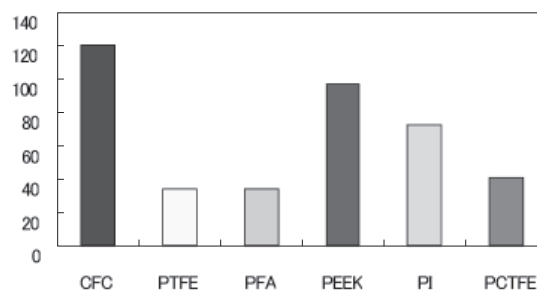


Fig.3 各種高機能樹脂との特性比較 (引っ張り強さ)

強度 Mpa 曲げ強度比較(室温)

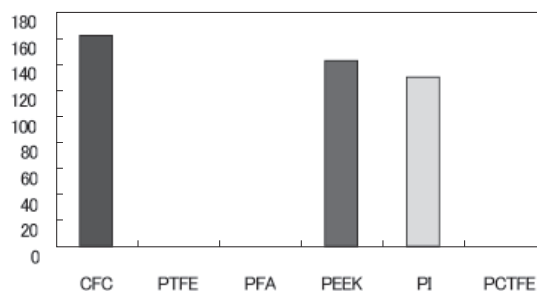


Fig.4 各種高機能樹脂との特性比較 (曲げ強度)

たためと考える。

従来の充填材入りふっ素樹脂の中でも、特に成分構成として近いものは、「充填材入りPFA」になるが、この特性との違いは、まさしく炭素繊維の長さに関わっていると考えられることができる。

そこで、炭素繊維長さとの引張強度の関係を見たグラフをFig.7に示す。このグラフから、5mm以上の炭素繊維を使用

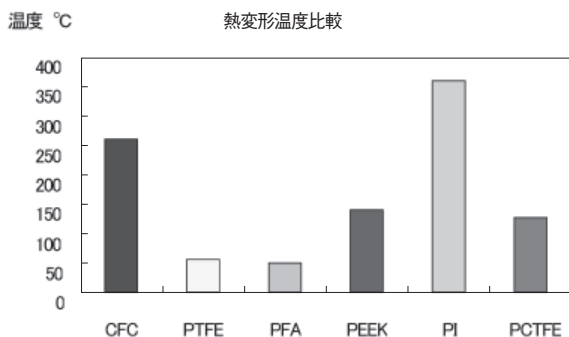


Fig.5 各種高性能樹脂との特性比較（熱変形温度）

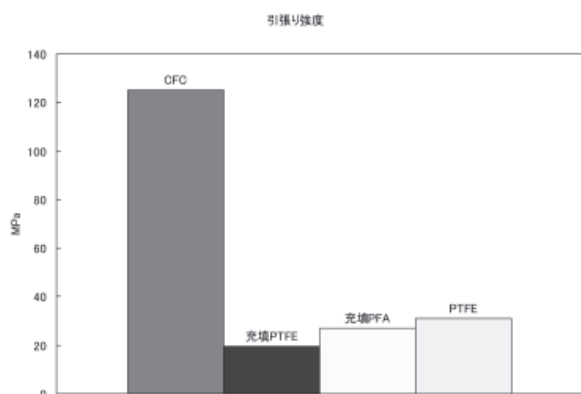


Fig.6 充填材入りふっ素樹脂との比較

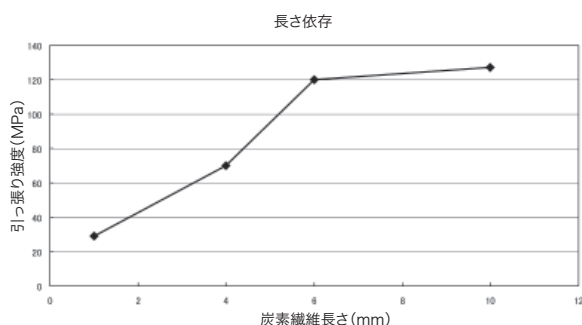


Fig.7 炭素繊維長さと引張り強度の関係

することで、引張り強度で代表される機械強度の向上が可能になることがわかる。ただ、すべてのふっ素樹脂材料で効果が発現するわけではなく、現在のところPTFEと炭素繊維との組み合わせでは、強度の向上傾向は発現できていない。これは、おそらく炭素繊維と樹脂との密着性などが、起因しているものと考えられるが、詳細については現在解明中である。

一方、炭素繊維は、一般にPAN系と、ピッチ系が知られており、CFCに関しては、どちらでも成型可能であるが、機械強度や本開発目的となるクリーン度の観点から、PAN系のほうが適していると考えられることから、現在はPAN系を

中心に開発を進めている。しかし、今後の製法の新たな開発や、用途によっては、コスト的に優位性のあるピッチ系のCFCも十分可能性はあると考える。

今回用いている長い繊維による特性改善効果としては、機械強度以外に、クリープ特性や熱膨張係数の低減などがある。Fig.8に圧縮クリープの一例を示す。この結果からわかるように、一般的な充填材入りPTFE (2TO、25%GF入りPTFE) が、含有率60%としても大きな変形が避けられないのに対し、CFCは3%程度と安定している。このような、高温域で変形の少ない材料は、いままでになく、長い繊維が均一分散することの効果と考えられる。

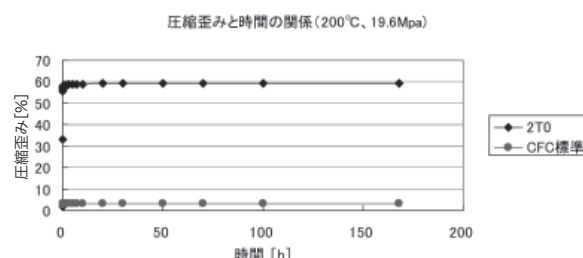


Fig.8 圧縮クリープ評価

3. 使用用途

3-1) 半導体関連産業や化学、製薬プラント関連用途

現在の各種PTFE加工品の代替品として、更なる機械強度向上、薄肉化による軽量化、帯電防止効果の付与などが期待できる。

3-2) その他一般産業機器部品や部材関連

耐熱シール材、耐熱強度部品、摺動部材、耐熱トレイ、耐薬液容器、その他精密加工部品など。

4. おわりに

今回、紹介したCFCは、PTFE、PFAなどのふっ素樹脂が有する特性を必要とする耐熱、耐薬品性が求められる使用環境で、より機械的特性を必要とする用途には、最適な材料である。

今後は、各種任意形状での成型を可能にすることによって、ユーザーニーズにマッチした製品を適切に提供できるように更なる技術展開を行なっていく予定である。

液体漏洩方法検討と 気体漏洩との比較

研究開発部 シール開発グループ
佐藤 広嗣

A lot of research is being conducted on leakage from gasketed connections, however almost all of this research covers the amount of the gas leakage without considering liquids. The method for measuring liquid leakage has not been firmly established yet, and the present method is very difficult.

In this study, the examination of a simple method for measuring the amount of liquid leakage and the amount of the gas leakage was compared. From the research results, the validity of the flange design with the amount of the gas leakage as an index is considered.

Keywords :
gasket, leakage, liquid

1. はじめに

化学プラントなどでは様々な流体が使用され、その配管継手部には、静的シールとして、ガスケットが使用されている¹⁾。流体は液体と気体に大別されるが、一般に、ガスケットの推奨締め付け面圧は液体の場合の方が小さい。しかしながら、従来のフランジ設計においては流体の区分、及び漏洩量についての考慮は無い。

こうした状況を受け、漏洩量を考慮したフランジ締結体の設計基準の検討が進められているが、そこでの漏洩は気体に限られてきた²⁾。2008年に規格化された“JIS B 2490管フランジ用ガスケットの密封特性試験方法”³⁾もヘリウムガスを用いた気体漏洩量の測定方法を示している。そうした背景には、液体漏洩量は気体漏洩量に比べて小さいと考えられ、液体漏洩に対しての問題意識は希薄で、かつ液体の微小漏洩量を測定する方法がほとんど研究されてこなかったことが原因と考えられる。

そのため、朝比奈らは圧力容器内の気体体積を圧力降下法で測定することによって微小な液体漏洩量を測定する方法を提案した⁴⁾。しかしながら、この方法では測定環境に

おけるわずかな温度変化からの誤差が大きく、また、配管漏洩による誤差の影響を小さくするには高い配管組みの技術が必要である。

本研究では、より簡便かつ高精度な液体の微小漏洩測定方法の確立を目指し、既存の液体微小漏洩測定方法である圧力降下法との両法で、気体漏洩量の比較を行うことを目的としている。さらに、それによって現行の気体漏洩を前提としたフランジ設計の妥当性を検証する。ここでの対象ガスケットは、ジョイントシートガスケットV#6500と、無機充填材入りPTFEガスケットV#GF300とし、寸法はJIS 10K 50A ($\phi 61 \times \phi 104$) t 3.0とする。試験流体は、液体は水、気体はヘリウムガスとし、それぞれガスケット面圧が3、5、10MPaでの漏洩量を測定する。

2. 実験方法

Fig.1に示す装置を用いて液体の微小漏洩の測定を行う。これまでに朝比奈らが検討した方法を圧力降下法、ここで新たに検討する方法を体積測定法と呼ぶ。圧力降下法では容器内の内圧の変化から漏洩量を導き出す方法であるのに

対し、体積測定法では、測定初期と一定圧力を負荷した状態で一定時間経過後の気体体積を測定し、その差から漏洩量を導き出す方法である。1式に体積測定法による漏洩量算出の式を示す。

$$\Delta V_l = \Delta V_g = V_{g2} - V_{g1} \quad (1)$$

ここで、 ΔV_l : 液体漏洩体積 [mm³]、 ΔV_g : 気体体積変化 [mm³]、 V_{g1} : 初期気体体積 [mm³]、 V_{g2} : 一定時間後の気体体積 [mm³]

圧力容器内の体積はバルブ②を閉じた状態で任意の内圧 P_i を負荷してバルブ①を閉じ、バルブ②を開放した際の噴出する気体の体積 V_{gt} を水上置換法によって測定し、2式を用いて V_g を導き出す。

$$V_g = \frac{P_a}{P_i} V_{gt} \quad (2)$$

ここで、 P_a : 大気圧 (=0.1013) [MPa]、 P_i : 体積測定試験用の負荷内圧 [MPa]、 V_g : 圧力容器内の気体体積 [mm³]、 V_{gt} : 体積測定時に噴出した体積 [mm³]

Fig.2に示すように、初期に容器内の気体体積 V_{g1} を測定後に、内圧 P を負荷して任意時間後に内圧を除荷して再度気体体積 V_{g2} を測定する。 $\Delta V_g (= V_{g2} - V_{g1})$ と測定時間の関係から漏洩速度を算出する。

また、比較対象である気体の漏洩量はスリーブを設けたフランジと石鹸膜流量計を用いて“JIS B 2490管フランジ用ガスケットの密封特性試験方法”²⁾ に準拠した方法で測定を行う。

液体の漏洩量が微小で測定が困難であるため、ガスケット面圧は比較的小さい3、5、10MPaとしている。

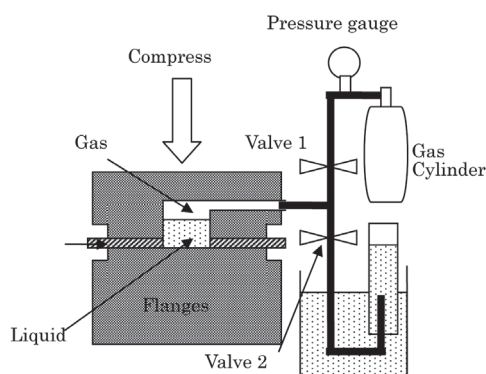


Fig.1 Test equipment

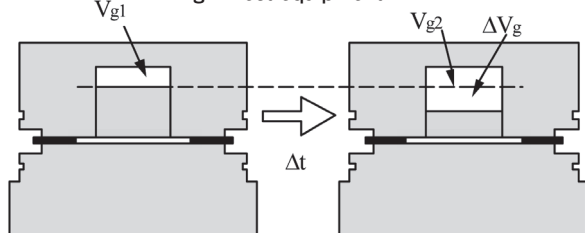


Fig.2 Change in volume

3. 漏洩量測定結果

Table.1に液体漏洩に対して体積測定法から得られた値と圧力降下法で得られた値を示す。二つの方法で得られた漏洩量は同等であり、体積測定法の妥当性が確認できる。この体積測定法で測定した液体漏洩量とスリーブ法で測定した気体漏洩量の比較をTable.2に示す。表には実験によって測定した体積漏洩量とその体積漏洩量 L_v と密度から算出される質量漏洩量 L_m を表記する。また、ジョイントシートガasketをCFS、無機充填材入りPTFEガasketをPTFEとする。体積漏洩量 L_v については、気体のほうが大幅に大きい。しかしながら、質量漏洩量 L_m については同等の値となった。

Table.1 Volume method and pressure decrease method

gasket	Gasket stress σ_g	Liquid volume leakage L_v [m ³ /s]	
	[MPa]	Volume method	Pressure decrease method
CFS	3	3.61E-10	3.40E-10
	5	1.43E-10	1.30E-10
	10	1.82E-11	3.20E-11

Table.2 Volume leakage L_v and mass leakage L_m

gasket	Gasket stress σ_g [MPa]	Volume Leakage L_v		Mass Leakage L_m	
		Liquid (Water) [m ³ /s]	Gas (Helium) [m ³ /s]	Liquid (Water) [kg/s]	Gas (Helium) [kg/s]
CFS	3	3.61E-10	1.18E-05	3.60E-07	1.90E-07
	5	1.43E-10	3.75E-06	1.43E-07	6.20E-08
	10	1.82E-11	8.19E-07	1.81E-08	1.30E-08
PTFE	3	7.81E-11	3.34E-06	7.80E-08	5.35E-08
	5	4.39E-11	2.50E-06	4.39E-08	4.13E-08
	10	1.82E-11	5.56E-07	1.81E-08	8.82E-09

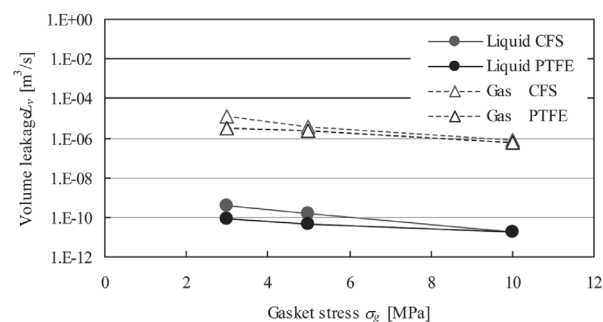
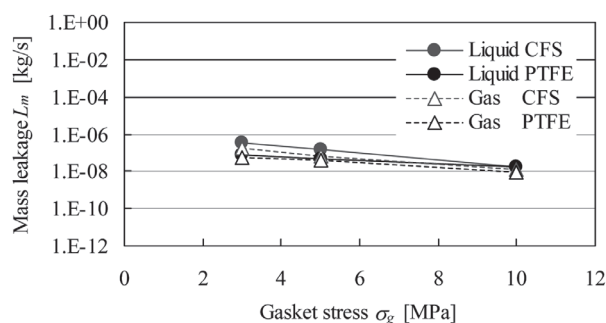


Fig.3 Volume leakage L_v

Fig.4 Mass leakage L_m

4. 考察

圧力降下法に比べ、体積測定法の利点としては、測定時間中に内圧や温度を測定し続ける必要はなく、配管漏洩の影響を受けないことが挙げられる。圧力降下法ではわずかな配管漏洩でも長時間の測定であるために影響が大きくなってしまったため、配管漏洩を無視できるほど小さくするためには熟練した配管組みの技術が必要となる。一方、体積測定法ではわずかな時間でバルブ①、②内の体積を測定するため、配管漏洩の影響をほとんど受けない。そのため、試験装置準備が著しく簡便となる。

液体の漏洩速度は体積漏洩においては気体に比べて小さいものの、質量漏洩においては同等の値であることがわかった。そのため、体積漏洩を基準に設計した場合は、気液で設計基準を分ける必要があるが、質量漏洩を基準とした設計であれば気液を区別する必要はないと考える。

5. おわりに

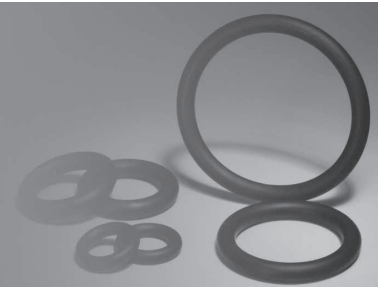
新たに考案した体積測定法によって液体（水）の微小漏洩量を測定して気体漏洩量（ヘリウムガス）のとの比較を行い、以下の結論を得た。

- 簡便に液体の微小漏洩が測定できる体積測定法を提案し、その妥当性も確認した。
- 液体の漏洩量と気体の漏洩量を比較し、体積漏洩においては気体漏洩量のほうが大幅に多かったが、質量漏洩においては同等の値であることを明らかにした。また、この関係はガスケット材料に影響が無いことも確認した。
- 液体ラインのフランジ設計を行う場合、体積漏洩を基準とした場合は気体漏洩を基準とした現行の設計方法は過剰なものではあるが、質量漏洩を基準とした場合は妥当であると考ええる。

6. 参考文献

- 1) 似内昭夫、澤俊行；“最新シーリングテクノロジー 密封・漏れの解明とトラブル対策”、2010
- 2) 辻裕一；“密封性を確保するための新しいフランジ設計法”、高圧ガス、47 (12) (通号 489)、pp987 ~ 993
- 3) JIS B 2490 管フランジ用ガスケットの密封特性試験方法
- 4) 朝比奈稔、西田隆仁、山中幸；“ジョイントシートガスケットおよびばね入りOリング（トライパック）の室温における気体と液体のシール特性”、圧力技術、Vol.37、pp.22-29

半導体製造装置用シール材 FLUORITZ[®]-TR



研究開発部 シール開発グループ
岡崎 雅則

New semiconductor processing technologies are rapidly advancing. The types of the seal material required for semiconductor industries is more diversified than before, and in addition, high performance is being demanded. Therefore, we have newly developed non filler type perfluorinated elastomer “FLUORITZ[®]-TR”. FLUORITZ[®]-TR has some excellent properties such as plasma resistance, low adhesion properties, low compression set, and purity compared to general perfluorinated elastomer.

Keywords :

perfluorinated elastomer (FFKM), plasma resistance, heat resistance, compression set, low adhesion, purity

1. はじめに

半導体市場は、高速、大容量、ユビキタス化への変革が進みつつある中で、従来の主流であったパソコンから携帯端末を含むデジタルネット家電へ軸足を移行してきている。処理速度の高速化に対応するためシステムLSIの高機能化に加えて、更に低消費電力化も求められている。これらに対応するため、半導体製造装置においては新しいプロセス技術、デバイス構造による装置開発が進んでおり、パーティクルや金属不純物についてもこれまで以上に厳しくなっている。¹⁾そのため、半導体製造装置用シール材に要求される性能は、これまで以上に多様化し、更に高性能化が求められている。

半導体製造装置に使用されるシール材は、従来よりふっ素ゴム (FKM) やパーフロロエラストマー (FFKM) が主に使用されており、耐プラズマ性、純粋性、真空シール性、耐熱性、メンテナンス性、動的使用での動作安定性、コストパフォーマンスなどが求められる。特に耐プラズマ性が要求される部位では、パーフロロエラストマーが主に使用されているが、シール材に充填材、或いは金属成分が多量に含まれている場合には、それらがチャンバー系内に飛散し、パーティクル汚染を引き起こす可能性が考えられる。

当社では、技術革新の進む新しい半導体製造装置に対応できるシール材として、当社独自の配合設計技術を駆使し、耐プラズマ性、非粘着性、純粋性、耐熱性に優れた無充填系パーフロロエラストマー FLUORITZ[®]-TRを開発したので、その製品について紹介する。

2. FLUORITZ[®]-TRの特長

FLUORITZ[®]-TRは従来のパーフロロエラストマーと比較して、耐プラズマ性（耐ラジカル性、耐クラック性）、非粘着性を大幅に向上させた製品である。また、充填材を一切使用していないため、純粋性に優れている。

以下に、FLUORITZ[®]-TRの各特性を紹介する。

2-1) 耐プラズマ性（耐ラジカル性、耐クラック性）

プラズマ中には、ラジカルなどの活性種が存在し、シール材構成成分の化学結合を切断することにより劣化を促進し、シール材のエッチングが起こる。また、シール材に応力がかかった状態でプラズマにさらされると、シール材にクラックが発生する可能性が高くなり、クラックがシール面にまで達するとリークにつながる。FLUORITZ[®]-TRの耐ラジカル性の評

価した結果をFig.1に示した。FLUORITZ®-TRは従来のパーフロロエラストマーと比較しても重量減少率が少ない。また、シール材を伸長して応力をかけた状態でプラズマを照射してクラック発生時間を評価した結果をFig.2に示し、クラック発生状況をFig.3に示した。FLUORITZ®-TRはクラックの発生時間が遅く、他の材料に比べ、耐クラック性に優れている。FLUORITZ®-TRは耐ラジカル性、耐クラック性の両特性に優れた材料である。

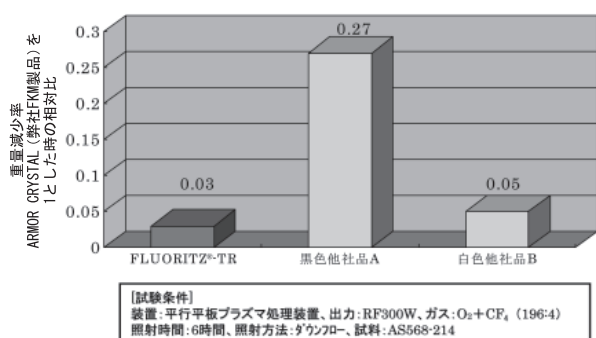


Fig.1 耐ラジカル性評価結果

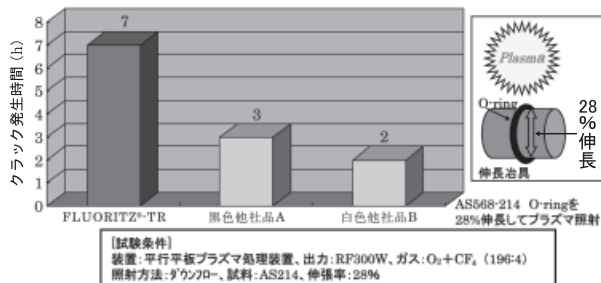


Fig.2 耐クラック性評価結果

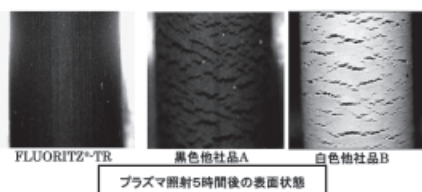
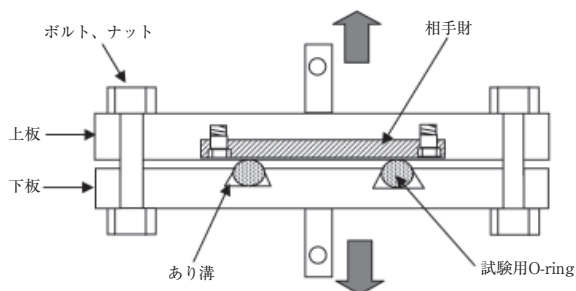


Fig.3 クラックの発生状況

2-2) 非粘着性

一般的に、エラストマーシール材は金属などの相手材に固着しやすく、シール材の交換に時間を要したり、ゲートバルブなどの動作遅れ、シール材の脱落などの問題が生じる可能性がある。そのため、シール材には固着力が低いことが求められる。固着力測定方法概要をFig.4に示し、FLUORITZ®-TRの固着力測定結果をFig.5に示した。FLUORITZ®-TRは、従来のパーフロロエラストマーと比較して、非常に低い固着

力を示しており、フランジへの固着、脱落に起因するトラブルを低減できると考えられる。



あり溝にAS568-214 O-ringを装着し、ボルトナットでフランジを締め込む。
所定時間加熱し、常温に冷却した後、ボルトナットをはずし、上下に引き剥がす時の最大応力を固着力とする。

Fig.4 固着力測定方法概要

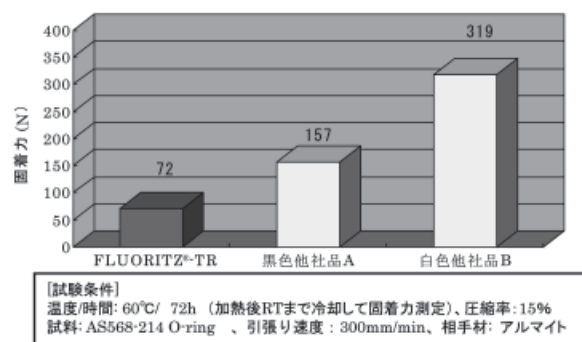


Fig.5 固着力評価結果

2-3) 含有金属成分

半導体プロセスにおける不具合現象と金属成分不純物との関係においてTable.1のような関係が調べられている。²⁾シール材はプラズマ環境で使用されるため、シール材に金属成分を含有した充填材を使用している場合、エッチングにより金属成分が飛散し、Table.1に示したような不具合を起こす要因となる。Fig.6にFLUORITZ®-TRの含有金属測定結果を示した。FLUORITZ®-TRは、充填材を一切使用していないため、従来のパーフロロエラストマーと比較して非常に少ない含有金属量であり、純粋性に優れた材料である。

Table.1 金属不純物の影響

不純物元素	半導体プロセスにおける不具合
アルカリ金属 (Na, Kなど)	酸化膜の耐圧不良
重金属 (Fe, Cu, Ni, Znなど)	pn接合リーク不良
Ⅲ族元素 (B, Alなど)	p反転不良
V族元素 (P, As, Sbなど)	N反転不良
放射性元素 (U, Thなど)	ソフトエラー不良

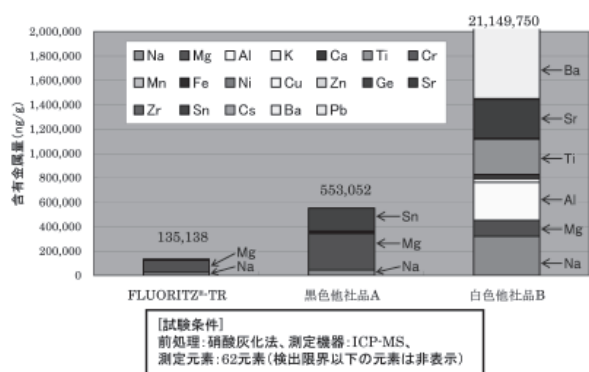


Fig.6 含有金属量測定結果

2-4) 耐熱性

シール材の耐熱性の目安の一つとして圧縮永久歪率の値がよく用いられる。一般的に圧縮永久歪率が80%に達するとシール限界と言われている。³⁾ Fig.7にFLUORITZ®-TRの260℃における圧縮永久歪率測定結果を示した。FLUORITZ®-TRは従来のパーフロロエラストマーと比較して優れた圧縮永久歪特性を有しており、長寿命化が期待できる。

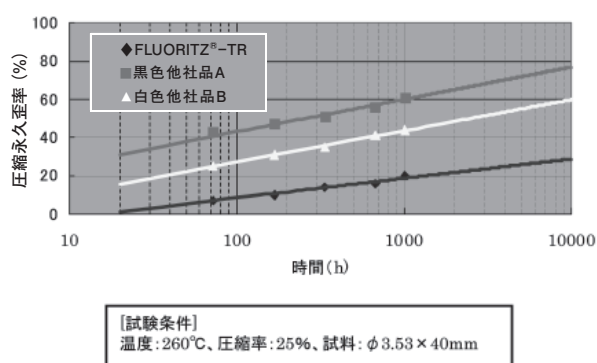


Fig.7 圧縮永久歪率測定結果

2-5) 基本特性

Table.2にFLUORITZ®-TRの基本特性を示した。従来のパーフロロエラストマーは硬さ、或いは100%モジュラスが大きいため、あり溝への装着性が非常に困難な場合があり、また、フランジの締め付けにも大きな荷重が必要になる場合もあった。FLUORITZ®-TRは従来のパーフロロエラストマーと比較すると、硬さ、100%モジュラスがやや低めに設計されているため、比較的容易にあり溝へ装着でき、また、フランジの締め付けも容易になると考えられる。

Table.2 FLUORITZ®-TRの基本特性

	FLUORITZ®-TR
外観	濃褐色
硬さ (shore A)	72
引張り強さ (MPa)	11.1
伸び (%)	160
100%モジュラス (MPa)	3.1

注) 上記データは測定値であり、規格値ではありません。

3. FLUORITZ®-TRの用途

FLUORITZ®-TRは半導体製造装置用シール材として、特に以下の用途への適用が考えられる。

- ①プラズマ環境においてシール材のエッチングの程度が大きな部位
- ②プラズマ環境においてシール材のクラックの発生が問題となる部位
- ③相手材の各種金属とシール材の固着が問題となる部位
- ④ゲートバルブなどの動的なシール部位
- ⑤パーティクルの発生が問題となっている部位

4. おわりに

半導体製造装置のプロセス環境は、デザインルールの微細化、配線の多層化、三次元構造化により、使用ガスの変更、使用環境の高温化、更なるクリーン化が進行していくと予想される。シール材においてもこれらのプロセス環境に順応した特性を有することが必要不可欠であり、今後も顧客ニーズに基づいたより高機能、高性能なシール材を設計、開発していきたいと考える。そのためには、ユーザー各位からの情報が重要であり、ご協力をお願いする次第である。

なお、本文中のデータは、ある一定環境における基礎評価試験に基づいた測定値の一例である。そのため、実際の使用に際しては、その使用環境で評価を実施し、適性を十分に確認した上で使用していただきたい。

5. 参考文献

- 1) 服部 毅 クリーンテクノロジー Vol.20 No.4 p1 (2010)
- 2) 関口 博之 工業材料 49 3 (2001)
- 3) S.H.Morrell Rubber J. 152-5 49 (1970)

回転機器用シールの開発 No.7740LFRシリーズPAT.



研究開発部 シール開発グループ

南 暢
永野 晃広

We would like to introduce the LFR series products (a patent has been applied for) newly developed as a seal for rotating equipment.

This LFR series is a seal in which the inside diameter becomes a sliding side. The ditch is processed to the housing side, and it uses it for the rotating equipment that operates as the axis rotates or swings.

It has been developed as a product that satisfied all of the following items demanded as a seal used for rotating equipment.

- Leakage prevention function
- Compact installation space
- Decrease of rotating torque
- High resistance to pressure
- Long life
- Easy installation
- Low-cost

In development, a versatile and efficient LFR series lineup was achieved by adopting original shapes and ideas.

Keywords :

LFR(Low Friction Rod seal), compact, decrease of rotating torque, high resistance to pressure, long life, easy installation, low-cost

1. はじめに

回転機器に用いられる油空圧用のシールは、機器の設計や性能に大きな影響を及ぼす重要な役割を担っている。特に、ここ近年では機器メーカーも市場競争が激化する中で、機器自体の性能向上はもちろんのこと、高性能で長寿命、低価格であることが強く求められるようになり、我々シールメーカーに対しても業界の要求に応えるシールの開発が望まれてきた。

回転機器用のシールとして求められるのは、前提として漏れ防止機能があり、①取り付けスペースのコンパクト化、②回

転トルクの低減、③耐圧性の向上、④寿命の長期化、⑤装着性の向上、⑥低価格、が挙げられる。しかしながら、これまでのシールでは、これら①～⑥項の全て満足するものが無く、いずれかを妥協するしかなかった。

そこで当社ではこれらの問題を解決するべく、①～⑥項の全てを満足させた回転機器用の軸シールとしてLFRシリーズPAT.を開発した。なお、本開発では回転機器用として回転や揺動する軸のシールをターゲットとして取り組んできたが、LFRシリーズPAT.は往復運動やヘリカル運動などの他用途にも対応可能な万能で高機能なシールであると考えている。

2. これまでのシールの問題点

これまでのシールの問題点をTable.1に纏める。

Table.1 これまでのシールの問題点

要 求		問題点
①取り付けスペースのコンパクト化	小スペース	スペースが大きく、専用の溝寸法となる。
②回転トルクの低減	低トルク	抵抗が高く、回転に高トルクが必要となる。
③耐圧性の向上	高耐圧	高圧で使用する場合は、バックアップリングの併用が必要となる。
④寿命の長期化	長寿命	寿命に関するデータが無く、予測も困難である。
⑤装着性の向上	簡単装着	取り付け溝が分割となる。シールが2ピース（組み合わせ品）となる。
⑥低価格	低価格	高コスト。

3. 回転機器用軸シール（LFRシリーズPAT.）

本稿で紹介する回転機器用の軸シール〔LFRシリーズPAT.〕は、さまざまな問題を解決して業界の要求に応えるべく開発を行った。以下に開発品の解説を行う。

3-1) デザインコンセプト

開発品LFRシリーズPAT.のコンセプトは、前述の問題点①～⑥項を解決することにある。

デザインコンセプトを以下に示す。

① 小スペース

汎用性を考慮して、シールを取り付ける溝は規格Oリングの溝寸法と共通とする。

・JIS B 2406「円筒面に使用する場合の溝寸法」に準ずる。

② 低トルク

軸と摺動するシールの内面に摩擦係数の低い樹脂を設ける。さらにシール自体の緊迫力を抑えることと、軸との接触面積も小さくする形状検討により低トルクとする。

③ 高耐圧

シールが軸との隙間へはみ出して破損することを防ぐために、はみ出し対策を講じる。

④ 長寿命

はみ出し対策と摺動抵抗を抑えることにより長寿命とする。

⑤ 簡単装着

装着間違いを防ぐために、シールの方向性を持たない両圧シール形状とする。

バックアップリングを必要としない、1ピースのシールとする。

⑥ 低価格

製造方法と構成部品の削減により低価格を実現する。

3-2) シールデザイン

デザインコンセプトを忠実に実現するために、シールデザインはFEA（Finite Element analysis有限要素法解析）を用いて実施した。この結果、今までに類を見ない形状のシールを開発することが出来た。

1) 構成

Fig.1に開発品の構成を示す。

開発品の構成は、弾力性に優れたエラストマー材を基部として、内面に低摺動の樹脂材を設ける。エラストマー材と樹脂材を同時成型することにより、1ピースとすることで装着性の向上を図る。

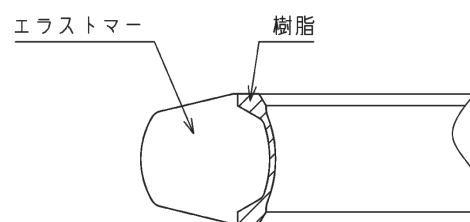


Fig.1 開発品の構成

2) 形状

Fig.2に開発品の断面形状を示す。

開発品の断面形状は、上部と下部の形状を対称とする。各部位は、外径側に向けてボリュームが小さくなるようなテーパ状の直線を上下面に持ち、シール面となる内外面に設けた円弧状の曲面と結ぶ構成である。

なお、内面の樹脂形状は、中央部を薄くして上下端部にボリュームを設ける。

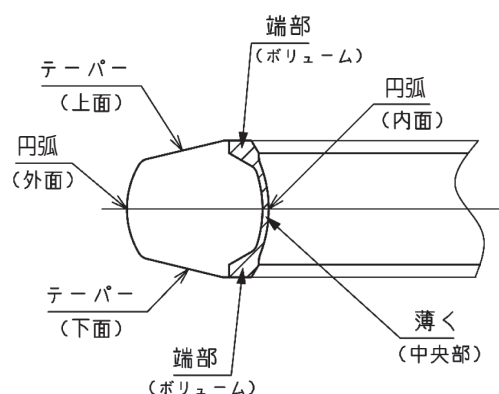


Fig.2 開発品の断面形状

3) デザインに関する詳細解説

開発品のデザインに関する詳細を解説する。

開発品のデザインは、規格Oリングの溝寸法 (JIS B 2406) に準じて行っている。ベースとなるのは規格Oリング (JIS B 2401) であるが、①小スペース、②低トルク、③高耐圧、④長寿命、⑤簡単装着、⑥低価格を実現するために、次のデザインを施す。

①小スペース

バックアップリングを併用しない規格Oリングの溝寸法 (JIS B 2406) に準じた小スペースで開発することが出来た。

②低トルク

内面を低摺動の樹脂材とすることで摩擦係数を小さくし、基部となるエラストマー材の外径側のポリウムを小さくすること、シール面となる内外面の形状を円弧状の曲面とすることで、緊迫力の低減を図る (Fig.3)。

さらに、シールに流体圧力が作用する場合には、シールのテーパ面が溝の側面に接触する傾きにより、内面に設けた円弧状の曲面の接触面積を低減させる働き (Fig.4) において、回転トルクを低減することが出来た。

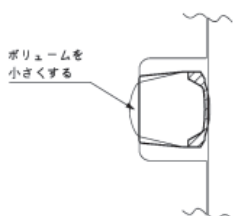


Fig.3 溝装着状態

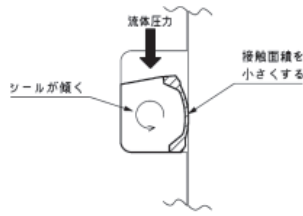


Fig.4 流体圧力作用

③高耐圧

樹脂の端部にポリウムを設けてバックアップリングの役割をシール自体に持たせることで、軸との隙間への耐はみ出し性が向上 (Fig.5) し、高い耐圧性が得られた。

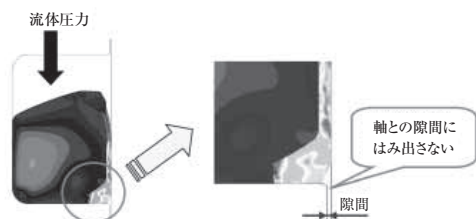


Fig.5 耐はみ出し性

④長寿命

②低トルクと③高耐圧を図ることで、長寿命を実現することが出来た。

⑤簡単装着

構成部材を同時成型することで1ピースとしたことと、両圧用としてシールの方向性を無くすることで、装着を簡単にすることが出来た。

また、バックアップリングの併用を不要とした。

⑥低価格

バックアップリングの併用を不要とした。

4. 機能評価

＜ベンチテストによる検証＞

ベンチテストとして軸径φ100mm用の試料において1000kmの耐久評価試験を実施した。

テスト条件及び結果をTable.2に示す。

この結果、コンセプト通り、①小スペース、②低トルク、③高耐圧、④長寿命、⑤簡単装着 であることが検証された。

①小スペース

- ・バックアップリングを併用しない規格Oリングの溝寸法 (JIS B 2406)

②低トルク

- ・低トルクを実現 (起動トルクが低い)
- ・軸の回転がスムーズ (起動トルクと摺動トルクの差が小さい)
- ・高圧 [14MPa] でもトルクが比較的小さい (圧力増加に伴うトルクの増加が少ない)

③高耐圧

- ・高圧 [14MPa] でもバックアップリングが不要

④寿命の長期化

- ・長期にわたって漏れ量が極めて少ない
- ・低摺動、低摩擦である

⑤簡単装着

- ・JIS規格のOリングと同等

5. 実機での使用に際して

本開発は規格Oリングの溝寸法 (JIS B 2406) に準じたシールとして行ったが、同様の技術を用いてあらゆる溝寸法に合わせた専用設計も可能であると考ええる。

シールの構成材料も求められる機能から、耐薬品性や使用環境の温度条件により変更することも可能であると考ええる。

本形状及び本材質の構成により、①小スペース、②低トルク、③高耐圧、④長寿命、⑤簡単装着、⑥低価格 の全てを実現した回転機器用の軸シールが提供できるものと考ええる。

6. おわりに

今までに考えられていた回転機器用の軸シールでは、全てを満足することが困難であった前述の①～⑥項を、この度の開発では独創的な形状と構想により、汎用性の高い規格Oリング溝にそのまま適用可能な、万能で高機能なNo.7740 LFRシリーズPAT.において実現することが出来た。

今後は、本開発品を往復運動やヘリカル運動などの他用途にも対応可能なものとする用途開発に取り組んでいきたいと考える。

<往復運動用途>

- ・油圧シリンダ
- ・空圧シリンダ
- ・その他

<ヘリカル運動用途>

- ・工作機器
- ・射出成形機
- ・その他

Table.2 ベンチテストの条件及び結果

テスト条件	試験機	Fig.6の概略図による	テスト結果	回転トルク 【1pcあたり】 Fig.7	起動トルク 【油圧】	6.57N・m [0MPa]
	取付方法	垂直				20.66N・m [7MPa]
	溝寸法	JIS Oリング P100用溝 $\phi 100 \times \phi 110 \times G7.5$				25.07N・m [14MPa]
	シール寸法	LFR 100			摺動トルク 【油圧】	5.61N・m [0MPa]
	シール材質	NBR (B2560)+PTFE (3U8)				20.39N・m [7MPa]
	流体	作動油：出光ダフニーネオフルード 空気				24.48N・m [14MPa]
	圧力	油圧0→14MPa、14→0MPa 空圧0→0.7MPa、0.7→0MPa		漏れ量	作動油	0.003cc/100m以下
	温度	成り行き (～105℃)			空気	1cc/min以下
	速度	0.52m/s (回転数100rpm)		耐久性	走行距離	1000km以上
	作動距離	1000km		装着性		JIS Oリング P100と同等

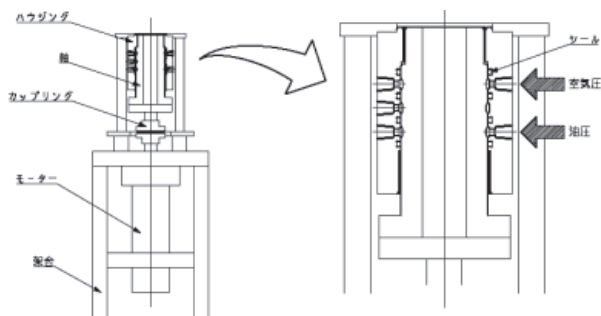


Fig.6 耐久試験機(概略図)

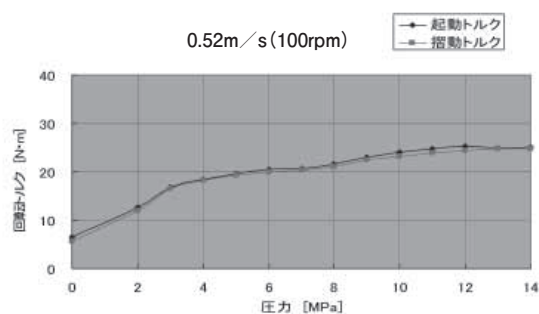
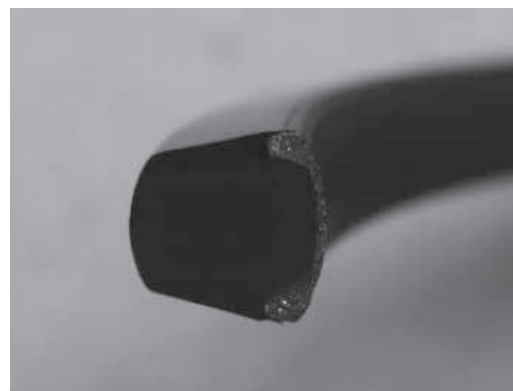


Fig.7 回転トルク【油圧】

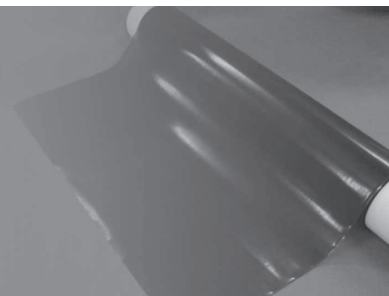
〔開発品：断面写真〕



〔開発品：全体イメージ図〕



ヒートシール性を付加した ポリイミドフィルム TAC Film™



機能樹脂事業部
杉本 昌樹

Polyimide (PI) material has superior characteristics like high mechanical properties, high heat and chemical resistance, and high insulating capacity. PI films are not only used for flexible printed circuit boards (FPC), but also widely utilized in many other applications as electric insulators.

In the PI adhesive tape applications, heat deterioration is observed on the glue material under some circumstances. To avoid this problem, TAC Film™ has been introduced by Taconic. TAC Film™ is a PI film with FEP (Fluorinated ethylene propylene copolymer) coating that improves heat-sealing properties. Details can be found in this technical report.

Keywords :

FEP coated PI (Polyimide), heat-seal

1. はじめに

ポリイミドフィルムは高強度、耐熱性、耐薬品性、絶縁性に優れ、フレキシブルプリント基板や、電気絶縁テープなど様々な用途に使用されている。しかし、電気絶縁テープは高温環境での使用において粘着剤に劣化が発生しやすい。本報ではポリイミドフィルムにFEP（四ふっ化エチレン-六ふっ化プロピレン共重合樹脂）をコーティングし、高温環境でも使用可能なヒートシール性能を持ったタコニック社製TAC Film™の紹介を行う。

2. 構成

TAC Film™の構成をFig.1に示す。ポリイミドフィルムの片面もしくは両面にFEPをコーティングしている。また、耐熱性をさらに高めるためにPFA（四ふっ化エチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合樹脂）コーティングも可能である。

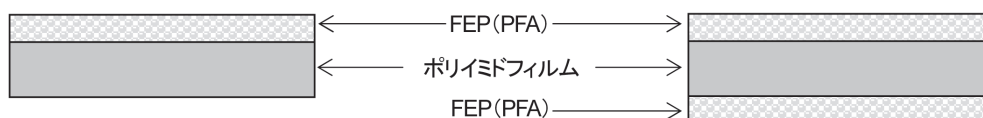


Fig.1 TAC Film™構成図

3. 特徴

- ・溶融樹脂であるFEPをコーティングすることにより熱融着が可能である。
- ・ポリイミドフィルム単体に比べて吸水率が低い。
- ・優れた耐熱性（連続使用温度 FEPコーティング品：200℃ PFAコーティング品：260℃）

- ・優れた耐薬品性（ポリイミドの耐薬品性ならびにふっ素樹脂の耐薬品性）
- ・優れた絶縁特性（ポリイミドの絶縁特性ならびにふっ素樹脂の絶縁特性）
- ・優れた非粘着性（粘着物が付着し難く、離型が容易）

4. 製品仕様

4-1) 品番構成

TAC Film™の品番は製品厚み（3桁）+TAC+コーティング厚み（1桁）+PIフィルム厚み（1桁）+コーティング厚み（1桁）から構成される。

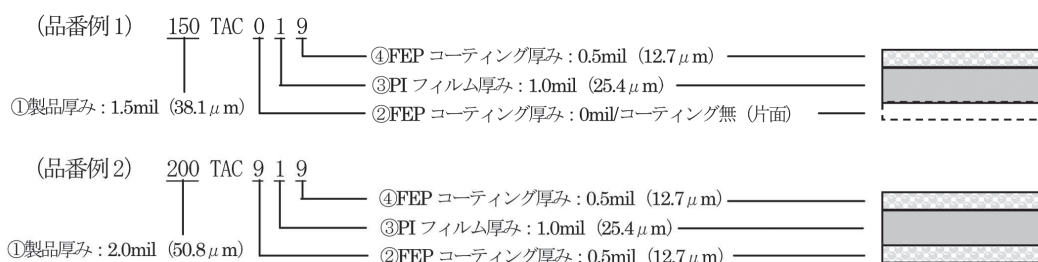


Table.1 品番厚み表記

品番厚み表記	0	1	2	3	6	9
厚み[mil]	0 / 片面	1	2	3	0.1	0.5
厚み[μm]	0 / 片面	25.4	50.8	76.2	2.5	12.7

4-2) 製品ラインナップ

Table.2 製品構成

品番	厚み								幅	長さ
	①全厚（製品厚み）		②FEPコーティング厚み		③PIフィルム厚み		④FEPコーティング厚み			
	[mil]	[μm]	[mil]	[μm]	[mil]	[μm]	[mil]	[μm]	[mm]	[m]
150TAC019	1.5	38.1	0	0	1	25.4	0.5	12.7	490	(100)**
200TAC919	2.0	50.8	0.5	12.7	1	25.4	0.5	12.7		
250TAC029	2.5	63.5	0	0	2	50.8	0.5	12.7		
300TAC021	3.0	76.2	0	0	2	50.8	1.0	25.4		
300TAC929	3.0	76.2	0.5	12.7	2	50.8	0.5	12.7		
500TAC131	5.0	127.0	1.0	25.4	3	76.2	1.0	25.4		

* μm表示数値はmil表示の換算値 ** 製品仕様によって異なる

5. 製品特性

Table.3 物性値 (参考: FEPコーティング品)

品番	厚み	引張強度 (MD)	伸び (MD)	ピール強度	線膨張係数 (MD)	絶縁耐力	体積抵抗率	吸水率
	[μm]	[MPa]	[%]	[N/cm]	[ppm/°C]	[kV]	[Ω・cm]	[%]
500TAC131	127.0	180	106	9.8	39.3	13.9	1.1×10 ¹⁷	1.8
200TAC919	50.8	180	60	3.7	19.1	8.7	4.4×10 ¹⁷	1.5

* 上記物性は一般物性値であり、保証値ではない

6. おわりに

今回紹介したTAC Film™はポリイミドフィルムにFEPをコーティングすることによりヒートシール性能を付加した製品である。電気自動車、鉄道モーターなどのコイルや面状発熱体のカバーなど高温領域での電気絶縁材料として有効である。

Photo Courtesy of Zeus Industrial Products

ZEUS製ふっ素樹脂 熱収縮チューブ （ヒートシュリンクチューブ）



機能樹脂事業部
鈴木 健之

Specialty Tubings of ZEUS Fluoropolymer Heat Shrinkable Tubing

The fluoropolymer heat shrinkable tubings are core items ZEUS's specialty products. The tubings can form a state-of-art for the application of a tight, protective covering to items that will be subjected to the extremes of heat, corrosion, shock, moisture and other critical environmental conditions. Heat shrinkable tubing extends the life of such items indefinitely and assures their reliable performance.

The fluoropolymer heat shrinkable tubing can be selected from wide range of expanded inner diameter and wall thickness. This makes it possible to design ideal covering over various mandrels of many shapes. In this report, the features and the lineups are introduced.

Keywords :

fluoropolymer heat shrinkable tubing

1. はじめに

当社ではアライアンス契約によりZEUS社（ズース社、以下ZEUS）の製品を販売している。ZEUSはふっ素樹脂のチューブなどで多様な製品群を有しているが、その熱収縮チューブにおいては特に多くのサイズ、樹脂、収縮率の製品を揃えており、同社の主力製品の1つとなっている。

本報では、そのふっ素樹脂熱収縮チューブのラインナップとその特徴を紹介する。

2. 用途

熱収縮チューブは「熱処理により径方向に縮む」加工を施したチューブで、芯材に対して密着性の良い被覆を形成させることができることから、電線やハーネスの結束および絶縁スリーブなどで用いられる。

特に、ふっ素樹脂の熱収縮チューブはその耐熱性や電気絶縁性から、200℃以上の高温や腐食性雰囲気など過酷な環境で用いられる部材の保護や長寿命化などの目的で使用される。具体的には、半導体装置やセンサーの耐熱・耐薬品被覆、ハロゲンランプやLEDの絶縁などの用途がある。他にも、離型性・滑り性を付与する目的で搬送系やラミネート機、印刷機のローラーへの被覆、さらには純粋性から食品分野、生体適合性から医療分野への展開ができる。

一般にふっ素樹脂による被覆はコーティングが主流だが、熱収縮チューブを用いることで厚肉の被覆を均一に形成できるため長寿命化、ピンホールなどへの信頼性の向上の期待ができ、更に加工および交換作業が容易という利点もあるため費用・工数の削減にも貢献できる。

3. 製品仕様

ふっ素樹脂熱収縮チューブの標準品はFEPとPTFEから選択ができる。両者の特徴を挙げると、FEPは収縮温度が低い為加工が容易であるという特徴があり、PTFEは収縮率が高い事が特徴であるが、収縮加工温度が高く加工性は劣る。以下の表に標準ラインナップを示す。(Table.1)

特筆すべき点として、小口径から大口径まで幅広いチューブサイズを用意しているという点が挙げられる。特に、「ロールカバー」は100mm以上の芯材でも被覆が可能であり、工業用の大口径ロールなどへ適用ができる。また、高収縮品は凹凸が大きい箇所でも一度に被覆できるので、段付きローラーや被覆材が厚い電線のスリーブなどにも対応できる。

Table.1 熱収縮チューブの標準ラインナップ

樹脂	収縮温度	収縮率 ¹⁾²⁾	製品カテゴリ	被覆可能サイズ ³⁾	備考
FEP	205℃ ⁴⁾	1.3:1	AWG	0.7mm～11mm	
			分数インチ	10mm～45mm	
			ロールカバー	11mm～200mm	非常に幅広いサイズ、大口径にも対応
		1.6:1		2.5mm～50mm	高収縮グレード
PTFE	340℃ ～ 370℃	2:1	Sub-Lite-Wall	0.25mm～5.5mm	【カスタム対応】極薄肉品、肉厚0.05mm未満も相談可能
			AWG	0.4mm～11mm	3種類の肉厚から選択可
			分数インチ	3.5mm～30mm	3種類の肉厚から選択可
		4:1		0.8mm～90mm	高収縮グレード

- 1) 収縮率は径方向のみを指定している。収縮加工により長さ方向へ伸縮する可能性がある。
肉厚は完全に収縮した時のものである。収縮後内径の値より大きな芯材に被覆する場合はカタログの肉厚より薄くなる。
- 2) 収縮率はカタログ上の呼びである。肉厚および径により収縮率は異なるのでカタログでの確認が必要である。
- 3) 被覆可能サイズは目安である。
- 4) FEPの熱収縮は205℃未満でも一部収縮が進行することがある。205℃は収縮が完全に終了する温度の目安である。

4. カスタム対応

ふっ素樹脂熱収縮チューブは上記の表以外にもカスタム対応ができる。以下にその一部を示す。

- ・樹脂 PFA、ETFE、PEEK
- ・サイズ^{※1} 大口径（～200mm）、
極薄肉（0.038mm～）、カット長指定
- ・フィラー添加 着色、導電性付与など
- ・その他 被覆加工、親水性処理
（ケミカルエッチング）など

※1 樹脂により最小/最大径、肉厚、カット長の限界値は変わる。

5. おわりに

今回紹介した熱収縮チューブに限らず、押出チューブに関してもMIL規格対応品など、豊富なラインナップを標準品として揃えている。また、カスタム対応としてカラーチューブ、極細径・極薄肉チューブ、異形断面・多穴チューブ、後加工などの他にもePTFEチューブ、PEEK熱収縮チューブなどユニークな製品群を有している。

熱収縮チューブをはじめとする上記の製品群により、従来対応が難しかった分野への可能性を広げることができると考えている。

※本文中のデータ、値は全て一定の環境下における代表値である。使用に際しては十分に適正を確認する必要がある。

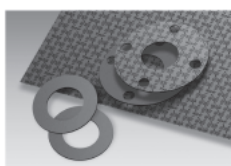
地球に、そして人にやさしいモノづくり……

バルカー ノンアスガスケット®



ブライトハイパー®(MF300)

バルカーのノンアスガスケット®が更に使いやすく進化いたしました。
高温・長期安定性はもとより、耐薬品性を更に向上させ、より広域の用途に適用可能となりました。
ユーティリティーからプロセス用途、白色を必要とするラインまで幅広く使用でき、複数の流体に対するガスケットの使い分けを緩和する製品です。



ブラックハイパー®(GF300)

多くの実績に裏付けされた信頼性と、高いコストパフォーマンスでノンアスガスケット®のベストセラーです。

■MF300・GF300 共通

●使用温度範囲：-200～300℃ ●最高圧力：3.5MPa
※カタログ、技術資料の注意事項をご参照下さい。



〒141-6024 東京都品川区大崎2-1-1
ThinkPark Tower 24F
TEL.03(5434)7370(代) FAX.03(5436)0560(代)
<http://www.valqua.co.jp>

VALQUA 日本バルカー工業株式会社

■本社(代)	☎(03)5434-7370 Fax.(03)5436-0560
■大阪事業所	☎(06)6443-5221 Fax.(06)6448-1019
■M・R・Tセンター	☎(042)798-6770 Fax.(042)798-1040
■新城事業所	☎(0536)23-2158 Fax.(0536)23-3804
■奈良事業所	☎(0747)26-3330 Fax.(0747)26-3340

●札幌営業所	☎(011)242-8081 Fax.(011)242-8082
●仙台営業所	☎(022)264-5514 Fax.(022)265-0266
●日立営業所	☎(0294)22-2317 Fax.(0294)24-6519
●京浜営業所	☎(045)444-1715 Fax.(045)441-0228
●豊田営業所	☎(0566)77-7011 Fax.(0566)77-7002
●名古屋営業所	☎(052)811-6451 Fax.(052)811-6474
●岡山営業所	☎(086)435-9511 Fax.(086)435-9512
●中国営業所	☎(0827)54-2462 Fax.(0827)54-2466
●周南営業所	☎(0834)27-5012 Fax.(0834)22-5166
●松山営業所	☎(089)974-3331 Fax.(089)972-3567
●北九州営業所	☎(093)521-4181 Fax.(093)531-4755
●長崎営業所	☎(095)861-2545 Fax.(095)862-0126
●四日市駐在所	☎(059)353-6952 Fax.(059)353-6950
●宇部駐在所	☎(0836)31-2727 Fax.(0836)32-0771
●熊本駐在所	☎(096)364-3511 Fax.(096)364-3570
●大分駐在	☎(097)555-9586 Fax.(097)555-9340

VALQUA TECHNOLOGY NEWS

夏号 No.21 Summer 2011

発行日・・・2011年7月10日
編集発行・・・日本バルカー工業株式会社
〒141-6024
東京都品川区大崎2-1-1
ThinkPark Tower 24F
TEL.03-5434-7370
FAX.03-5436-0560
制作・・・株式会社千修プリコム

グループ会社 国内販売拠点

■株式会社バルカーエスイーエス
●本社(千葉) ☎(0436)20-8511 Fax.(0436)20-8515
●鹿島営業所 ☎(0479)46-1011 Fax.(0479)46-2259
■株式会社バルカーテクノ
●本社・東京営業所 ☎(03)5434-7520 Fax.(03)5435-0264
●大阪営業所 ☎(06)4803-8280 Fax.(06)4803-8284
●福山営業所 ☎(084)941-1444 Fax.(084)943-5643
■バルカー・ガーロック・ジャパン株式会社
●本社 ☎(03)5434-7431 Fax.(03)5436-0579

<http://www.valqua.co.jp>

※VALQUAの登録商標はVALUEとQUALITYを意味します。 ※本誌の内容は当社のホームページにも掲載しております。
※許可なく転載・複製することを禁じます。