

高純度薬液移送用PFAチューブ TOMBO™ No.9003 「ナフロン® PFA-UGチューブ」

高機能製品事業本部 樹脂技術開発部

1. はじめに

ふっ素樹脂PFA（パーフルオロアルコキシアルカン）チューブは、耐熱性、耐薬品性、純粋性に優れているため、高温かつ腐食性の高い、高純度薬液を使用する半導体製造において、配管材料として多く利用されています。

近年、半導体製造工程において、環境負荷および安全面に対する配慮から、PFAチューブからの薬液の透過量を低減させることが求められています。また、半導体回路の微細化に伴い、薬液の滞留や不純物混入による高純度薬液の汚染低減要求が厳しく、PFAチューブには内表面平滑性、液切れ性、低イオン溶出性という特性も求められています。

弊社は、これまでにチューブ内表面を平滑化することでパーティクルや薬液の滞留を低減させたTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-HGチューブ」（以下、HGチューブ）、薬液の透過量を低減させたTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-SGチューブ」（以下、SGチューブ）を販売してきました。

この度、耐薬液透過性およびチューブ内表面平滑性をさらに改良したTOMBO™ No.9003「ナフロン® PFA-UGチューブ」（以下、UGチューブ）を製品化しましたので、紹介いたします。

2. 製品概要

「UGチューブ」は、従来PFAチューブと異なる分子形態をもつPFA原料を用い、耐薬液透過性

およびチューブ内表面平滑性に優れた製品です。標準寸法を表1、外観を図1に示します。

表1 UGチューブ標準寸法

呼び径 (インチ)	寸法 (mm)			長さ (m)
	内径	外径	肉厚	
1/4	4.35	6.35	1.00	10,50
3/8	7.52	9.52	1.00	10,50



図1 UGチューブ外観

3. 特長

従来の弊社PFAチューブと比較して、下記の特長があります。

- ・塩酸透過量が少ない
- ・チューブ内表面平滑性に優れる
- ・液切れ性に優れる
- ・ふっ素イオン溶出量が少ない

4. 評価試験結果

上記特長に関する試験結果を以下に記します。

4.1 塩酸透過量測定

4.1.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ，
SGチューブ

サイズ：1インチ（22.22×25.40 [mm]）

4.1.2 試験方法

図2のように試験装置を組み、チューブ内部に37%塩酸を満たした後、試験装置内に超純水を入れ70℃に保持し、試験開始から14、28日後の超純水中の塩素イオン濃度を測定し、塩酸透過量から塩酸透過係数を算出しました。

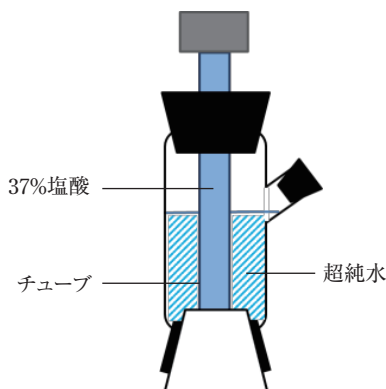


図2 試験装置概略

4.1.3 試験結果

各チューブの塩酸透過係数を表2および図3に示します。「HGチューブ」に比べて約40%の透

表2 塩酸透過係数および透過量比

単位：[mg・mm/cm²]

試験日数	UG チューブ	HG チューブ	SG チューブ	透過量比
14	0.6	6.6	3.7	16%
28	1.0	17.7	8.9	11%

透過量比は、UGチューブ/SGチューブ透過係数の比率を示します。

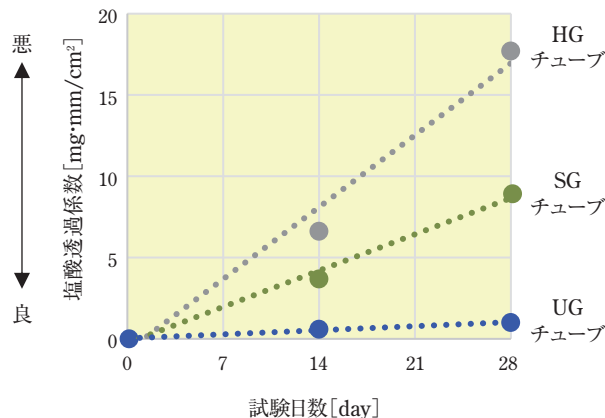


図3 各チューブの塩酸透過係数

過量が低減した「SGチューブ」に対して、さらに約85%低減していることがわかります。従って、半導体製造工場における環境負荷の低減や安全面の向上に対し効果が期待できます。

4.2 チューブ内表面粗さ測定

4.2.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ，
SGチューブ

サイズ：1/4インチ（4.35×6.35 [mm]）

4.2.2 試験方法

サンプルの内表面を走査型白色干渉顕微鏡で観察し（観察範囲：50μm×50μm），それぞれの観察データの凹凸情報からチューブ長手方向に平均粗さ（Ra）を解析しました（評価長さ：50μm）。

4.2.3 試験結果

走査型白色干渉顕微鏡による観察結果を図4に示します。「UGチューブ」のRaは他のチューブに比べ、1/3以下でありチューブ内表面が最も平滑であることがわかります。

図4の観察画像を比較すると「HGチューブ」および「SGチューブ」では、チューブ内表面にPFA球晶が確認されました。一方、「UGチューブ」では、内表面にPFA球晶が確認されず、球晶同士の境界がないため、内表面が平滑であることがわかります。

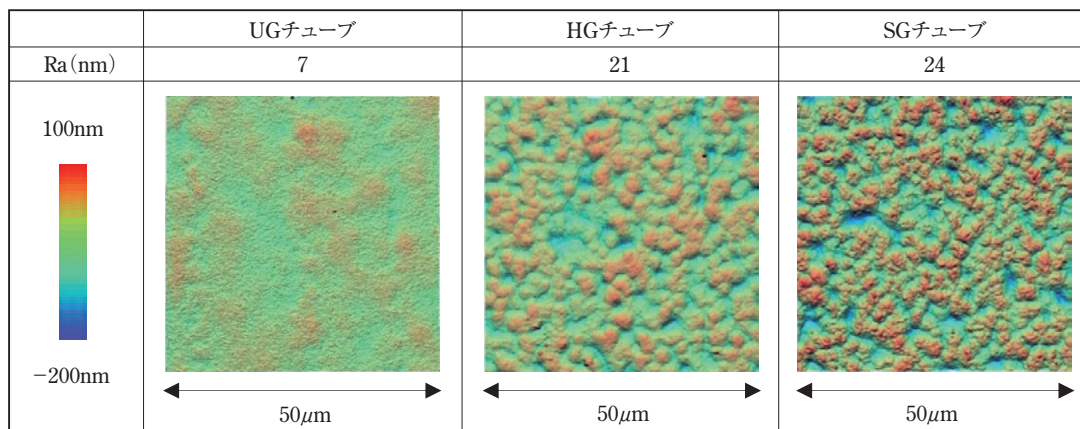


図4 各チューブの内表面平均粗さおよび観察画像

4.3 液切れ試験

液切れ性について、「UGチューブ」と球晶コントロールにより、チューブ内面が平滑である「HGチューブ」を比較しました。

4.3.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，HGチューブ
サイズ：1/4インチ (4.35×6.35 [mm])

4.3.2 試験方法

図5のようにチューブを設置し、チューブ内に着色させたイソプロピルアルコール (IPA) を充てんさせた後、液抜きを開始してIPAの残留状態を確認しました。

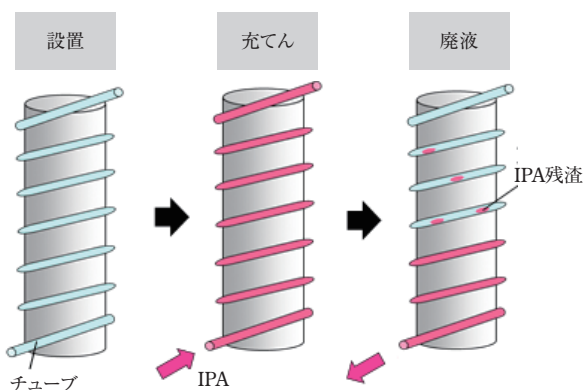


図5 液切れ試験概略

4.3.3 試験結果

液抜き開始から5分後のチューブの様子を図6に示します。チューブ内のIPA残留量を比較する



図6 液抜き開始から5分後のチューブの様子
左：HGチューブ 右：UGチューブ

と、「HGチューブ」より「UGチューブ」の方が少なく、液切れ性に優れていることがわかります。

従って、例えば使用薬液の変更や流路の組み換え時など、チューブ内の高純度薬液の切替の必要が生じた際に、チューブ内表面に残留した薬液の影響を低減させる効果があると期待できます。

4.4 ふっ素イオン溶出量測定

4.4.1 試験サンプル

チューブ：UGチューブ，PFAチューブ，
HGチューブ，SGチューブ
サイズ：UGチューブ
1/4インチ (4.35×6.35 [mm])
PFAチューブ，
HGチューブ，SGチューブ
1インチ (22.22×25.40 [mm])

4.4.2 試験方法

TISAB II (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) を含んだ抽出液に約10gのサンプルを投入し、室温で24h放置後、F-イオン測定装置（オリオンリサーチ製EXPANDABLE ION ANALYZER EA-940）によりふっ素イオン溶出量を測定します。

4.4.3 試験結果

表3にふっ素イオン溶出量測定結果を示します。一般的なPFAを使用したPFAチューブは、不安定な末端基を持つことから、ふっ素イオンが薬液中に多く溶出され高純度薬液の汚染につながります。「UGチューブ」のPFA原料は、「HGチューブ」、「SGチューブ」の原料と同様に、末端基が安定化処理されており、ふっ素イオンの溶出が少ないことから、高純度薬液の品質維持に効果があると期待できます。

表3 ふっ素イオン溶出量測定結果

単位：ppm

末端基処理あり			末端基処理なし
UGチューブ	HGチューブ	SGチューブ	PFAチューブ
0.1	0.3	0.3	4.2

5. 用途

半導体・液晶製造工程における腐食性高温流体の薬液配管や半導体製造工程の中でも、高純度薬液の汚染低減が求められるハイエンド用途に最適です。

6. おわりに

本稿では、弊社PFAチューブの最高グレードである「ナフロン® PFA-UGチューブ」についてご紹介させていただきました。今後ともお客様各位の声を製品の開発と改良に反映させていく所存ですので、ご意見、ご要望をお聞かせいただければ幸いです。

本稿で紹介いたしました「UGチューブ」に対するお問い合わせは高機能製品事業本部 樹脂技術開発部までお願いいたします。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*「ナフロン」はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではありません。

「断つ・保つ」で明るい未来へ

さまざまな地球環境負荷の低減が求められています。
 私たちはいろいろなステージで、
 安全で快適な暮らしを作り出す製品・サービスを提供します。
 ニチアスは、そんな明るい未来の実現に貢献していきます。

