

〈解説〉

半導体製造装置向け製品の難燃性規格について

高機能製品事業本部

1. はじめに

2013年に中国で発生した半導体製造工場の大規模な火災事故は、その復旧に約4ヶ月を要し、その間DRAMの供給減少による市場価格の高騰が起きるなど大きな問題となった。半導体製造工場ではその製造工程に引火性や爆発性のある化学物質を使用するため、このような事故のリスクが存在する。そのため、半導体製造設備に対して必然的に不燃性・難燃性^{*}が求められてくる。

半導体製造装置には非常に多くの種類の部品・部材が使用されているが、それらに対しては統一した基準での難燃性評価が求められる。

当社では多くの種類の半導体製造装置用部品を製造、販売しているが、その一部製品において、第三者の安全性評価機関による難燃性の認証を取得している。

本稿では、難燃性の指標となる認証の紹介、および当社製品におけるそれらの取得状況について紹介する。

※不燃性・難燃性は共に「燃えにくさ」を示す言葉であるが、一般に「不燃性」は炎を上げて燃えない性質のもの（例：建材用石膏ボード）、「難燃性」は炎を上げて燃える性質のもの（例：プラスチック製品）に対する用語である。本稿では取り上げる製品（主にふっ素樹脂）の性質を考慮し、「難燃性」という言葉を使用する。

2. 難燃性を評価する認証

製品、部材、装置などの安全性評価機関は各国に数多く存在しているが、難燃性の認証を行う機関として、UL、およびFM Approvalsがある。いずれも米国が拠点の民間機関である。ULはその前身であるUnderwriters Laboratoriesが1894

年に、FM Approvalsは1886年に設立された歴史を持つ。いずれの機関も製品、材料などの機能や安全性に関して独自に設定した規格基準で評価して認証を行っており、それぞれUL認証、FM認証と呼ばれている（図1）。



図1 各認証マークの一例^{**}
(左 ULのレコグナイズド・コンポーネントマーク、右 FM認証マーク)

難燃性に関する認証を取得した部材、装置は火災発生時の延焼や被害の抑制に寄与すると考えられ、各装置メーカーはこれらの認証を取得した部品を採用する傾向がある。また、装置ユーザーである半導体製造メーカーは、これらの認証を取得した部材、装置を使用することで火災保険料の軽減措置が適用されることがある。

※※ULマークはこの他にリスティング／クラシフィケーション／エンハンスド・マークがあり、取得する認証の種類により適用されるマークが異なる。

3. 難燃性試験の概要

難燃性に関する試験規格は部材の形状、用途に応じて難燃性を評価する規格が各種設定されているが、いずれも対象物に炎を当てて、その際の挙動を評価するものである。当社の半導体製造装置向け製品は形状、用途が多岐に渡って

おり、シート形状のもの、シート材を機械加工したもの、チューブ形状のもの、断熱材用途のものなどがある。それぞれの形状や用途に対応した難燃性試験として表1に示すUL94 (V), UL224 (VW-1), FM4924, FM4910規格に則った試験が適用される。

表1 各種難燃性試験規格の概要

形状・用途	規格	判定項目
シート形状	UL94 (V)	- 各試験片 (5本) ごとの燃焼時間 5本の合計燃焼時間 - 各試験片の燃焼+グローイング時間 - クランプまでの燃焼の有無 - 滴下物による綿着火の有無
チューブ形状 パイプ形状	UL224 (VW-1)	- インジケータの燃焼 (損傷) 程度 - 滴下物による綿着火の有無 - 接炎後の燃焼時間
パイプダクト 類用断熱材	FM4924	サンプルの一端を燃焼させた際の反対側までの燃焼到達の有無
クリーンルーム での使用	FM4910	- 炎の高さ - 最大熱流束 - 接炎後の放熱量低下 - 発煙量

各試験規格の詳細な判定基準値は割愛するが、おもに「対象物の燃焼時間」、「周囲物への延焼の有無」、「発煙量」などで判定する。

以下にUL94 (V), UL224 (VW-1), FM4924, FM4910の試験概要を紹介する。

3.1 UL94 (V)

UL94 (V) は、UL94で規定されている規格の中の一つであり、主としてシート形状サンプルに適用される。図2に、UL94 (V) の試験概要図を示す。試験は、サンプルをバーナーの炎で燃焼させ、そのときの燃焼時間、延焼の程度 (クランプ部までの延焼の有無の確認)、滴下物による綿への着火の有無から難燃性のクラスを判定する。クラスには、難燃性が高い側からV-0, V-1, V-2, Notの4種がある。

3.2 UL224 (VW-1)

UL224 (VW-1) は、チューブ形状、パイプ形状をしているサンプルに適用される規格である。図3に、UL224 (VW-1) の試験概要図を示す。

試験はサンプルの内側にワイヤーを通して直線形状にし、一端を固定して吊るす。その後、サンプルに対して20°の角度から複数回バーナーの炎をあて、燃焼させる。このときの燃焼の程度、

燃焼時間、滴下物による綿への着火の有無などから難燃性を判定する。

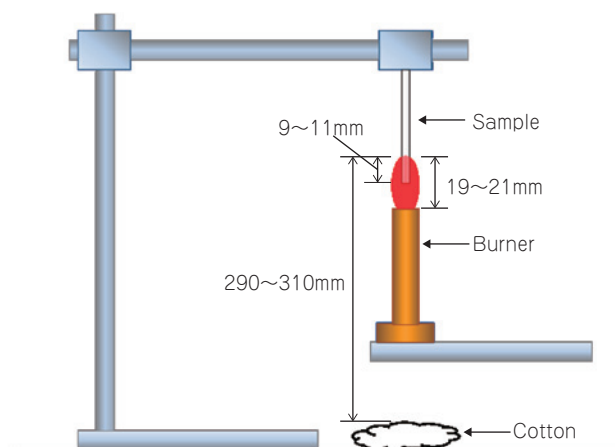


図2 UL94 (V) の試験概要図

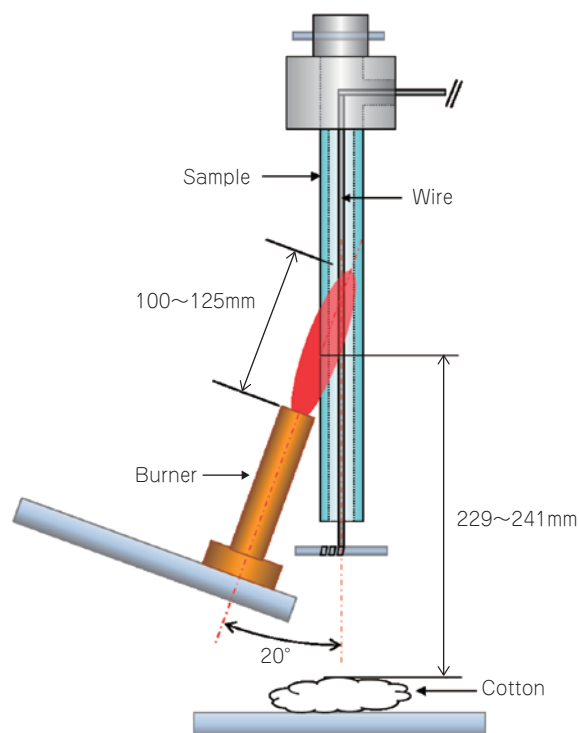


図3 UL224 (VW-1) の試験概要図

3.3 FM4924

FM4924は、パイプ、ダクト類に使用する断熱材に適用される難燃性規格である。図4に、FM4924の試験概要図を示す。

試験は24ft×5ft (約7.3m×約1.5m) のL字型金属配管の表面にサンプルを貼り付け、一端をバーナーで燃焼させ、規定時間経過後のサンプルの燃焼の進行度合により合否を判断する。

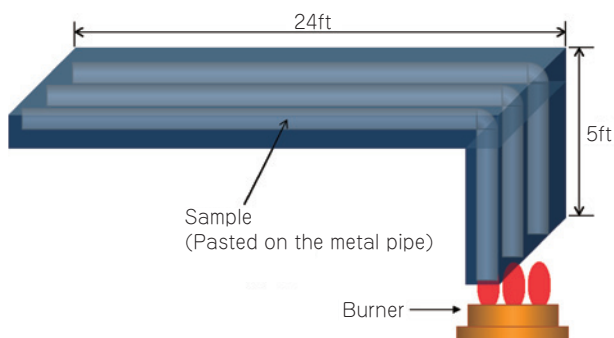


図4 FM4924の試験概要図

3.4 FM4910

FM4910は「クリーンルーム」での使用に適合した製品、部材、装置であるかを判定する。図5に、FM4910の試験概要図を示す。

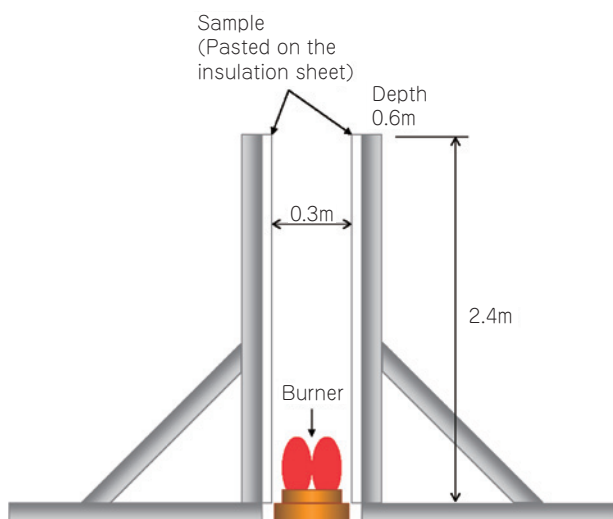


図5 FM4910の試験概要図

試験はサンプルを2.4m×0.6mの断熱材基盤に接着し、サンプル側を向かい合わせた形で縦に設置する。設置したサンプル間にバーナーを設置し、規定時間燃焼させる。このときの炎の高さ、発煙量、放熱量などによって、可否を判断する。

4. 当社半導体製造装置向け製品の難燃性認証取得状況

表2、図6～10に難燃性の認証を取得および、取得対応中の当社の半導体製造装置向け製品を示す。なお、それぞれの製品の認証に関する情報は、UL、およびFM Approvalsのホームページで随時検索可能である。

表2 難燃性認証取得済みおよび取得対応中の当社製品
(2016年10月1日現在)

製品	規格	判定結果
TOMBO™ No.9001「ナフロン® テープ」 ※純PTFE製の製品のみ	UL94 (V)	V-0
TOMBO™ No.9550「エクセライド®」		
TOMBO™ No.9003 「ナフロン® PTFEチューブ」 ※電線被覆用の一部サイズのみ (AWG5～AWG30)	UL224 (VW-1)	適合
TOMBO™ No.4500-CR-PC 「プレノ® コネクター」	FM4924	適合
TOMBO™ No.4500-PH-PT 「プレノ® テープ」		
TOMBO™ No.4500-PH-P 「プレノ® ヒータ」		
TOMBO™ No.4500-PH-PA 「プレノ® ヒータA」		
TOMBO™ No.4500-CR-PS 「プレノ® S」		
TOMBO™ No.4500-CR-PI 「プレノ® インシュレーター」	FM4924	取得 対応中
TOMBO™ No.9003-HI 「ナフロン® PTFE断熱チューブ」	FM4910	

UL認証は「レコグナイズド・コンポーネントマーク」を取得

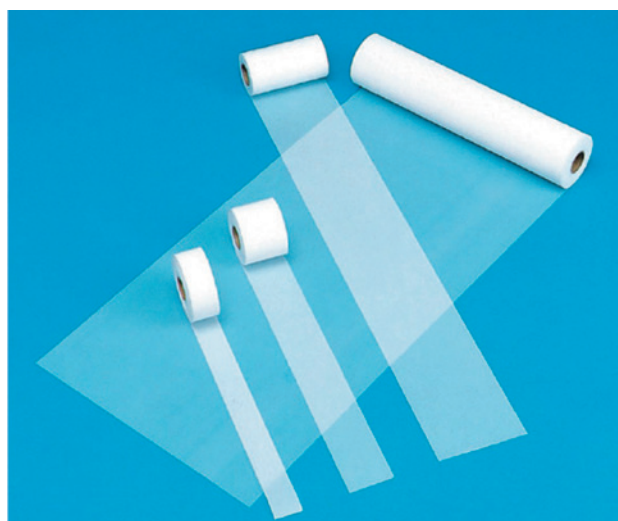


図6 TOMBO™ No.9001 「ナフロン® テープ」

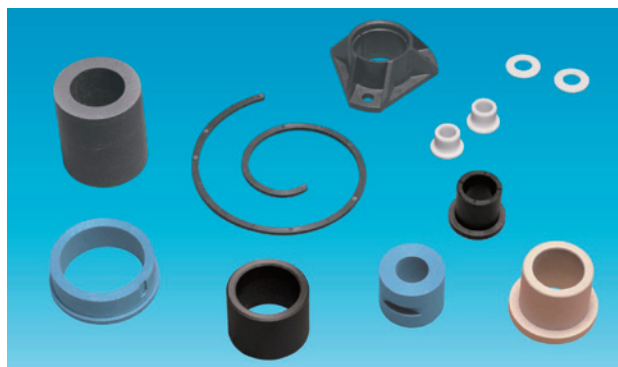


図7 TOMBO™ No.9550 「エクセライド®」

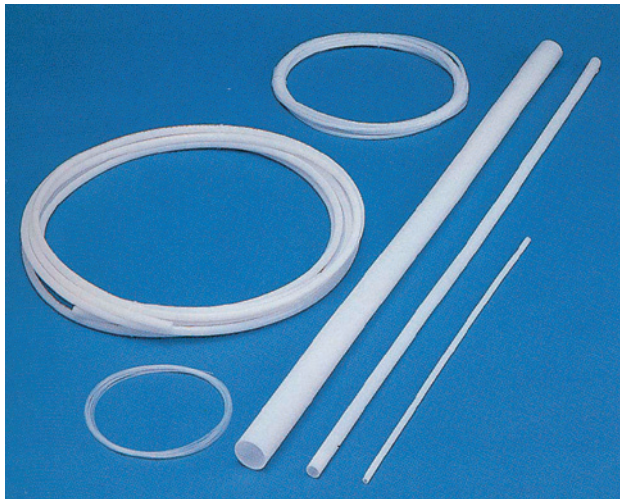


図8 TOMBO™ No.9003 「ナフロン® PTFE チューブ」

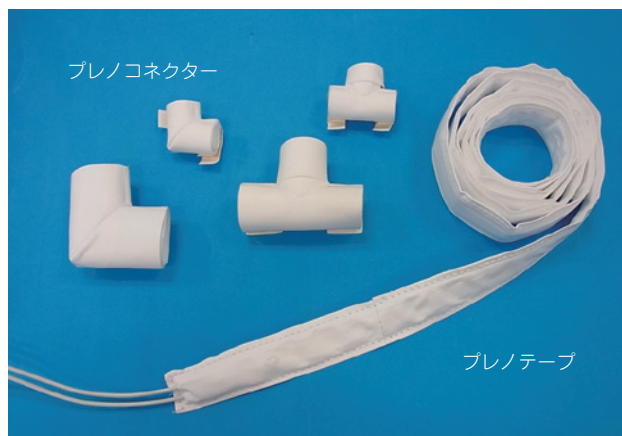


図9 TOMBO™ No.4500-CR-PC「プレノ® コネクター」
TOMBO™ No.4500-PH-PT「プレノ® テープ」



図10 TOMBO™ No.4500-PH-P 「プレノ® ヒータ」

5. おわりに

本稿では、半導体製造装置に使用する部材に対する難燃性の認証について紹介した。

前述のとおり半導体製造メーカーにおいて、認証を取得した部材、装置を使用することで火災保険料の軽減が受けられることなどから、これらの取得に対する要望は今後もますます高まると考えられる。今後当社においても、認証取得に対する市場要望に対しては可能な限りお応えしていく所存である。

本稿に対するお問い合わせは高機能製品事業本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。

*「エクセライド」
*「EXCELIDE」,「ナフロン」,「プレノ」はニチアス(株)の登録商標です。