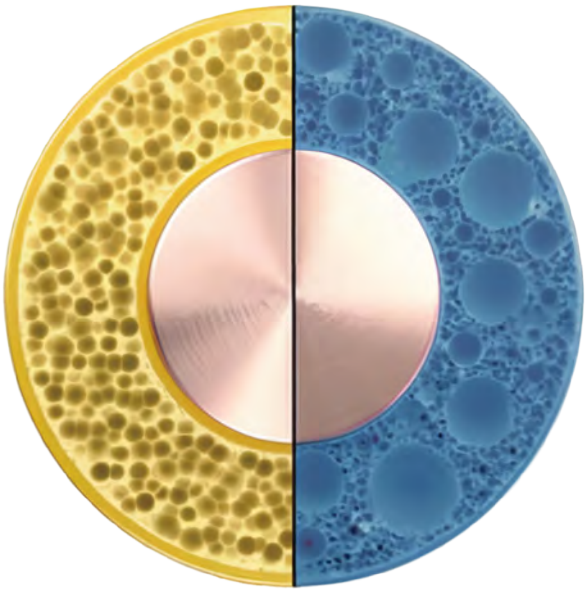
C&F Fluorochem

EVERFLON+

発泡フッ素ポリマー



はじめに

Everflon+™フッ素ポリマーフォーム樹脂は、プレナムケーブル市場において重要な役割を果たしてきました。フォームに含まれる空気量により、電気絶縁体の誘電率、損失係数（正接）、および誘電率が低下します。その結果、マイクロ波周波数における信号速度と明瞭度が向上します。これらのフォームは、成形法、押出成形、カレンダー加工など、さまざまな技術で加工できます。Everflon+™フッ素ポリマーフォームの魅力的な特徴は、ケーブル単位長さあたりのフッ素ポリマーの必要重量が低減され、材料コストを削減できることです。

Everflon+™フッ素樹脂フォームの利点

Everflon+™フッ素樹脂フォームの主な用途は、データ伝送ケーブルの絶縁体です。例えば、比較的厚い絶縁体を持つ同軸ケーブルが挙げられます。Everflon+™の低い誘電率と誘電正接は、望ましい電気特性です。空気は理想的な誘電率（1.0）を持ちます。データケーブル絶縁体にとって理想的な誘電正接はゼロです。

Everflon™フッ素樹脂は、低い誘電率と誘電正接を有しています。Everflon+™フッ素樹脂フォームは、絶縁体中の樹脂を空気で満たしたセルに置き換えることで、誘電率をさらに1.0に低減し、誘電正接をゼロに近づけます。誘電率の低下は体積比に比例し、例えば、空隙率60%のEverflon™　FEP絶縁体の誘電率は1.3でした。フォームセルのサイズがより均一になり、セルが小さくなることで、最高の電気特性を持つフォームが得られます。

低い誘電率と誘電正接は、信号損失とクロストークを低減します。また、フッ素ポリマーは高電圧下でも優れた絶縁特性を示すため、回路の小型化も可能となります。これらのケーブルは、10GHzを超えるマイクロ波周波数での伝送に適しています。

Everflon™　ETFEは、Everflon™　FEPおよびPFAよりも誘電率がやや高く、誘電正接が大幅に大きいのが特徴です。Everflon+™　発泡ETFEは、誘電特性はFEPおよびPFAに劣るものの、パーフルオロプラスチックよりも優れた機械的特性を備えているという利点があります。

電線・ケーブルメーカーは、現代の電力伝送要件を満たしつつ、より小型のケーブルを製造すべく競争を繰り広げています。そのため、材料の誘電率を低減できる能力は、ケーブル設計の柔軟性を高めます。こうした要求に加え、より高性能なケーブルを製造する必要性から、伝送速度を向上させるために、静電容量を低減した低誘電率材料が求められています。パーフルオロポリマーやポリオレフィンなどの発泡絶縁材料は、セル内に空気（誘電率1.0005）を導入することで、材料の誘電率を低下させます。

誘電率の低下は、空気（誘電率1.0005）と樹脂（PFAおよびFEPの誘電率は2.1）の比率に正比例します。誘電率の直線的な低下は、静電容量に直接影響を及ぼします。カテゴリーケーブルで50%のフォームを現実的に実現するには、絶縁体の厚さは約0.008インチ（約20.1cm）以上である必要があります。結果によると、35%と50%のフォームでは、それぞれ26%と34%の静電容量減少が見られました。

これらの壁厚は、6、6A、7といったハイエンドLANケーブルに加え、航空宇宙、産業、自動車などの特殊用途にも適用できます。絶縁体の厚さが厚くなるにつれて、1000フィート（約1,000m）あたりの重量軽減は0.251ポンド（約2.3kg）から0.643ポンド（約6.4kg）に増加しますが、静電容量は51.48 pf/ft（約3.3kg/ft）から23.05 pf/ft（約2.3kg/ft）に低下します。すべての計算は、銅外径0.0201インチ（約5.3kg/ft）、撚線係数1の24 AWG電線を使用して実施しました。

カテゴリー 6 ケーブルの 50% のフォーム率に対応するために壁の厚さが 23% 増加しても、重量は 35% ～ 38% 軽減され、静電容量はカテゴリー 6 では 71.28 pf/ft から 44.82 pf/ft に、カテゴリー 6A では 63.39 pf/ft から 49.76 pf/ft に 37% 減少します。

軽量で持続可能

世界的なトレンドとして、メーカーは既存製品および将来の製品における材料使用量への配慮を求められています。この傾向は、性能を維持・向上させながら資源をより効率的に使用したいという意識によって推進されています。Everflon+™発泡パーフルオロポリマーは、ベース樹脂であるFEPまたはPFAの電気的特性と耐火性を向上させる独自の機能を備えており、製造における材料の寿命を延ばし、ケーブル300mあたりの重量を削減します。耐火性に関しては、Everflon+™発泡パーフルオロポリマーは、燃焼時のFEPおよびPFAの可燃性フットプリントを低減し、延焼と煙の発生を抑えます。

従来のLANケーブルでは、絶縁体とクロスウェブに高発泡率を使用しています。可燃性フットプリントの低減により、ケーブル設計において耐火性を犠牲にすることなくジャケットの肉厚を薄くすることが可能になります。絶縁体300mあたりの重量は50%削減されますが、一定量の材料を使用した場合の生産距離は50%増加します。これは、材料の調達が不安定で、地政学的情勢が急速に変化する市場においては強力です。

機械的特性と保持力

Everflon+™発泡材料の機械的性能は、電線・ケーブル製造工程におけるその完全性にとって極めて重要です。小気泡化により、急激な機械的特性の低下を緩和することが可能です。

さらに、短期の油・ガス試験（UL44およびUL2556）において、化学発泡性パーフルオロポリマーは50%発泡時の自己皮張り特性が実証されています。これは、クロスウェブや絶縁材において高発泡率を効果的に達成するために、製造工程で皮張り押出機を必要としないため、プロセスの観点から非常に重要です。

50%発泡時、モノフィラメントの引張保持率は100%でした。発泡サンプルの皮張りにより、油がセル構造に浸透するのを防ぎました。これらの高発泡率化学発泡性パーフルオロポリマーは、自己皮張り特性とセルサイズ制御により、300ポンドの圧縮試験と柔軟性試験をクリアしています。

化学発泡フッ素樹脂

従来、フッ素化エチレンプロピレン（FEP）およびパーフルオロアルコキシ（PFA）などのパーフルオロポリマーは、押出機のバレルに窒素ガスを注入することで発泡させています。このガスは核剤と反応し、押出物に発泡構造を形成します。セル構造は、一般的に0.002インチから0.005インチ（約0.05mm）です。これまで、フッ素ポリマーの発泡には、いわゆる物理発泡（例えばFEP）が従来の方法でした。

Everflon+™ CFシリーズの化学発泡パーフルオロポリマーは、既存の製造設備で製造できるという点で独特です。物理発泡とは異なり、化学発泡は発泡剤が分解して樹脂系にガスを放出することで発生します。この時点では、溶融体のレオロジーがセル構造の形成を制御する上で非常に重要です。これは、流体の粘性抵抗が分散ガスの凝集を緩和するためです。溶融レオロジー制御により、平均セル サイズ 0.0013 インチを生成することが可能です。

Everflon+™フッ素樹脂フォームの市場機会

化学発泡時のセル構造制御により、既存の製造設備を用いて、平均セルサイズ30μmの高発泡率でパーフルオロポリマーをプロファイル、絶縁材、ジャケットとして押し出すことが可能になり、誘電率を低減して電気性能を向上させることができます。

世界中で、毎日2.5 x 1018バイトのデータが生成されています。これは、モノのインターネット（IoT）と接続デバイスの急増によって推進されています。世界のITネットワークのバックボーンである電線・ケーブル業界は、より多くの場所からより多くのデータをより高速に生成することを可能にする、より高い周波数（x> 500 MHz）およびより低遅延（x< 100ミリ秒）のデータ通信ケーブルの開発という課題に直面しています。

これらの要求と、資源をより効率的に利用するという世界的な傾向が相まって、より少ない資源でより多くのことを実現する製品を求める革新的な環境が生まれています。既存の製造インフラでポリマーを発泡させることで、電線・ケーブル業界は、より少ない材料でより優れた電気特性を持つケーブルを製造できる独自の能力を手に入れることができます。

電線・ケーブルにおける**Everflon+**™フッ素樹脂フォームの用途

Everflon+™　FEPおよびPFAは、難燃性、限界酸素指数（LIO）95%、誘電率2.1の電気特性を備え、電線・ケーブル用途に最適な材料です。しかし、同じく電気的に純粋な材料であるポリオレフィンと比較すると、比重が2.13～2.15と、0.92～0.965と重くなります。パーフルオロポリマーを50%以上発泡させることで、比重は0.97～1.08となり、ポリオレフィンに比較的近くなります。UL 910に基づくプレナム試験では、パーフルオロポリマーの火炎伝播と発煙量が少ないことが示されています。

Everflon+™発泡パーフルオロポリマーは、電気特性、難燃性、軽量化といった材料特性を独自に組み合わせた特性を備えており、高速・低遅延データ通信、特に北米市場のプレナム用途に最適な材料です。

さらに、Everflon™パーフルオロポリマーは、優れた耐薬品性、低い摩擦係数、そして高い動作温度（FEP = 200°C、PFA = 250°C）を備えており、航空宇宙、産業、自動車用途において極めて重要です。特に航空宇宙および自動車用途において、これらのケーブルを軽量化できることは、パーフルオロポリマーの競争優位性となります。

未来のLANケーブル

過去10年間で、高周波カテゴリーケーブルであるCat. 6とCat. 6Aはそれぞれ市場シェアの47%と13.8%に成長しました。一方、低周波カテゴリーケーブルであるCat. 5eは、市場シェアの50%（2009年）から18.9%（2019年）に縮小しました。

Cat.6および6Aケーブルの市場は成長を続けていますが、従来100mであるケーブルの実効距離を犠牲にすることなく、伝送速度（x > 10 Gbps）と帯域幅（x > 500 MHz）を向上させることは困難です。高周波・低遅延カテゴリーケーブルを設計する際には、低誘電率の革新的な材料が不可欠となります。

Everflon+™は、既存の製造設備を用いて、FEPやPFAなどのパーフルオロポリマーを50%を超える高発泡率で化学発泡させることができるため、メーカーは誘電率を低減し、より小型で高周波かつ低遅延な銅ベースの通信ケーブルの製造が可能になります。さらに、資源への意識が高まる現代において、材料の寿命を延ばし、製品重量を削減しながら性能を向上させることができるため、固体材料では得られない独自の設計特性が得られます。

Cat6および6A用の発泡断熱材、クロスウェブ、ジャケットは、建物内の可燃性フットプリントを低減し、容易にリサイクル可能です。高速データと電力の将来が自律走行車、航空機、そして宇宙へと拡大するにつれ、高温動作時の電気性能を犠牲にすることなく軽量化を実現することが極めて重要になります。化学的に発泡可能なパーフルオロポリマーの開発は、持続可能性、リサイクル性、そして耐火性能の向上を促進しながら、上記の目標を達成するための手段となります。

Power over Ethernet (PoE)

光ファイバーやPower over Ethernet（PoE）といった他の市場要因も、将来のデータ通信市場を形作っています。光ファイバーは、広帯域かつ長距離で高速データを伝送できるため、従来のカテゴリー市場にとって脅威となっています。
しかし、PoEケーブルの開発と普及により、銅線ベースのデータ通信ケーブルは最大1アンペアの電流を伝送できるようになり、Cat8に重要なニッチ市場が創出されます。

PoEケーブルは、「モノのインターネット」や新世代のエンタープライズテクノロジーを実現するデバイスに電力と通信を提供します。スマート照明からワイヤレスアクセスポイント（WAP）まで、PoEは家庭、オフィスビル、そして将来的には自動運転車などのデバイスへの電力供給と通信のための2本のケーブルを不要にすることで、将来の配線インフラを変革します。そのため、FEP、MFA、PFA絶縁材とケーブル部品を使用したCMP定格Cat.6および6Aケーブルの需要は、今後も堅調に推移するでしょう。

Thinking for You

www.everflon.com

All Tech and Data are supplied on the basis of Techyours New Materials Co.,Ltd

Everflon Academic Center

Fuqiao Industrial Park, Futian Road,Caidian,Wuhan,China

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com