

電気・電子分野に使用される ポリカーボネート樹脂

住友ダウ(株) 応用開発研究所
主任研究員 川本 直義

はじめに

昨今、家電製品や電子材料には、金属に替わって多くのプラスチックが使われている。プラスチックは、金属と比べて「軽い」、「錆びない」、「加工が簡単」という特徴を有し、私たちの生活に欠かせないものとなっている。

プラスチックの歴史を振り返ると、工業化に最初に成功したプラスチックは、Bakeland氏によって作られたフェノールとホルムアルデヒドを原料とする「フェノール樹脂」であった。その約30年後、1939年にDuPontのW.H. Carothers氏によって発明された「ナイロン66」が上市され、本格的なプラスチック時代の幕開けとなった。1950年代にはプラスチックの主原料が石炭から石油へと変化し、同時にプラスチックの開発競争は激化し、有用な数多くのプラスチックが開発された。ポリカーボネート樹脂(PC)も例外ではなく、1956年にドイツのBayer社で開発され、1958年に商業化された。

PCが世に誕生してから約50年が経ち、今日ではPCの透明性・耐熱性・強靱性などを生かしながら、様々な機能を付与したグレードが開発されている。

本稿では、電気・電子分野におけるPCの用途と要求される特性及び住友ダウ(株)の技術を紹介する。

1. 電気・電子分野におけるPCの使用例と要求特性

PCはその耐熱性や衝撃強度の高さ、優れた光学特性により、多くの電気・電子分野で使用されている。その用途は大きく分けてAV機器関係、家電製品、情報通信機器関係、ユニット製品/部品、半導体関係の5つに分類できる。本稿ではその中からAV機器関係、情報通信機器関係、ユニット製品/部品に絞って説明する。

・AV機器関係

AV機器に於けるPCの代表的な用途には、LCD-TV、ビデオカメラ、家庭用ゲーム機等がある。

ビデオカメラや家庭用携帯ゲーム機など、携帯AV

機器製品においては、製品を誤って落下させてしまう事や真夏の自動車内への置き忘れなどを想定しなくてはならず、製品に使用されるプラスチックには高い衝撃強度と耐熱性が求められる。

一方、LCD-TVなどの据え置き型AV機器製品の多くは難燃性と耐熱性が求められている。多くの製品には火災の防止や延焼の抑制を目的に難燃材料が使用されているが、1976年に起きたイタリア・セベソ工場の爆発事故をきっかけにして、ハロゲン有毒物に対する社会的関心が高まり、ハロゲン系難燃剤の使用に関する自主規制が行われている。そのため、従来ではハロゲン系難燃剤による難燃化が主流であったが、今日ではりん系難燃剤を用いて難燃化したPCやPCアロイ材料が使われている。

コンパクトディスク(CD)の基盤、ミニディスク(MD)の基盤とシェルと呼ばれるケース、デジタル・パーサタイル・ディスク(DVD)の基盤と言った光記録ディスクにもPCが使用されている。これらの用途では、上述の製品とは異なり、優れた流動性と光学特性が重視される。例えば、CDにはピットと呼ばれる微細なくぼみが転写されているが、転写が悪いとデータの読み書きにエラーが生じる事から、微細な転写を実現するために優れた流動性が求められる。また、コンタミや不純物は光の散乱を誘発したりデータの読み書きに不具合を与える事から極めて低レベルで管理する事が必要である。

・情報通信機器関係

情報通信機器の分野では、法的な規制力のない第三者認定制度であるが、市場への影響力が大きい“エコラベル”や日本国内においては“エコマーク”(日本環境協会)、“PCグリーンラベル”(日本電子情報技術産業協会: JEITA)などに適合した製品作りが進んでいる^{1), 2)}。これを受けて、住友ダウ(株)の難燃化技術もハロゲン系から、りん系、更にはシリコン系へと移行している³⁾。

ノートパソコンやプロジェクター、携帯電話など

の筐体は、薄型化、軽量化が進み、成型品の厚みは非常に薄くなっている。従って、使用されるプラスチックには高い流動性や薄肉に於いても難燃性を発揮する優れた難燃性が要求される。また、剛性も必要とされる製品も多く存在する。プロジェクターの光源周りやノートパソコンのCPU周りは非常に高温であり、小型化によって冷却効率が低下傾向にある為、優れた耐熱性が従来以上に要求される。

プリンターやコピーなどは非常に多くの部品にりん系難燃PC/ABSが使われている。機構部品やトナー周りなど、高温になる部品には耐熱性が、筐体やシャーシ等は優れた流動性が求められている。

携帯電話のボタンは、そのほとんどがPCを使用している。高温・ハイサイクルで成型した場合に黄変といわれる色相の変化や金型汚染の原因となるガスの発生が起これると、メンテナンスなどによる生産性の低下が著しいため、成型時の熱安定性や発生ガスの低減などが重要視されている。

・ユニット製品/部品

PCが使用される代表的なユニット製品は液晶ユニットであり、液晶ユニットにおけるPCの使用例は導光板、反射フレーム、ランプフォルダー等である。

PCの光線透過率がポリメチルメタクリレート(PMMA)やシクロオレフィンポリマー(COP)などと比較して若干劣るため、大型液晶ユニットの導光板にはPMMAやCOPが主に使用されている。しかしながら、携帯電話やPDAなどの携帯端末や耐熱性が必要とされるカーナビゲーションシステムなどの導光板には優れた衝撃強度と耐熱性からPCが使用されている。携帯電話など2inchから3inch程度の小型液晶には光源にLEDを使用しているが、LEDの小型化、薄型化が進み、それにあわせて使用される導光板の厚みも、0.4mm程度まで薄型化が進んでいる。従って、導光板材料には非常に高い流動性と熱安定性、光学特性が要求される。

液晶ユニットにおける最も大きな需要は反射フレームである。ランプの性能を100%引き出し、高輝度な液晶を作るためには、フレームにおいても非常に高い反射率が必要である。また、最近では、製品の薄肉化が進み、より高度な流動性と薄肉での難燃性も要求される。

2. 住友ダウ(株)の製品開発とPCグレード

電気・電子分野で使用されるPCへの要求特性は用

途によって異なり多岐にわたる。前項では用途とそれぞれで要求される特性について記述した。住友ダウ(株)では多岐にわたる要求を満足させるために種々の開発検討を行い、要求性能に合致した多くのグレードを上市している。本稿では、環境適合型ノンハロゲン難燃化技術、高流動化技術及び光高反射技術について説明する。

・難燃化技術

ハロゲン系難燃剤は非常に優れた難燃性を示すが、燃焼時に発生するハロゲンを含むガスの発生等の懸念もあり、ハロゲン系難燃剤の使用に関する自主規制が行われている。住友ダウ(株)では、ハロゲン系難燃剤に代わるものとして、りん系難燃剤を用いた難燃化やシリコン樹脂を用いた難燃化を進めてきた。PCを難燃化する機構としては、気相と固相の二つの難燃化機構が考えられる。気相の難燃化機構は、燃焼の場において発生する可燃性ガスを希釈する方法や活性ラジカルをトラップする方法であり、ハロゲン系やりん系の難燃剤が有効である。一方、固相の難燃化機構はPCの表面にカーボンチャーを生成し、固相にて基質を熱と酸素から遮断する方法でシリコン系難燃剤や有機金属塩、りん系難燃剤などが有効である。

PCの難燃化に使用されるりん系難燃剤は、燃焼時に分解してりん酸またはポリりん酸を生成し、緻密なチャーを形成するうえに、燃焼中に分解してPO、HPOなどのラジカルを形成し、気相において活性なHラジカルやOHラジカルをトラップする非常に優れた難燃剤である^{3)~5)}。

シリコン系難燃剤や有機金属塩は、燃焼時にチャーを生成し難燃効果を発揮するもので、構造や分子量などを最適に調整したシリコン樹脂を用いた場合は、非常にすばやく強固なチャーを形成する事が確認されている^{6), 7)}。PC及びPCにりん系難燃剤、シリコン系難燃剤を添加した系のコーンカロリメーターによる熱流速をFig. 1に示す。PCに比べ難燃剤を添加したものは着火が早い、チャーが生成する事により熱流速は500kW/m²程度まで抑えられる。PCが燃焼を始めるより早い段階で難燃剤が炭化しチャーを形成している事が分かる。また、シリコン系難燃剤を添加したPCは熱流速が徐々に下がっていくが、りん系難燃剤を添加したPCは途中でチャーが破壊され一時的に熱流速が上昇しているのが確認出来る。これはシリコン系難燃剤により燃焼時

に形成されるチャーが、りん系難燃剤により形成されるチャーよりも強固なものである事を示している。

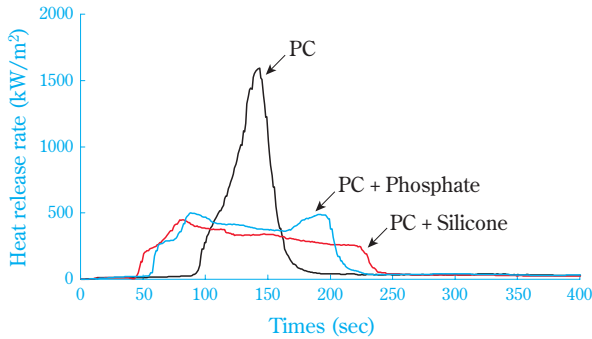


Fig. 1 Effect of flame retardants on heat release rate of polycarbonate

りん系難燃剤をPCやPC/ABSに用いた場合、難燃性のみならず流動性を向上させる効果も併せ持つため、多くの製品に使用されている。しかしながら、耐熱性の低下や成型時に発生するガスが多くなる傾向があるために万能とはいえず、要求される特性によってはシリコン系難燃PCが用いられている。

住友ダウ(株)では、最適な難燃剤の選定と、独自の配合技術により優れた難燃性を有するグレードを開発している。Table 1にその代表的なグレードを紹介する。シリコン難燃PCの標準グレードであるSDポリカ® 876-20に加え、薄肉での難燃性を向上させたSDポリカ 875-20、更には透明性を保持しつつ難燃性を付与したSDポリカ 776-20、流動性に優れたりん系難燃PC/ABS PCX-3697等が上市されている。

Table 1 Properties of major ignition resistant PC grades.

	ISO	Unit	875-20	876-20	776-20	PCX-3697
Charpy impact strength (1/8")	179-2	KJ/m ²	20	21	8	30
Tensile strength	527-2	Mpa	60	60	60	60
Elongation	527-2	%	80	80	60	40
Flexural Modulus	178	Mpa	2300	2200	2300	2650
DTUL	75-2	°C	126	125	126	85
Flammability (UL94 rating)			V-0	V-0	V-0	V-0
			at 0.95mmt	at 1.5mmt	at 3.0mmt	at 1.5mmt

・高流動化技術

PCは、ポリプロピレンやポリスチレンなど他のプ

ラスチックと比較して加工温度が高く、また、低い流動性を有する。電気・電子分野における樹脂製品の薄肉化・軽量化や形状の複雑化に伴い、従来の流動性では射出成型においてヒケやショートショットなどの不具合の発生確率が高くなっており、高流動PCへの期待が日々高くなっている。

PCの流動性を改良する方法として、従来は流動性の良いABSやポリスチレン樹脂を配合する、可塑剤などを添加する、ポリカーボネートそのものの分子量を下げるなどの方法がとられて来たが、これら従来の方法ではいずれも機械物性や耐熱性など本来PCの持つ特徴が犠牲になることや、難燃化が非常に困難になる、成型品の表層剥離など外観上の問題があるなどの多くの問題があり、新たな技術の確立が望まれていた。

住友ダウ(株)では、難燃性や機械物性、耐熱性を落とさず流動性を向上させるために研究開発を進めてきた結果、耐熱性や機械物性の大幅な低下を起こすことなく、流動性を同一分子量のPCと比較して約1.3倍に向上させる事に成功した。(Fig. 2参照)

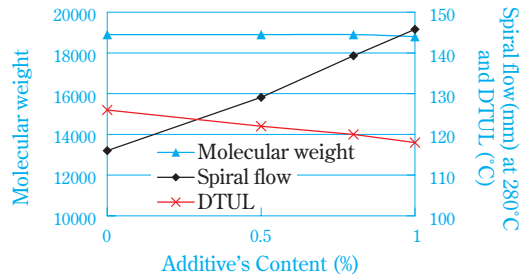


Fig. 2 Effect of additives on various properties of polycarbonates

また、添加剤の化学構造を調整する事で、燃焼時に不燃性ガスを発生させ、基材への酸素の供給を遮断する効果や燃焼の場での可燃性ガスの濃度を下げる効果が確認されており、難燃性を低下させる事なく高流動化を達成することも可能となった。

・光高反射技術

液晶フレームに使用されるPCは、高い光反射性が要望されている。反射率を高める事で、液晶表示の光源から出た光のロスを低減する事ができ、その結果液晶の表示が明るくなる。

反射率を高めるためには如何に白くするかが重要なファクターとなっており、一般的に酸化チタンが

PCに配合されている。酸化チタンには、表面処理の方法や粒径の異なる多くの品種がある。高反射性PCに使用する酸化チタンに必要な特性は、PCと酸化チタンの表面もしくは表面処理剤との親和性が良く、更には熱履歴による黄変を起こさない事が挙げられる。また、PCマトリクス中での分散が均一である事が望ましいが、酸化チタンによっては凝集による偏析なども起こるため慎重なスクリーニングのみならず配合技術面での対策も不可欠であった。

液晶フレームは、電気回路に隣接するために難燃性も必要である。また、光源に隣接するため耐光性が要求される事がある。難燃化については、環境適合型難燃化技術であるシリコン難燃剤を用いる事で色相に影響をもたらすことなしに難燃化を行う事が可能であった。しかしながら、耐光性を付与させるために紫外線吸収剤を添加すると黄味が強くなるという問題があった。住友ダウ(株)では、この問題を解決するために多くの酸化チタンのスクリーニングを徹底的に行い、独自の先進的配合技術を織り交ぜることで、耐光性と反射率を高める事に成功した。

住友ダウ(株)は、液晶フレーム用材料として高い光

反射性のみならず、耐光性や、剛性なども付与した多くのグレードを開発し、SDポリカLRシリーズとして品揃えしている。(Table 2 参照)

おわりに

家電・電子材料に使用されるPCは非常に多岐にわたり、多数の高機能なグレードが存在する。住友ダウ(株)では、今後も更なる高機能・高付加価値グレードの開発を行っていく。これに加えて、資源の有効活用や地球環境への配慮も並行して開発に活かしていかなければならない。例えば、廃棄物をなくするためのリサイクル性の向上、加工時や燃焼時の発生ガスの削減などである。住友ダウ(株)は難燃剤に新規なシリコン系難燃剤を用いることで、リサイクル性の向上、ハロゲンを含むガスの低減等にチャレンジし、その結果、環境適合型シリコン系難燃グレードSDポリカ 875-20をはじめ、リサイクル材料を用いたSDポリカ RPSI6011W-F10を開発してきた。今後も機能の創造と資源消費の削減、環境への配慮をキーワードに開発を行い、新たな価値を社会に提供することで貢献していきたい。

Table 2 Properties of high light reflectant PC grades

	ISO	Unit	LR8031V	LR8041V	LR8061V
Charpy impact strength (1/8"t)	ISO 179-2	KJ/m ²	20	10	10
Tensile strength	ISO 527-2	Mpa	60	60	64
Elongation	ISO 527-2	%	30	10	5
Flexural Modulus	ISO 178	Mpa	2600	2600	4100
DTUL	ISO 75-2	°C	120	120	135
Reflectance	JIS Z8722	%	95	95	89
Flammability	UL94		V-0 at 1.5mmt	V-0 at 1.6mmt	V-0 at 1.0mmt
Features			High light reflectance	High light reflectance Weatherability	Processability High Modulus

引用文献

- 1) “Environmental Label”, Federal Environmental Agency UBA, Berlin (1993)
- 2) IVF, EP NEWS, NUMBER 4, Nov. (1998)
- 3) 四之宮 忠司, 川本 直義, プラスチック成型技術, 18(7), 21(2001)
- 4) 本村 了, 白井 寛, 横山 みか, 第4回日本難燃材料研究会, p.49-53 (1998)
- 5) “高分子の熱分解と耐熱性”, 神戸 博太郎編, 培風館, p.263-265
- 6) 平野 康雄, 杉野 守彦, 斉藤 隆, 工業材料, 46(3), 47(1998)
- 7) 位地 正年, 芹澤 慎, 日経マテリアル, No.52 (1998)
- 8) 位地 正年, 芹澤 慎, 化学工学, 62(10), 601(1998)

* : SDポリカ®は、住友ダウ株式会社の登録商標です。