

シルセスキオキサン骨格を有する 有機-無機ハイブリッド材料

Properties of Organic-Inorganic Hybrid Materials Containing Cage-Type Silsesquioxane Structures

Keiichi Hayashi

Nippon Steel Chemical CO., LTD.

Functional Material Laboratory

はじめに

有機-無機ハイブリッド材料は、有機材料単独もしくは無機材料単独では得られない物性を有する材料として様々な分野で盛んに研究が進められている。その中でもケイ素を含んだ新しいポリマー、特にポリシルセスキオキサン骨格を有する材料はエレクトロニクス、フォトニクスやその他の分野で無機シリコン化合物に替わるものとして期待されている。

「シルセスキオキサン」は、図1に示す、 $(\text{RSiO}_{1.5})_n$ の構造を有するネットワーク型ポリマー、または多面体クラスターであり、3官能性シランを加水分解、縮合することで得られる。これらの構造のうち、かご状骨格のものは柔軟なシロキサン系材料に剛性を付与する構造として、有機系官能基の導入が容易であること

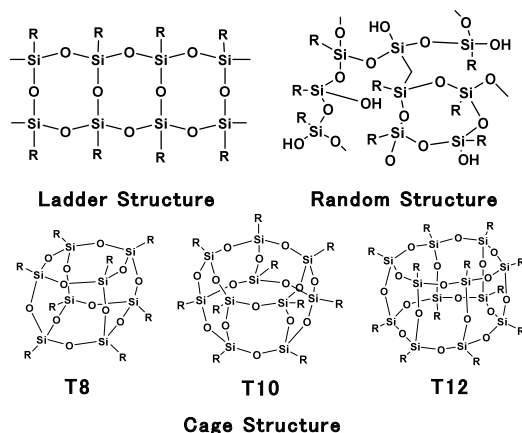


図1 シルセスキオキサンの構造

と併せ、有機-無機ハイブリッド材料を構成するユニットとして非常に有用である。

有機-無機ハイブリッド材料の特性

反応性官能基を有するかご状シルセスキオキサンと有機化合物との共重合体 (Type-A) の代表的な特性を表1に示す。

一般的な無機ガラスとの比較において、Type

〒804-8503 福岡県北九州市戸畑区大字中原先の浜 46-80
TEL 093-588-5050
FAX 093-588-5051
E-mail: hayashike@nsc.co.jp

表 1 各種透明材料との特性比較

		無機ガラス	Type-A	PMMA	PC
曲げ弾性率	GPa	70~80	3	3	2
破壊伸度	%	0.1	2	5	200
全光線透過率	%	90~91	91	92	90
屈折率	—	1.42~1.92	1.53	1.49	1.59
リタデーション	nm	<5	<3	<20	40~80
ガラス転移温度	°C	500~1000	>300	105	140
線膨張係数	ppm/K	3~10	40	70	70
鉛筆硬度	—	9H	9H	3H	2B
比重	g/cm ³	2.5	1.3	1.2	1.2

-Aは剛性、寸法安定性（線膨張係数）では遠く及ばないが、光学的な特性、耐傷付き性においてはガラスに迫る特性を有しており、かつ比重ではガラスの約1/2と軽量化に有効である。

他方、代表的な有機ガラスであるポリメチル

メタクリレート（PMMA）、ポリカーボネート（PC）との比較では、耐熱性、光学等方性、耐傷付き性において優れている。

図2、3にType-Aの熱的挙動の測定例を示す。Type-Aは300°Cまで昇温してもわずかな弾性率低下に留まっており明瞭なガラス転

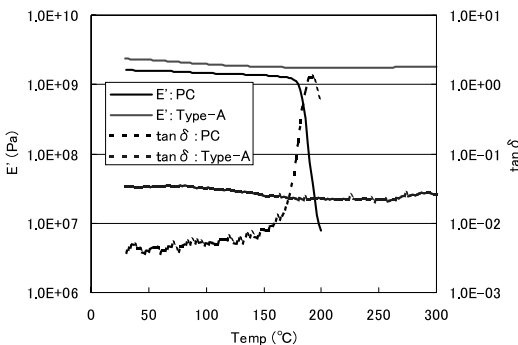


図 2 動的粘弾性挙動

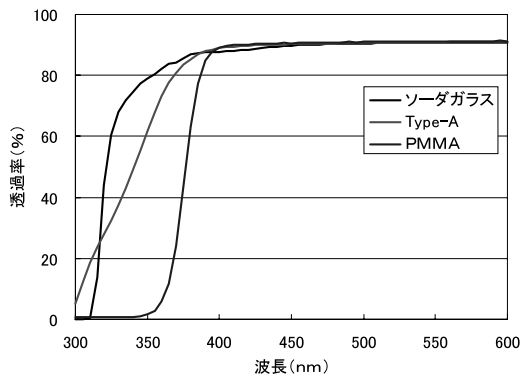


図 4 分光透過率測定結果

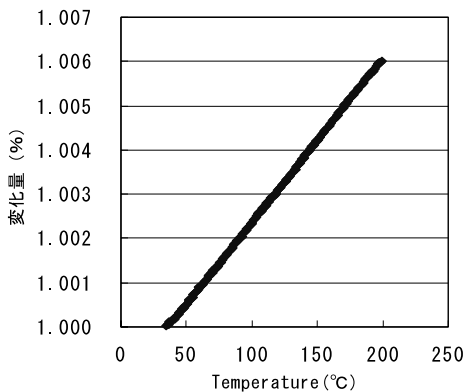


図 3 線膨張挙動（熱機械分析）

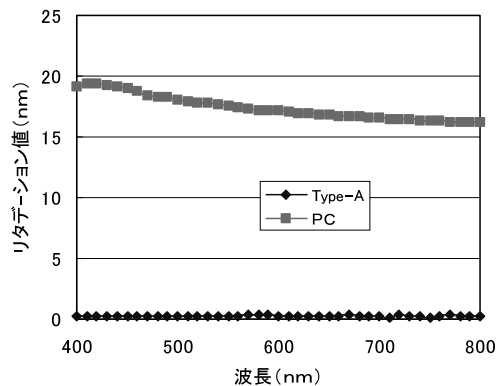


図 5 リタデーション測定結果

移を示さない。熱機械分析（TMA）では線膨張係数は約 40 ppm/K と無機フィラー等で変性しない透明プラスチックでは最高レベルの値を示す。

図 4, 5 に光学特性の測定例を示す。Type-A は可視光の波長領域ではガラス、PMMA 同等の透過率であるが、紫外光領域ではガラスと PMMA の中間的な性質を示す。可視光波長領域におけるリタレーションは全波長領域においてほぼ 0 であり、光学等方性に優れた材料である。

応用展開

上記の諸特性を生かし、新日鐵化学では有機-無機ハイブリッド材料を用いた素材をシルプラス®フィルムとしてディスプレイ周辺部材を中心とした商品展開を図っている。以下、展開の一例を紹介する。

1. LCD パネル前面保護板

携帯電話、デジタルカメラ等において、液晶セル前面に位置し、保護機能と意匠性付与を主目的として使用される。昨今のトレンドとして薄型化が急速に進展する中で、安全性担保には飛散防止機能が必要である。本用途に対しては、下記表 2 に示す J100 が適している。

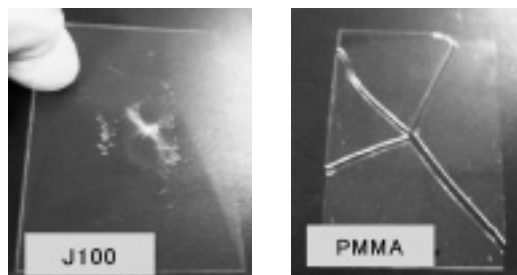


図 6 落錘試験時の破壊状況

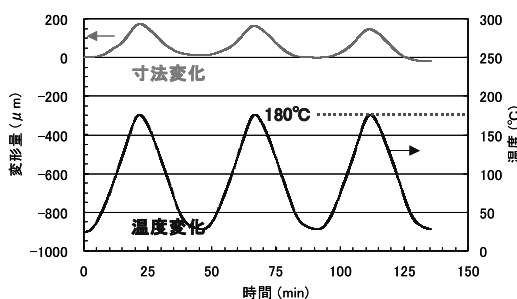


図 7 TMA 繰り返し昇降温時の寸法変化

J100 は耐衝撃性、特に破壊時にも飛散しない特性を付与したグレードである。

2. タッチパネル上部基板

タッチパネル上部基板には、透明導電膜 (ITO) を形成する必要があるが、広面積でバラツキのない抵抗値を実現するには、成膜時のプ

表 2 シルプラス®フィルムの特性一覧

	規格	単位	J100	M100
厚み		mm	0.1~0.65	0.2
全光線透過率	JIS K 7361	%	91	92
ヘーズ	JIS K 7105	%	0.5	0.4
引張弾性率	JIS K 7161	M Pa	2,750	2,650
引張破壊伸び率	JIS K 7161	%	5	3
曲げ弾性率	NSCC Method	M Pa	5,700	5,400
落錘破壊高さ	NSCC Method	cm	30	25
線膨張係数		ppm/K	55	80
比重	JIS K 7112	g/cm ³	1.31~1.36	1.21
吸水率	JIS K 7209	%	0.6~0.9	1.2
耐薬品性	酸、アルカリ、有機溶剤		◎	◎

ロセス温度において寸法変化の安定性を有している必要がある。図7にM100 フィルムの繰り返し熱履歴時の寸法変化を示す。M100 フィルムは寸法安定性に優れており、特に低抵抗透明導電膜の形成に有効である。

最後に

有機-無機ハイブリッド材料は、現時点では無機ガラスと有機系ポリマーの中間的性質を有した材料であるが、今後の展開においては用途に応じた更なる材料特性の向上が必要である。

ガラスの特性に近付けて行くことも一つの方向ではあるが、むしろ「ガラスでは実現困難な」をキーワードにフレキシビリティ、形状付与の容易さ等を生かした展開を志向すべきであろう。

参考文献

1. 伊藤真樹 (社) 高分子学会編 「高分子と無機化学のキャッチボール」 第1講
2. 小島邦規 ネットワークポリマー, 25, 34 (2004)
3. 特許 4256756