

第230回フットポリマー懇話会

『光機能材料の最近の進捗』

脂環式エポキシ樹脂の特性と応用例

報告日:2019年1月25日

株式会社ダイセル

有機合成カンパニー

研究開発センター

鈴木 弘世

hs_suzuki@jp.daicel.com

1. 光硬化樹脂の概要
2. エポキシ樹脂の概要
 - ・ エポキシドの製法
 - ・ 酸化剤の種類と特徴
3. 脂環式エポキシ樹脂の概要
 - ・ 樹脂一覧、長所・短所
 - ・ 反応性比較
 - ・ 硬化剤の種類
4. 脂環式エポキシ化合物製品紹介
 - ・ エポキシ樹脂の物性
 - ・ セロキサイド2021Pの硬化物物性、高機能化
 - ・ セロキサイド2021Pの高機能化
 - ・ セロキサイド8010の物性、硬化物物性

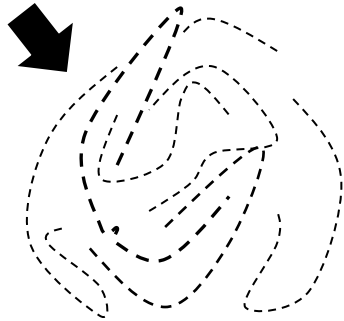
光硬化性樹脂とは？

硬化性樹脂とは？

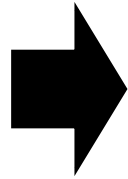
外部からの刺激(エネルギー)により、瞬時に架橋・硬化

(エネルギー:光 →光硬化性樹脂
熱 →熱硬化性樹脂)

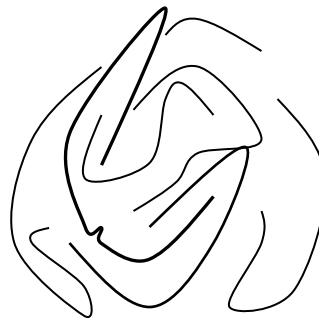
エネルギー



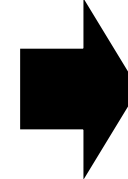
分子量低
モノマー、オリゴマー
開始剤
液体



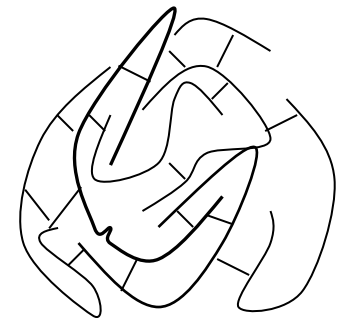
重合



低分子量
ポリマー
固体・可溶



架橋



高分子量
3次元架橋・硬化物
固体・不溶

各硬化系の特徴

	ラジカル硬化系	カチオン硬化系	アニオン硬化系
長所	<ul style="list-style-type: none"> ①貯蔵安定性が高い。 ②重合速度が速い。 ③水分等の影響が少ない。 ④厚膜硬化が可能。 ⑤モノマー種類が豊富。 	<ul style="list-style-type: none"> ①硬化収縮が小さい。 ②酸素阻害が無い。 ③基材との密着性。 	<ul style="list-style-type: none"> ①硬化収縮が小さい。 ②酸素阻害が無い。 ③基材との密着性。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ①硬化収縮大。 ②酸素阻害がある。 ③モノマー臭気・皮膚刺激性大 	<ul style="list-style-type: none"> ①反応速度が遅い。 ②アルカリ等の影響大。 ③金属基板の腐食あり。 	<ul style="list-style-type: none"> ①反応速度が遅い(後工程で熱が必須)。 ②強酸等の影響大。

主流:アクリル

主流:エポキシ

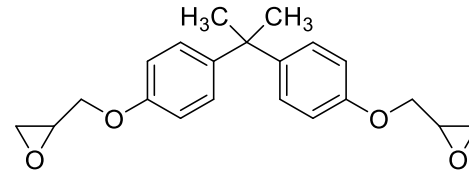
研究が遅れている。

エポキシ樹脂の概要

- ✓ 1分子中に2個以上のエポキシ基と呼ばれる反応基を持つ樹脂状物質をエポキシ樹脂と総称している。
- ✓ 分子量に応じて液状、半固形状、又は固形状を示す。

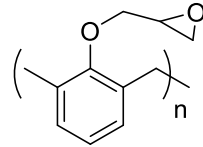
・グリシジル

✓ビスフェノール型



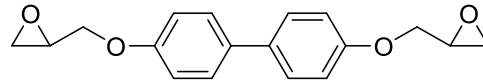
=汎用樹脂(70%)

✓ノボラック型

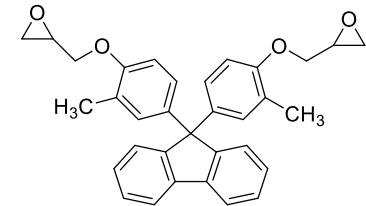


=半導体封止樹脂

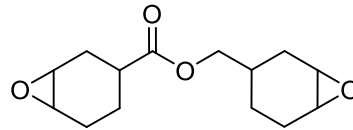
✓ビフェニル型



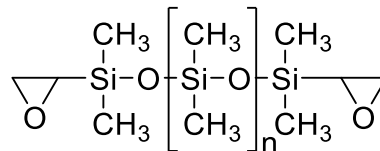
✓フルオレン型



・脂環式

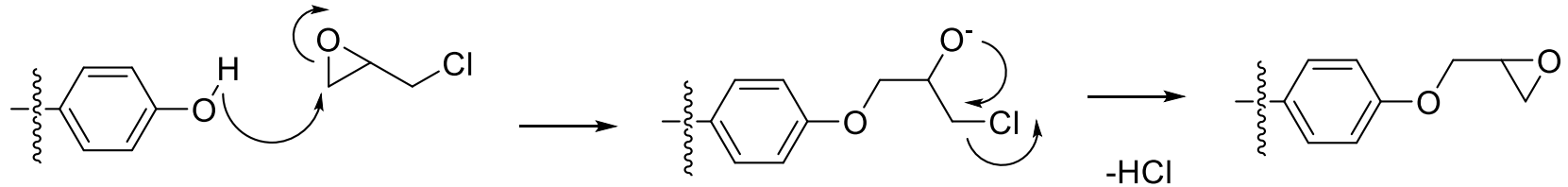


・無機骨格含有



エポキシドの製法

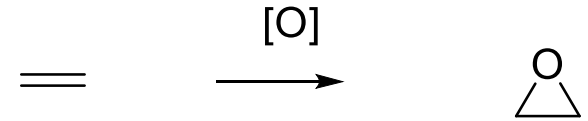
置換反応(エピクロロヒドリンの場合)



酸化反応: 種々の酸化剤

過カルボン酸 (percarboxylic acid = RCOOOH)

: mCPBA、(平衡)過酢酸、(平衡)過ギ酸



過酸化水素 (hydrogen peroxide)

均一触媒系 (homogeneous): 触媒 (W酸、Mo酸など) + 相間移動触媒 (Phase Transfer Catalyst)

不均一触媒系 (heterogeneous): ゼオライト (zeolite)

過硫酸塩 (oxione®)

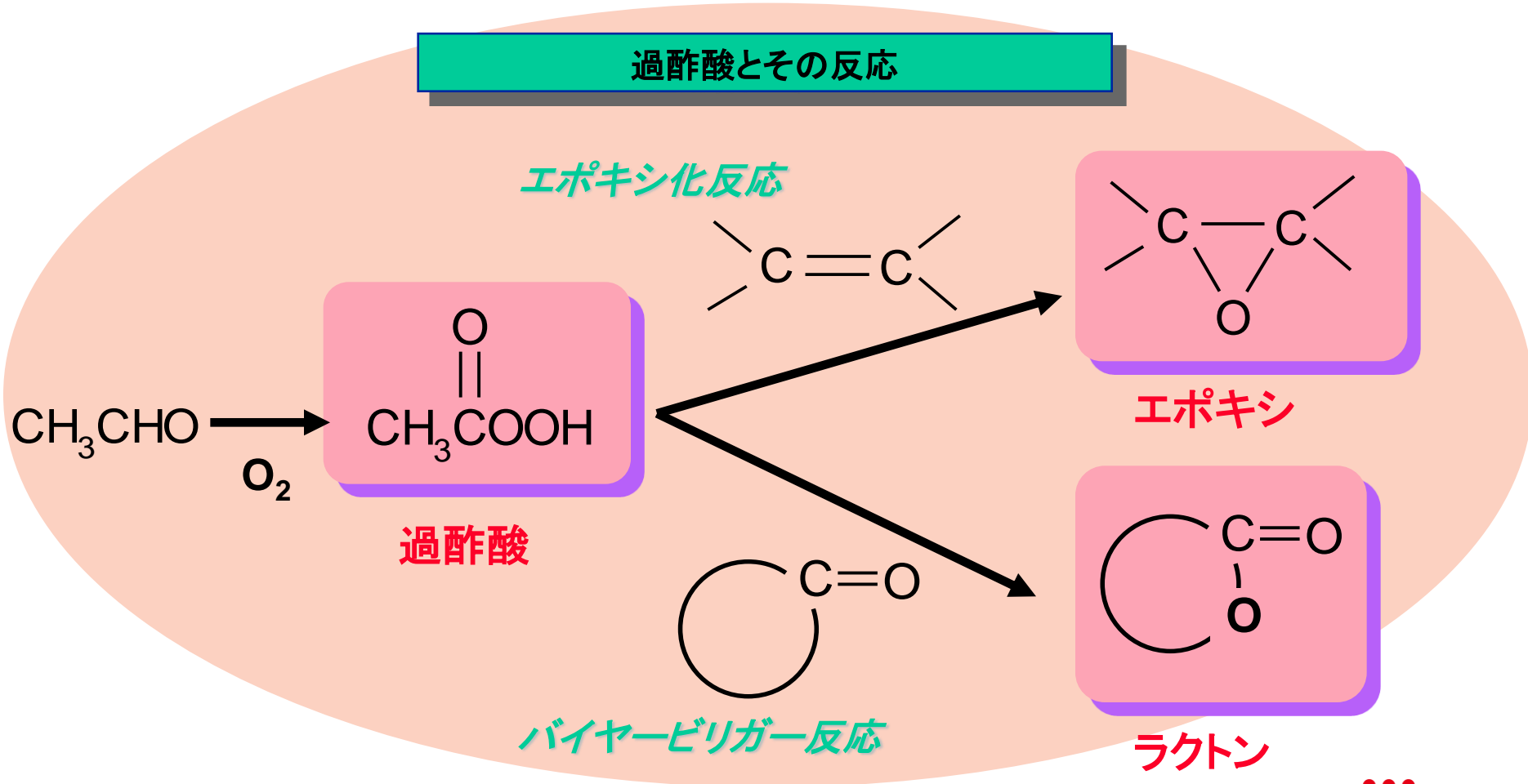
2KHSO_5 、 KHSO_4 、 K_2SO_4

酸化剤の種類と特徴

	ダイセル法 過酢酸	過酸化水素 (H ₂ O ₂)	過酸化水素から誘 導した過酸
活性種	CH ₃ COOOH	Metal-OOH	R-COOOH
金属触媒	不要	必要	場合により 必要
水	なし	存在する	存在する
触媒分離	不要	必要	(必要)
適用の制限	<ul style="list-style-type: none"> ・有機溶剤系での酸化反応 ・ダイセル固有技術 	水溶性でないと酸化できない。相間移動触媒が必要。	エポキシが水、酸類と反応しやすいと不可

弊社のエポキシ事業について

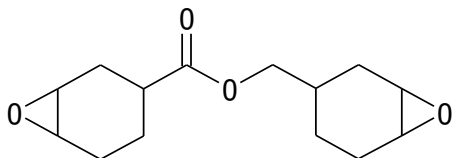
弊社の各種機能製品は、過酢酸を用いた酸化技術をベースに脂環式エポキシを始め、各種化合物を開発してきました。



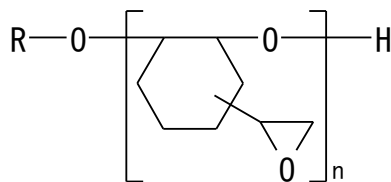
エポキシ樹脂一覽

硬化用主剤

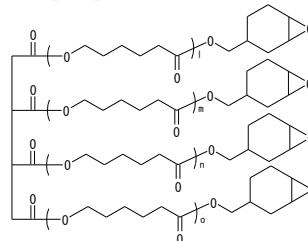
セロキサイド2021P



EHPE 3150



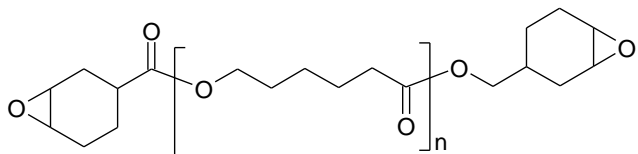
エポリードGT401



$l+m+n+o = 1$ (Ave.)

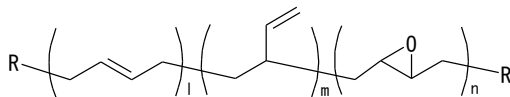
可撓性付与エポキシ

セロキサイド2081



n=1 (平均)

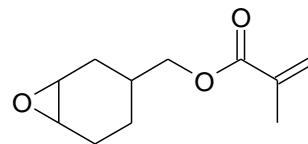
エポリードPB シリーズ



R = H or OH

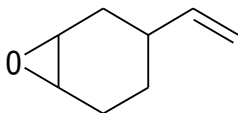
特殊エポキシ

サイクロマーM100



反応性希釈剤

セロキサイド2000



新規品番(開発品含む)

セロキサイド8010

セロキサイド8200

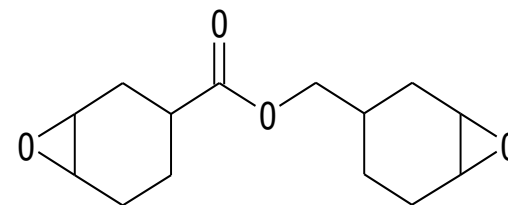
セルビーナス B0541

利用用途

FRP、電気絶縁ワニス、樹脂ガイシ、
半導体用絶縁封止剤、透明絶縁封止剤、
紫外線硬化コーティング、
塗料硬化剤、
酸キャッチャーとしての安定剤 など

脂環式エポキシ樹脂の長所

- **高耐熱(高Tg)**の硬化物ができる。
- グリシジルエーテルに比べて**(熱、UV)カチオン重合性に優れる。**
- 原料にエピクロロヒドリンを用いないため、**塩素をほとんど含有しない。**
- **低粘度**:セロキサイド2021P

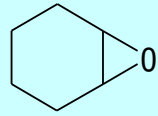
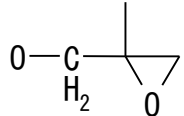
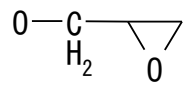
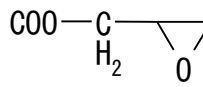


セロキサイド2021P

脂環式エポキシ樹脂の短所

- 硬くてもろい硬化物となる。
- ビスフェノールA型エポキシに比べて**吸水率が高い**硬化物となる。

『脂環式エポキシ樹脂』の反応性比較

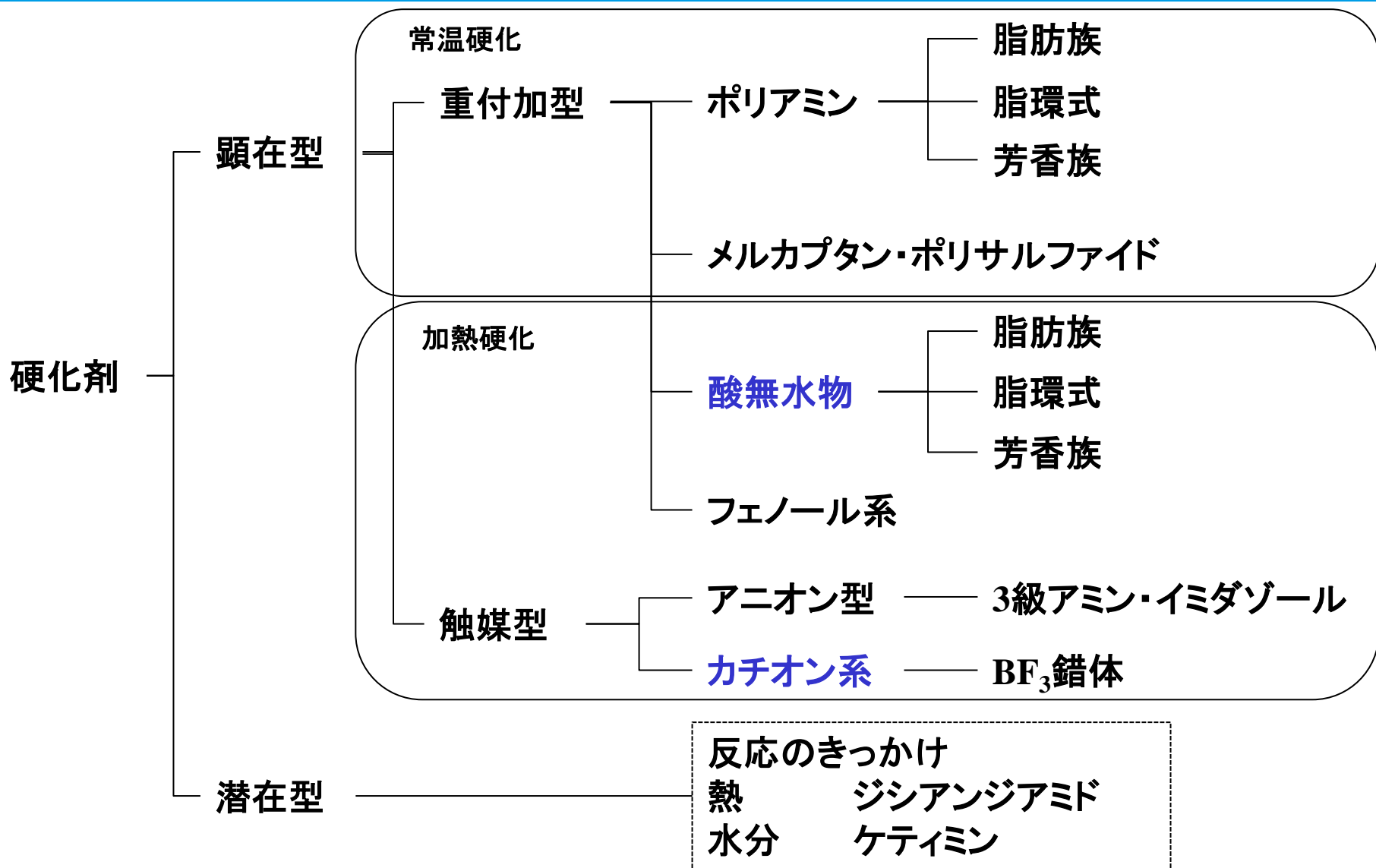
				
-COOHとの反応性	○	○	○	○
カチオン反応性※	○	△	×	×
-NH ₂ との反応性	×	△	○	○
フェノール性-OHとの反応性	○	○	○	○

※PF₆スルホニウム塩を用いたデータ

脂環エポキシは、グリシジルタイプに比べて、次の特徴がある。

- ① カルボン酸との反応性はほぼ同等である。
- ② カチオン種との反応性は、非常に高い。
- ③ アミン類との反応性は低い。
- ④ フェノール性水酸基との反応性はほぼ同等である。

エポキシ樹脂 硬化剤の種類



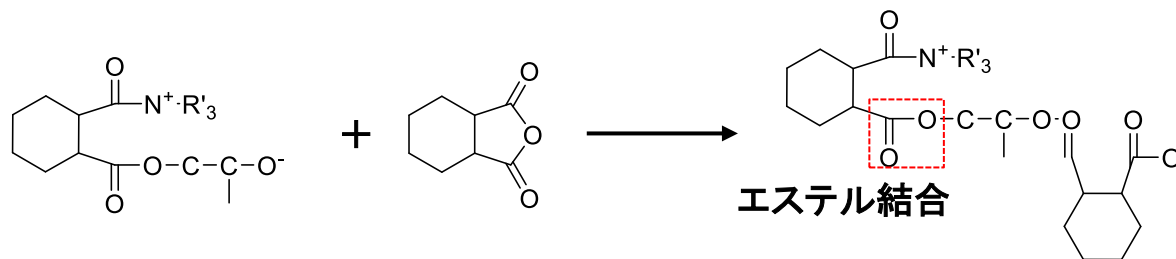
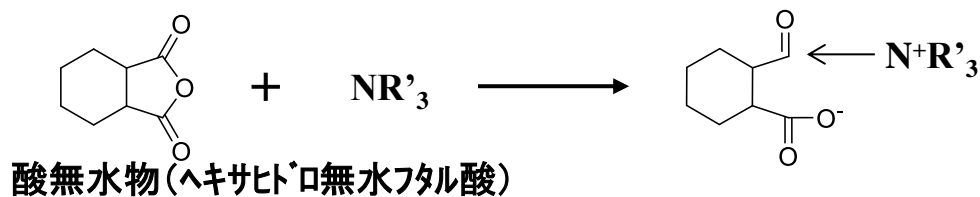
酸無水物硬化

特長: ①透明性に優れる。②低粘度でポットライフが比較的長い。

③電気絶縁性に優れる。

欠点: ①吸湿の影響を受けやすい。②中温硬化(100~150°C)が必要。

硬化メカニズム(硬化促進剤(アミン系塩基性触媒)含有)

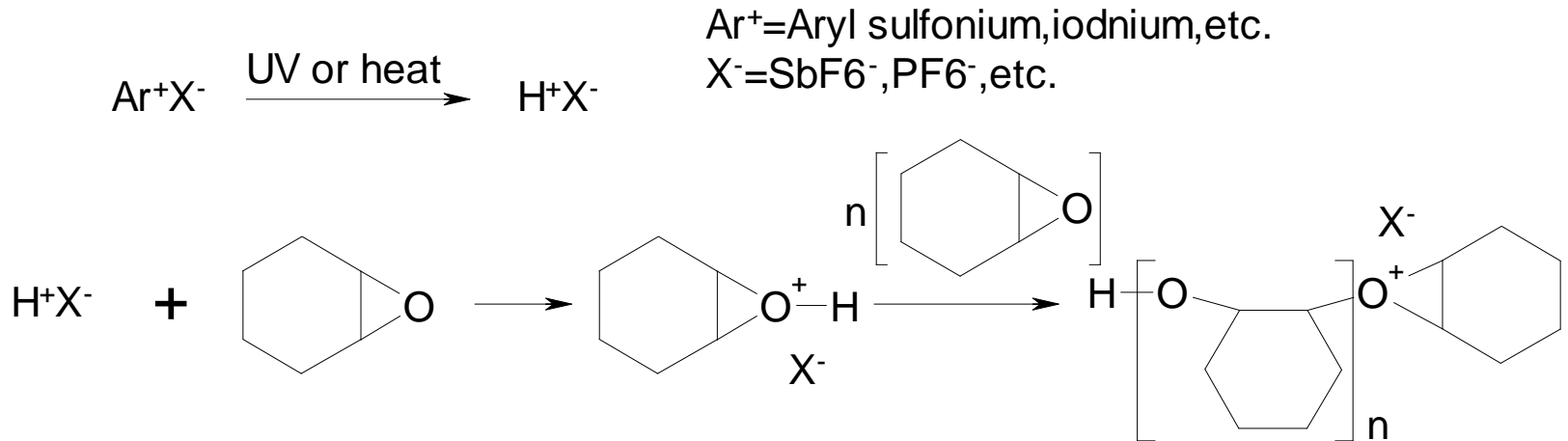


カチオン重合系

特長: ①硬化収縮が小さい。②酸素阻害が無い。

欠点: ①アルカリによる反応阻害。②反応速度がラジカル系に比べ遅い。

シクロヘキセンオキシドのカチオン重合

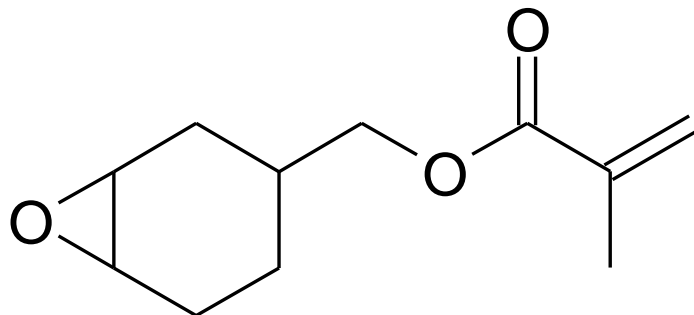


エポキシ製品硬化適正一覧

品名	熱カチオン	UVカチオン	酸無水物	アミン	フェノール樹脂	ラジカル
セロキサイド 2021P	○	○	○	×	○	×
セロキサイド 8000	○	○	○	×	○	×
セロキサイド 2081	○	○	○	×	○	×
セロキサイド 2000 ¹⁾	-	-	-	-	-	-
EHPE 3150	- ²⁾	- ²⁾	○	○	○	×
EHPE 3150CE	○	○	○	○	○	×
エポリード GT401	○	○	○	×	○	×
エポリード PB3600	○	○	○	○	○	×
エポリード PB4700	○	○	○	○	○	×
エポフレンド AT501	- ²⁾	- ²⁾	○	○	○	×
エポフレンド CT310	- ²⁾	- ²⁾	○	○	○	×
サイクロマー M100	○	○	○	×	○	○

- 1) 一官能のため単体では硬化できません。
 2) 固体であるため単体では硬化できません。

特殊エポキシ サイクロマーM100



項目	サイクロマーM100
色相 (APHA)	40
エポキシ当量 (g/eq)	205
水分 (%)	0.025
粘度 (mPa·s/25°C)	9
MEHQ (ppm)	400

※記載の数値は代表値であり、規格値ではありません。

用途

フォトレジスト材料

コンポジット材料 (FRP)

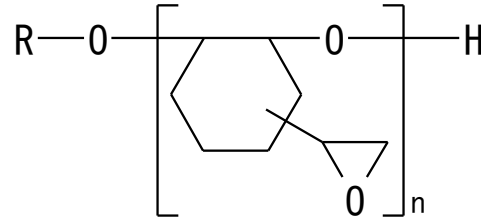
樹脂変性剤 (プラスチックの改質)

絶縁材料 (電気絶縁ワニス、樹脂ガイシ、GIS)

電子材料 (半導体封止剤、LED封止材、アンダーフィル)

カチオン硬化樹脂原料 (クリアコーティング、インキ、接着剤、光造形)

硬化用主剤 EHPE3150シリーズ



常温固形

	EHPE3150	EHPE3150CE
外観	透明フレーク	淡黄色透明液体
エポキシ当量	177	151
軟化点(°C)	75	-
粘度(mPa・s/25°C)	-	50,000
色相(APHA)	20 (25%アセトン溶液)	60

※記載の数値は代表値であり、規格値ではありません。

用途

コンポジット材料(FRP)

絶縁材料(電気絶縁ワニス、樹脂ガイシ、GIS)

電子材料(半導体封止剤、LED封止材、アンダーフィル)

光学部品(MEMS)、粉体塗料等の硬化剤、ガラス繊維の収束剤

EHPE3150硬化例(アミン硬化・フェノール硬化)

芳香族アミンによる硬化^{a)}

No.		1	2	3	4
配合	EHPE3150 (部)	100	70		
	エポトートYD8125 ^{b)} (部) (液状ビスフェノールA型エポキシ)		30	100	
	エポトートYDCN700-7 (部) (o-クレゾールノック型エポキシ)				100
	セイカキュアS ^{c)} (部)	34.5	36.2	36.5	30.4
ゲルタイム (s)	200°C	21	8	7	2
ガラス転移温度 (°C)	TMA	237	220	177	234

- a) 硬化条件 : 150°C × 1hr + 230°C × 1hr b) 高純度エポキシ樹脂 (新日鉄住金化学株)
 c) 4,4'-ジアミノジフェニルスルホン (和歌山精化工業株) 配合当量比 アミン/エポキシ=1.0

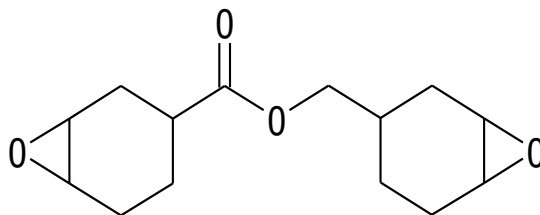
フェノール樹脂による硬化^{a)}

No.		1	2
配合	EHPE3150 (部)	100	
	エポトートYDCN700-7 (部)		100
	ノック型フェノール樹脂 ^{b)} (部)	59	54
	トリフェニルホスフィン (部)	1.6	0.6
ゲルタイム (s)	150°C	93	70
ガラス転移温度 (°C)	TMA	207	184
吸水率 (%)	121°C 95%RH 144hr	3.0	1.9

- a) 硬化条件 : 150°C × 0.25hr + 200°C × 2hr b) OH当量 : 106g/eq、軟化点 : 101.5°C、
 粘度(60%MeOH) : 83mPa · s/25°C 配合当量比 フェノール/エポキシ=1.0

いずれの硬化においても
高T_gの硬化物が得られる。

硬化用主剤 セロキサイド[®]2021P



	代表値	一般規格値
色相 (APHA)	10	100以下
比重 (25/25 °C)	1.17	1.15~1.18
水分 (%)	0.01	0.2以下
粘度 (mPa・s/25°C)	250	100~600
エポキシ当量	130	128~145
沸点 (°C/4hPa)	188	—
融点 (°C)	-20	—

高架橋度

低粘度

用途

コンポジット材料 (FRP、マイカテープ)

絶縁材料 (電気絶縁ワニス、樹脂ガイシ、GIS)

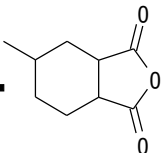
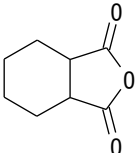
電子材料 (半導体封止剤、LED封止材、アンダーフィル)

カチオン硬化樹脂原料 (クリアコーティング、インキ、接着剤、光造形)

安定剤 (絶縁油、合成樹脂用酸捕捉剤)

脂環式エポキシ樹脂硬化例(酸無水物硬化)①

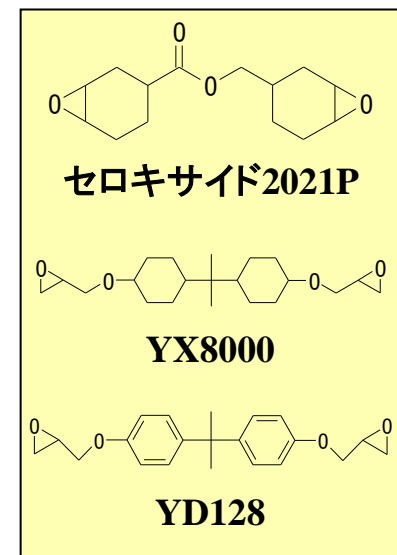
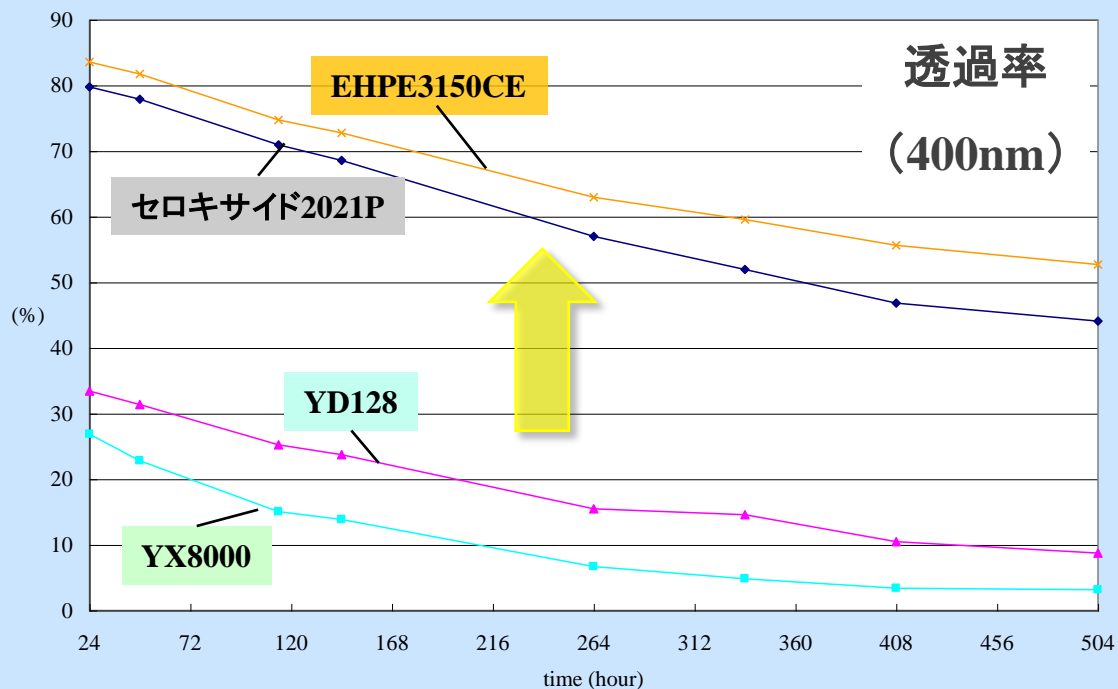
		セロキサイド2021P	セロキサイド2081	セルビーナス B0084	EHPE3150CE	YD-128	YX-8000
エポキシ 性状	エポキシ当量 (g/eq)	130	200	204	151	189	205
	粘度 (mPa・s/25°C)	250	340	2730	50000	13400	1910
硬化物 性状	TMA-Tg (°C)	194	133	173	194	146	119
	線膨張率α 1 (ppm/°C)	78	83	103	79	65	66
	線膨張率α 2 (ppm/°C)	170	172	177	154	172	174
	硬化収縮率 (%)	3.3	3.5	3.5	2.9	2.3	2.7
	吸水率 (%)	0.29	0.26	0.21	0.26	0.12	0.12
	曲げ弾性率 (MPa)	3065	2224	2165	3241	2579	2463
	曲げ強度 (MPa)	69.6	94.2	90.3	57.1	111.3	97.8
曲げ伸度 (%)	2.6	7.9	9.3	2.0	7.2	8.4	

硬化条件: MH-700...  +  (1 eq)、U-CAT 18X...特殊アミン硬化促進剤(0.5phr vs epoxy)

硬化温度: 100°C × 3hr + 150°C × 3hr

脂環式エポキシ樹脂硬化例(酸無水物硬化)②

120°Cにおける透過率(400nm)の経時変化



配合条件: MH-700(0.9当量/エポキシ)、イミダゾール系触媒(0.5phr)、エチレングリコール(1.0phr)

硬化温度: 110°C × 2hr + 180°C × 2hr

脂環式エポキシ樹脂は、グリシジルタイプエポキシ樹脂に比べ、透過率が優れる。

セロキサイド2021P硬化例(熱カチオン硬化)

熱カチオン硬化例(1)

		1	2
配合	セロキサイド2021P (重量部)	100	100
	プラクセル305 (重量部)		25
	SI-100L (重量部)	0.6	0.6
硬化物 性状	TMA-Tg (°C)	163	149
	線膨張率 α 1 (ppm/°C)	85	90
	線膨張率 α 2 (ppm/°C)	138	180
	曲げ強度 (MPa)	99	106
	曲げ弾性率 (MPa)	3128	2381
	曲げ伸度 (%)	3.2	-

硬化温度: 65°C × 2hr + 150°C × 1hr

プラクセル305: ポリカプロラクトントリオール

熱カチオン硬化例(2)

No.	一次硬化		二次硬化		TMA-Tg (°C)
	°C	hr	°C	hr	
1	65	1	150	1	74.1
2	65	2	150	1	159.8
3	65	2	200	1	170.2
4	75	1	150	1	119.0
5	75	2	150	1	108.7
6	100	2	-	-	84.6
7	100	1	150	1	81.8

エポキシ樹脂: セロキサイド2021P 100phr

触媒: SI-100L 0.6phr

(1) プラクセル配合によりTgは下がるが、もろさが改善される。

(2) 熱カチオン硬化では、一次硬化の条件によりTgが大きく変わり、条件が最適でないと高Tgの硬化物が得られない。

セロキサイド2021P硬化例 (UVカチオン硬化)

PCL、EPL PB3600配合樹脂硬化例

		単位	1	2	3	4
配合	セロキサイド2021P	重量部	96.5	71	76.5	76.5
	リモネンジオキサイド	重量部			20	
	エポリード PB3600	重量部				20
	プラクセル 305 ^{a)}	重量部		26.5		
	UVカチオン触媒 ^{b)}	重量部	3	3	3	3
	FC 430 ^{c)}	重量部	0.5	0.5	0.5	0.5
物性	鉛筆硬度 ^{d)}	-	2H	2H	2H	2H
	耐衝撃性 ^{d)}	cm	<5	50	<5	35
	密着性 (カット) ^{d)}	-	10	10	10	10
	塗膜Tg ^{e)}	°C	115	-	133	103

硬化条件：膜厚 = 10μm、高圧水銀灯 = 120W/cm、高さ = 10cm、ラインスピード = 30m/min

a) ポリカプロラクトントリオール b) 芳香族スルホニウム塩 c) 3M社製レベリング剤

d) JIS K5400 e) DDV-OPA ※) 基材: Al-Mg合金板 H4000 [A-5052P]、0.5mm

プラクセルや多官能エポキシ配合により耐衝撃性を向上させることができる。

セロキサイド2021P硬化例(フェノール硬化)

		単位	1	2	3	4
エポキシ樹脂	セロキサイド2021P	重量部	100	100	100	
	YD-128	重量部				100
フェノールノボラック樹脂	PR53195 a)	重量部	80	80	80	55
硬化促進剤	U-CAT SA102	重量部	1	1		1
	TPP b)	重量部			1	
1次硬化条件			110°C/1hr	110°C/1hr	110°C/1hr	110°C/1hr
2次硬化条件			175°C/1hr	175°C/1hr	175°C/1hr	175°C/1hr
Tg	TMA (JIS K7197)	°C	183	198	164	105

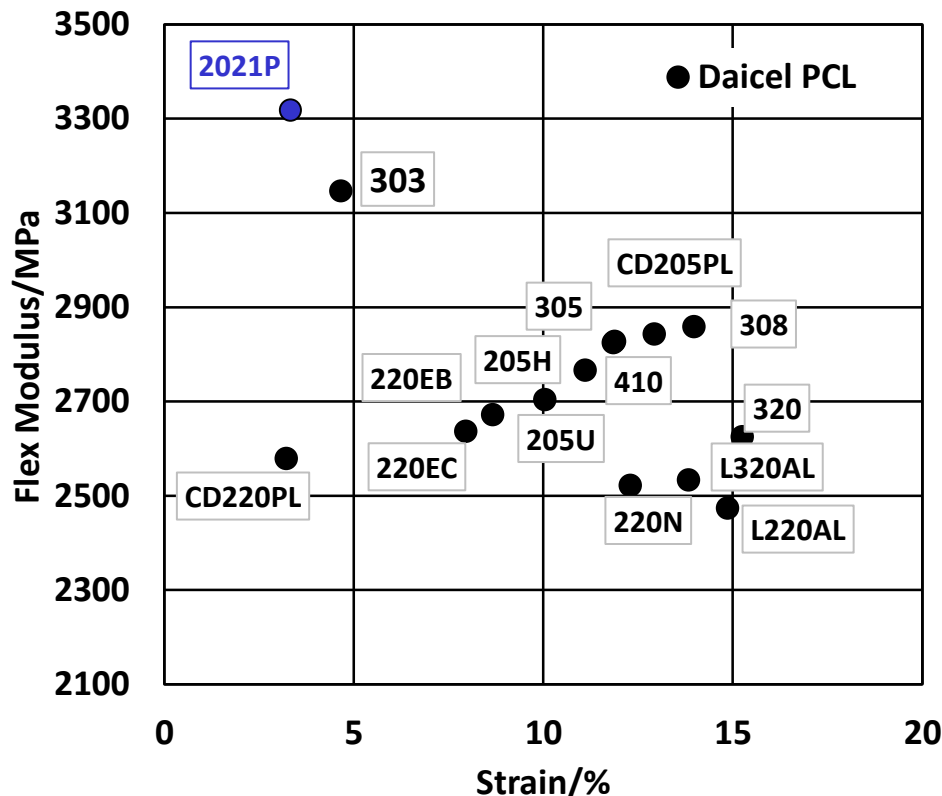
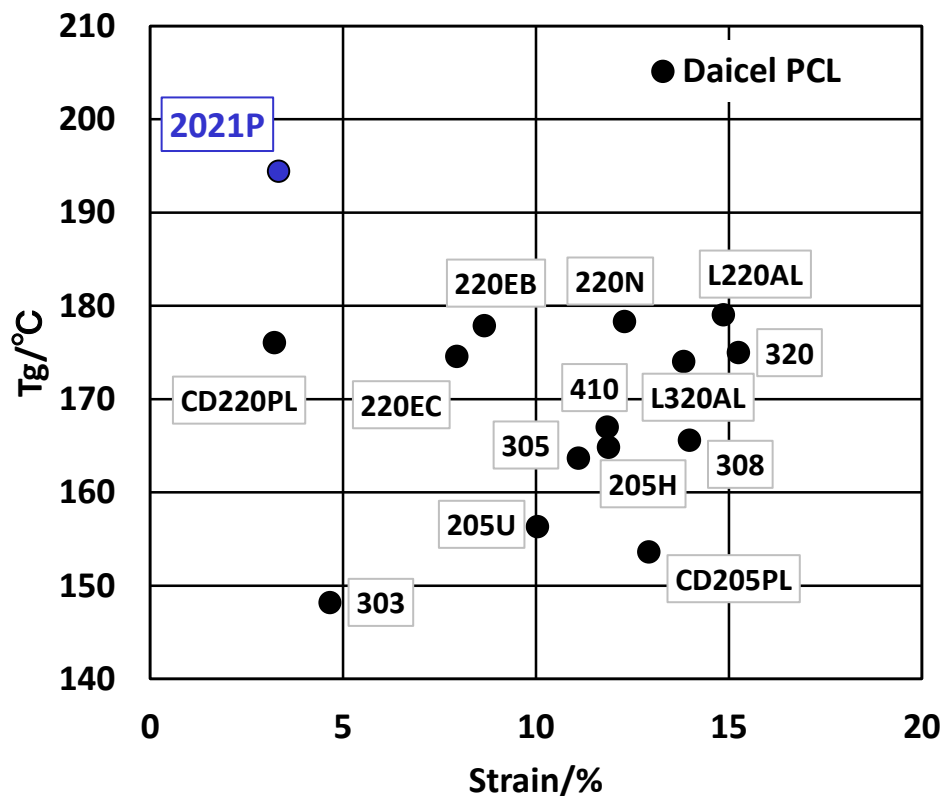
a) OH当量 : 105g/eq、 b) トリフェニルホスフェート

いずれの硬化においても高T_gの硬化物が得られる。

セロキサイド2021Pの高機能化①: 低弾性

脂環式エポキシ樹脂の短所: 硬くてもろい硬化物となる。
 改善ポイント: 弾性率維持したまま、伸びを向上させる。
 手段: ポリカプロラクトン誘導体(プラクセル)を導入する。
 試験片: 3mm厚(曲げ試験)、10mm厚(TMA)

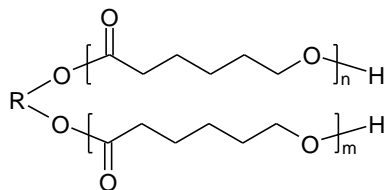
エポキシ樹脂: セロキサイド2021P 100重量部
 柔軟成分: PCL 20重量部
 触媒: SI-100L 0.6重量部
 硬化条件: 80°C/1hr+100°C/1hr+180°C/1hr



プラクセルを導入することで、弾性率やTgを維持したまま、伸びを改善可能。

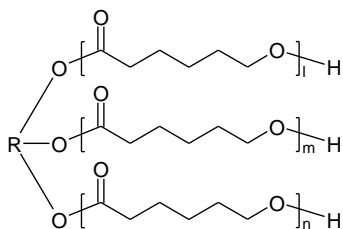
セロキサイド2021Pの高機能化①:低弾性

ポリカプロラクトン誘導体(プラクセル)の詳細 プラクセル200シリーズ



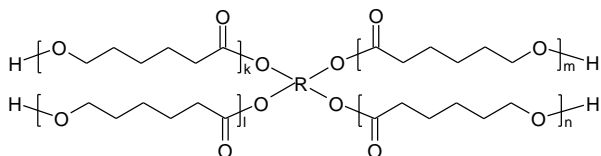
品名	分子量	形状 (常温)	水酸基価 (KOHmg/g)	酸価 (KOHmg/g)	水分 (%)	融点 (°C)	粘度 (mPa·s/75 °C)	特徴
205	530	ペースト	207-217	≦1.0	≦0.05	30-40	30-50	
205U	530	液状	207-217	≦0.5	≦0.05	N/A	30-50	低酸価
205H	530	ペースト	207-217	≦1.0	≦0.05	N/A	N/A	
220N	2000	ワックス	53-59	≦1.0	≦0.05	48-51	210-270	
L220AL	2000	液状	53-59	≦1.0	≦0.05	14	8000-9000	
220EB	2000	液状	53-59	≦1.0	≦0.05	N/A	650-850	
220EC	2000	液状	54-58	≦0.5	≦0.05	N/A	800-1100	
CD205PL	500	液状	215-235	≦1	≦0.1	N/A	100-300	
CD220PL	2000	液状	51-61	≦1	≦0.1	N/A	3000-7000	

プラクセル300シリーズ



品名	分子量	形状 (常温)	水酸基価 (KOHmg/g)	酸価 (KOHmg/g)	水分 (%)	融点 (°C)	粘度 (mPa·s/25 °C)
303	300	液状	530-550	≦1.5	≦0.05	N/A	1700-2000
305	550	液状	300-310	≦1.0	≦0.05	N/A	1100-1600
308	850	ペースト-液状	190-200	≦1.5	≦0.05	20-30	1300-1600
320	2000	ワックス	81-87	≦1.0	≦0.05	40-45	250-310/75°C
L320AL	2000	液状	79-89	≦1.0	≦0.1	17-20	10000-15000

プラクセル400シリーズ



品名	分子量	形状 (常温)	水酸基価 (KOHmg/g)	酸価 (KOHmg/g)	水分 (%)	融点 (°C)	粘度 (mPa·s/75 °C)
410	1000	液状	216-232	≦1.0	≦0.05	N/A	N/A

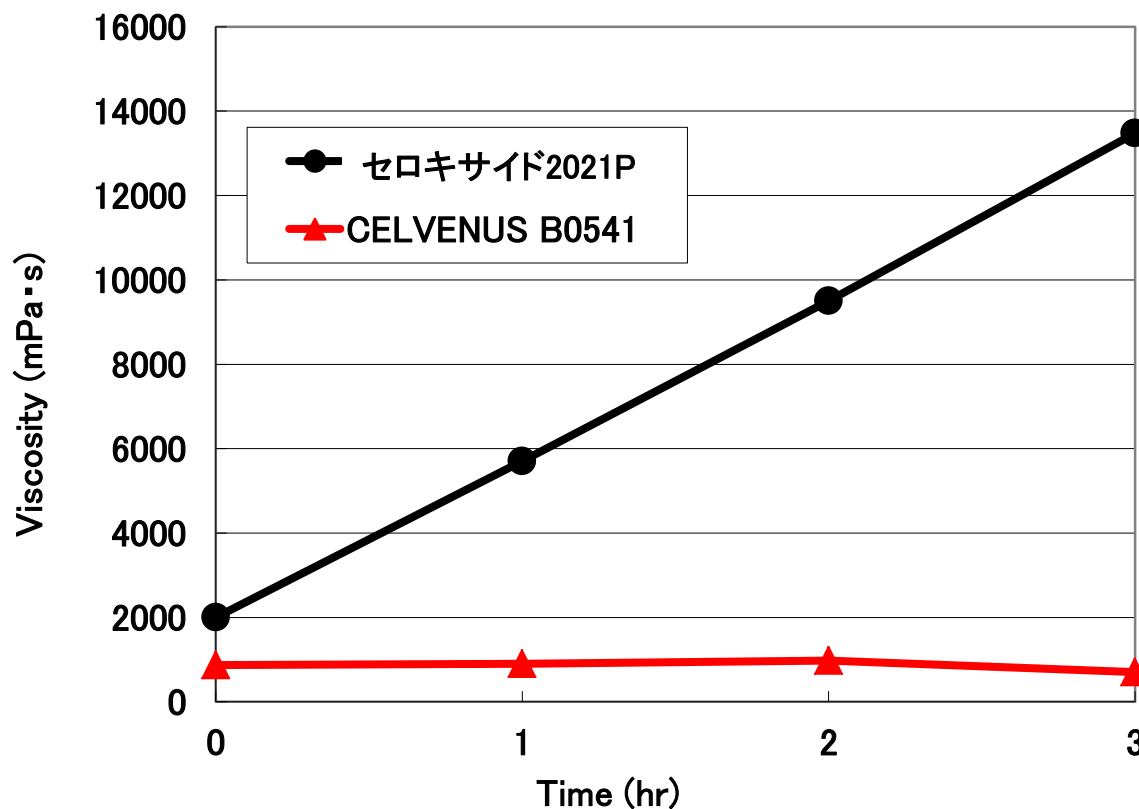
セロキサイド2021Pの高機能化②:ハンドリング性(増粘)

改善ポイント:シリカなどの無機フィラーを配合した際の粘度上昇を低減する。

シリカ配合量(表面処理なし、 $D_{50}=10\mu\text{m}$):樹脂に対して、50%配合した。

手段:配合物

方法:120°C加熱時の粘度安定性をE型粘度計で確認した。



CELVENUS B0541を用いることで、シリカ配合時の粘度安定性が改善可能。

セロキサイド2021Pの高機能化③:ハンドリング性(低温硬化)

加熱硬化が一般的である。その為、常温、低温硬化には向いていない。

改善ポイント:低温硬化できる硬化系を見つける。

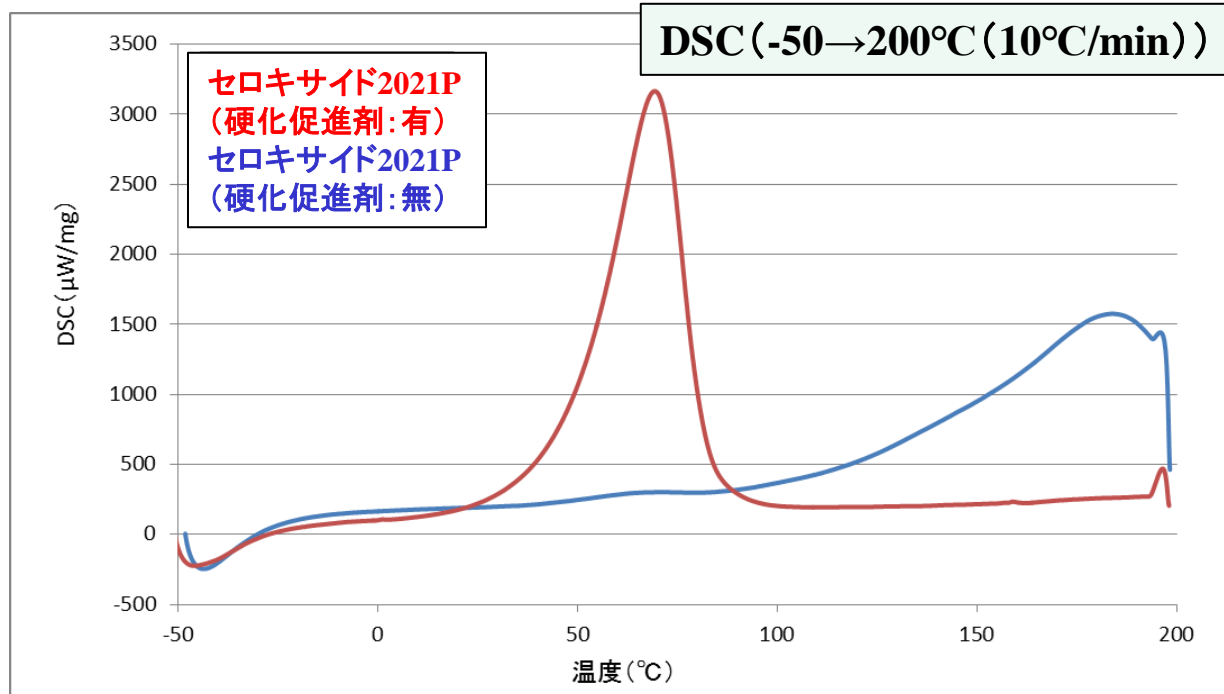
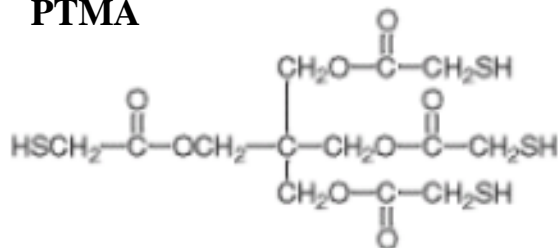
手段:チオール硬化を用いる。

エポキシ樹脂(セロキサイド2021P):100重量部

チオール(ペンタエリスリトールテトラキス(メルカプトアセテート):PTMA):85重量部

硬化促進剤(DBU、サンアプロ製):1重量部

PTMA



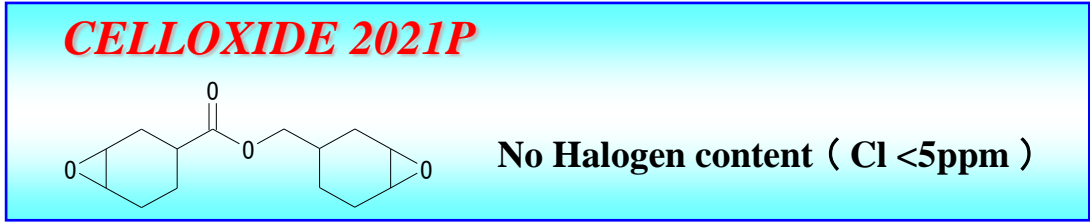
チオール硬化を用いることで、セロキサイド2021Pの低温硬化が可能。

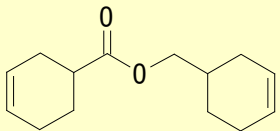
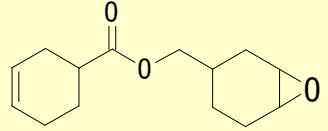
セロキサイド2021Pの高機能化④: 透明性向上

原料に遡った着色低減検討

脂環式エポキシの着色原因の対策

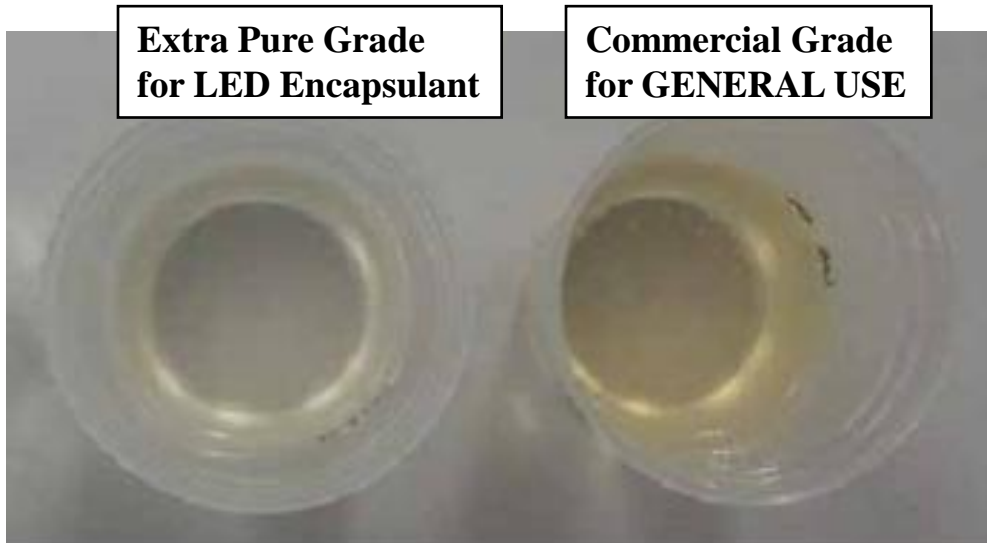
①不純物(未エポキシ)



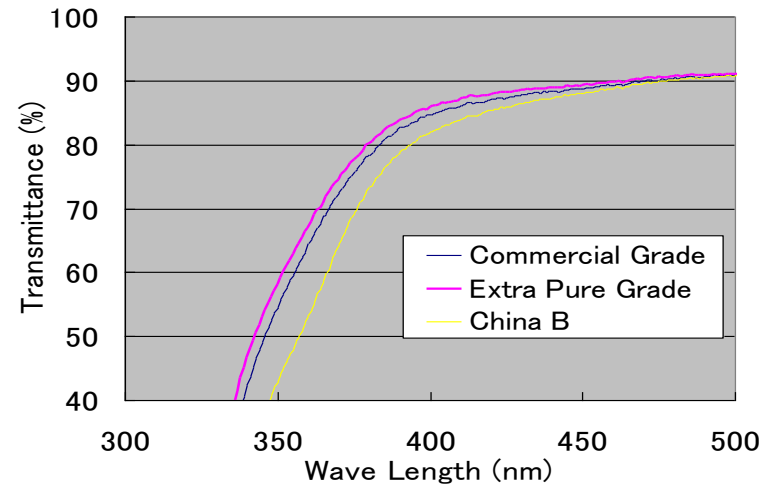
Impurities	Unepoxidated Olefin	→	Yellowing	 
	Mono Substituted Epoxide		Decreasing Curability	

⇒残存する不純物を除去する精製工程を取り入れ、従来製品よりも高純度化を実施。

残存オレフィン量: 他社品 > ダイセル品



Transmittance of Cured Epoxy Resin



セロキサイド2021Pの高機能化④:透明性向上(1)

改善ポイント:フィラーを配合させた際の透明性を向上させる。

<一般品>



Designing Nano-filler for transparency

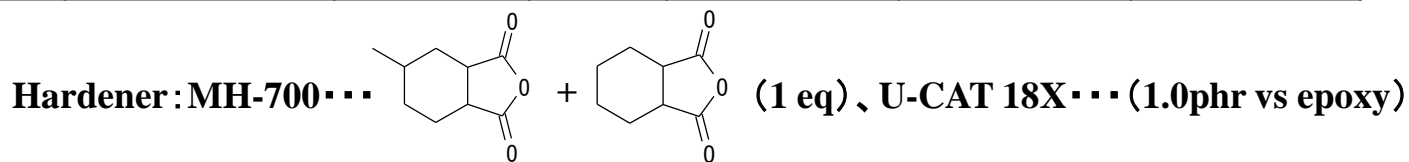
- Particle size
- Particle size distribution
- Refractive index
- Surface modification

<セルビーナス W0801>



セロキサイド2021Pの高機能化④:透明性向上(2)

	Item	Test Method	Unit	CELLOXIDE 2021P	CELVENUS W0801	KANE ACE MX-553
Before Cure	Epoxy equivalent	—	g/eq	130	137	184
	Mixture Viscosity 25°C	E Type Viscometer	mPa·s	250	1100	3000
After Cure	Tg	TMA (JIS K7197)	°C	197	201	194
	Expansion rate		α_1	77×10^{-6}	78×10^{-6}	99×10^{-6}
			α_2	162×10^{-6}	155×10^{-6}	171×10^{-6}
	Bending modulus	Tensilon Test JIS K6911	Mpa	2922	2818	2089
	Bending strength		Mpa	121.5	118.7	95.4
	Flexural elongation		%	4.8	4.7	5.3
	Transmittance	Spectrophotometer	%T	91.7	90.5	85.7
	Water Absorption	23°C/24hr	Wt%	0.38	0.43	0.44



Curing Condition: 100°C × 2hr + 150°C × 2hr

セロキサイド8010の基礎物性

セロキサイド8010は、

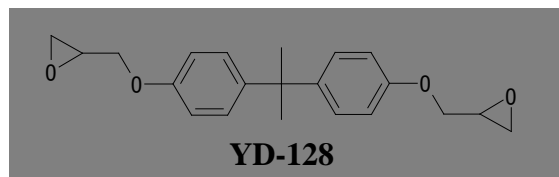
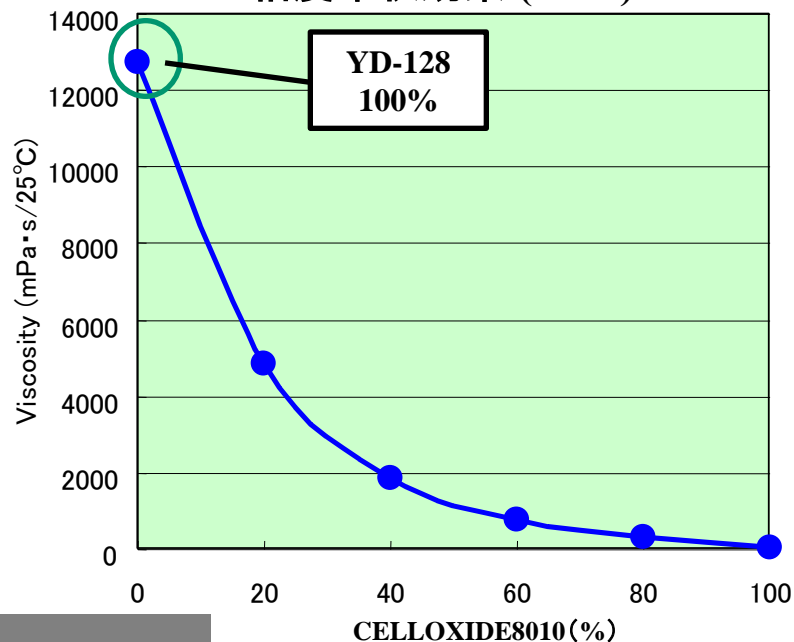
低粘度で、耐熱性に優れた2官能の脂環式エポキシ樹脂。

セロキサイド8010の性状

	セロキサイド8010	YD-128*
色相 (APHA)	5	< 30
酸価 (KOHmg/g)	0.03	-
エポキシ当量 (g/eq)	100	184~194
粘度 (mPa・s/25°C)	60	12,000~ 15,000

セロキサイド8010/YD-128系での

粘度希釈効果 (25°C)



*新日鉄住金化学(株)製

セロキサイド8010の熱カチオン硬化物評価

1) ゲルタイム

	セロキサイド8010	セロキサイド2021P	YD-128
ゲルタイム at 120°C	0.7 min	1.4 min	10.5 min

触媒: Antimony aromatic sulfonium salt, SI-100L (三新化学)

2) セロキサイド8010の硬化特性

			セロキサイド8010	セロキサイド2021P	YD-128
一次硬化	温度	°C	50	65	120
	時間	hr	3	2	1
二次硬化	温度	°C	150	150	180
	時間	hr	2	2	1
Tg (TMA)		°C	354	163	155
Td-5% (TG/DTA)		°C	396	355	398
硬化収縮		%	1.15	2.4	1.5
吸水率 (23°C,24h)		%	0.31	0.45	0.18

* 膜厚: 4mm

セロキサイド8010の熱カチオン硬化物はTg=354°Cを有します。

セロキサイド8010のUVカチオン硬化物評価

UV硬化性 ①

	総発熱量* [kJ/eq]	硬化後[%]	アニール処理後[%]
セロキサイド8010	58.1	80.1	99.4

*熱硬化させた場合の総発熱量を基準とする

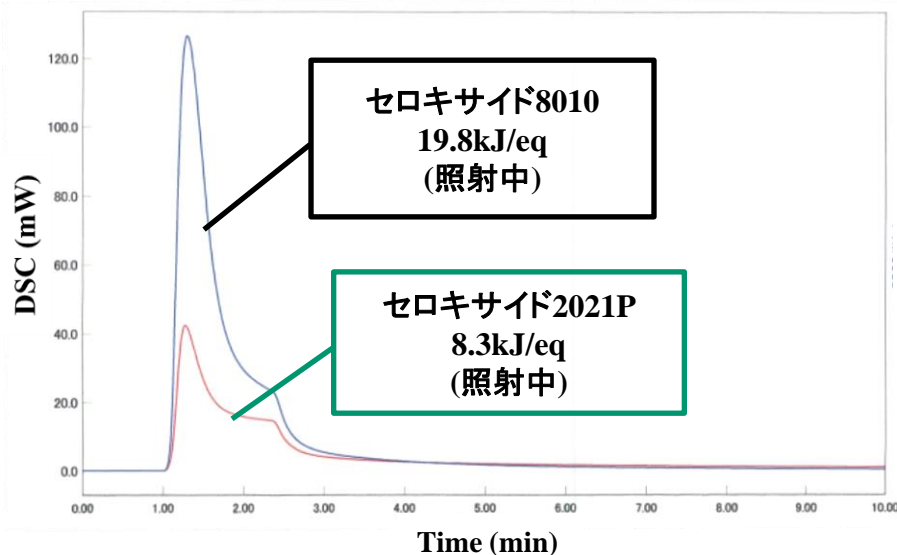
Note: UVカチオン触媒: CPI-101A (0.5phr)

硬化条件: 2,500mJ/cm² (UV conveyor belts)

アニール処理: 180°C × 30min

膜厚: 500μm

UV硬化性 ②



	熱量(kJ/eq) 照射中 (80秒)	エポキシ当量 (g/eq)
セロキサイド8010	19.8	100.9
セロキサイド2021P	8.3	130.7

Note: UVカチオン触媒: CPI-100P (3phr)

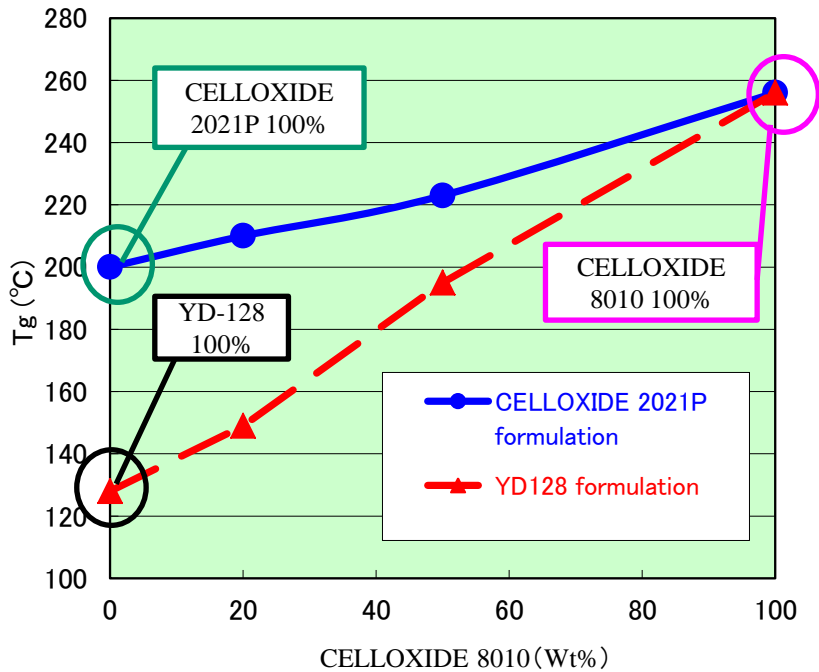
DSC 条件: temp. / 25°C, wavelength / 365nm

照射強度: 2400mJ/cm²

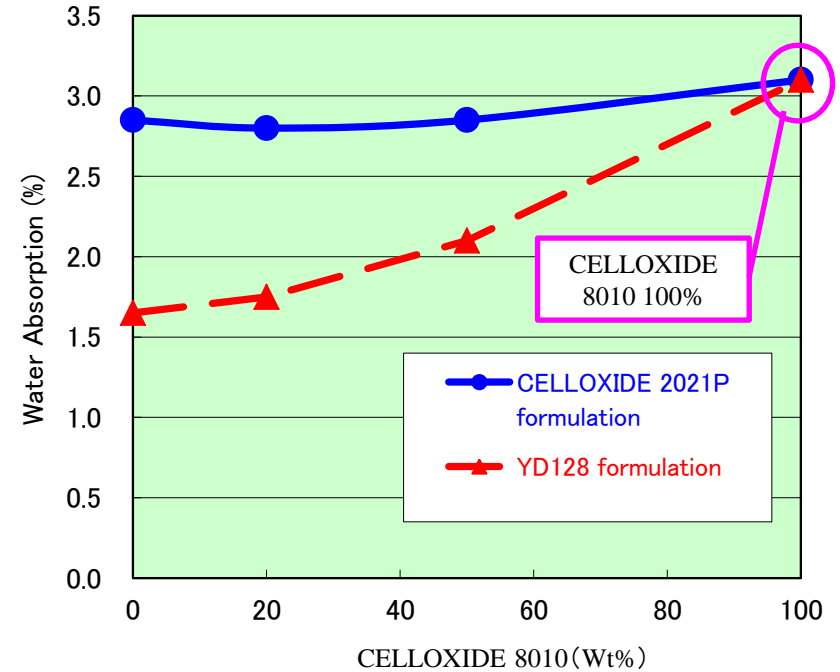
セロキサイド8010は速いUV硬化性を有します。

セロキサイド8010の酸無水物硬化物評価

1) Tg of mixture (TMA)



2) Water absorption of mixture

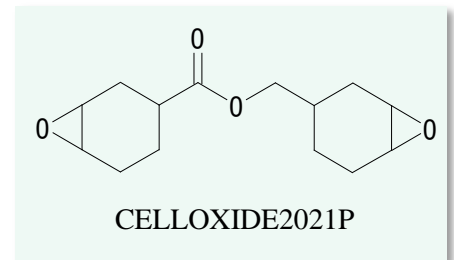


Note: Cure condition: 110°C × 2hr + 180°C × 2hr

Acid anhydride: 4-methyl HHPA (New Japan Chemical)

YD-128: Bis-A diglycidylether (Nippon Steel Chemical)

The CELLOXIDE 8010 cured with acid anhydride has high Tg (255°C).

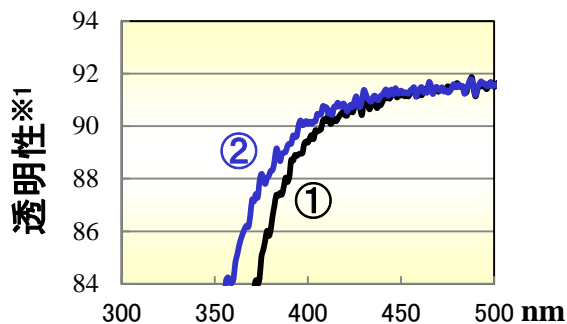


トピックス:『究極のエポキシ(超高純度エポキシ)のご紹介』

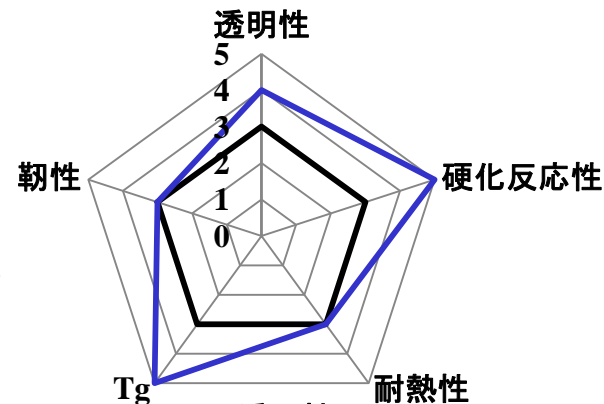
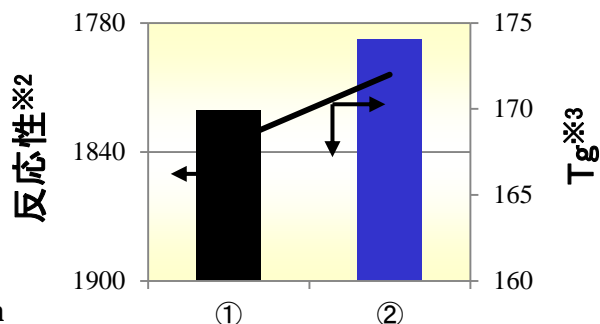
- ◇ セロキサイド2021Pの不純物を極限まで低減しました。
- ◇ 超高純度化することで、硬化反応性、硬化物の透明性、耐熱性の向上が認められます。

【セロキサイド2021P】 ①従来品 (エポキシ純度) (98.6%) ②超高純度品 (99.6%)

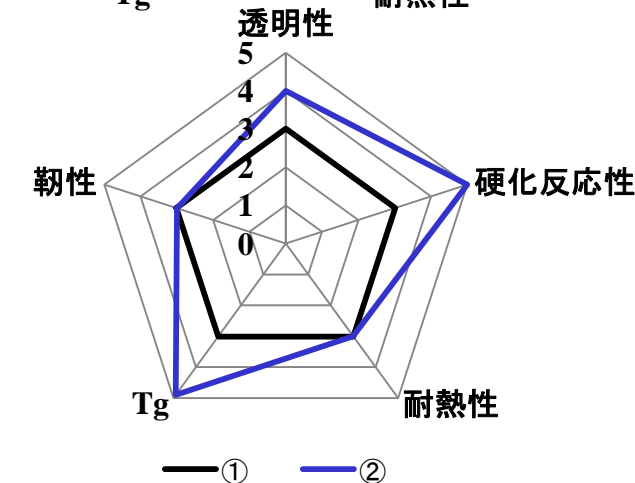
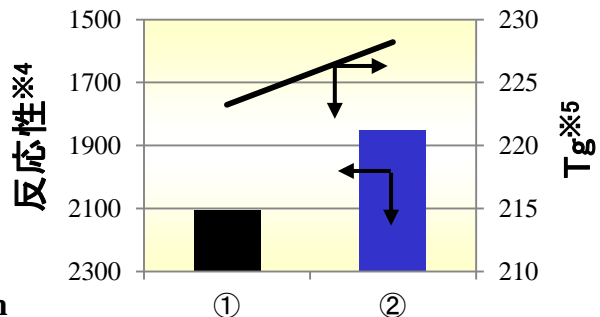
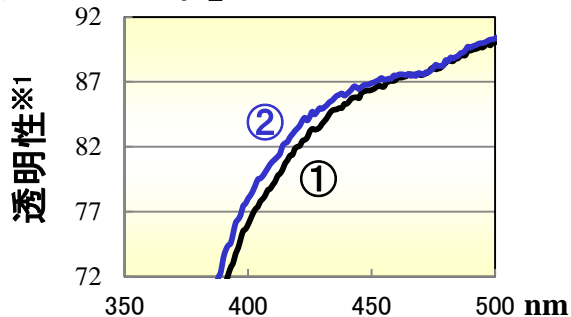
【酸無水物系】 硬化物の透明性



硬化物の反応性、耐熱性



【熱カチオン系】



※1: 光線透過率[%T]、※2: 硬化反応性(ゲルタイム120°C)[sec]、※3: Tg(TMA)[°C]
 ※4: 硬化反応性(レオメーター80°C)[sec]、※5: Tg(DMA (tan δ))[°C]

*耐熱性: 耐熱エージングでの性能

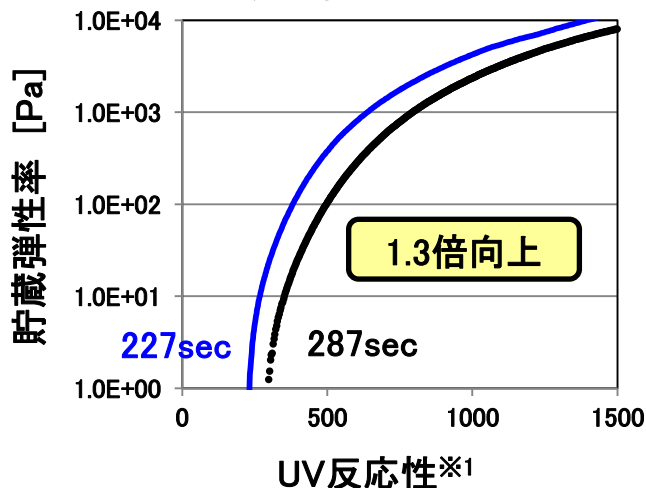
トピックス:『究極のエポキシ(超高純度エポキシ)のご紹介』

- ◇ セロキサイド2021Pの不純物を極限まで低減しました。
- ◇ 超高純度化することで、硬化反応性、Tgの向上が認められます。

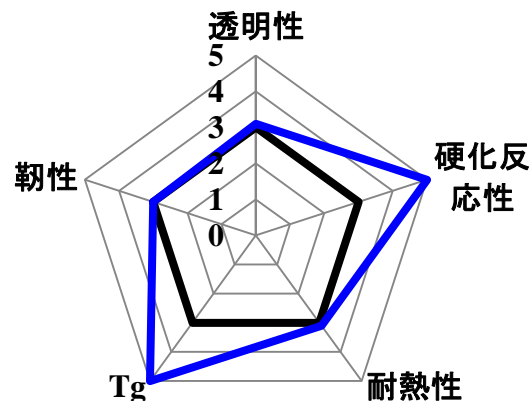
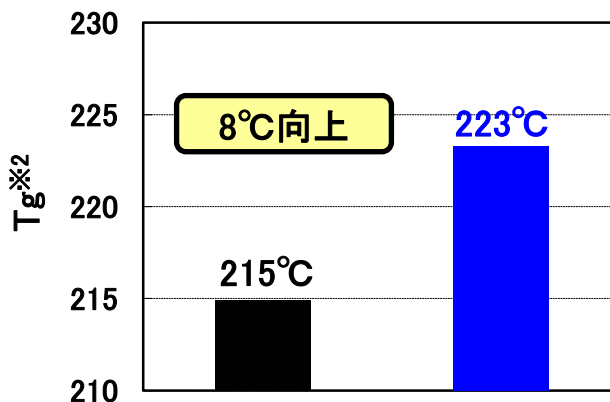
【セロキサイド2021P】 ①従来品 (98.6%) ②超高純度品 (99.6%)
(エポキシ純度)

【UVカチオン系】

硬化物の反応性



硬化物のTg



*耐熱性:耐熱エージングでの性能

Note: レオメーター(MCR-301), 光源:水銀ランプ
UVカチオン触媒:CPI-100P(1phr)
照射量:3000mJ/cm²
膜厚:7μm

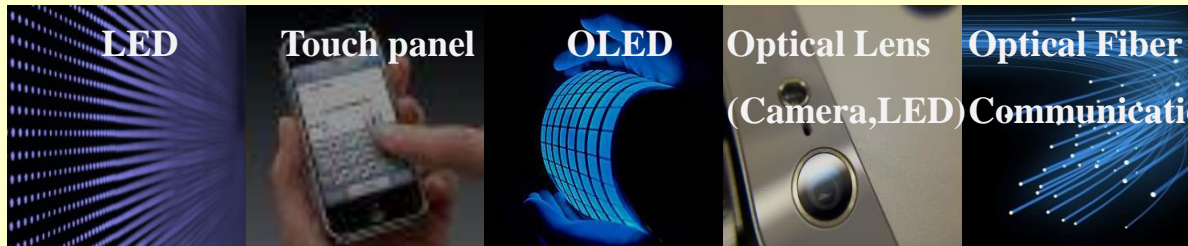
Note: UVカチオン触媒:CPI-101A(1phr)
Temp./25°C, wavelength/365nm
照射量:1300mJ/cm²
アニール処理:
80°C×60min+160°C×60min

※1:UV硬化反応性[sec]、※2:Tg(DMA (tan δ))[°C]

エポキシ樹脂の用途展開

次々と新しいデバイスが登場するオプトエレクトロニクス市場へ、材料、プロセス、評価方法含め、お客様のニーズにマッチしたソリューションを提案しています。

Our Target

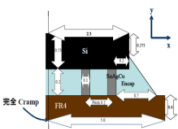


●各種評価装置を取り揃え、材料の物性測定からデバイス評価まで幅広い評価が可能な環境を整備。さらにシュミレーション（計算化学）を取り入れた配合設計が可能です。

●インクジェットやスクリーンなどの印刷技術、ディスペンスなど材料と共に最適なプロセスの提案が可能です。さらにインプリントによる成型加工技術にも力を入れています。



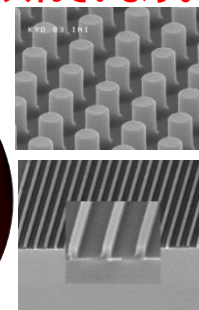
UV-rheometer



Simulation of stress analysis



Various raw materials and combined materials



Imprinting process

●速硬化性、低収縮率、屈折率コントロール、リフロー対応（耐熱性付与）など、様々な機能を持った材料を用途に合わせてご提案可能です。