

コーティング分野における モノマーとフォトポリマーの 役割と設計思想

Speciality Chemical Partner



研究開発本部コーティング事業
富樫 春久

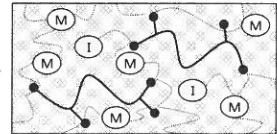
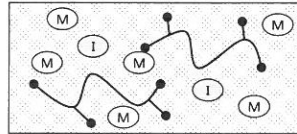
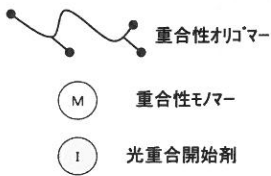
Speciality Chemical Partner

OUTLINE

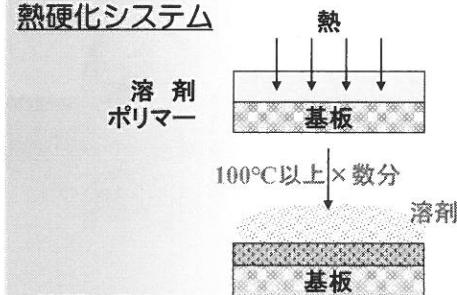
1. 光硬化システム
 - 1) 熱硬化システムと光硬化システムの比較
 - 2) 光硬化システムの特徴と課題
2. 光硬化性樹脂材料
 - 1) ラジカル重合性オリゴマー
 - ① ウレタンアクリレート、② エポキシアクリレート、
 - ③ ポリエステルアクリレート、④ ポリマー(メタ)アクリレート
 - 2) ラジカル重合性モノマー
 - ① モノマー、② 低PII化の方法
 - 3) 光重合開始剤
 - ① 開裂型光重合開始剤、② 水素引き抜き型光重合開始剤
3. 光硬化性樹脂の硬化方法
 - 1) UV硬化装置
 - 2) EB硬化装置
4. 光硬化性樹脂のコーティング分野での応用例
 - ① 高硬度化、② 低カール化、③ 密着性、
 - ④ 干渉縞低減、⑤ 帯電防止性付与、
 - ⑥ 屈折率調整、⑦ 耐汚染、耐指紋性付与
 - ⑧ 易加工性付与、⑨ 塗料水系化



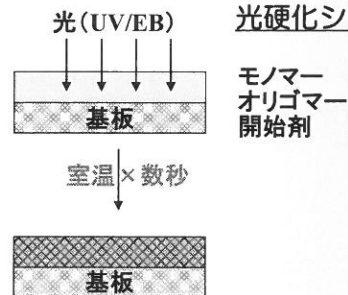
熱硬化システムと光硬化システムの比較



熱硬化システム



光硬化システム



環境対応、安全性、無溶剤、非加熱
省エネルギー、高生産性、高機能

光硬化システムの特徴と課題

特徴	環境面	①無溶剤システム(環境対応)
	経済面	②高生産性(硬化時間数秒以下)
	機能面	③省エネルギー(高エネルギー効率) ④省スペース(ランプユニットのみ)
課題	機能面	⑤非加熱システム(熱に弱い基材適用) ⑥高品質(高硬度、耐摩耗性、耐汚染性)
		樹脂組成物のコストが高い
		用途制限(厚膜、不透明素材) 技術的制約:酸素禁止作用、密着性の低下(硬化収縮) モノマーの安全性(変異原性、皮膚刺激性)



OUTLINE

1. 光硬化システム
 - 1) 熱硬化システムと光硬化システムの比較
 - 2) 光硬化システムの特徴と課題
2. 光硬化性樹脂材料
 - 1) ラジカル重合性オリゴマー
 - ① ウレタンアクリレート、② エポキシアクリレート、
 - ③ ポリエステルアクリレート、④ ポリマー(メタ)アクリレート
 - 2) ラジカル重合性モノマー
 - ① モノマー、② 低PII化の方法
 - 3) 光重合開始剤
 - ① 開裂型光重合開始剤、② 水素引き抜き型光重合開始剤
3. 光硬化性樹脂の硬化方法
 - 1) UV硬化装置
 - 2) EB硬化装置
4. 光硬化性樹脂のコーティング分野での応用例
 - ① 高硬度化、② 低カーラ化、③ 密着性、
 - ④ 干渉縞低減、⑤ 帯電防止性付与、
 - ⑥ 屈折率調整、⑦ 耐汚染、耐指紋性付与
 - ⑧ 易加工性付与、⑨ 塗料水系化



光硬化性樹脂、各反応系の特徴

反応系	素材	メリット	デメリット	利用分野
ラジカル重合	アクリレート	硬化性に優れる 種類が豊富	硬化収縮 皮膚刺激性	インキ、塗料、 接着剤全般
	不飽和ポリエステル	安価	硬化性	木工塗料
	エン・チオール	酸素阻害が少ない 強靱性、耐候性	高価 臭気	電材関連
	ビニル・マレイミド	光開始剤不要	溶解性	(食品包装)
カチオン重合	エポキシ オキセタン	硬化収縮が少ない エポキシとの併用で硬化 性良好	硬化性がやや遅い 単独では開始反応遅 い(誘導期必要)	剥離コーティング 光造形
	ビニルエーテル	硬化性に優れる 低粘度	硬化収縮 着色しやすい	缶コーティング フレキシインキ



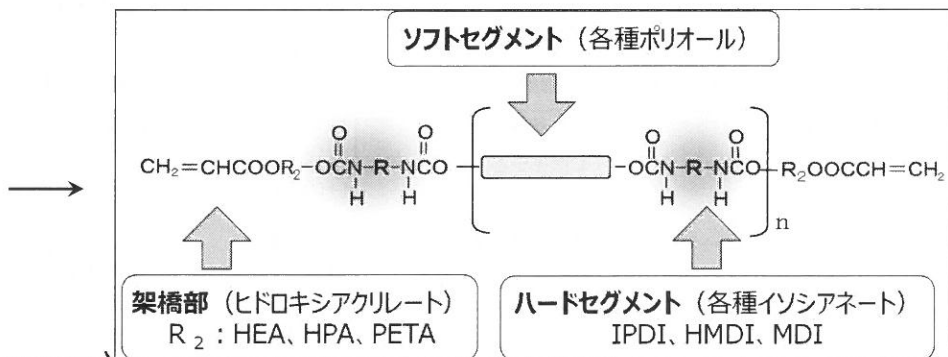
光硬化性塗料の構成成分

成分	ラジカル重合系
モノマー (反応性希釈剤)	単官能アクリレート 二官能アクリレート 多官能アクリレート
オリゴマー	エポキシアクリレート ウレタンアクリレート ポリエステルアクリレート ポリマーアクリレート シリコンアクリレート
光重合開始剤	ベンゾフェノン系 アセトフェノン系 チオキサントン系 フォスフィンオキサイド系
増感剤	3級アミン化合物
添加剤	重合禁止剤(ラジカトラップ剤) チクソ性付与剤 レベリング剤 消泡剤 (有機溶剤)
着色剤	顔料 染料



ラジカル重合性オリゴマー

1-1)ウレタンアクリレートの合成



1-2) ウレタンアクリレートの原料

ポリイソシアネート

黄変型

TDI
MDI

無黄変型

HDI
IPDI
H₆XDI
3HDI

ポリオール

ポリエーテルジオール

PEG
PPG
PTMG

ポリエステルジオール

EG/AA
PG/AA
BG/AA

ポリオレフィンポリオール ダイマージオール

ヒドロキシアクリレート

HEA

(ヒドロキシエチルアクリレート)

HPA

(ヒドロキシプロピルアクリレート)

HBA

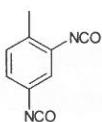
(ヒドロキシブチルアクリレート)

PET3A

(ペンタエリスリトールトリ
アクリレート)

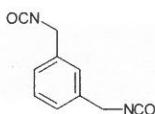


1-3) ウレタンアクリレートの原料(ポリイソシアネート)



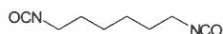
TDI

黄変型

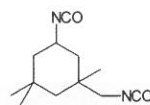


XDI

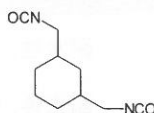
難黄変型



HDI



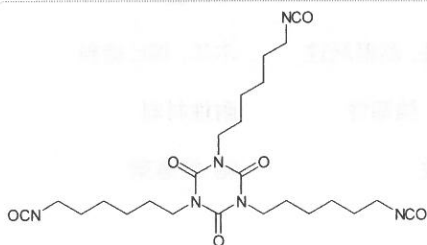
IPDI



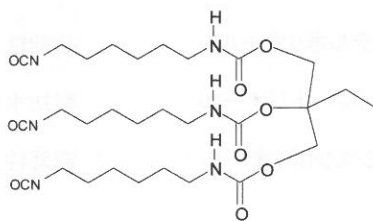
水添XDI



NBDI



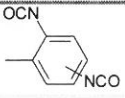
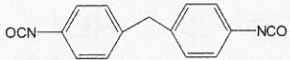
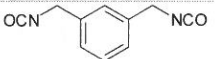
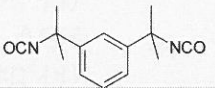
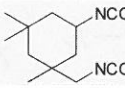
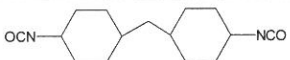
3HDI(イソシアヌレート)



HDI/TMPアダクト



1-4) ウレタンアクリレートの原料(イソシアネート)

イソシアネートの種類	反応性	黄変性	価格
TDI 	○	×	○
MDI 	○	×	○
XDI 	△	△	△
TMXDI 	△	△	△
HDI OCN-(CH ₂) ₆ -NCO	△	○	△
IPDI 	×	○	△
H-MDI 	×	○	△



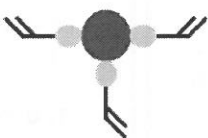



1-5) ウレタンアクリレートの原料(ポリオール)

ポリオール種	特性	主な用途
PPG(ポリプロピレングリコール)	耐水性, 低粘度, 低コスト	粘・接着剤
PTMG(ポリテトラメチレングリコール)	耐水性, ワックス性	光ファイバー被覆剤
PEG(ポリエチレングリコール)	親水性	水系塗料
ポリエステルポリオール	強靱性, 柔軟性, 耐摩耗性	木工, 塩ビ塗料
ポリカーボネートジオール	耐加水分解性, 強靱性	耐性材料
ポリブタジエンポリオール	密着性, 耐水性	粘・接着剤



1-6) ウレタンアクリレートの代表的な構造

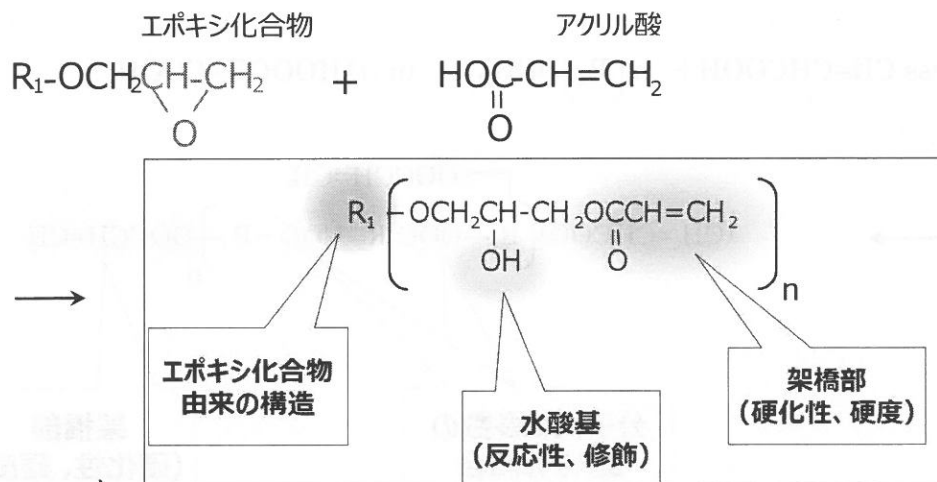
タイプ	モデル構造	特徴
直接付加型 (基本形)		高凝集性 高弾性
多官能アクリレート 直接付加型		高硬度、高弾性 低伸度 高硬化性 高架橋密度
ポリイソシアネート 直接付加型		高硬化性 非結晶性 高架橋密度
ポリオール変性型		ポリオールにより物性変化大 高伸度 高粘度



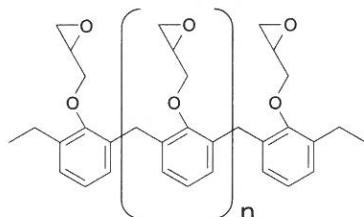
Speciality Chemical Partner

ラジカル重合性オリゴマー

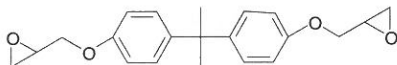
2-1) エポキシアクリレートの合成



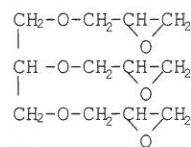
2-2) 原料エポキシ化合物



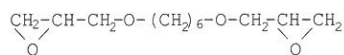
フェノールノボラック型エポキシ樹脂



ビスフェノールA型エポキシ樹脂



グリセロールポリグリシジルエーテル



1,6-ヘキサンジグリシジルエーテル

芳香族系：
耐熱性、電気特性、密着性、硬化性

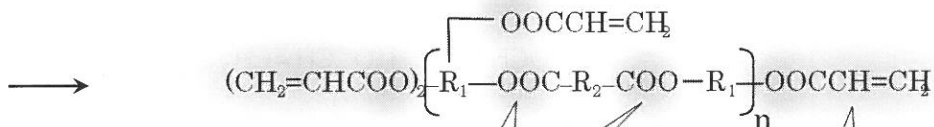
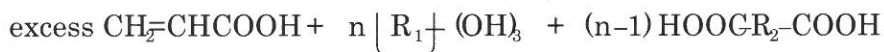
脂肪族系：
低粘度、水溶性（水希釈性）、硬化性



Speciality Chemical Partner

ラジカル重合性オリゴマー

3-1) ポリエステルアクリレートの合成



分子内に多数の
エステル結合

架橋部
(硬化性、硬度)



3-2) ポリエステルアクリレートの原料と特徴

多塩基酸 R-COOH	多価アルコール R-OH	アクリル基含有カルボン酸 CH ₂ =CH-R-COOH
コハク酸, アジピン酸 セバシン酸	エチレングリコール系 プロピレングリコール系	アクリル酸
フタル酸, イソフタル酸 テレフタル酸	トリメチロールプロパン ペンタエリスリトール	アクリル酸ダイマー
トリメリット酸 ピロメリット酸		ラクトン変性アクリル酸

特徴: 物性のバリエーション、低粘度、低コスト
ただし、一般に耐アルカリ性は弱い



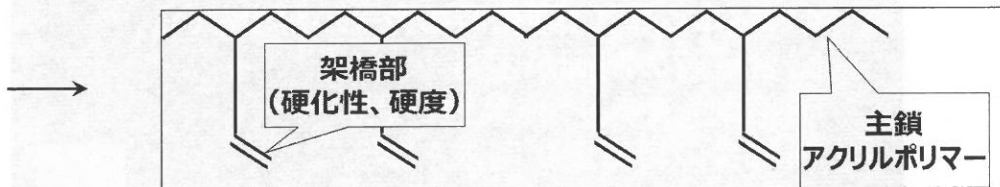
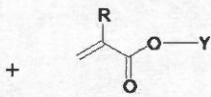
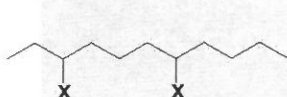
Speciality Chemical Partner

ラジカル重合性オリゴマー

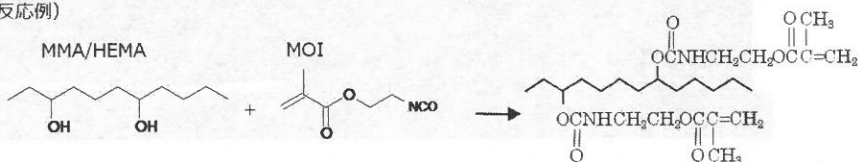
4-1) ポリマー(メタ)アクリレートの合成

官能基 X 含有アクリルポリマー

官能基 Y 含有モノマー

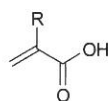


(反応例)

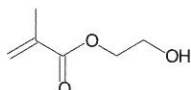


4-2) ポリマー(メタ)アクリレートの原料

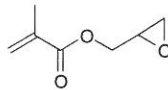
(官能基含有モノマーの例)



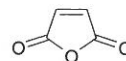
(M)AA



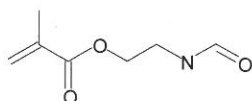
HEMA



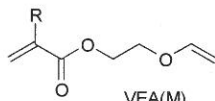
GMA



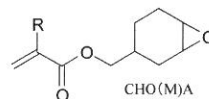
MAn



MOI



VEA(M)



CHO(M)A

(メタ)アクリロイル基

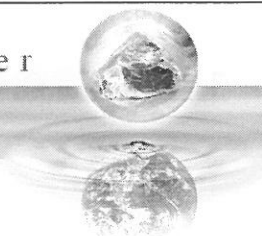
+ カルボキシル基、水酸基、エポキシ基、イソシアネート、ビニル基



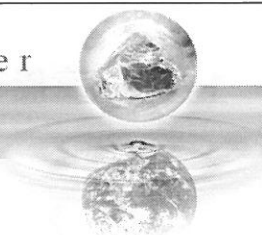
4-3) ポリマー(メタ)アクリレートの特徴

- 1) 耐候性、密着性に優れる。
- 2) 溶剤乾燥によりタックフリー表面が得られる。
- 3) 官能基の導入率により架橋度やT_gのコントロールが比較的容易
- 4) フィルム塗工・硬化時のカールが少ない。
- 5) 合成時の制御が困難
- 6) 溶剤系であり、作業性が悪い。
- 7) 配合の自由度が制限される。

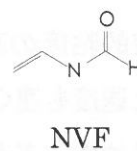
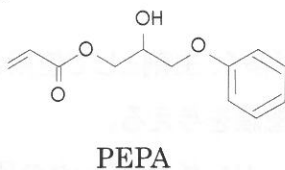
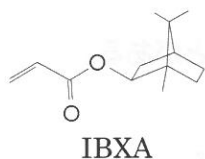
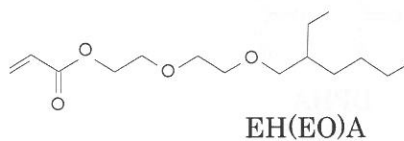
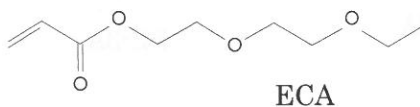
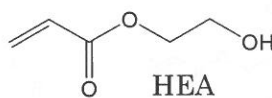
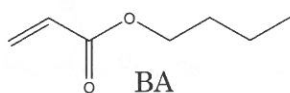




オリゴマー	オリゴマー		塗膜物性						特徴
	粘度	硬化性	耐候性	密着性	耐熱性	可撓性	硬度	カール	
ウレタンアクリレート	高	○	○	○	△	◎	○	△	物性のバランス 強靱性
エポキシアクリレート	高	◎	×	○	◎	△	△	△	速硬化 耐熱性
ポリエステルアクリレート	低	△	△	○	○	△	○	△	安価 バリエーション
ポリアクリルアクリレート	高	○	◎	○	△	○	△	◎	高機能化 低硬化収縮



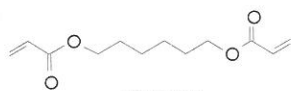
1-1) 単官能モノマー



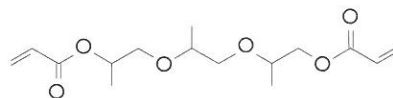
- ・低粘度で希釈性に優れたものが多く粘度調整用を使用される。
- ・架橋構造を生成しないため、得られる塗膜は柔軟で脆くなりやすい。



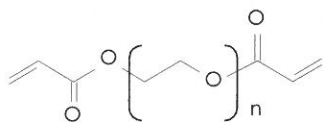
1-2) 二官能モノマー



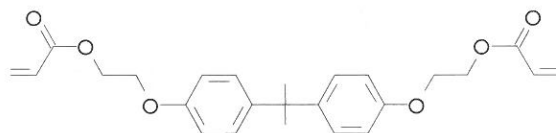
HDDA



TPGDA



PEG-DA

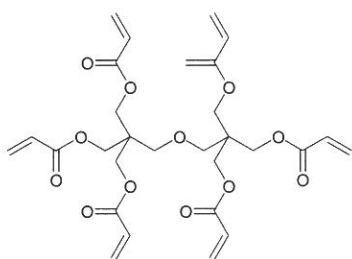


BisA(EO)DA

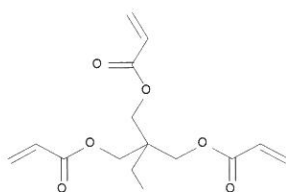
- ・比較的低粘度のものが多く、硬化性に優れている。
- ・三次元架橋構造をとることが出来るため、ある程度の強度を持った塗膜が得られるが、伸度は出にくい。



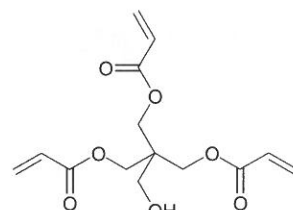
1-3) 多官能モノマー



DPHA



TMPTA



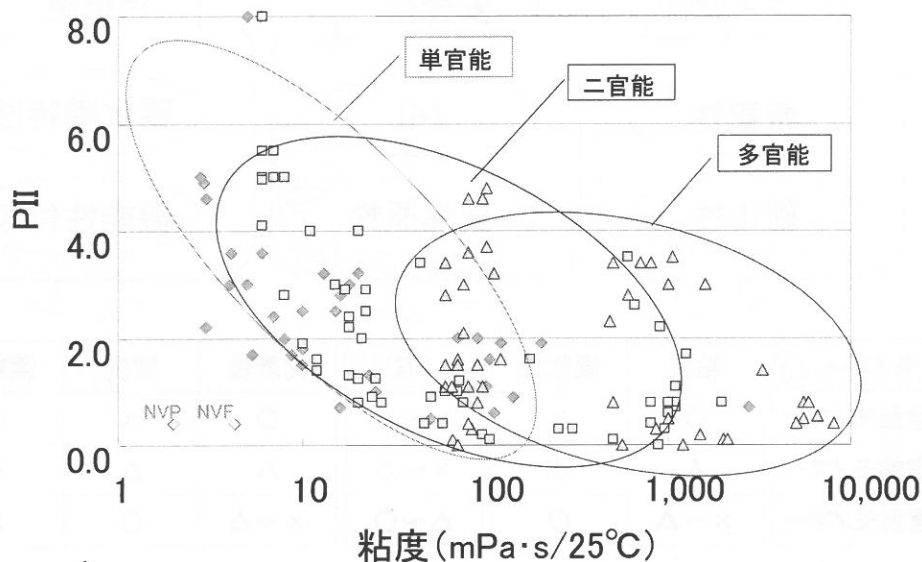
PE-3A

- ・比較的高粘度のものが多く、主剤として使用されることがある。
- ・硬化速度も速く、高硬度塗膜を与える。
- ・基材や塗工条件によりカーリングやクラックの原因となる。



2-1) 低PII化の方法

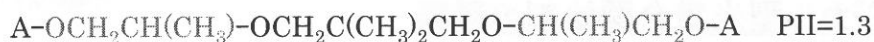
アクリルモノマーの粘度とPII(皮膚刺激性)



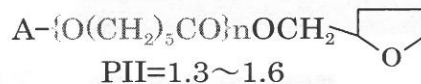
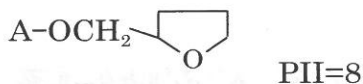
monomer

2-2) 反応性希釈剤の低PII化

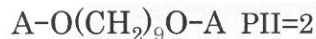
①アルキレンオキッド付加



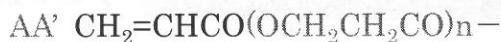
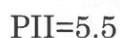
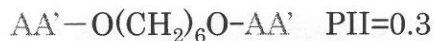
②ε-カプロラクトン付加

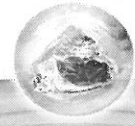


③類似構造の分子量アップ

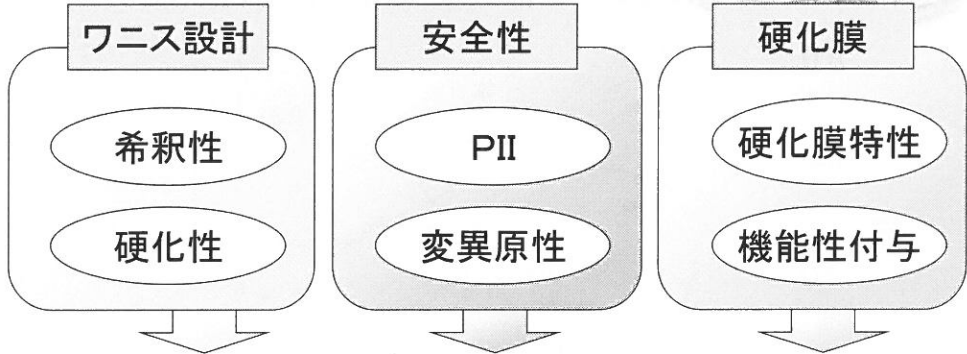


④アクリル酸ダイマーの利用

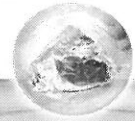




ラジカル重合性モノマーの選択



モノマー	粘度	硬化性	PII	密着性	硬度	柔軟性
単官能モノマー	○	×	×~△	○	×	○
二官能モノマー	△	△	×~△	△	△	△
多官能モノマー	×~△	○	△~○	×~△	○	×



光重合開始剤

ラジカル型光重合開始剤の種類

ラジカル型光重合開始剤

分子内開裂型

アセトフェン系、ベンジルケタール系、
フォスフィンオキサイド系、オキシム型など

水素引抜き型

ベンゾフェノン系、チオキサントン系など

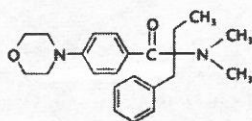
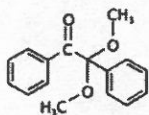
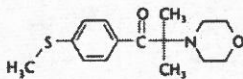
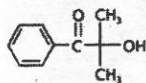
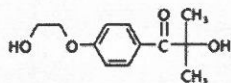
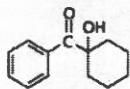
光重合開始助剤(増感剤)

アミン系化合物など

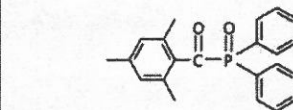


1) 分子内開裂型光重合開始剤

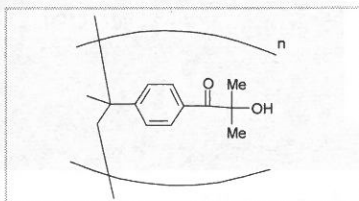
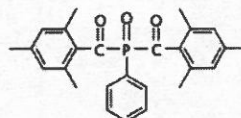
汎用(表面硬化)



長波長吸収



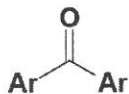
光退色、内部硬化



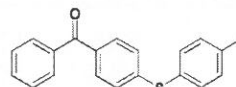
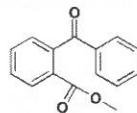
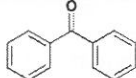
高分子型

2) 水素引抜き型光重合開始剤

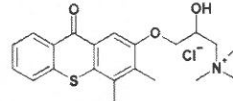
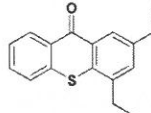
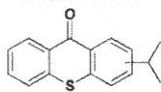
ケト化合物



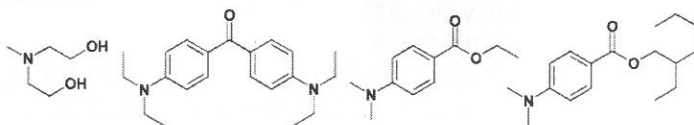
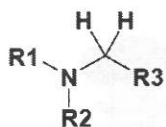
Benzophenone



Thioxanthone



アミン類



光重合開始剤の選定

- ① 光源のスペクトルと光重合開始剤の感光波長域の重なり
- ② 組成物(顔料など)の吸収帯と光重合開始剤の吸収帯との位置関係
- ③ 活性種(ラジカル、酸)を生成する能力(量子効率、モル吸光係数)
- ④ 生成した活性種の反応性
- ⑤ 酸素阻害の受け難さ
- ⑥ モノマー、オリゴマーとの相溶性
- ⑦ 貯蔵安定性(熱安定性)、暗反応の有無
- ⑧ 黄変特性(硬化直後、耐候性、耐熱性)



Speciality Chemical Partner

OUTLINE

1. 光硬化システム

- 1) 熱硬化システムと光硬化システムの比較
- 2) 光硬化システムの特徴と課題

2. 光硬化性樹脂材料

- 1) ラジカル重合性オリゴマー
① ウレタンアクリレート、② エポキシアクリレート、
③ ポリエステルアクリレート、④ ポリマー(メタ)アクリレート
- 2) ラジカル重合性モノマー
① モノマー、② 低POI化の方法
- 3) 光重合開始剤
① 開裂型光重合開始剤、② 水素引き抜き型光重合開始剤

3. 光硬化性樹脂の硬化方法

- 1) UV硬化装置
- 2) EB硬化装置

4. 光硬化性樹脂のコーティング分野での応用例

- ① 高硬度化、② 低カール化、③ 密着性、
④ 干渉縞低減、⑤ 帯電防止性付与、
⑥ 屈折率調整、⑦ 耐汚染、耐指紋性付与
⑧ 易加工性付与、⑨ 塗料水系化





光硬化性樹脂の硬化方法

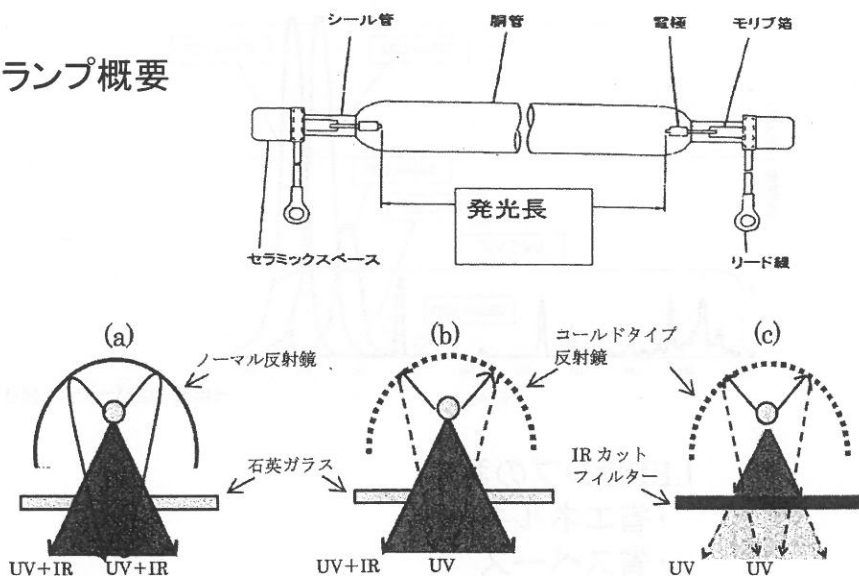
UV/EB硬化システムの比較

	UV硬化システム	EB硬化システム
線種	電磁波	放射線(粒子線)
エネルギー強度	3-12eV	100-300keV
単位	J/m ²	Gy(1kg当たり1Jを吸収する際のエネルギー)
透過深さ	着色系の場合、浅い (透過率に依存)	着色系の場合、UVより深い (密度とエネルギー強度に依存)
基材の熱ダメージ	少~中	少
触媒	光重合開始剤必須	不要
臭気	あり(光重合開始剤由来)	なし
硬化膜経時劣化	着色の可能性あり (光重合開始剤由来)	一般に良好
処理雰囲気	空気/N ₂	N ₂ (不活性ガス必須)
硬化時間	数秒	1秒以下
エネルギー効率	熱に比べ良好	極めて良好

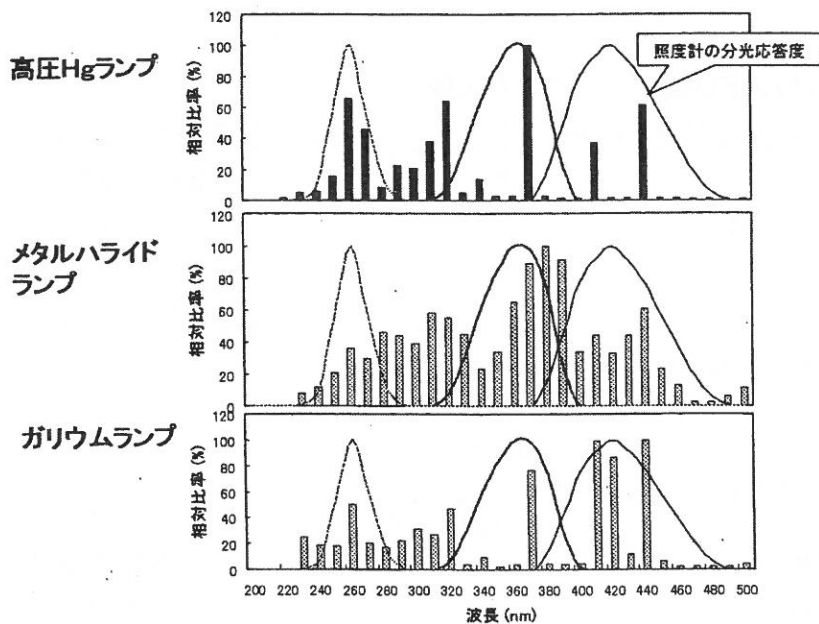


(1) UV硬化装置

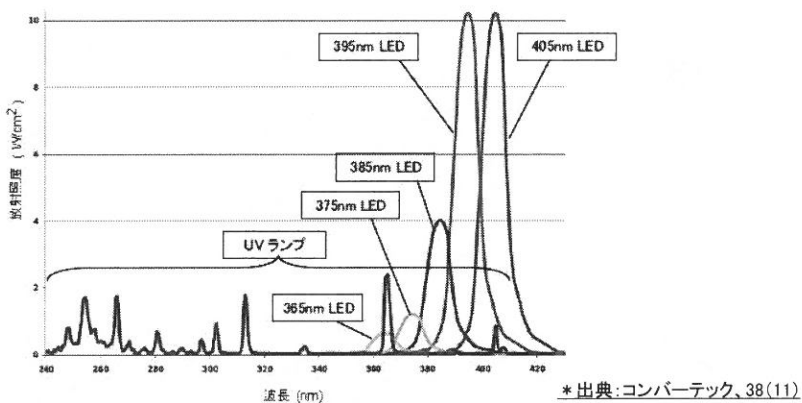
ランプ概要



UVランプの発光スペクトル



UV-LEDランプの発光スペクトル



LEDランプの利点

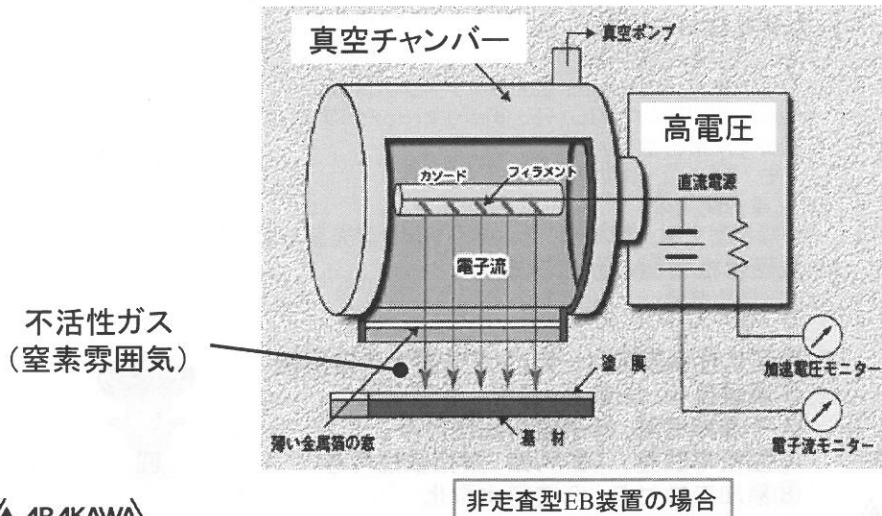
- ・省エネルギー
- ・省スペース
- ・ランプの配置の工夫で複雑形状へ対応可能



(2) EB硬化装置

EB硬化: 電子線照射により生じたラジカルにより硬化を行うシステム

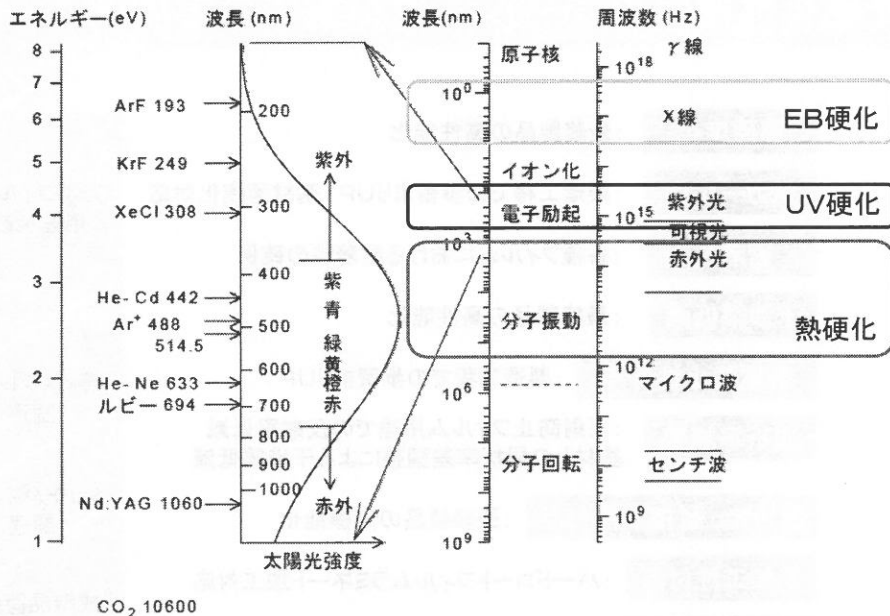
電子線 (EB=Electron Beam): 電子を加速器で加速して取り出した束



光の波長とエネルギー

$$E = hv = hc / \lambda$$

(h: プランク定数、v: 光の振動数、c: 光の速度、λ: 光の波長)



OUTLINE

1. 光硬化システム
 - 1) 熱硬化システムと光硬化システムの比較
 - 2) 光硬化システムの特徴と課題
2. 光硬化性樹脂材料
 - 1) ラジカル重合性オリゴマー
 - ①ウレタンアクリレート、②エポキシアクリレート、
 - ③ポリエステルアクリレート、④ポリマー(メタ)アクリレート
 - 2) ラジカル重合性モノマー
 - ①モノマー、②低PII化の方法
 - 3) 光重合開始剤
 - ①開裂型光重合開始剤、②水素引き抜き型光重合開始剤
3. 光硬化性樹脂の硬化方法
 - 1) UV硬化装置
 - 2) EB硬化装置
4. 光硬化性樹脂のコーティング分野での応用例
 - ①高硬度化、②低カール化、③密着性、
 - ④干渉縞低減、⑤帯電防止性付与、
 - ⑥屈折率調整、⑦耐汚染、耐指紋性付与
 - ⑧易加工性付与、⑨塗料水系化



光硬化性樹脂のコーティング分野での応用例

- | | |
|-------------------|---|
| 高硬度化 | : 最終製品の高性能化 |
| 低カール化 | : 製造工程での歩留まりUP 基材薄膜化対応 |
| 密着性 | : 各種フィルムにおける密着性の確保 |
| 干渉縞低減 | : 最終製品の高性能化 |
| 帯電防止性付与 | : 製造工程での歩留まりUP |
| 屈折率調整 | : 反射防止フィルム用途での反射率低減
基材との屈折率差調整による干渉縞低減 |
| 耐汚染、耐指紋性付与 | : 最終製品の高性能化 |
| 易加工性付与 | : ハードコートフィルムラミネート加工対応 |
| 塗料水系化 | : スプレー塗料の環境対応 |

光学フィルム
用途全般

ディスプレイ
関連

タッチパネル
関連

成型品筐体
用途全般

高硬度化 : 最終製品の高性能化

高硬度化のアプローチ: ハイブリット・ナノコンポジット技術の利用
特徴

- 透明性を維持したまま硬度UP
- テーパー磨耗UP顕著
- △低屈折率化 高価

UV硬化樹脂



無機ナノ粒子

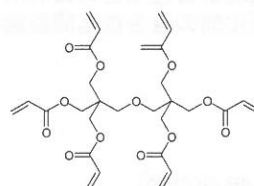
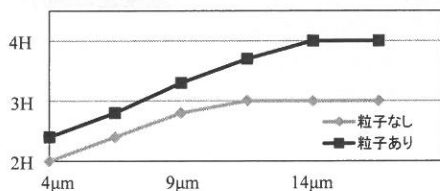
3次元架橋

鉛筆硬度比較例(一般ハードコート材料/無機粒子配合タイプ)

基材	多官能アクリル樹脂 (DPHA)	ナノコンポジットタイプ
ポリカーボネート板	HB~H	H~5H
アクリル板	3~5H	6H~9H
易接着PET(100μm)	2H	3H~7H
TAC(80μm)	2H	3H~5H

- 多官能アクリル樹脂: ジヘンタエリストルヘキサヘンタアクリレート、●ナノコンポジットタイプ: 荒川化学製 ビームセット907系
- 乾燥後膜厚: 10~30μm(硬化後、クラックを発生しない最大値で比較)、●硬化条件: 高圧水銀灯 500mJ/cm²

ナノコンポジット樹脂の鉛筆硬度 概念図



DPHA

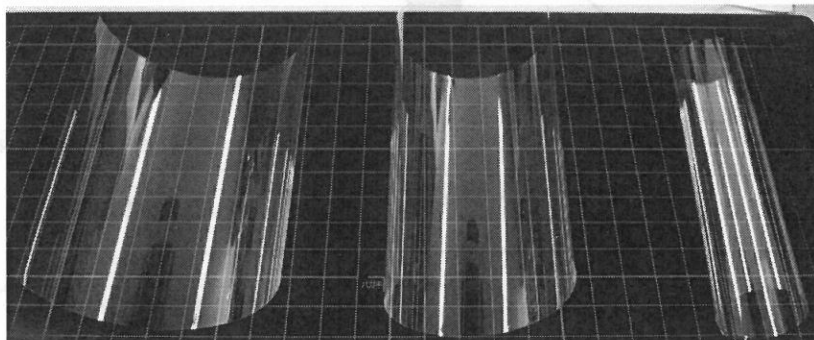


低カール化 : 製造工程での歩留まりUP 基材薄膜化対応

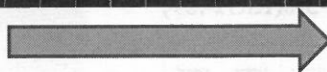
LCD-TVやモバイル機器の小型&薄型化に伴い、光学フィルム(基材)の薄膜化が加速



従来技術では、硬化収縮によるカールが大きく、フィルム化が困難



基材膜厚
厚



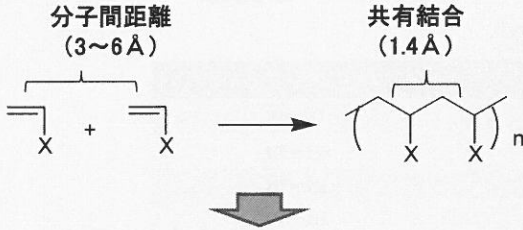
基材膜厚
薄

フィルム作成条件
同一塗料にて基材膜厚を変更
塗工膜厚: 約8μm (Dry)



低カール化 :カール発生の原因と基本対策

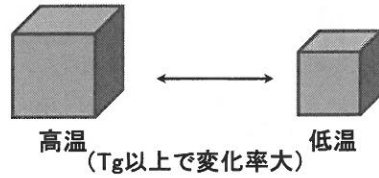
① 硬化反応時の収縮



- ・重合性基濃度の低減
- ・非反応物質の添加
- ・開環重合性化合物の利用
- ・硬化前の重合性基間距離の縮小

② 硬化物の体積収縮(冷却収縮)

重合熱他により過熱された樹脂が冷却される時の収縮

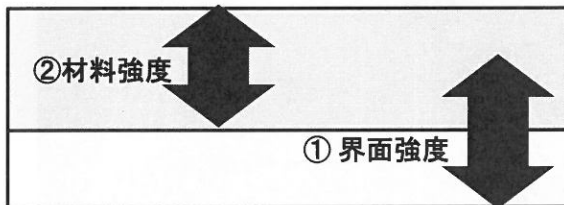


- ・硬化速度の遅延
- ・温度差の縮小



密着性 :フィルムとしての必須要求

密着しているとは？

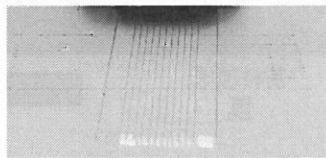


剥離のモード

- ① 界面剥離(破断)
- ② 材料破断

付着性ークロスカット法
JIS K5600-5-6(ISO2409)

分類	0	1	2	3	4	5
状態						



密着性 : 界面剥離についての改善方法

① 表面/界面の濡れ性(親和性)

➡ 塗料の表面張力調整

② アンカー効果

➡ 塗料の基材浸食・基材の物理的処理

③ 界面での分子浸透・拡散

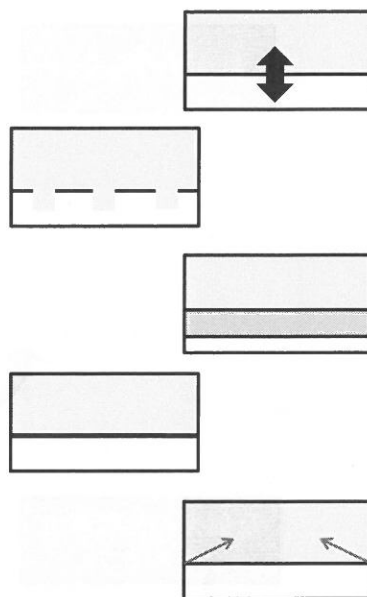
➡ 塗料の基材浸食

④ 界面での化学結合

➡ 塗料に特定の官能基導入

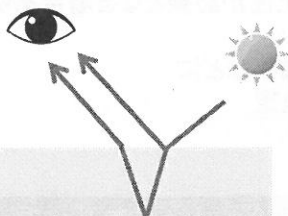
⑤ 硬化収縮による残留応力の低減

➡ 非反応性成分の配合



干渉縞低減 : パネル外観の高性能化

干渉縞の発生メカニズム

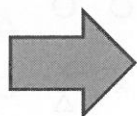


コーティング層

基材

フィルム入射光が各界面で反射し、
反射光の干渉で干渉縞が発生

干渉縞が発生したフィルム

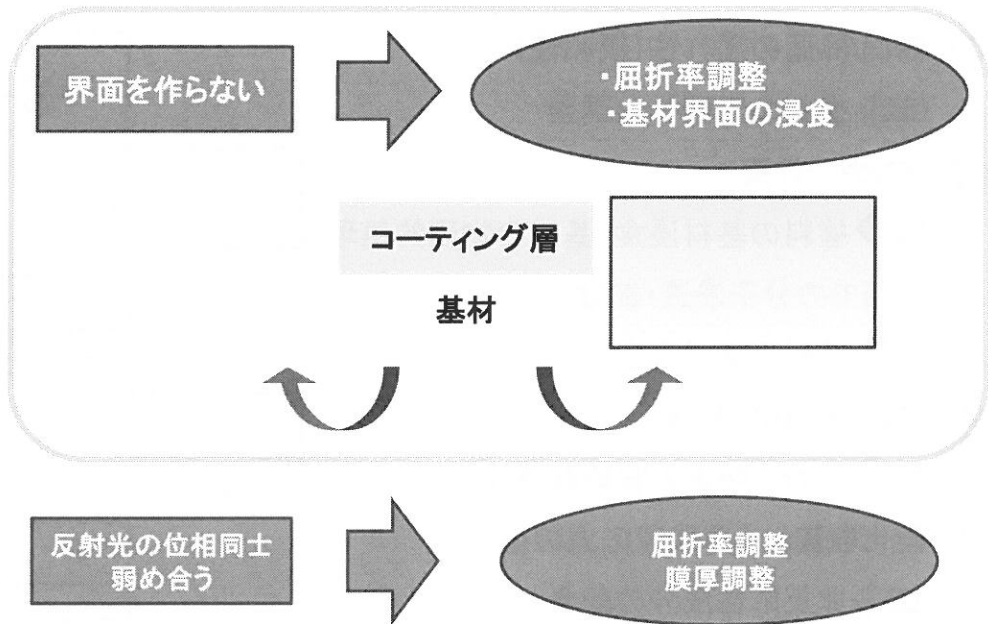


干渉縞の色味が暗くなるほど良好



干渉縞低減

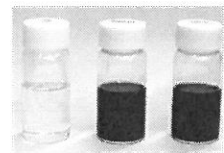
干渉縞発生の改善方法



帯電防止性付与 : 製造工程での歩留まりUP

ホコリ付着防止などの目的で帯電防止性が必要となる場合あり

用途・塗工設備・ターゲット価格などに
合わせ使用タイプを決定



導電フィラー
イオン性 導電ポリマー

帯電防止剤		透明性	色調	湿度依存性	耐久性	価格	表面抵抗値 (Ω/□)		
							10 ³	10 ⁸	10 ¹³
イオン性	低分子化合物 高分子化合物	○	○	× △	× △	○			◀
導電フィラー	金属微粒子 金属酸化物	×	× △	○	○	△			◀
導電ポリマー	炭化水素系 ヘテロ原子系	○	×	○	○ △	×			◀



帯電防止性付与 : 製造工程での歩留まりUP

方法	使用材料	特徴
イオン系材料の配合	(反応性)低分子四級アンモニウム塩 (有機)リチウム塩	透明性良好 耐水性弱い
	(反応性)高分子四級アンモニウム塩	耐水性良好 UVHC樹脂との相溶性が悪い

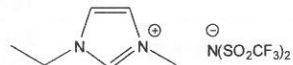
低分子イオン系帯電防止材料例



過塩素酸リチウム

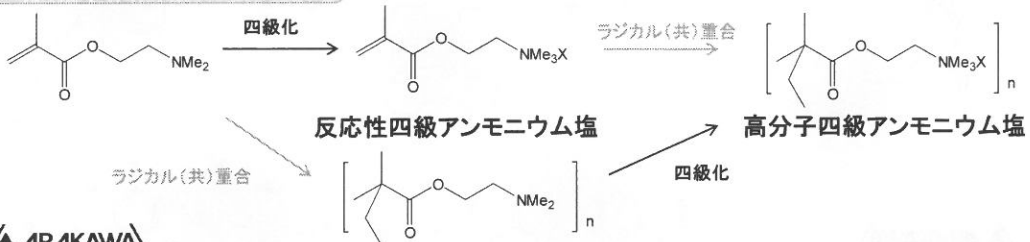


有機リチウム塩
(Li・TFSI)



イミダゾリウム塩
(EMI・TFSI)

高分子イオン系帯電防止材料例



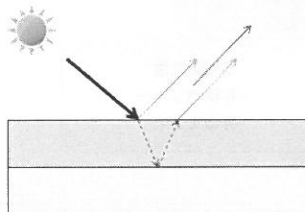
屈折率調整 : 反射防止フィルム用途での反射率低減
基材との屈折率差調整による干涉縞低減

反射防止
インデックスマッチング

高屈折率樹脂
低屈折率樹脂

高屈折率無機粒子
低屈折率無機粒子

AR (Anti-Reflection) フィルム



【タッチパネル用インデックスマッチング材】

電極パターンの骨見え防止

インデックス
マッチング層あり



インデックス
マッチング層なし

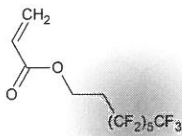


屈折率調整

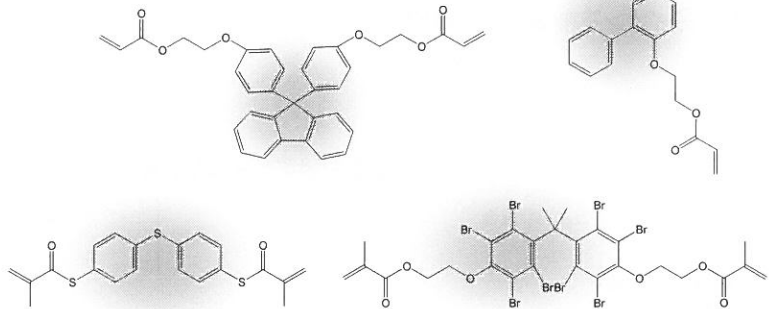
有機物における屈折率の調整

	方法	使用材料	特徴
高屈	芳香族化合物の導入	フェニル、ナフチル、 ビフェニル、フルオレン骨格を有する 反応性化合物	硬度、耐摩耗性と トレードオフ
	ヘテロ原子の導入	塩素、臭素等ハロゲン元素を有する 反応性化合物 硫黄を有する反応性化合物	難燃性付与 着色 法規制厳しい 着色、安定性、臭気
低屈	フッ素原子導入	フルオロアルキル基を有する 反応性化合物	樹脂系低屈材、コスト高

反応性低屈折率樹脂例



反応性高屈折率樹脂例

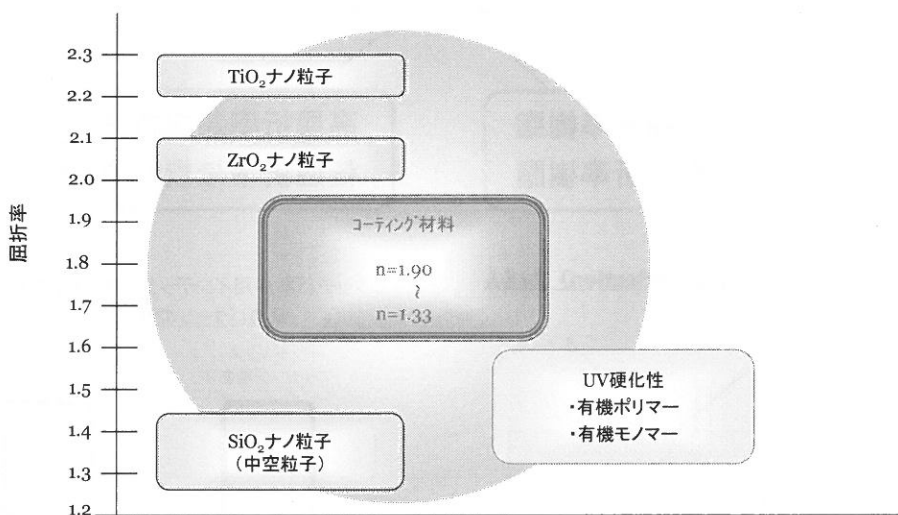


屈折率調整

無機物における屈折率の調整

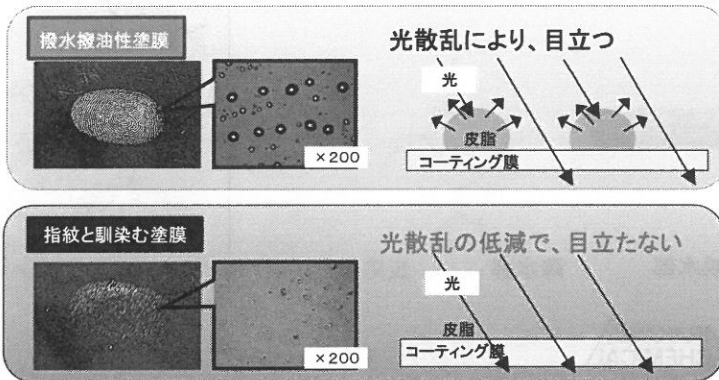
特徴

- 有機物よりも幅広い屈折率制御が可能
- 着色光透過性・ヘイズなどが原因で使用が制限される場合も有り



耐汚染、耐指紋性付与 : 最終製品の高機能化

方法	使用材料	特徴
硬化膜表面の撥水、撥油化	シリコン化合物 フッ素化合物	汚れの付着を抑制 耐マジック性、高接触角
↑↓		
硬化膜表面の親水、親油化	シリコン化合物 脂肪族系化合物 (長鎖アルキル)	付着した汚れを目立ちにくくする 耐指紋性



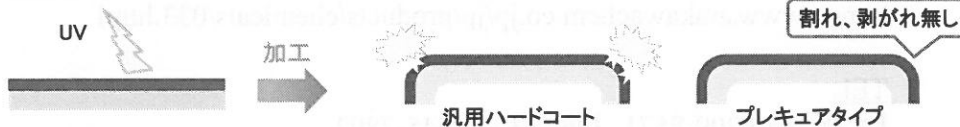
易加工性付与 : ハードコートフィルムの加工対応

鉛筆硬度と塗膜伸度 比較例

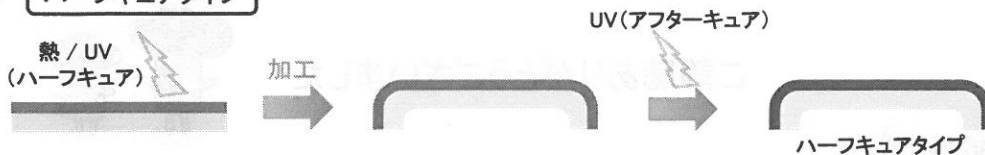
項目	汎用ハードコート (DPHA)	易加工性ハードコート	
		プレキュアタイプ	ハーフキュアタイプ
鉛筆硬度	4H	H~F	3H
500g荷重 アクリル板上 5μm厚			
塗膜伸度	10%以下	50~80%	60% (ハーフキュア30mJ/cm ²) 100%以上 (ハーフキュア熱のみ)

- 汎用ハードコート: シベンタエリスリトールヘキサヘンタアクリレート ●プレキュア、ハーフキュアタイプ: 荒川化学製ビームセット1200系
- 硬化条件: 高圧水銀灯 300mJ/cm²

プレキュアタイプ



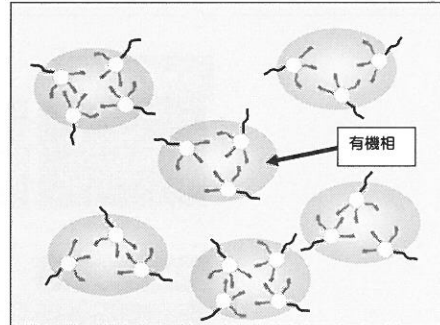
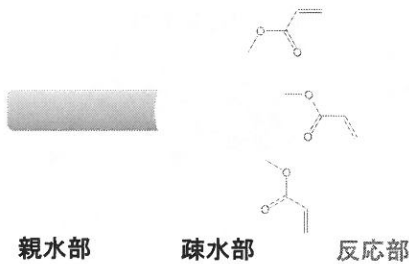
ハーフキュアタイプ



塗料水系化 : 環境対応(非危険物化) 低粘度→エマルジョンタイプ

方法	使用材料	特徴
乳化剤使用によるエマルジョン化	乳化剤、アクリレート	耐水性不良傾向
自己乳化型反応性エマルジョンの利用 (特許2590682号他)	親水性部位を有するアクリレートオリゴマー	耐水性、耐摩耗性良好 他アクリレートの乳化、機能性分散体併用可能

自己乳化型反応性エマルジョン



Speciality Chemical Partner



荒川化学工業株式会社
コーティング事業部 営業部

ホームページ

<https://www.arakawachem.co.jp/jp/products/chemicals/033.html>

TEL

【大阪】06-6209-8571 【東京】03-5645-7802

ご静聴ありがとうございました

