

2020年5月11日
株式会社インプレスR&D
<https://nextpublishing.jp/>

日本の素材産業を代表する「機能性フィルム」
『産業を支える機能性フィルム 第2版』発行
その多岐にわたる各分野の最新情報を紹介！

インプレスグループで電子出版事業を手がける株式会社インプレス R&D は、『産業を支える機能性フィルム 第2版』(編者:機能性フィルム研究会)を発行いたします。

『産業を支える機能性フィルム 第2版』

<https://nextpublishing.jp/isbn/9784844378488>



編者:機能性フィルム研究会

小売希望価格:電子書籍版 2200円(税別)/印刷書籍版 2800円(税別)

電子書籍版フォーマット:EPUB3/Kindle Format8

印刷書籍版仕様:A5判/モノクロ/本文 314 ページ

ISBN:978-4-8443-7848-8

発行:インプレス R&D

<<発行主旨・内容紹介>>

機能性フィルムとは、基材となるプラスチックフィルムなどに様々な機能を持つ材料を、コーティング、プリンティング、真空蒸着やスパッタリング、表面処理などで付加して、新たな機能や付加価値を付けたものです。

その応用分野は、スマホやタブレットなどの電子機器から、自動車、エネルギー、包装材料、医薬用や食品包装まで多岐にわたっています。

本書では、多種多様な機能性フィルムの特徴や加工法、市場動向など、この分野のハイテク材料の技術動向の最新情報をわかりやすくまとめています。機能性フィルムの現状と市場動向、将来の技術動向などを知りたい方、商品開発のヒントにしたい方、どんな会社がどんな製品をつくっているのかを知りたい方に最適の1冊です。

(本書は、次世代出版メソッド「NextPublishing」を使用し、出版されています。)

「第1章 機能性フィルム市場とその展望」より

1-1 機能性フィルム (Specialty Film) とは

元 日東電工 (株)
松井孝雄

1-1-1 機能性フィルムの始まり

日本人が昔から育んできた生活用品の製造法 (和紙製造、金箔製造、こんにやく製造、衣類の糸紬や染色等) は、職人が独自に洗浄、細断、粉碎、ろ過、乾燥、攪拌、混練、延伸などの技を駆使し作り上げてきたものであり、日本人の繊細さ、器用さ、優れた感性に知恵と工夫と努力を加えた賜物ともいえるものである¹⁾。

1970年代後半に時計やゲームに液晶表示が採用され始め、偏光板を中心に光学材料が急速に立ち上がってきた。1990年代になり、液晶ディスプレイとしてパソコン、テレビ、スマートフォン、掲示板、タブレットなどの機器に幅広く採用されるようになり、偏光板、位相差板、保護シート、防眩シート、Optical Clear Resin (OCR: 紫外線硬化樹脂)、Indium-tin-oxide (ITO) フィルムなどが次々と現れ、これらが「機能性フィルム」のひとつとして呼称されるようになった²⁾。

1-1-2 機能性フィルムとは

機能性フィルム (Specialty Film³⁾) を創り出す基材には、プラスチックフィルム、樹脂板、合成紙、不織布、金属、箔、加工紙などの単体または複合化したものがある。機能性フィルムとは、その基材に、様々な機

1) 機能性フィルムの英訳を "Functional Film" にするとフィルム自体が機能を担う意味合いが強くなる。一般にはフィルムに属したり、また、取り扱われたり、扱いたくして機能を付与することが多いため、"Specialty Film" の方が適切であるという東京工業大学の矢野 厚樹氏の提案をいただき、"Specialty Film" を使用することにした。

能を持つ材料 (インク、塗料、コーティング剤、粘着剤、離型剤、無機材料、金属材料など) を、機器 (溶解分散装置、押出機、延伸装置、コーター、印刷機、各種真空機器、ラミネーター、抜き加工など) を用いて、コーティング、プリンティング、真空蒸着やスパッタリング、表面処理、エンボッシング、カレンダーリング (以下、コンバーティング技術と言う) などで加工することで新たな機能や付加価値を付けたものをいう³⁾。

1-1-3 コンバーティング技術を用いた新機能の創生

印刷や塗工技術などのコンバーティング技術を用いて、どのような付加価値が創り出されるかを以下に示す。

- 1) フィルムの表面処理や改質による機能の向上 (制電性、親水性、防汚染性等)
- 2) 延伸や収縮による機能の創製 (偏光フィルム、位相差フィルム、多孔質フィルム、海水淡水化などの膜材料)
- 3) コーティングによる機能の付加 (ハードコート、バリアフィルム、ITOフィルム、農業用フィルム、加飾フィルム)
- 4) 粘着機能の付加 (Optical Clear Adhesive (OCA)、保護フィルム、電子材料の工程用フィルム)
- 5) 多層化や張り合わせによる機能の創製 (バックシート、食品包装フィルム)
- 6) 発泡による機能の創製 (反射フィルム、防水フィルム)

竹本は講演⁴⁾の中で今後は機能だけではなく、アイデアやサービスが付加されるものが期待されるようになると述べている。

1-1-4 筆者の研究開発から

今から35年前、液晶表示が電卓とゲームに採用され始めた頃に筆者らは、世界初のフレキシブルディスプレイのプラスチック液晶セル用偏光

「第2章 様々な機能性フィルムとその用途・特徴」より

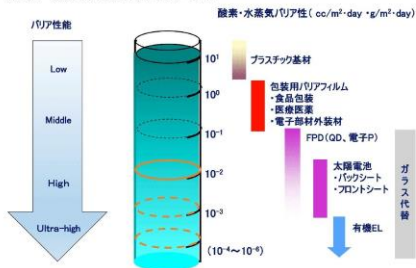
2-3 水蒸気バリアなどの鮮度保持用機能性フィルム (透明ハイバリアフィルム)

凸版印刷 (株)
山本俊巳

2-3-1 特性と製造法

透明バリアフィルムは気体分子の透過あるいは内部からの放出を抑え、包装材料であれば、内容物が湿気ることや酸化することを防止する。また、ディスプレイや太陽電池などのエレクトロニクス分野であれば、内部の素子が水分や酸素の侵入により劣化することを抑制することが可能である。そのため、包装材料用途から産業資材用途まで幅広い商品に適用され、図2-3-1に示すように要求されるバリアレベルも様々である。

図2-3-1 酸素・水蒸気透過率とアプリケーション



透明なガスバリア性を付与する方法としてはバリア性の高い材料と共

押出フィルムを作る方法とプラスチックフィルム基材上に薄膜コーティングする方法がある。コーティング方法としてはガスバリア性のある有機物・高分子または無機物をコートする方法 (ウェットコーティング法)、金属や金属化合物を出発材料として、真空製膜する方法 (ドライコーティング法)、有機バリア層あるいは有機・無機複合バリア層をコートする方法 (ウェット・ドライハイブリッド法) などがある。主なバリアフィルムの性能を表2-3-1に示す。

表2-3-1 主なバリアフィルムの性能

	透明バリア				不透明バリア	
	EVOH	PVA	PVDC	MXD-6	アルミ蒸着	アルミ箔
酸素バリア性	○	○	△	△	○	◎
防湿性	×	×	△	×	○	◎
温度・湿度の影響	有り	有り	有り	有り	少ない	無し
保護性	○	○	△	×	○	◎
レイトム溶性	△	×	○	△	○	◎
電子レンジ適性	◎	◎	◎	◎	×	×

(注1) 上記透過率はPETタイプの値
(注2) EVOH: 一般にポリエーテルと変わる酸素ガスバリア性がある樹脂
PVA: 非リジニールアルコール、酸素ガスバリア性がある樹脂
PVDC: サランなどフィルムとして使われたり、膜状にコーティングして使われる酸素、水蒸気バリアがある樹脂
MXD-6: 一般的にバリア性が高いまたは両性出H₂として使われる酸素ガスバリアがある樹脂

ドライコーティング法において、ガスバリア性と透明性を両立するバリア材料としては、Al₂O₃やSiO₂の二元系の化合物が用いられることが多い。製膜方式としては物理蒸着 (PVD: physical vapor deposition) 法と化学蒸着 (CVD: chemical vapor deposition) 法に大別される。PVD法には、加熱蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法がある。一方、CVD法はプラズマCVD法、熱CVD法がある。一般に包装材料用途分野では、低価格で大量に生産できる巻取り式蒸着装置 (ロールtoロール式蒸着装置) が用いられ、ランニングコストが安価なPVD法を採用するメーカーがほとんどである。また、蒸着方式の欠点である伸びや折り曲げに弱い点や、バリア性の安定・向上のために、蒸着後にウェットコーティングすることが一般的である。

「第3章 機能性付与のための素材・材料」より

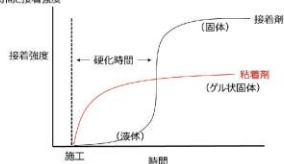
3-9 エマルション型粘着剤

ライオン・スベシヤリティ・ケミカルズ (株)
藤田和寛

3-9-1 粘着剤とは

粘着剤は、熱や溶剤などの作用を必要とせず、指圧程度の極めて低い圧力で他の被着体に接着することができる接着剤である(図3-9-1)。一般に粘着剤は各種基材に塗布され、粘着テープとして使用される(図3-9-2)。用途的には、永久型と再剥離型に大別される。永久型は被着体に半永久的に貼っておくタイプで両面テープや発泡体用として使用される。再剥離型は一定期間貼っておき、不要になった時に、被着体に傷残りもなく、きれいに剥がせるタイプで付箋や表面保護フィルムとして使用される。

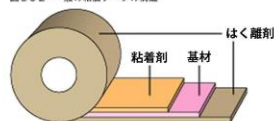
図3-9-1 粘着剤・接着剤の性能発現の時間依存性
時間と接着強度



3-9-2 粘着剤の種類

粘着剤に使用される材料は、ゴム系(天然ゴム、合成ゴム)、アクリル系(アクリル酸エステル共重合体)、シリコーン系(シリコーンゴム、シ

図3-9-2 一般の粘着テープの構造



リコーレジン)、ウレタン系(ポリオールとポリイソシアネート反応物)に大別される。また、粘着剤の形態は、酢酸エチルなどの有機溶剤に溶解した有機溶剤型と水に分散させたエマルション型(ゴムラテックスなど)、無溶剤の固形型に大別される。

3-9-3 エマルション型粘着剤とは

エマルション型粘着剤は、アクリル系とゴム系に大別できるが、主流はアクリル系であり、特に紙ラベルのほとんどがアクリル系である。アクリル系粘着剤は、水系の分散液であり、溶剤型粘着剤と比べ、溶液粘度に影響する分子量の制限がなく、ポリマーの高分子量化が可能であり、高い凝集力を示すため、溶剤型粘着剤に使用される架橋剤の添加は不要である。しかし、ポリマーを重合する際、界面活性剤の使用が必須であり、耐水・耐熱性等で溶剤型粘着剤に劣る部分がある。一方、ゴム系粘着剤は、天然ゴムラテックス、スチレン-ブタジエンラテックス、イソブレンラテックスなどがあるが、アクリル系に比べ、耐候性や粘着付与樹脂との相溶性に劣るため、一般的に使用は制約されている。近年、合成ゴムラテックスの改良や粘着付与樹脂の分散技術の向上により、実用化が進んでいるが、本稿では、エマルション型アクリル系粘着剤について説明する。

【1】エマルション型アクリル系粘着剤¹⁾

エマルション型粘着剤の長所はコスト面と安全性であり、また、粒子として分散しているため、ポリマーの分子量に関わらず、高固形分の製

「第4章 コンバーティング(装置・プロセス)とその技術」より

4-4 ドライコーティング装置

尾池アドバンスフィルム (株)
楢木利雄

4-4-1 ドライコーティングとは

フィルム上に機能性コーティングを行う方法としては、ドライコーティング(Dry Coating、乾式成長法)とウェットコーティング(Wet Coating、湿式成長法)の2つに大別される。ドライコーティングは、真空下もしくは大気下において、蒸気もしくはガス状にした原料を基板上まで輸送し、薄膜として堆積させる方法である。一方、ウェットコーティングは、大気下において、液体状の原料を基板上に塗布、乾燥させることで、薄膜を得る方法である。

工業的に用いられるドライコーティングの手法を図4-4-1に示す。ドライコーティングは、物理気相成長法(Physical Vapor Deposition: PVD)と化学気相成長法(Cheical Vapor Deposition: CVD)に分けられる。成膜方式として、PVDは真空蒸着、スパッタリング、イオンプレーティングなどが、一方、CVDは、熱CVD、プラズマCVD、Cat-CVDなどがある。これらの具体的な内容は成膜方式の項で述べる。

4-4-2 装置構成

機能性フィルムを製造するドライコーティング用装置として、バッチ式成膜方式、インライン連続成膜方式、ロールtoロール(以下RTR)成膜方式の3つがある。それぞれの方式について、概略と特徴を表4-4-1に示す。方式により装置構成は異なるが、ここでは、大量生産に用いられるRTR方式の内容について概説する。

図4-4-1 ドライコーティングの手法

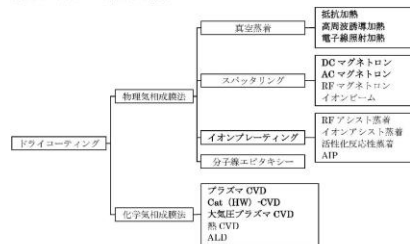


表4-4-1 成膜方式の概要¹⁾

成膜方式	概略図	概要
バッチ式		<ul style="list-style-type: none"> 比較的小型の基板に対し成膜、厚み制御に優れ、超薄膜の成膜が可能。 レンズ、光学フィルター等の成膜。
インライン		<ul style="list-style-type: none"> ロードロックを介し、平板状の基材を搬送しながら成膜。 チャンバーを複数台並べることので、多層膜が可能。 大型ガラス等の成膜。
ロールtoロール		<ul style="list-style-type: none"> ロール状に巻いたフィルムを送りながら成膜。 蒸発源を複数個用いることで、多層膜が可能。 フィルムの成膜。

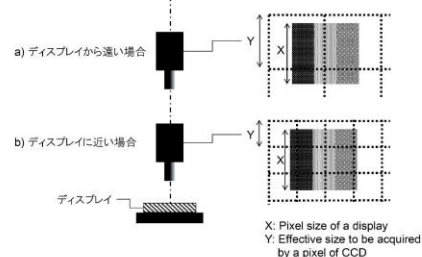
RTR成膜装置の構成概略を図4-4-2に示す。装置は巻き出し、前処理、成膜、巻取りの各部分から構成されている。装置構成により、各部分は

「第5章 機能性フィルムの評価・分析・解析」より

に低下させる必要がある。そこで、被写体とカメラの距離を調整することで撮像素子の解像力を変更することを考案し、その条件検討を行った。

図5-1-4に撮像素子の1画素当たりに撮影されるエリアのサイズYと表示画素のサイズXを模式的に示す。Xは表示装置に固有の値であるが、Yは被写体となっている表示装置とカメラの距離を変更することで任意に調整することが可能である。図5-1-4(b)のように距離を近づけるとYが小さくなるため、カメラの解像力が向上して表示画素が容易に判別できるようになるが、逆に図5-1-4(a)のように遠ざげるとYが大きくなって表示画素の判別ができないようにすることができる。Yの値は、たとえばものを被写体上に置き、その1cmに対応する画素数Nを求めると $10,000/N$ (μm)と算出することができる。

図5-1-4 ディスプレイの画素サイズ (X) と撮像素子当たりの撮影範囲 (Y)



ここで、防眩処理のない表示装置の画面を撮影した画像 (500 × 500 画素) の階調分布を図5-1-5に示す。横軸は明るさの階調 (8ビット) であり、縦軸は撮影画像中に存在する各階調の画素数を示している。YとXの比、すなわちY/Xが小さいと表示画素の格子が見えるため2項分布

を示すが (Y/X=0.52)、Y/Xが大きくなるにつれて2つのピークが重なり合い、完全に1つとなる (Y/X=0.74)。

図5-1-5 撮影画像の階調分布におけるカメラ位置依存性

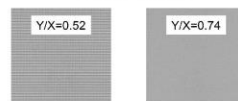
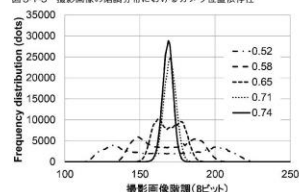
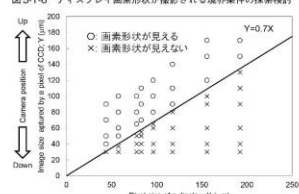


表5-1-1に様々な表示装置の画素情報を示しているが、これらの表示装置の様々なXに対してカメラ距離を変更することでYを変更し、表示画素が見えたYを×、見えないYを○として図5-1-6にプロットした。

図5-1-6 ディスプレイ画素形状が撮影される境界条件の探索検討



<<目次>>

20周年記念単行本発刊にむけて

はじめに

第1章 機能性フィルム市場とその展望

- 1-1 機能性フィルム (Specialty Film) とは
- 1-2 高機能フィルムの市場展望

第2章 様々な機能性フィルムとその用途・特徴

- 2-1 食品包装用バリアフィルムとポリ塩化ビニリデンコートフィルム
- 2-2 食品包装向けフィルムに求められるバリア機能
- 2-3 水蒸気バリアなどの鮮度保持用機能性フィルム (透明ハイバリアフィルム)
- 2-4 光学用偏光フィルム及び関連材料
- 2-5 位相差フィルム
- 2-6 表面構造制御による防眩フィルムの低ギラツキ化とその展開
- 2-7 形状異方性フィルターの垂直配向制御を用いた放熱シートの開発
- 2-8 加飾シートへの要求特性と開発動向
- 2-9 自動車向け樹脂ウインドウ用電子線 (EB) 硬化耐候ハードコート転写フィルム
- 2-10 剥離フィルム
- 2-11 リチウムイオン電池向け機能性フィルム (バッテリーパウチ)
- 2-12 低炭素化時代に向けたエネルギー関連の機能性フィルム・シート

第3章 機能性付与のための素材・材料

- 3-1 ナノカーボンを用いた機能性フィルム
- 3-2 セルロースナノファイバー複合樹脂のフィルムへの適用事例
- 3-3 セルロースナノファイバーの機能性フィルムへの応用

- 3-4 ハードコート
- 3-5 塗料とインキ概論
- 3-6 ナノ粒子ハイブリッド型機能性UVハードコート
- 3-7 オレフィン樹脂と化学結合する新規プライマー材料
- 3-8 アクリル系粘着剤の偏光フィルム用途への応用
- 3-9 エマルション型粘着剤
- 3-10 車載向け樹脂カバー対応超厚膜光学用透明粘着剤の開発
- 3-11 非シリコン系剥離剤
- 3-12 剥離フィルム関連材料
- 3-13 剥離コーティング剤
- 3-14 銀ナノワイヤー
- 3-15 自己修復コーティング剤
- 3-16 帯電防止コーティング剤

第4章 コンバーティング(装置・プロセス)とその技術

- 4-1 ウェブハンドリング技術
- 4-2 ウェットコーティング概説
- 4-3 加飾フィルム
- 4-4 ドライコーティング装置
- 4-5 枚葉ラミネート技術・装置
- 4-6 静電気力を利用した除塵装置BANDO MDECの開発と応用
- 4-7 自動通蒸機能付き電子レンジ対応パッケージの開発

第5章 機能性フィルムの評価・分析・解析

- 5-1 防眩加工されたディスプレイのギラツキ度合評価技術の開発
- 5-2 機能性フィルムの各種試験方法

おわりに

機能性フィルム研究会 沿革

<<編者紹介>>

機能性フィルム研究会

2000年5月に創設され、発起人会5社による研究会の活動方針などの調査期間を経て2003年18社により活動を開始した異業種交流会。

会員には、フィルムなどの基材メーカー、総合化学メーカー、エレクトロニクスメーカー、印刷メーカー、機能性素材メーカー、コンバーティング(受託加工)メーカー、コンバーティングに関わる各種装置・測定器メーカー、調査会社、商社、展示会等運営会社など民間企業の他、大学、官庁などの公的機関に所属される研究者、技術者、並びに長年研究会活動、運営に携わってこられた方々が参画され、会員数は159社となっている。

(会員数は2020年4月1日現在)

<<販売ストア>>

電子書籍:

Amazon Kindle ストア、楽天 kobo イーブックストア、Apple Books、紀伊國屋書店 Kinopyy、Google Play Store、honto 電子書籍ストア、Sony Reader Store、BookLive!、BOOK☆WALKER

印刷書籍:

Amazon.co.jp、三省堂書店オンデマンド、honto ネットストア、楽天ブックス

※ 各ストアでの販売は準備が整いしだい開始されます。

※ 全国の一般書店からもご注文いただけます。

【インプレス R&D】 <https://nextpublishing.jp/>

株式会社インプレスR&D(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:井芹昌信)は、デジタルファーストの次世代型電子出版プラットフォーム「NextPublishing」を運営する企業です。また自らも、NextPublishing を使った「インターネット白書」の出版など IT 関連メディア事業を展開しています。

※NextPublishing は、インプレス R&D が開発した電子出版プラットフォーム(またはメソッド)の名称です。電子書籍と印刷書籍の同時制作、プリント・オンデマンド(POD)による品切れ解消などの伝統的出版の課題を解決しています。これにより、伝統的出版では経済的に困難な多品種少部数の出版を可能にし、優秀な個人や組織が持つ多様な知の流通を目指しています。

【インプレスグループ】 <https://www.impressholdings.com/>

株式会社インプレスホールディングス(本社:東京都千代田区、代表取締役:唐島夏生、証券コード:東証1部9479)を持株会社とするメディアグループ。「IT」「音楽」「デザイン」「山岳・自然」「旅・鉄道」「学術・理工学」を主要テーマに専門性の高いメディア&サービスおよびソリューション事業を展開しています。さらに、コンテンツビジネスのプラットフォーム開発・運営も手がけています。

【お問い合わせ先】

株式会社インプレス R&D NextPublishing センター

TEL 03-6837-4820

電子メール: np-info@impress.co.jp