

ポリエステルフィルムとその応用

--- 伝統産業から最新技術周辺まで ---

(元) 鳥取大学 工学部 大内 伊助

科学カフェ京都 2008.3.1 (京大吉田南総合館)

1. ポリエステルフィルム

1.1 ポリエステルフィルムとは何か？

1.2 プラスチックフィルムにはどんなものがあるか？

1.3 プラスチックフィルムはどうつくるのか？

1.4 ポリエステルフィルムの沿革

2. ポリエステルフィルムの応用

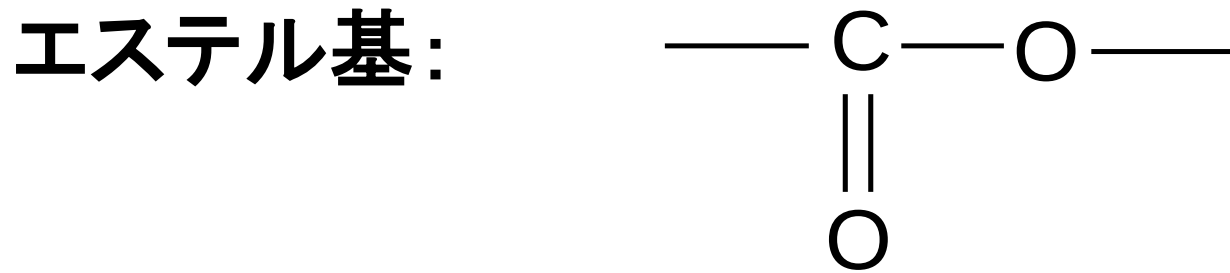
2.1 金銀糸への応用と小型コンデンサー

2.2 液晶ディスプレイへの応用

3. ポリエステルフィルムの物理、および、化学的特性

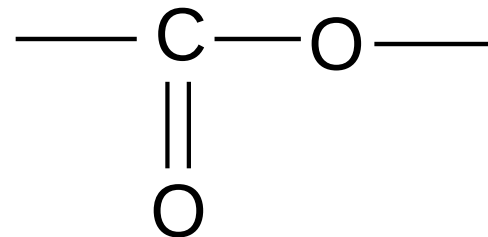
4. まとめ

1.1 ポリエステルフィルムとは何か？

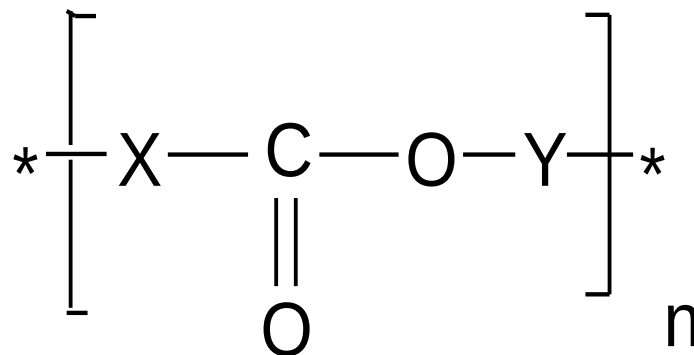


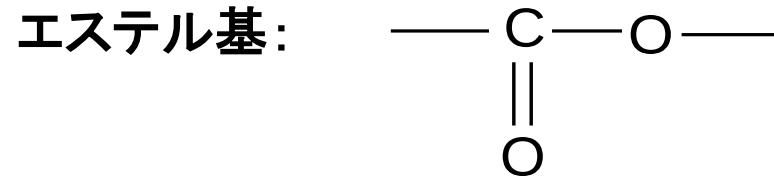
エステル： 酸とアルコールとから水を分離して
生成する化合物

エステル基:

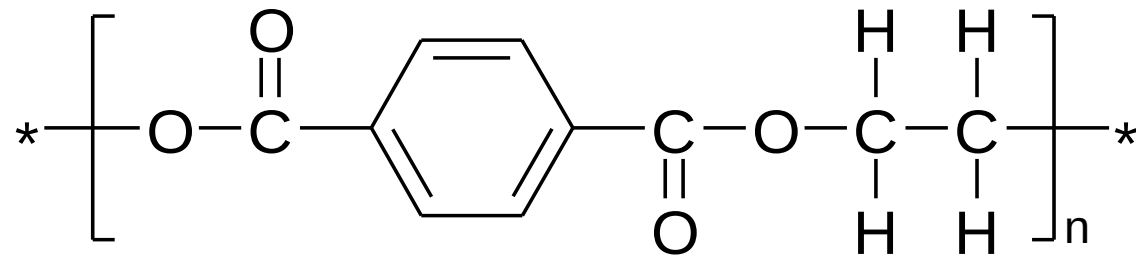


ポリエステル:



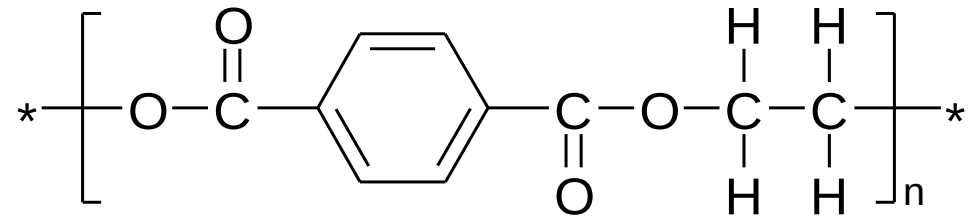


ポリエチレンテレフタレート Polyethylene terephthalate (PET)



ポリエチレンテレフタレート

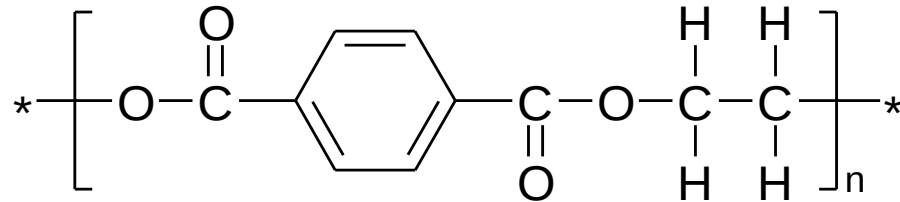
Polyethylene terephthalate (PET)



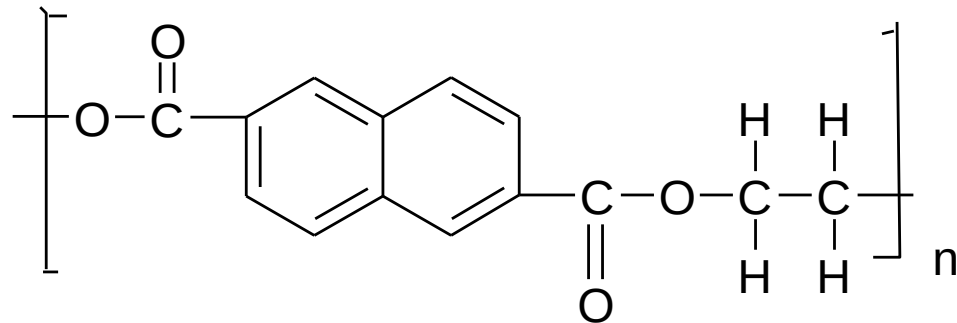
PETポリマー → 熔融 →

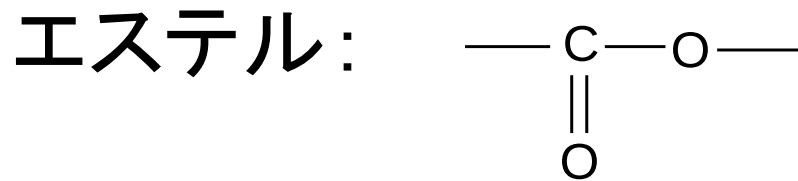
1. 繊維（衣料用繊維、 非衣料用繊維）
2. フィルム
3. 成型用樹脂（通常、ガラス繊維強化）
4. ボトル

ポリエチレンテレフタレート
Polyethylene terephthalate (PET)



ポリエチレンナフタレート
Polyethylene naphthalate (PEN)





A. 不飽和ポリエステル

B. 飽和ポリエステル

(広義) 繰り返し単位に-OCO-基を有する飽和高分子。

(狭義) 二価アルコールと二塩基酸の反応による縮重合
反応によって合成される飽和高分子: PET, PEN, --

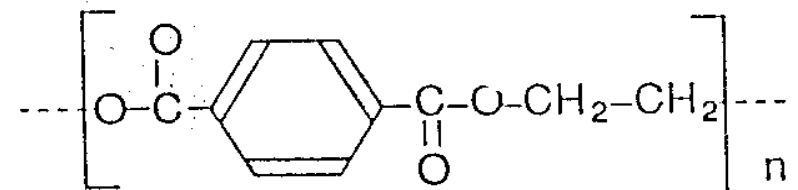
(慣用) PET (ポリエチレンテレフタレート)

(a) 衣料用繊維、産業用繊維

(b) フィルム

(c) 成型用樹脂(通常はガラス繊維強化)

(d) ボトル



不飽和ポリエステル

例えば、フタル酸、マレイン酸、プロピレングリコールとスチレンから合成されたものなど。 飽和ポリエステルとは全く異なる。



(飽和多塩基酸) (多価アルコール) (不飽和多塩基酸) (多価アルコール)

オルトフタル酸 プロピレングリコール マレイン酸 プロピレングリコール

フィルム： 縦・横方向に較べ厚み方向が非常に薄い 一様な可撓性面状物体。

- (0) 薄皮、蜘蛛糸のような細いもの。薄い膜、層。**
- (1) プラスチックフィルム。**
- (2) 写真フィルム(可撓性基板＋感光性乳剤)。**
- (3) 映画フィルム。映画。**

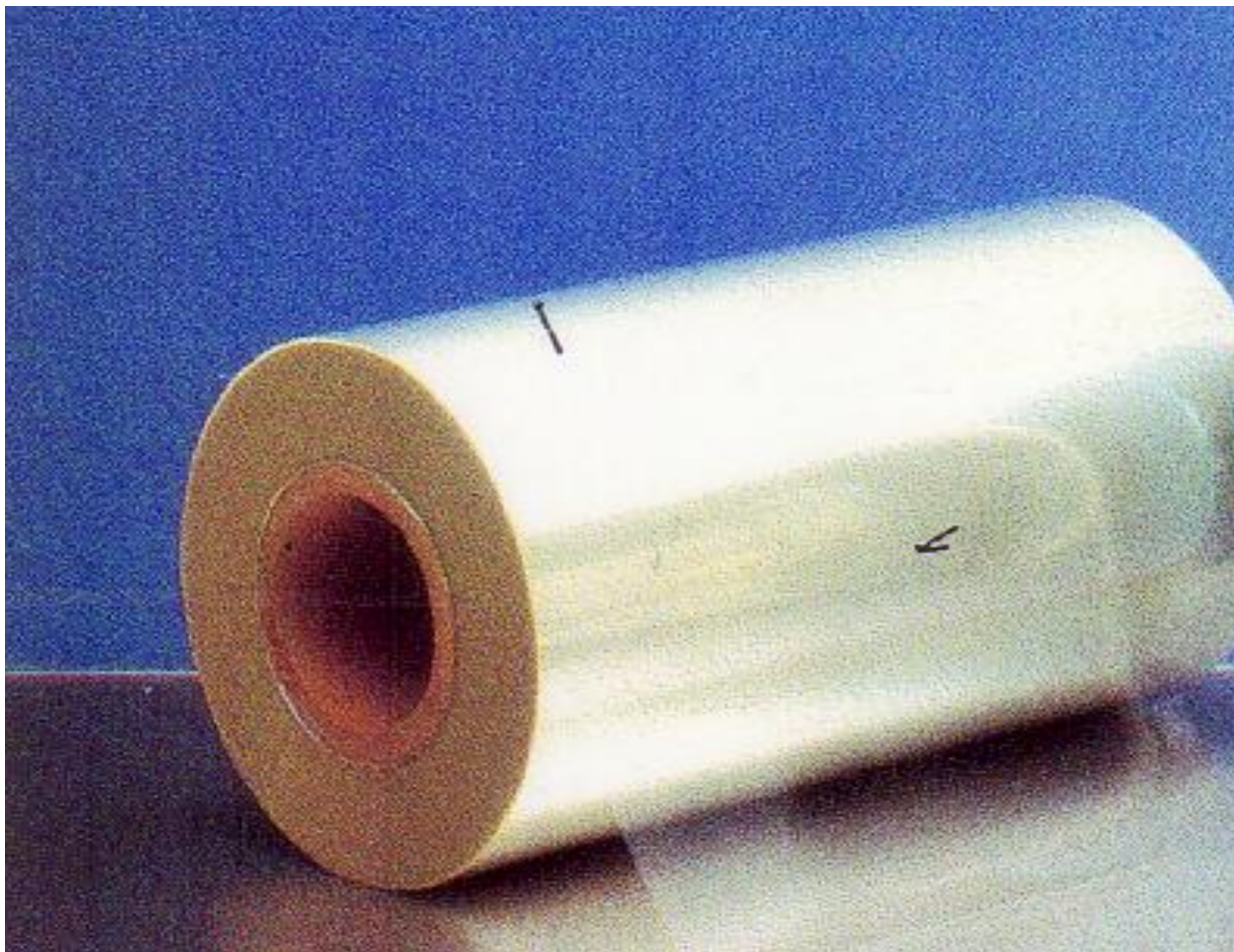
紙：(天然)繊維を漉いて密に絡み合わせた面状物。

箔：金属の薄い面状物。

膜：複雑な機能や生体関連機能をもったフィルム。

**薄膜：薄いことによって特別の機能を発現した数ミクロン以下
(狭義では、 $0.1\mu\text{m}$ 以下)のthin film。(プラスチックフィルムの中国語訳：薄膜)。**

フィルムロール



フィルム と シート

- フィルム ---- 厚み 200 – 300 μ m程度以下。長尺に捲きとって作成。
(長尺に捲きとって作成するときは500 μ m厚でもフィルムと言われる。)
- ・ シート ----厚み 200 – 300 μ m程度以上。
作成時に切断。
sheets の単数。
cut してあるときは薄くてもシートと呼ばれる。

1.2 プラスチックフィルムにはどんなものがあるか？

生産開始年

- 1915 セロファン La Cellophane
- 1923 防湿セロファン(ニトロセルロースコート) du Pont
- 1930 セルロースアセテートフィルム
- ポリスチレンフィルム Nord Deuche Kabelwerke
- 1934 塩酸ゴムフィルム Goodyear
- 1940- ポリエチレンフィルム
- ポリ塩化ヴィニリデン(共)フィルム
- 1945 ポリエチレンフィルム(民生用) Visking Corp
- 1950 ポリ塩化ヴィニルフィルム UCC
- 1954 ポリエチレンテレフタレートフィルム du Pont
- 1960 ポリプロピレンフィルム Montecattini
- ポリカーボネートフィルム Bayer
- 1964 ポリイミドフィルム du Pont
- 1973 (87) ポリエチレンナフタレートフィルム 帝人

プラスチックフィルムにはどんなものがあるか？（用途別）

汎用フィルム（主に、包装用、農業用）：

ポリエチレン	LDPE	$-\text{CH}_2\text{CH}_2-$
	HDPE	
ポリプロピレン	PP	$-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{H}-$
ポリ塩化ヴィニル	PVC	$-\text{CH}_2\text{CClH}-$
ポリスチレン	PST	$-\text{CH}_2\text{C}(\text{C}_6\text{H}_6)-$

包装用のフィルム

（セロファン）

ポリ塩化ヴィニリデン	Cellulose	
ナイロン	PVDC	$-\text{CH}_2\text{CCl}_2-$
	PA	$-\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO}-$

主に工業用フィルム

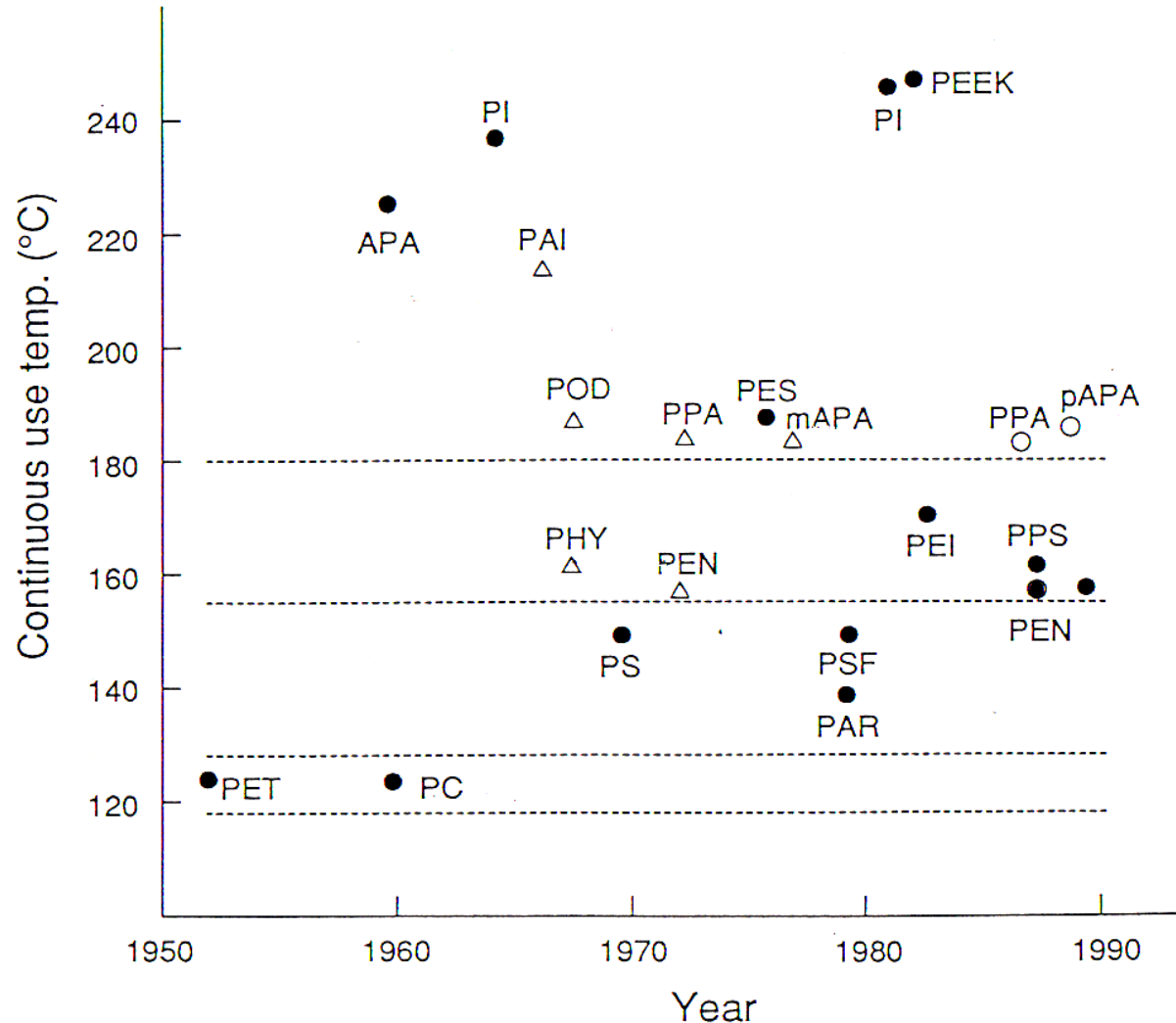
ポリエチレンテレフタレート	PET	$-\text{CO}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$
ポリカーボネート	PC	$-\text{O}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{C}(\text{CH}_3)_2(\text{C}_6\text{H}_4)\text{OCO}-$
トリアセテート	TAC	
ポリヴィニルアルコール	PVA	$-\text{CH}_2\text{C}(\text{OH})\text{H}-$
ポリエチレンナフタレート	PEN	$-\text{CO}(\text{C}_{10}\text{H}_6)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{O}-$

ポリアミド、アラミド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、-----
シクロオレフィン系、ノルボルネン系-----

高性能フィルムの工業化

Trend of high performance films

- Commercial
- Semi-commercial
- △ Suspended



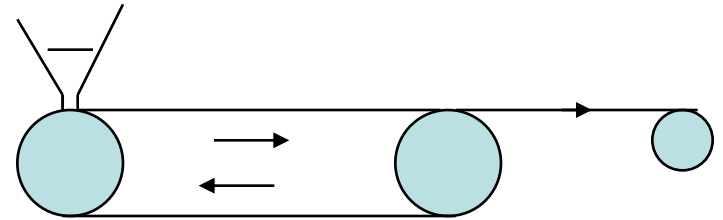
- PI: Polyimide
- PAI: Polyamide-imide
- APA: Aramid (meta or para)
- POD: Polyoxadiazole
- PHY: Polyhydantoin
- PPA: Polyparabanic acid
- PEN: Polyethylene naphthalate
- PSF: Polysulfone
- PES: Polyether-sulfone
- PAR: Polyarylate
- PEEK: Polyether-ether-ketone
- PEI: Polyether-imide
- PPS: Polyphenylenesulfide
- PC: Polycarbonate
- PET: Polyethylene telephthalate

1.3 プラスチックフィルムはどうつくるのか？

1. 流涎法 (casting法)

溶液をエンドレスベルトの上に流して溶剤を蒸発させる。

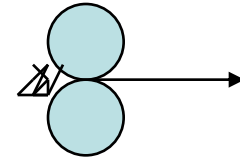
アセテート、ポリ塩化ビニル、
ポリスチレン、ポリカーボネート



2. カレンダー法 (主にシート用)

2つのロールの間に樹脂を入れて圧縮、シート化する。

軟質ポリ塩化ビニル、ポリ
ビニルブチラール

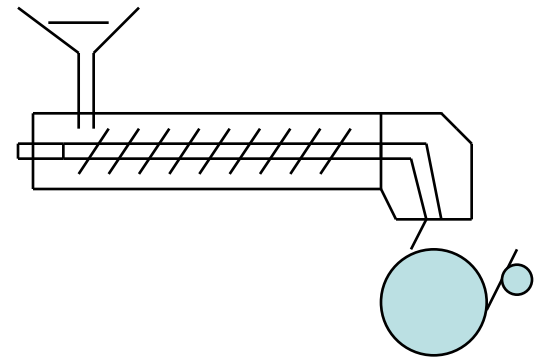


3. 湿式押出し法

液中にスリットを通して樹脂を押し出す。

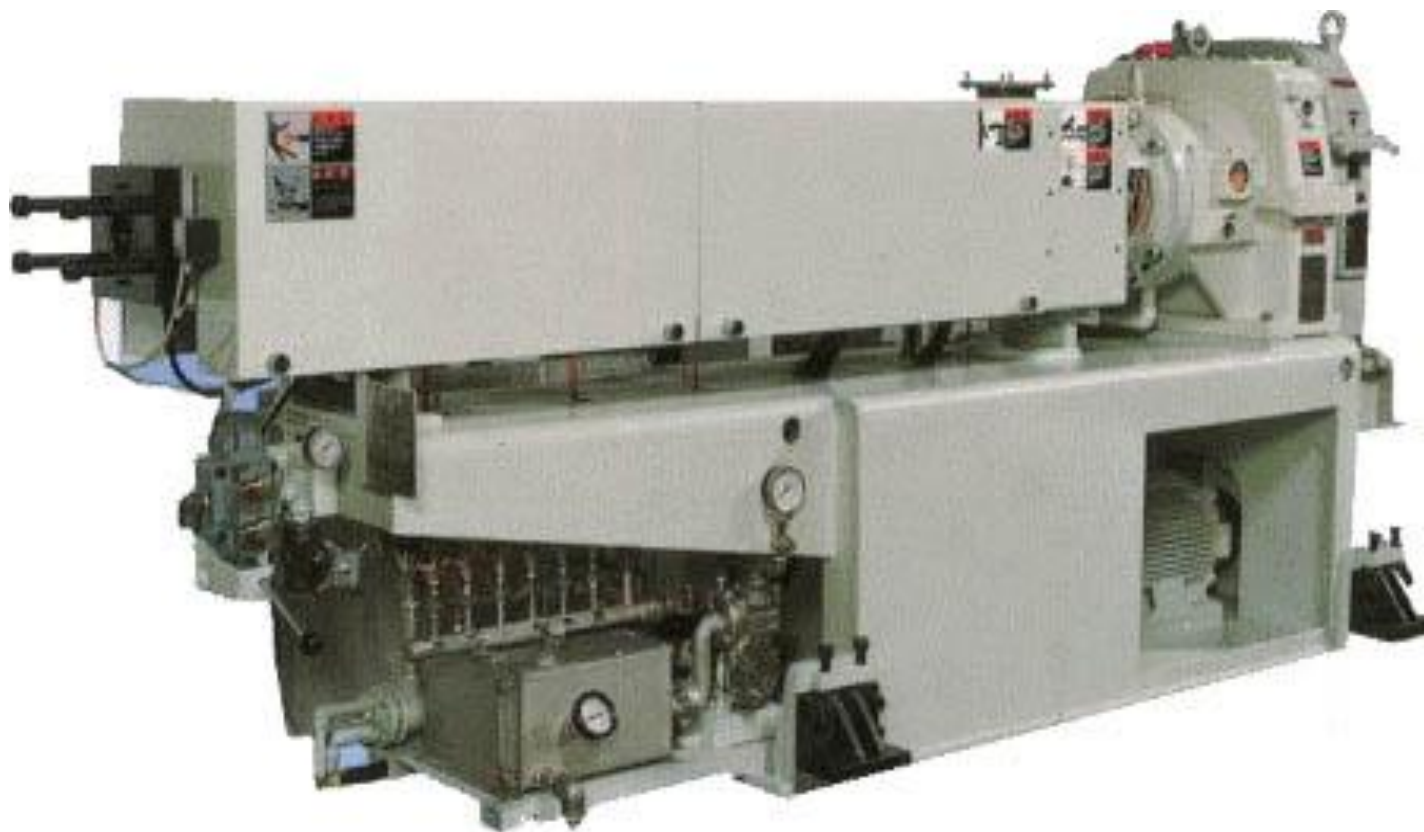
セロファン、ポリイミド

4. 溶融押出し法



押出機（東芝機械）

外觀



溶融押出し法

溶融樹脂を線状または環状のスリットを通して押し出し、急冷固化する。

線状スリット： 平膜法

環状スリット： チューブラー法
(インフレーション法)

無延伸法

延伸法

一軸延伸

二軸延伸----逐次二軸延伸

同時二軸延伸

三段延伸



写真2 <UBスクリュー> (三菱重工業)

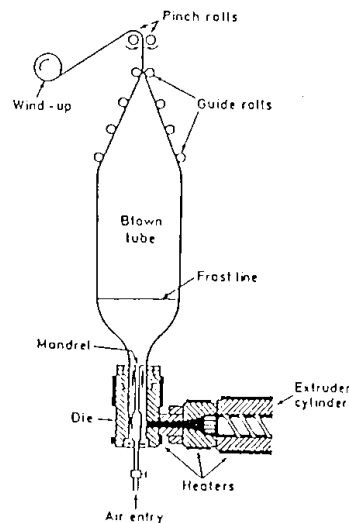
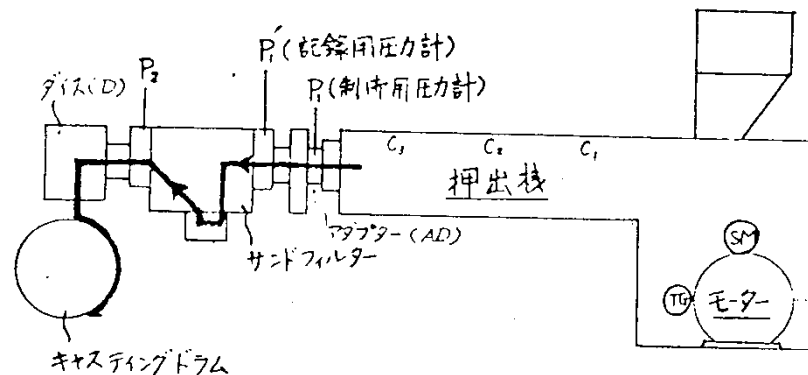
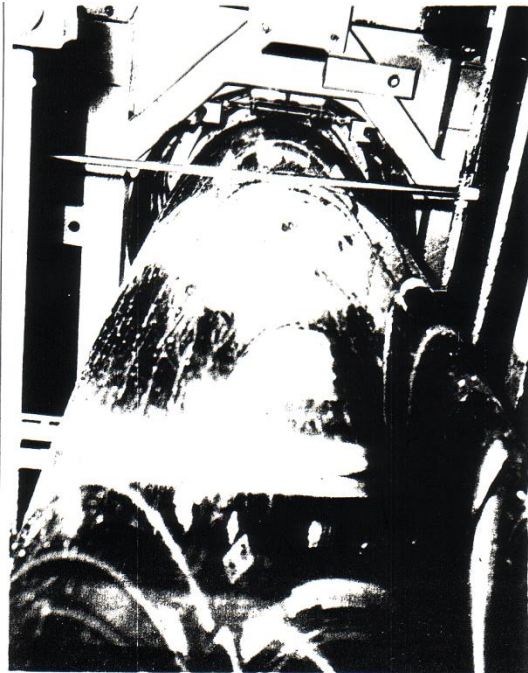


Fig. 1. Blown film extrusion

チューブラー法

(未延伸)



Cold water on the outside of the film and cold water within the mandrel on the inside accelerate the cooling process. Controls monitor air-ring plenum pressure, lower bubble pressure and upper bubble pressure. Bubble at Exxon's plant runs 30 ft long. TVB system combines the advantages of both air blown and chill-roll processes.

Plastics World (1973) Jan.

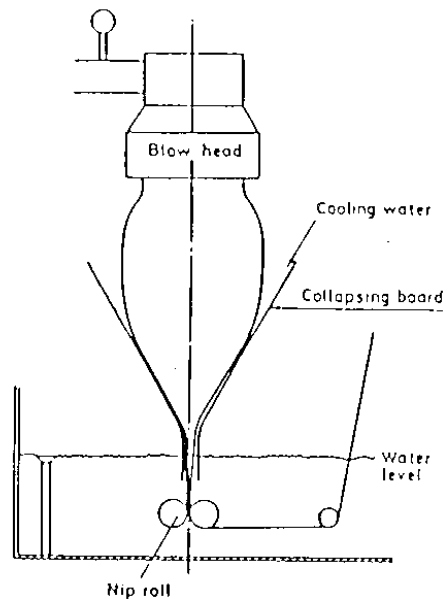
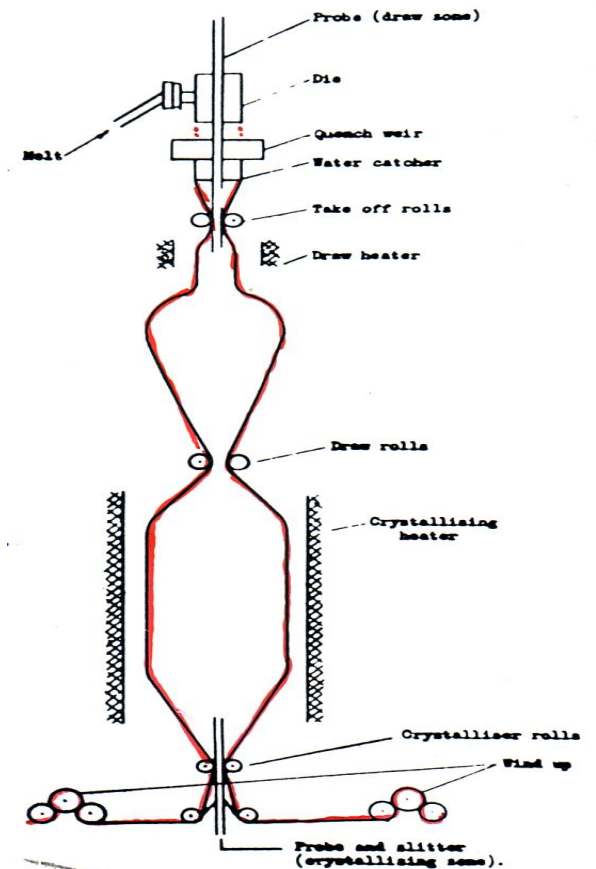


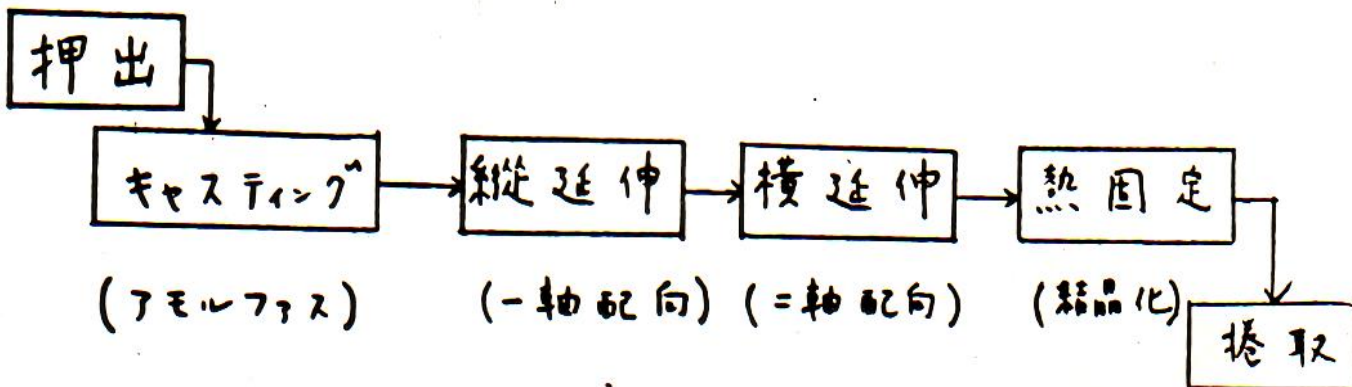
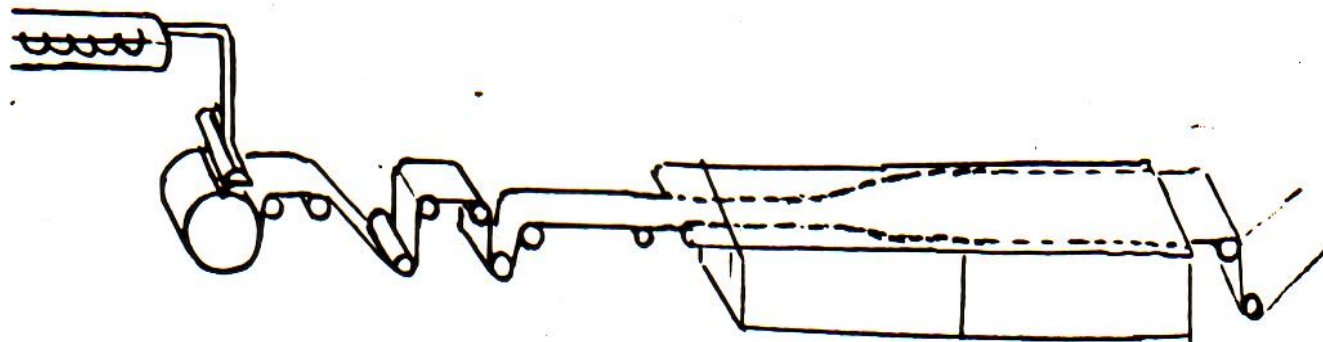
Fig. 3. Equipment setting for T-Q film extru

(二軸延伸)

TEXCEL PILOT PLANT



二軸延伸工程



キャストイングー縦延伸装置

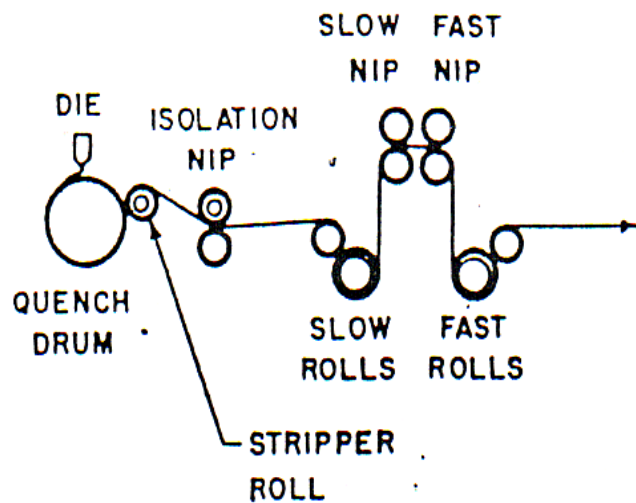
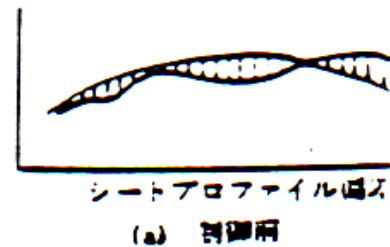
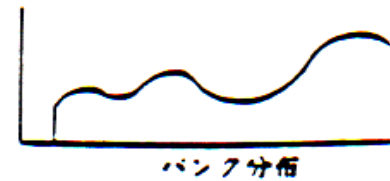
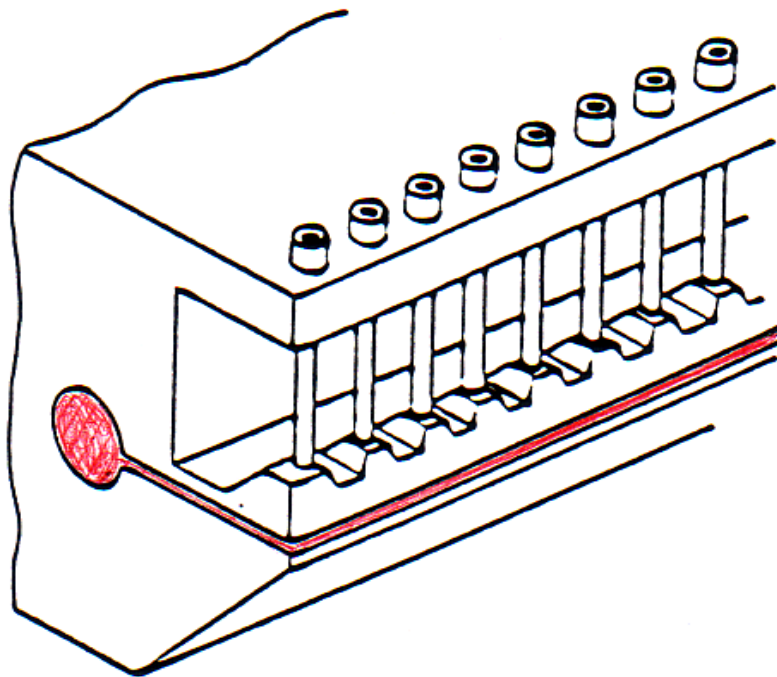


Fig. 17 Stretching in the longitudinal (machine) direction with nip rolls.

Heffelfinger & Knox (1971)



Tダイリップ部 (幅方向厚み斑分布調整)



バンク成形に
(東芝機械㈱)

図9 精密成形用Tダイ

キャストイングー縦延伸装置

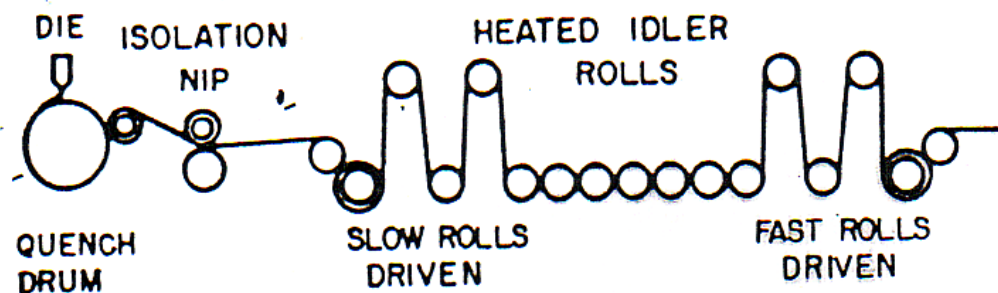
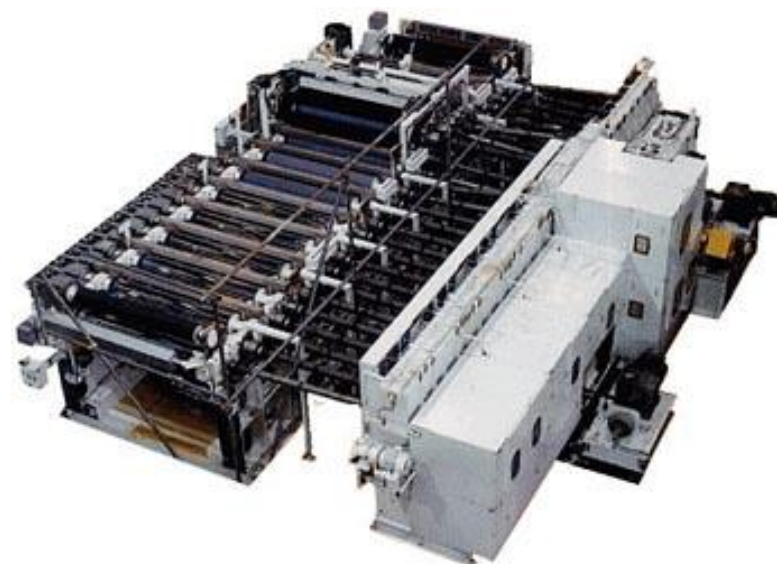
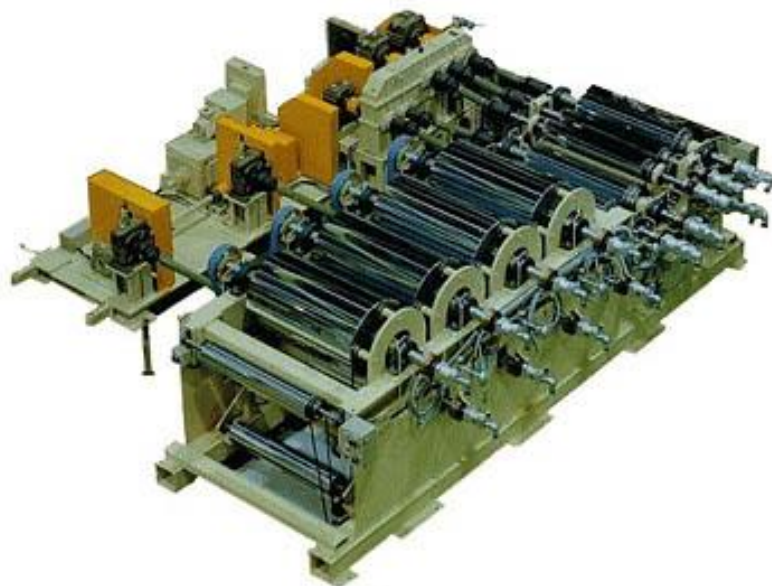
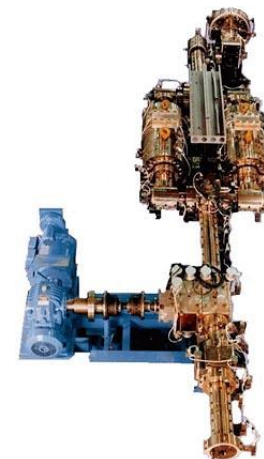
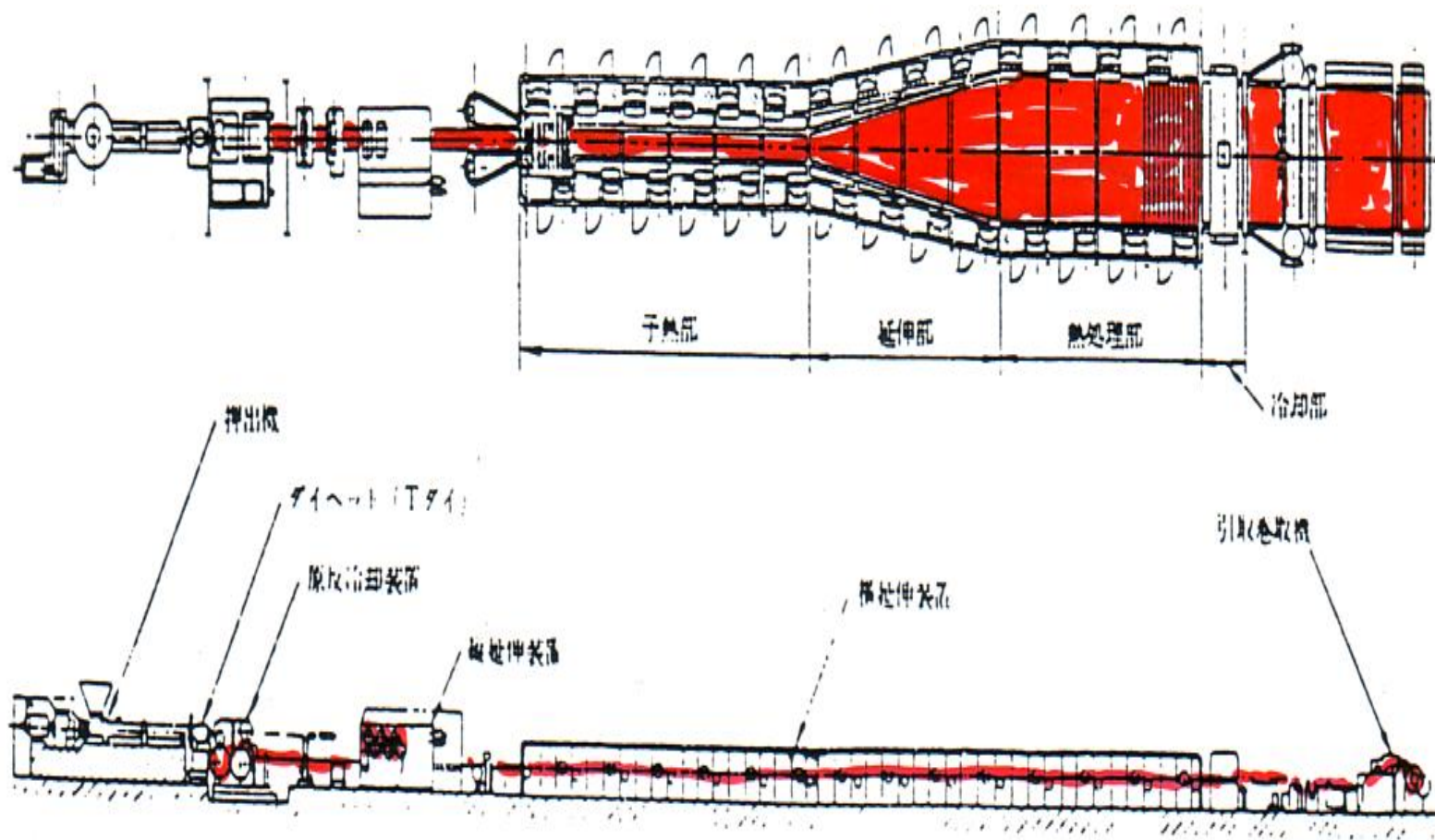


Fig. 18 Longitudinal direction stretching with idler rolls.

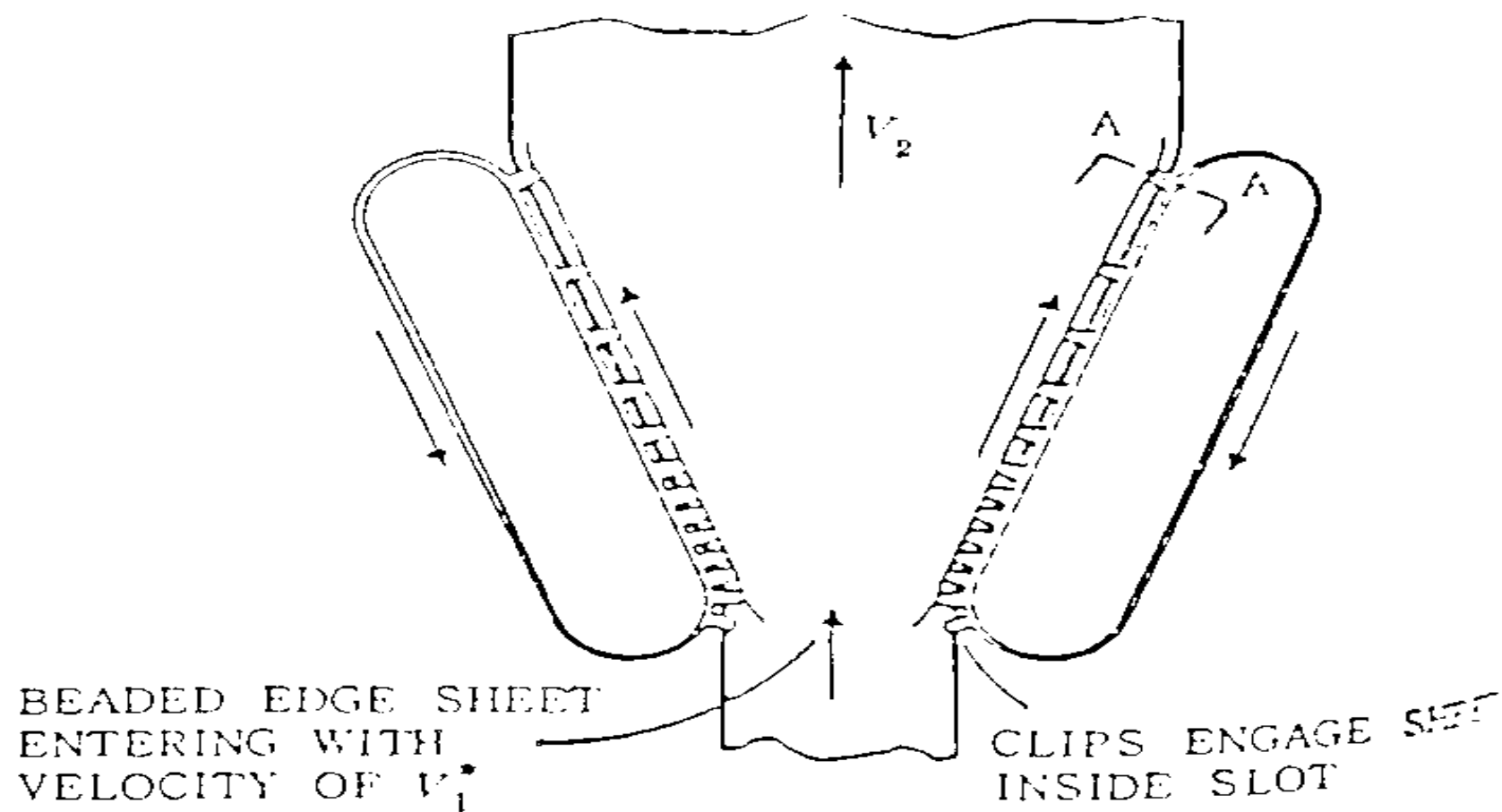
Heffelfinger & Knox (1971)



二軸延伸裝置

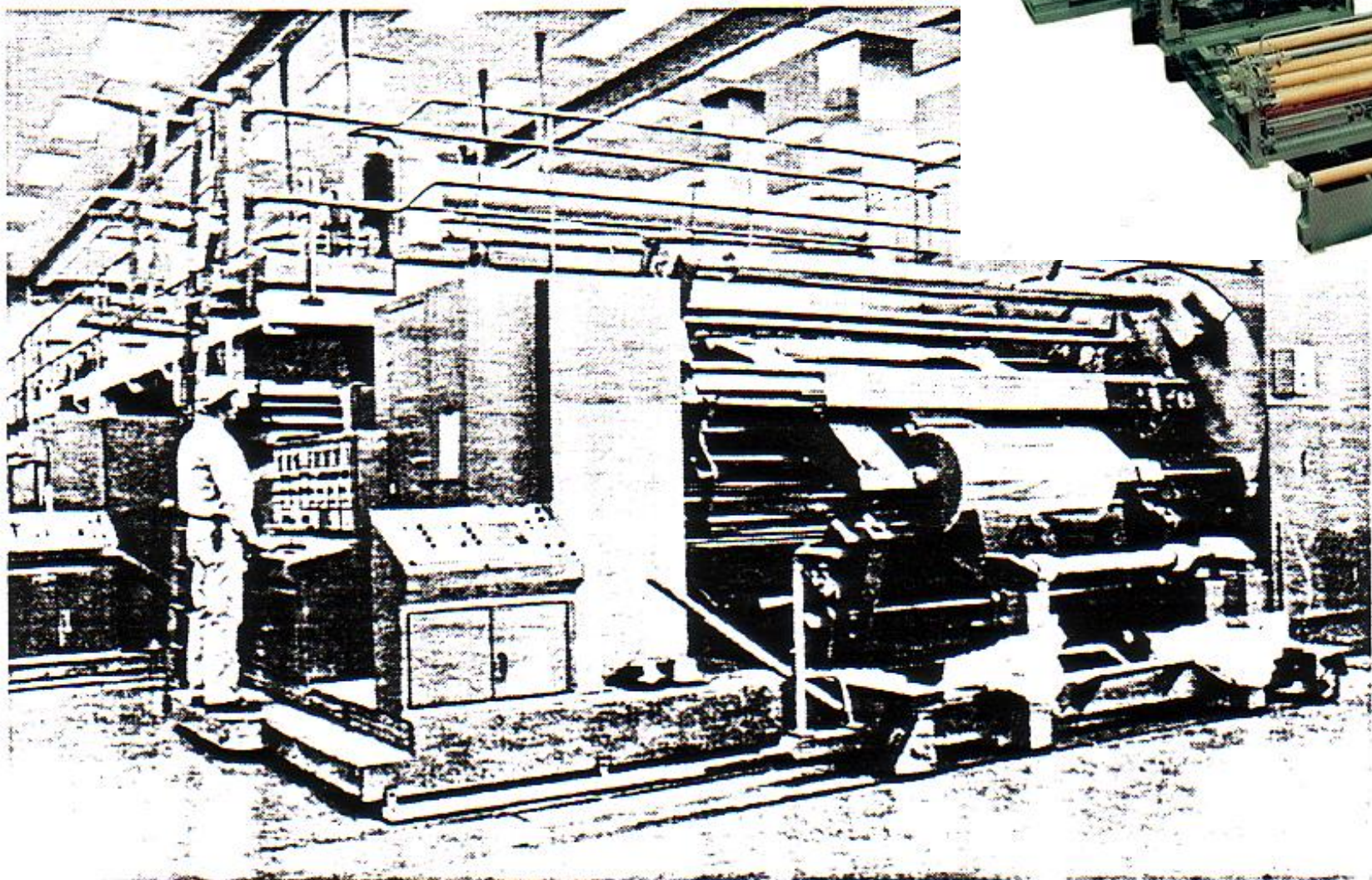
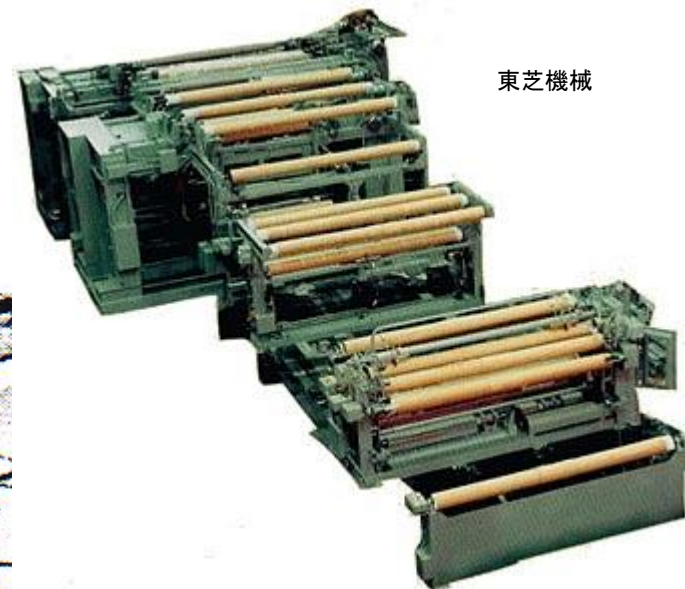


橫延伸裝置(同時二軸)



巻取り装置

東芝機械

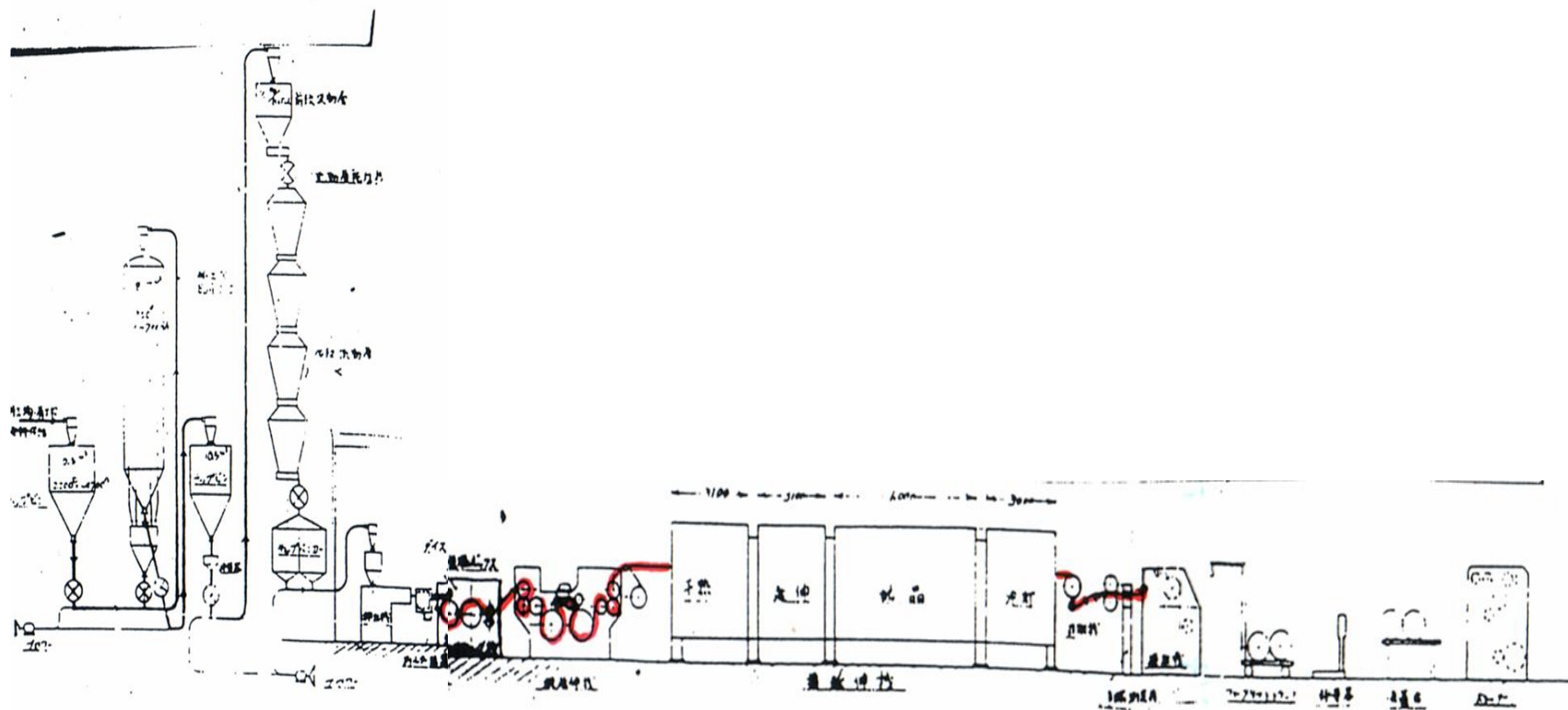


二軸延伸装置引取り部

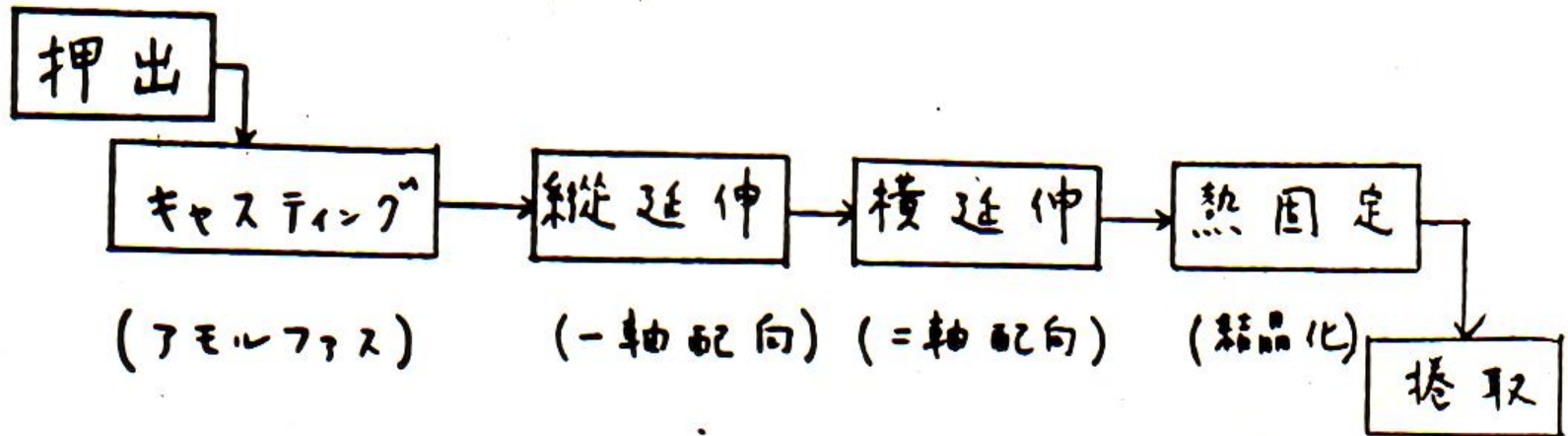
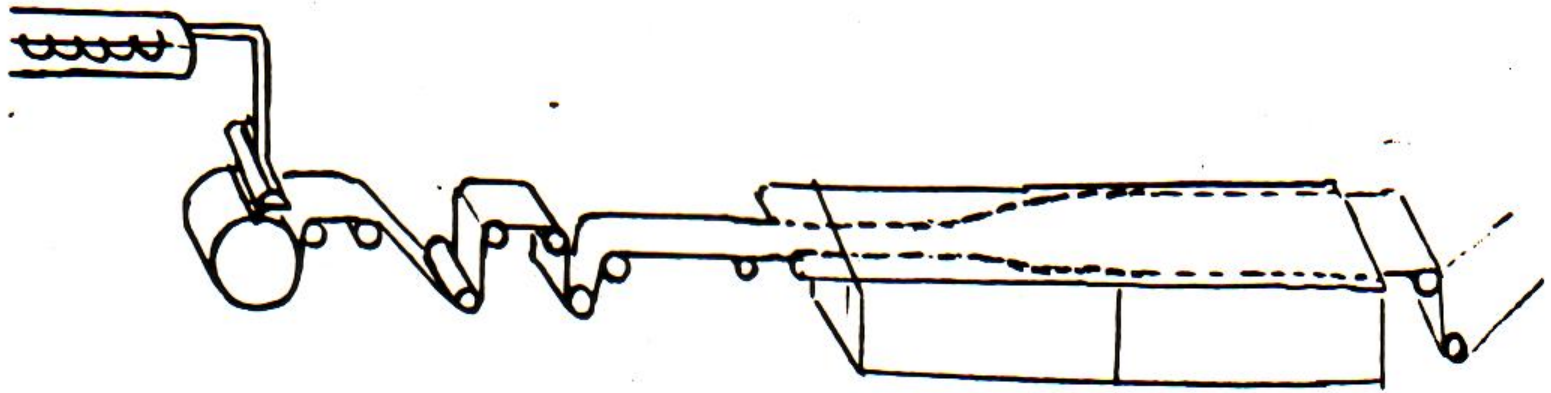


Suppliers produce biaxially oriented polyester film in clean rooms with stringent quality control procedures. [Photo, ICI]

二軸延伸裝置

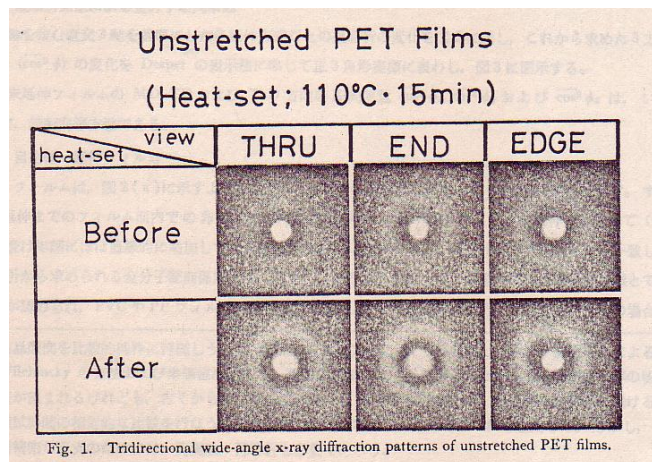


二軸延伸工程



PETフィルムの結晶、非晶構造—X線回折

未延伸



繊維

PE

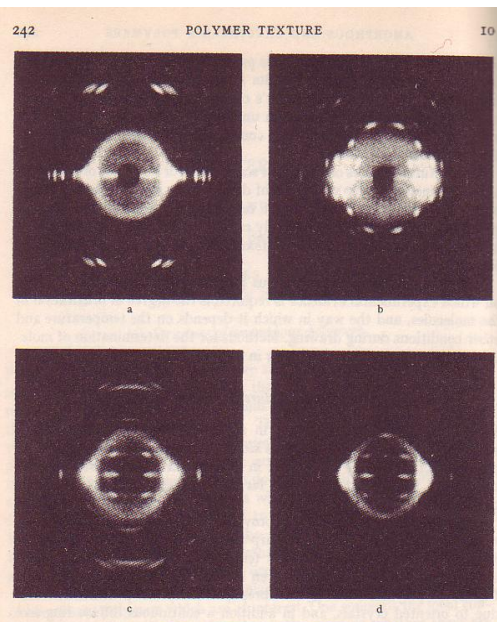
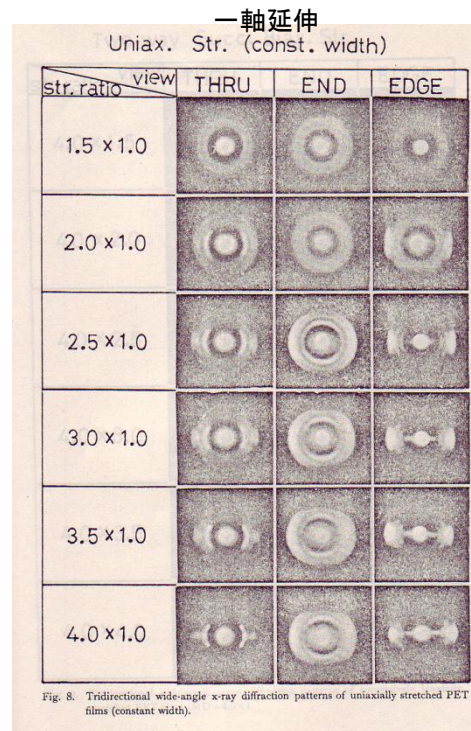


Fig. 10. 1. x-Ray diffraction photographs of fibres.

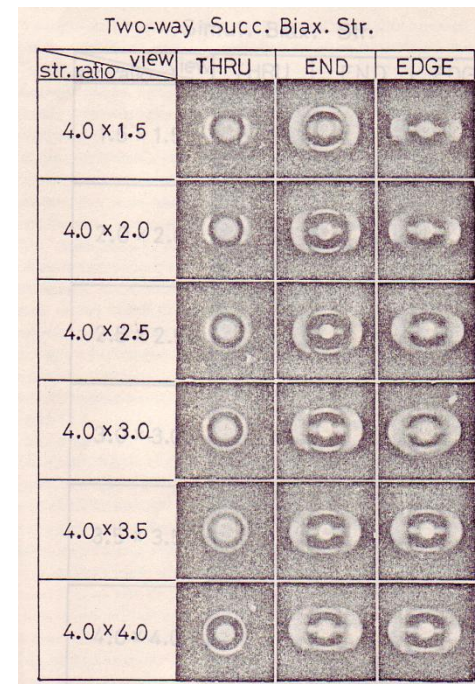
(a) Polythene (b) "Terylene" (c) Nylon 66 (d) Nylon 6.

PET

Nylon6

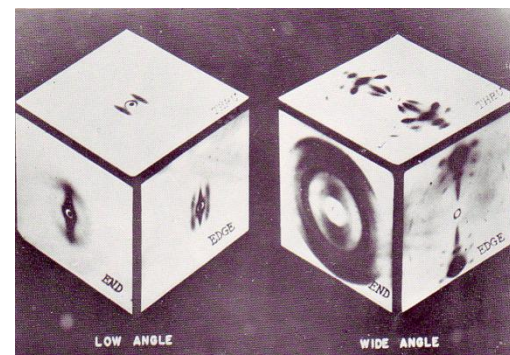


二軸延伸



松本喜代一: 繊維学会誌28(1972)179

Nylon66



Stratton, Godard

PET結晶構造

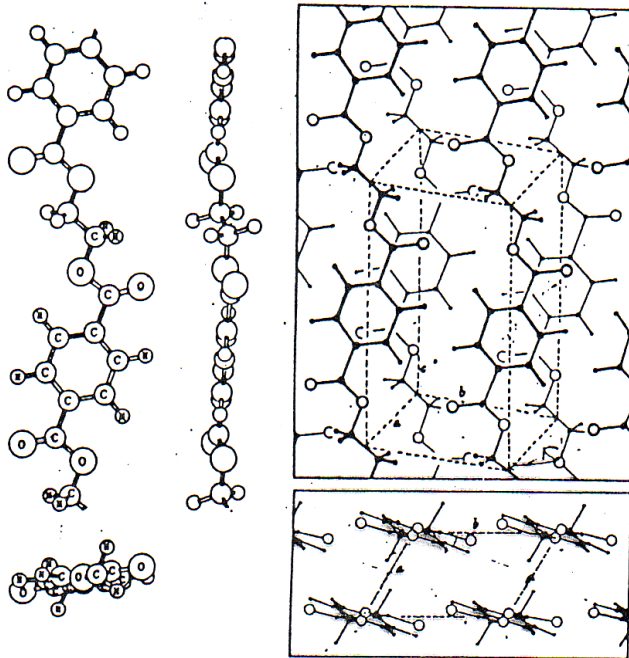


FIGURE 6. Configuration of molecule.

FIGURE 7. Arrangement of molecules in crystal. Above, projection normal to 010 plane; below, projection along c axis. (Larger dots, carbon; smaller dots, hydrogen; open circles, oxygen.)

After Danbony, Bunn, & Brown
Proc. Roy. Soc. Lond. (1954)

PEN2, 6結晶構造

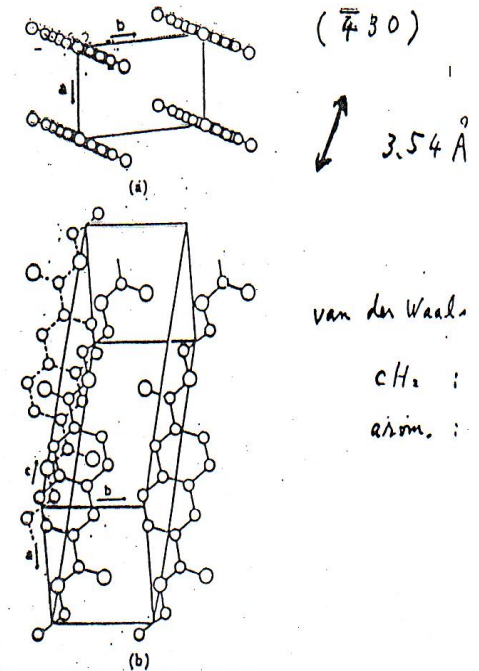


Fig. 5. Arrangement of molecules of C₂N in crystal (after Menčík): (a) projection along c axis. (b) projection normal to the plane of a naphthalene ring.

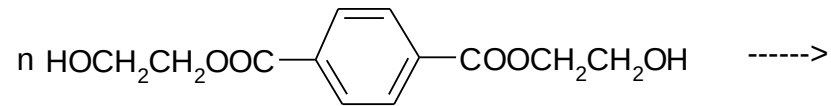
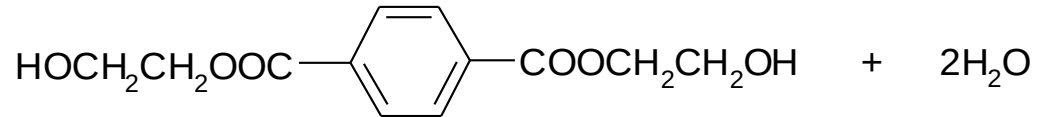
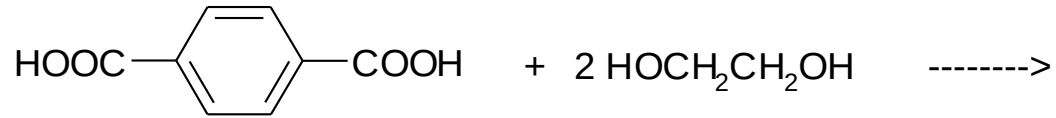
$$a = 6.51 \text{ Å} \quad b = 5.75 \text{ Å} \quad c = 13.2 \text{ Å}$$

$$\alpha = 81^\circ 21' \quad \beta = 144^\circ \quad \gamma = 100^\circ$$

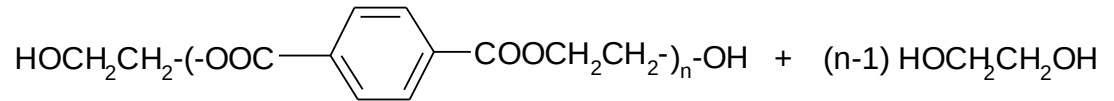
menzik

PETの合成

テレフタル酸 + エチレングリコール

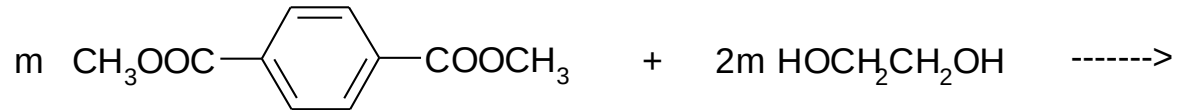


(BHET)



(PET)

DMT + エチレングリコール



DMT

EG

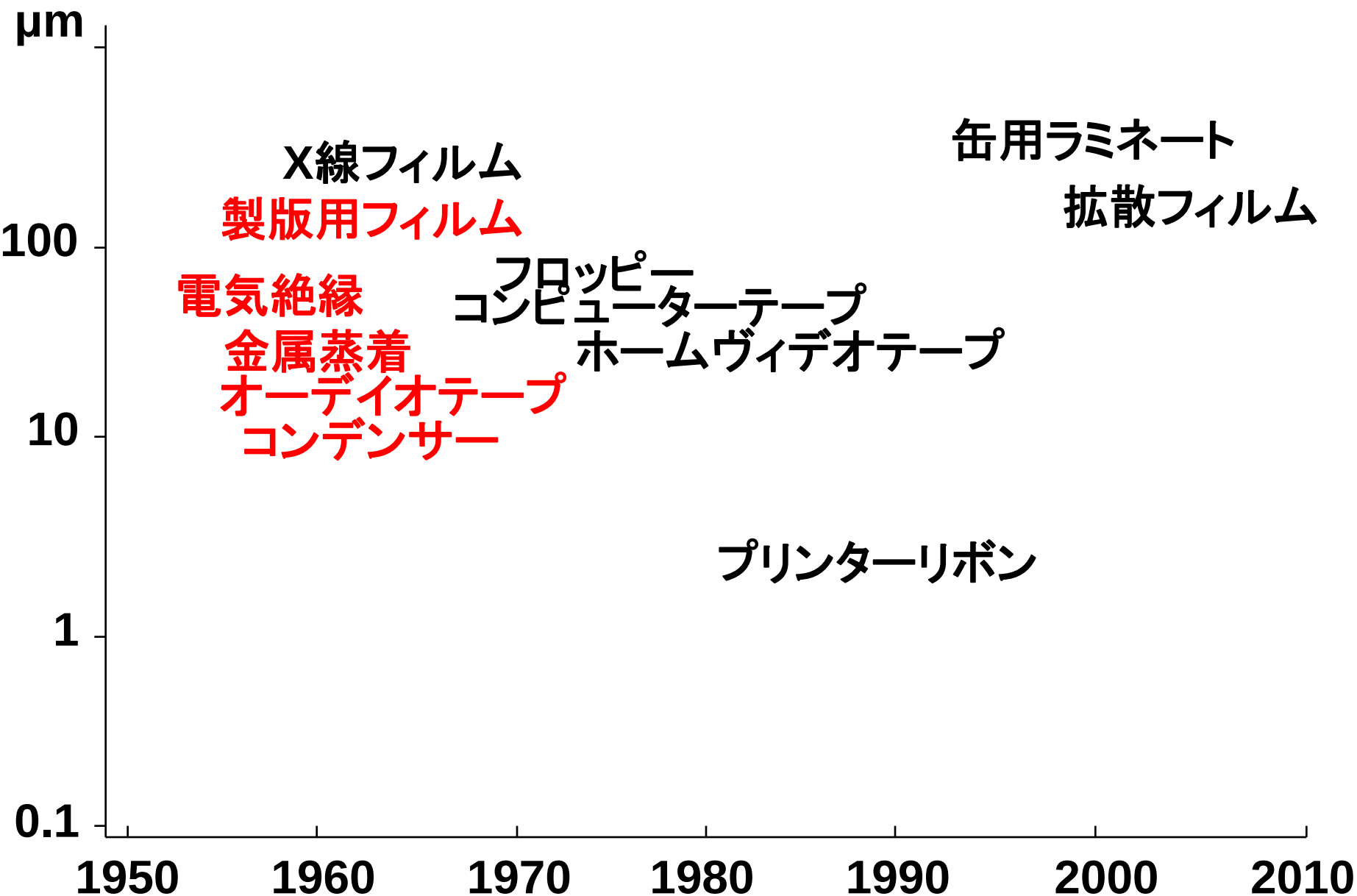


m = 1 - 4

1.4 ポリエステルフィルムの沿革

- 1941: Whinfield & Dickson のPETの発明
- 1945頃: du Pont フィルムの研究開始
- 1948: ICIが最初のフィルム片を作成。研究開始。
- 1952: 電気絶縁用、オーディオテープ用、映画フィルムの市場評価実施 (du Pont)。
- 1954: Circleville 工場始動 (du Pont)
- 1954: 'Success story of Polyethylene terephthalate' by E.F. Izard (du Pont) (Chem. Eng. News)
- 1957: 東レ、帝人がPET繊維製造KHをICIより導入。
- 1958: 東レ、帝人PET繊維商業生産開始。
- 1959頃: 東レフィルム製造開始。

ポリエステルフィルムの種々の用途

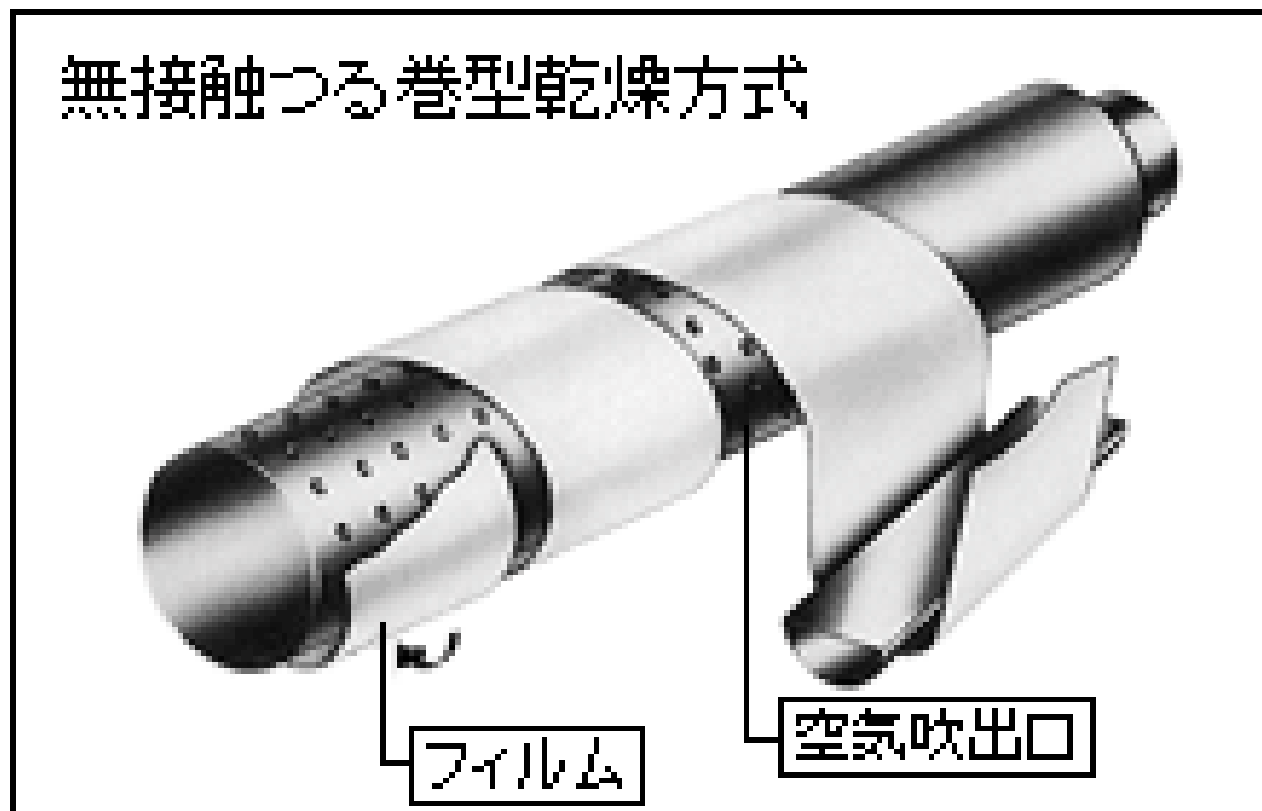


塗布機 (東芝機械)

外觀



無接触つる巻式乾燥方式(富士フィルム)



これまでのまとめ

1. PETは代表的なポリエステルであり、繊維、フィルム、成型用樹脂、ボトルとして使われる。
2. PETおよびPENフィルムは、通常、二軸延伸法により製膜される。
3. 二軸延伸法では、溶融樹脂を濾過後、ダイスリットから押し出し、冷却ドラム上で急冷、非晶性のフィルムを得、引き続き、縦に3-4倍、次いで、横方向に3-4倍引き伸ばして分子の向きを揃え、次に、結晶化させて高強度のフィルムを得る。
4. 延伸条件(倍率、温度、速度)や結晶化条件(温度、時間)、冷却緩和条件など、製膜条件によって、フィルム物性は微調整が可能である。
5. 工程中に、表面処理や塗布を行うことも可能である。
6. 用途に応じた原料樹脂を用い、適した表面粗さの、厚さ0.5 – 350 μm のフィルムに巻き上げる。

1. ポリエステルフィルム

1.1 ポリエステルフィルムとは何か？

1.2 プラスチックフィルムにはどんなものがあるか？

1.3 プラスチックフィルムはどうつくるのか？

1.4 ポリエステルフィルムの沿革

2. ポリエステルフィルムの応用

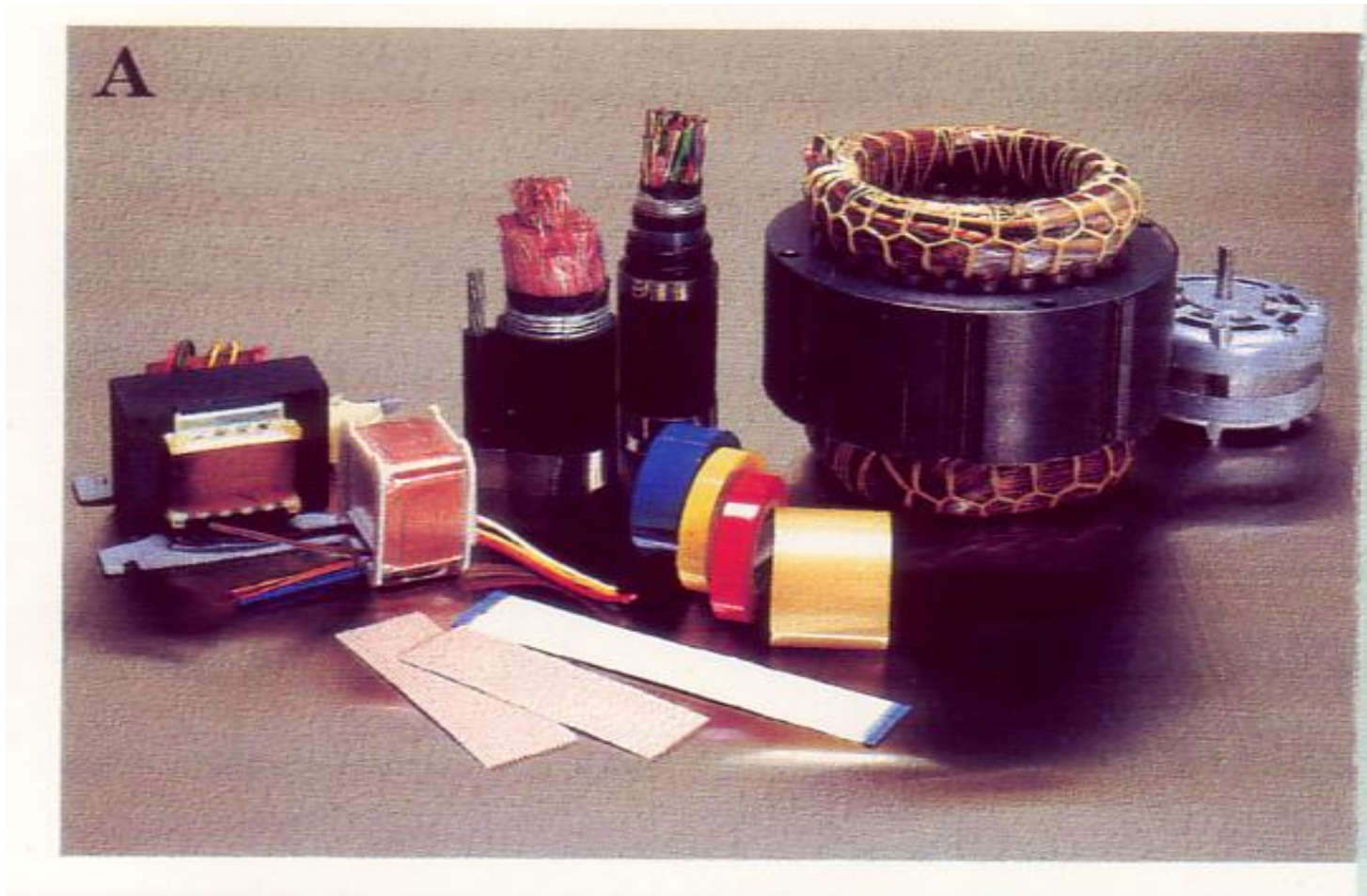
2.1 金銀糸への応用と小型コンデンサー

2.2 液晶ディスプレイへの応用

3. ポリエステルフィルムの物理、および、化学的特性

4. まとめ

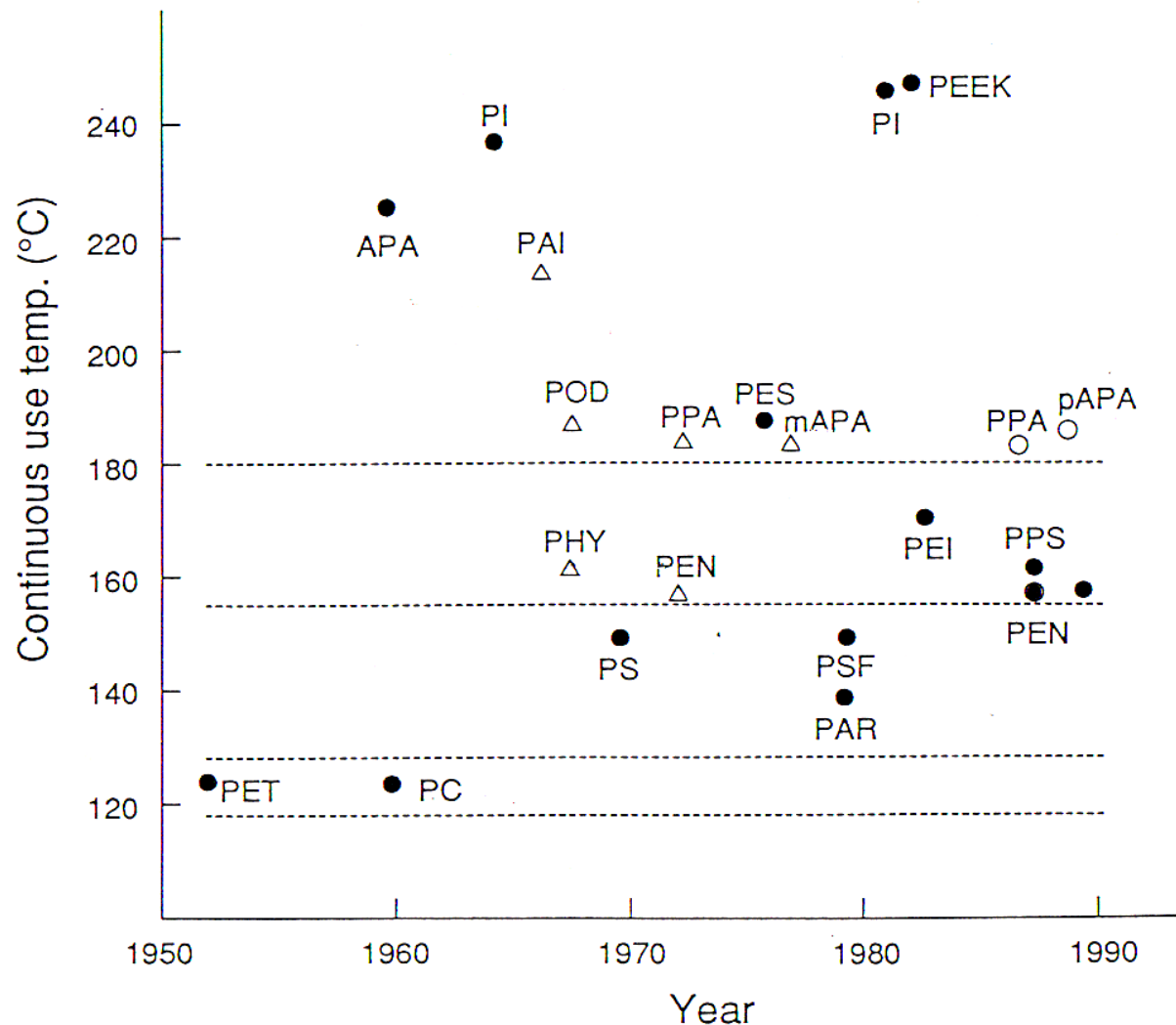
電気絶縁材(モータースロットライナー、変圧器線輪層間絶縁---),
粘着テープ基材
(12-350 μ m)



高性能フィルムの 連続使用 可能温度

Trend of high performance films

- Commercial
- Semi-commercial
- △ Suspended



PI: Polyimide

PAI: Polyamide-imide

APA: Aramid (meta or para)

POD: Polyoxadiazole

PHY: Polyhydantoin

PPA: Polyparabanic acid

PEN: Polyethylene naphthalate

PSF: Polysulfone

PES: Polyether-sulfone

PAR: Polyarylate

PEEK: Polyether-ether-ketone

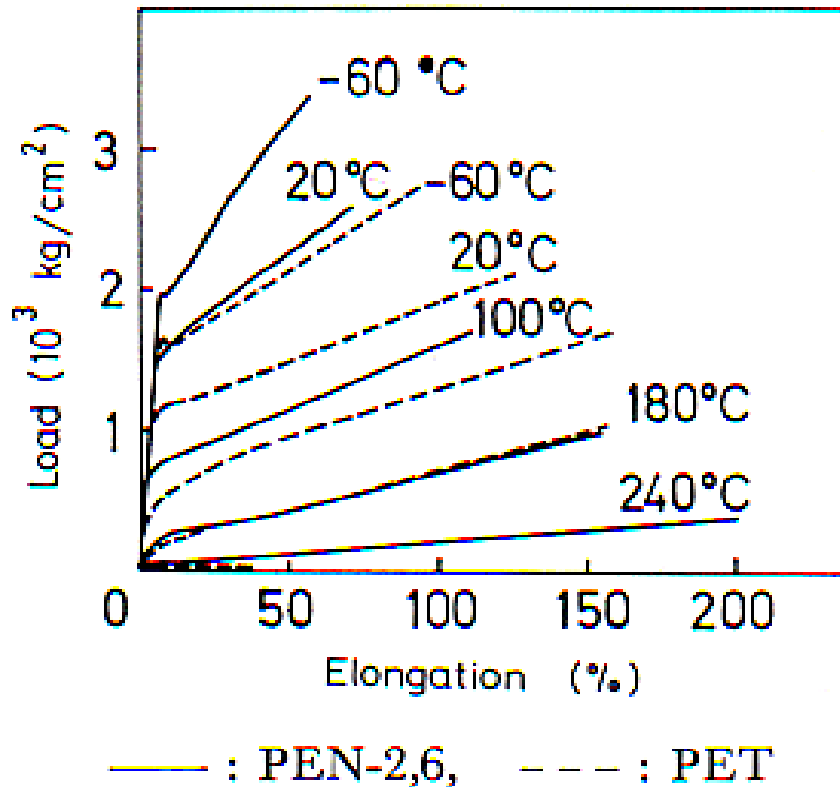
PEI: Polyether-imide

PPS: Polyphenylenesulfide

PC: Polycarbonate

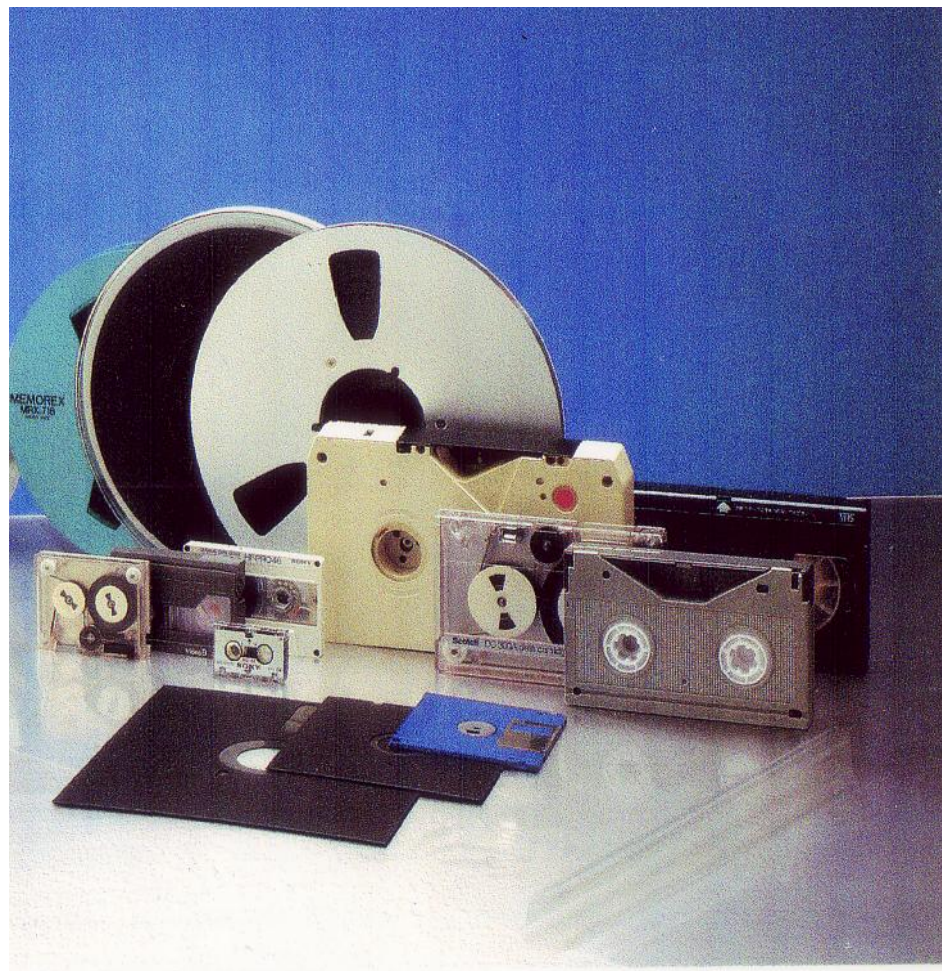
PET: Polyethylene telephthalate

PET, PEN フィルムの応力-歪曲線の温度依存性

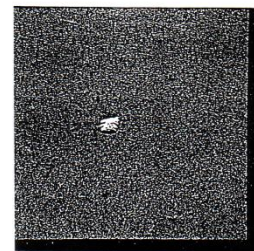


1. Temperature Dependence of Stress-strain Curves of 50μ Insulation Grade PEN-2,6 and PET Films.

ポリエステルフィルムの用途例



ISIL ①G550
). 0.1%の両面2層 CoCr
撮影倍率 X7000
撮影角度 45°
ミクロンマーカー 10μm

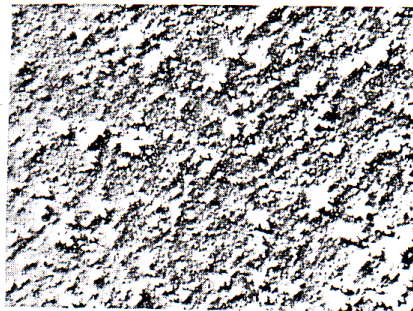


1 オリゴマー突起

コンピューターテープ、オーディオテープ、
ビデオテープ、フロッピーディスク

左:フィルム表面写真

右:フィルム表面粗さ



スタンダード



両面蒸着包装用



ビデオ用 (タイプI)



ビデオ用 (タイプII)

写真1 フィルム表面写真 (×160)

X160

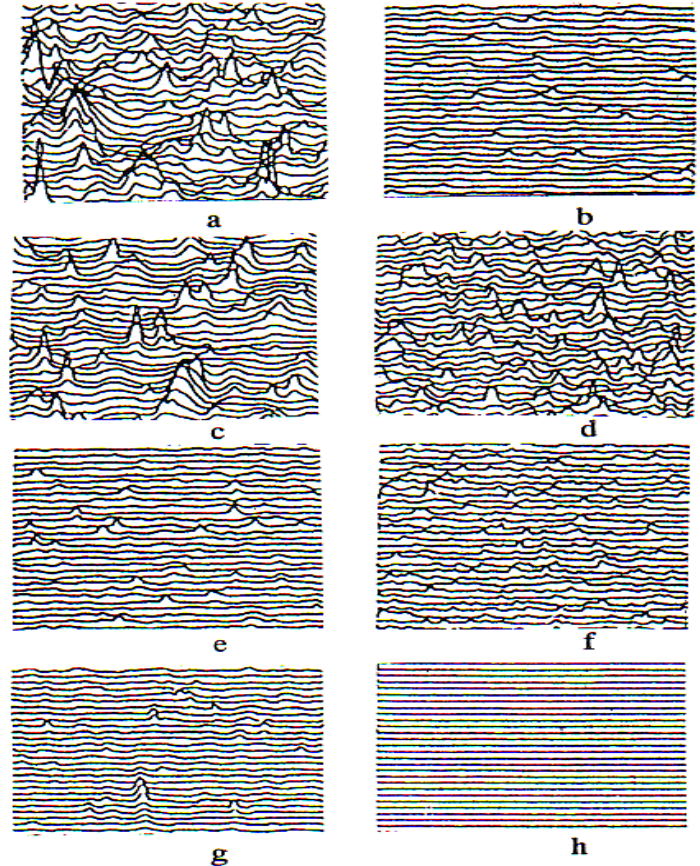
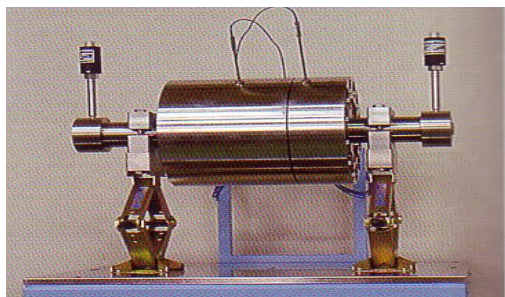


Fig. 2. Three dimensional surface profiles of PET films. Magnification: 200x along tracing direction (horizontal); 500x across tracing direction; 20000x normal to the film plane.
a: Audio(regular) ($R_a=25\text{nm}$); b: Audio(DAT) (5nm)
c: Computer(3420) (33nm); d: Computer(3480) (20nm)
e: Instrument (7nm); f: Floppy (8nm)
g: Video (8mm) (6nm); h: Video (evaporation) (2nm)

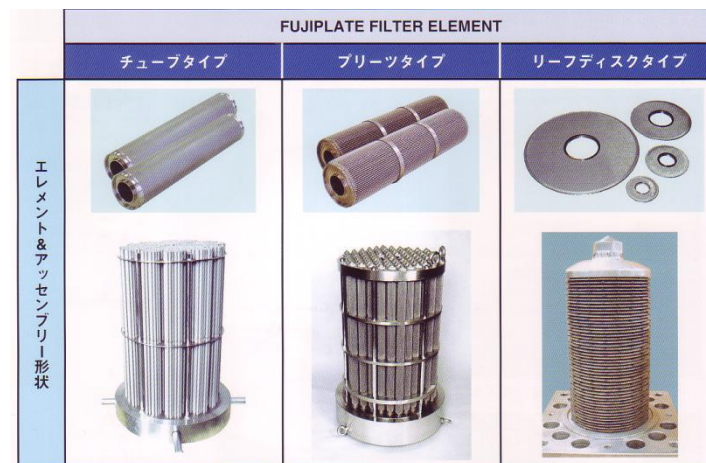
融液ろ過装置



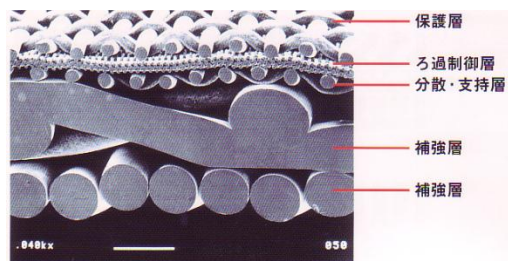
ろ過装置ハウジング(長瀬産業)



フルハードハブ

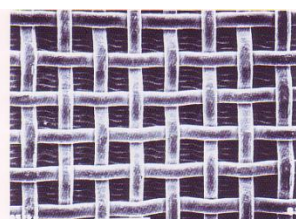


種々の型のろ過素子(富士フィルター)



フジプレート5層断面写真

5層断面



フジプレート表面写真

プレート表面

フィルター洗浄

洗浄は、安心してフィルターをご使用いただくために重要な要素と位置付け、当社は独自のノウハウで、検査、組立に至るまで幅広いポリマーに対応した、各種使用済みフィルターの、洗浄サービスを実施しております。

●洗浄工程(例:ポリオレフィン)



①受入 ②熱処理 ③ケミカル洗浄 ④超音波洗浄 ⑤検査 ⑥組立・出荷

ビデオテープレコーダー

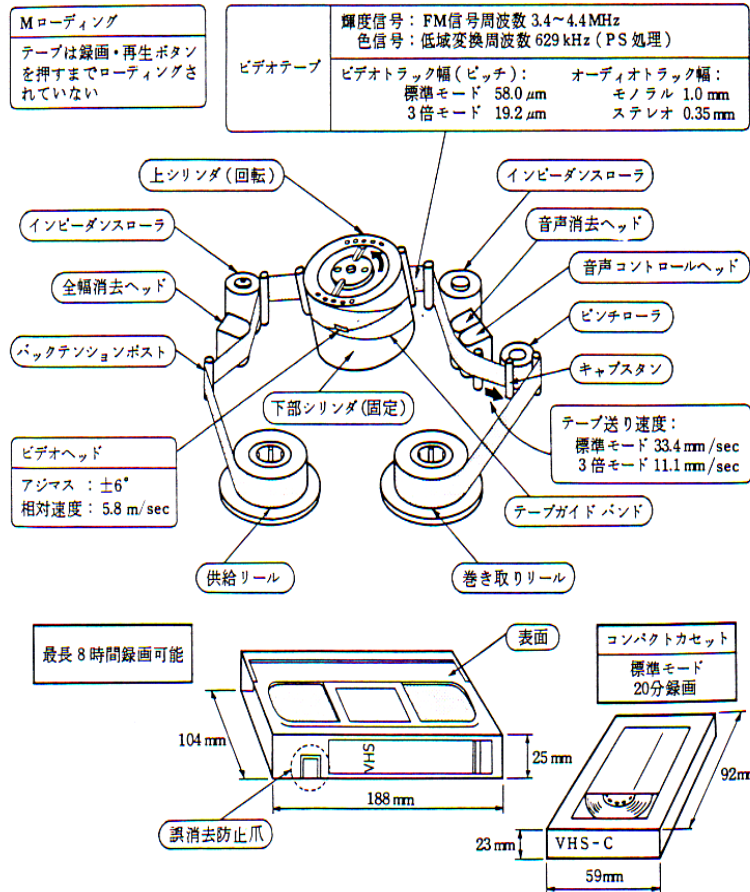


図 10.3(b) 家庭用 VTR の概要 (VHS 方式 VTR)

VHS方式

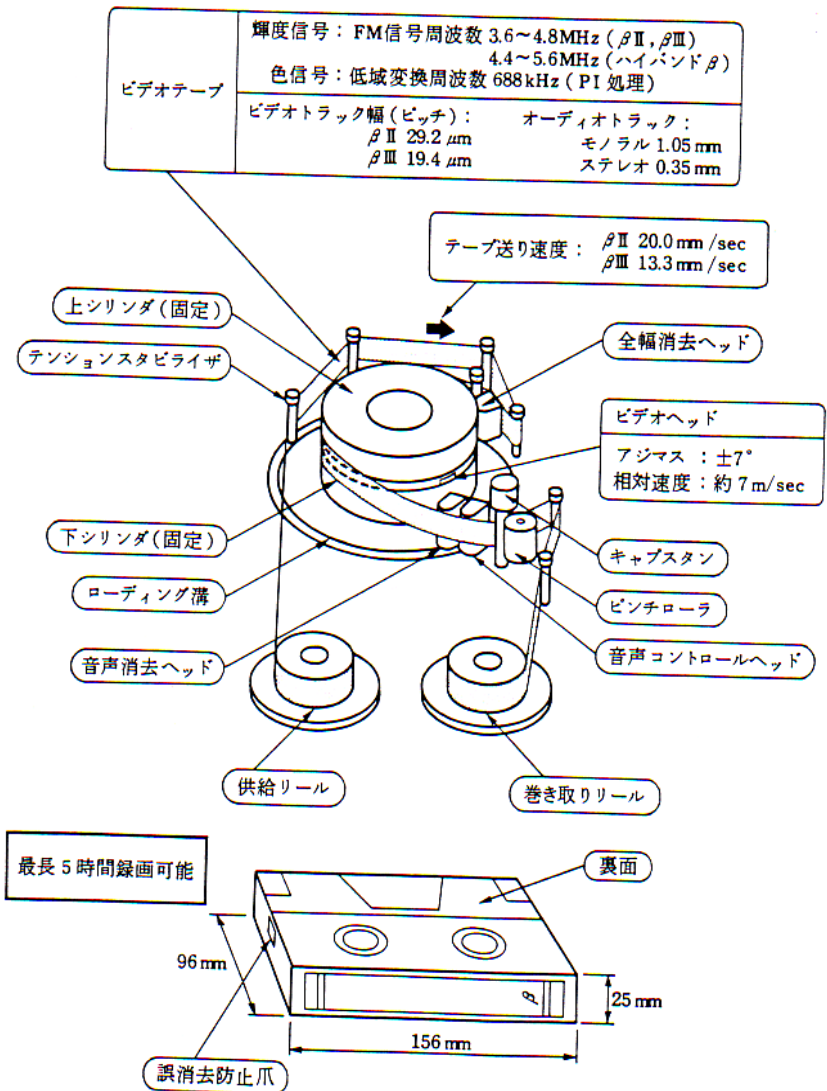
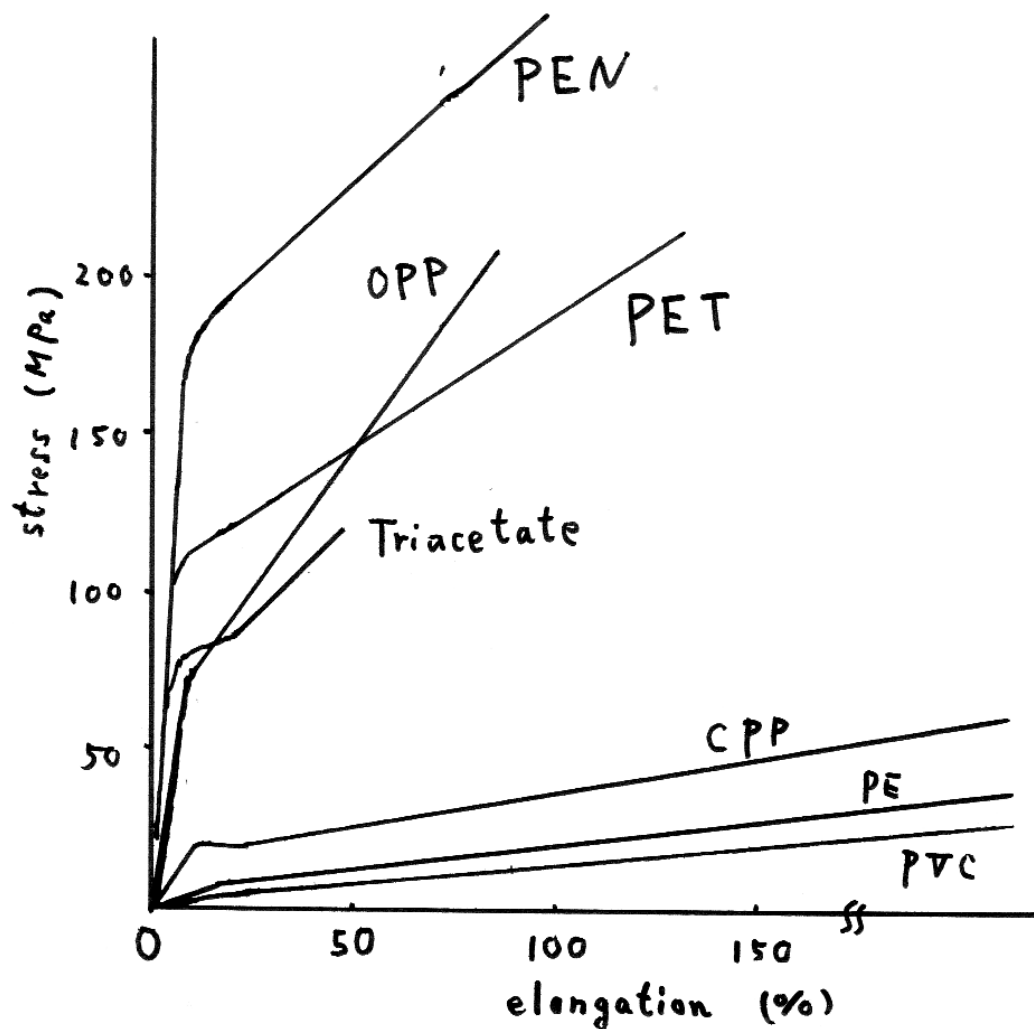


図 10.3(a) 家庭用 VTR の概要 (ベータ方式 VTR)

ベーターマックス方式

種々のフィルムの応力ひずみ曲線



$1\text{MPa} = 10^6\text{N} / \text{m}^2 = 10^7\text{dyne} / \text{m}^2$
 $= 102\text{Kg} / \text{cm}^2 = 10\text{bar}$

種々のフィルムの応力-ひずみ曲線

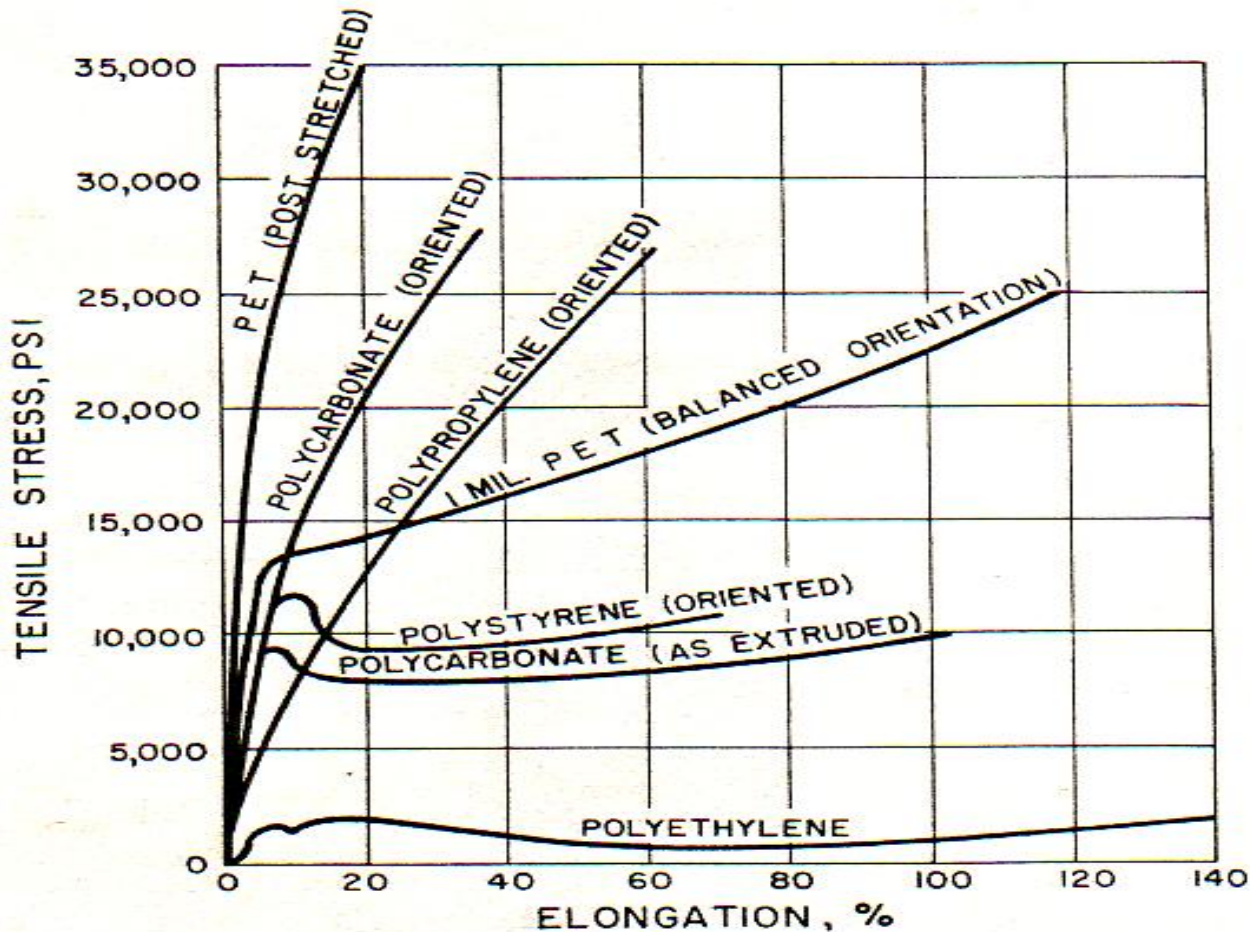


Fig. 3 Stress-strain curves for several polymer films.

種々の物質の弾性率

ヤング率 (Gpa)		ヤング率 (Gpa)	
ナイロン	5	鋼	200
PET	10 - 20	ガラス	50 -80
アクリル	3 - 4	炭素繊維	230
PVA	5 - 8	アルミ	70
PVC	2 - 8	クロム	279
PP	3 -10	鉄	211
PE	- 14	ニッケル	195
Kevlar	- 110	銅	130
Nomex	10		
ゴム	0.5		

PET, PEN のヤング率

Young's modulus of PET films

$$\sigma = E \varepsilon$$

σ : stress

ε : strain

E: Young's modulus

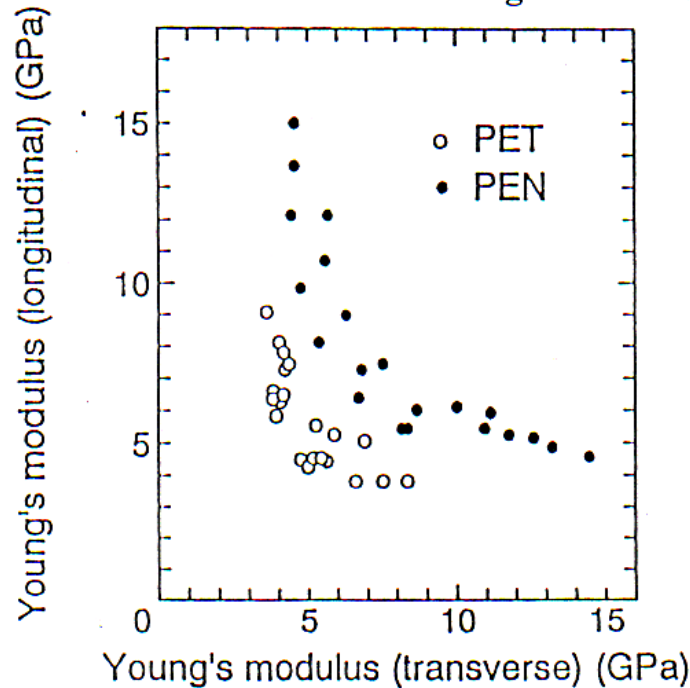


Fig. 3. Young's moduli of PET and PEN films realized along longitudinal and transverse directions.

Young's modulus of PET crystals: 69GPa (by x-ray diffraction)

PET molecules: 122GPa (by force constant)

PET fibers: 10-20GPa

29.5GPa (1050% drawn by two stage, using solvent cast high molecular weight PET)

(M. Ito, Tokyo Science Univ.)

PET films: 4.5GPa (biaxially drawn, balanced)

9.5GPa (preferentially drawn in three stage)

PEN films 7.5GPa (biaxially drawn, balanced)

15GPa (preferentially drawn, in three stage)

aramid films 13GPa (isotropic)

aramid films 19GPa (19GPa[MD] - 10GPa[TD])

磁気テープ用PETフィルムの微小変形挙動

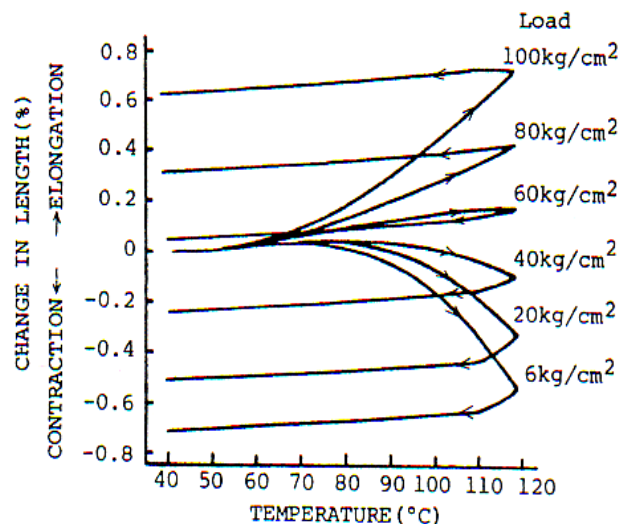


Fig. 1. Deformation of PET films of balanced type under various stress between 40 - 120°C. The rate of heating is 10°C/min [7].

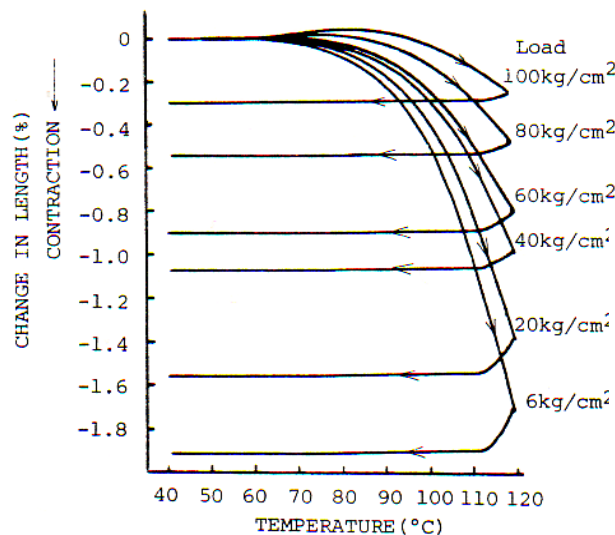


Fig. 2. Same as Fig. 1 for Tensilised Type.

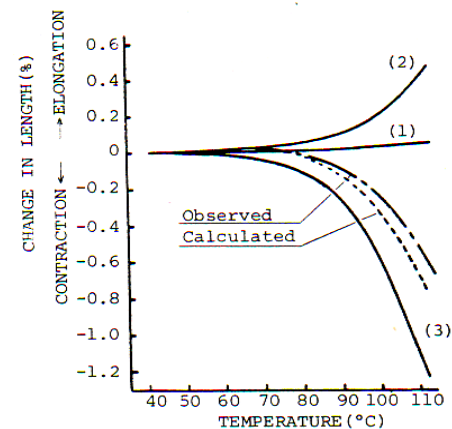
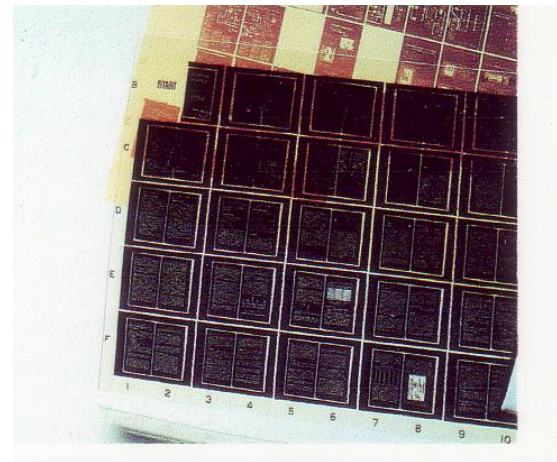
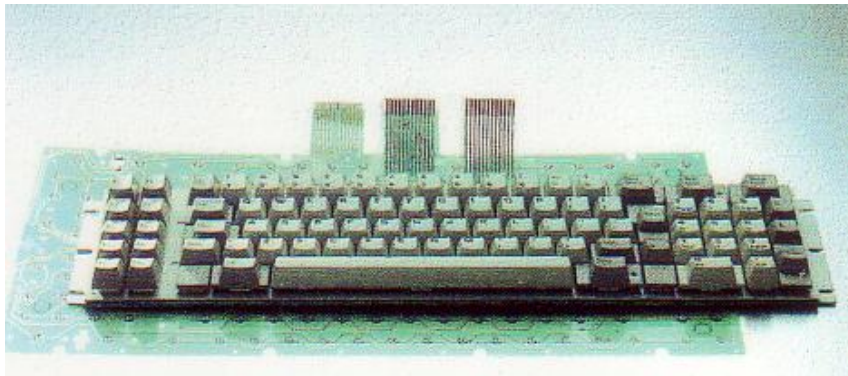
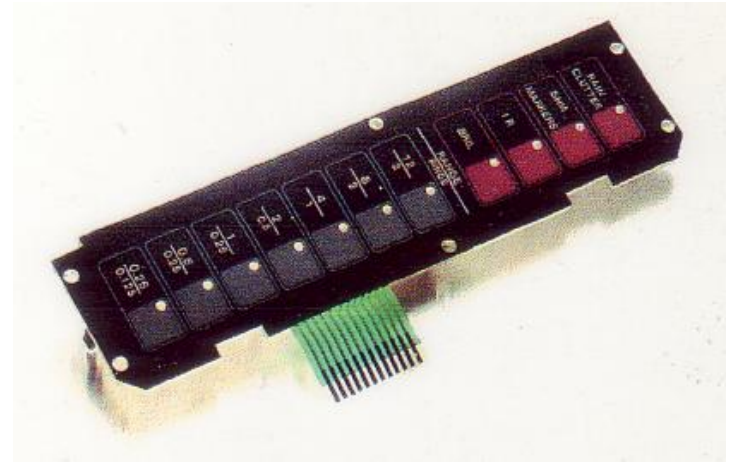
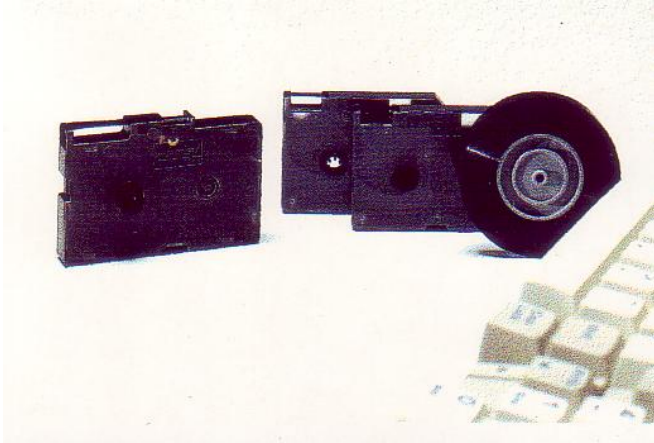


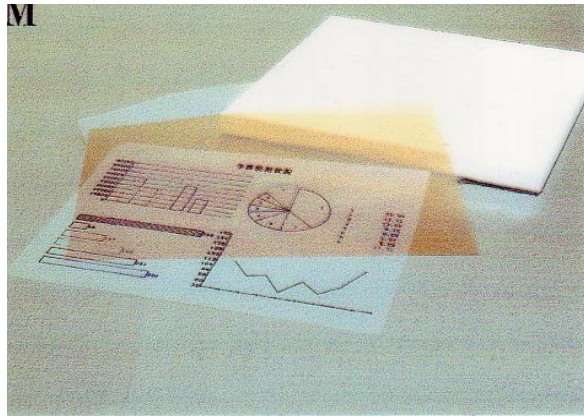
Fig. 3. Contribution of (1) Thermal Expansion, (2) Elongation due to Load at each Temperature with Slight Creep and (3) Heat Shrinkage to the Deformation of PET Film of T-type. This corresponds to the Case of the Load of 60 kg/cm² shown in Fig. 2.

左上: プリンターリボン
左下: 電子部品

右上: メンブレンスイッチ
右下: マイクロフィルム

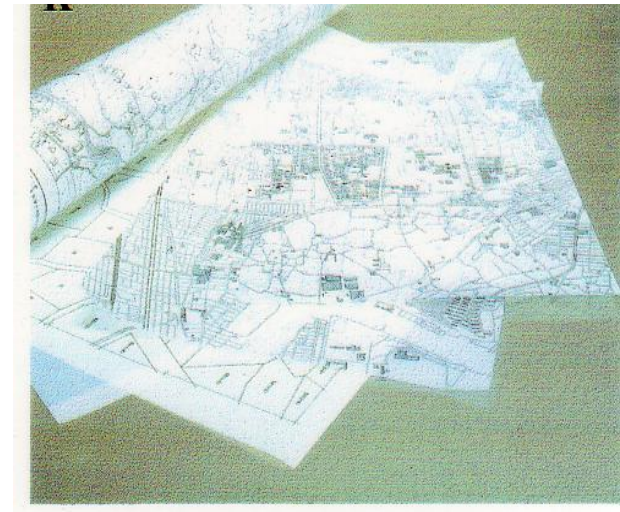


M

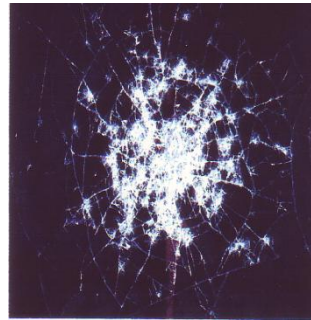
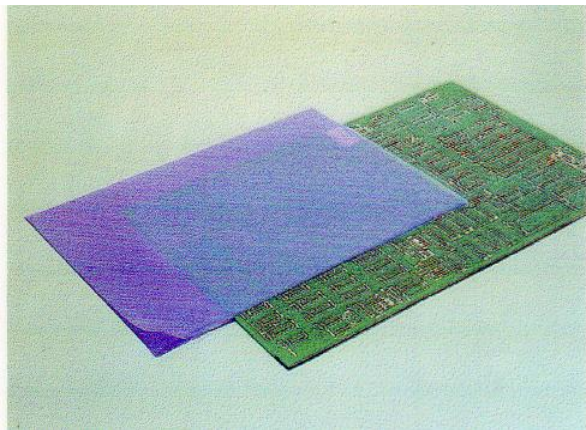


OHPシート

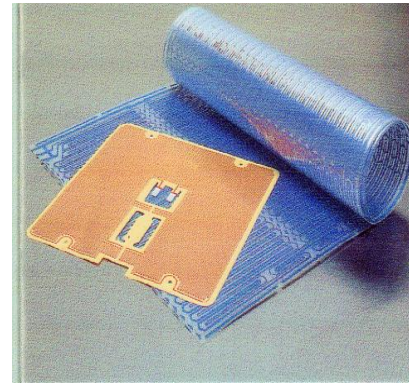
製図用紙



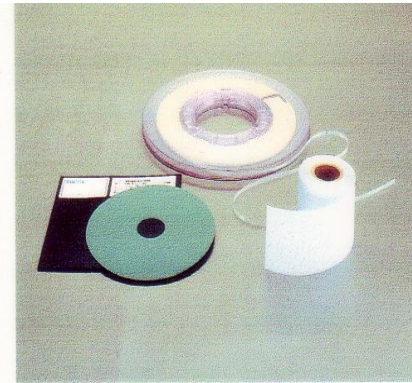
ドライフィルムレジスト



ガラス飛散防止用

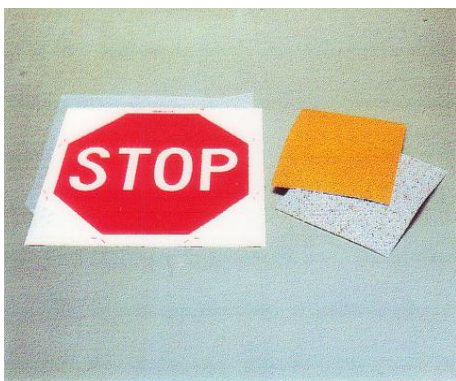


面ヒーター



研磨テープ基材

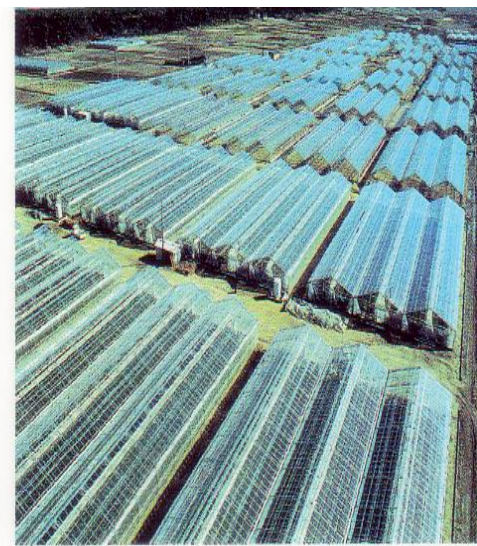
離形用



FRP用離形材



ヨットの帆



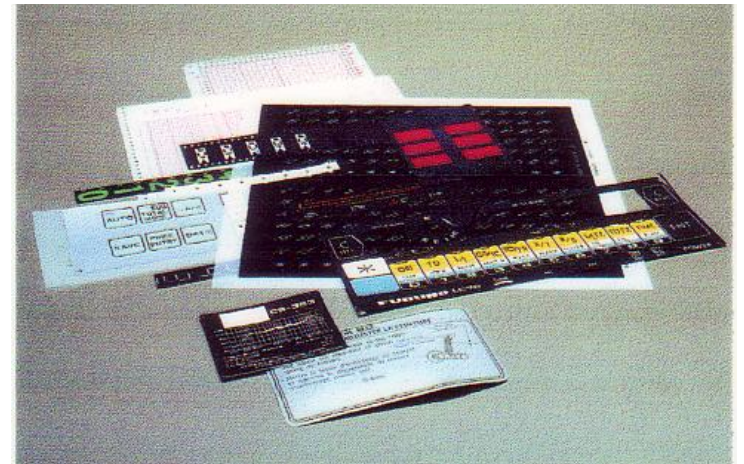
温室の屋根材

金銀糸

包装用蒸着



ラベル

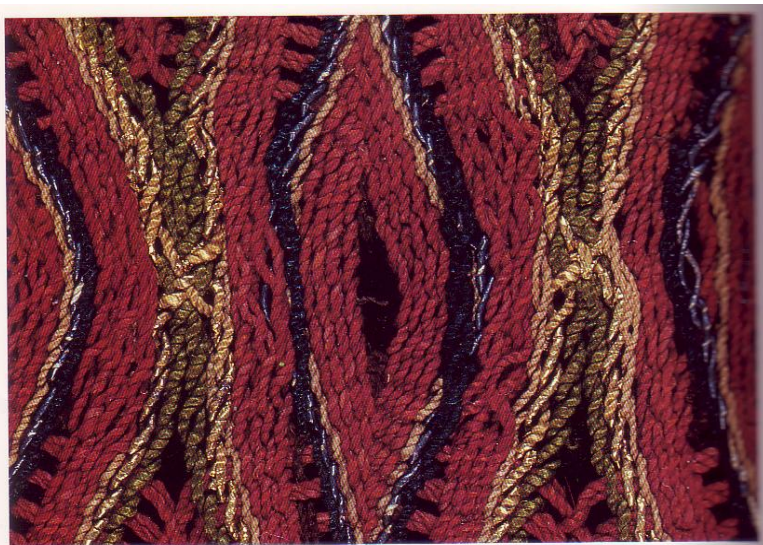


金箔・金銀糸の始まり

- * 前10世紀ごろ：（バラモン教聖典リグヴェーダ）金糸織りの語が散見。
- * 殷の遺跡から金箔の出土あり。（展延技法の存在）
- * 前漢：玉と玉のつなぎ合わせに金糸。また、金の糸を用いた衣服の記載。
- * 後漢書：金糸使用の織物、刺繍は西アジア、インド、ローマ領欧州からの輸入。
- * 旧約聖書出エジプト記39章：金を箔片状に打展べ切りて糸となし、一
- * 細い針金状の金糸をそのまま平金糸として用いたのが始まり。中国ではこれを直接、絹糸に巻きつけて、撚金糸として用いることもあった。
- * 105年後漢の蔡倫が製紙法を確立。この丈夫な漉き紙に薄い金銀箔を張り、細く裁断して糸としたのが、箔糸。（箔の薄さを保つため、織物の風合、絹糸とのなじみがよい）。隋の初頭までに出現。
織物---平箔糸。 刺繍---撚箔糸（表裏なし）
- * 宋代：泥金、描金、貼金の加飾技法が確立。（我国では印金と総称）
宋代1008年の禁令：金箔、金銀錦、撚金、織金、金線。

左： モール糸(金・銀の薄板を細く裁断して糸に巻きつけたもの)を使った組紐残欠
(飛鳥時代)

右： 金箔糸(金箔を紙に貼ったものを細く裁断して糸に巻きつけたもの)を使った幡
(奈良時代)



1 組紐残欠 (部分) 飛鳥時代



2 道場幡 (部分) 奈良時代 MOA 美術館蔵

切畑 健：“染織における「金と銀」”、京都金銀糸平箔史(京都金銀糸工業協同組合発行[1987])

金銀糸の変遷

BC 10 -11c: 金 → (展延技術) → 金箔

BC 2c: 金の糸: 玉と玉のつなぎ糸や衣服に利用。
モール糸: 金箔を線状に裁断、絹糸に巻つけた撚糸。

AD 2c(後漢): 蔡倫による製紙技術の整備 →

金箔糸: 丈夫な漉紙に薄い金箔を貼り細断した平箔糸。

(箔の薄さを保つため、織物の風合、絹糸とのなじみがよい)

織物---平箔糸。 刺繍---撚箔糸(表裏なし)

宋代1008年の禁令: 金箔、金銀錦、撚金、織金、金線。

我国における金箔・金糸

- * 761年法隆寺の観世音菩薩以来、仏像・仏具に金箔を施す。
- * 金襴生地への使用：金箔を貼ったり、薄く伸ばして編込む。
 - 表装裂（過度に主張しない）
 - 人形用裂地（光箔を使用）
 - 袈裟（宗派毎に異なる）
- * 平箔：和紙に漆を塗り、11cm角の薄い金箔を貼り、表面を平らにしたもの。
- * 金糸：平箔を3cm幅につき、60-100本に切断。（0.3mm幅）
 - もとは定規をあてて包丁で切った。
 - 明治25年ごろからは煙草の葉の裁断機をヒントにした手動裁断機を使用。

金銀糸の種類

形状による分類:

平金銀糸-----両面平金糸、 片面平金糸

撚り金銀糸---羽衣撚り、襷撚り、丸撚り、蛇腹撚り、
絡み撚り

素材による分類:

和紙: 金属箔、金属蒸着、漆加工

セロファン: 金属箔、金属蒸着

プラスチックフィルム: 金属箔、金属蒸着

品質的に:

後加工(精錬、漂白、染色)用

後加工しないもの(先染め糸使用)

色系



金銀色糸

金銀糸太さ見本と糸枠

平箔の基本構造

平箔の基本構造



金銀糸太さ見本



金銀糸糸枠

【箔押しに依る】

本金：

和紙
目止剤
地漆
押漆
金箔

本銀：

和紙
目止剤
地漆
押漆
銀箔
着色層

【真空蒸着に依る】

金色：

着色トップ塗付層
アルミ蒸着層
ベースフィルム

銀色：

透明トップ塗付層
アルミ蒸着層
ベースフィルム

（または、着色トップ塗付層 / 銀蒸着層 / 和紙）

（または、透明トップ塗付層 / 銀蒸着層 / 和紙）

現在の金銀糸の製法

1. フィルムベースに金属(通常はアルミ)を蒸着
2. フィルムの両面、または、片面に合成樹脂塗料を塗布して着色。
3. 約100 mm 幅に大切り切断。
4. マイクロスリット。幅 0.1mm – 数 mm に切断。(1 寸幅から100本:100 切)。平糸。
5. 撚糸。ナイロン、レーヨンなどの長繊維と撚り合わせる。やり方の種類多。
 - 羽衣撚り: キュプラなどのマルチフィラメントに平糸を撚り合わせ。
 - タスキ撚り: ナイロンなどのマルチフィラメントに平糸を襷状に撚り合わせ。
 - 丸撚り: レーヨンマルチフィラメントに平糸を紙縒り様に全体に被せる。
 - 蛇腹撚り: 間を空けて蛇腹状に平糸を被せる。



左上：箔打ち紙に金箔をはさむ、
左中：金箔押し、 左下：金箔切り、

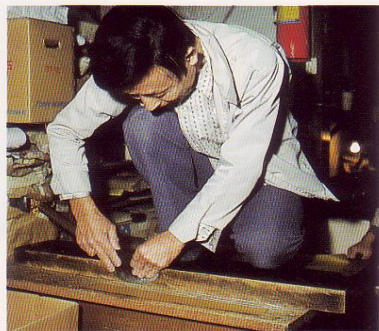
右上：手撚り、右中：枠への巻取り
右下：板取による束上げ



箔打ち紙に金箔をはさむ



金箔押し



金箔切り



手撚り



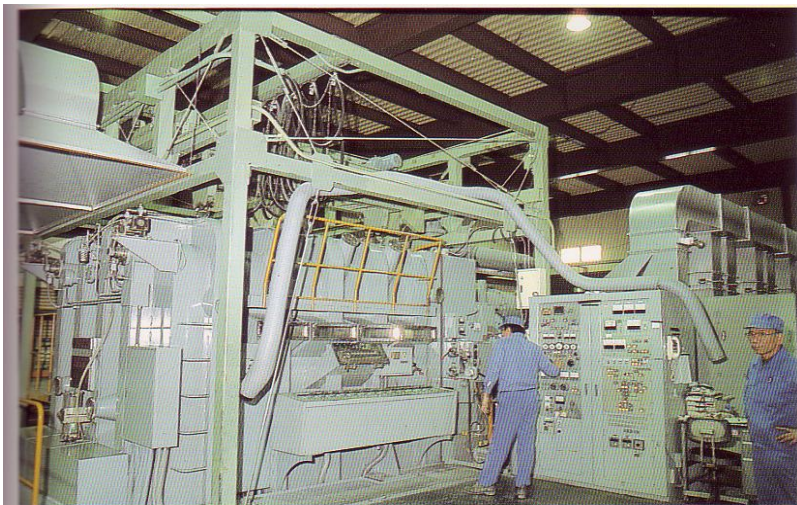
枠に巻きとる



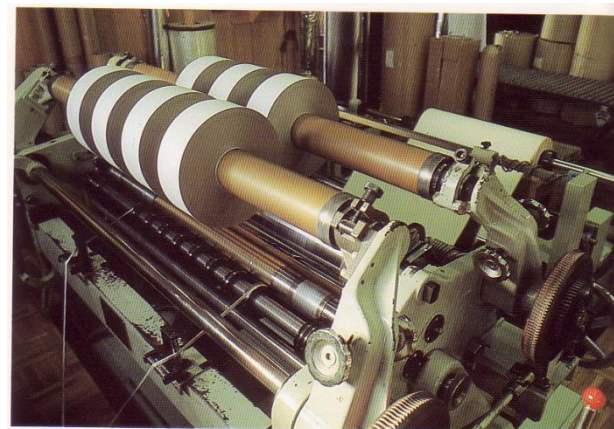
板取による束上げ

真空蒸着機(左上)
塗布機(着色)(左下)

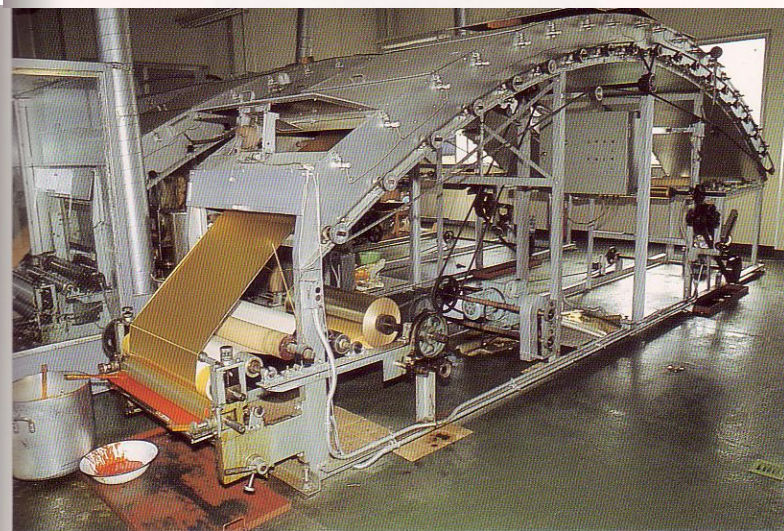
大切リスリッター(右上)
マイクロスリッター(右下)



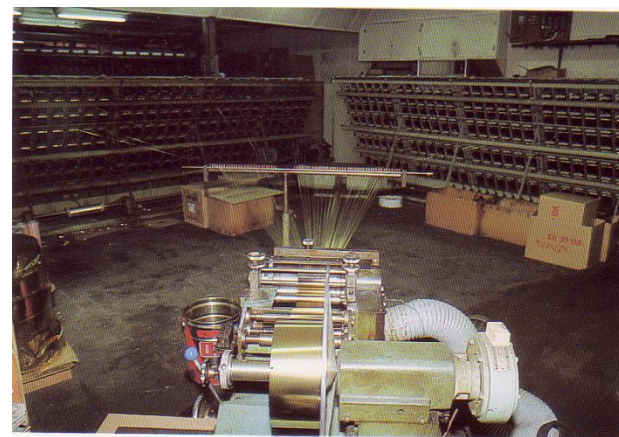
真空蒸着機



大切スリッター

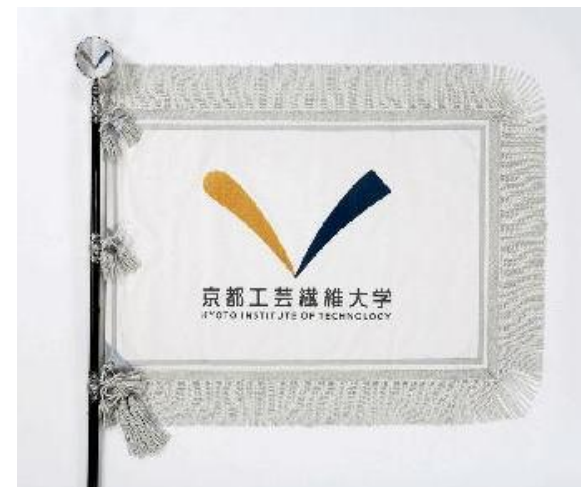


着色機



マイクロスリッター

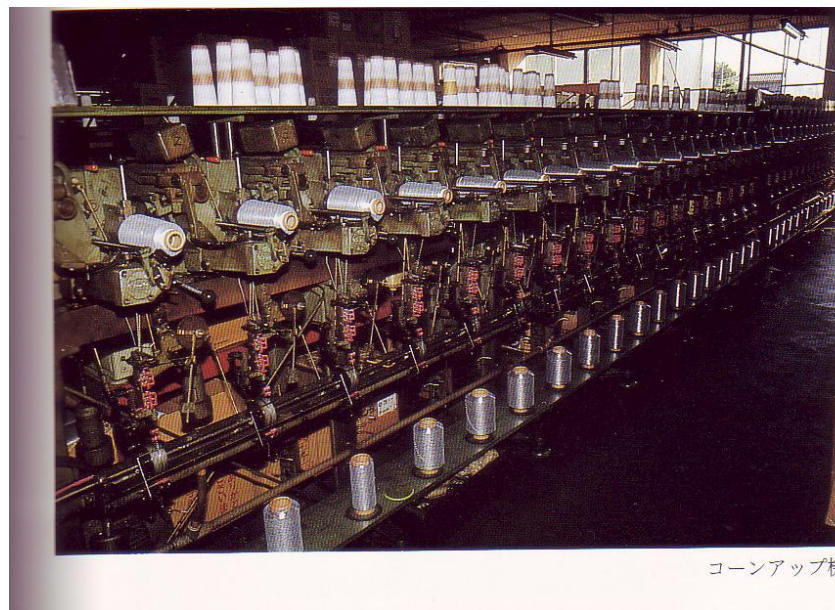
- 左： 超高速撚糸機
- 右： コーンアップ機



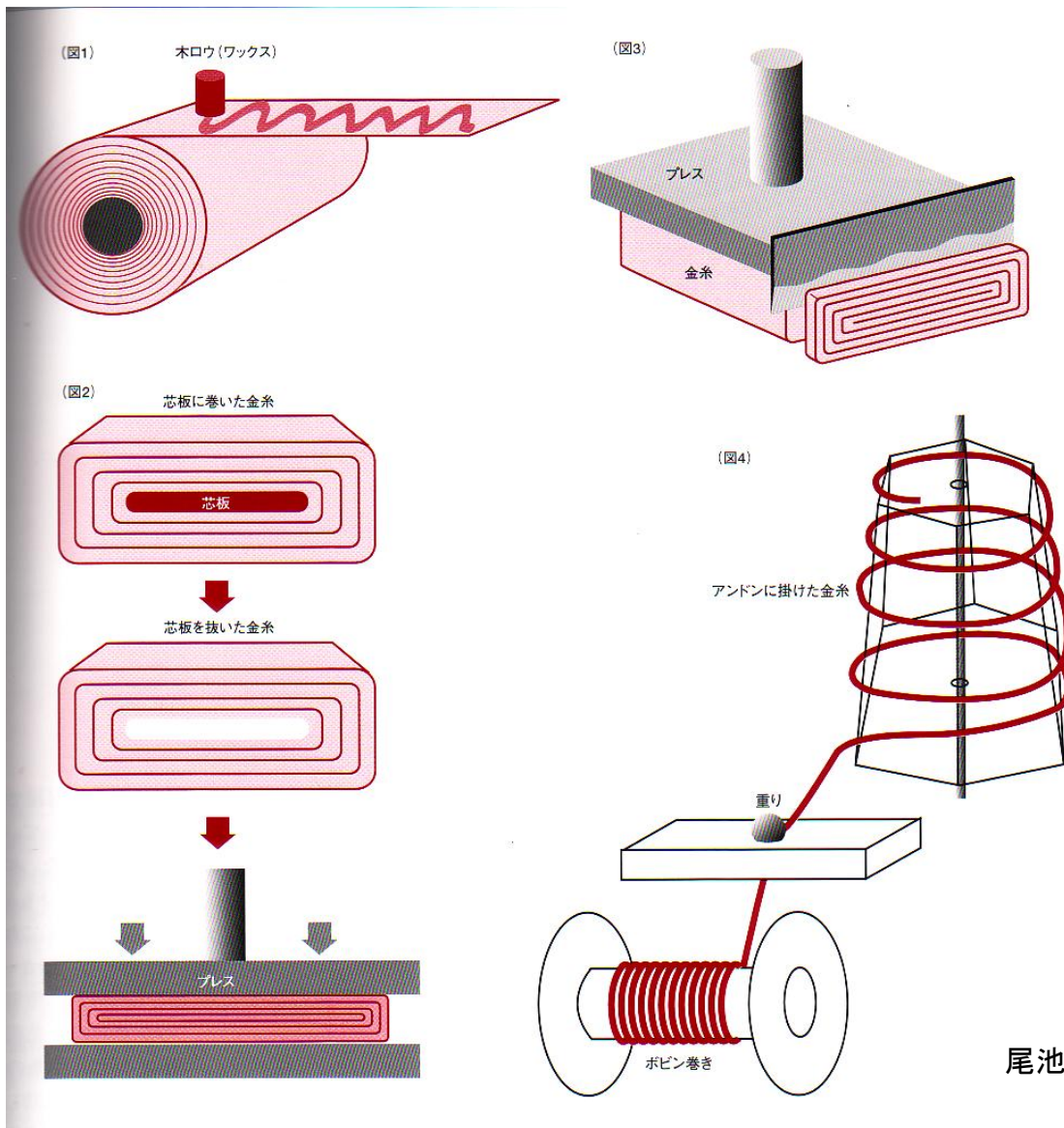
- 京都工芸繊維大学web



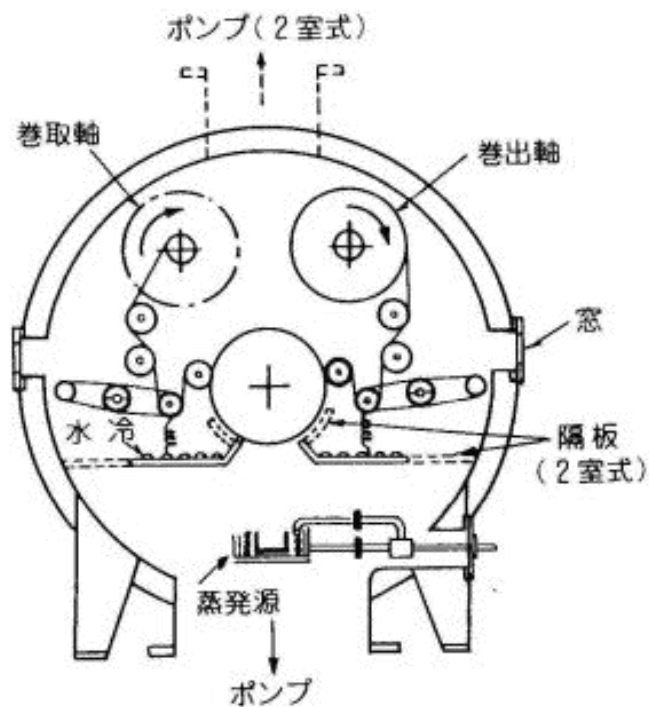
- 京都金銀糸平箔史



アルミ両面平箔のタタミ切りと機械撚り(昭和8年ごろ)

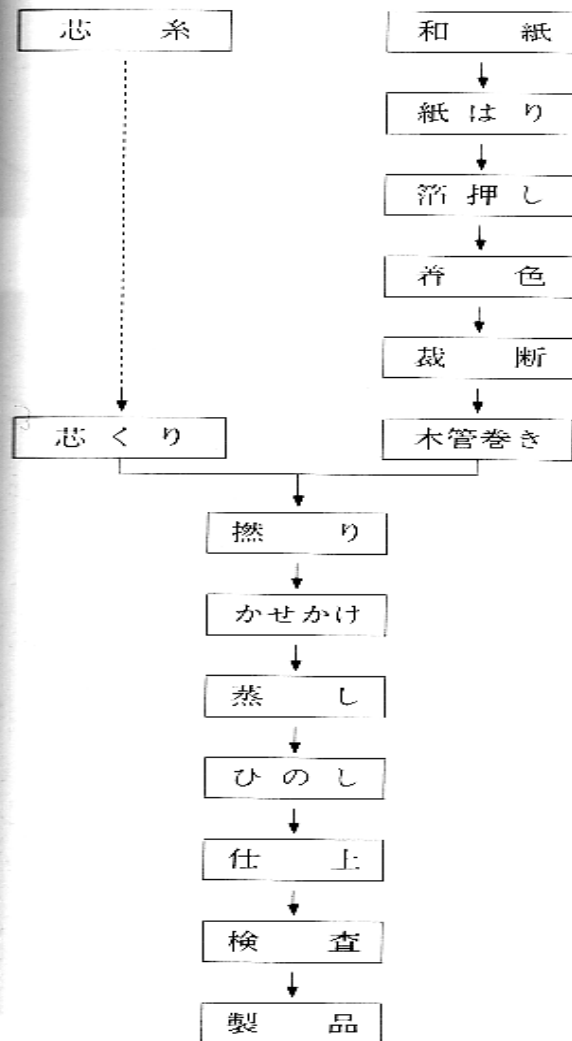


箔押し、および、金糸銀糸への応用

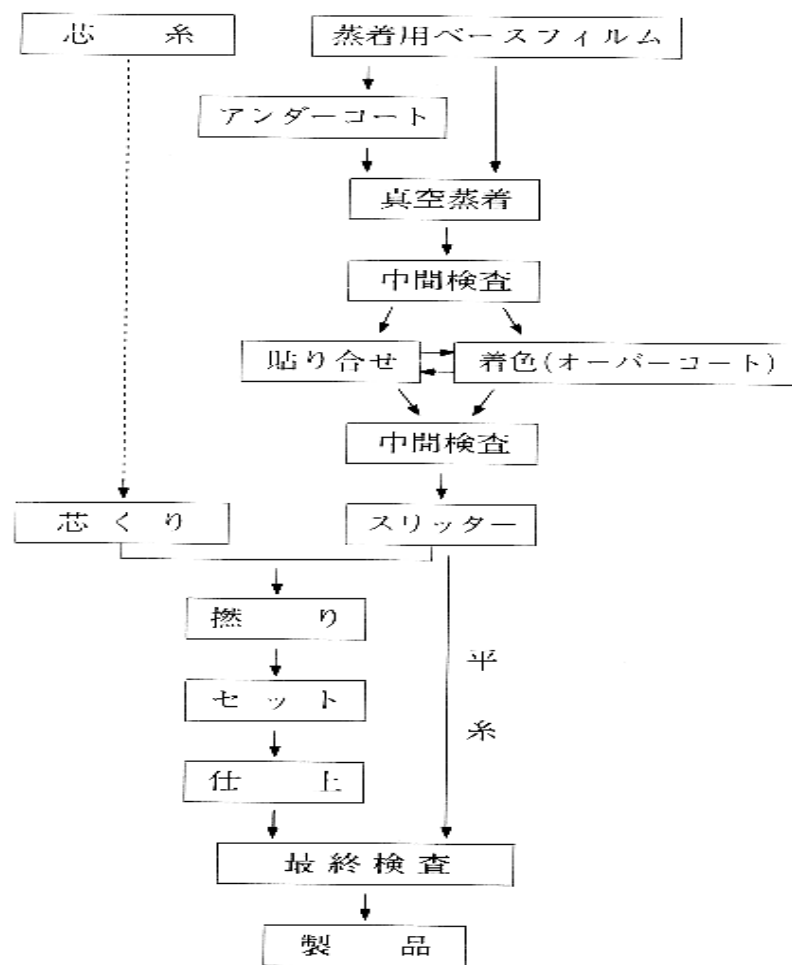


生産工程図

本金・本銀系



真空蒸着金銀系

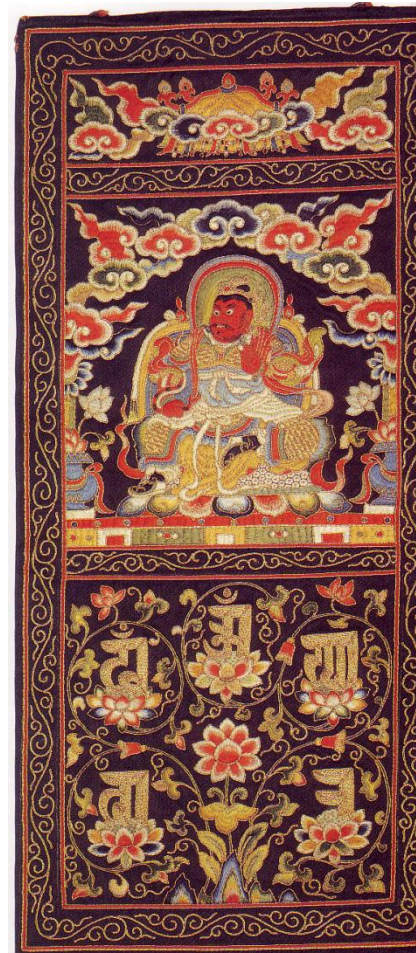
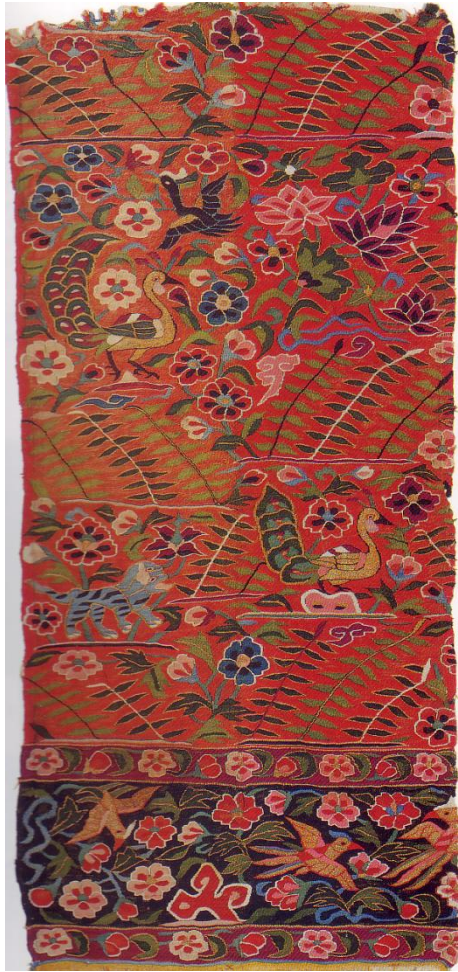


伝統工芸 → 伝統産業

金箔 + 和紙 → アルミ蒸着フィルム

- | | | |
|--------------|---|------------------|
| 1. 紙継ぎ + 箔貼り | → | (長尺アルミ箔-和紙連続貼合せ) |
| | → | フィルム真空蒸着 |
| 2. 折畳み箔手動切断 | → | マイクロスリッター |
| 3. 撚り | → | 高速撚糸 |
| 4. 着色 | → | 着色 |
| (先染め) | → | (先染め) |
| | | (後染め) |

左： 宋王朝綴れ織りパネル(10-11世紀)[青虎(威厳)と孔雀(美)(身体:金糸織)]
右： 宋西欧守護神を刺繍した掛け物 [下部の蓮の花から生まれた文字は金糸]



•左： 印金（筆描き接着剤の上に金箔押し）（南宋）
右： 枝垂桜文様摺箔（部分）（桃山時代）

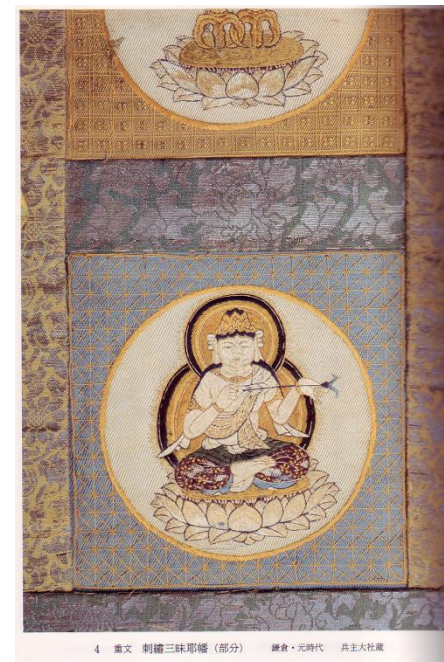


16 重文 二十五条袈裟・応夢衣（部分） 南宋時代 京都国立博物館蔵



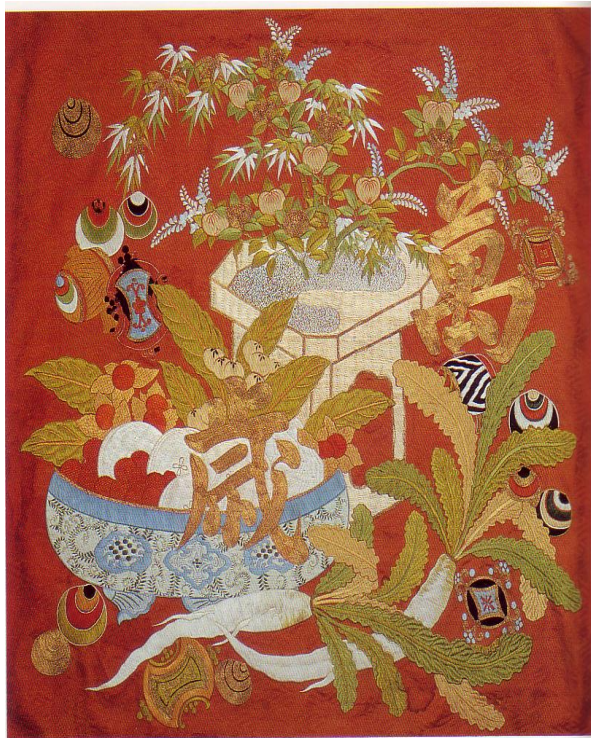
19 重文 枝垂桜文様摺箔（部分） 桃山時代 林原美術館蔵

- 左： 金箔糸を使った金欄舞樂装束(南北朝)
- 右： 紅地、紺地銀欄刺繍三昧耶幡(鎌倉時代)



•

左： 吉祥文様袱紗 （江戸時代中期）
右： 金糸刺繍打掛 （江戸時代後期）



10 重文 吉祥文様袱紗 江戸時代中期 興福院蔵

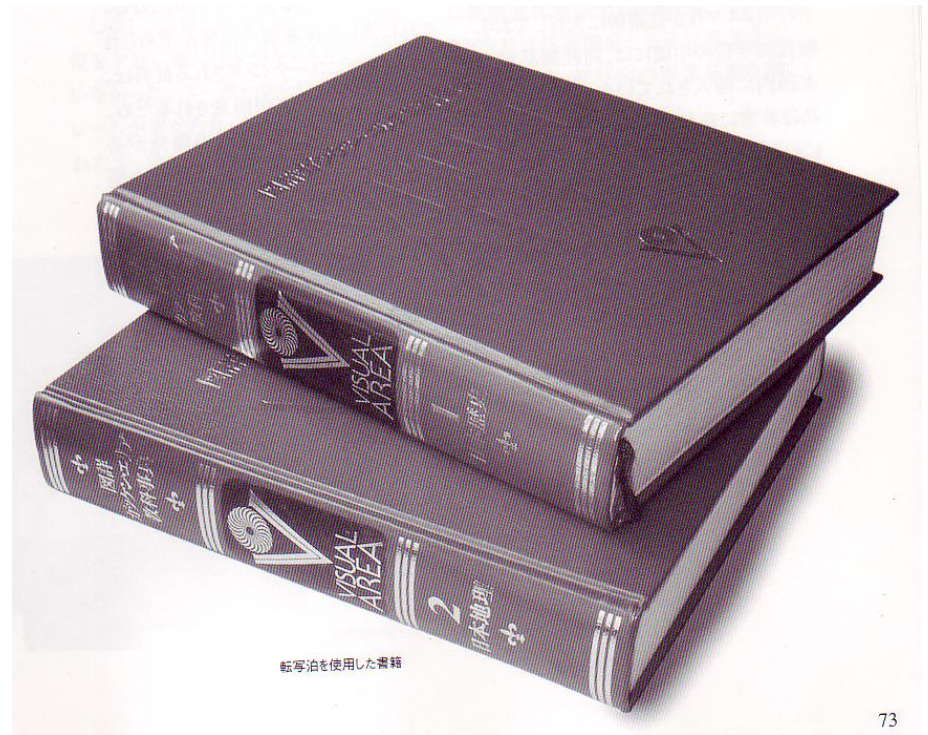


12 麻の葉に花の丸文様打掛 江戸時代後期

転写箔

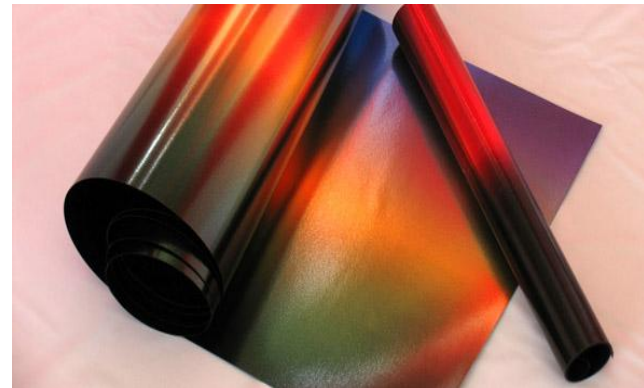
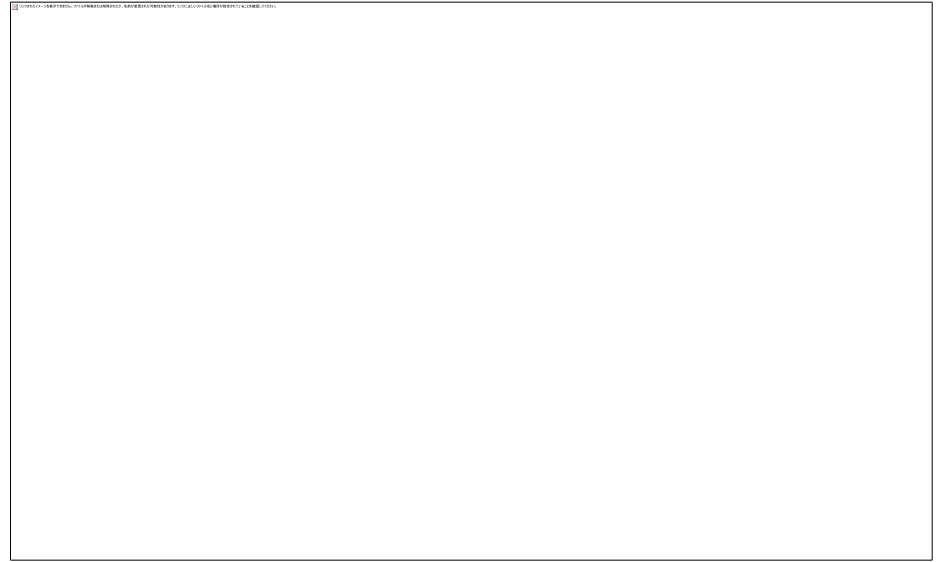


転写箔が使われている商品



転写箔を使用した書籍

•転写箔



真空技術

- 1915 スパッターによる箔形成 (Edison)
- 1928 熱蒸着
- 1930 布に銀をsputter roll coating
- 1933 アルミのfilament 蒸着 (Strong)
- 1934 グラシン紙へ金sputter roll coating
- 1935 Cd:Mg, Znの蒸着roll coating
- 1935 金属紙コンデンサー
- 1935 Palomar 望遠鏡のアルミ蒸着
- 1935 光学レンズの単層ARコーティング
- 1941 NRC設立 (後に、Varian)
- 1946 Bulzers設立
- 1951 装飾用蒸着プラスチック
- 1955 電子ビーム蒸着一般化

金銀糸

- 1918 撚糸工程機械化50錘
- 1929 アルミ 箔ラミによる撚糸量産
- 1933 アルミ両面平箔
- 1935 光輝糸
- 1940 7.7奢し禁令
- 1946 スパッター研究組合設立
- 1950 アルミ箔＋和紙 (新銀糸)
- 1953 セロファン / 13 μ m厚アルミ箔 / セロファン
- 1955 京都市工試アルミ蒸着デモ(小試料)
- 1956 尾池蒸着機導入(徳田製作所製)
- 1958 中井外2社蒸着機導入
- 1959 東レPETフィルム稼動
東レメタライジング設立
- 1961 食品など包装分野への蒸着フィルム応用

蒸着フィルムの応用

- * 金銀糸
- * ラベルなどスタンピングフイル
- * 装飾用
- * 防湿包装
- * コンデンサ
- * 録音用マイクロテープ
- * ヴィデオ用カセットテープ

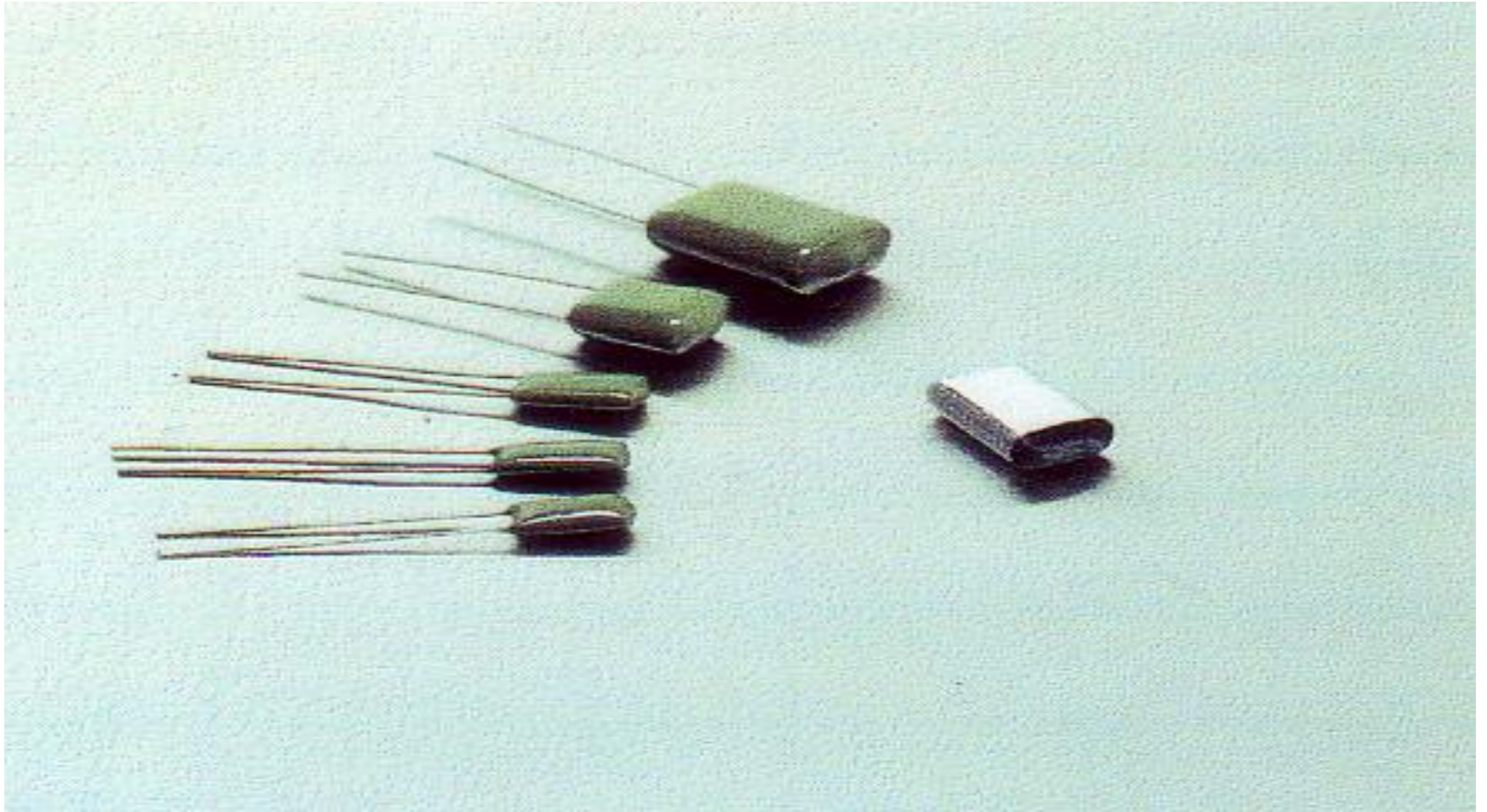


薄膜加工フィルム

- * 熱線反射フィルム

— — —

コンデンサー (1-12 μ m)



コンデンサー (蓄電器、キャパシター)

* 2つの導体板を、その間に空気、または、他の絶縁体をはさんで向き合わせた構造にすると両導体に異符号・等量の電荷(+ Q, - Q)を蓄積する能力をもつ。

2つの導体間の電位差を V とすると その蓄積する電気容量C(単位はFarad)は その2つの導体の形、大きさ、配置など幾何学的量で決まり、 $Q = CV$ の関係がある。

面積 S の金属板を間隔 d で平行に配し、誘電率 ϵ の絶縁体を挟んだときは、電気容量 C は

$$C = \epsilon S / d$$

1. 紙、および、フィルムコンデンサー

2. セラミックコンデンサー

3. アルミ電解コンデンサー

4. 雲母、ガラス、ガス等コンデンサー (使用目的・条件(容量、電圧、温度など)により、選択)

交流電気機器用

- a. 電力用: モーター起動、運転用、照明用、蓄積用、
- b. 電力変換用: 高低圧各種電源、各種レギュレーター、コンバーター

電子機器用

- a. アナログ電子回路用: 一般アナログ機器、結合、共振、バイパス、フィルター用
- b. デジタル電子機器用: コンピューター、電信電話、計測制御装置

フィルムコンデンサー

$$C = \epsilon S / d$$

経緯：

紙コンデンサー（油、または、ワックス含侵）

マイカコンデンサー

→ [耐高電圧、低誘電体損失、低吸水性、小型化]

（トランジスターの出現による小型化）

ポリスチレンフィルムコンデンサー

ポリエステルフィルムコンデンサー

ポリカーネートフィルムコンデンサ

ポリエチレンフィルムコンデンサー

（カラーテレビ）

ポリプロピレンフィルムコンデンサ

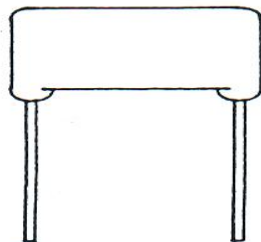
プラスチックフィルムコンデンサー

	PSt	PE	PP	PC	PET	PEN	PPS
$\epsilon(1\text{KHz})$	2.5	2.3	2.2	3.0	3.1	2.9	3.0
$\tan\delta(^{\circ}) (10^{-4})$	2	2	6	90	25	40	1
使用温度	~ 85	~70	~105	~125	~125	~155	~155
温度係数(ppm/C)	-150	-1500	-200	-100	+400		

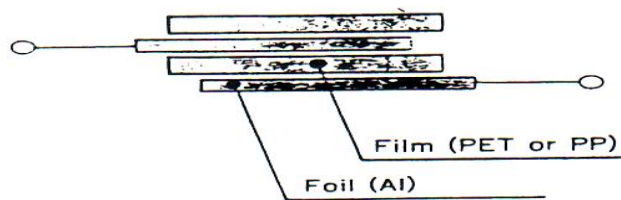
フィルムコンデンサ

$$C = \epsilon S / d$$

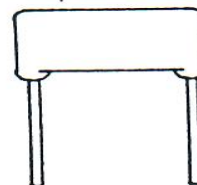
箔電極タイプ (Plain foil type)



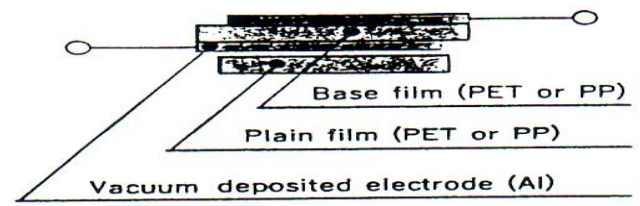
個別4枚巻 2 films & 2 foils



蒸着電極タイプ (Metallized type)



個別2枚巻 Dual metallized film & plain film

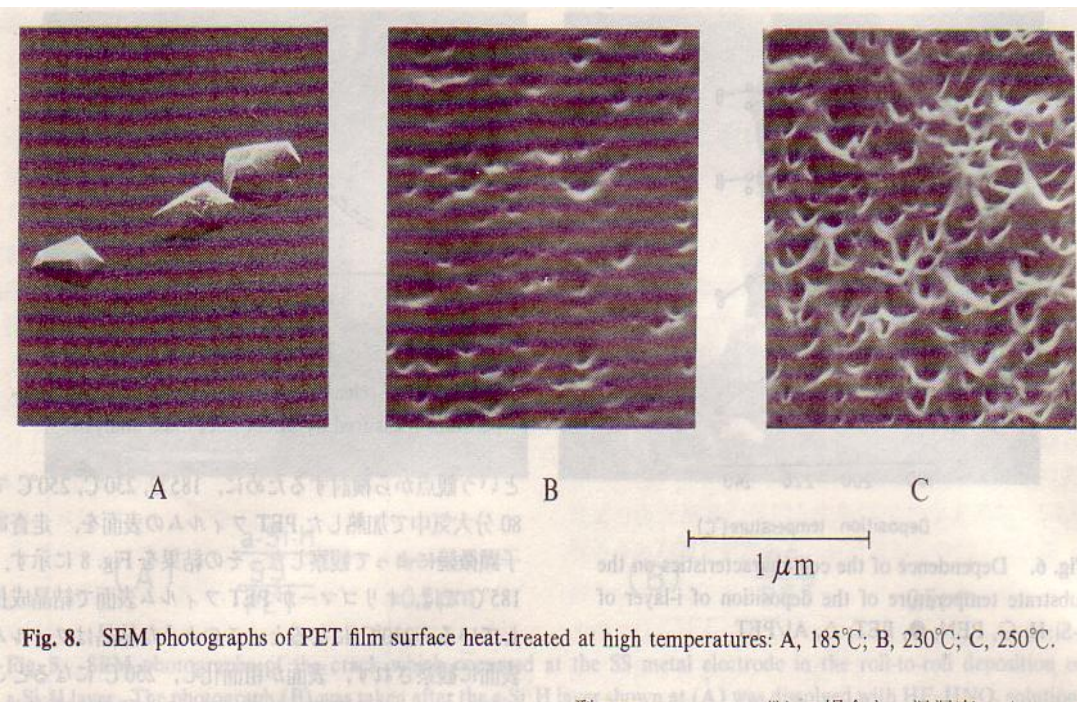


- 1845 Mattenci 天然雲母＋金属板
- 1855 Sircharles 外 金属表面酸化物を誘電体とする
- 1861 Morris 外 **紙＋錫箔**
- 1871 Gibron 外 空気可変コンデンサの提案
- 1872 Baey 磁気コンデンサ
- 1876 Fitzgerald パラフィン含浸紙コンデンサ
- 1890 Swinburne 紙コンデンサの交流回路への応用
- 1892 我国における通信機用紙コンデンサの研究発表
- 1900 アルミ電解コンデンサ。Al箔表面を硼酸等の電解液で陽極酸化。酸化アルミを誘電体とする。
-
- 1924 “ ラヂオ放送開始
 鉱石ラヂオ受信機： 空気可変コンデンサ、雲母コンデンサ
 真空管式 “ : 紙コンデンサ
- 1933 プラスチックフィルムコンデンサ Siemens: PE.
- 1935 “ ブラウン管付きオッシログラフ装置発表(高電圧用コンデンサ)
 電子回路(ラヂオ受信機、有線機器、無線機器などの平滑回路、直流阻止回路、共振回路)で
 濾波用、同調用、側路用、温度補償用、雑音防止用などの目的で、固定型、可変型、半固定型の
 形で種々のコンデンサーが用いられる。
- 1936 金属化紙コンデンサ
- 1937 米軍陸海空軍用 JAN 仕様導入 ->警察予備隊 SSS 規格
- 1947 タンタル電解コンデンサ
- 1948 Shockley 外 トランジスターの発明
- 1951 金属化プラスチックフィルムコンデンサ
- 1953 白黒テレビ放送開始
- 1957 東芝、国産テレビ受像機
 ステレオ、テープレコーダー
- 1960 Texas Instrument: 蒸着方式を駆使してトランジスター、コンデンサ、抵抗の集積回路開発

金属蒸着フィルム --- 金銀系 と コンデンサ

	金銀系	コンデンサ
厚み	12 – 25 μm	1 – 9 μm
誘電率	(一)	+
誘電損失	—	+
絶縁抵抗	—	+
耐電圧	—	+
耐熱性	+-	++
耐湿性	+	+
耐油性	+	+
耐溶剤	+	+
透明性・色調	+	—
帯電性	+	++
力学特性	+	+

80分加熱後のPETフィルム表面



オリゴマー析出量

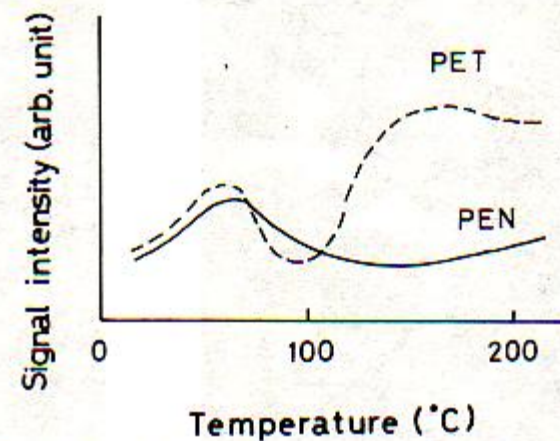
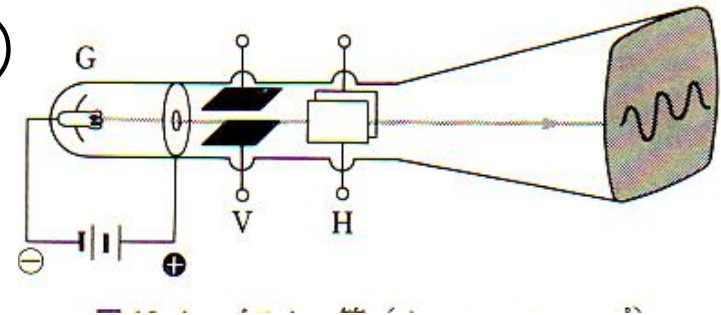


Fig. 7. Gas release from polymer film in high temperature measured by direct-inlet mass analysis.

フラットパネルディスプレイ(FPD)への応用

ブラウン管(陰極線管)(CRT)

→



液晶ディスプレイ(LCD)

プラズマディスプレイ(PDP)

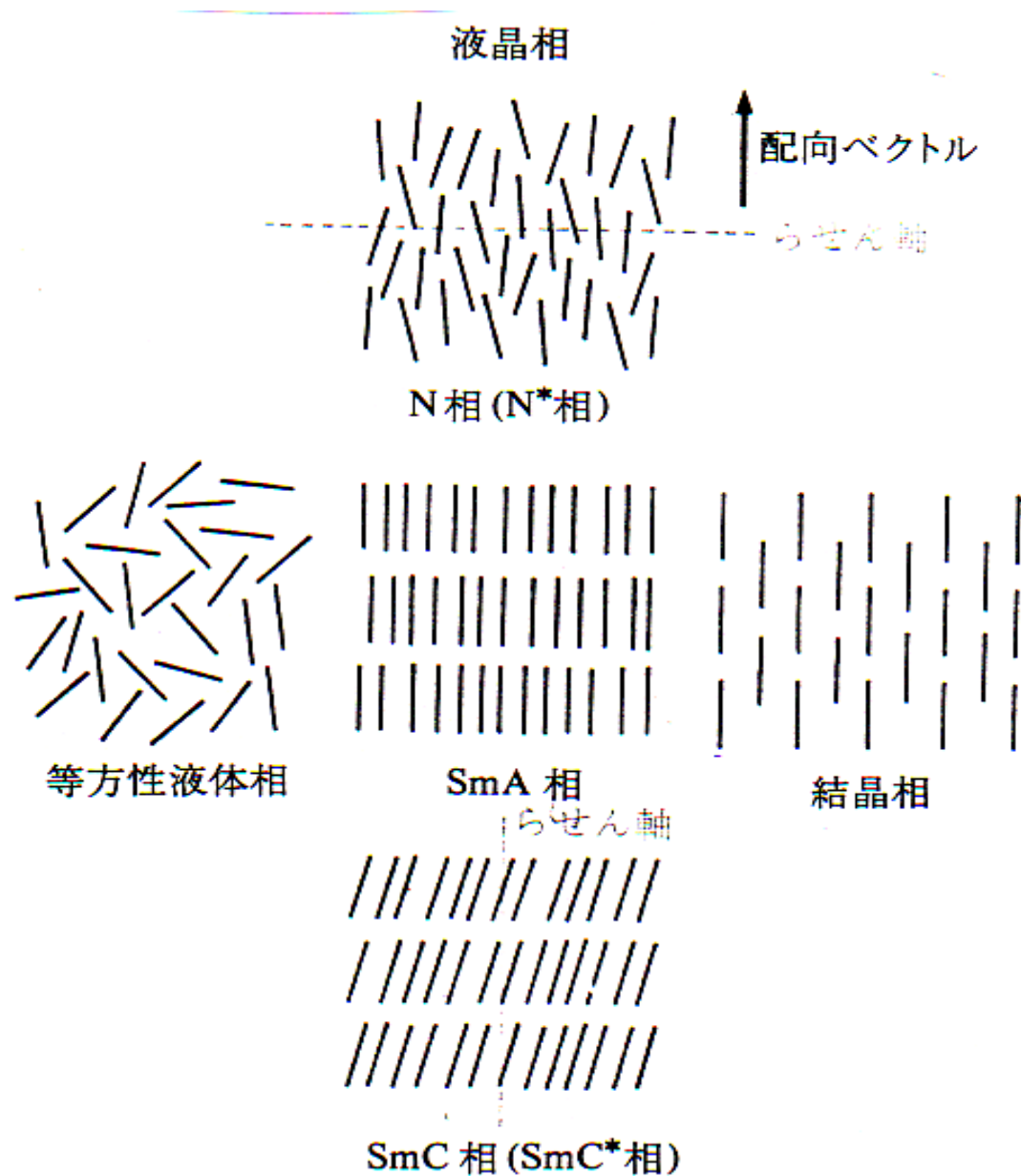
電界放出型ディスプレイ(FED)

蛍光表示パネル(VFD)

無機エレクトロルミネッセンスディスプレイ(ELD)

有機エレクトロルミネッセンスディスプレイ(OELD)

液晶の種類



液晶の化学式(例)

表 5.4.-1 TN用(低電化)液晶材料

番号	構造式	融点	透明点※
a		30 ℃	20 ℃

※ 透明点 …… 液晶が液体と成る温度

二周波駆動用液晶材料

番号	構造式	融点	透明点
f		128 ℃	291 ℃
g		141 ℃	255 ℃

新型TN用(高速応答)液晶材料

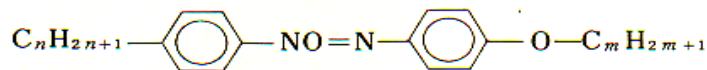
番号	構造式	融点	透明点
b	 (n, m) が各々 (5, 1) 40%, (3, 5) 20%, (4, 2) 40% の組成物	23 ℃	68 ℃
c		44 ℃	56 ℃
d		38 ℃	7 ℃
e		23 ℃	34 ℃

熱書込み用液晶材料

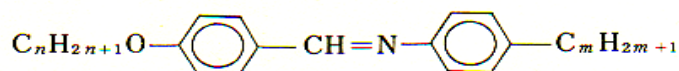
番号	構造式	SmA 温度範囲
h		75 ~ 89 ℃

ネマチック、および、スメクチック液晶例

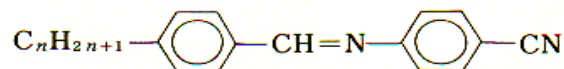
表 2・4 ネマティック液晶材料



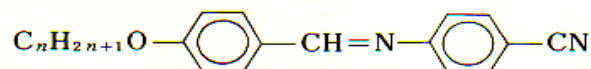
p-alkyl-*p*'-alkoxyazoxybenzene



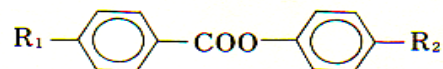
p-alkoxybenzylidene-*p*'-alkylaniline



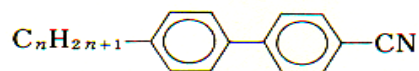
p-alkylbenzylidene-*p*'-cyanoaniline



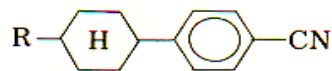
p-alkoxybenzylidene-*p*'-cyanoaniline



phenylbenzoate



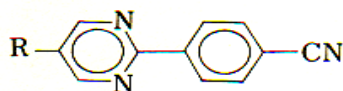
p-alkyl-*p*'-cyanobiphenyl



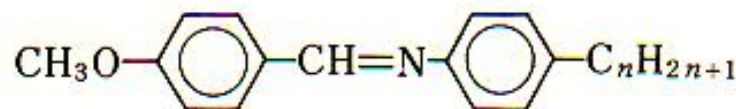
p-cyano-phenylcyclohexane



cyclohexyl-cyclohexane



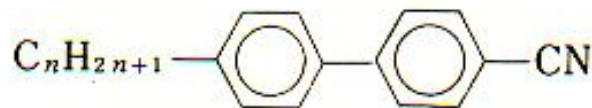
p-cyanophenyl-pyrimidine



p-methoxybenzylidene-*p*'-alkylaniline

図 2・6 ネマティック液晶とスメクティック液晶。 n が大きくなると、スメクティック液晶としての性質が強くなる

表 2・3 スメクティック液晶材料



p-alkyl-*p*'-cyanobiphenyl

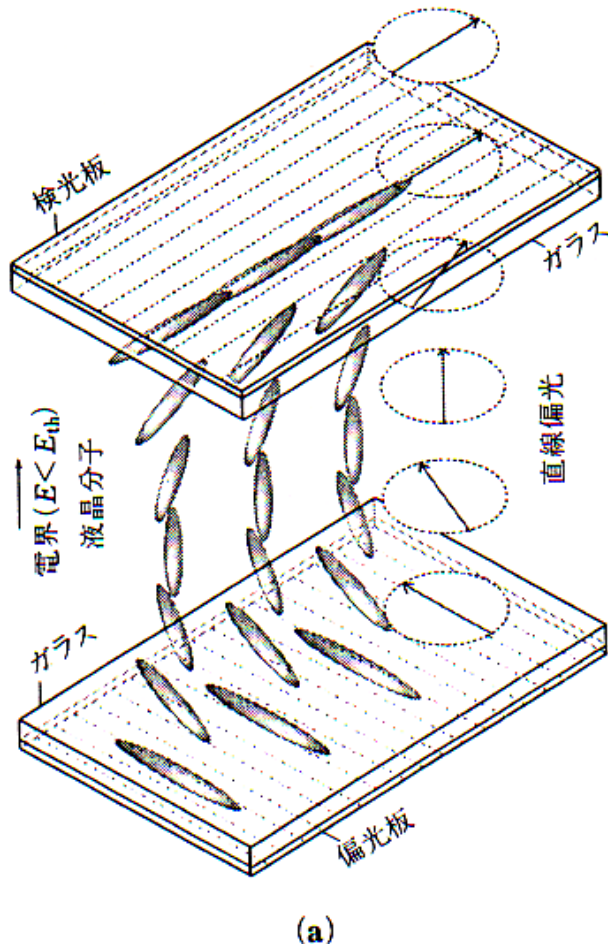


p-alkoxy-*p*'-cyanobiphenyl

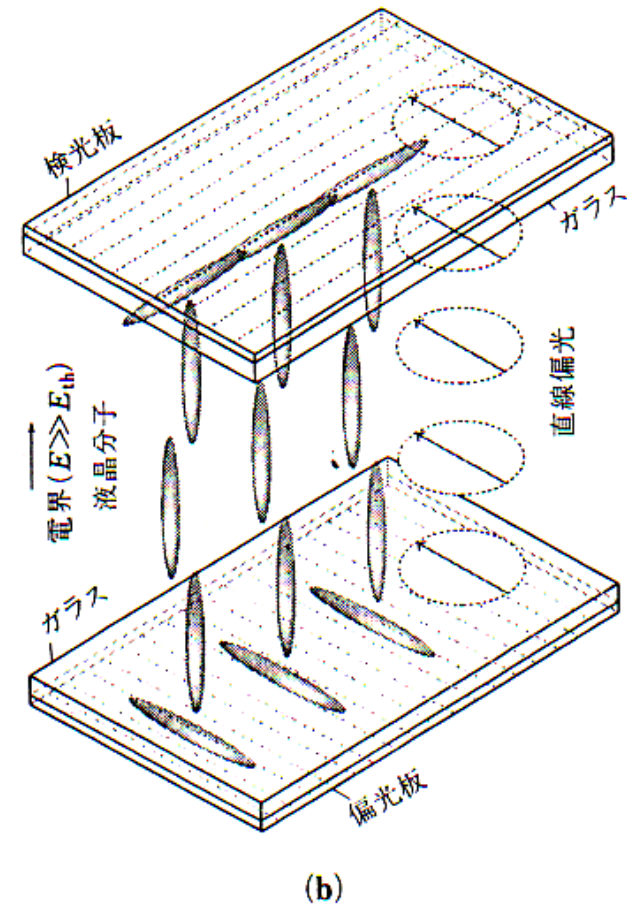
$n > 8$

Twisted Nematic 液晶セル

(液晶分子の向きは2つのガラス板上で90度捻れている)

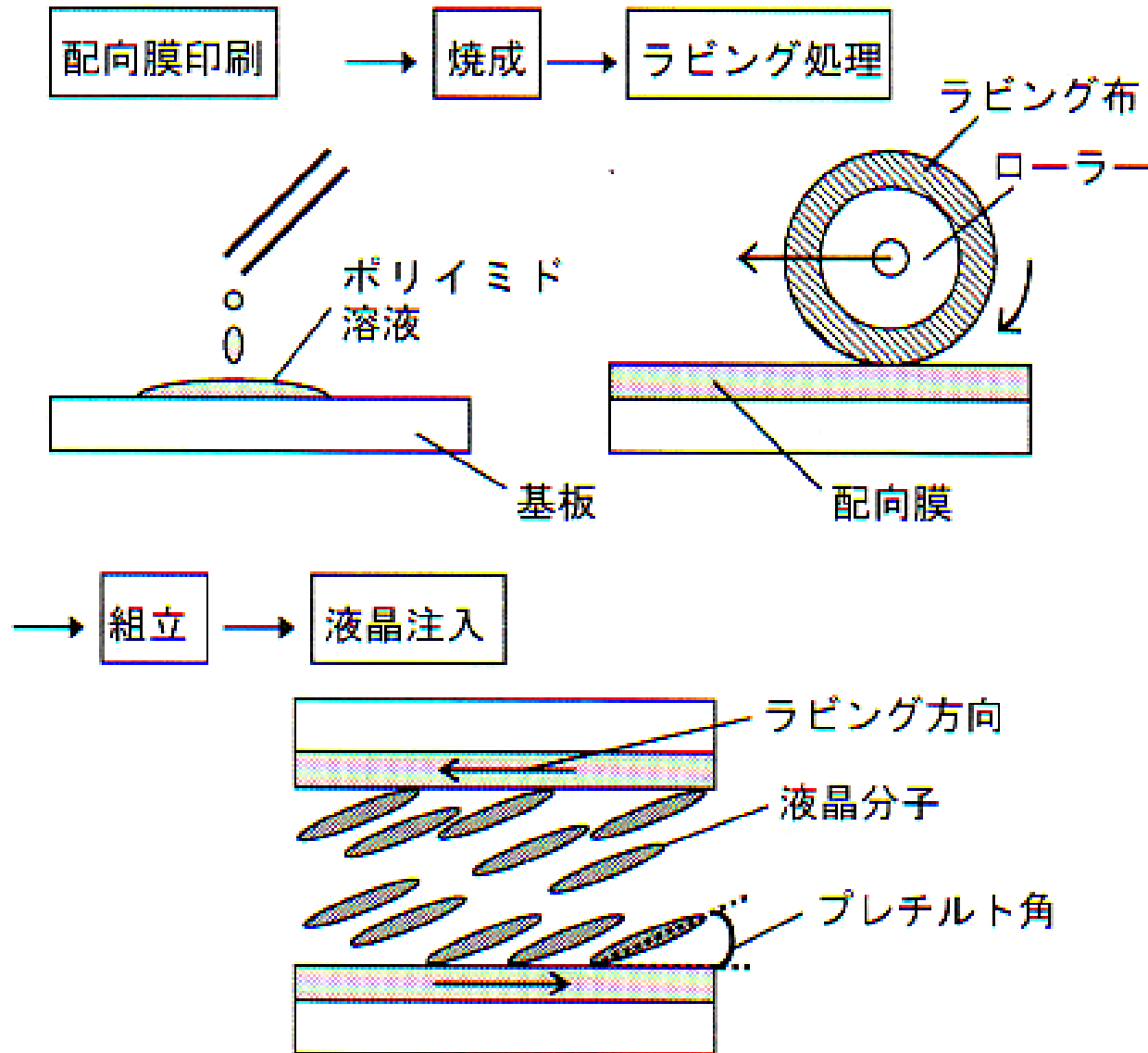


左：電圧をかけないとき、光は透過。

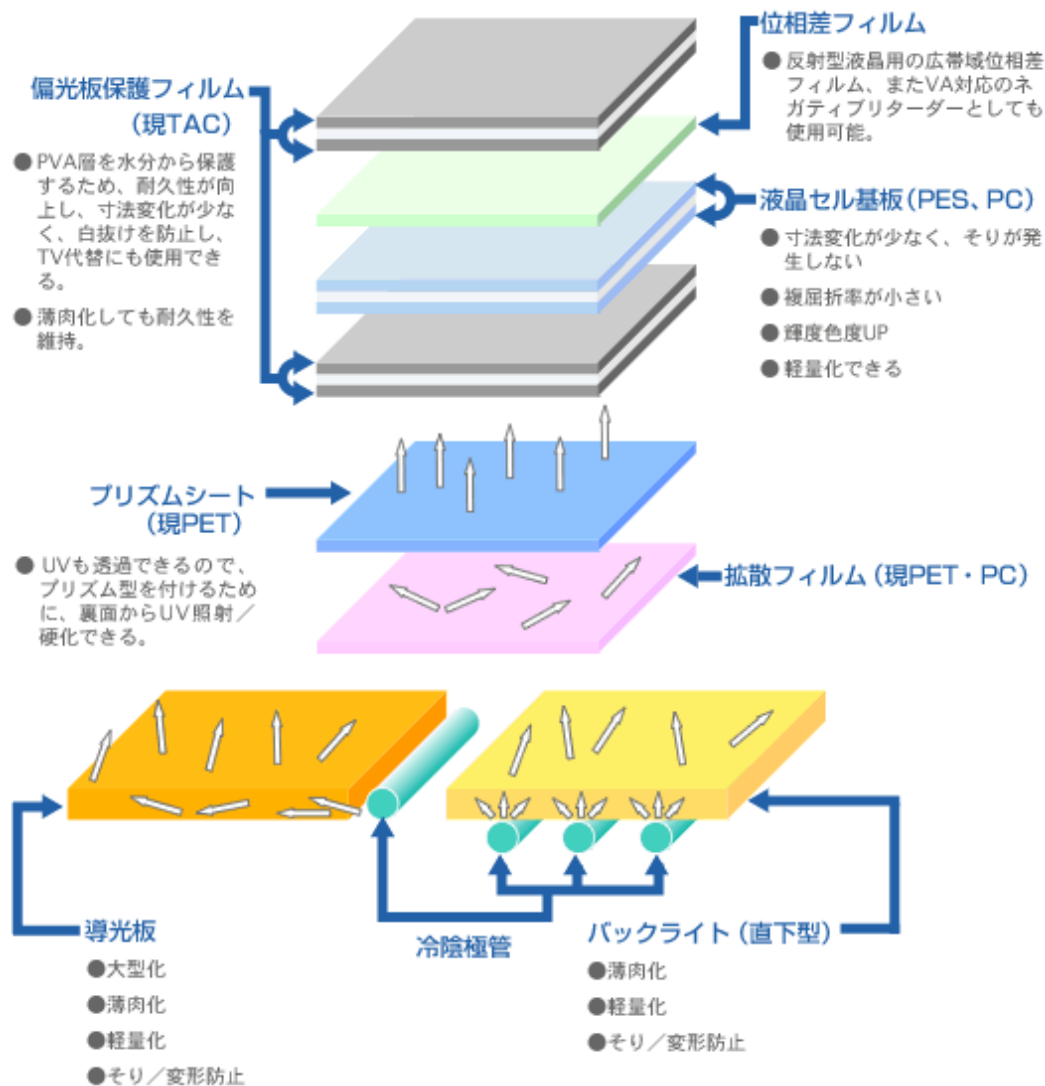


右：閾値以上の電圧で、液晶分子は電界に平行になり、遮光。

液晶セル作成過程



液晶パネルの構成



偏光板保護フィルム
偏光板
偏光板保護フィルム

位相差フィルム

液晶セル基板
液晶
液晶セル基板

偏光板保護フィルム
偏光板
偏光板保護フィルム

プリズムシート
拡散フィルム
導光板

光源

(端面照射型)

--

--

--

--

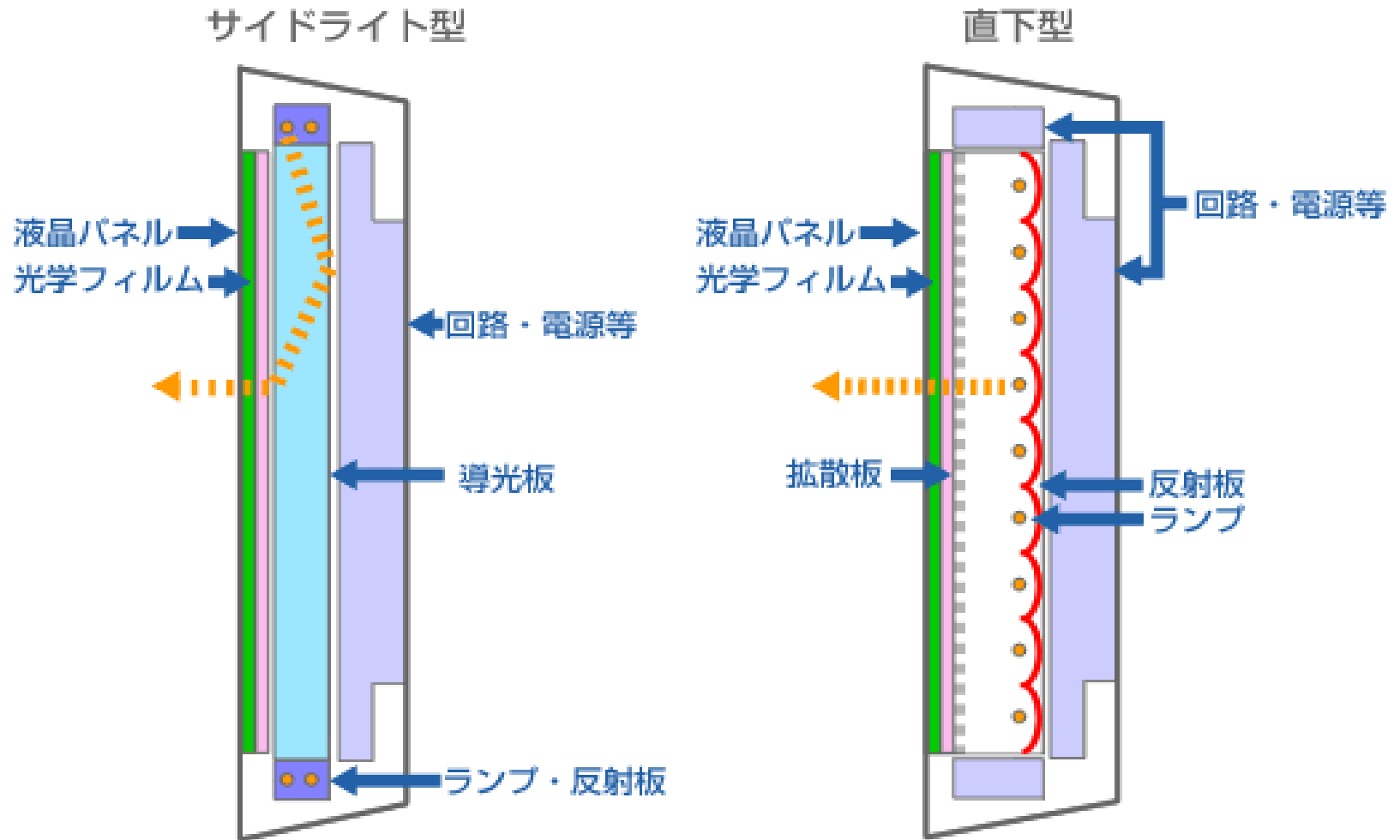
プリズムシート
拡散フィルム
拡散板
冷陰極管ランプ

1.5-3 mm

(直下型)

液晶パネル光源

ゼオノア拡散板は直下型バックライトに使用されます。



ユニットが薄くできる
輝度が低い

ユニットが厚くなる
輝度を上げやすい

TV用途は高い輝度を要求される！！

LCD用偏光板

透明導電層
耐溶剤層
プラスチックフィルム基材
ガスバリア層
耐溶剤層

(a) ディスプレイ用フィルム基板

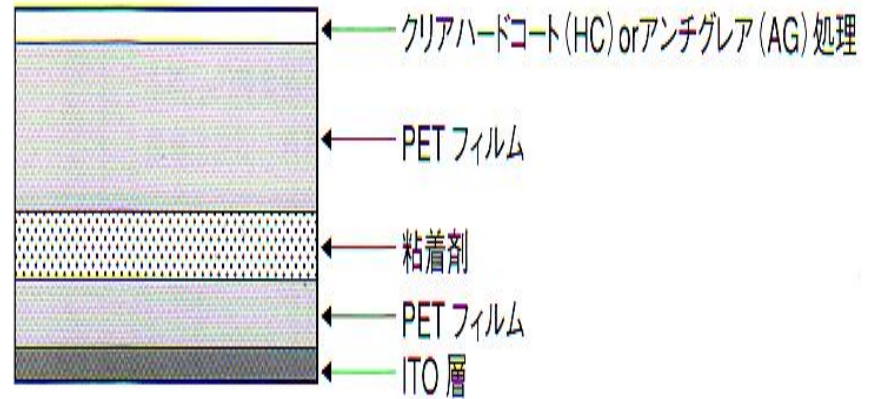
透明導電層
アンダーコート
プラスチックフィルム基材
ハードコート(クリアHCまたはAGHC)

AG : anti-glare
HC : hard coating

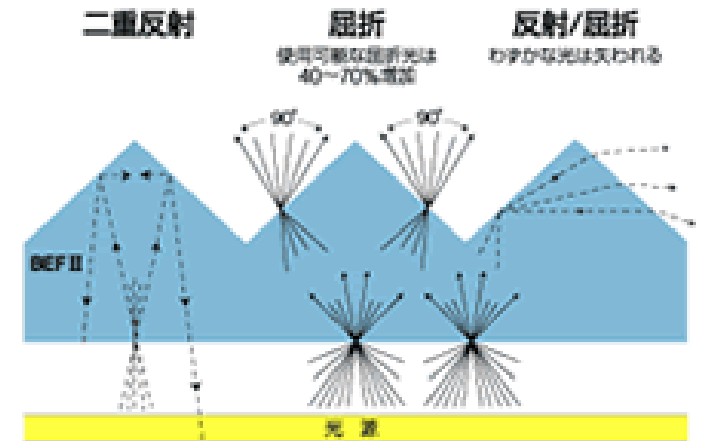
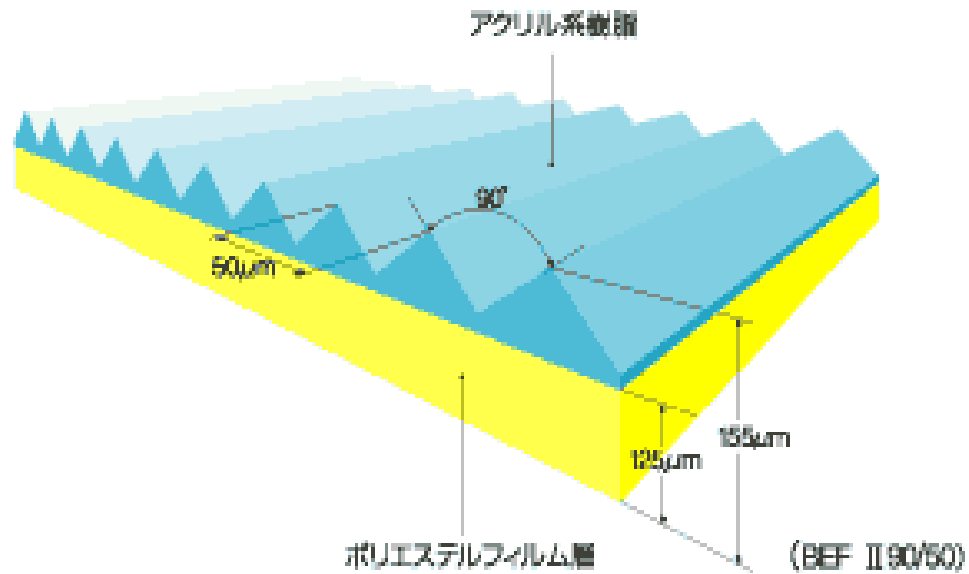
(b) タッチパネル用フィルム基板

図3 ディスプレイ用フィルム基板とタッチパネル用フィルム基板の構成比較

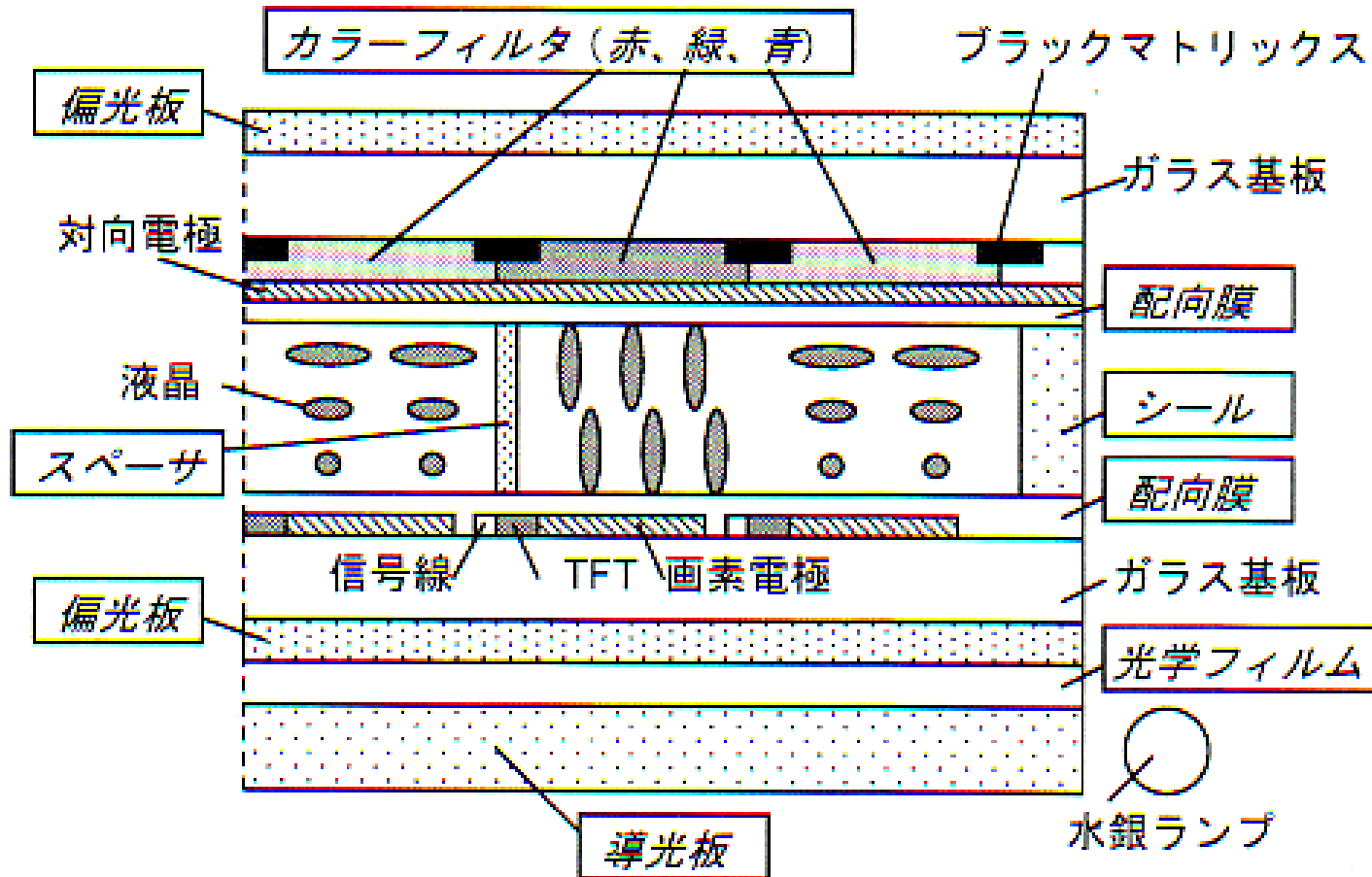
構造



輝度向上フィルム

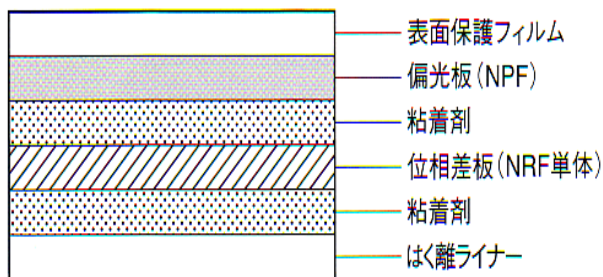


液晶パネル断面

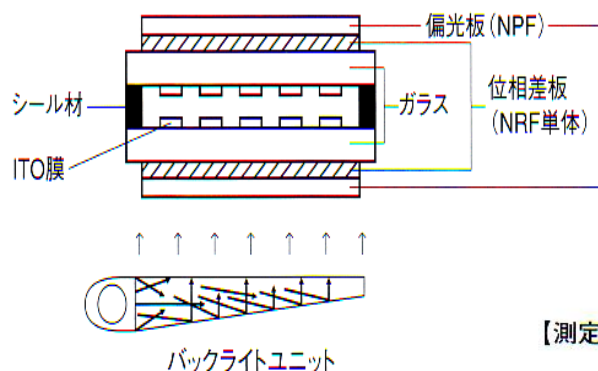


複屈折位相差板付偏光板

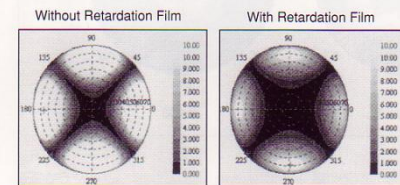
構造



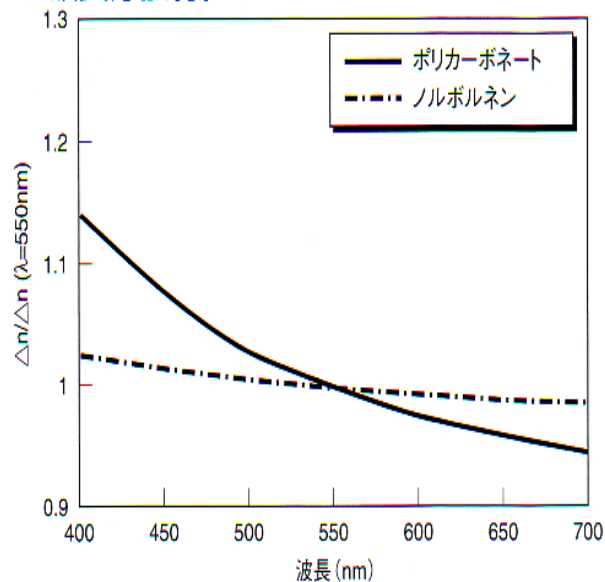
〈STN-LCD (透過型) への使用例〉



〈[位相差板を用いた偏光板]と[偏光板単体]とのコントラスト比較〉

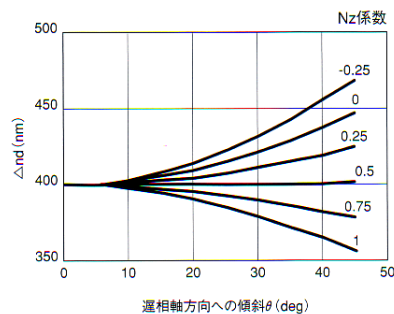


波長分散特性

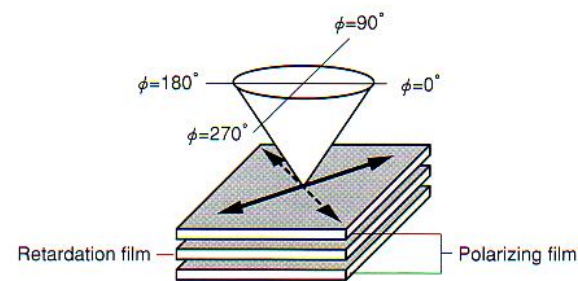


■ 広視野角位相差板

三次元方向の屈折率を制御することにより、視野角による位相変化をコントロールすることができます。



【測定方法 (位相差板を用いた場合)】



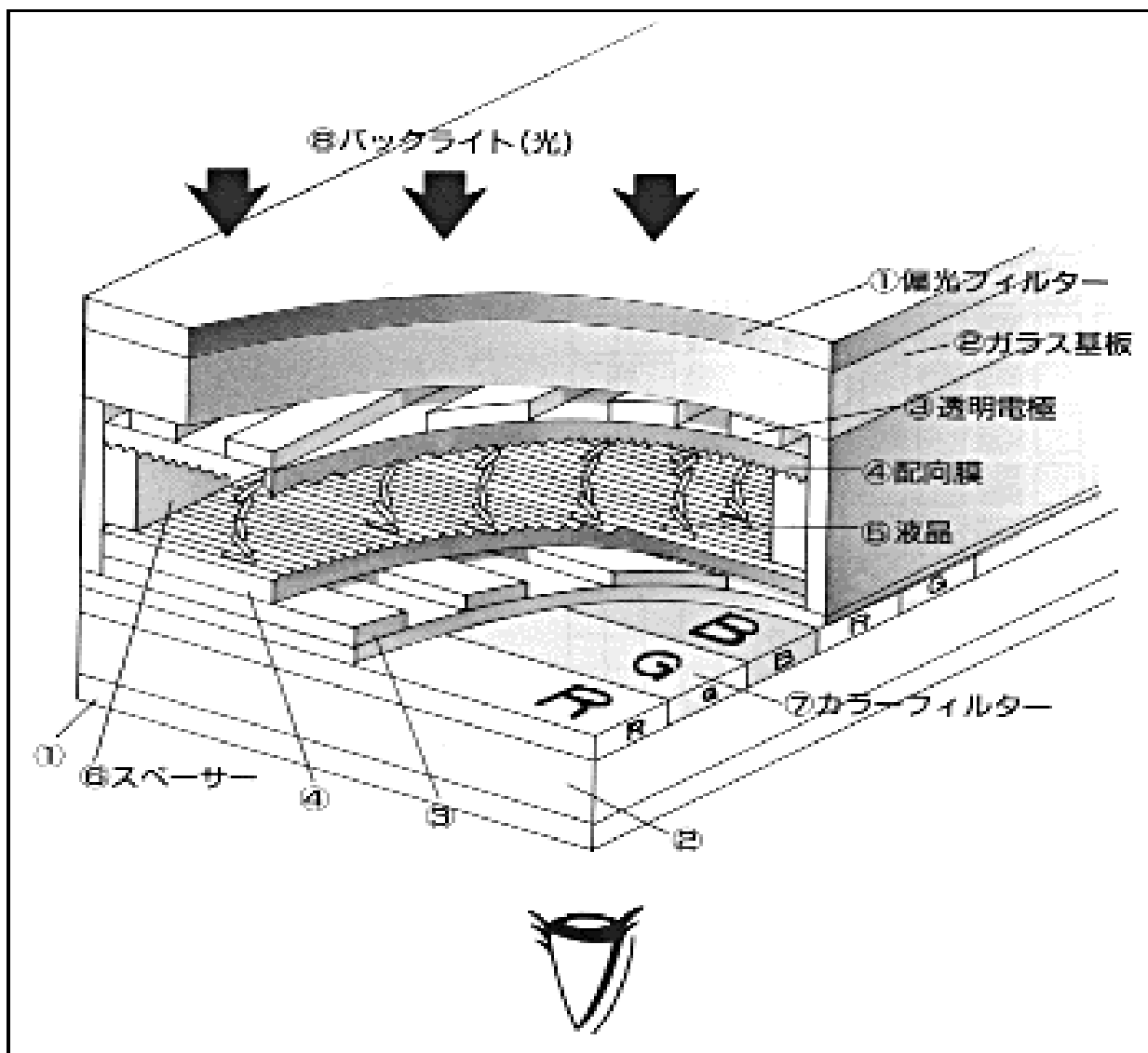
〈[位相差板を用いた偏光板]と[偏光板単体]との透過率比較〉

〈直交透過率 (at 550nm)〉

視角度	G1220DUN	G1220DUN+NRF
$\theta = 0$	0.01%	0.01%
$\theta = 60^\circ$	3.3%	0.5%

方位角度 $\phi = 45^\circ$ 視角度 $\theta = 60^\circ$

液晶パネル



液晶ディスプレイ製造過程

Color Filter Process



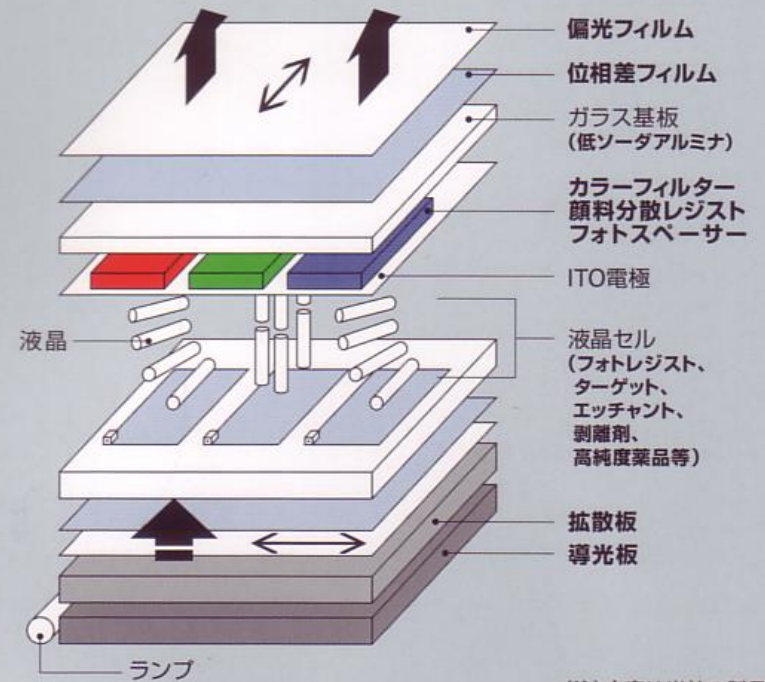
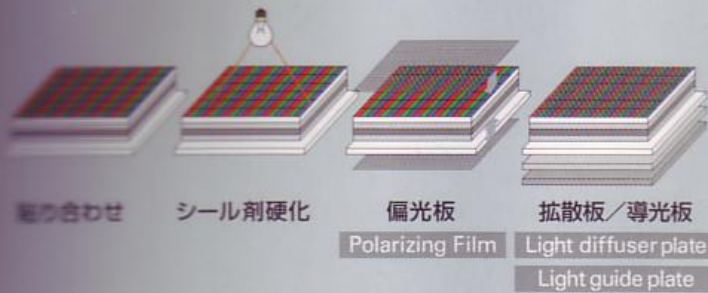
Cell Process

TFT Process



液晶ディスプレイ製造過程(続)

LCDの構造(拡大図)



(注) 太字は当社の製品

プラズマディスプレイ(PDP)セル

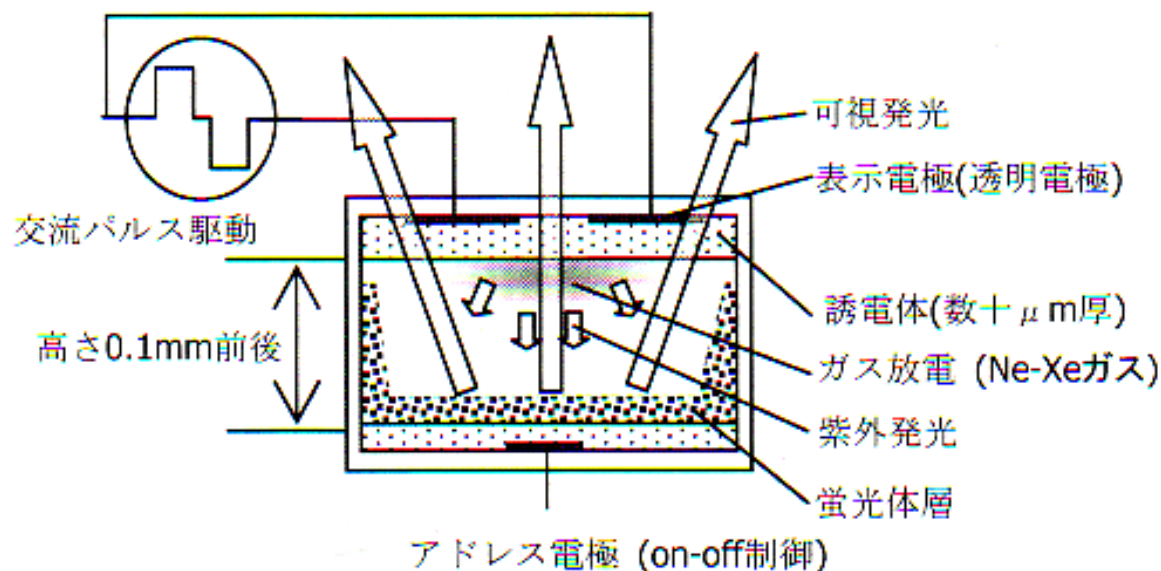


図1 PDPのセル構造(概念図)

蛍光灯との違い:	PDP セル	蛍光灯
放電長 (ギャップ):	数百 μm (数十 μm)	数十 cm
発光部分:	陰極降下 + (陽極縞)	陽光柱
管径:	約 0.1 mm $\times$ 0.3 mm	ϕ 1 mm ~ 数 cm
放電方式:	AC 型	DC 型
放電ガス:	Xe-Ne (-He)	Hg-Ar
圧力:	数十 kPa	数百 Pa
紫外発光:	147 nm (172 nm)	254 nm

PDP と LDP

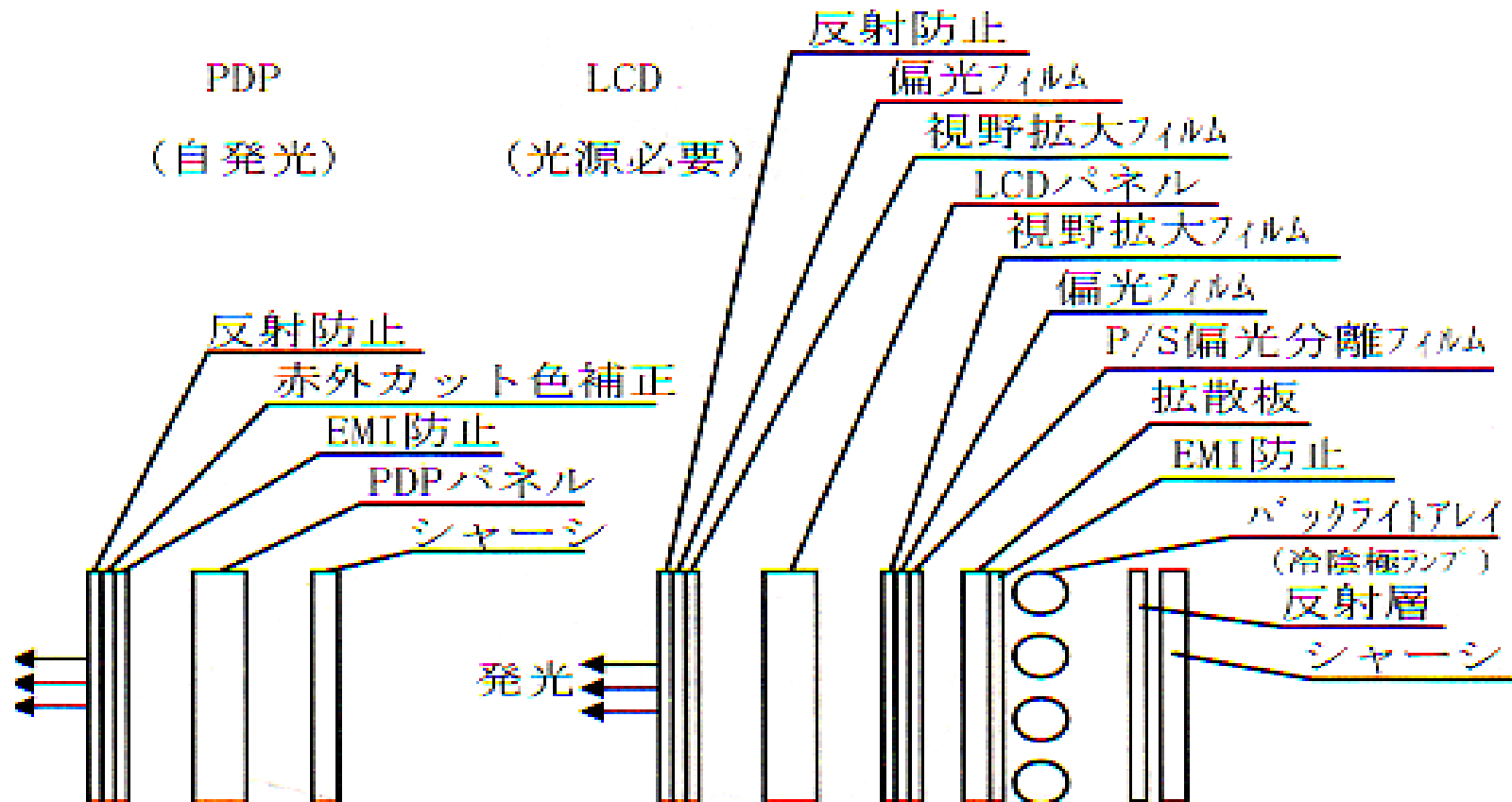
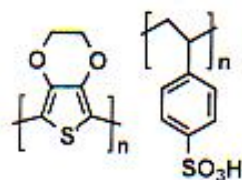
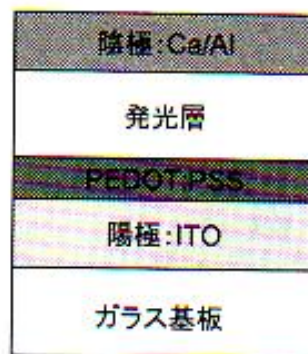


図 3 自発光と非発光ディスプレイの構造の違い
PDP と LCD の比較

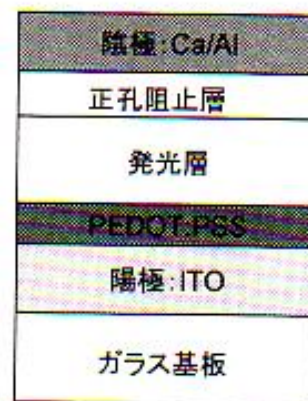
有機EL素子



PEDOT:PSS



(a)



(b)

図2 りん光性高分子を発光層に用いる有機EL素子の構造

などの溶媒に対する溶解性が高く、1 wt%の溶液からスピンコート法でガラス基板上に成膜した薄膜は均質で緻密なものであった。

光拡散フィルムの反射型 LCD への適用(R-OCBモード)

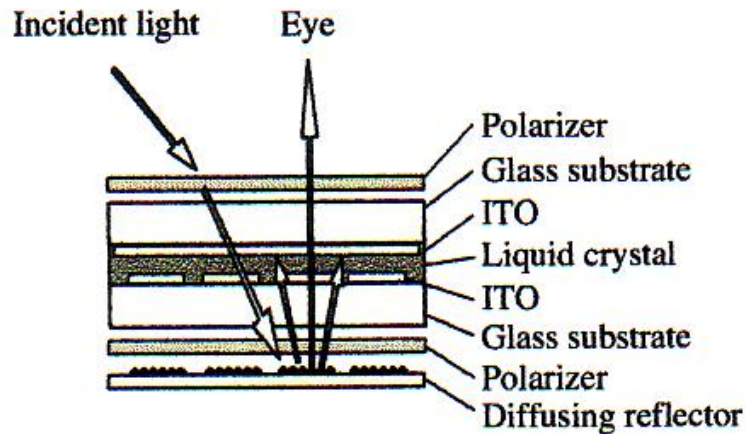


Fig. 1. Structure of conventional reflective LCD.

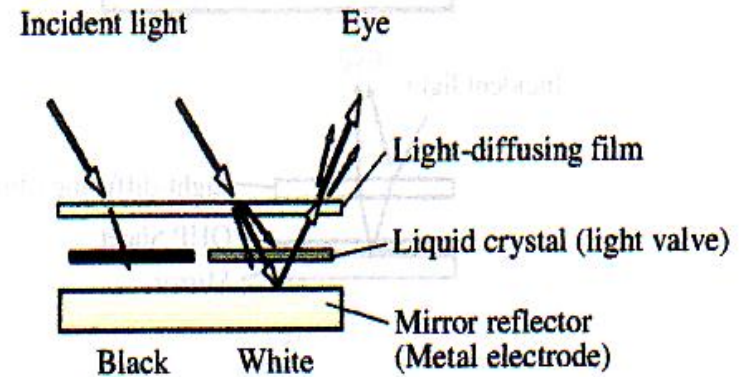


Fig. 3. Configuration of reflective LCD using forward-diffusing film.

615 152

Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 43, No. 9A (2004)

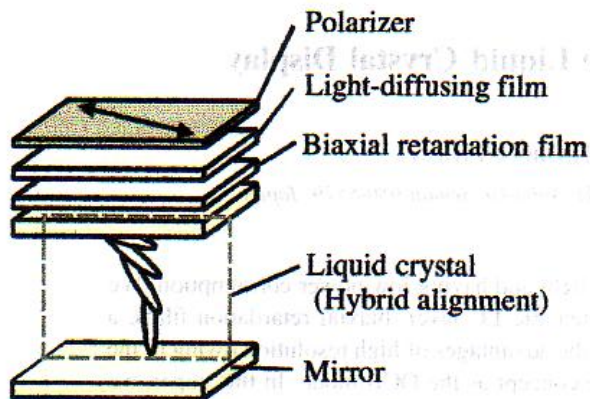
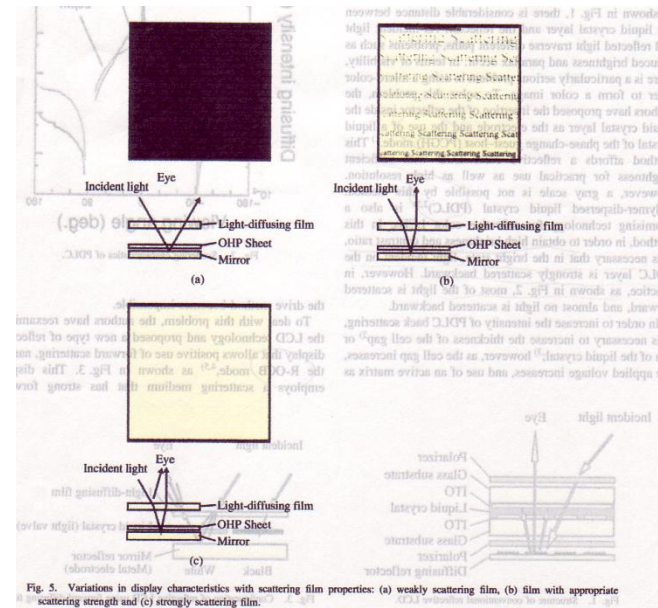
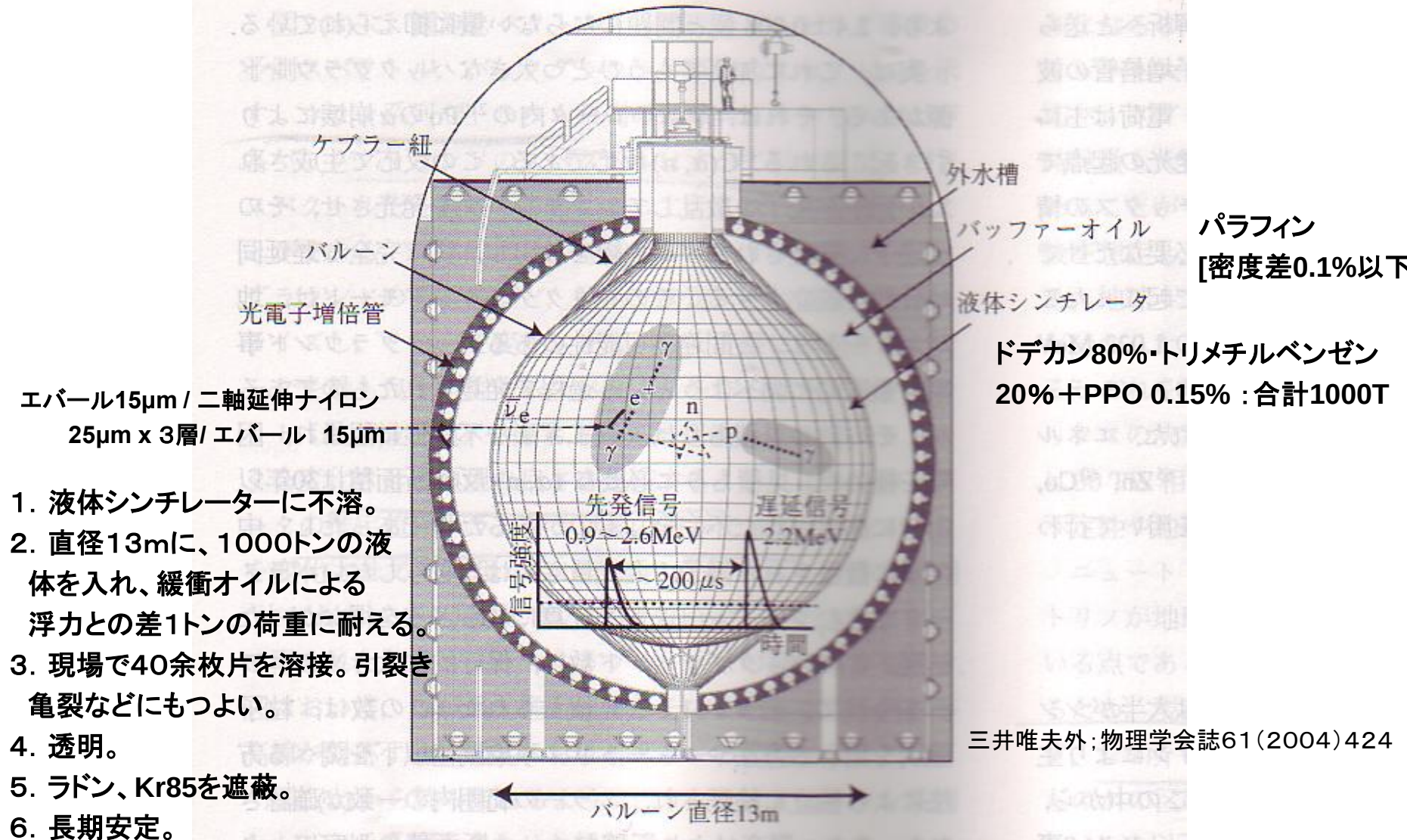


Fig. 4. R-OCB method.



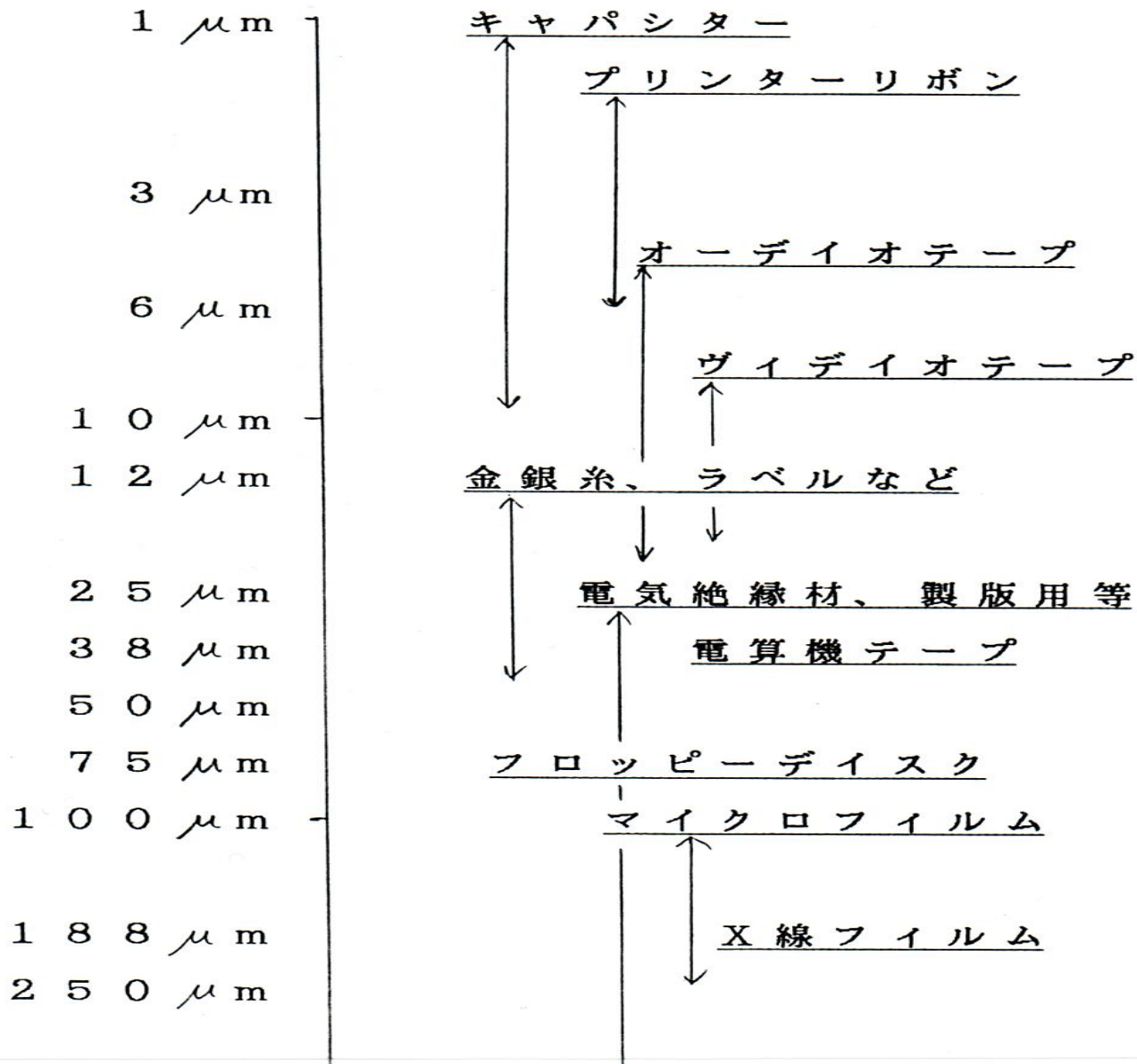
カムランド地球ニュートリノ検出器

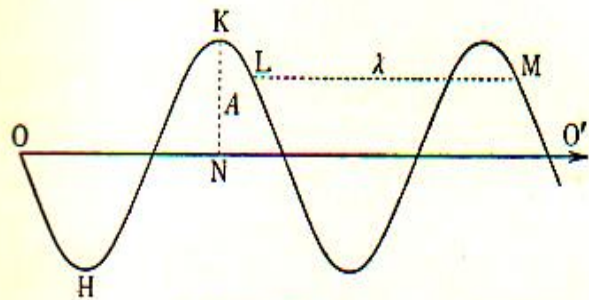


後半のまとめ

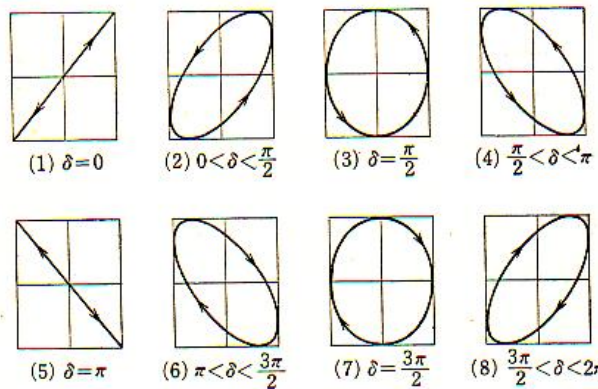
1. 電気絶縁材料を始めとする、PETフィルムの用途の幾つかを概観した。
2. 伝統工芸として和紙との組み合わせでつくられた金銀糸は、蒸着フィルムのマイクロスリッティング、高速撚糸に変貌している。
3. フィルムの蒸着、スパッターなどの技術は、TAC, PEN, PC, シクロオレフィンフィルムなどPET以外のフィルムとも結びつき、ますます複雑に組み合わせられて、新しい製品や技術に貢献しつつある。
4. 地球源の微弱ニュートリノ検出に用いられたバルーンの如く、大面積で、強度がつよく、且つ、特定の機能が必要な、フィルムでないと充たされない用途が、今後とも発掘されることを期待する。

PETフィルムの厚みと用途

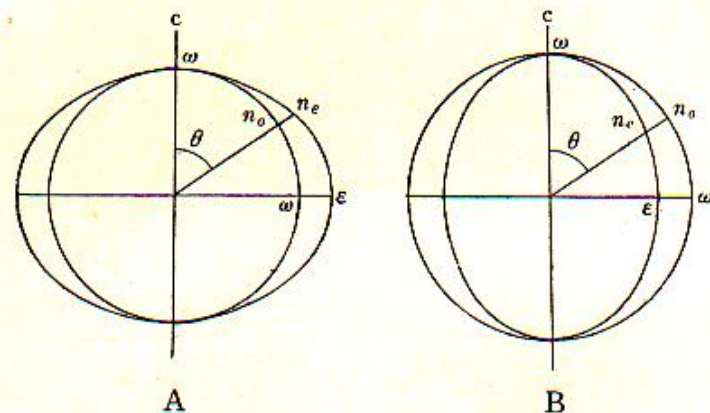




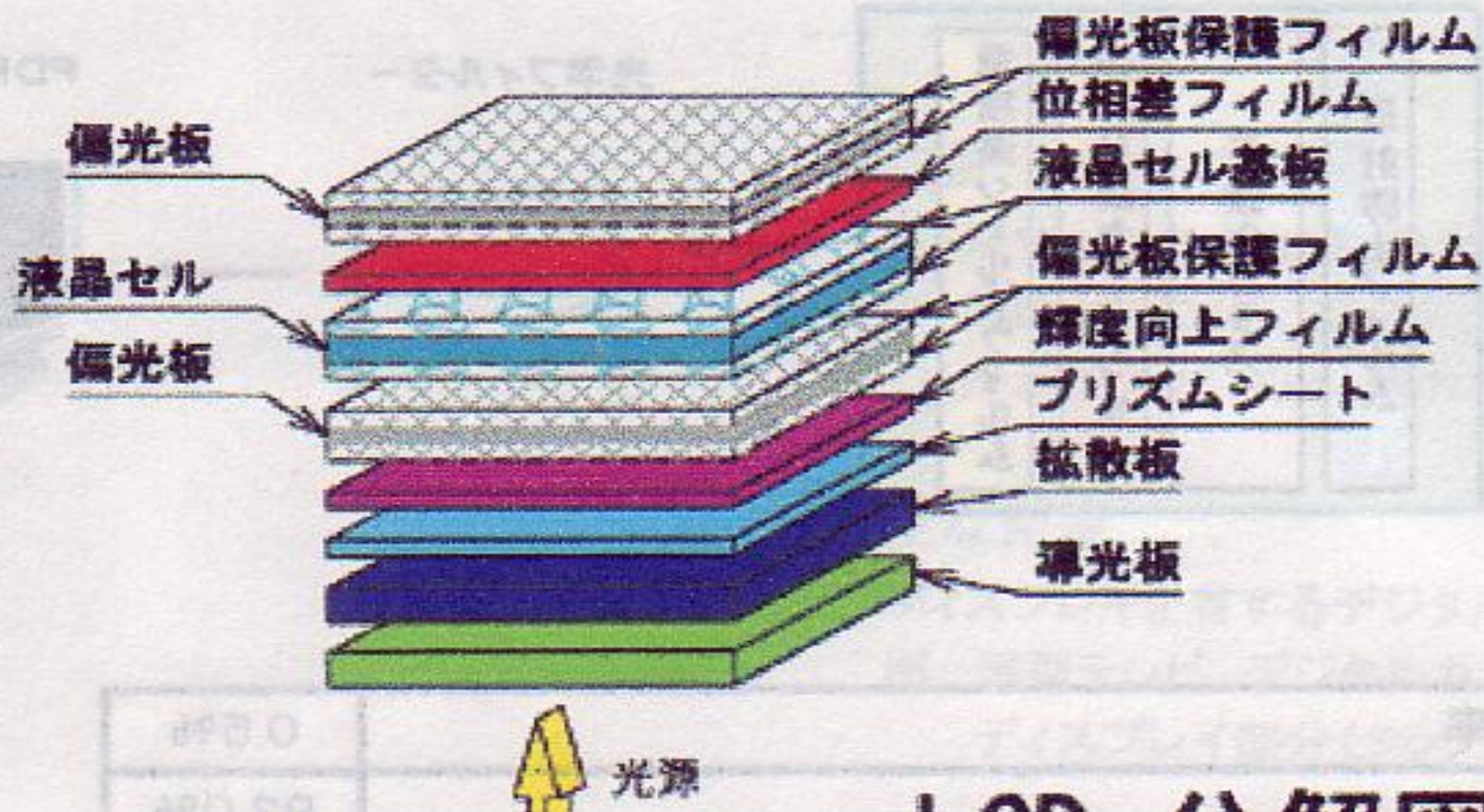
第 116・2 図 光 波



第 121・2 図 たがい直角な方向に振動する二つの単色直線偏光波の合成結果 (両偏光波の振幅の異なる場合)



第 217・1 図 一軸性結晶の屈折率曲面



我国における金銀糸の由来

- * モール糸：金・銀の薄板を細く裁り糸に巻きつけた。
- * 金箔糸：金箔を紙に貼り細く裁って糸に巻きつけた。



* 仏教渡来の頃より中国、朝鮮、インドより織物に使用されてもたらされたと推定。その後、輸入金銀糸により織物等に使用され、わが国で製造されるようになったのは江戸時代と思われる。17世紀の奢侈品禁止令の中に金紗、縫(刺繍)、惣鹿の子(絞り)の使用の禁止が含まれている。

1628 御触書で庶民は絹生地禁止

1643 庶民は紫(本紫色)と赤(紅梅色)染めの衣装着用禁止

1663 美服禁止令(高級呉服屋値段制限)

1683 徳川綱吉：(天和の禁侈禁止令-----金紗、縫(刺繍)、惣鹿子(絞り))

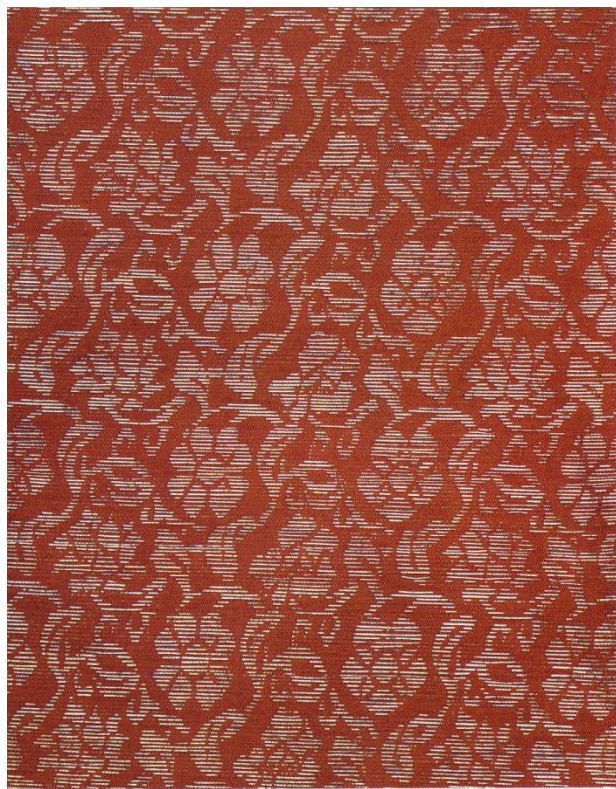
我国における金箔・金銀糸の始まり

- * 5世紀(古墳時代中期)渡金技法我国に渡来。
- * 銀の産出(対馬)(天武3年、675年)、金の産出(陸奥)(749年)
- * 7世紀中葉法隆寺金堂四天王像の衣文装飾に切金文様の形で金箔使用
- * 東大寺法華堂などの漆箔像から箔押し技法(漆と箔の結合)の存在推定。
- * 藤原清衡、平泉阿弥陀堂建立。(天治元年、1124年)
- * 平安末期の宋交易再開により、禅、茶とともに、印金、織金の織物類輸入
- * 金銀欄が禅僧の伝法衣、舞楽、能楽の装束、小袖、打掛に珍重される。
- * 鎌倉末期までには、箔屋が専門職として存在。
- * 天正年間(1573-1591)に明から来た織工が金欄の技法を伝え、西陣の野本某が織り始めたという説あり。(我国における金欄の製織初め)
- * 江戸初期、寛永年間(1624-44)、西陣産の金欄の帯が一世を風靡。
- * 縫箔は桃山時代に全盛。明の刺繍は、文様間の地を金糸で縫いつめるが、我国では、地間に金銀箔を置く点が独特。
- * 16世紀後半- 17世紀前半:戦国大名による金・銀山の開発。--金碧画、金屏風
- * 1668年(寛文8年)の奢侈禁令以降、幾度かの禁令。最後に天保の改革(1841)。

金銀糸の国産化

- * 永禄8年(1565)(耶蘇会士日本通信)京都来任宣教師ルイス・フロイス:
‘パードレは当地方産の金欄の祭服を着け—’
- * 文亀2年(1571)孟蘭盆会(山科言継卿)‘各結構、金銀、金欄、緞子、
----。なかでも西陣は第一の見事也。’
- * 一方、天正年間(1573-91)明からの織工が金欄の技法を伝え、西陣の
野本某が織り始めたという説あり。
文禄元年(1592)(鹿苑日録)‘洛中町人錦欄一尺余を献ず、蓋し
始めて織出す---我が朝此の如きの事を聞かず’
- * 寛永年間(1624-44)(独語)江戸で‘婦女の帯は金欄を美麗の限りとし’
- * 貞享3年(1686)(擁州府志)‘近在西陣人、中華の巧を倣いて、金
欄緞子、襦綾子、---、これを織らざるはなし。’
- * 縫箔は桃山時代に全盛。明の刺繍は、文様間の地を金糸で縫いつめる
が、我国では、地間に金銀箔を置く点が独特。

左： 銀欄。明より輸入。(熊野速玉神社蔵。国宝)
右： 金箔撚糸使用。小袖裂。(江戸時代初期)



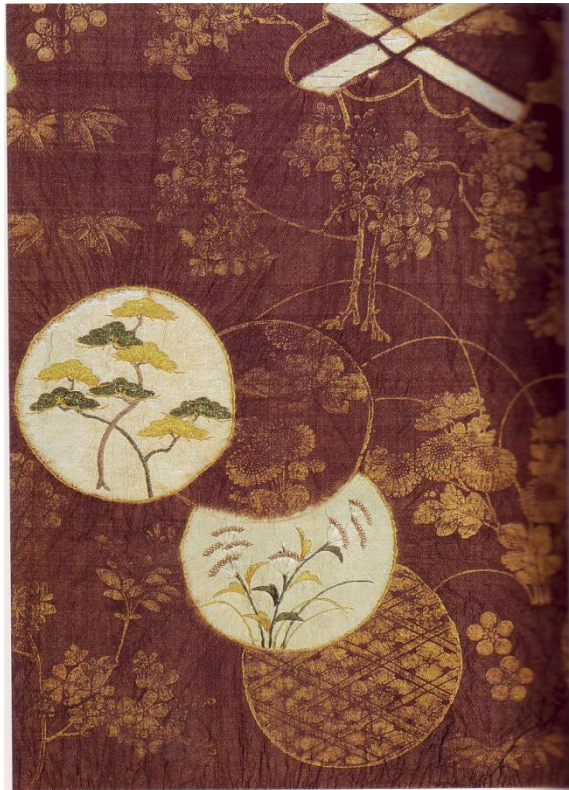
5 国宝 蓮梅菊唐草文様銀欄裱 (部分) 室町・明時代 熊野速玉大社蔵



7 棚に草花文様小袖裂打敷 (部分) 江戸時代初期 真珠庵蔵

左：金摺箔小袖（桃山時代）

右：金銀摺箔能装束（桃山時代）



20 重文 段に円枝垂桜菊文様（部分） 桃山時代



22 重文 草花文様肩裾織箔（部分） 桃山時代 東京国立博物館蔵

左：松皮菱段に草花文様小袖（江戸時代初期）

右：鉄線唐草に桧扇草花文様刺繍入り摺箔（江戸後期）



23 重文 松皮菱段に草花文様小袖（部分） 江戸時代初期 京都国立博物館蔵



26 鉄線唐草に桧扇草花文様刺繍入り摺箔（部分） 江戸時代後期 京都国立博物館蔵

江戸時代以降の金箔・金銀糸

- * 元禄期1696年金線仲間の結成。1699年真鍮箔会所の設置
- * 金紙屋：漆を引き箔を押す方法の採用。
(延享2年)(1745)付けの金糸屋善兵衛の石碑あり(大宮通鞍馬口下ル)
- * 1703年箔座設置(衣棚御池上る)、1709年廃止。
- * 箔座の廃止統合により、金銀箔の製造は江戸と京都のみ認められた。(慶長年間に始まる金沢の金銀箔製造は停止。)
- * 天保の改革(1841-43)で金銀糸は禁裏、幕府、寺社向織物以外禁止。残った業社：箔屋善兵衛(箔前山口家初代)等僅か。
- * 幕末、1864年、金沢では自藩の御用箔製造のみ許可。
明治になり、製造自由になり、各地に進出。京都を凌いで全国一の金銀箔製造地になる。

江戸時代の金箔金銀糸

- * (紙材料) 元禄末期: 名塩の鳥の子紙、
元文-寛保年間(1736-44): 江州雁皮紙
- * (金銀) 和漢三歳図会(正徳2年)(1712): 極上(大焼貫)---刀剣装飾; 中上(中焼貫)---諸器物装飾、薬用; 仏師箔(銀量10%); 江戸色(鍍金鑄掛); 青箔(屏風、扇子の砂子)(銀量3分の1), 銀量多いと青味。
最高品(金沢の金箔五毛): 金98.91%, 銀0.49%、銅0.59%. 金箔の厚みが薄くなると箔の間に挟む紙への付着防止に銀が必要.。
- * (金糸) 鳥子紙にふのりを漉して二度引き、乾燥、紙繊維の目止め後、地漆を引き乾燥、押し漆を引き、綿か布で漆面を慣らし、金箔を置く。乾燥後、煙草を刻むと同じ要領で刻んで、平金糸を得る。紡錘で麻糸などに捻りつけると丸金糸を得る。

明治時代の金銀糸業界

- * 明治4年(1871): (廃藩置県) 撚り工程の分業化。元々、淀藩下級武士や伏見の農家の子女の内職？ 淀、伏見から巨椋池、宇治川・木津川合流点、城陽と多湿と低賃金を求めて移動。
- * 明治元年(1868): 造酒以外自由化。
- * 明治2年(1869): 西陣物産引立会社設立。3000余の織屋を金襴社、綸子社、博多社、等18分社。
- * (明治初年-20年) 分家などで創業: 樋口文助、御池鉄太郎等。
- * 明治6年(1871) ウィーン万博で、金糸屋平兵衛作金糸が受賞。その後、万博出品が伝統工芸の技術革新に刺激を与え続ける。
- * 明治18年(1885)頃: 西陣にジャカード機普及。西陣独自の紋織技法が帯地に真価を発揮。金銀糸、箔需要急増。
- * 明治25年(1892) 手動式裁断機(人力稼動するプーリーをベルトで機械に直結し、歯車を回転させる。)
- * 明治27年(1894)頃から本格的金銀糸輸出。
- * 明治35年(1902)頃、膠に代わりカゼイン着色始まる。
- * 明治38年(1905): 日露戦争終結, 本願寺大恩忌。法衣需要増。

大正以降の金銀糸事情

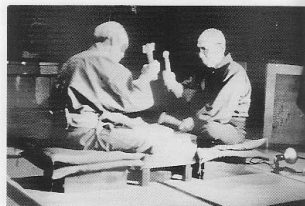
- * 大正初期：裁断機動力化。箔表面に塗油、80cm長4枚1組で八つ折に畳み切断。
- * 昭和25年(1950)頃：平箔の一枚切が考案。折り目問題解決。(1987年現在、本金、本銀箔などの和紙製品はこの方法適用。)
- * 最初の撚り機：大正3年(1914)頃、山口善四郎。併行して、安見豊太郎は、岡山の藤原幾多、小橋善次郎の撚り機研究を資金援助、大正4年伏見で2-30錘で試運転。大正7年50錘5台で北野白梅町で生産開始。大正9年、樋口文助、安見、小橋が京都金糸撚合名会社設立。城陽450錘。
大正10年尾池が撚り工場を淀で立ち上げ。---家内工業から機械工業へ。
- * 大正11年(1922):西陣で染色人絹糸による無金帯売り出し。
- * 昭和4年(1929):アルミ箔ラミネートが出来、機械撚りによる量産が可能に。
- * 昭和21-22年(1946):安見和三郎商店スパッタリングの研究。研究組合結成。
- * 昭和31年(1956):国産第1号連続真空蒸着機、尾池工業に設置。
- * 同：西村製作所、マイクロスリッター完成。尾池、中井等5社に1台ずつ納入。
- * 昭和32年(1957):アルミ蒸着ポリエステルフィルム製金糸発売。
- * 同：片岡式などの高性能撚糸機出現。

左、及び、中央：手撚り金銀糸、 右：機械撚り金銀糸

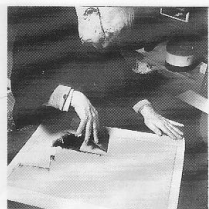
A. 手撚り金銀糸



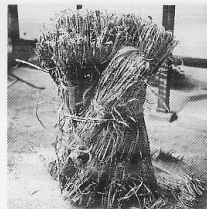
5. 目止め天日乾燥



1. 金箔手打ち



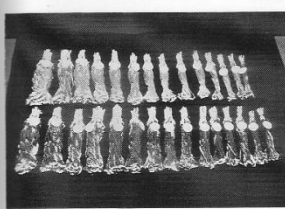
6. 地漆塗り



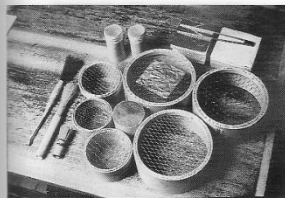
2. 三桮（紙の材料）



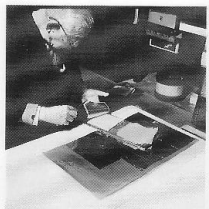
3. 紙漉き



14. 製品
〈模様箔〉



8-① 模様箔道具



8. 箔押し（箔押し漆塗り）



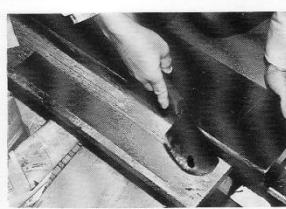
4. 紙張り（目止め）



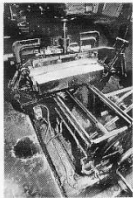
13. 手撚り仕上げ



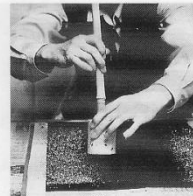
9. 漆乾燥（地下室）



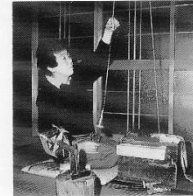
10. 手切り裁断



11. 裁断機

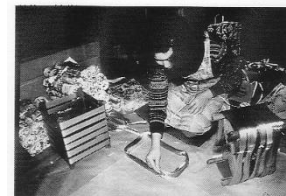


8-② 金銀砂子振り

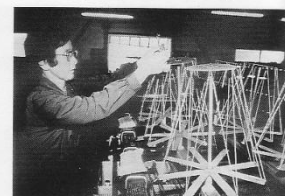


12. 手撚り

B. 和紙金銀糸



16. 仕上げ



12. 木管巻き（1～11は工程Aと同じ）



13. 低速撚糸機



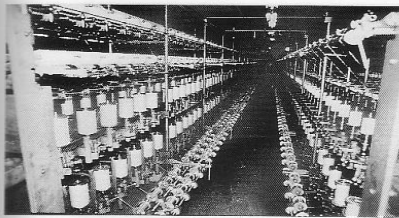
14. かせ上げ



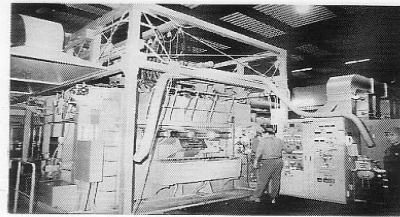
15. 蒸し機（撚り止めセット）

フィルム製金銀糸

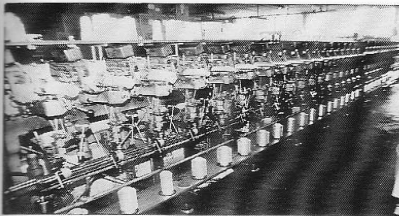
C. フィルム製金銀糸



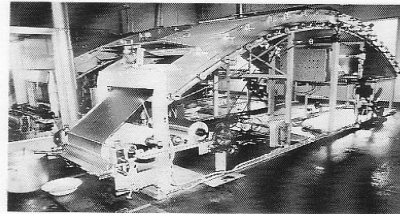
5. 超高速撚糸機



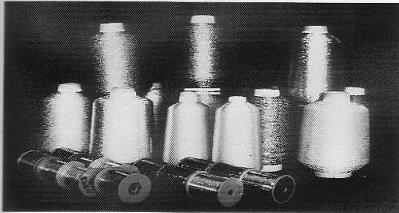
1. 真空蒸着機



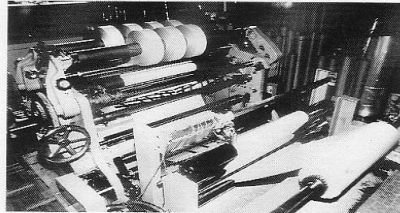
6. コーンアップ機 (仕上げ)



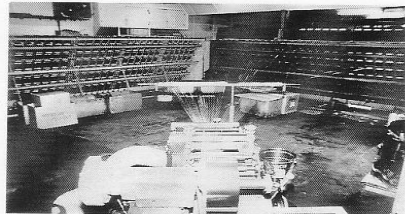
2. コーティング工程



7. 製品

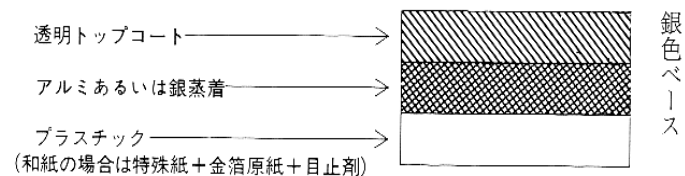
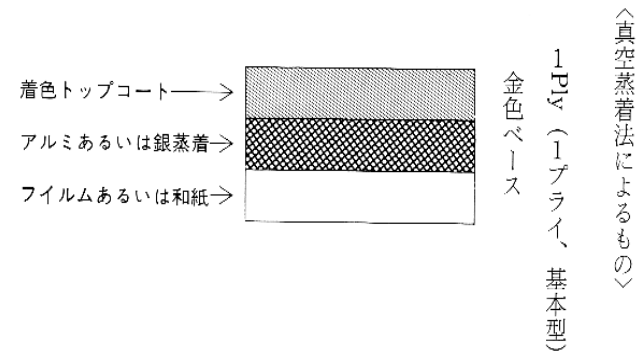
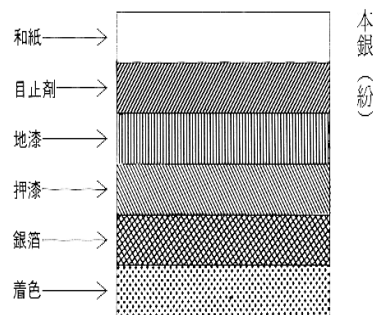
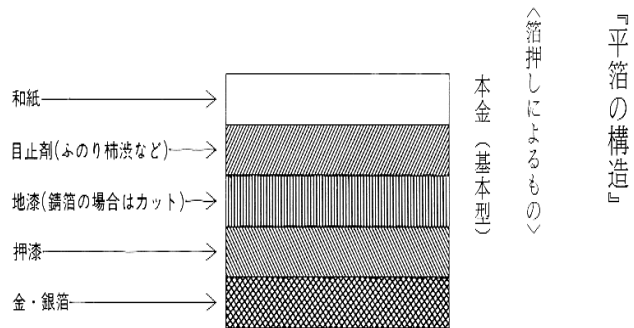


3. 大切リスリッター

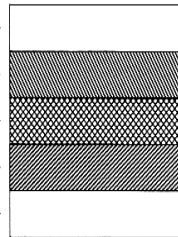
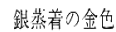


4. マイクロスリッター (糸状となる)

左:平箔の断面図、 右:真空蒸着金銀糸断面



右:二層複層貼合わせ(上:金色ベース、下:銀色ベース)



2ply (高度の堅牢度を必要とする場合、フィルムの蒸着面を内側にして二枚あるいは三枚を積層して使用する)

コンデンサーの要求特性

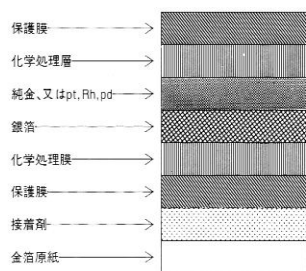
- 静電容量 $C = \epsilon S / d$
- 誘電正接 $\tan \delta$ 誘電損失: $(\omega / 2) \epsilon E^2 \sin \delta$
- 絶縁抵抗
- 耐電圧
- 耐熱性
- 耐湿性
- 耐油性
- 耐溶剤性
- 難燃性
- ガス吸収
- 取扱い作業性

左:本金(又は、Pt等)、 中央:耐硫化性金銀系・平箔、 右:虹彩平箔

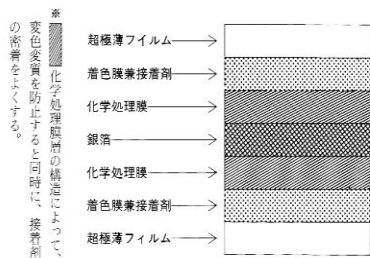
『特許製法によるもの』

本金及びプラチナ(Pt)、ロジウム(Rh)、パラジウム箔(Pd)

リボン状粉金銀系箔

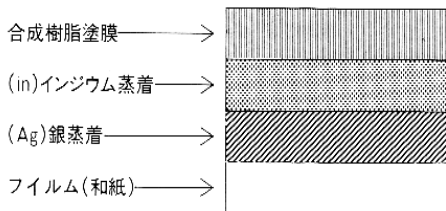


※純銀を導電層とした金面層をベースに、純金又はプラチナ、ロジウム、パラジウムを化学的処方によってこれらの被膜を形成し、それぞれの金属色を発色させる。着色剤を用いる必要がなく、被膜金属の厚さによって発色が異なるので自由自在の色調が得られる。

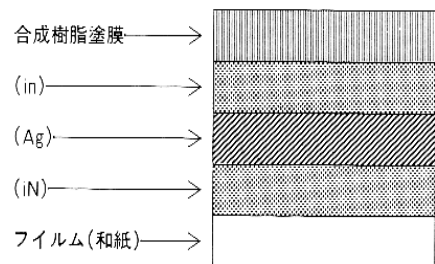


※化学処理膜の構造によって、変色発色を防止すると同時に、接着剤の密着をよくする。

※右記のニッケルやより堅牢の(耐硫化性)製品として下記のものもある。

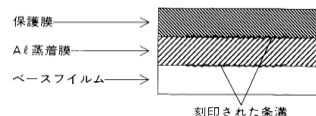


※銀がインジウムでサンドされてより耐硫化性に強い製品が得られる。

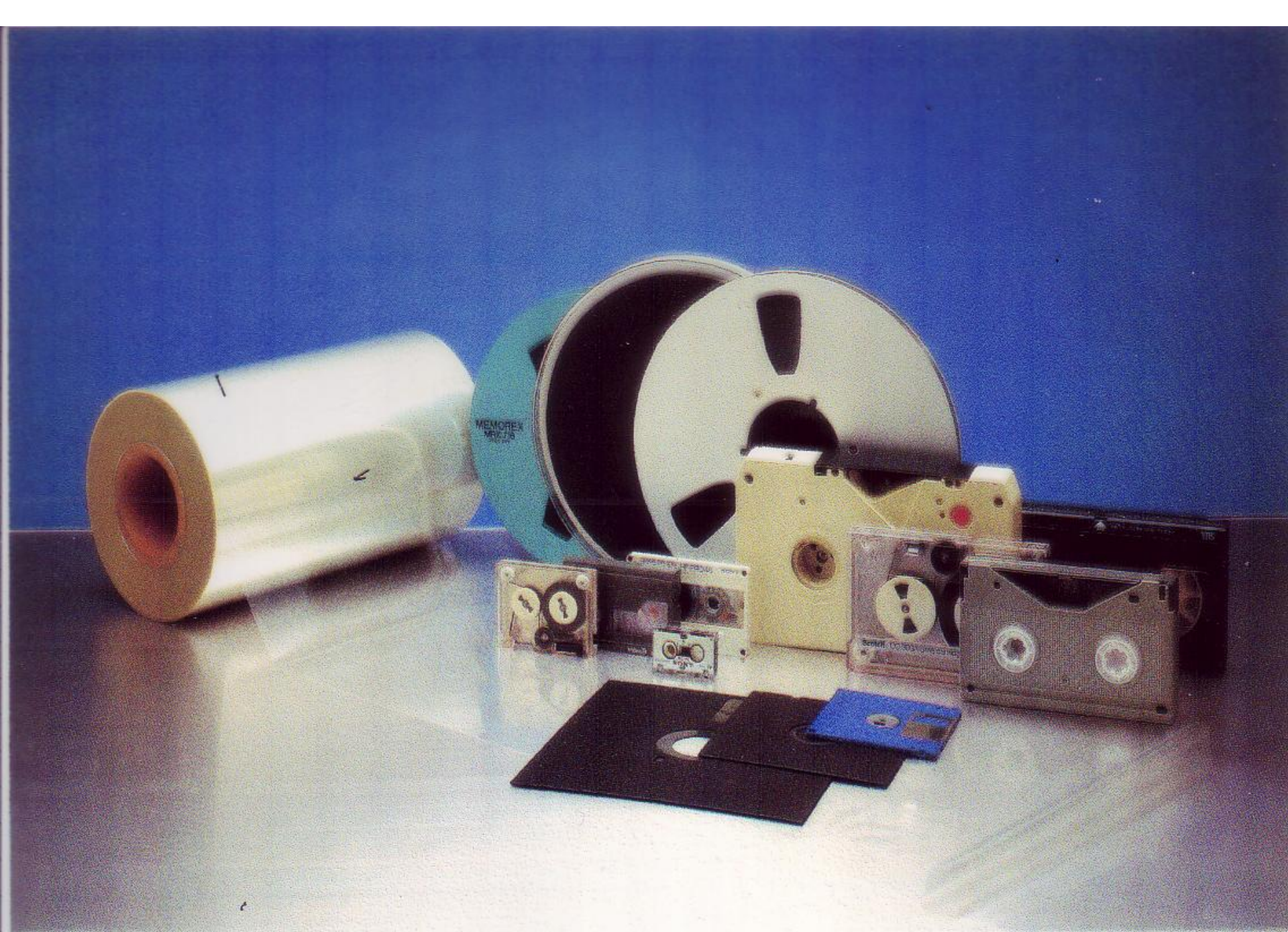


耐硫化性金銀系・平箔

※ポリエスチル(塩化ビニール)等の合成樹脂フィルムの厚手(50μm)のグレードを選びこの片面にアルミの真空蒸着を施した後、特殊な金型(100μm間に四〇〇〜一五〇〇本の条溝を描いた金型)に刻印すると、この蒸着フィルムは光を受けると、強烈な虹彩色沢を発する。

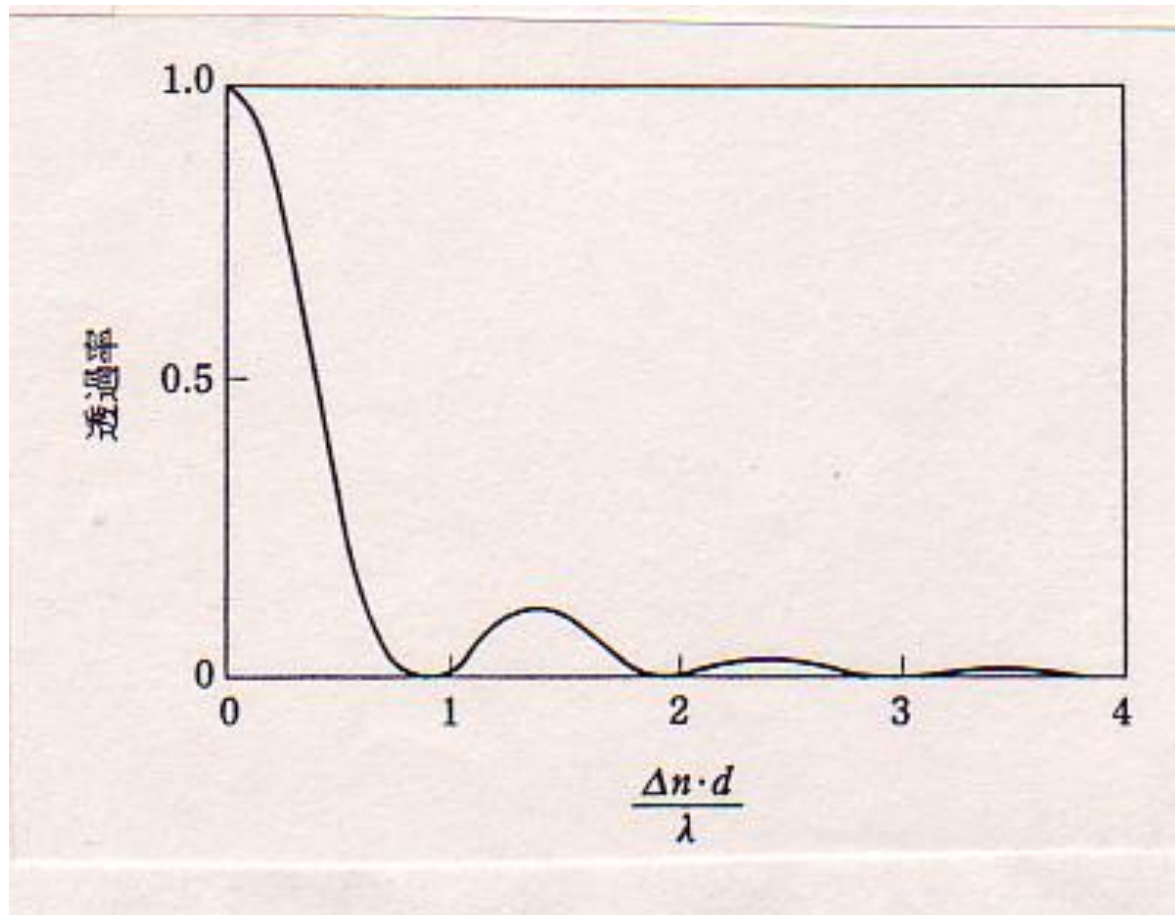


光のスペクトルによって強烈な虹状、色沢のある平箔



Magnetic products made from Teijin® Tetraron® (Polyester) Films

TNセルのoff状態の光の漏れ



フィールドエミッションディスプレイ(FED)

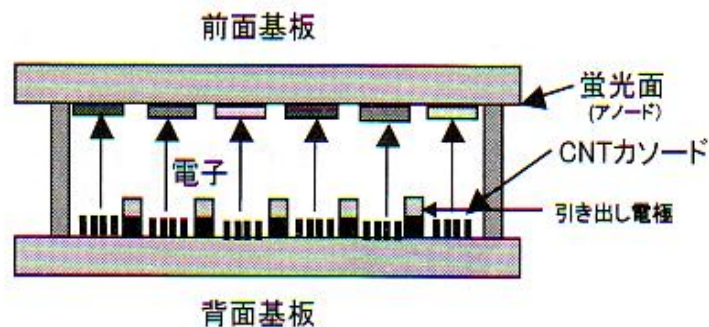


図1 FEDの原理

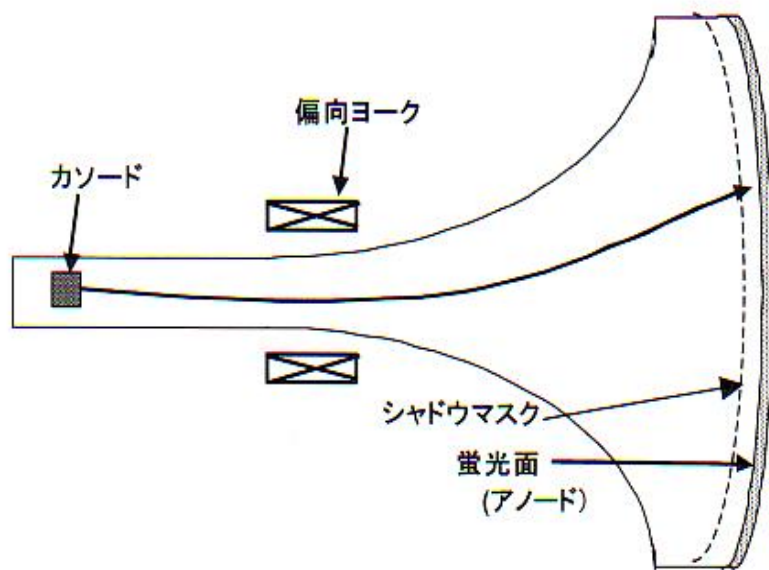


図2 CRTの原理図

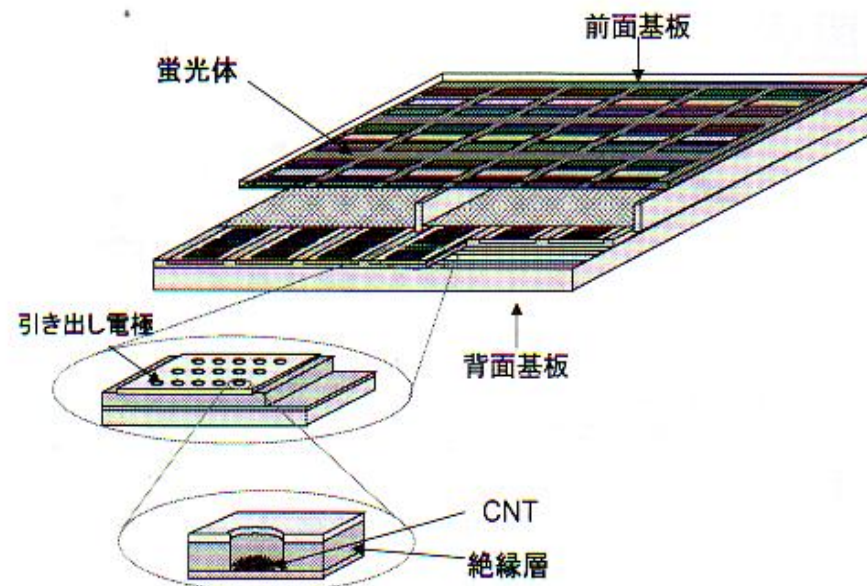
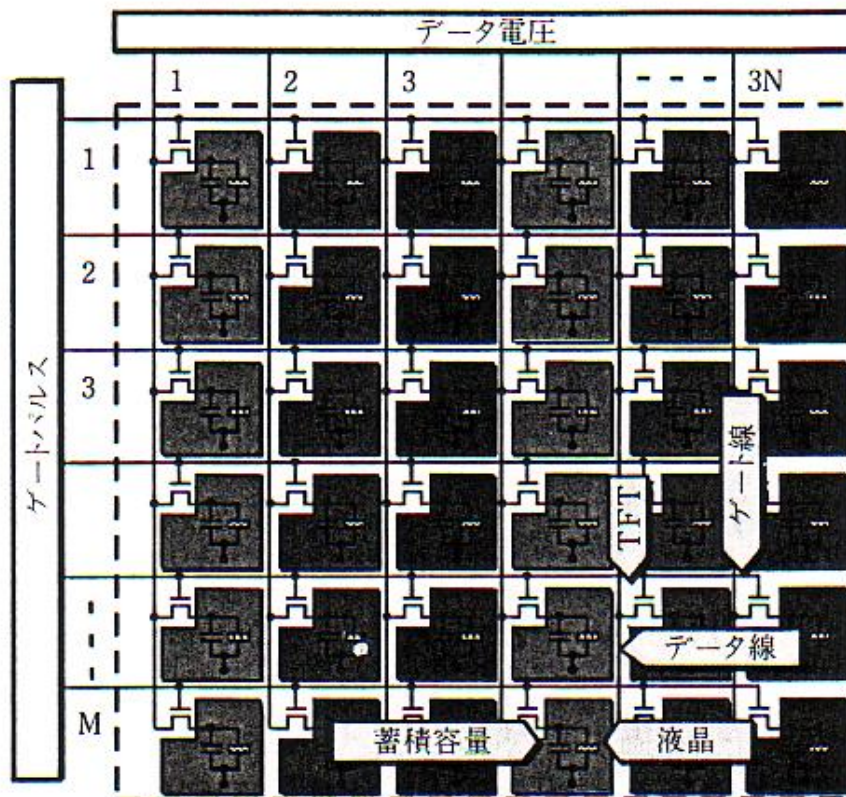


図3 カーボンナノチューブFED構造図

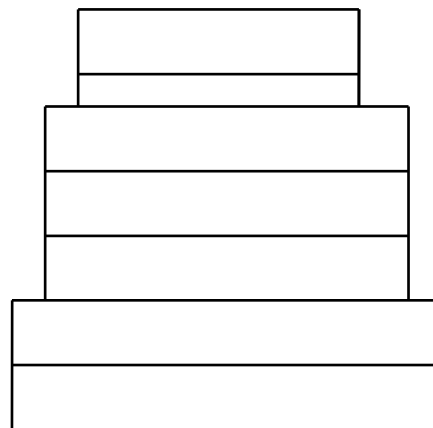
応用する検討をNEDO技術開発機構「カーボンナノチューブFEDプロジェクト」で行っている³⁾。以下この研究で行っているFEDについて説明する。

他のCNT-FEDの研究では三星が37インチCNT-FEDの試作品を発表⁴⁾して、2006年度の製品化を表明している。

TFT／LCOパネル



TFT/LCD パネルの構成.



Al 電極
LiF 層
電子輸送層
発光層
正孔輸送層
透明導電層
透明基板

磁気テープ用ベースフィルムの表面

磁気用ベースフィルム

1-マ/ LP, ()内はテオネックス

メディア	微分写真 100 μm	厚み範囲	ヤング率
ビデオ	ME	6.0~10.0 (6.3~10.0)	520 / 570 600 / 690 (600 / 900)
	MP	6.0~8.0 (5.0~9.5)	820 / 750 480 / 550 (700 / 550 / 730 / 1200)
	SVHS	10.0~14.4 (9.0~12)	520 / 750 540 / 550 (700 / 550 / 730 / 1450)
	HG	9.7~14.2	470 / 820 700 / 480
	RG	11.2~14.2	470 / 820 700 / 480

Ra

nm

2

6

10

13

17

メディア	微分写真 100 μm	厚み範囲	ヤング率
FD	メタル	62.0	520 / 580
	RG	75.0	520 / 580
オーディオ	ACC	5.5~12.0	700 / 820 450 / 480
	DCC	7.0	820 / 480
ハイブリッド	3420	36.0	470 / 550
	3480	19.0~23.0	480 / 620
	QIC	6.3~11.1	710 / 820 460 / 480

Ra

nm

7

27

25

7

35

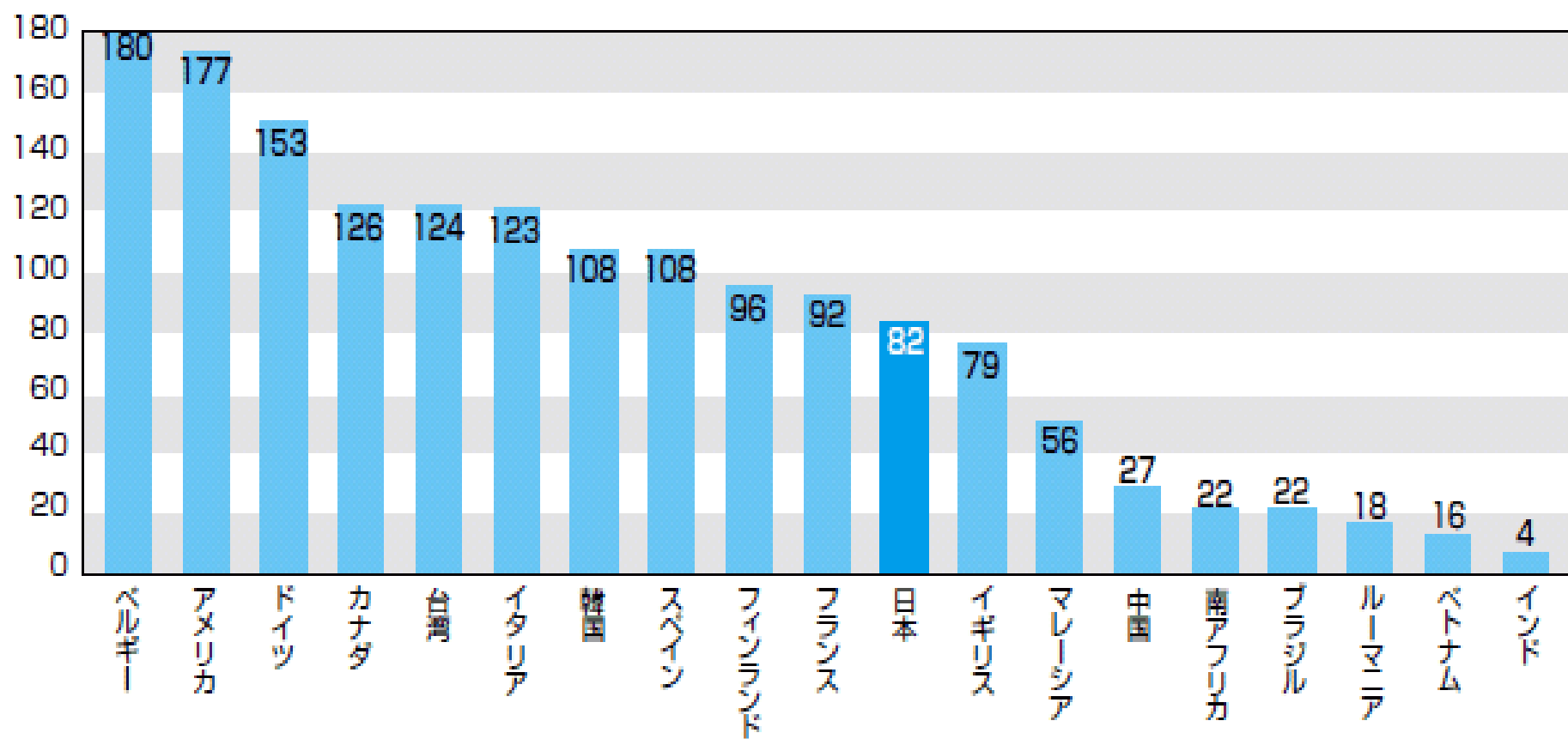
20

8

表面形成と延伸の寄与

サンプル	評価法	未延伸膜フィルム	一般延伸膜フィルム	二重延伸膜フィルム
ビデオ用ベースフィルム	微分写真			
	WYKO			
ビデオ用ベースフィルム	微分写真			
	WYKO			

一人当たりプラスチック消費量



注：一人当たりのプラスチック消費量はプラスチック原材料ベースで、次式で求めるよう国際間で決められています。

国内消費量 = 生産数量 - 輸出 + 輸入

一人当たりの消費量 = 国内消費量 ÷ 人口

薄膜、フィルム、シート

英: film

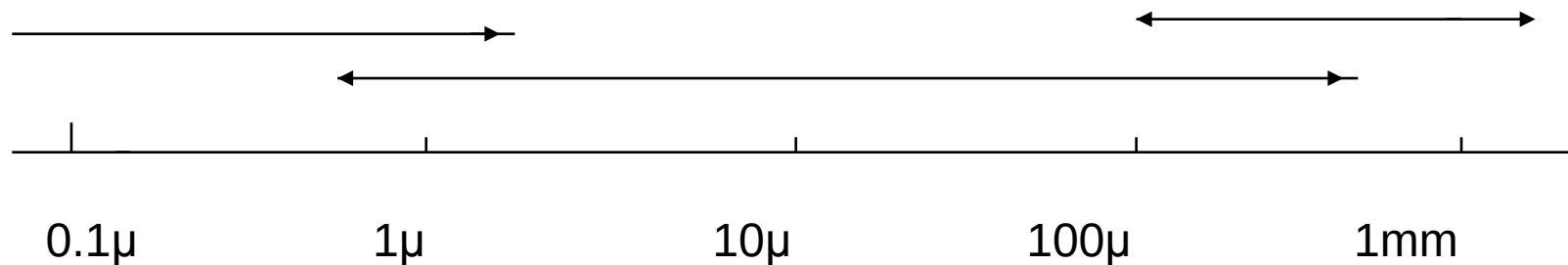
film

sheet

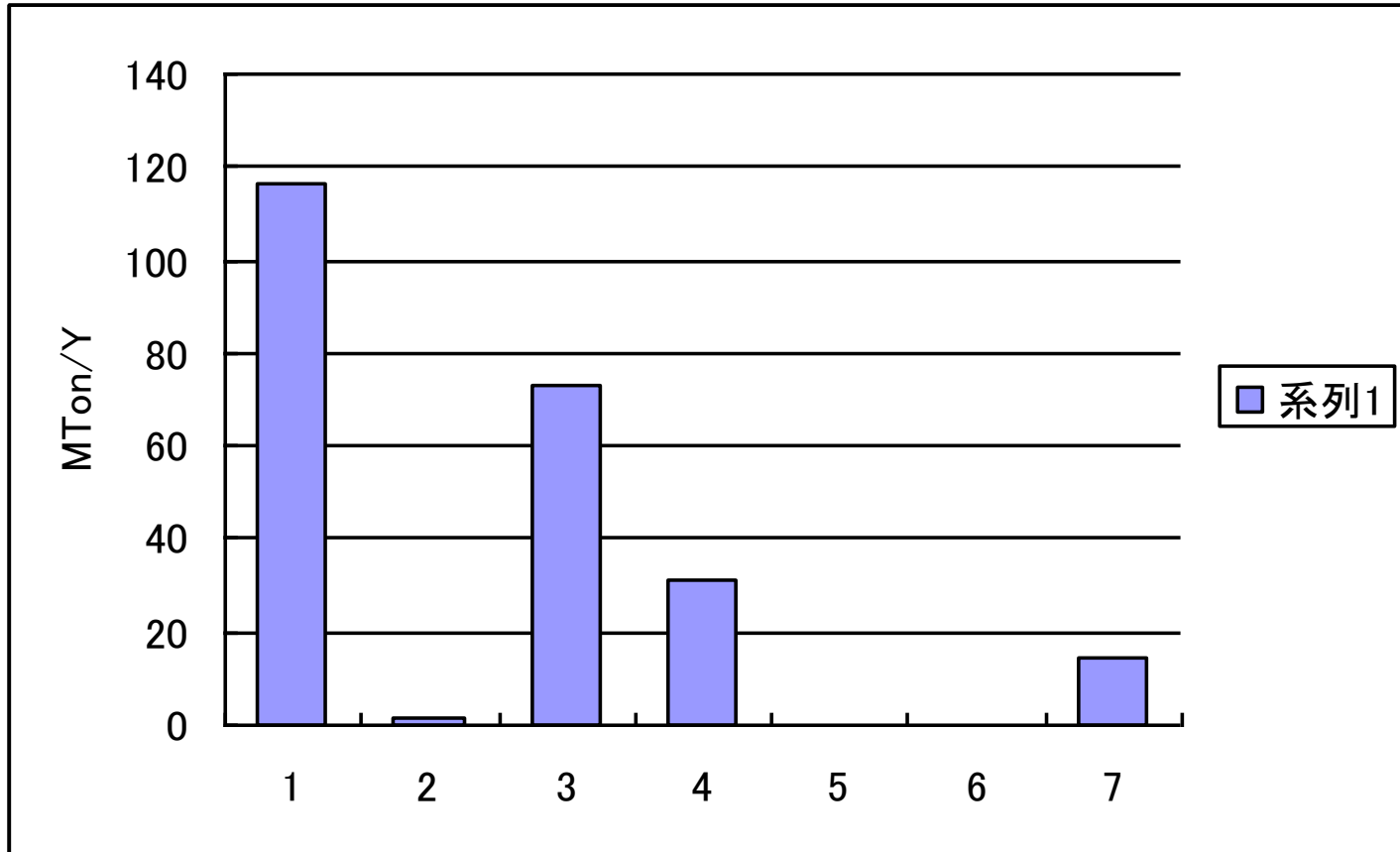
日: 薄膜

フィルム

シート



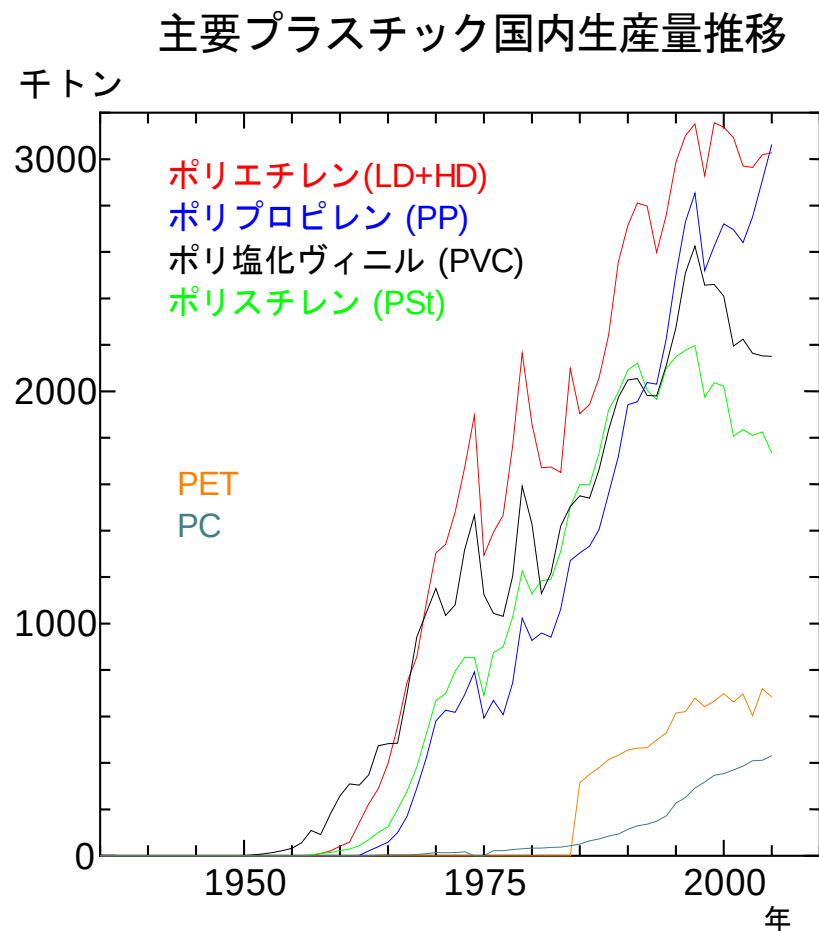
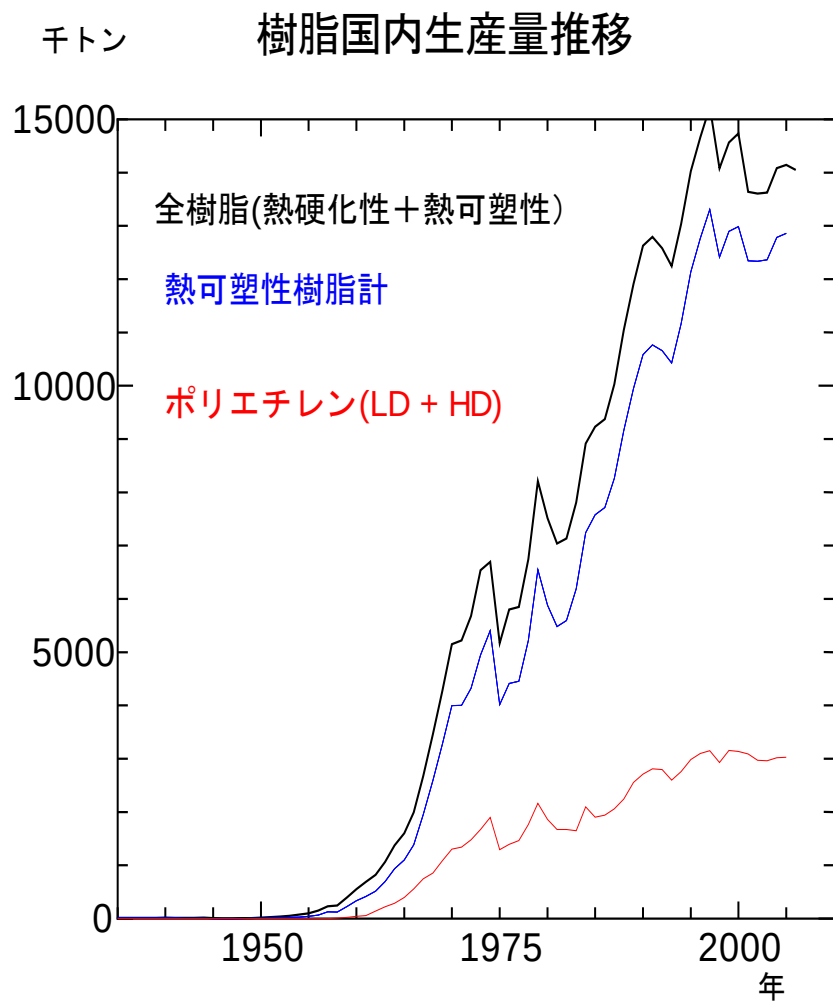
主要材料国内生産量(2006)



1:粗鋼, 2:銅, 3:セメント, 4:紙, 5:綿糸, 6:合繊, 7:樹脂

2. 材料としてのプラスチックフィルム

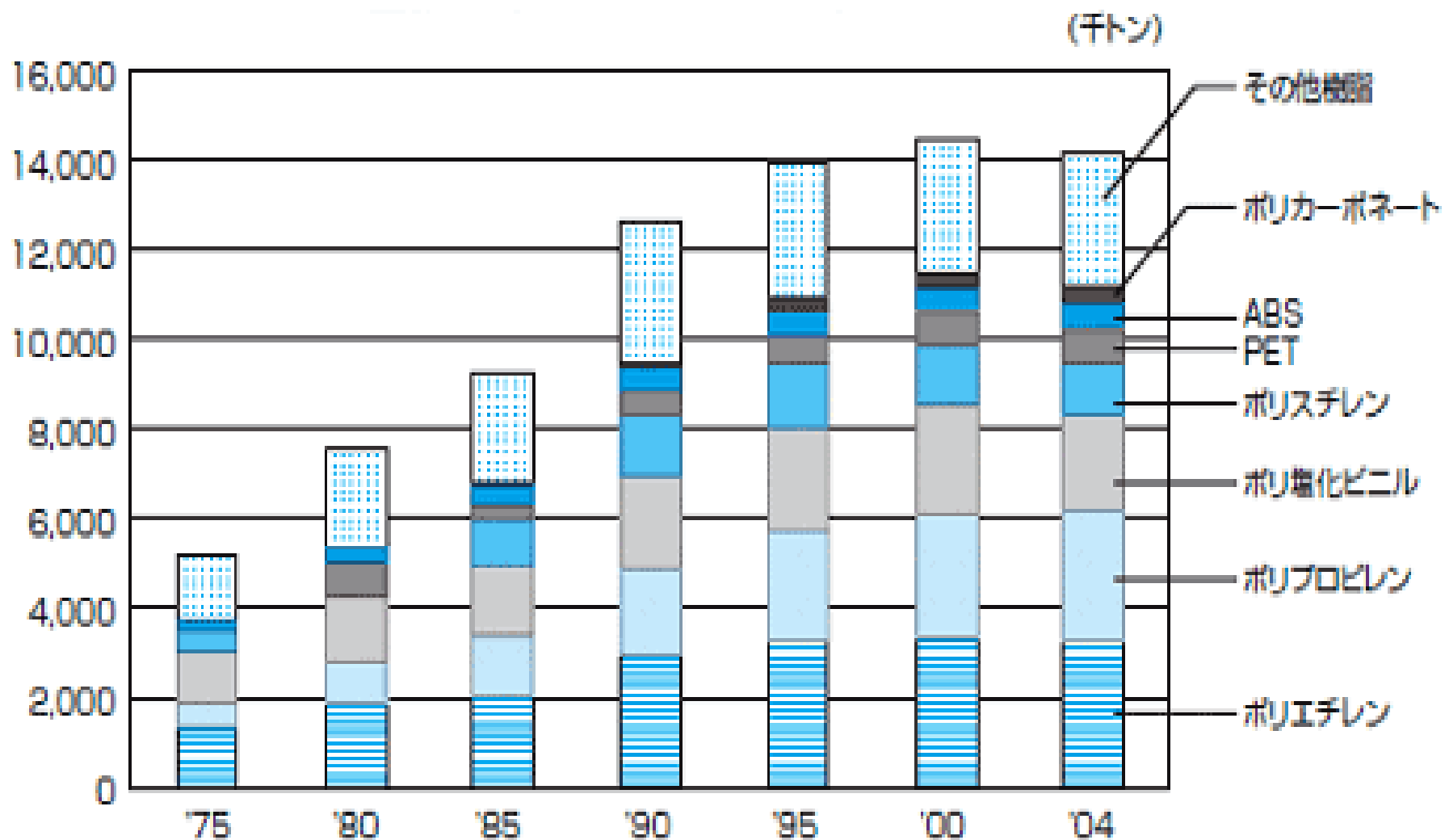
- 合成樹脂: 1) 熱硬化性樹脂 -- フィルム化不可
2) 熱可塑性樹脂 -- フィルム化可



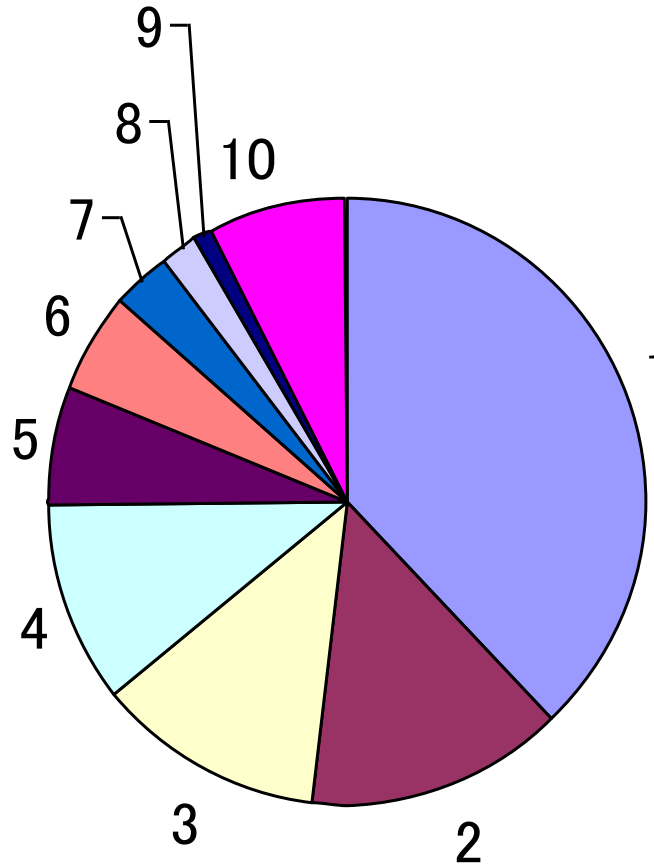
プラスチック生産量推移

Copyright © 2019 株式会社 日本プラスチック工業会. All rights reserved. 本資料は、日本プラスチック工業会の登録商標です。 本資料の複製、転載、頒布は、日本プラスチック工業会の許可なくしては行いません。

国内プラスチック生産量推移



樹脂製品生産比率(2006)



1:	フィルム	36%
2:	容器	13%
3:	機械器具部品	12%
4:	パイプ、継ぎ手	10%
5:	発泡容器	6%
6:	建材	5%
7:	日用雑貨	5%
8:	シート	3%
9:	板	2%
10:	強化製品	1%
	合成皮革外	7%

導入

SE

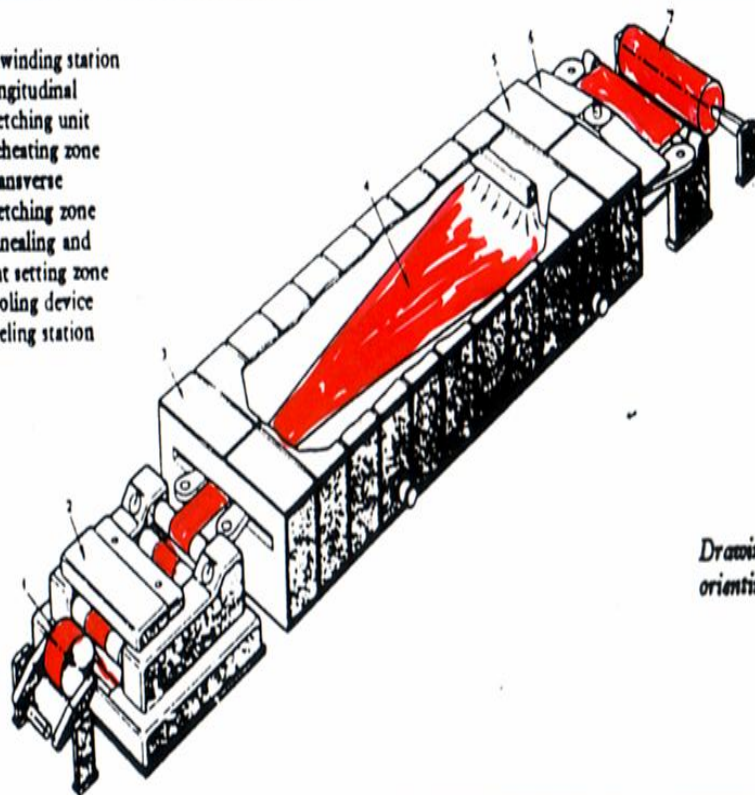
単軸押出機



SE		65	90	115	150	200	250	300
スクリュ径	mm	65	90	115	150	200	250	300
スクリュ有効長	L/D	25~32	25~32	25~32	25~32	25~36	25~36	25~36
スクリュ最高回転数	rpm	250	250	200	200	150	150	120
駆動電動機	kW	22~37	30~110	55~185	110~300	185~500	300~800	500~1200

KEY

1. Unwinding station
2. Longitudinal stretching unit
3. Preheating zone
4. Transverse stretching zone
5. Annealing and heat setting zone
6. Cooling device
7. Reeling station



Drawing of Brueckner 2-stage biaxial film orienting unit showing main features

熱弛緩裝置

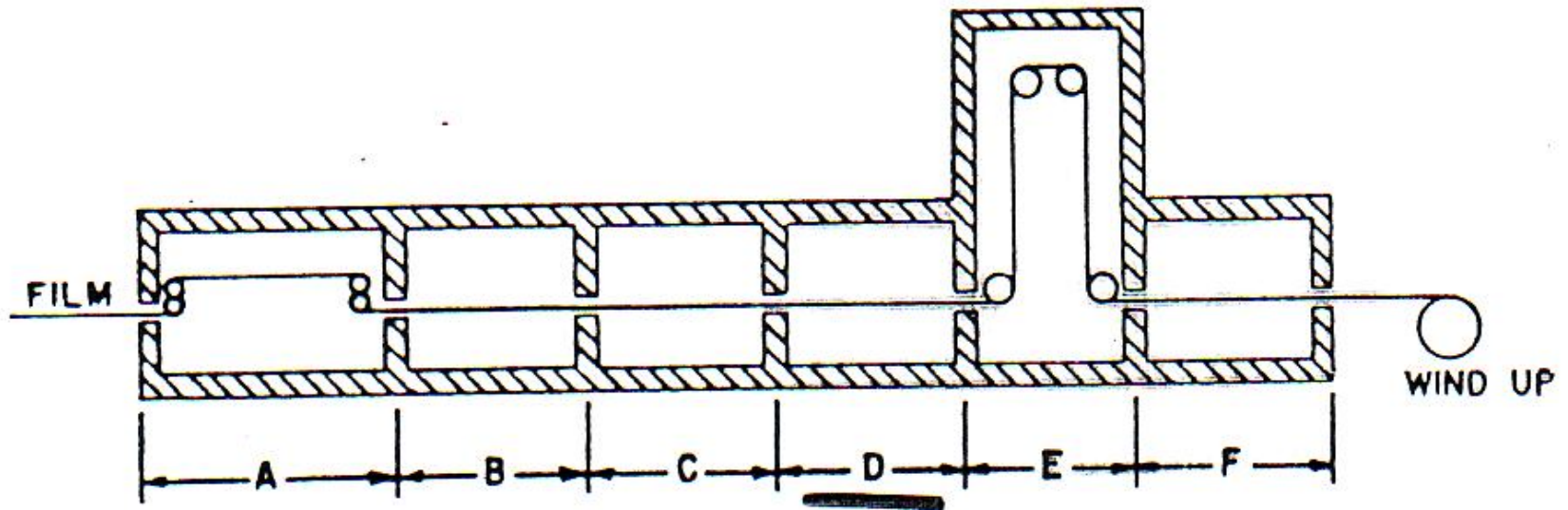


Fig. 19 Orientation and heat setting process: *A* longitudinal stretching zone; *B*, lateral stretching zone; *C*, buffer zone; *D*, heat set zone; *E*, heat relaxing zone; *F*, cooling zone.

二軸延伸フィルム製造装置

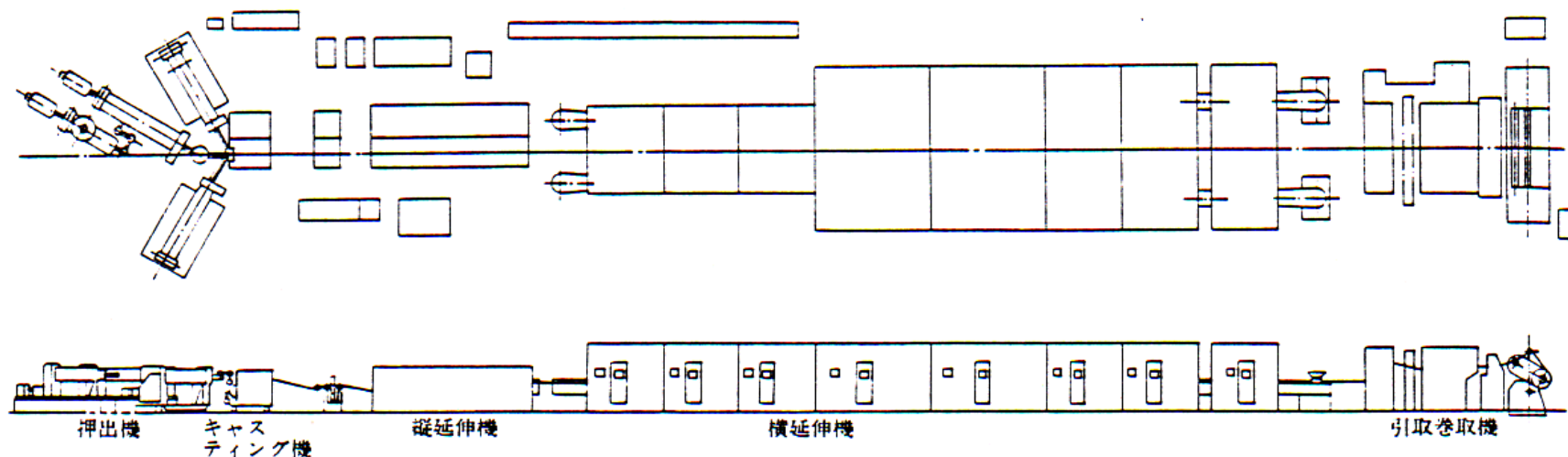


図1 二軸延伸フィルム製造装置（共押出し OPP；三菱重工業）

表1 二軸延伸フィルム製造装置標準仕様例（三菱重工業）

項 目		単 位	OPP			OPET		
製 品 厚	μm		15～50			4～40		75～175
製 品 幅	mm		4,000	5,500	8,000	4,000	6,300	3,600
押 出 量	kg/hr		1,300	1,800	2,400	1,300	2,400	
機 械 速 度	m/min		250			300		8～80
押出機口径	mm ϕ		115/150	150/200	175/220	115/150	175/220	