

【公開版】

令和元年度  
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業  
戦略的基盤技術高度化支援事業

「スマートフォン向けバックライト用超薄型一体化精密フィルムの量産  
技術の開発」

研究開発成果等報告書

令和2年3月

担当局 近畿経済産業局  
補助事業者 サンテックオプト株式会社

目 次

第 1 章 研究開発の概要	5
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	5
1-2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）	8
1-2-1 研究組織および管理体制	8
1-2-2 研究者氏名および研究実施場所	10
1-3 成果概要	10
1-4 当該研究開発の連絡窓口	12
第 2 章 本論	14
2-1 従来技術での課題	14
2-2 新技術を実現するために解決すべき研究課題	15
2-2-1 【課題 1】精密・微細な切削加工技術の開発	15
2-2-1-1 【課題 1-1】切削繋ぎ目不良の発生原因&改善方法	17
2-2-1-2 【課題 1-2】帯状スジ&線状スジの発生原因と改善方法	22
2-2-2 【課題 2】横引き金型成型方法の改善	29
最終章 全体総括	35

図表目次

図 1 iPhone の薄型化の流れ	5
図 2 スマートフォン内部フィルムの従来構造	6
図 3 プリズムシートと拡散シート 3 枚構成の断面構造 （左図は従来の 3 枚重ね置図、右図は 3 枚一体化図）	7
図 4 弊社微細形状転写工程	7
図 5 ソフトモールド生産方式 概略図	14

## 【公開版】

図 6	新技術での横引きプリズム金型 概略図	15
図 7	一体化フィルムの生産方法 概略図	16
図 8	繋ぎ目不良（太線部）	17
図 9	繋ぎ目部分拡大観察（×2000 倍）	18
図 10	横引き切削方法	19
図 11	切削繋ぎ目改善方法 イメージ図	20
図 12	通常の切削順	21
図 13	新たな切削順	21
図 14	帯状スジ（点線部）	22
図 15	線状スジ（太線部）	22
図 16	スジ発生、及びスジ改善のイメージ図	23
図 17	複合式を用いた数列グラフ	24
図 18	金型切削における操作手順	25
図 19	インポジションチェック設定によるバイトの進み方	27
図 20	ブース設置以前の切削時の金型温度推移	28
図 21	ブース設置後の切削時の金型温度推移	28
図 22	エア噛み（白点）発生概略図	29
図 23	エア噛み（白点）拡大写真	30
図 24	ダイコートでの塗工方法	31
図 25	ダイコートの設置角度変更 概略図	33
図 26	材料承認・量産化までの流れ	37
図 27	承認手続きのスケジュール	38
図 28	販売枚数見込み	40
図 29	販売見込み金額	40
図 30	営業実態 概略図	41
表 1	スタートとエンドの拡散透過率測定値	19
表 2	各種振幅波形における拡散透過率、光学特性まとめ	20
表 3	各種位置ループ制御ゲインの検討結果	25

## 【公開版】

表 4	ポンプ送り量と樹脂粘度の関係	32
表 5	ダイコーターの各種設定における塗布厚み精度及びエア噛み検討結果	32
表 6	周波数と生産速度の関係	34

## 第1章 研究開発の概要

## 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

スマートフォンやタブレットなどのモバイル機器が、現在の映像・情報・通信の世界市場を牽引している。スマートフォンの生産台数は増加傾向にあって、今後もスマートフォンは成長が期待されている。このような市場背景の中、スマートフォンの製造各社は、他社との競争に打ち勝つために

- ① 薄型・軽量化
- ② 低消費電力化
- ③ 大画面化や高精細化

などの差別化技術の開発に注力している。特に、①薄型・軽量化技術は重要な開発テーマに位置付けられており、弊社はこれまで、薄型化に注力して、複合一体化技術の研究開発に邁進してきた。

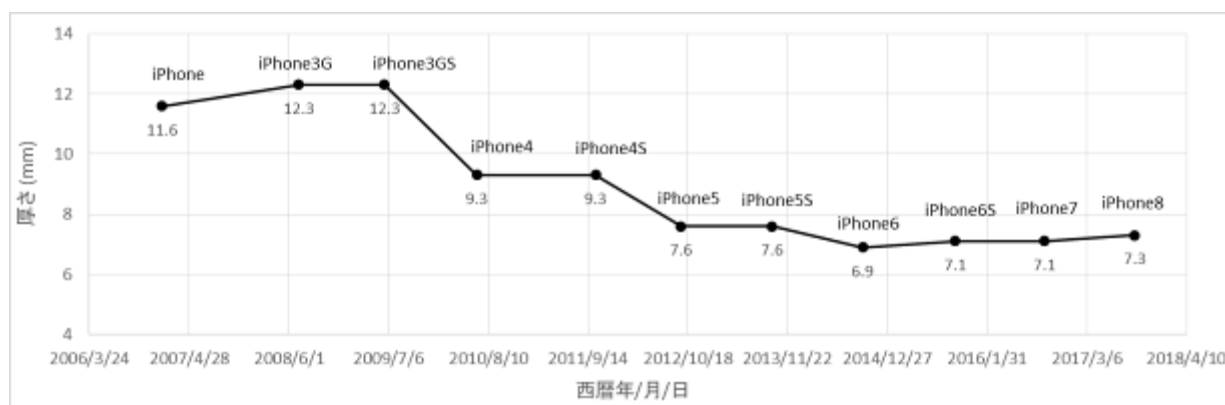


図1 iPhoneの薄型化の流れ

図1は、アップル社が製品化したiPhone（スマートフォン）シリーズの薄型化の流れを示したものである。初号機のiPhoneの厚みは11.6mmであった。2017年に製品化されたiPhone8の厚みが7.3mmであり、9年間で4.3mmの薄型・軽量化が図られている。年平均で約500 $\mu$ m薄くなっている計算となる。2012年からは劇的な薄型化は行われていないが、市場要求は続いているのが現状である。今後もスマートフォンの競争力強化のため、製造各社は薄型化技術の開発に注力するものとみられる。

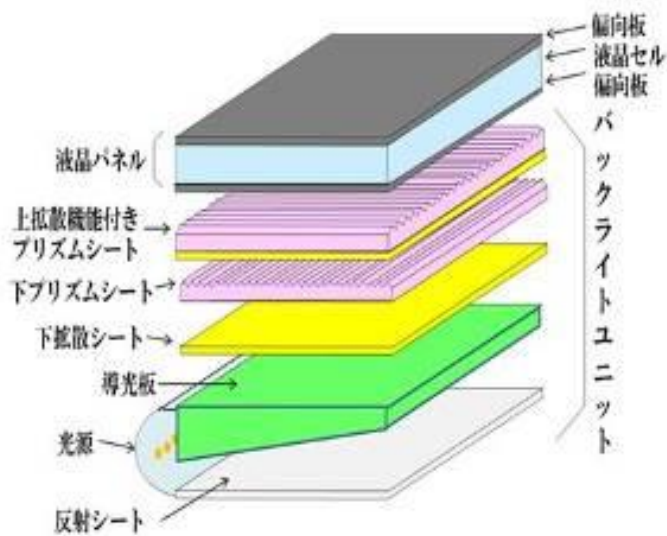


図 2 スマートフォン内部フィルムの従来構造

図 2 は現在販売されているスマートフォン内部のバックライトユニットの構造図である。バックライトユニットは導光板、拡散シート、プリズムシート、液晶パネルを物理的に積み重ねる構造をとる。プリズムシートは 2 枚使用し、それぞれのプリズムの稜線方向を直角させる形に積み重ねて使用する。これは光源からの光を中央部に集光させやすくするためである。バックライトユニットを薄くするためにプリズムシートや拡散シートを薄くしていくと、LED の放射熱によってそれぞれの部材でワーピングと呼ばれる波打ち不良が発生するため、プリズムシートや拡散シートの薄さにはおのずと限界が生じていた。この問題を解決するため、光学フィルムを積層一体化させることにより、図 3 のように、従来構造のフィルムの厚さに比べて  $1/2$  の薄さの複合一体化フィルムが提供できる。

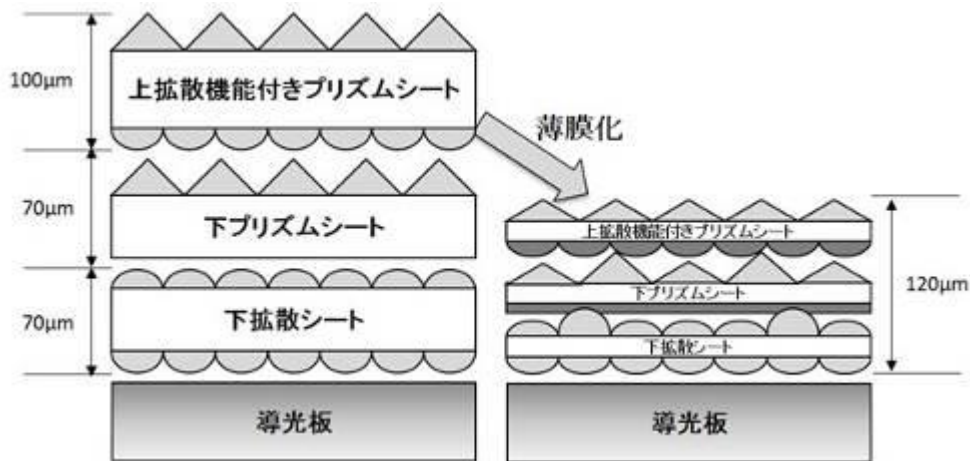


図3 プリズムシートと拡散シート3枚構成の断面構造  
(左図は従来の3枚重ね置図、右図は3枚一体化図)

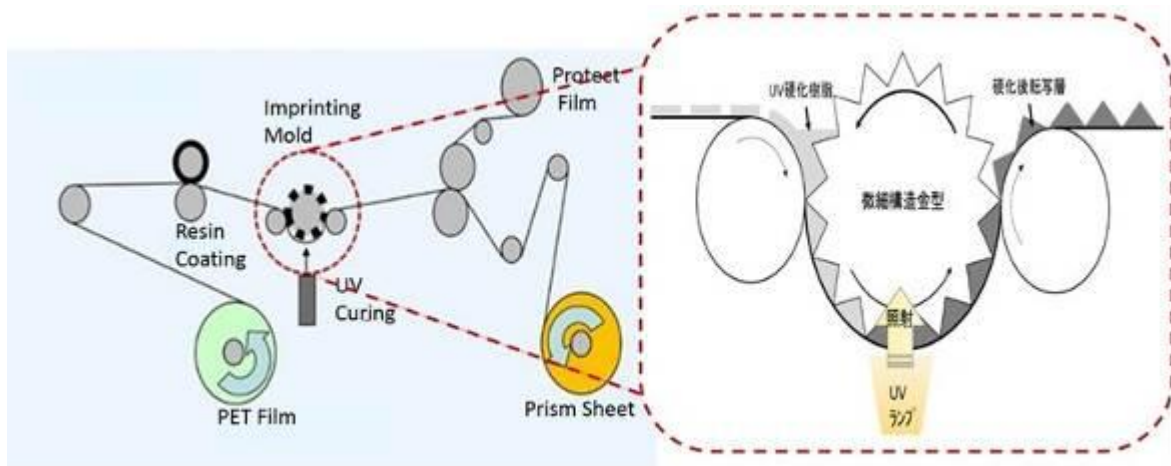


図4 弊社微細形状転写工程

弊社では自社で生産した金型ロールを用いて、図4の工程にてロール to ロールでプリズムシートを連続生産している。ロール to ロールで流れる基材上に UV 硬化樹脂を塗布し、微細構造金型に沿った状態で UV 照射することでロール金型に切削されている微細形状を転写成型する。

H26 年度サポイン事業ではシート 3 枚を複合同体化する貼り合せ技術の構築に成功し、顧客と試作サンプルの評価段階に進んでいる。しかし、現状の生産方法では縦型プリズムシー

## 【公開版】

トを金型サイズにカットし、金型ロールに横型方向に貼り付けたソフトモールド方式にて横型のプリズムシートで生産しているため、サイズが小さく、非常に歩留まりの悪い製品となっている。

本事業での目的は、外観不具合の無い横型プリズムのロール金型の切削方法と、横型プリズムの転写の量産化方法の研究開発を行い、一体化フィルムの量産を実現することである。繋ぎ目のない横引きプリズム金型は、これまで他社でも実現できていない世界初の高度な切削加工技術である。

### 1-2 研究体制

(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)

#### 1-2-1 研究組織および管理体制

本研究の組織は以下の通りである。

サンテックオプト株式会社が事業管理および研究を実施した。

サンテックオプト株式会社

(再委託先なし)

#### 統括研究代表者 (PL)

酒井 潔 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 開発技術G 課長代理

#### 副統括研究代表者 (SPL)

北川智之 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 金型G 課長

組織の研究および管理体制は以下の通りである。

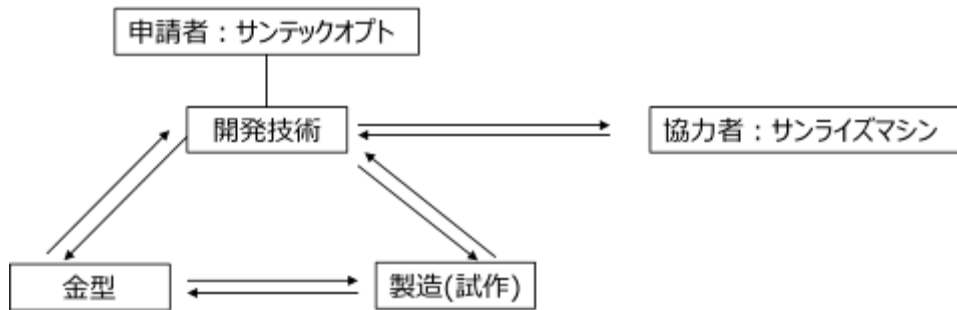
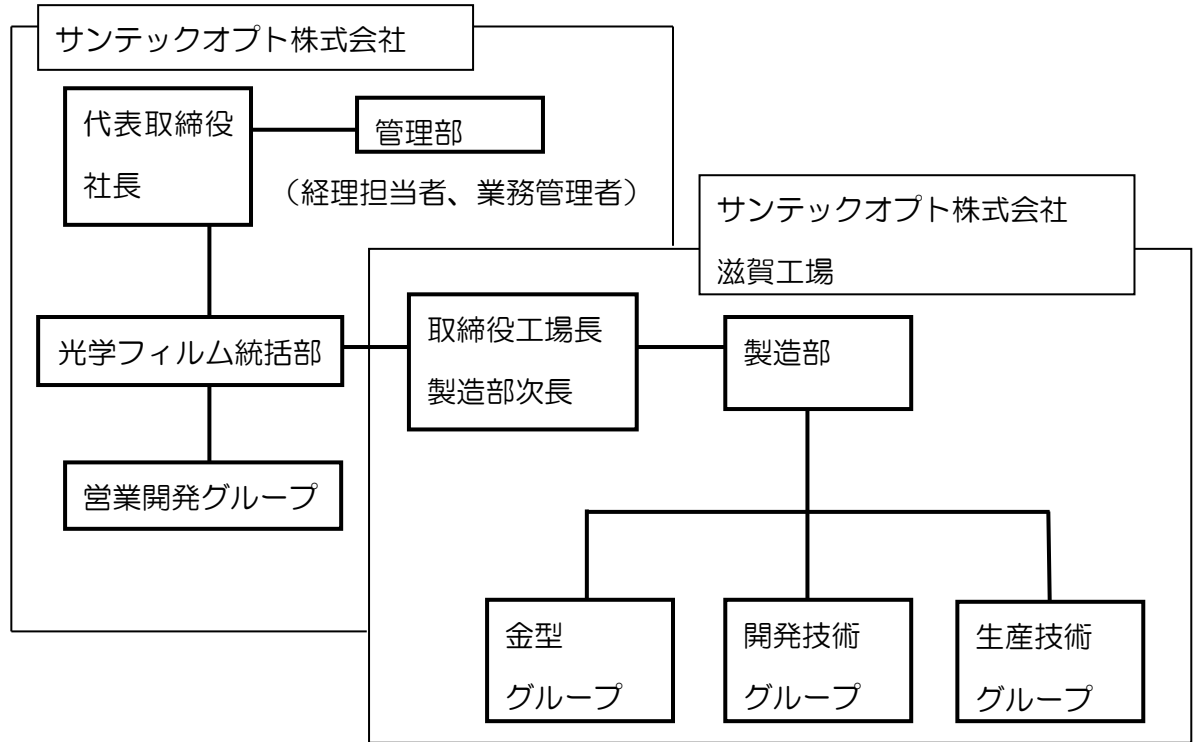
#### 事業管理者

サンテックオプト株式会社 (〒542-0062 大阪府大阪市中央区上本町西 5 丁目 3 番 5 号)

サンテックオプト株式会社 滋賀工場 (〒529-1413 滋賀県東近江市五個荘築瀬町 10



番)



経理担当者

滝井麻有佳 サンテックオプト株式会社 管理部

業務管理者

酒井 潔 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 開発技術課 課長代理

1-2-2 研究者氏名および研究実施場所

サンテックオプト株式会社 滋賀工場

(〒529-1413 滋賀県東近江市五個荘築瀬町 10 番)

酒井 潔 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 開発技術課 (PL)

北川智之 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 金型課 (SPL)

大石進也 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 生産技術課

西村豊樹 サンテックオプト株式会社 光学フィルム統括部 製造課

有限会社サンライズマシン

(〒781-1103 高知県土佐市高岡町丙 668-1 )

山本富子 有限会社サンライズマシン 代表取締役

川本漁水 有限会社サンライズマシン 設計課

1-3 成果概要

超薄型一体化精密フィルムを作成するためには、通常の縦引き金型ではなく横引き金型を切削する必要があるが、この横引き金型は切削バイト表面の摩耗により始点と終点の差が発生し、それが繋ぎ目と呼ばれる線となって可視されるという問題がある。また切削時の振動による刃先のブレによって帯状スジ&線状スジと呼ばれる不良が発生するという問題もある。さらには横引き金型から横型プリズムを生産する際、エア噛みと呼ばれる白点不良が多発するという問題がある。よって本事業は精密・微細な切削加工技術の開発として、繋ぎ目のない横引き金型切削方法の検討と、帯状スジや線状スジ発生のない横引き金型切削方法の検討、及び横引き金型を使用した際にエア噛み発生のない転写成型方法を検討するものである。このうち、平成 30 年度については繋ぎ目のない横引き金型切削方法の検討を実施し、切削加工時の切削バイトをランダムに上下方向に振幅を持たせることで、全ての面で光の配向性が均一にならないようにし、かつ切削バイトの摩耗による切削繋ぎ目が視認できなくなるような振幅波形を研究した。さらに振幅波形による光学性能の低下を抑えるなど、様々な要求

## 【公開版】

を満たす振幅波形を検討した。

その結果、振幅波形を $\pm 2.5 \mu\text{m}$ 以上持たせることで繋ぎ目を不可視にすることは可能となったが、光学特性が振幅波形無しの場合と比較して6%以上ダウンしてしまい、目標としていた光学特性の低下1%以内を満たすことは不可能と判断した。

当初予定していた方法で改善できなかったため、新たな手法を考案した。横引き切削順を従来の円周方向に順送りにするのではなく、円周方向に順送り・逆送りと交互に切削することで、隣り合う切削溝の表面の光配向性の差が出ないようにして繋ぎ目を不可視にすることを検討した。その結果、切削順を変更することで繋ぎ目を不可視にし、かつ光学特性の低下を1%以内に抑えた横引き金型の開発を達成した。

次に、スロットダイを導入してエア噛み発生のない横引き金型成型方法の検証を実施し、塗布厚み精度 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内に制御することを達成した。しかし、塗布厚み精度を $\pm 0.5 \mu\text{m}$ にした場合でも、生産速度 $5.0\text{m}/\text{min}$ .でエア噛みは $50 \text{個}/\text{m}^2$ 以上発生してしまった。調査した結果、ダイコーターで樹脂を基材に塗布したときに気泡が発生しており、その気泡がエア噛みとなっていることが分かった。そこで次の手として、ダイコーターの設置角度を変更して実験を行った。その結果、基材に対して $35^\circ$ 以下、 $55^\circ$ 以上の角度に設置した場合はエア噛みが多数発生し、 $45^\circ \pm 5^\circ$ の範囲で設置した場合はエア噛み発生が $0 \sim 1 \text{個}/\text{m}^2$ となり、良好な結果となった。

さらに平成31年度（令和元年度）については、帯状スジや線状スジ発生のない横引き金型切削方法の検討を実施した。横引き金型は切削後に帯状スジや線状スジと呼ばれるスジ状欠点が発生してしまうという問題がある。これらのスジは切削中の機械振動によっておこる切削バイトの刃先のブレが原因となって発生していることが分かった。この問題を解決するため、切削時の刃先に周期性の振動を持たせ、サーボモータによる微振動の周期と、同位相、もしくは逆位相となる周期を刃先に持たせることで、サーボモータによる微振動を相殺させることを検討したが、結果として完全にスジを改善する周期を見出すことが出来なかった。そこで、機械的に振動を抑制する方法を検討した。旋盤の位置ループ制御ゲインを上げ、インポジションチェックの設定値を $1 \mu$ から $0 \mu$ へと変更することにより、加工時間が増加するがスジを薄くすることに成功した。また、温度調整空調ブースを設置して旋盤周辺の温度を $\pm 0.5^\circ\text{C}$ に保つことで9時間周期の温度ムラを解消することが出来、その結果さらにスジの改善を行うことができた。以上をまとめると、位置ループ制御ゲインを調整しつつ温度を

## 【公開版】

管理することにより、目標であった金型の歩留まり 90%以上を達成した。

次に、エア噛み発生のない横引き金型成型方法の検証を実施した。前年度でダイコーターの設置角度を  $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$  の範囲で設定することで生産速度 5.0m/min.でエア噛みのないプリズム成型が可能となったため、平成 31 年度（令和元年度）ではさらにシム厚みを調整することで生産速度 10.0m/min.での成型を目指した。その結果、シム厚みを  $0.15 \mu\text{m}$  にて管理することで更なる速度 UP を実現したが、10.0m/min.ではまだエア噛みが 5~10 個/ $\text{m}^2$ 発生しており、目標とする0~1 個/ $\text{m}^2$ には届かなかった。

そこで次の手として、ダイコーターの塗液ポンプの送り量を各種検討した。周波数を検討して塗液の送り量を調整した結果、 $3.5\text{Hz} \times$  生産速度の周波数が最も良好な結果となった。この検討によって目標であった生産速度 10.0m/min.を達成することが出来た。

### 1-4 当該研究開発の連絡窓口

#### 業務関係

サンテックオプト株式会社

管理部・購買統括部 滝井麻有佳

〒542-0062 大阪府大阪市中央区上本町西5丁目3番5号

TEL:06-6764-5051 FAX:06-6764-5054

E-mail:mayuka-takii@suntech-web.jp

#### 技術関係

サンテックオプト株式会社 滋賀工場

光学フィルム統括部 開発技術G 酒井 潔

〒529-1413 滋賀県東近江市五個荘築瀬町10番

TEL:0748-48-8088 FAX:0748-48-8089

E-mail:kiyo-sakai@suntech-web.jp

所在地

①事業管理機関

サンテックオプト株式会社 本社（最寄り駅：地下鉄 谷町線 谷町九丁目駅）

〒542-0062 大阪府大阪市中央区上本町西5丁目3番地5号

②研究実施場所

サンテックオプト株式会社 滋賀工場（最寄り駅：JR 東海道本線 能登川駅）

〒529-1413 滋賀県東近江市五個荘築瀬町10番地

## 第2章 本論

本研究開発はスマートフォンなど液晶表示装置の薄型・軽量化に伴い、薄型一体化精密フィルムを量産化することを目的としている。薄型一体化精密フィルムの量産化には、以下の問題が存在している。①金型切削時に繋ぎ目、線状スジ、帯状スジ等が発生する問題。②横引き金型からプリズムを生産する際のエア噛み不良発生の問題。これらの問題をそれぞれ解決するために、精密・微細な横引き切削加工技術の開発と、エア噛み発生のない成型方法の開発を行うことで、薄型一体化精密フィルムの量産化を達成するものである。

## 2-1 従来技術での課題

従来の技術では縦型プリズム金型しか生産できないため、バックライトユニット内部の上下プリズムを一体化させるためには、図5のように縦型プリズム金型からロールで生産し、カットした縦型プリズムシートを金属ロールに横型方向に貼りつけて生産する方式を採用していた。この方式を弊社内ではソフトモールド（フィルム型）生産方式と呼称している。

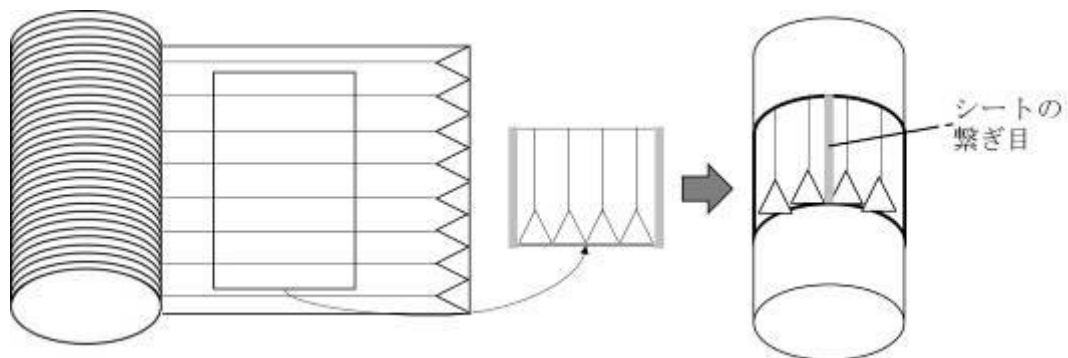


図5 ソフトモールド生産方式 概略図

ソフトモールド生産方式は、転写したプリズムシートを金属ロールに貼り付けているので、ロールの周期(約785mm)毎にシートの繋ぎ目が発生する。ソフトモールドの繋ぎ目箇所周辺は均一に転写加工できない(各繋ぎ目ごとの周辺100mm幅が厚み不良となり、転写不良と判定される)。また、ソフトモールドは金型よりも耐久性に乏しく劣化し易い傾向にあるため、200M程度生産するとソフトモールドを交換する必要があるという、非常に効

率の悪い生産方法であった。

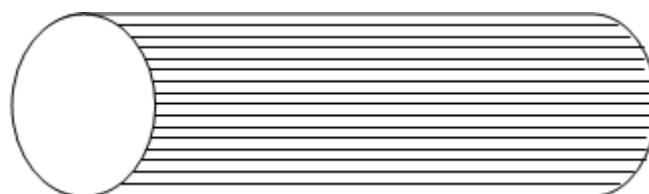


図 6 新技術での横引きプリズム金型 概略図

よって複合一体化フィルムを量産する場合は、図 6 のような、切削繋ぎ目の無い、外観上問題のない横引きプリズム用ロール金型で横型プリズムシートを生産し、縦型プリズムシートと横型プリズムシートをロール to ロールにて連続的に貼り合わせて生産する必要がある。

#### 横型プリズム用金型の従来技術と新技術との比較

	従来技術	新技術
金型方式	ソフトモールド方式	横引き金型方式
繋ぎ目	繋ぎ目が発生する	繋ぎ目がない
転写均一性	繋ぎ目部分の転写が不均一	均一性が良い
耐久性	モールドの耐久性が悪い(200M)	金型の耐久性が良い(3万 M)

#### 2-2 新技術を実現するために解決すべき研究課題

##### 2-2-1 【課題 1】精密・微細な切削加工技術の開発

超薄膜一体化シートを量産するためには、図 7 のように縦型プリズムシートと横型プリズムシートの長尺ロールをロール to ロールで一体化する必要がある。このため、生産性や歩留まりを考慮すると、繋ぎ目や欠点のない横引き金型の開発は必須となる。しかし、横引き金型はこれまでの縦型プリズム金型と比較すると、非常に緻密な切削加工が求められる。そこで本事業において切削方法や切削条件、光学的な干渉現象を活用して、こ

れまで世界でまだ実現できていない、切削繋ぎ目のない横引き金型ロールの開発を行った。

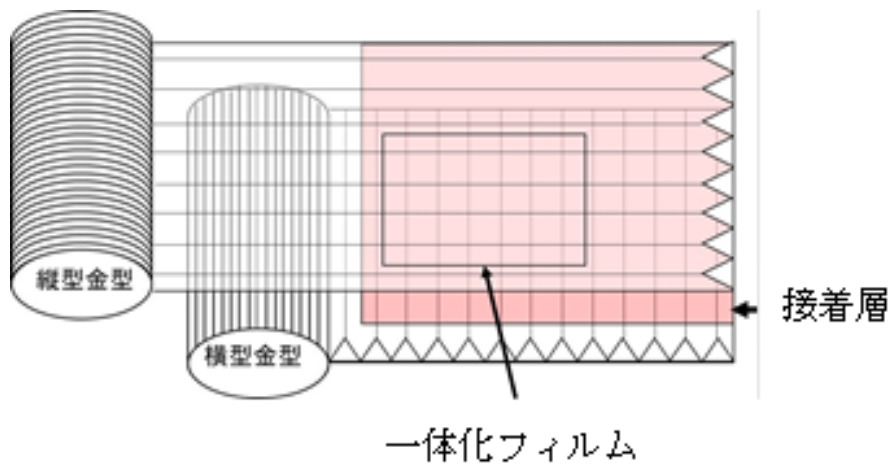


図 7 一体化フィルムの生産方法 概略図

横引き金型起因による外観不良は以下の3通りに大別されている。

金型起因による外観不良

切削繋ぎ目	切削のスタート部とエンド部の境界部が見える
線状スジ	切削部の形状異常により白線のように見える
帯状スジ	形状異常部が連続的に発生し色相が変わる

金型の直径が 250 mm のとき、金型に欠点がある場合は円周 785.4 mm 毎に金型上の欠点が製品に必ず転写される。よって金型上に切削繋ぎ目があった場合は、ノート PC やモニターなどの中型 (11 インチから 31 インチ) や、TV などの大型 (32 インチ) のディスプレイのサイズでは歩留りが約 50% に低下する。また、スマートフォンやタブレットなどの小型サイズ (10 インチ以下) でも歩留りが 5~10% 低下する。ディスプレイのサイズが大きくなるにつれて、切削繋ぎ目による歩留まり低下が著しくなり、35 インチ以上の大型 TV 用に至っては供給することが出来ない状態となる。更に帯状スジや線状スジ



## 【公開版】

が発生すると小型サイズでも歩留まりが低下する。また、横引き金型を製作するには、金型1本あたりに200時間以上の時間がかかるため、金型の加工不良が発生すると時間ロスが大きくなり、納期にも支障をきたす。

よって、欠点のない横引き金型を安定して生産することは必須となっている。

### 2-2-1-1 【課題 1-1】 切削繋ぎ目不良の発生原因&改善方法

横引き金型を切削すると、スタートとエンドの切削境界線に一本のスジが可視されるという問題が発生する。これを繋ぎ目と呼ぶ。繋ぎ目の部分を拡大観察して原因を追究したところ、図9のように山ピッチ24 $\mu$ m設定で切削していたのに繋ぎ目の部分は20 $\mu$ mの山ピッチとなっており、正常なピッチから大幅にズれていることが分かった。

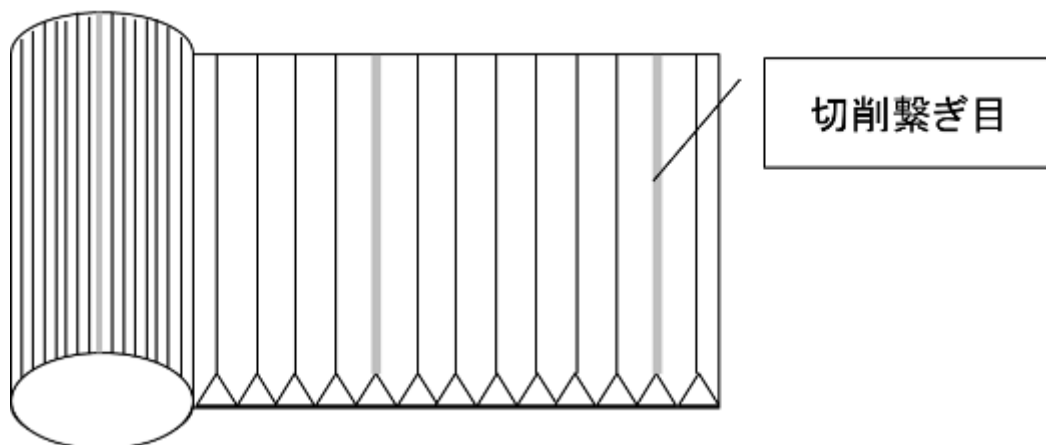


図8 繋ぎ目不良（太線部）

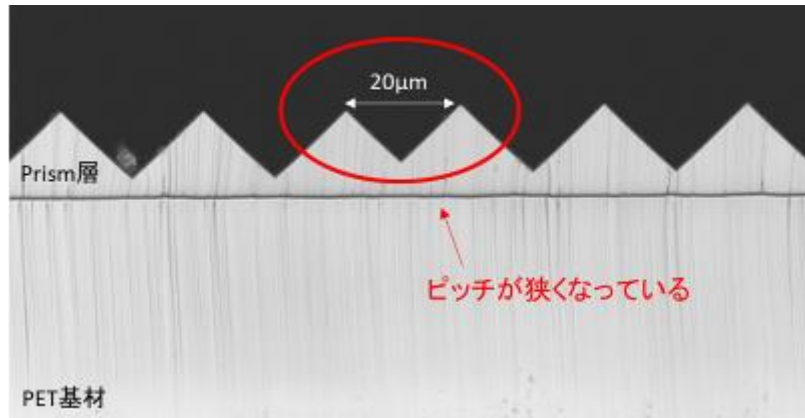


図9 繋ぎ目部分拡大観察（×2000倍）

これは NC 旋盤の機械精度の問題であり、精度を向上させて誤差なく切削するプログラムを組むことで解決可能と判断した。しかし、プログラムを設定してピッチ誤差精度を  $\pm 0.5 \mu\text{m}$  まで向上させても、繋ぎ目は可視されたままであった。繋ぎ目を拡大観察してもピッチ差は発生しておらず、繋ぎ目の原因は他にも存在していることが分かった。

そこでレーザー顕微鏡を用いて繋ぎ目部分の面粗度を調査した結果、切削繋ぎ目はスタート部とエンド部の切削箇所での切削形状の微細な差が原因となって発生することが分かった。

横引き金型の切削方法は図 10 に示される通り、鉄芯ロール表面の金属メッキの外周面を三角形状の切削工具(バイトと言う)で横方向にV溝形状を切削していく。溝ピッチ  $0.024\text{mm}$  で切削した場合、 $250\text{mm}\Phi$ の円周上を1周するには32,725本の溝の切削が必要であり、全ての溝を均一に切削するためには高精度な旋盤装置と切削条件の確立が必須となる。切削方法は所定の溝ピッチになる角度を割り出し、その角度分毎に一定の速度で切削するという手法を取っている。これは切削スジを極力なくするための手法である。しかし、切削開始溝と切削終了溝の間でV溝の微細な面粗度の差が発生してしまい、それが図8のような切削繋ぎ目と呼ばれる不良となって目視される。

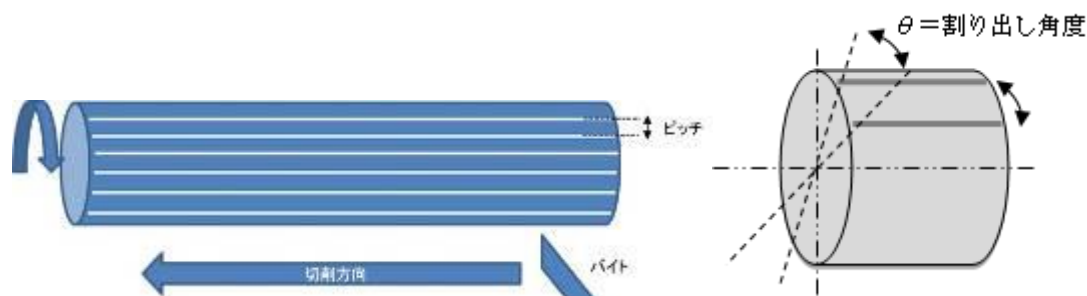


図 10 横引き切削方法

切削開始溝（スタート部）と切削終了溝（エンド部）の間でV溝の面粗度の差が発生する原因は、切削によるバイトの摩耗である。フレッシュな状態のバイトで切削した初回の溝と、32,725 本切削後に切削した溝では、バイトの表面の摩耗状態が異なり、その摩耗による面粗度の差が微妙な光の配向性の差となって表れている。それによってスタート部とエンド部の境目が線として視認されてしまう。

バイト表面の摩耗状態は拡散透過率を測定することで数値管理することが出来る。スタート部とエンド部の拡散透過率をそれぞれ測定したところ、次の表のような結果となった。

表 1 スタート部とエンド部の拡散透過率&amp;輝度上昇率測定値

	スタート部		エンド部	
	拡散透過率	輝度上昇率	拡散透過率	輝度上昇率
#1	8.6%	1.548	12.6%	1.536
#2	8.2%	1.549	11.8%	1.536
#3	8.9%	1.549	12.2%	1.537
Av.	8.6%	1.549	12.2%	1.536

拡散透過率と同時に、同じ部位の輝度上昇率も測定した。輝度上昇率とは、バックライトの LED 光源から発せられる光がプリズムによってどれだけ集光しているかを示す数値で、求める計算式は (プリズム有りでの正面輝度値) ÷ (プリズム無しでの正面輝度値) で表

## 【公開版】

される。この輝度上昇率の数値が大きいほど、そのプリズムの光学特性が大きいということになる。輝度上昇率を測定した結果、スタート部とエンド部の輝度上昇率の差は0.9%となっていることが分かった。量産に向けてこれら輝度上昇率の差を1%以内に収めることが求められているため、現状の差を維持していくこととした。

表1より、スタート部とエンド部の拡散透過率に差があることが分かったため、この問題を改善する手法として、V溝高さをランダムに変化させ透過する光を意図的に散乱させて、バイト摩耗による切削繋ぎ目が限りなく見え難くなるような振幅波形を研究した。摩耗による面粗度の差を、形状の違いによる光の配向性の差によって飲み込んでしまえば切削繋ぎ目が視認されなくなる。デメリットとしては光を散乱させたことによる集光性能の低下が懸念されるため、輝度低下を極力抑えつつ繋ぎ目を不可視の状態にできるような振幅波形を開発する必要があった。

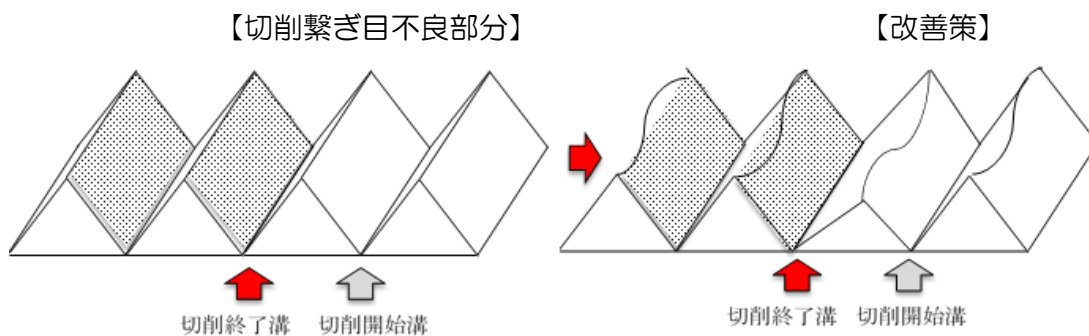


図11 切削繋ぎ目改善方法 イメージ図

様々な振幅波形を検討し、それぞれの拡散透過率と光学特性を測定して最適な振幅条件を調査したところ、以下の表2で示される結果が得られた。

表2 各種振幅波形における拡散透過率、光学特性まとめ

振幅波形	拡散透過率	光学特性	繋ぎ目判定
0 $\mu\text{m}$	8.8%	100%	可視 NG
$\pm 0.5 \mu\text{m}$	9.3%	99.8%	可視 NG

±1.0 μm	10.4%	99.5%	可視 NG
±1.5 μm	12.7%	98.7%	可視 NG
±2.0 μm	16.3%	96.3%	可視 NG
±2.5 μm	20.8%	93.2%	不可視 OK
±3.0 μm	26.9%	90.6%	不可視 OK

光学特性は振幅波形なしのスタート部の輝度上昇率の値を 100%として換算。

上表の結果から、振幅波形を±2.5 μm 以上にすることで繋ぎ目を不可視にすることは可能だが、光学特性が振幅波形無しの場合と比較して 6%以上ダウンしてしまい、目標とされていた光学特性の低下 1%以内を満たすことは出来なかった。

当初予定していた方法で改善できなかったため、新たな手法による改善を検討した。横引き金型を切削する場合、通常は図 12 のように円周上の番号 1, 2, 3, …, 99, 100 の順番で切削していくが、それを図 13 のように、左右交互に進めていく方法を検討した。そうすることで隣り合う切削溝の表面の光配向性に差がない状態にすることが出来ると想定した。



図 12 通常の切削順



図 13 新たな切削順

この切削方法を検討した結果、図 13 の円周上の番号 1 と 100 の両方で繋ぎ目は発生せず、繋ぎ目のない横引き金型の切削に成功した。またスタート部とエンド部の光学特性の差も 1%以内に収めたままにすることが出来た。よって繋ぎ目のない切削方法の検討についてはその目標を達成することが出来た。

## 【公開版】

しかし、切削順序を変更したことにより、新たに帯状スジが発生することとなった。通常の順送りの切削順では精度よく切削可能だったものが、左右交互に切削していくことによって各ピッチ間に微差が生じてしまったためである。その帯状スジと、従来の線状スジについては次の課題 1-2 にて改善することとした。

### 2-2-1-2 【課題 1-2】 帯状スジ&線状スジの発生原因と改善方法

帯状スジや線状スジの原因は、加工中の設備に発生する振動によって起こる刃先のブレである。

刃先のブレがある範囲内に連続的に集中して発生した場合、図 14 の点線部のように帯状スジ不良となり、刃先のブレが単発的に発生した場合は図 15 の太線部のような線状スジ不良となる。

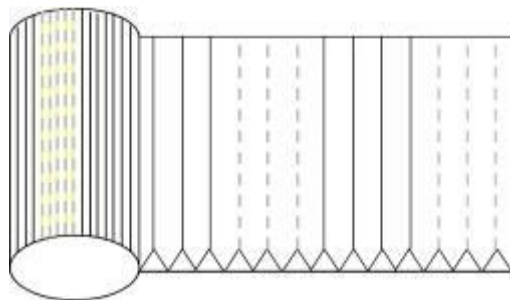


図 14 帯状スジ（点線部）

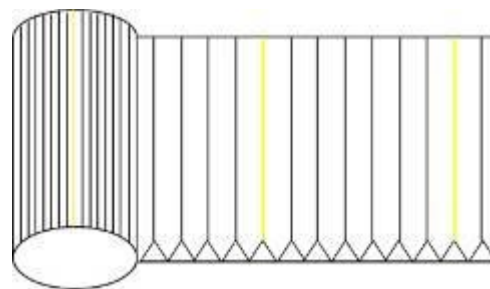


図 15 線状スジ（太線部）

NC 旋盤にはベアリングのバックラッシュと呼ばれる隙間が存在する。その隙間は機械に用いられる歯車の互いにはまり合って運動する際、運動方向に意図して設けられたものである。この隙間が無ければ歯同士が干渉し、回す事ができなくなるが、ある方向に回転していたものを反対方向に回転させた時、寸法のずれや衝撃が生じる事がある。このバックラッシュ現象を改善するために、旋盤は静圧軸受け方式を採用しているが、この方式ではサーボモータによる修正が位置偏差として表れ、その際に微細な振動を発生させてしまう。切削加工中に微振動が発生することで刃先が振れ、ある間隔でプリズム山形

## 【公開版】

状が僅かに変化する。その変化により光の配向性が変わってスジ不良として視認される、というメカニズムとなっている。

まず東芝機械株式会社にて切削試験を実施した。東芝機械の装置は深基礎(1m 程度)に直接アンカーボルトを埋め込むことによって、下からの振動、及び刃先が左右に移動した際の振動を防振する機能が備わっており、それによって線状スジや帯状スジの発生をなくすことが出来るのではないかと期待した。しかし、東芝機械で切削した横引き金型にも線状スジは発生しており、東芝機械の防振設備だけでは改善は不十分なことが判明している。

既存の装置ではサーボモータからの振動を抑制できない。このため、帯状スジや線状スジを改善する方法として、下図 16 のように、ピッチの微少なズレを不規則なものとすることを考えた。スジが可視されるのはプリズム上で明暗がはっきりと区別されている箇所が発生しているためであり、つまりその部分はピッチの微少なズレがある程度規則正しく並んでいると予想される。よって現在発生している振動の周期性を分散させることで図 16 のような並びになるよう切削方法を検討した。

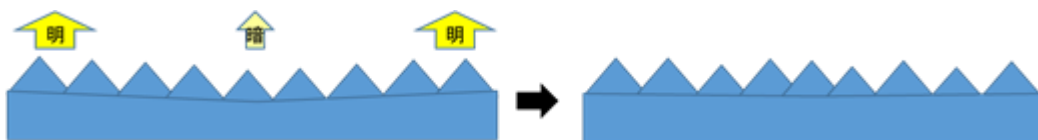


図 16 スジ発生、及びスジ改善のイメージ図

周期的なズレの原因である振動は、基本的に SIN 式の合成により表すことができる。すなわち  $Y = \sin \theta$  であるので、これを不規則にするために楕円の公式から下記の式(1)を用いて検討を行うこととした。

$$Y = a \times \cos \omega \times \sin(\theta / f) + b \times \sin \omega \times \cos(\theta / f) \quad (1)$$

(a,b=楕円の縦横比、 $\omega$ =楕円の傾き、f=周波数)



シミュレーションソフトも使用して様々な数値をこの式に代入し、その数式を用いて切削を行って検討した結果、下記の 4 種類の数値を数式(1)に代入し、それらの複合式を用いることで帯状スジの発生のない横引き金型を切削することが出来た。

	a	b	$\omega$	F
#1	2	300	10	0.079
#2	1	150	30	0.05263
#3	3	4	45	0.075
#4	7	100	23	0.0123

この 4 種類の数式の複合式による数列は以下の図のようになる。

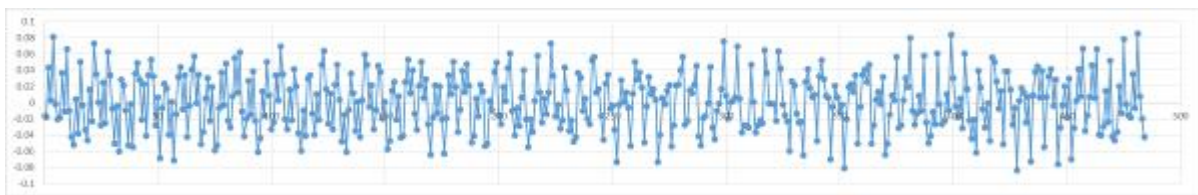


図 17 複合式を用いた数列グラフ

図 17 の縦軸の値がバイト刃先の振動の値と一致している。このようなランダム性の強い数列を用いることで、帯状スジの発生を抑えることに成功したが、線状スジは未だ金型の 1 周期に 2~5 本発生しており、更なる数式の検討が必要となった。

各種シミュレーションを繰り返した結果、完全にスジを改善する周期を見出すことが出来ないと結論に達した。

そこで機械的に振動を抑制する方法を検討した。横引き金型切削における NC 旋盤の操作手順は以下の通りである。

- ①バイトを設定位置まで押し出し



- ②切削しながらバイトを横方向へスライド
- ③バイトを引き戻す
- ④初期位置までバイトを戻すと同時に金型を設定位置まで回転させる

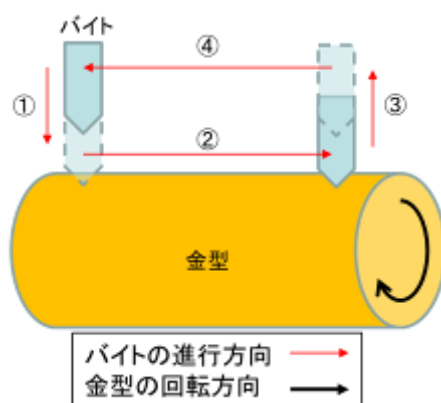


図 18 金型切削における操作手順

バイトの切削位置を設定しているのは図 18 の①バイトを設定位置まで押し出すとき、及び④金型を設定位置まで回転させるときの、それぞれの位置ループ制御ゲインである。位置ループ制御ゲインとは、サーボモーターと NC 旋盤の応答性に関する設定値である。制御ゲインが高くなると、サーボモーターからの NC 旋盤への指示と NC 旋盤からバイト駆動部への指示の 2 種類が即応するようになり、指示した位置からのズレが発生しにくくなっていく。しかしその代わりに旋盤の振動が収まらないままバイトや金型が駆動することになってしまうため、振動由来のズレは大きくなる傾向となる。そのため制御ゲインを調整することで指示した位置からのズレと振動由来のズレの両方を可能な限り小さくできると考え、様々な制御ゲイン値を検討した。その結果を下表に記す。

表 3 各種位置ループ制御ゲインの検討結果

バイト駆動の制御ゲイン	金型回転の制御ゲイン	スジ判定
3000	3000	可視 ランク 4 NG
5000	3000	可視 ランク 3 NG
7000	3000	可視 ランク 4 NG
10000	3000	可視 ランク 3 NG
12500	3000	可視 ランク 2 NG

## 【公開版】

1200	3000	可視 ランク 3 NG
700	3000	可視 ランク 2 NG
7700	3000	可視 ランク 5 NG
6500	3000	可視 ランク 4 NG
7500	3000	可視 ランク 5 NG
7500	2000	可視 ランク 3 NG
7500	1000	可視 ランク 4 NG
7500	700	可視 ランク 2 NG
7500	5500	可視 ランク 5 NG
7500	8000	可視 ランク 3 NG
7500	10000	可視 ランク 2 NG
7500	12500	可視 ランク 1 NG
7500	3500	可視 ランク 4 NG
7500	4000	可視 ランク 5 NG
7500	4500	可視 ランク 5 NG
7500	5000	可視 ランク 4 NG

スジ判定：悪 1<2<3<4<5<6<7<8 良 7以上で合格

設定可能な数値の範囲 700～12500 までで検討した結果、どの条件でも線状スジを改善することは出来なかった。最も良好だった制御ゲイン値で固定し、その他の機械設定に着目することとした。

次に機械設定のインポジションチェックに着目した。インポジションチェックとは図 19 で示されるように、①～④の滑らかさを設定する値で、通常は  $1\mu\text{m}$  に設定していた。①のバイト設定位置を  $0\text{mm}\rightarrow 10\text{mm}$ 、②のバイト設定位置を  $0\text{mm}\rightarrow 830\text{mm}$  としたときに、①でバイトが  $9.999\text{mm}$  まで進んだ時点で②が駆動し、②でバイトが  $829.999\text{mm}$  まで進んだ時点で③が駆動する、という流れになっており、①～④の動きが四角にて R を描くようになっていた。

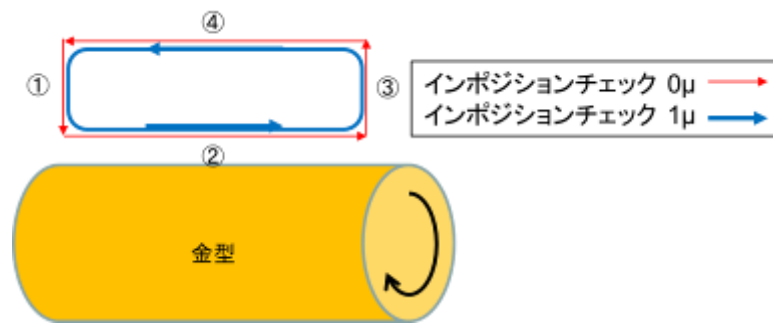


図 19 インポジションチェック設定によるバイトの進み方

インポジションチェックの設定値を  $1\mu$  から  $0\mu$  へと変更することにより、加工時間が増加するが表面の仕上がり具合が整えられたことで、結果として線状スジを薄くすることに成功した。

様々な改善方法を試した後に残っている線状スジを確認したところ、常に同じ周期でスジが発生していることが分かった。長さ約 5cm 間隔で明暗が分かれているため、切削時間に換算すると約 9 時間周期でスジムラが発生していることになる。よって日中と夜間の温度差に着目した。

銅の熱膨張係数は  $16.8 \times 10^{-6}/K(m)$ 、すなわち日中と夜間で温度が  $10^{\circ}C$  変化すると材料 1m の銅は 0.168mm 伸び縮みする。メッキの厚みは 0.3mm なので、変化量は約 0.00005mm ということになる。また鉄の熱膨張係数は  $11.7 \times 10^{-6}/K(m)$  なので、250mm の鉄芯ロールは  $10^{\circ}C$  変化すると 0.042mm 伸び縮みすることになる。切削時の金型表面の温度変化を確認したところ、図 20 のように日中と夜間での温度差が最大  $10.1^{\circ}C$  変化していることが分かった。

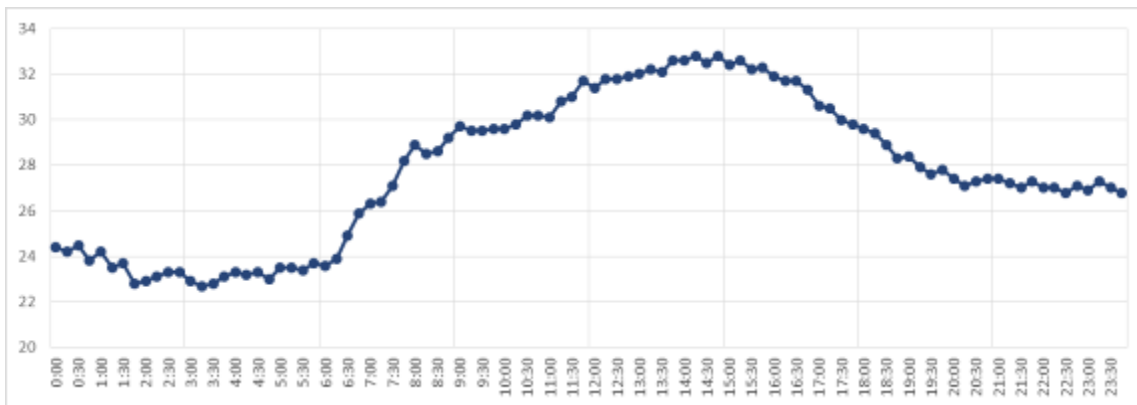


図 20 ブース設置以前の切削時の金型温度推移

この変化によって切削時に微細な高低差が発生しており、それが周期的に発生しているためスジムラとなって可視される。そのため、温度調整空調ブースを設置して旋盤周辺の温度を $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ に保つことを検討した。その結果、温度差を $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ にまで抑えることに成功した。

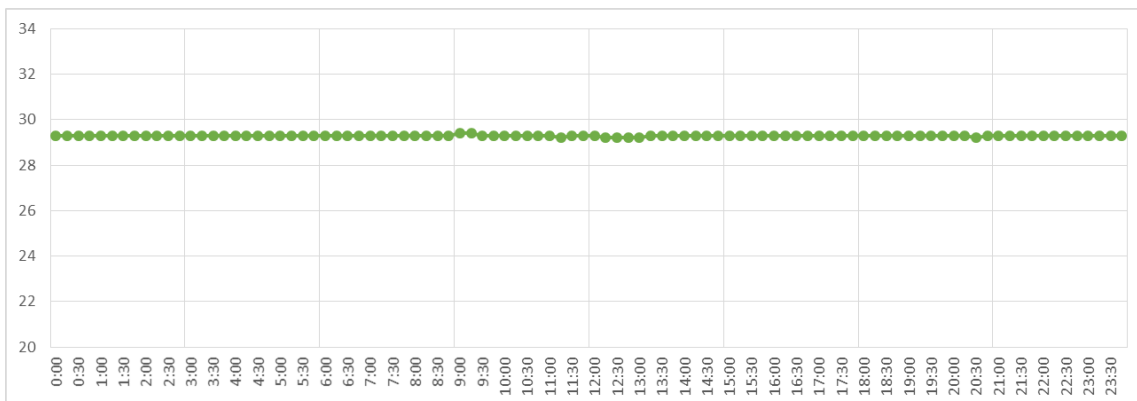


図 21 ブース設置後の切削時の金型温度推移

ブースを設置して切削を行った結果、9 時間周期の温度ムラを解消することが出来、さらにスジの改善を行うことができた。

以上より、帯状スジ&線状スジについて様々な検討を行った結果、それらの発生原因は機

## 【公開版】

械の振動や金型ロール材質の経時変化など、多くの原因が複合されていたことが分かった。切削時の振幅波形の設定や機械振動の制御・設定の調整、温度管理の徹底など一つ一つ要因を潰していくことで、目的であった帯状スジ&線状スジのない横引き金型を切削することに成功した。

現在はこの検討結果を用いて量産用の横引き金型を切削中であり、その歩留まりは 90% 以上を達成している。

### 2-2-2 【課題 2】横引き金型成型方法の改善

横引き金型を使用して樹脂を転写する工程において、量産を想定した生産速度 10.0m/min で作業した場合、樹脂にエアが混入し白点不良が発生するという問題がある。図 22 の基材上に塗布された樹脂はプリズム成型に必要な量よりも多めに供給されているため、成型時には金型と押さえロールの間で樹脂溜まりとなる。この樹脂溜まり中にて、金型の回転時に泡(エア)が発生する。このエアが樹脂に内在したまま硬化されると、エア噛みと呼ばれるプリズムが白濁する白点不良になってしまう。このエア噛みを解消するには、生産速度を低速にしてエアが抜けてから硬化する必要があるため、量産性が著しく損なわれているのが現状である。

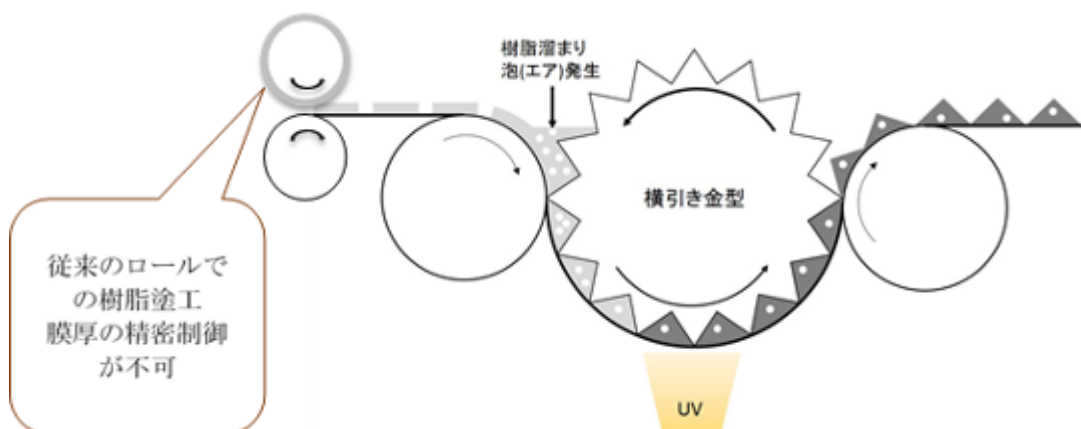


図 22 エア噛み（白点）発生概略図

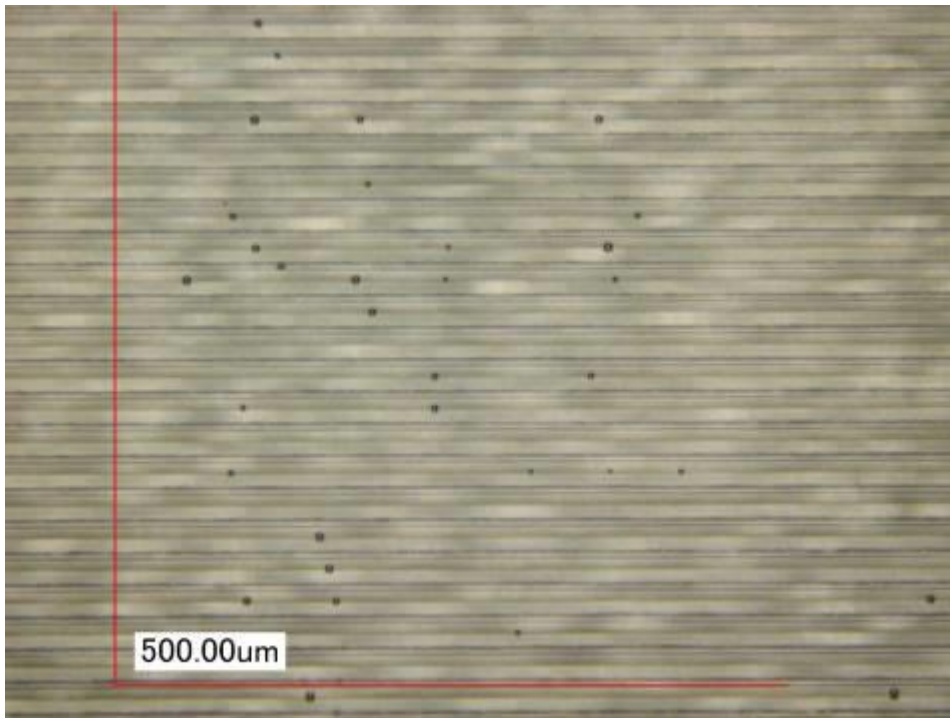


図 23 エア噛み（白点）拡大写真

エア噛みによる白点欠点のサイズは  $0.005\text{mm}^2$  の微細な欠点であるが、 $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m}$  の範囲に約 50~100 個存在しており、 $1\text{m}^2$  当たり換算すると 200~400 個もの白点欠点が存在することになる。多いところでは  $500\text{個}/\text{m}^2$  を超える白点欠点が発生する。そのような多大な数の白点が密集することによって白濁する外観不良となっている。エア噛みによる白点欠点を改善するには、樹脂溜まりにならないようにすることが必須であり、現行のロールコート方式では樹脂溜まりを解消することは不可能である。また、ロールコート方式では塗布厚みの精度が  $\pm 3\mu$  となっており約  $\pm 10\%$  の厚みバラツキも発生している。このため、ロールコート方式からノズルを使用したダイコート方式に変更し、塗布精度をあげ、白点不良を無くすことを研究した。ダイコート方式はスプレーやロールコーターなどの一般的な塗布方式に比べ、樹脂が空気に触れる事なく、直接基材に精密に、かつ均一に塗布することができる。

ダイコーターノズルのデモ装置を図 24 のように既存成型装置に取り付け、鉄芯ロール

## 【公開版】

に横型プリズムシートを巻きつけ、デモ装置によるエア噛みの検証実験を実施したところ、塗布厚み精度が $\pm 1.5 \mu\text{m}$  以内で制御できており、エア噛みによる白点欠点が  $1\text{m}^2$  当たりに約 50 個程度に軽減されることが確認できた。

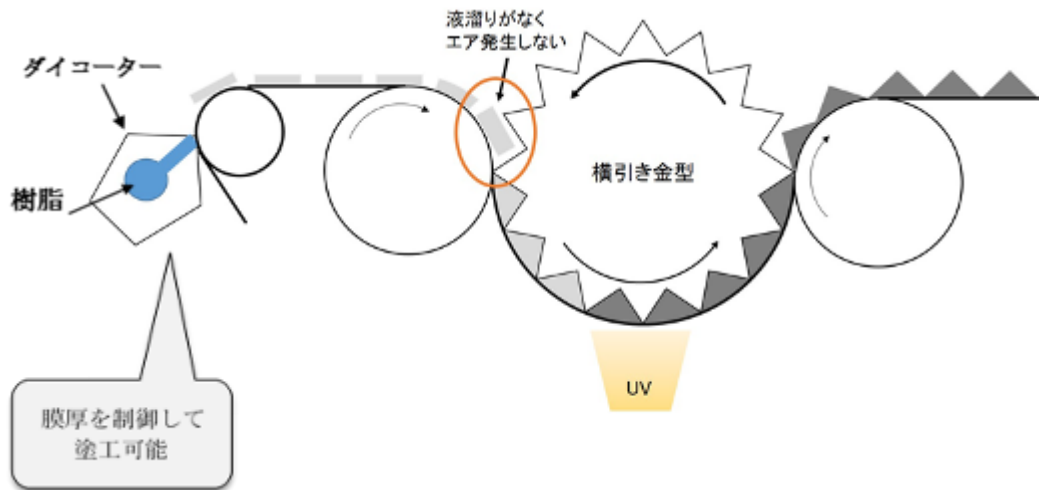


図 24 ダイコートでの塗工方法

ダイコーターを導入して先端の形状、先端幅、設置角度や、精密ポンプの樹脂の詳細な吐出条件などの最適化を研究することで、厚み精度を $\pm 0.5 \mu\text{m}$  以内( $\pm 2\%$ 以内)に制御できるものと考えた。このため、本事業において、樹脂厚みを所定の精度に制御することができれば、横引き金型の成型時のエア噛みによる白点欠点は、0、もしくは 1 個以下となり欠点密集は発生しないので白点欠点が視認されなくなると考えた。ダイコーターの塗工条件に関しては機械メーカーであるサンライズマシンと共同研究を行った。

まずはダイコーターのデモ機を用いての検討から行い、精密ポンプによる樹脂の詳細な吐出条件について検討した。その結果、樹脂の粘度によってポンプの送り量を調整しなければならないことが分かった。その検討結果を下表に示す。

表 4 ポンプ送り量と樹脂粘度の関係

樹脂粘度 (mPa*s)	ポンプ送り量 (Hz)	塗液状態
2000	28	供給過多
2000	24	良好
2000	20	良好
2000	16	良好
2000	14	供給不足
2000	12	供給不足
800	20	供給過多
800	18	供給過多
800	16	良好
800	14	良好
800	12	良好
800	10	良好
800	8	良好
800	6	供給不足
50	12	供給過多
50	10	良好
50	8	良好
50	6	良好
50	4	供給不足

※生産速度は5m/min.固定、その他の環境条件や成型条件は固定での検討結果

上記の通り、樹脂の粘度に合わせた最適なポンプ送り量を設定する必要であることが分かった。しかし横引き金型で成型する際の樹脂は性能面から一択となるため、樹脂粘度2000mPa\*s、ポンプ送り量20Hzにて固定することとした。

次に、デモ機でのシム厚みや設置角度等の検討結果を以下に示す。

表 5 ダイコーターの各種設定における塗布厚み精度及びエア噛み検討結果

シム厚み (μm)	ダイコーター先端の設置角度	生産速度 (m/min.)	塗布厚み精度 (μm)	エア噛み個数 (個/m <sup>2</sup> )
0.6	90°	5.0	±1.5	30~50
0.3	90°	5.0	±0.5	10~30
0.3	90°	3.0	±0.5	0~1
0.3	45°	5.0	±0.5	0~1
0.3	35°	5.0	±0.5	10~30
0.3	40°	5.0	±0.5	0~1
0.3	50°	5.0	±0.5	0~1



0.3	55°	5.0	±0.5	10~30
0.3	45°	10.0	±0.5	10~20

※使用樹脂、ポンプ送り量は固定、その他環境条件や成型条件も固定での検討結果

上記の通り、塗布厚み精度を $\pm 0.5 \mu\text{m}$ にした場合でも、生産速度 5.0m/min.でエア噛みは 30 個/ $\text{m}^2$  程度発生してしまっただ。調査した結果、ダイコーターで樹脂を基材に塗布したときに気泡が発生しており、その気泡がエア噛みとなっていることが分かった。そこで次の手として、ダイコーター先端の基材に対する設置角度を変更し、基材に樹脂を塗布したときの気泡を発生させない角度を検討した。その結果、基材に対して 35° 以下 55° 以上の角度に設置した場合はエア噛みが多数発生し、45°  $\pm 5^\circ$  の範囲で設置した場合はエア噛み発生が 0~1 個/ $\text{m}^2$  となり、良好な結果が得られた。しかし、生産速度の目標値である 10m/min.ではエア噛みが 10~20 個/ $\text{m}^2$  発生しており、更なる検討が必要となった。

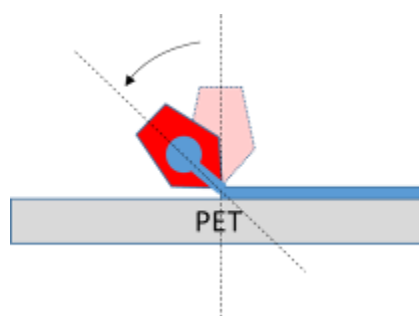


図 25 ダイコーターの設置角度変更 概略図

さらにシム厚みを調整することで生産速度 10.0m/min.での成型を目指した。その結果、シム厚みを  $0.15 \mu\text{m}$  にて管理することで更なる速度 UP となる、6.0m/min.でエア噛み 0~1 個/ $\text{m}^2$  を実現したが、10.0m/min.ではまだエア噛みが 5~10 個/ $\text{m}^2$  発生しており、目標とする 0~1 個/ $\text{m}^2$  には届かなかった。

そこで次なる手として、ダイコーターの塗液ポンプの送り量を各種検討した。送り量が樹脂の粘度に合わせて調整しなければならないことは前述の通りだが、さらなる調査の結果、機械の生産速度によってもその都度送り量を変更しなければならないことが分

かった。その結果を以下の表に記す。

表 6 周波数と生産速度の関係

シム厚み ( $\mu\text{m}$ )	ポンプ送り量 (Hz)	生産速度 (m/min.)	エア噛み個数 (個/ $\text{m}^2$ )
0.3	20	5.0	0~1
0.15	20	5.0	0~1
0.15	20	6.0	0~1
0.15	20	10.0	5~10
0.15	10	10.0	20~50
0.15	30	10.0	5~10
0.15	40	10.0	1~5
0.15	40	5.0	試験不能 (供給過多)
0.15	35	10.0	0~1
0.15	32	8.0	0~1
0.15	28	8.0	0~1
0.15	24	8.0	1~5

表 6 の通り、ポンプ送り量を生産速度 $\times 3.5 \sim 4.0$ の数値に設定することで、最も良い結果が得られた。生産速度 10m/min.の場合は、ポンプ送り量を 35Hz に設定することで、求める結果を得ることが出来た。

以上の検討結果から、量産を想定した生産速度 10.0m/min.のときにエア噛み個数を目標である 0~1 個/ $\text{m}^2$  にまで抑えることが出来、横引き金型の生産方法の改善を達成できた。

## 複数年の研究開発成果

精密・微細な切削加工技術の開発として、繋ぎ目のない切削方法の検討と、帯状スジや線状スジ発生のない切削方法の検討、及び横引き金型を使用した際にエア噛み発生のない成型方法を検討し、それらを全て達成することができた。

平成 30 年度については繋ぎ目のない切削方法の検討を実施し、横引き切削順番を円周方向に順送り・逆送りの交互に切削することで、隣り合う切削溝の表面の光配向性の差がないようにすることで繋ぎ目を不可視にすることができ、かつ光学特性の低下を 1%以内に抑えた横引き金型の開発を達成した。

また、スロットダイを導入してエア噛み発生のない成型方法の検証を実施し、塗布厚み精度  $0.5\mu\text{m}$  以内に制御することを達成した。ダイコーターの設置角度を変更して実験を行った。その結果、基材に対して  $35^\circ$  以下、 $55^\circ$  以上の角度に設置した場合はエア噛みが多数発生し、 $45^\circ \pm 5^\circ$  の範囲で設置した場合はエア噛み発生が  $0\sim 1$  個/ $\text{m}^2$ となり、良好な結果を達成した。

さらに平成 31 年度（令和元年度）については、帯状スジや線状スジ発生のない切削方法の検討を実施し、位置ループ制御ゲインを調整しつつ温度を管理することにより、目標であった金型の歩留まり 90%以上を達成した。旋盤の位置ループ制御ゲインを上げ、インポジションチェックの設定値を  $1\mu$  から  $0\mu$  へと変更することにより、加工時間が増加するガスジを薄くすることに成功した。また、温度調整空調ブースを設置することで旋盤周辺の温度を  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  に保つことで 9 時間周期の温度ムラを解消することが出来、その結果さらにスジの改善を行うことができた。

また、エア噛み発生のない成型方法の検証を実施し、横引き金型の成型速度を  $10\text{m}/\text{min}$ . にまで上昇させることに成功した。ダイコーターの塗液ポンプの送り量を各種検討し、周波数を検討して塗液の送り量を調整した結果、 $3.5\text{Hz} \times$  生産速度の周波数が最も良好な結果となった。この検討によって目標であった生産速度  $10.0\text{m}/\text{min}$ . を達成することが出来た。

## 【公開版】

### スマートフォン向けバックライト用超薄型一体化精密フィルムの量産技術の事業化展開について

当該事業において、スマートフォン向けバックライト用超薄型一体化精密フィルムを量産事業化するためには、スマートフォン、パソコン・タブレットの製品メーカーに量産開発した光学シートを紹介し、製品メーカーと、液晶パネルメーカーからの部材承認を得ることが必要となる。

特に量産採用となるには、液晶パネルメーカーでの信頼性評価での承認を取得しなければならない。

#### 【製品メーカー】

スマートフォンやノートパソコン・タブレットの製造メーカーに、当該開発品についての製品紹介をし、事前承諾を取り付けて液晶パネルメーカーに評価依頼をする

Apple、Samsung、LG、Huawei、OPPO、VIVO、Xiaomi  
Lenovo、HP、Microsoft、Dell、Apple 等の製品メーカー

#### 【液晶パネルメーカー】

液晶パネルや液晶モジュールメーカーで、光学シートの信頼評価や、モジュールでの信頼性評価をおこなう。

SHARP、BOE、天馬、CSOT、AUO、Innolux 等のパネルメーカー

#### 【バックライトユニットメーカー】

光学シートの取り扱い性や、干渉縞や、ムラ、歩留まり 等の実装評価をおこなう。

オムロン、ミネベア、ラディアント、eライコム 等のバックライトメーカー

#### 市場性

超薄型一体化精密シートの市場規模は、拡散シートとプリズムシートを合算した約 2,400 億円市場となっているが、当該製品はハイエンドモデルの約 240 億円市場を

ターゲットとする。

#### 超薄型一体化精密紙シートの市場

スマートフォン用途：生産台数 1.6億台 （約 1,400 億円）

タブレット用途：生産台数 2億台 （約 330 億円）

ノートパソコン用途：生産台数 3億台 （約 680 億円）

#### 量産供給のための認定作業について

当該製品を量産供給するためには、液晶パネルメーカーにおいて、当該製品の材料認定、製品認定が必要となる。

材料承認とは、当該製品が液晶パネルに使用する材料として信頼性スペックに適合しているかの評価試験であり。製品承認とは、当該製品を組み込んだ液晶モジュールでの信頼性評価試験となる。

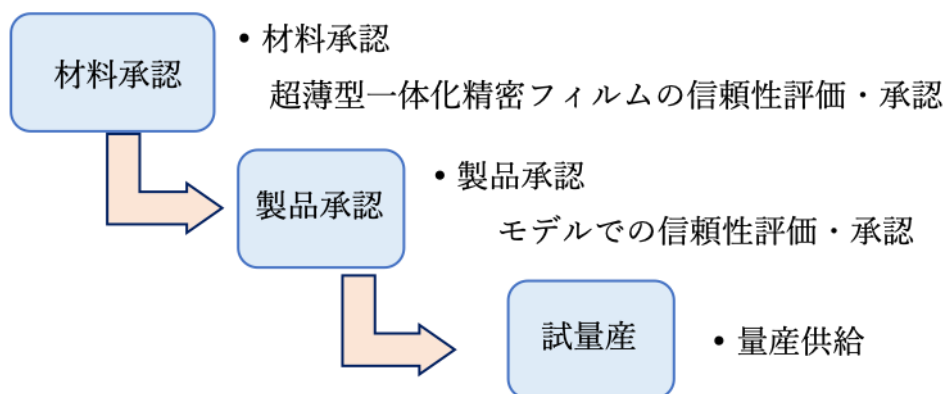


図 26 材料承認・量産化までの流れ

#### 【材料承認】

バックライトに当該開発した製品を装着し、加熱、加湿、加熱加湿の信頼性試験を実施し、初期状態と比較し有意差がないことを確認する。

#### 【製品承認】

実際に量産するモデルでのバックライトに当該開発した製品を装着したあとに液晶パ

## 【公開版】

ネルとモジュール化し、加熱、加湿、加熱加湿の信頼性試験を実施し、初期状態と比較し有意差がないことを確認する。

### 【試量産】

量産モデルでの製品承認を取得後、販売価格、納入スペックと締結後に試量産供給を開始する。3ロット納入後問題なければ量産供給に移行する。

### 【承認手続きのスケジュール】

すでに、一部のモデルにおいて、材料承認・製品承認を取り付けているが、該製品の量産化における目処がたったことにより、モデル拡充をおこなうべき、メーカーにサンプルを配布する。新規のメーカーにおいては材料承認のための信頼性評価を依頼する。

材料承認取得後は、モデル拡充するための製品承認試験を依頼する。

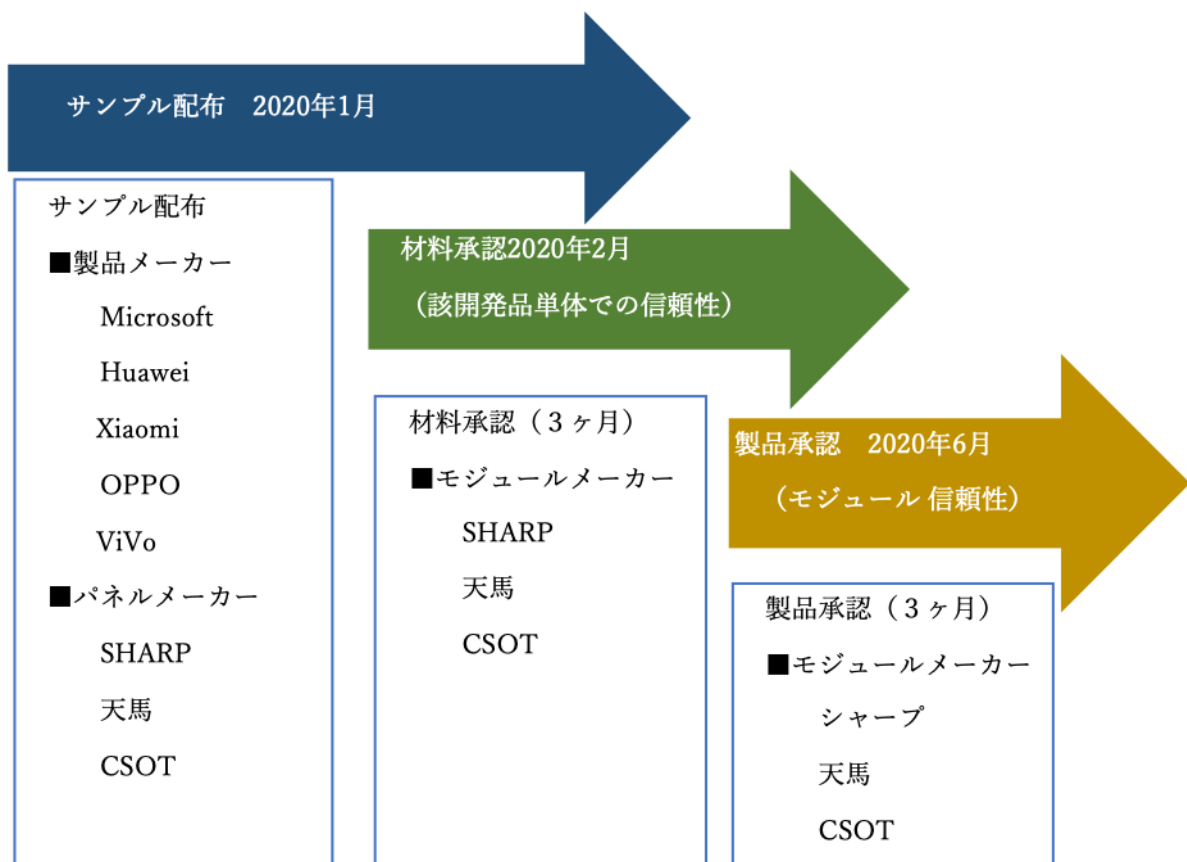


図 27 承認手続きのスケジュール

## 基本目標

付加価値の高い多機能光学フィルムの開発と量産に注力をし、高精細ディスプレイの高品位化に貢献する製品を供給する。

販売目標：令和 3 年度より販売を開始し、令和 5 年度には専用装置 1 台をフル稼働

販売見込金額：令和 4 年度には 4 億円の販売を見込、令和 5 年度には 1 2 億円の販売

承認活動：製品メーカーや、液晶パネルメーカーに直接製品紹介をし部品承認を取得  
製品モデルごとに、製品・液晶パネル・バックライトを一元的に担当する

## 販売見込枚数と販売見込金額

販売見込枚数と販売見込金額については、令和 3 年度よりモバイル、タブレット、ノート PC において、各 1 モデルの量産供給をスタートさせ、令和 4 年度よりスマートフォンでの量産モデルを増やしていく。

令和 5 年には専用装置 1 台をフル稼働させることを目標とし、1 0 億円の販売を目指す。

	単価	令和 3 年		令和 4 年		令和 5 年	
		枚数	販売見込額	枚数	販売見込額	枚数	販売見込額
モバイル	90 円	60 万枚	5,400 万円	255 万枚	23,000 万円	700 万枚	63,000 万円
タブレット	180 円	12 万枚	2,000 万円	40 万枚	7,000 万円	100 万枚	18,000 万円
ノート PC	250 円	12 万枚	3,000 万円	40 万枚	10,000 万円	100 万枚	25,000 万円

## 販売枚数

より薄く、より軽くモバイル性に優れたハイエンドモデルに注力し、スマートフォンやタブレット、軽量ノートパソコン 等にて当該製品の供給モデルを増やしていく。

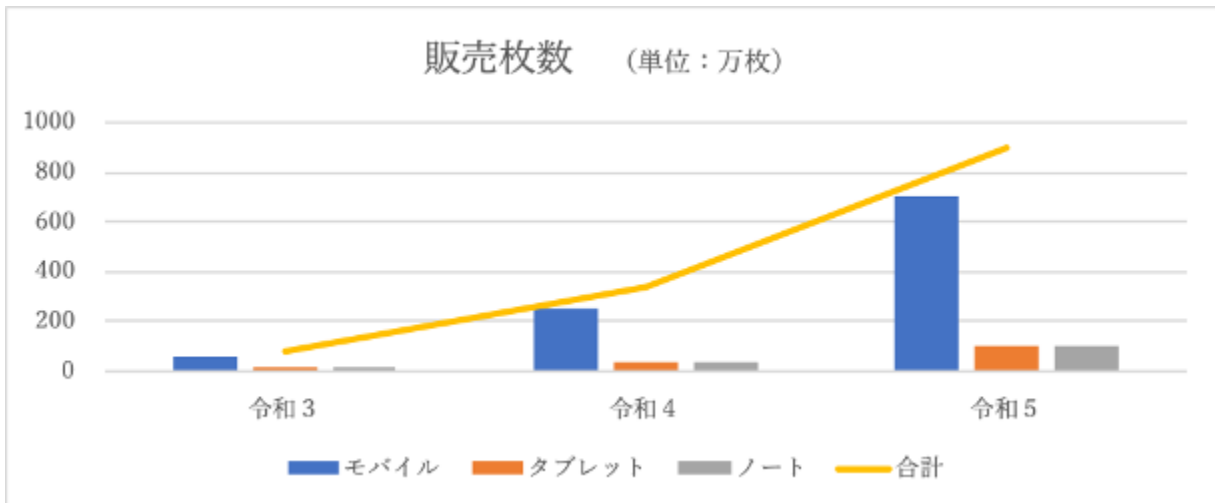


図 28 販売枚数見込み

販売見込金額

令和5年には、専用装置のフル稼働、10億円の売り上げを目指す。

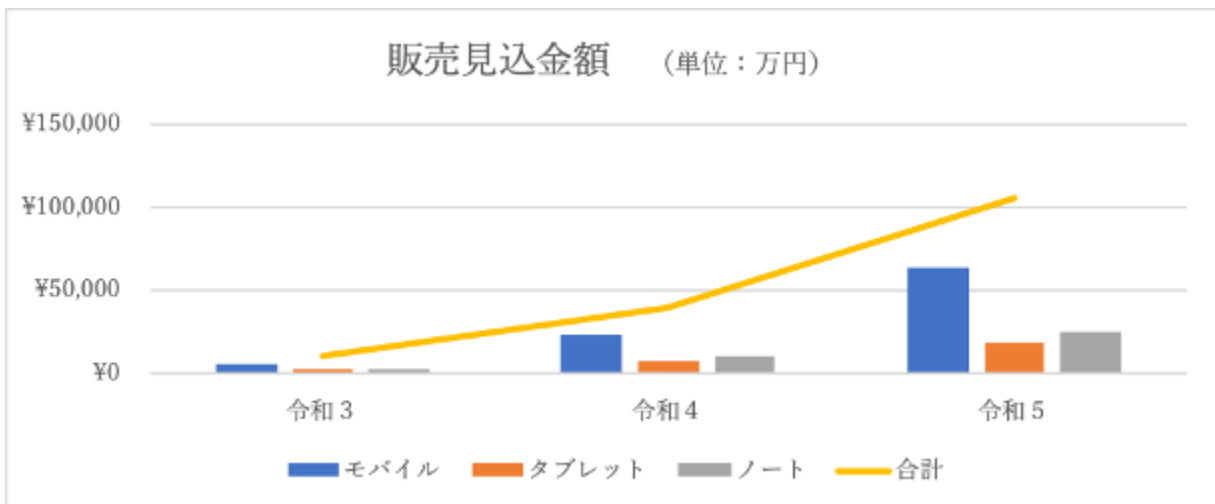


図 29 販売見込み金額



## 営業戦略

各モデル毎に専任の技術営業担当者が、製品メーカー、液晶パネルメーカー、バックライトメーカーに対して直接に製品紹介、材料・製品認定を取得する One to One に営業活動を推進する。

専任担当者が、各モデル毎に製品紹介から量産立ち上げまでグローバル対応をする。

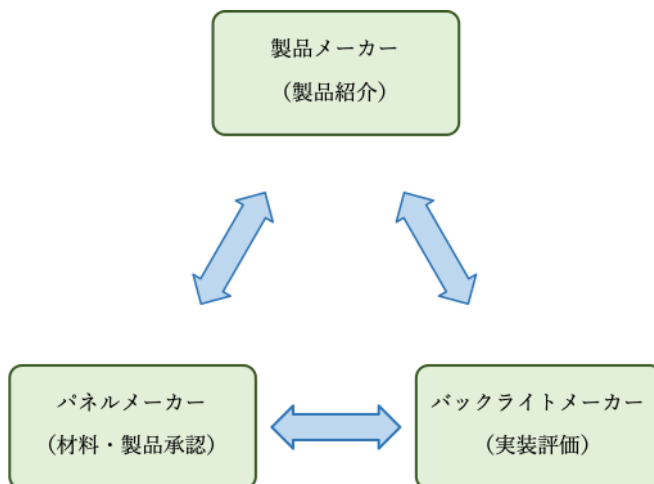


図 30 営業実態 概略図

## 知財戦略

超薄型一体化精密フィルムに要求される防眩や拡散パターンの形状や構造、プリズムパターン、およびプリズムシートとの一体化のための形状や構造に関する基本的な技術について、特許出願をして順次権利化させている。

また、該製品の量産化技術についての包括的な権利を取得すべく特許出願をおこなっている。