

平成24年度 戦略的基盤技術高度化支援事業（継続事業）

「スマートフォン等情報家電の小型軽量化に寄与するパターン
プレコート金属ストリップのプレス加工技術開発」

研究開発成果等報告書

平成25年3月

委託者 東北経済産業局

委託先 公益財団法人みやぎ産業振興機構

目 次

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
- 1－2 研究体制
 - 1－2－1 研究組織及び管理体制
 - 1－2－2 研究員及び管理員
 - 1－2－3 他からの指導・協力者及び指導・協力事項
- 1－3 成果概要
- 1－4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

- 2－1 回転式コーターによるパターンプレコート技術の開発
- 2－2 ストリップ表面前処理技術の開発
- 2－3 パターンコート位置やピッチ精度向上技術の開発
 - 2－3－1 長手方向の位置精度向上
 - 2－3－2 メッシュロールの検討
 - 2－3－3 長手方向パターンピッチ精度の検査
- 2－4 材料プレス加工位置制御技術の開発
- 2－5 パターンピッチ精度に合わせた金型設計・加工技術の開発
 - 2－5－1 金型の設計・製作・据付・調整
 - 2－5－2 ピエゾユニットの動作確認
- 2－6 多層複合材のプレス技術の開発
 - 2－6－1 プレス打抜き・曲げ方式の開発

2-6-2 プレス速度 200spm 以上で絶縁被膜にひび割れが発生しない金型

2-7 シールドケースを実際に量産する技術の開発

2-7-1 ストリップの製造

2-7-2 シールドケースの製造

2-7-3 シールドケース 10,000 個製造で、絶縁膜の位置ずれ±0.3mm 以内での量産プレス加工の確立

第3章 全体総括

【専門用語の解説】

第1章 研究開発の概要

スマートフォン等情報家電の基板実装シールドケースなどの部品に、部分的な表面樹脂皮膜があれば、小型軽量化や機能向上に寄与する。本研究開発では、2次元形状が一定ピッチで塗装されたパターンプレコート金属ストリップの、順送プレス加工技術を開発する。これにより、従来よりも低コスト・短納期で、部分皮膜付き部品を製造できる。累積ピッチ誤差がないように、パターンピッチに整合したプレス加工をすることが課題である。

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

現在、スマートフォンや携帯電話など情報家電の基板には、電子部品等を保護する目的で、シールドケースが実装されている。プレス加工により部品を成形した後に、必要な形状の絶縁フィルムや黒色フィルムを個々に貼り付ける方法や、マスキングフィルムを貼って塗装する方法が取られ、納期の短縮化、低コスト化が求められている。

本事業では、2次元形状が一定ピッチで塗装されるパターンプレコート技術、及びその金属ストリップの順送プレス加工技術を開発し、累積ピッチ誤差が無いようにパターンピッチに整合したプレス加工する技術の実用化検証を目的とする。

パターンプレコート技術に関しては、回転式コーターによるパターンプレコート技術、塗装のストリップへの密着強度を高めるストリップ表面処理技術、及びストリップ幅方向のパターンコート位置精度、長手方向パターンピッチ精度を向上させる技術を開発する。

また、プレス加工技術に関しては、材料のプレス加工位置制御技術、パターンピッチ精度に合わせた金型設計・加工技術、多層複合材のプレス技術、及びシールドケースを量産する技術を開発する。

各技術に関する開発目標値は、下表のとおりである。

開発項目	開発技術内容	開発課題	開発目標値
① (注1)	回転式コーターによるパターンプレコート技術の開発（絶縁性塗料の選定、塗工、焼付け方法の検討を含む）	生産性 精密・微細なパターン	塗工速度 5m/min以上 0.1 mm以下の細線の描画
②	塗料のストリップへの密着強度を高めるためのストリップ表面前処理技術の開発	耐プレス加工、耐洗浄 耐使用環境における密着性確保	超音波アルカリ脱脂洗浄法以上の密着強度
③	ストリップ幅方向のパターンコート位置精度、及び長手方向パターンピッチ精度を向上させる技術の開発	順送プレス加工に適合	幅方向位置精度 ± 0.2 mm以下 長手方向ピッチ精度 ± 0.01 mm以下

④ (注 2)	(平成 23 年度) パターンピッチに合わせて材料のプレス加工位置を制御する技術の開発	パターンとプレス のピッチずれ、熱 膨張によるピッチ ずれ	パターンピッチと材 料送り量との差 $\pm$ 0.1 mm以下
	(平成 24 年度) パターンピッチと材料のプレス加工位置のズレ精度、及び スピード対応のための制御技術の開発	パターンとプレス のピッチずれ、送 りスピードの対応	パターンピッチと材 料とのピッチズレ精 度 向 上 、 及 び 200spm に対応
⑤	パターンピッチ精度に合わせ た金型設計・加工技術の開発	パターンピッチ精 度と金型ピッチ精 度の整合性	パターンピッチと金 型ピッチの差 $\pm$ 0.008 mm以下
⑥	多層複合材のプレス技術の開 発	プレス加工による 塗膜割れ	プ レ ス 速 度 200spm 以上で絶 縁被膜のひび割れ発 生がない
⑦	シールドケースを実際に量産 する技術の開発	実用規模で量産	シールドケース 10,000 個の製造 で、絶縁膜の位置ず れ $\pm$ 0.3 mm以内

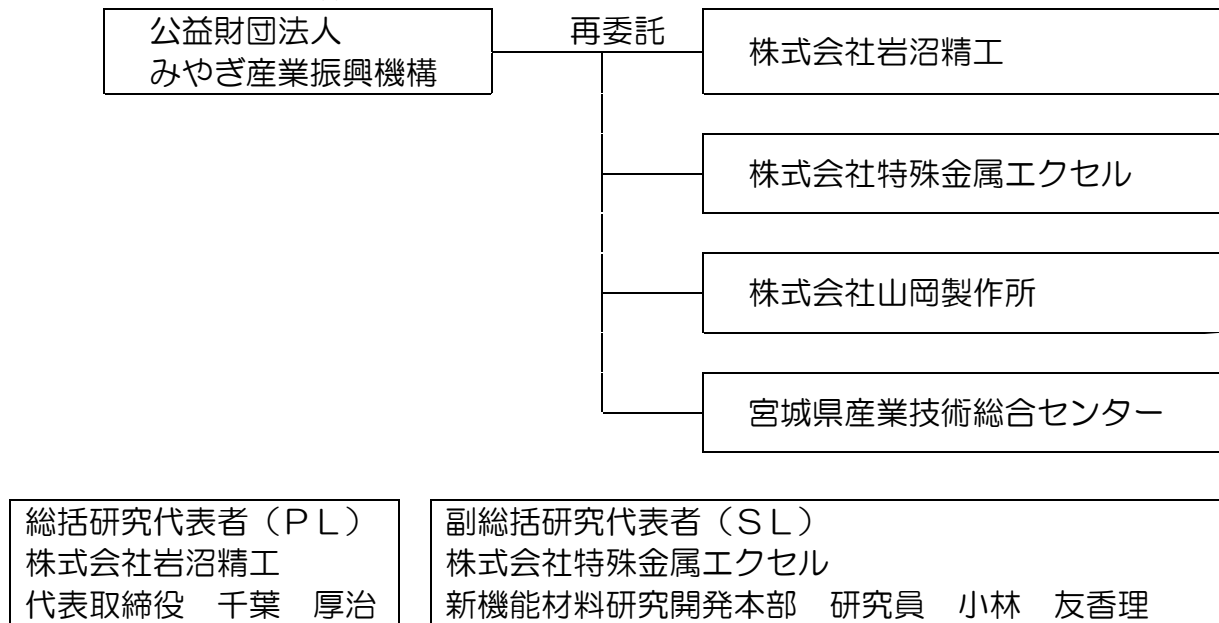
(注 1) ①は、平成 23 年度に終了した開発項目である。

(注 2) ④の上段に記載した事項は、平成 23 年度に終了した開発項目である。下
段に記載した項目は平成 24 年度の開発項目、開発課題、及び開発目標値
である。

1-2 研究体制

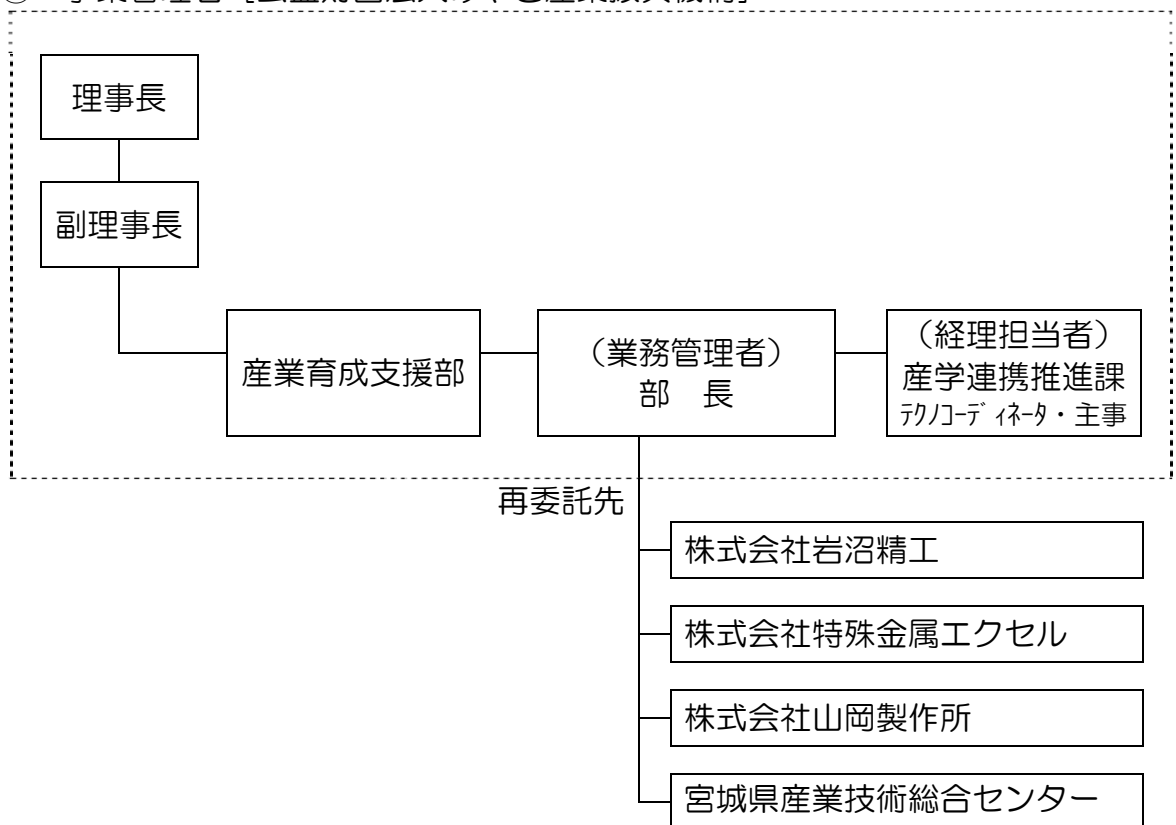
1-2-1 研究組織及び管理体制

1) 研究組織（全体）



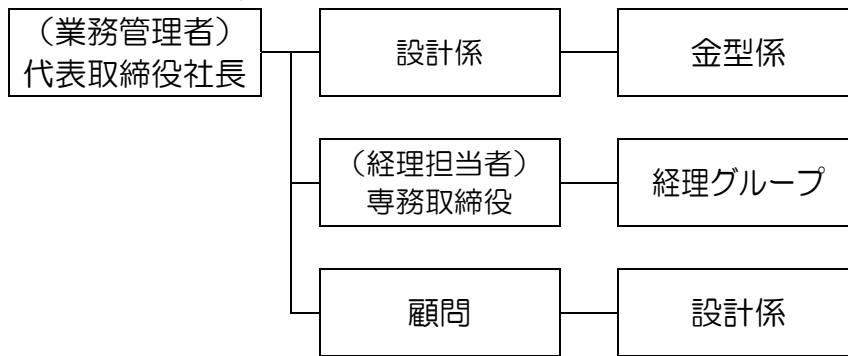
2) 管理体制

① 事業管理者〔公益財団法人みやぎ産業振興機構〕

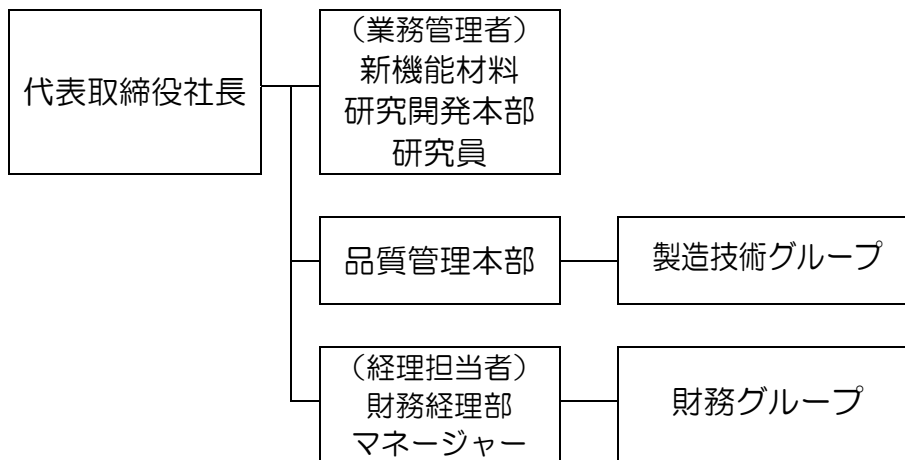


②（再委託先）

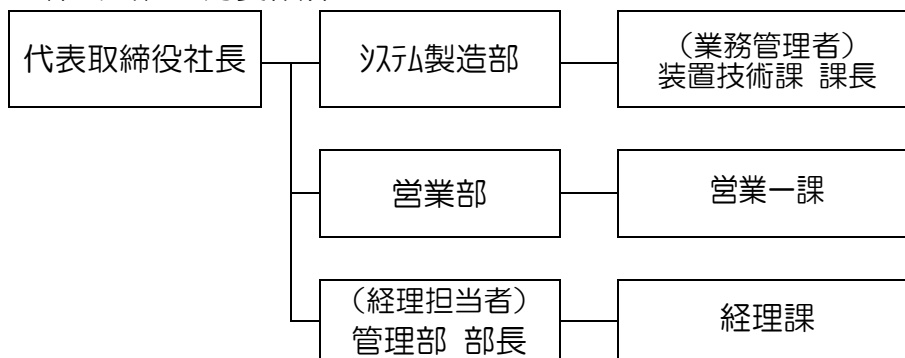
株式会社岩沼精工



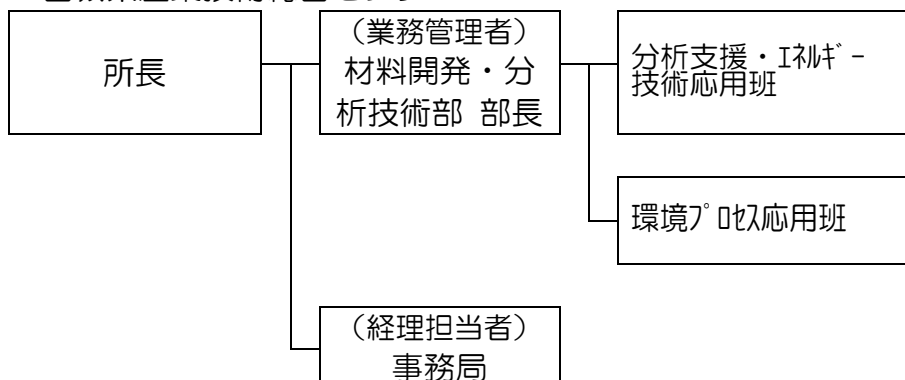
株式会社特殊金属エクセル



株式会社山岡製作所



宮城県産業技術総合センター



1-2-2 研究員及び管理員（所属・役職）

【事業管理者】公益財団法人みやぎ産業振興機構

①管理員

氏名	所属・役職
中塚 朝夫	産業育成支援部 部長
千葉 雄三	産業育成支援部 参事 兼 産学連携推進課 課長
八重樫順一	産業育成支援部 産学連携推進課 テクノコーディネータ
石川 宙生	産業育成支援部 産学連携推進課 主事

【再委託先（研究員）】

株式会社岩沼精工

氏名	所属・役職
千葉 厚治	代表取締役社長
長谷川 正治	顧問
勝又 顕祐	技術課 課長
柴田 学	設計係
佐々木 勝記	製造部 部長

株式会社特殊金属エクセル

氏名	役職・所属
細谷 佳弘	新機能材料研究開発本部 マネージャー
嶋崎 真人	精密材料経営戦略室 アシスタントマネージャー
成田 毅央	新機能材料研究開発本部 研究員
小林 友香理	新機能材料研究開発本部 研究員
伊藤 正隆	品質管理本部 製造技術グループ 研究員

株式会社山岡製作所

氏名	役職・所属
山本 一司	システム製造部装置技術課 主査
大倉 肇	システム製造部装置技術課 参与
高橋 士	システム製造部装置技術課 主事
安達 睦	システム製造部装置技術課

宮城県産業技術総合センター

氏名	役職・所属
守 和彦	材料開発・分析技術部 部長
千代窪 毅	分析支援・エネルギー技術応用班 班長(副主任研究員)
宮本 達也	分析支援・エネルギー技術応用班 副主任研究員
千葉 亮司	分析支援・エネルギー技術応用班 研究員
佐藤 勲征	環境プロセス応用班 班長(副主任研究員)
四戸 大希	環境プロセス応用班 技師

1-2-3 他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

アドバイザー 氏 名	主な指導・協力事項
安西 千秋	シールドケースに要求される性能の提示

1-3 成果概要

各技術に関する研究成果は、下表のとおりである。

開発 項目	開発項目	開発目標値	研究成果
① (注 1)	回転式コーターによるパターンプレコート技術の開発（絶縁性塗料の選定、塗工、焼付け方法の検討を含む）	塗工速度 5 m/min 以上 0.1 mm以下の細線の描画	①-1 スクリーン印刷装置による塗工速度 5m/min にてストリップ材にプレコートを行い、マスクの厚みを 10 μ mとすることで塗装可能と判断できた。 ①-2 絶縁性の高い塗料選定及び塗装・焼付条件を確立し、0.1 mm縦線横線と、0.3 mmの斜線が描写可能と判断できた。
②	塗料のストリップへの密着強度を高めるためのストリップ表面前処理技術の開発	超音波アルカリ脱脂洗浄法以上の密着強度	脱脂材に UV を照射することで、塗膜密着性が向上した。
③	ストリップ幅方向のパターンコート位置精度、及び長手方向パターンピッチ精度を向上させる技術の開発	幅方向位置精度 ± 0.2 mm以下 長手方向ピッチ精度 ± 0.01 mm以下	幅方向位置精度はエッジ位置を検出する装置（EPC）を用いてコイル位置を制御し、 ± 0.2 mm以下を満足することができた。 加工を加えない塗装ロールを用いて長手方向ピッチ精度 ± 0.035 mmが塗布できた。
④ (注 2)	（平成 23 年度） パターンピッチに合わせて材料のプレス加工位置を制御する技術の開発	パターンピッチと材料送り量との差 ± 0.1 mm以下	製作した位置決め装置と位置決め精度を測定するため、研究用画像ユニットを利用し、位置決め精度測定ユニットを製作して観察を行い、印刷位置ずれ ± 0.1 mmを満足することができた。
	（平成 24 年度） パターンピッチと材料のプレス加工位置のズレ精度、及びスピード対応のための制御技術の開発	パターンピッチと材料とのピッチズレ精度向上、及び 200spm に対応	プレス速度 200spm に対応して、印刷位置ズレ ± 0.05 mm以内の目標は達成することができた。

⑤	パターンピッチ精度に合わせた金型設計・加工技術の開発	パターンピッチと金型ピッチの差 ± 0.008 mm以下	パターンピッチデータと金型の実移動位置を比較し、 ± 0.008 mmで金型を移動させることができた。
⑥	多層複合材のプレス技術の開発	プレス速度 200spm 以上で絶縁被膜のひび割れ発生がない	200spm でプレス加工を行い、加工した製品と絶縁被膜に異常が見られないことが確認できた。
⑦	シールドケースを実際に量産する技術の開発	シールドケース 10,000 個の製造で、絶縁膜の位置ずれ ± 0.3 mm 以内	5,000 個のシールドケースの製造を行い、絶縁膜の位置ずれ ± 0.3 mmでの量産が可能であることを確認できた。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人みやぎ産業振興機構

〒980-0011 宮城県仙台市青葉区上杉1丁目14-2

TEL : 022-225-6638 FAX : 022-263-6923

E-mail : koudo@joho-miyagi.or.jp

産業育成支援部長 中塚 朝夫

産業育成支援部 産学連携推進課

千葉 雄三 八重樫 順一 石川 宙生

第2章 本論

2-1 回転式コーターによるパターンプレコート技術の開発

【株特殊金属エクセル】

2-1-1 パターンプレコート用回転式コーターの動作確認

【株特殊金属エクセル】

本開発項目は、平成23年度に終了した。

2-2 ストリップ表面前処理技術の開発

【株特殊金属エクセル、宮城県産業技術総合センター】

（目 的）

金属ストリップ材に対する絶縁塗料の塗膜密着性を向上させることを目的として、表面処理方法のひとつである紫外線（UV）照射に着目し、UV 照射条件と塗膜密着性への効果について検討した。

（試験方法）

UV 照射には紫外線改質装置（低圧水銀ランプ）を用いた。

UV 照射の条件検討では、脱脂前のストリップ材に UV を照射し、ランプからの距離と照射時間による効果の違いを、接触角計を用いた蒸留水の接触角で評価した。

塗膜密着性評価では、脱脂済みのストリップ材を用いて UV 照射の有無による密着性の違いを調査した。塗膜は、絶縁塗料として使用しているエポキシ系塗料をウェット膜厚 15 μm のバーコーターにより塗布して調製し、スクラッチ試験機を用いてその密着性を評価した。

（結 果）

図 2-2-1 に UV 照射した試料の UV 照射条件と蒸留水の接触角の関係を示す。UV 照射をしていないストリップ材の接触角が 96.2° であるのに対し、ランプに最も近い条件で 10 分間 UV 照射したものでは 9.4° となり、UV 照射により接触角は大きく低下している。その効果は、ランプに近いほど、また、照射時間が長くなるほど大きくなる傾向がある。

図 2-2-2 に全反射型 X 線光電子分光分析装置（XPS）による UV 照射前後のストリップ材表面の分析結果を示す。UV 照射時間が長くなるほど炭素 C1s ピークが減少し、UV 処理に伴って表面の炭素（≡表面汚れ）の量が減少する結果が得られた。このことから、UV 照射により表面洗浄と同様の効果が得られたことで接触角が小さくなったことが推測される。

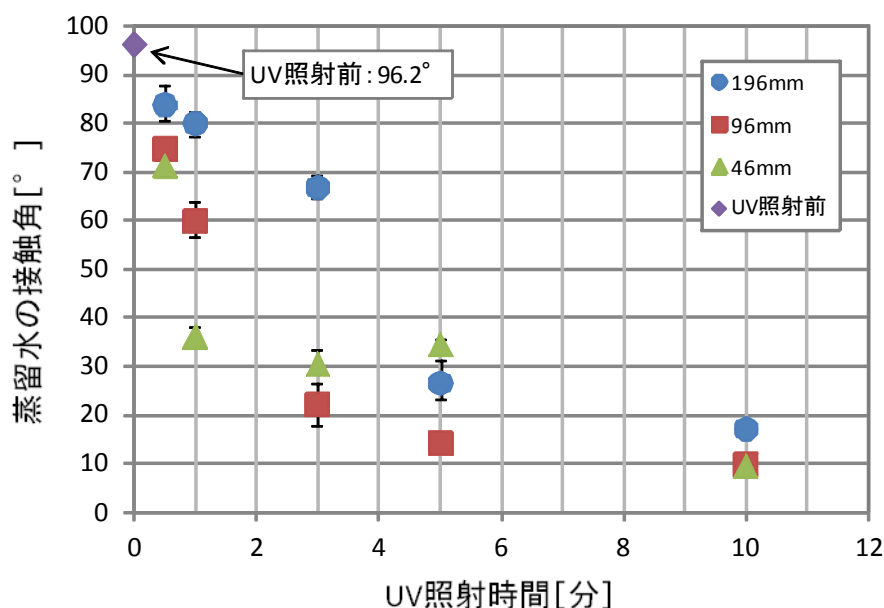


図 2-2-1 UV を照射した試料の接触角測定結果

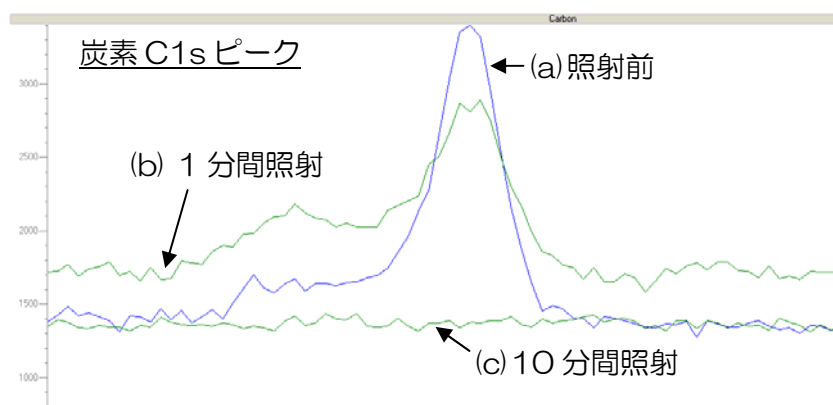


図 2-2-2 UV 照射前後のストリップ材表面のXPS スペクトル

表 2-2-1 に、UV 照射前後のストリップ材に形成した塗膜のスクラッチ試験結果を示す。スクラッチ試験は、ダイヤモンド圧子を一定速度で塗膜厚さ方向に押し込みながら同時に一定速度で横方向に移動させたときの、塗膜のはがれを観察する試験である。ダイヤモンド圧子を塗膜に接触させたところから試験を開始し、塗膜がはがれて下地金属が見え始めるまでの長さを試験結果とする。結果の数値が大きいほど塗膜がはがれにくい（≒密着性が良い）ことを示す。

試験結果より、UV 照射前の試験片のスクラッチ試験結果は 4.05 mm、UV 照射後のものの結果は 4.94 mm となり、UV を照射することで絶縁塗膜の密着性が向上した。UV 照射によりストリップ材表面の汚れが減少したことによる効果と考える。

表 2-2-1 スクラッチ試験結果

試料条件		スクラッチ試験結果 (8測定の平均、mm)
脱脂済みストリップ材	試料1	3.91
	試料2	4.18
	2試料平均	4.05
脱脂済みストリップ材 UV照射 (ランプとの距離96mm、10分間)	試料1	5.02
	試料2	4.86
	2試料平均	4.94

以上より、ストリップ材に UV 照射を行うことで、絶縁塗膜の密着性を向上させることができた。

2-3 パターンコート位置やピッチ精度向上技術の開発【㈱特殊金属エクセル】

2-3-1 長手方向の位置精度向上 【㈱特殊金属エクセル】

塗装ロールに刻まれたパターンと通板速度の相関のコントロールを検証し、長手方向のパターンピッチ精度向上を検討した。

(目 的)

長手方向のピッチ精度が悪くなる原因の一つとして、塗装ロールの回転速度とストリップ材の通板速度にズレが発生していることが挙げられる。これらの相関がとれているかどうかを確認するために、速度計を用いてそれぞれの速度を測定した。

(試験方法)

巻出し側の設定値に対する塗装ロールの回転速度及びストリップ材の通板速度について、速度計を接触させてそれぞれの速度を測定した。この速度の値から、相関がとれているかどうか確認した。なお、塗装ヘッド部分は 5.0 m/min 以上から動作が行えるため、設定速度 2.0 m/min の場合は通板速度のみ測定した。

(加工条件)

ストリップ材は、SUS304-1/2H を用いた。速度計は、接触タイプの回転速度計を用いた。図 2-3-1 に測定の様子を示す。速度計に車輪状のアタッチメントを取り付けることで、回転する塗装ロール及び通板中のストリップ材に接触させて回転速度から速度を測定する仕組みである。



図 2-3-1 速度計による通板速度測定の様子

(結 果)

表 2-3-1 に巻出し側設定速度に対する各速度を示す。ロール回転速度と通板速度は、設定速度が上がっても同じ値を示していることから、同期がとれていると判断できる。しかし、設定速度が 2.0 m/min の場合、通板速度は 2.0~2.1 m/min と同じ値を示しているが、設定速度が上がるにつれて設定速度を上回る傾向があり、設定速度が 10.0 m/min の場合、通板速度は 10.2~10.3 m/min となった。

表 2-3-1 巻出し側設定速度に対する各速度 (単位:m/min)

設定速度	ロール回転速度	通板速度
2.0	—	2.0~2.1
5.0	5.1	5.1~5.2
8.0	8.2	8.2
10.0	10.2~10.3	10.2~10.3

2-3-2 塗装ロールの検討 【(株)特殊金属エクセル】

長手ピッチで 0.3 mm のずれを生んだ塗装ロールの加工部分の精度向上、もしくは塗装ロールの外径制御を可能とさせ、パターンピッチ精度向上を検討する。

(目的1 長手方向ピッチ精度)

加工有ロールは加工部分のパターン距離が平均 0.15~0.2 mm のズレが発生するため採用できないと判断した。このため、本年度は加工を加えない塗装ロールを用いた印刷精度向上の研究に取り組んだ。

(試験方法1 加工条件1 長手方向ピッチ精度—第1回試験)

同じデザインの塗装ロールを 4 本製造し、最もデザイン精度の良いロールについて選定した。ストリップ材は、SUS304-1/2H を用いた。各塗装ロールにつき約 200 m の塗装を行った。

(結果1 長手方向ピッチ精度—第1回試験)

図2-3-2にロール 1 のピッチ間隔測定結果をヒストグラム化したグラフを示す。ヒストグラムは正規分布にならず、平均値より低い範囲に小さな山が確認された。

また、図 2-3-2 では 36 ピッチ周期の波形が観測され、ピッチは ± 0.06 mmの範囲で増減していた。ヒストグラムが正規分布でないことから塗装精度や検査精度の更なる向上に努めることでピッチ周期の波形に現れたノイズを減らし、ピッチ公差 ± 0.06 mmを向上させていく必要がある。

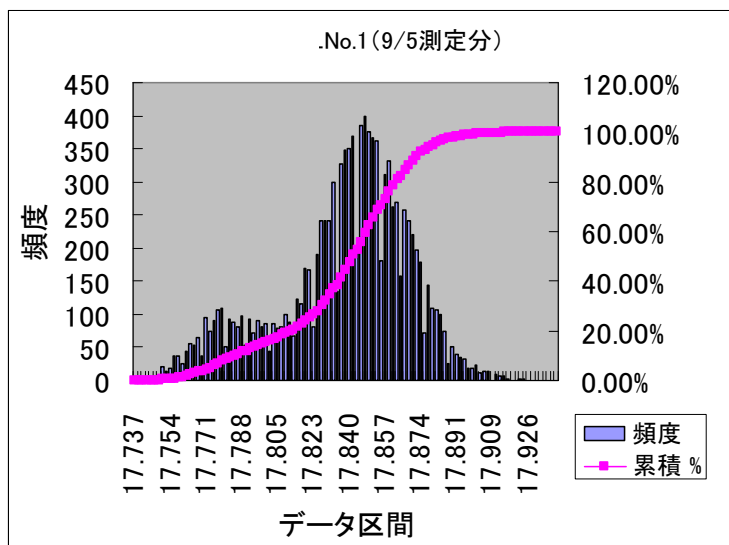


図 2-3-2 ピッチ間隔測定結果（第 1 回試験）：ヒストグラム

（目的 2 長手方向ピッチ精度—第 2 回試験）

第 1 回試験を踏まえ、塗装精度や検査精度を高めるためにライン清掃、塗料粘度調整、検査カメラ固定方式変更等の改善を行い、印刷精度因子を調節した。この状態で塗装工程および検査工程を行うことで、ノイズの除去を目指す。

（試験方法 2 加工条件 2 長手方向ピッチ精度—第 2 回試験）

第 1 回試験と同様に、同じデザインの塗装ロール 4 本を用いて塗装を行い、最もデザイン精度の良いロールについて検討した。ストリップ材は、SUS304-1/2H を用いた。各塗装ロールにつき約 200 m の塗装を行った。

（結果 2 長手方向ピッチ精度—第 2 回試験）

標準偏差の最も小さいロールをデザイン精度の良いロールとした。本ロールを用いて塗装したストリップ材を株式会社岩沼精工と株式会社山岡製作所に納入した。図 2-3-3 にロール 2 のピッチ間隔測定結果をヒストグラム化したグラフを、図 2-3-4 にロール 2 のピッチ間隔測定結果をフーリエ変換したグラフを示す。ヒストグラムの形は正規分布となり、前回よりもシャープな形状で、長手ピッチ公差 ± 0.035 mmとなった。また、図 2-3-4 のフーリエ変換グラフは X 軸が周期を、Y 軸が強度を示す。36 回周期のピーク強度が最も大きく出ており、18 回周期や 27 回周期でもピークが認められた。

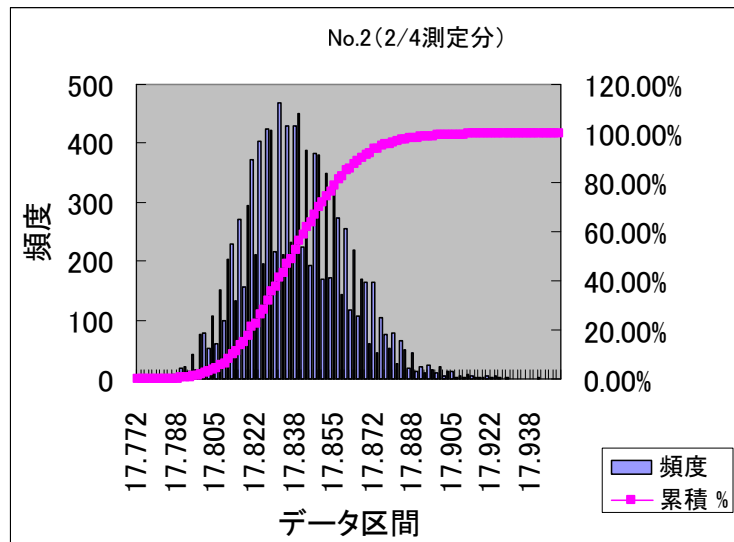


図 2-3-3 ピッチ間隔測定結果（第2回試験）：ヒストグラム

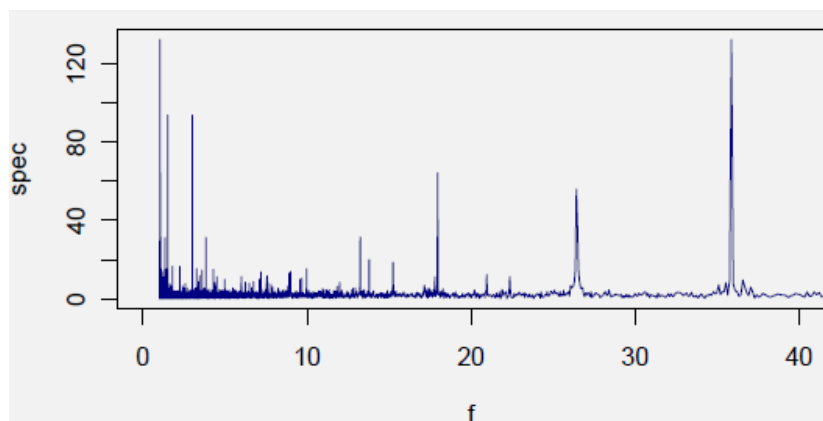


図 2-3-4 ピッチ間隔測定結果（第2回試験）：フーリエ変換

2-3-3 長手方向パターンピッチ精度の検査 【株特殊金属エクセル】

株式会社特殊金属エクセルが保有する光学式検査装置にて、ストリップ幅方向のパターンコート位置精度の検査、及び長手方向パターンピッチ精度の検査を可能とさせる。

（目 的）

パターン塗装したストリップ材のピッチ間隔を測定するために、光学式検査装置を用いて連続的に測定を行う。しかし、光学式検査装置でのピッチ間隔の測定結果が実際のピッチ間隔とどれくらいズレが発生しているかは未検証であった。そのため、距離測定に信頼のおける投影機を用いてピッチ間隔を測定し、光学式検査装置で測定した結果とのズレを検証する必要がある。

（試験方法）

パターン塗装したストリップ材のピッチ間隔を光学式検査装置にて測定したのち、該当部部分のピッチ間隔に投影機を用いて測定し、結果の整合性を検証した。

（加工条件）

ストリップ材は、SUS304-1/2H を用いた。ロール 1 の測定結果について検証した。

（結 果）

投影機によるピッチ間隔測定結果と光学式検査装置のピッチ間隔の差は、同様の傾向をもつ波形となった。

2-4 材料プレス加工位置制御技術の開発 【株式会社山岡製作所】

パターンピッチを光学的に読み取り、ストリップを必要な寸法だけを送るようにフィーダを制御するシステムを開発した。

株式会社山岡製作所は、位置決め搬送装置の開発のための要素研究、及び実験装置の製作を必要であったため、導入した研究開発用画像ユニットを使用し、株式会社岩沼精工に設置した位置決め装置の画像取り込みの条件出しを行った。

前工程（巻き出し機）より繰り出されてくるステンレス材に印刷された 8×6 mmのパターンピッチを光学的に読み取り、後工程である株式会社岩沼精工のプレス速度 200spm で生産されるプレスに搭載される金型内の定位置に印刷パターンの中心が来るように搬送距離を制御する位置決め装置（図 2-4-1）を製作した。

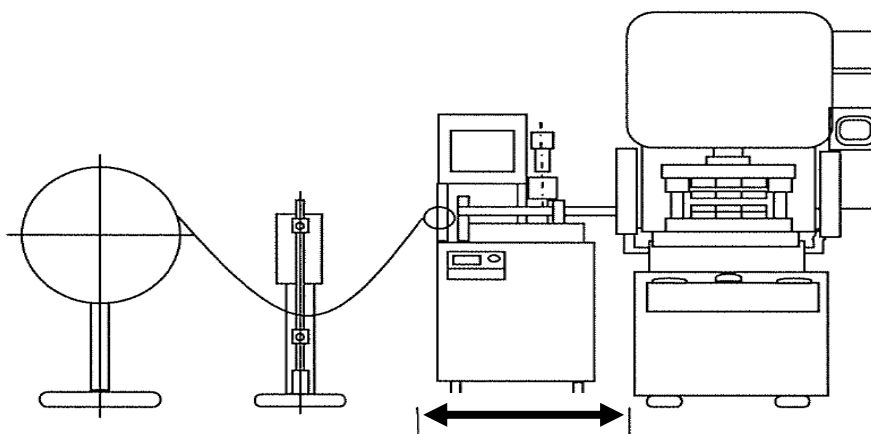


図 2-4-1 システム全容における位置決め装置の位置

（目的 要件）

幅 18mm の SUS 材料に 8×6 mm、寸法ピッチほぼ等間隔でパターン印刷された印刷面を画像観察し、印刷ピッチを読み取り搬送ピッチを制御し、後工程の

金型加工位置に印刷位置が ± 0.05 mm以内に合うように搬送する。搬送スピードはプレス速度 200spm に対応する搬送装置とする。

また、株式会社岩沼精工で使用するピエゾ制御用に印刷ピッチデータを送信する。

(加工条件)

供給材料	
材 料 概 要	□ 8 × 6 mm の印刷部が、計算値 17.836 mm ピッチで印刷されたフープ材
材 質	SUS304-1/2H
材 料 幅	18 mm
材 料 厚 み	0.15 mm
搬送	
搬 送 概 要	200spm (最高速) で動作しているプレス機と同期させ、画像より取り込んだ送り量の搬送を行う。
送り込み搬送時間	0.12sec 以下 (タイムチャートより)
搬 送 精 度	± 0.05 mm 以内

上記条件より、画像処理及び搬送関係の仕様を考察した。

(実施内容)

装置の動作確認のため、タイミングチャートを作成した。

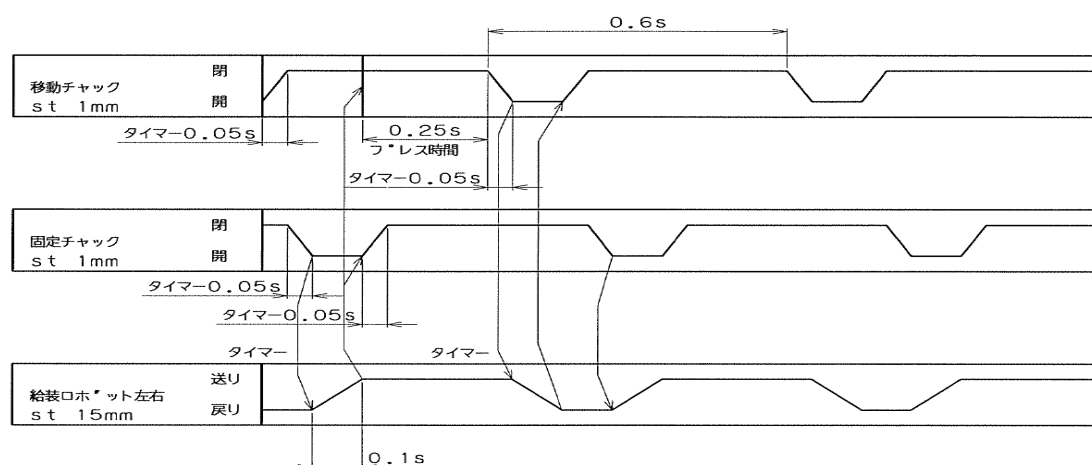


図 2-4-2 通常のタイミングチャート

通常動作の場合のタイミングチャートは図 2-4-2 となるが、本動作ではタクト的に間に合わないため、機器構成を再検討した。再検討した結果、チャック及び搬送を 2 台組合せた図 2-4-3 のタイミングチャートを採用した。

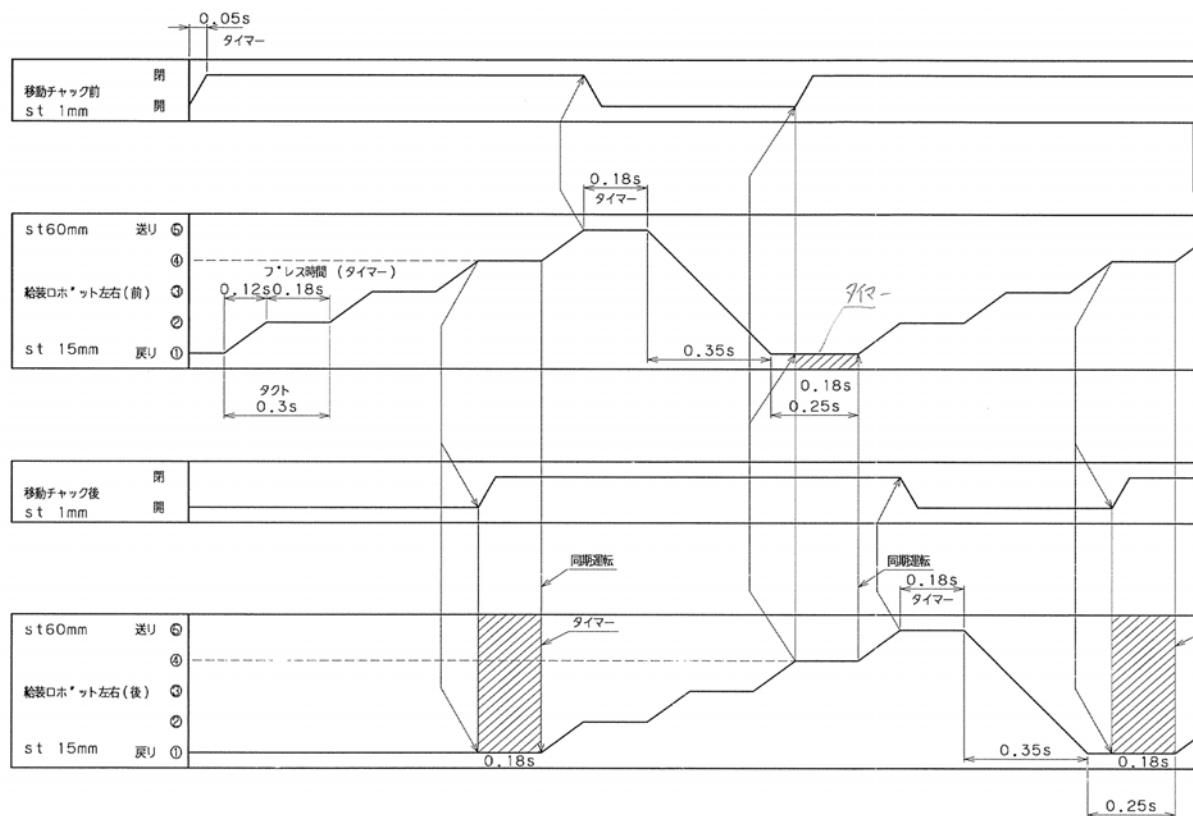


図 2-4-3 今回採用したタイミングチャート

チャック及び搬送を2台組み合わせることにより、チャック開閉及び搬送戻りの時間を搬送動作とオーバーラップさせ、搬送時間の短縮を図った。(図 2-4-3 のタイミングチャート)

今回の搬送方法では、搬送送りのみの時間となる。チャックしたままで3回送り、4回目でもう一方のチャックに持ち替え搬送することになるが、チャックの開閉時間及び搬送の戻り時間は、他方の搬送動作とオーバーラップするため、仕様時間内での搬送が可能となる。

(結 果)

位置決め精度を測定するために導入した研究開発用画像ユニットと株式会社山岡製作所が製作した位置決め装置を利用し、観察した。

プレス速度 200spm に対応した処理時間内の送りスピードにて連続送りを数回実施した結果、目標の印刷位置ズレ ± 0.05 mm以内は、図 2-4-4のとおり達成することができた。

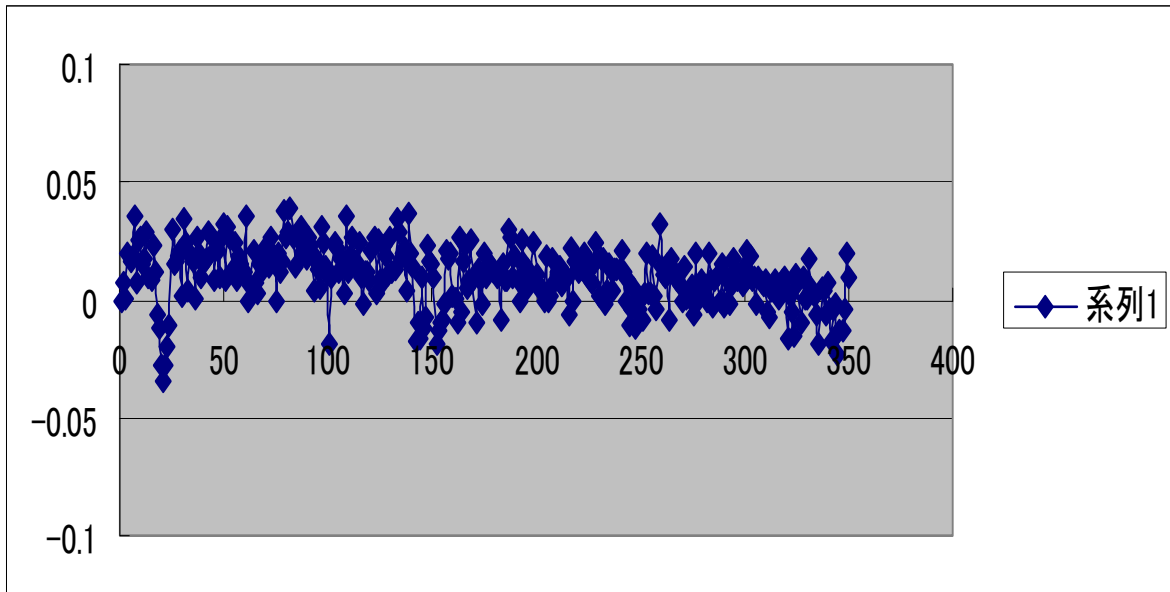


図 2-4-4 送り精度計測結果

2-5 パターンピッチ精度に合わせた金型設計・加工技術の開発

【株式会社岩沼精工】

株式会社岩沼精工は、株式会社山岡製作所が製作した材料送り機構より供給される材料、パターンプレコートの印刷ピッチ情報を基に、ピエゾ精密駆動装置にて金型を移動させるプレス加工を行う機構を開発した。

2-5-1 金型の設計・製作・据付・調整 【株岩沼精工】

(目的 要件)

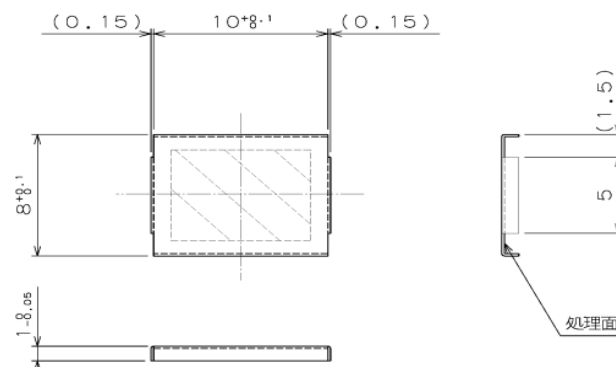


図 2-5-1 製品図

SUS304 CSP1/2H 板厚 0.15 mmの材料に $\square 8\text{ mm} \times 6\text{ mm}$ のパターンプレコート（絶縁被膜処理）を片面に施した材料を用い、順送プレス加工にて製品形状に加工を行う。（図 2-5-1）

(内 容)

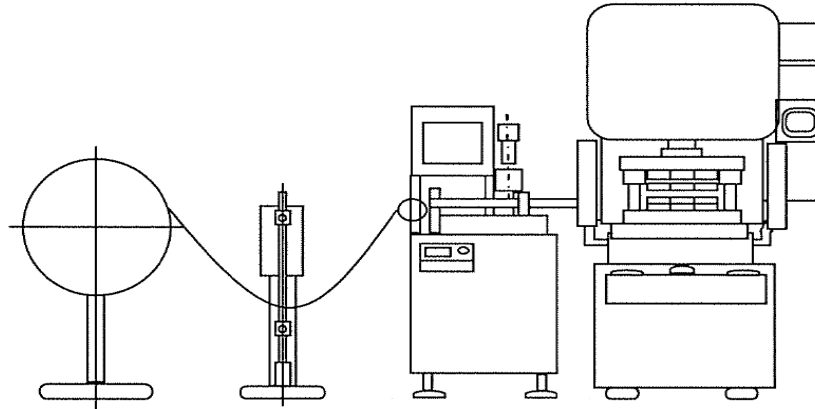


図 2-5-2 生産機構概略図

本機構は「材料送り装置」、「ピエゾ位置決め機構」、「高精度金型」より構成される。「材料位置決め装置」にてパターン材の“ピッチ誤差量”を測定し、その情報を「ピエゾ位置決め機構」に取り込み、金型を移動させる。移動させた位置で「高精度金型」にてプレス加工を行う機構（図 2-5-2）である。

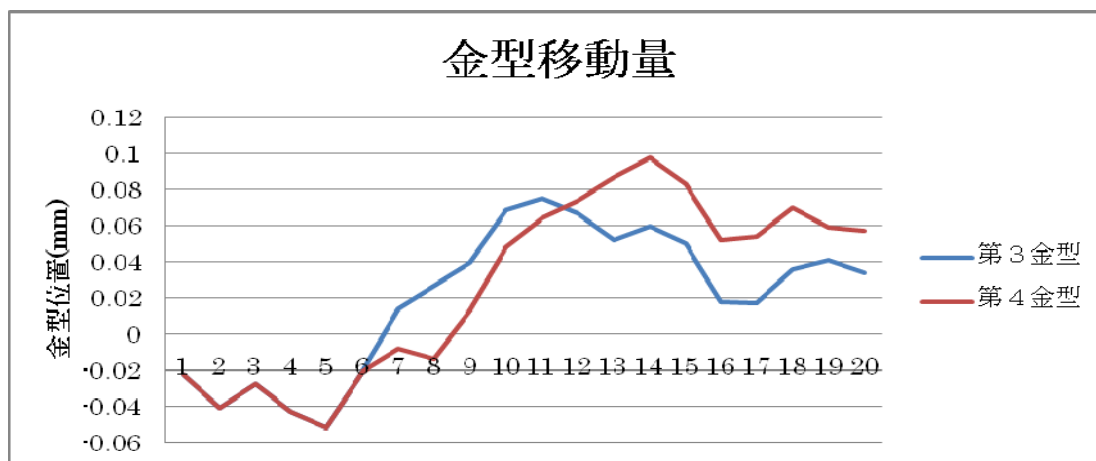
金型は製品形状を加工するのに必要な工程に合わせ、4つの金型を用いた。それぞれ1工程ずつ加工を行う役割を持っている。「ピエゾ位置決め装置」で移動を行うのは第2、第3、第4金型であり「材料送り装置」で送られる材料位置に移動し、加工を行っている。

2-5-2 ピエゾユニットの動作確認 【(株)岩沼精工】

(目的 要件)

「材料送り装置」より送られる“ピッチ誤差量”を基に「ピエゾ移動機構」にて金型を動作。誤差量に対し ± 0.008 mm以内で金型を移動させるようにする。

(結 果)



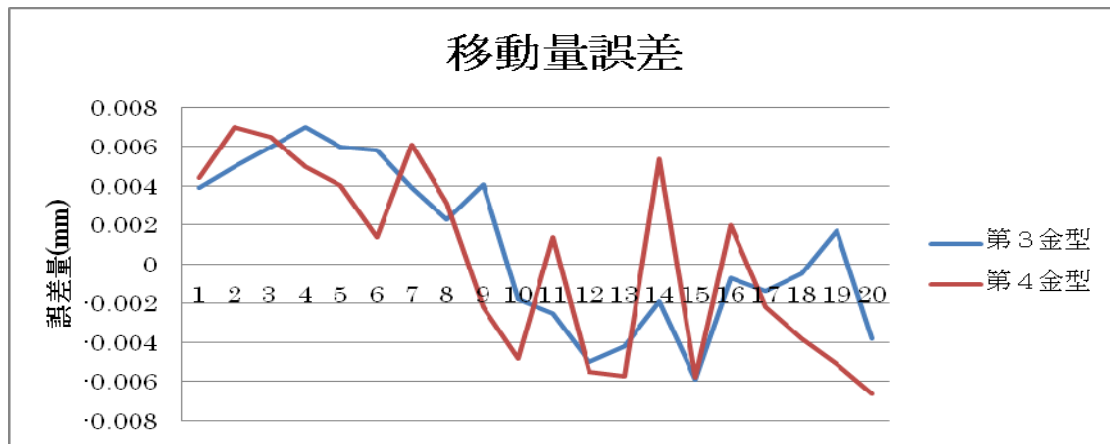


表 2-5-1 動作信号値に対する金型動作精度

金型の位置をリニアスケールで計測、目標値である ± 0.008 mm以内の精度で金型を移動させることができた（表 2-5-1）。

2-6 多層複合材のプレス技術の開発 【株式会社岩沼精工】

2-6-1 プレス打抜き・曲げ方式の開発 【株式会社岩沼精工】

2-6-2 プレス速度 200spm 以上で絶縁被膜にひび割れが発生しない金型 【株式会社岩沼精工】

（目的 要件）

材料に印刷されているパターンプレコートに影響しないようなプレス抜き加工、曲げ加工の開発を行う。また、本生産時を想定し、200spm という高速プレス加工を行った際に絶縁被膜に影響が起こらないかの検証も行う。

（結 果）

200spm でのプレス加工後、顕微鏡（倍率 10 倍）で絶縁被膜の状態を確認した。



図 2-6-1 脱脂前の製品



図 2-6-2 脱脂後の製品

図 2-6-1、図 2-6-2 を見て分かるように被膜自体には特に問題は起きてないことが分かった。

プレス加工時後、脱脂工程（炭化水素洗浄）を行い、被膜に影響が出ないか確認を行ったが、そちらも被膜には問題が見られなかった。

2-7 シールドケースを実際に量産する技術の開発

【株式会社岩沼精工、株式会社特殊金属エクセル、株式会社山岡製作所】

2-7-1 ストリップの製造 【株式会社特殊金属エクセル】

2-3で開発したストリップSUS304 CSP1/2H 板厚 0.15 mmの材料に□8mm×6mm 長手ピッチ公差±0.035 mmのパターンプレコート（絶縁被膜処理）を片面に施した材料を株式会社岩沼精工と株式会社山岡製作所に納入した。

2-7-2 シールドケースの製造 【株式会社山岡製作所、株式会社岩沼精工】

2-7-3 シールドケース 10,000 個製造で、絶縁膜の位置ずれ±0.3 mm以内での量産プレス加工の確立 【株式会社岩沼精工】

株式会社山岡製作所はパターンプレコートされた材料の位置をカメラで認識し、送り機構にフィードバックすることでピッチずれを修正しプレス速度 200spm に対応できるように位置決め搬送装置の開発を行った。

株式会社岩沼精工は上記5～6の研究内容で開発した技術と装置を用いて、シールドケース 10,000 個の試験製造を行う。製造条件としては、プレス速度 200spm 以上で製造することであるが、プレス速度 100spm で 5,000 個の製造となった。

（目的 要件）

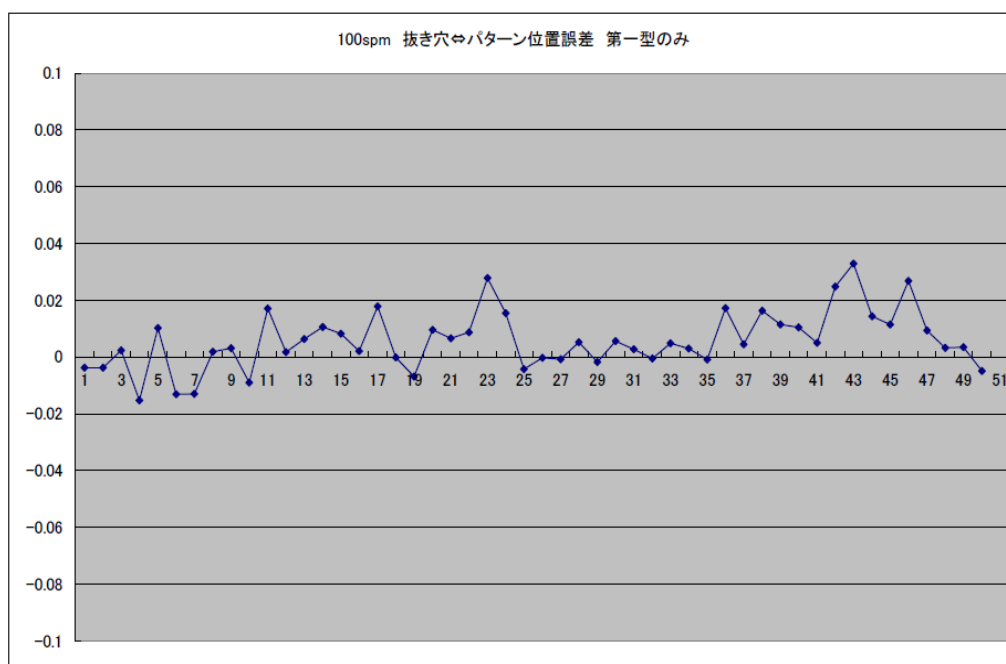
株式会社山岡製作所は、パターン印刷された印刷面を画像観察し、印刷ピッチを読み取り搬送ピッチを制御し、後工程の金型加工位置に印刷位置が±0.05 mm以内に合うように搬送する。また、株式会社岩沼精工で使用するピエゾ精密駆動用に印刷ピッチデータを送信する。

株式会社岩沼精工は、送信されてきた印刷ピッチデータにてピエゾユニットを制御して印刷面が金型位置に合うようにそれぞれの金型を動かしプレス加工を行う。

製品形状寸法

寸法	1[0_-0.05] A	1[0_-0.05] B	1[0_-0.05] C	1[0_-0.05] D
lot①	0.972	0.985	0.961	0.961
lot②	0.979	0.980	0.955	0.968
lot③	0.981	0.979	0.960	0.967
lot④	0.976	0.983	0.955	0.975
lot⑤	0.980	0.982	0.956	0.973

(材料搬送結果)



次にプレス速度 150spm で連続加工を行ったときのデータである。速度を上げると累積が発生していった（表 2-7-3）。

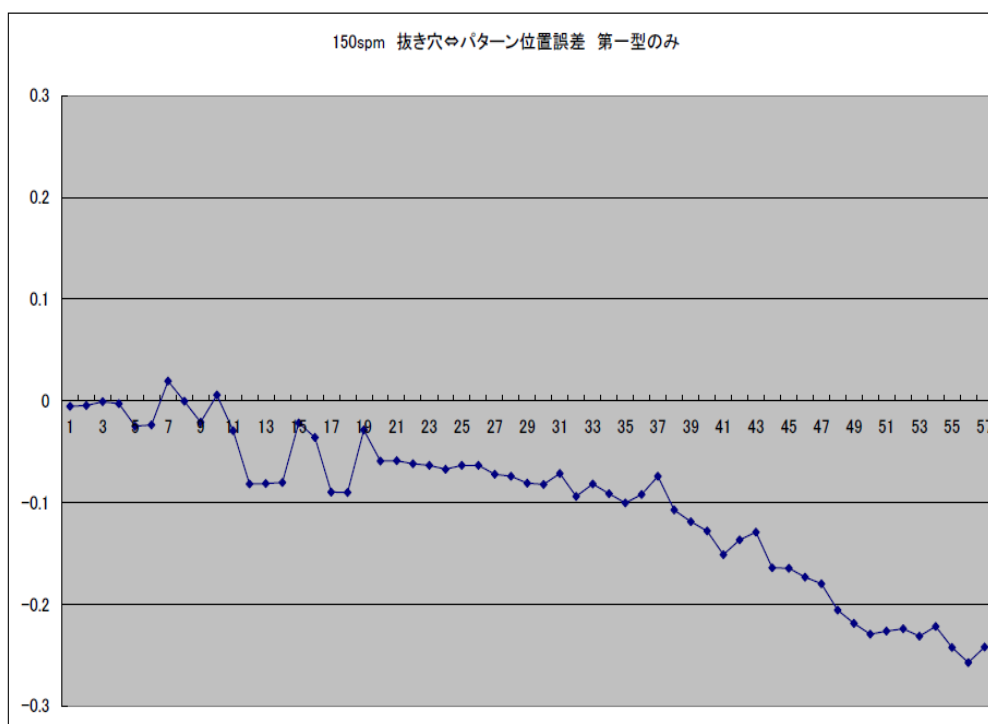


表 2-7-3 150spmでの第一金型での位置誤差

(原因)

下記(表 2-7-4)のデータは、プレス速度 150spm において、印刷サンプル材料の送りを行わないで同じ場所を測定したデータである。プレスの振動によって画像カメラが振動することによりデータのバラツキが発生していることがわかる。

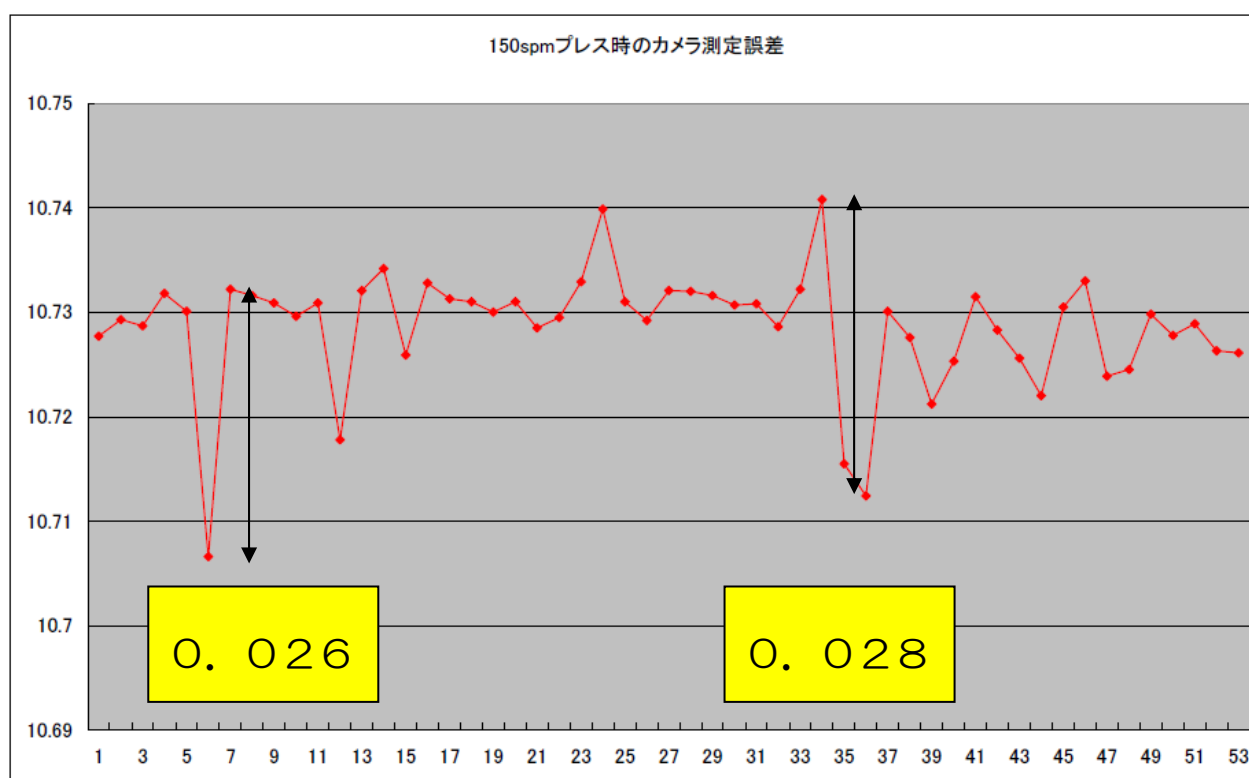


表 2-7-4 150spmでの振動データ

（結 果）

プレス速度 150spm 以上では、プレス機械の振動により画像カメラに振動が伝わり、正確な画像測定ができないことが判明した。

よって今回は、プレス速度 100spm による連続運転によってシールドケースを量産できることを確認した。

第3章 全体総括

平成 24 年度の研究開発における研究成果は次のとおりである。

①回転式ロールコーターによるパターンプレコート技術の開発 (株特殊金属エクセル)

本開発項目は、平成 23 年度に終了した。

②塗料のストリップへの密着強度を高めるためのストリップ表面前処理技術の開発 (株特殊金属エクセル、宮城県産業技術総合センター)

【研究成果】

UV 照射を行うことで、金属ストリップ材に対する絶縁塗料の密着性を向上させることができた。

③ストリップ幅方向のパターンコート位置精度、及び長手方向パターンピッチ精度を向上させる技術の開発 (株特殊金属エクセル)

【研究成果】

③ー1 長手方向の位置精度向上

塗装ロールの回転速度とストリップ材の通板速度相関がとれているかどうか速度計を用いて測定し設定速度が上がっても同じ値を示していることから、同期がとれていると判断できた。

③ー2 塗装ロールの検討

加工を加えない塗装ロールを用いて長手ピッチ公差 ± 0.035 mmが塗布できた。長手方向ピッチ精度 ± 0.01 mm以下には到達できなかった。

③ー3 長手方向パターンピッチ精度の検査

投影機によるピッチ間隔測定結果と光学式検査装置のピッチ間隔の差は同様の傾向をもつ波形となり、光学式検査装置を用いた連続的な測定の整合性が確認できた。

④ パターンピッチと材料のプレス加工位置のズレ精度、及びスピード対応のための制御技術の開発 (株山岡製作所)

【研究成果】

パターンピッチを光学的に読み取り、ストリップを必要な寸法だけを送るようにフィーダを制御するシステムにて 200spm 連続送りを数回実施した結果、目標の印刷位置ズレ ± 0.05 mm以内に達成することができた。

⑤ パターンピッチ精度に合わせた金型設計・加工技術の開発 (株岩沼精工)

【研究成果】

⑤-1 金型の設計・製作・据付・調整

パターンプレコートの印刷ピッチ情報を基に、ピエゾ精密駆動装置にて金型を移動させるプレス加工を行う機構を開発した。

⑤-2 ピエゾユニットの動作確認

「材料送り装置」より送られる“ピッチ誤差量”を基に「ピエゾ移動機構」にて金型を動作し、金型の位置をリニアスケールで計測した。目標値である ± 0.008 mm以内の精度で金型を移動させることができた。

⑥ 多層複合材のプレス技術の開発 (株岩沼精工)

【研究成果】

200spm という高速プレス加工を行った際に絶縁被膜に影響が起こらないか顕微鏡で絶縁被膜の状態を確認し、被膜自体には特に問題は起きてないことが分かった。プレス加工時後、脱脂工程（炭化水素洗浄）を行い、被膜に影響が出ないか確認し、被膜には問題が見られなかった。

⑦ シールドケースを実際に量産する技術の開発

(株岩沼精工、株特殊金属エクセル、株山岡製作所)

【研究成果】

パターンプレコートされた材料の位置をカメラで認識し、送り機構にフィードバックすることでピッチずれを修正する位置決め搬送装置の開発を行い、プレス速度 150spm 以上では、プレス機械の振動により画像カメラに振動が伝わり正確な画像測定ができないことが判明した。プレス速度 100spm で 5,000 個の連続運転によるシールドケースを量産できることを確認した。

【事業化と研究開発の課題】

200spm という高速プレス加工と脱脂工程を耐える絶縁被膜の開発と、プレス速度 100spm で 5,000 個の連続運転によるシールドケースを量産する技術を開発できた。現段階の実力値でマッチするニーズを調べ実用化させる。また③-2の開発にて長手方向ピッチ精度 ± 0.01 mm以下に到達できなかったこと、⑦のプレス機械の振動により画像カメラに振動が伝わり正確な画像測定ができないことが課題として残っており、引き続きシールドケースを量産する実用化技術を開発する。

【専門用語の解説】

プレコート

コイル状に巻かれたストリップを、巻き出しながら連続的にコーティング（例えば、塗装）し、再びコイル状に巻き上げること。プレコートされたストリップから部品を製造すれば、塗装されていない材料から部品を成形した後にコーティングするアフターコートに比較して、生産性が高く、製造コストが安い。

パターンプレコート

2次元的な形状を、一定の繰り返しピッチ（パターンピッチ）でプレコートすること。