

平成 2 1 年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「金型へのしぼ加工（模様付け）に使用される

大判フィルム一貫作成技術の開発」

研究開発成果等報告書

平成 2 2 年 3 月

委託者 関東経済産業局

委託先 財団法人 金属系材料研究開発センター

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
(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者)
- 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 しぼ転写大判フィルム作成用プリンターの開発
 - 2-1-1 プリンターに使用可能なインクの開発
 - 2-1-2 大版フィルム作成時間（プリント）時間の短縮
 - 2-1-3 大版フィルムの解像度向上
- 2-2 しぼ原版フィルム作成用3次元スキャナーの開発
 - 2-2-1 スキャンスピードの高速化
 - 2-2-2 ハレーション防止機能の付加
 - 2-2-3 柄の歪み補正機能の付加（ソフト面、ハード面）

第3章 全体総括

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

1-1-1 川下製造業者のニーズ

(1) 高度化のためのニーズ（金型に係る技術に関する事項）

自動車内装部品は形状が複雑化してきており、同時にその部品作製の金型も複雑化してきている。ダッシュボード用金型はじめ大型金型も多く、その金型にしば加工（模様付け）する際、3次曲面でしば柄の繋ぎが発生することがある。大型で3次曲面を有する金型のしば加工は多くの日数を要し、コストも高いものとなる。これは金型作製費用の上昇につながる。テレビのフロントベゼル等情報家電部品のしば加工に関しても、自動車内装部品金型しば加工と同じことが言える。

多くの自動車および情報家電メーカーから、大型で3次曲面を有する部品（金型）でもしば柄の繋ぎ模様のない高品位なしば加工技術の確立を、強く求められている。また、グローバルなコスト競争の中、しば加工コストの削減も強く求められている。そこで自動車および情報家電分野のしば加工に対するニーズをまとめると次のようになる。

自動車分野

- ・低コスト化
- ・複雑形状化、一体成形化
- ・短納期化

情報家電分野

- ・大型化
- ・製品面の高品位化
- ・複雑形状化
- ・短納期化
- ・低コスト化

(2) 具体的なニーズ

(1) に示した内容を具体化すれば、次のようになる。

- ① 3次元曲面を有する大型製品（金型）でもしば柄の繋ぎ線のない高品位なしば加工
- ② しば柄の高品位化
- ③ しば開発の高速化
- ④ しば加工コストの削減

1-1-2 これまでの研究開発の取り組みと課題

(1) 川下製造業者のニーズ①に対して

金型転写用大判フィルムの使用で、この問題を解決しようとしている。そのフィルムの大きさは北米、欧州で既に実績のある大きさで解決される。しかし、そのフィルムを作成するプリンターの解像度が低いため、微細しば柄が表現できない。プリンターの解像度を高めるための研究開発が必要である。

またこのプリンターのインクは腐食加工に対する耐食性が必要である。現在、日本にはこのインク技術がなく、この耐食性インクの開発が必要である。

(2) 川下製造業者のニーズ②に対して

さらに、現在日本にはしばフィルム原版作成に使用できる性能を持つ3次元スキャナーがない。その3次元スキャナーの開発が必要である。

(3) 川下製造業者のニーズ③に対して

実用化のためには、現在北米、欧州に存在するしばフィルム作成可能な3次元スキャナーの計測速度を高める必要がある。

(4) 川下製造業者のニーズ④に対して

今回開発中の3次元スキャナーおよびプリンターを完成させることで、従来あったしば転写用亜鉛版の作成工程を省くことが可能となる。従来の複数枚の小判フィルム使用に比較して大判フィルムを使用することで金型へのしば柄転写時間を大きく短縮できる。金型へしば柄を転写した後のしば柄の繋ぎ修正時間を大幅に短縮できる。北米、欧州に存在するプリンターに比較して大判フィルム作成時間を大幅に短縮したプリンターを開発し、北米、欧州に存在する3次元スキャナーの計測速度を大幅に高めた3次元スキャナーを開発することで、競争力のあるしば加工コストの実現が可能となる。

1-1-3 本研究の背景

自動車内装（ダッシュボードなど）、家電（テレビのフロントベゼル、バックカバーなど）、パソコン（モニターのフレーム、バックカバー、本体ケース、キーボードなど）、ゲーム機（本体ケース、コントローラーなど）等のプラスチック部品には、外観品質の向上を目的として様々な模様が施されている。

これらプラスチック部品は熱を加えて溶かされた樹脂を所定の金型に注入し、冷却、固化させる方法（インジェクション成形）で作られ、先のプラスチック部品の模様は金型に模様付けすることで実現される。この金型への模様付けは、しば加工と呼ばれており、しば加工の種類には皮模様、幾何学模様、なし地模様などがあり、各々皮しば、幾何学しば、なし地しばと呼ばれている。これらのしば加工は耐酸性のインクで作られた所定の柄を金型上に作成し、それを化学腐食（エッチング）することでなされる。金型上の所定の柄の作成は耐酸性のインクでつくられた所定の柄を印刷したフィルムを予め作製し、その柄をフィルムから金型へ転写することでなされる。また、そのフィルム作成の印刷には幾つかの方法があるが、ここでは凹版法を説明する。凹版法とは亜鉛版をエッチング加工して柄を掘り込み、その凹の中にインクを塗りこみ、スキージにより余分なインクを掻きとった後、亜鉛版上にフィルムを置いて輪転機にかけ圧着することで亜鉛版上のインクをフィルム上に写し取ることで作成するものである。

自動車内装部品には皮しば、幾何学しばが多く採用されており、テレビにはなし地しばが多く採用されている。しかし、最近ではテレビのフロントベゼルに幾何学模様が採用されるケースもある。これらしば柄は各企業のデザイナーまたは部品設計者から配布された見本をできるだけ忠実にエッチング加工で再現し、その作成したサンプルをデザイナー、設計者に提出、承認という順で進められ、各企業担当部署に認定されるものである（今後これをエッチングサンプルと呼ぶ）。

このエッチングサンプルは上記に示したエッチング方法と同じ手法で作成されるが、以下、これに使用する原版フィルムの作成方法を説明する。基本的に原版フィルムは見本の柄を写真撮影して作成されるが見本はモノクロが一般的でその柄を写真撮影するに

は柄の凹凸を2階調に色分けしなければならぬ。そこで見本と異なる色のインクを見本柄の凹部に練り込み写真撮影し作成する。しかし見本柄に出来るだけ忠実なエッチングサンプルを作成するためには柄の断面方向の形状を再現することが必要であり、それには幾つかの断面写真が必要ということになる。その複数の断面写真は上記の見本の色と異なるインクを柄の凹凸の下部、中部、上部に入れた状態を撮影し作成される（図3参照）。

これにより作成された原版フィルムを使用して、複数回のエッチング加工を繰り返して柄の断面形状を出来るだけ見本に近づけたエッチングサンプルを作成する。

先に述べた凹版法で作成した金型転写用フィルムはB4サイズ、A3サイズが一般的であり、量産用の大型金型に幾何学しぼ、皮しぼをしぼ加工しようとするすると複数枚の転写用フィルムが必要となる。そのためこれらのフィルムには複数枚のフィルムを張り合わせても柄の連続性を阻害させないように柄のリPEATを入れてある。多くの金型（特に自動車用）は複雑な3次元曲面を多く有しており、それに追従できるように金型への転写フィルムには伸縮性を持った素材のフィルムを使用している。しかし、それも限界があり、3次元曲面の程度が限度を越えると上下左右のフィルムに対して柄のリPEATを合わせることは困難となる。その結果フィルムで柄の連続性が阻害された部位はエッチング加工後、しぼ柄の繋ぎ線となって現れる（図4参照）。この線はしぼ柄の見栄えを大きく損ね、製品のしぼ品質を大きく低下させることとなる。多くの企業はこのしぼ柄の繋ぎ線を嫌い、3次元曲面で繋ぎ線が発生する柄の採用を避けてきた。しかし、一部の企業はしぼ柄自体の見栄え品質を重視し、敢えてしぼ柄の繋ぎ線による品質低下を覚悟して幾何学しぼ、皮しぼを採用してきた。

この問題を解決するには複雑な3次元曲面を持った金型全体へ1枚の転写用フィルムでしぼ柄を作成する必要がある。北米、欧州のエッチングメーカーは既に金型転写用大判フィルムの開発を行っている。

しかし、このフィルムは現在の技術では、1枚の作成に2時間以上を必要とするため非常に高額なものである。全ての転写フィルムをこのプリンターで作成するにはフィルム作成時間から計算して4台以上のプリンターが必要となり、実用性に欠ける。また、現状のプリンターでは解像度が不足しており、本来原版フィルムにある微細柄を精度良く再現するには、さらに解像度を上げる必要がある。このプリンターを使用するには画像データがデジタルデータでなければならない。北米、欧州のエッチングメーカーは見本からの原版フィルム作成にデジタル画像を作成する3次元スキャナーを使用している。3次元スキャナーによる原版作成方法は、写真撮影により原版フィルムを作成する方法より精度に優れており、更にプリンターでの大判転写用フィルムの作成を可能にしている。

しかし、北米、欧州での3次元スキャナーの技術ではA4サイズの柄を計測するのに72時間を有している。このスキャナーの計測時間はしぼ開発用原版作成時間に直結するため新規しぼ開発スピードそのものに大きく影響する。日本での新規しぼ開発量は、北米、欧州に比較して膨大で、かつ顧客からスピードを要求されるため現状の72時間という時間を大幅に短縮しなければならない。

これらの3次元スキャナー、大判作成用プリンターが開発されれば結果として、従来

あったしぼ転写フィルムを作成するための亜鉛版作成の工程が省かれる。これは効率アップによりコスト低減のみならず、亜鉛版の使用をなくすという環境面でも大きなメリットがあると考えられる。

また、周知の如く、自動車業界、家電業界はじめ多くの業界でグローバルな品質、価格競争が行われており、その影響は金型費用、ひいてはしぼ費用にまで波及しており、多くの業界から大幅なしぼ費用の削減を要求されている。特に自動車業界は今後環境対策車(エコカー)比率の上昇は間違いなく、更なるグローバルな価格競争が予想される。その状況下で、他の部品製造方法よりも安価に製造できるプラスチック製品の比率は高まると予想される。それは従来あった高品質の製品(ニッケル電鍍で成形作製したウレタンRIM製品、機材にビニールレザーを貼った製品)をプラスチック部品に置き換えるということであり、必然的に置き換えられるプラスチック部品は、しぼ性能も高いものが要求されると考えられる。

1-1-4 本研究の目標

(1) 高度化目標

自動車および情報家電分野での関連領域での技術開発目標を整理すると以下のようになる。

自動車分野

- ・ 金型の低コスト化や短期間製造等を可能とする新素材、新製造技術の構築
- ・ 複雑3次元形状等を創成する金型及び成形技術の構築
- ・ 工程短縮等を可能とする金型技術の開発

情報家電分野

- ・ 複雑3次元形状等を創成する金型及び成形技術の向上
- ・ 工程短縮等を可能とする金型技術の開発
- ・ 金型の低コスト化や短期間製造等を可能とする新素材、新製造法技術の構築

(2) 大型金型へのしぼ加工技術の向上に関する具体的高度化目標

しぼ加工技術の高度化に関して、具体的な目標にまとめると次のようになる。

- ① 大型金型へのしぼ加工において、複雑な皮模様、幾何学模様でもしぼ柄の繋ぎの発生しない高度なしぼ加工技術を開発する。
- ② 大型金型へしぼ加工するしぼ柄に関して、微細部も見本に出来る限り近づけるしぼ加工技術を開発する。

(3) 大型金型のしぼ加工コストの削減に関する具体的高度化目標

しぼ加工コストの低減に関して、具体的な目標にまとめると次のようになる。

- ① 大型金型へ使用する転写用フィルムを大判化してフィルム転写時間を短縮する。同時に、フィルムの繋ぎ部に発生した繋ぎ柄の修正時間を短縮する。
- ② しぼ転写フィルム作成方法を変えることで亜鉛版作成工程を省き、フィルム作成時間を短縮する。
- ③ しぼ柄の開発時間を短縮し、開発コストを抑制する。

1-1-5 研究開発項目とサブテーマ

前述の目標を達成するための研究開発テーマ、概要と具体的な目標値を、以下に整理する。

(1) しぼ転写用大判フィルムを作成できるプリンターの開発

①プリンターに使用可能なインクの開発

必要なインク特性を考慮し、インク構成成分自体を変化させる、またインク構成成分の比率を変えることで複数のインクを試作する。その試作インクを使用し本開発プリンターでフィルムを作成した後、金型へフィルム転写、エッチングを行い、総合的にインクの使用可否を判断する。

目標値（必要とするインクの性能）；

- ・プリンターのサーマルヘッドに適した性能を有すること
- ・良好な金型への転写性を有すること
- ・フィルム転写作業に対して良好な作業性を有すること
- ・良好な耐食性を有すること

②大判フィルム作成時間（プリント）時間の短縮

高効率マルチヘッドを使用し、印字可能幅を広げ高速化を図る。併せてマルチヘッドの並列も検討する。

目標値；12枚／日、40分／枚以内。

③大判フィルムの解像度を高める。

ホットメルトインクが使用可能な高解像度サーマルヘッドの選択若しくは開発

目標値；1,440 dpi 以上

(2) しぼ原版フィルム作成用3次元スキャナーの開発

①スキャンスピードの高速化

焦点レーザー方式はスキャン精度は高いがスキャン速度が遅い。そこで光学方式を採用し、深度数ミクロンメートル毎に焦点を合わせた画像を重ね合わせて立体画像を作成する。

目標値；A4サイズのスキャン時間が24時間以内。

②ハレーション防止機能の付加

光源の選択検討、偏光フィルムなどの使用検討。

目標値；しぼ原版フィルム作成に使用できるレベルまでのハレーションの抑制

③柄の歪み補正機能の付加（ソフト面、ハード面）

通常のスキャンで発生する歪みの範疇はデータより自動補正を検討（ハード面）。また、任意で手補正可能なソフトを検討する。

目標値；しぼ柄を出来る限り忠実に再現するため可能な限り自動補正を行い、任意で手補正可能なシステムを開発する。

1-1-6 日本の金型製造業、プラスチック射出成形産業の高度化への貢献

中国、その他のアジア諸国からの追い上げに苦しんでいる我が国の金型製造産業において、製品の高精度化、高付加価値化、高技術化による国際競争力に大きく貢献する。現在多くの金型製作がその製造コストの安価な国に流出している。多くの企業はより良

いしぼ製品を求めているため、しぼ加工技術において突出した技術を有することで海外への金型流出を抑制できる。特に今後自動車業界において環境対応車（エコカー）のグローバル競争の激化が予想される。自動車内装部品の模様付けで一番安価なインジェクション部品へのしぼ加工技術が向上することでその部品比率を高め自動車内装部品作成全体のコストが抑制できる。この面でも金型の海外流出を抑制できると考える。また、しぼ加工コストを抑制することで金型コスト、ひいては部品コストを抑制でき、海外への金型及び部品作成の流出を抑制できると考える。

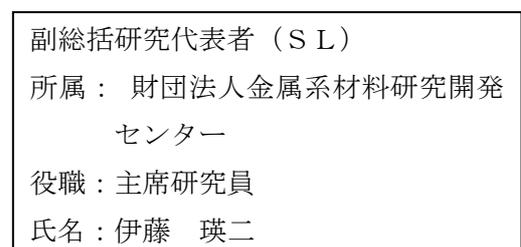
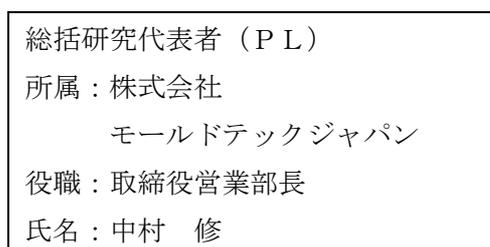
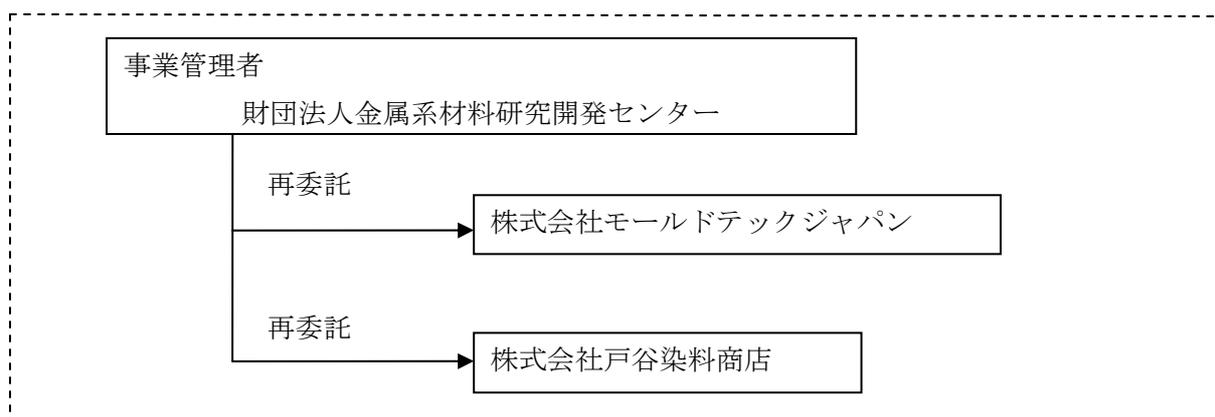
家電外装品製造分野においても高級イメージ品を低コストで製造することが可能となり、海外への金型及び部品作成の流出を抑制できると考える。

本研究開発は世界最高のしぼ加工技術を研究開発するものであり、自動車内装用プラスチック製品や情報家電製品の外装材のものづくり分野において高級イメージ品を低コストで実現できるものである。今後更に激化するであろうグローバルな価格競争においても、自動車産業や情報家電産業の国際競争力向上に大きく貢献できると考える。

1-2 研究体制

1-2-1 研究組織及び管理体制

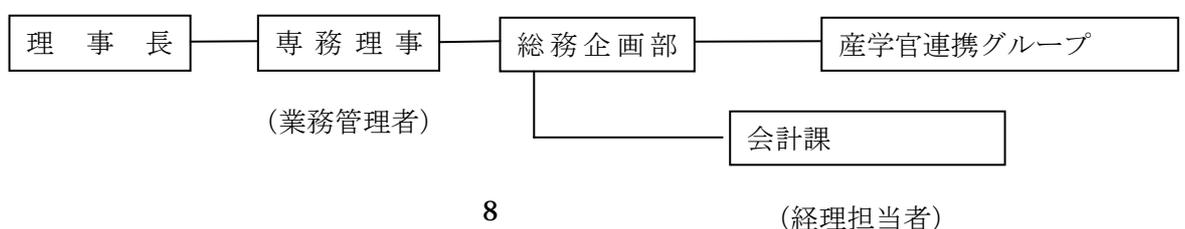
(1) 研究組織（全体）



(2) 管理体制

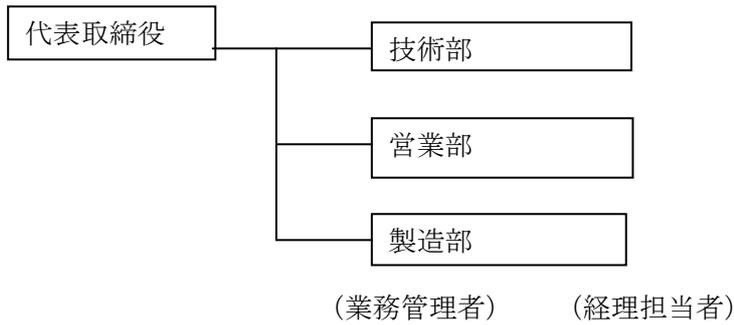
①事業管理者

財団法人金属系材料研究開発センター]

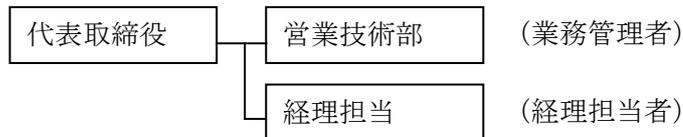


②再委託先

株式会社モールドテック



株式会社戸谷染料商店



1-2-2 管理員及び研究員

【事業管理者】財団法人 金属系材料研究開発センター

①管理員

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
箕浦 忠行	総務企画部産学官連携グループ 主席研究員	③

②研究員

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
伊藤 瑛二	総務企画部産学官連携グループ 主席研究員	①、②

【再委託先】

株式会社モールドテック

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
中村 修	取締役営業部長	①、②
波多江 正美	技術部次長	②
城 祐光	技術部員	① ②
越田 彩	技術部員	① ②
山口 孝昭	取締役技術部長	①、②

株式会社戸谷染料商店

氏名	所属・役職	実施内容 (番号)
戸谷 博	代表取締役技術部長	①

1-2-3 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

【事業管理者】

財団法人 金属系材料研究開発センター

(経理担当者) 会計課長 小紫 正樹

(業務管理者) 専務理事 小紫 正樹

【再委託先】

株式会社モールドテックジャパン

(経理担当者) 製造部 金子 保江

(業務管理者) 製造部 時津 博行

株式会社戸谷染料商店

(経理担当者) 経理担当 瀬古 万寿美

(業務管理者) 営業技術部 青木 實

1-3 成果概要

1-3-1 しぼ転写大判フィルム作成用プリンターの開発

(1) プリンターに使用可能なインクの開発

(インク開発に対する要求事項と成果)

- ・インクジェットプリンター（サーマルヘッド）適正があること
インクの原料調査を行い、それをもとに、成分及び、その比率の異なる25種類のインクを作成した。
約120度にサーマルヘッドの温度を設定し、25種のインクを使用して、印刷した結果、全てのインクが良好に吐出した。
- ・インクジェットで吐出したインクはメディア（紙又はPEフィルム）上で直ぐに固着すること、また固着したインクは粘着性があるためメディアに印刷できること。
25種、全てのインクが吐出し、印刷することが出来た。
- ・転写作業性が良いこと。
25種のインク中、23種のインクはメディアから金型へ転写出来た。
金型へ転写できた23種のインク中、12種は、作業性は良い。その中でも1種のインクは非常に作業性に優れるものであった。
- ・耐酸性があること（酸によるエッチング加工でインクが侵されないこと）
作成した25種のインク全て耐酸性に優れるものであった。

以上の研究開発でIJ-HM B4（詳細は、後述）のインクが総合的に最も優れるものであった。

今後はこのインクを使用して、大判プリンターを使用した開発を継続する。一方、IJ-HM B4はインクジェットヘッドの使用温度域が高過ぎること、また、転写作業性も改善の余地があることから、IJ-HM B4をベースとしてインクの開発も継続して行う。

(2) 大判フィルム作成（プリント）時間の短縮

(プリント時間の目標を達成するための課題と成果)

- ・高速描画できるインクジェットヘッドの選定

4種のインクジェットヘッドを比較検討した。その中でホットメルト用のものを選定した。このヘッドは描画可能速度が早く今回のプリント時間の目標をクリア出来ると判断した。

- ・高速印字が実現可能な制御回路の作成

本プリンター作成の委託先はインクジェットプリンターのシステムインテグレーターである。インクジェットヘッドの制御に関して過去に数十種の装置を手がけており、その制御回路の設計を応用して本プリンターの制御回路を作成することが出来た。

- ・高速印字ができる装置の開発

高速印字を行うにはインクジェットの往復で印字する必要がある。フラットベットタイプと比較検討した結果、インクジェットヘッドの往復移動に描画性能の差が出にくいドラム式を採用した。

他、最適ドラム径、ドラムへのメディア固定方法、インクの吐出制御（パルス制御を研究し、それを適用することで装置を開発することができた。以上の研究開発で目標（1, 200 mm×2, 000 mm大きさのフィルムの印刷時間が40分）のプリント時間を達成した。

（3）大判フィルムの解像度の向上

（大判フィルムの解像度を1, 200 dpiにするための課題と成果）

- ・解像度1, 200 dpiを可能にするインクジェットヘッドの選定

本ヘッド単体の解像度は100 dpiである。1, 200 dpiを実現するには1ピッチを12分割して吐出する必要がある。これはピッチ幅でいうと21 μmであり、すなわち21 μmづつヘッドをずらしながらインクを吐出する必要があるが、前記した制御回路と組合すことでこれが可能となった。

- ・描画精度を向上させる仕組みを作る

ホットメルトインクの吐出制度を向上させるための仕組み（インク加温ユニットとヘッドの位置関係）を開発した。

安定した吐出性能を維持するためにインクジェットヘッドはドラム上部に置く構造をとった。

往復ストロークに機械的ギャップやストロークロスのないドラム式を採用した。

本装置には防振装置も付加し、描画制度を向上した。

以上の研究開発により目標の解像度（1, 200 dpi）を達成した。

1-3-2 しぼ原版フィルム作成用3次元スキャナの開発

（1）スキャンスピードの高速化

（目標（A4サイズ、24時間）のスキャンスピードを得るための課題と成果）

- ・ハード面

CCDの高感度化、レンズ径の大型化、光量のアップを同時に満たす装置を開発し、スキャンスピードを高めた。

- ・ソフト面

ナロースキャン方式のシーケンスを改善し、マルチスレット処理を可能にした。

4Core CPUを採用し、スキャンと画像処理を同時進行させ、スキャンスピードを高めた。

以上の開発により目標のスキャンスピード（A4サイズ、24時間）を達成した。

(2) ハレーション防止機能の付加

(ハレーション防止の方策と成果)

- ・光源の方向を改善し、イメージデータで高低差を諧調化できるかを検証
イメージデータではハレーションにより谷部が暗い諧調として表現できないことが判明。
- ・イメージデータを使用しない諧調化の検討
高さ情報を諧調に振り分ける方式を開発し、ハレーションを防止した。

(3) 柄の歪み補正機能の付加（ソフト面、ハード面）

(柄の歪み補正機能付加の方策と成果)

- ・ハード面
ワークの柄崩れを抑えながら、ワーク上部を安定化することが必要と考え、ワーク上部にガラス、ワーク下部にスポンジを入れる構造とした。
また、ワークの厚みによりスポンジ厚も変化させることとした。
- ・ソフト面
ガラスのたわみ、レンズの歪みを、キャリブレーションデータを基に補正する機能を付加した。

以上の開発により柄の歪みを補正することが可能となった。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

所属：財団法人金属系材料研究開発センター

役職：非鉄材料研究部長

氏名：箕浦 忠行

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-11 第11 東洋海事ビル 6F

Tel 03-3592-1284 FAX 03-3592-1285

E-mail tminoura@jrcom.jp

第2章 本論

2-1 しぼ転写大判フィルム作成用プリンターの開発

2-1-1 プリンターに使用可能なインクの開発

インク開発に対する要求事項を列挙すると、以下のようになる。

- ①インクジェットプリンター（サーマルヘッド）適性があること
- ②インクジェットで吐出したインクは、メディア（紙または PE フィルム）上ですぐに固着すること。固着したインクは、粘着性がある、メディアに印刷できること。
- ③メディアからしぼ加工用金型へ転写でき、更に転写作業性がよいこと。
- ④耐酸性があること（酸によるエッチング加工でインクが侵されないこと）

上記すべての要求事項を満足できる、インクを開発しなければならない。まず、基本性能を満足させる原料調査を行った。その調査、検討した結果から、インク組成の主成分を決定した。インクジェット適性を付与させるためには、加熱時の粘度が、使用するヘッドに適合する必要がある。ヘッドの温度限界は、125℃ 適性粘度は、8~20cp 粘度を調整するために、主成分に助剤として、樹脂、合成ワックス、油などを添加して調査検討した。

転写適性を付与するために必要なことを列挙すると、以下のようになる。

- ①適度な粘着性があること
- ②転写作業時に、印字塗膜がつぶれないこと
- ③メディア（紙または PE フィルム）からきれいに転写できること

上記適性を付与するためには、①粘着性、②皮膜の硬さ、③メディアとの剥離性を調整する必要がある。その調整をするために、主成分と助剤の組成を変化させた25種の試作インクを作製した。実際に、転写作業を行い、適性試験した。エッチング適性は、金型へ転写したものを酸溶液に浸し、エッチング試験を行った。

結論

試作インク各種について、インクジェット吐出適性、転写適性、エッチング適性を評価した。各インクの吐出特性は全てのインクで印刷でき、全てクリアした。特殊インクの転写特性の比較結果を別表に示す。25種のインク中23種がメディアからしぼ加工用金型へ転写でき、その23種の中で転写性は I J-HM B4 が最も優れていた。エッチング適性の比較結果を別表に示す。また、エッチング後の表面状態を別写真に示す。（25種）特殊インクのエッチング適性は官能評価の結果、全てのインクがエッチング特性をクリアした。以上より、インク I J-HM B4 が現状では最適と判断する。しかし、使用温度域が高温域過ぎる、転写作業性に改善必要という結果であり、今後この課題に取り組む。

（特殊インクのエッチング適正）

	転写性官能試験
I J-HM A	○
I J-HM B1	○
I J-HM B2	△
I J-HM B3	○

（特殊インクのエッチング適正）

	エッチング 適正官能評価
I J-HM A	○
I J-HM B1	○
I J-HM B2	○
I J-HM B3	○

I J-HM B 4	◎
I J-HM B 5	○
I J-HM B 6	○
I J-HM B 7	△
I J-HM C 1	○
I J-HM C 2	△
I J-HM C 3	△
I J-HM D 1	○
I J-HM D 2	○
I J-HM D 3	○
I J-HM D 4	△
I J-HM D 5	△
I J-HM D 6	△
I J-HM D 7	△
I J-HM D 8	×
I J-HM D 9	×
I J-HM E 1	△
I J-HM E 2	△
I J-HM E 3	○
I J-HM E 4	○
I J-HM E 5	△

I J-HM B 4	○
I J-HM B 5	○
I J-HM B 6	○
I J-HM B 7	○
I J-HM C 1	○
I J-HM C 2	○
I J-HM C 3	○
I J-HM D 1	○
I J-HM D 2	○
I J-HM D 3	○
I J-HM D 4	○
I J-HM D 5	○
I J-HM D 6	○
I J-HM D 7	○
I J-HM D 8	○
I J-HM D 9	○
I J-HM E 1	○
I J-HM E 2	○
I J-HM E 3	○
I J-HM E 4	○
I J-HM E 5	○

転写性；本開発プリンタで印刷した柄を平板（金属）上へ転写し、各インクの作業性を比較した。

官能評価にて、◎>○>△>×の順。

エッチング特性；開発インクを溶解し、凹版印刷法でしば転写フィルムを作成する。

それを平板（金属）上へ転写し、エッチングを行い、その特性を評価した。

外観官能評価にて、◎>○>△>×の順。

2-1-2 大判フィルム作成（プリント）時間の短縮

目標課題は、プリントするフィルムの最大サイズは1200mm×2000mmで、そのサイズに1,440 dpi（1,440 dpiとは1インチ（25.4mm）の間に1440本の線が書ける細かさ）の解像度で描画する。描画時間の目標は40分である。解像度は第一ステップの目標を1,200dpiに設定し開発を行った。これは2010年3月においては世界最速、高解像度となる。上記の大判フィルム作成（プリント）時間の短縮を達成するためには、いくつかの課題をクリアする必要がある。

課題を以下にまとめる。

- ①高速描画できるインクジェットヘッドの選定
- ②高速印字が実現可能な制御回路の作成
- ③高速印字ができる装置の開発

今回、上記の課題をクリアするために適用した内容を説明する。

① 高速描画できるインクジェットヘッドの選定について

多くの比較調査の結果、D社取り扱いのホットメルトタイプのインクジェットヘッドが今回の研究開発プリンターに最も適していると判断した。

② 高速印字が実現可能な制御回路の作成

F社はインクジェットプリンターのシステムインテグレーターで、プリンターを求めている顧客の目的に合致したインクジェットヘッドを選定して、プリンターとして設計製作し、顧客に提供している。今回の適用ヘッドは今までに経験したことがなかった。

しかし、インクジェットヘッドの制御について、数十種類の装置を手がけており、目的仕様に合致する制御回路の設計製作にはまったく問題ないと判断した。

③ 高速印字ができる装置の開発

インクジェットヘッドを搭載して安定した吐出を続けながら、高速に描画する装置の開発については、まず、1200mm×2000mmものフィルムシートに描画するには、プリンターの構成としてフラットベッドタイプが一般的であるが、描写性能、高速性能の観点よりドラム式を採用した。

結論

上記の技術を開発、応用することで目標のプリント時間を達成した。しかし、若干インクの散乱が認められ、今後は現状のプリント時間を維持しつつインクの散乱を抑制するための改良を行う。

2-1-3 大判フィルム解像度の向上

今回の解像度の第一ステップの目標は1,200 d p iである。1,200 d p iとは1インチ(25.4mm)の間に1200本の線が書ける細かさ)の解像度で描画するということである。ピッチで言うと $25.4/1200=約 21\mu m$ ピッチで、このピッチでインクを落としていくことが必要となる。この解像度を達成するために必要なことは、インクジェットヘッドの選定と描画精度の向上の仕組みを作ることである。

■ インクジェットヘッドの選定は、「大判フィルム作成(プリント)時間の短縮について」の項でも記述した。総合的に判断して、調査したインクジェットヘッドの中では、最も目的に合致しているD社取り扱いのインクジェットヘッドと決定した。

いかにしてこのインクジェットヘッドを搭載して1200 d p iを達成するかについて以下に説明する。

このヘッドはヘッド自身では100 d p i(0.254mmピッチ)で吐出する。1200 d p iにするには1ピッチの間を1/2分割して吐出することが必要である。すなわち $21\mu m$ づつヘッドをずらしてインクを吐出させる方法として、Y軸(ドラム長手)方向に $21\mu m$ づつヘッドを移動させて、ドラムを回転、印字させている。1周だけの描画解像度で言うと、描画幅方向では100 d p iで回転方向は1200 d p iであり、描画幅方向を $21\mu m$ づつ移動して最終的には描画幅方向と回転方向の両方で1200 d p iを達成している。

Y軸方向の移動方法について、送りねじ式を採用しており、駆動系の分解能は $1\mu m$ に設定した。回転方向のインクの吐出制御にはパルス制御が必要だが、エンコーダーをドラム軸に取り付け、直接パルスを読み取っている。今回は1パルス0.00024mmの分解能とした。

また、きめ細かいメカニズム機構を作っても、インクが精度よく吐出できないと目的は達成しない。描画精度を向上させることについて、いくつかの考慮をした。

■ 使用するインクはホットメルトタイプのインクである。高温に熱したインクは温度によって特性や吐出精度が変わるので、温度をできるだけ一定にさせる必要がある。その対応として、インクの加温ユニットをY軸を移動するインクジェットヘッドの近傍に配置して、ヘッドの移動と連動させた。この方法を採用することによって、インクタンクからインクジェットヘッドへ供給するインクルートが短くなり、インクジェットヘッドがどの位置にあってもインクルートの長さが一定となってインク吐出が安定する。

■ インクジェットヘッドの位置をドラム軸中心の上とした。

今回採用したインクジェットヘッドの1ノズルからの1滴の吐出は約28ピコリットル(p1)である。このノズルが1ヘッド内に256ノズルある。

非常に微小な滴下量といえるので、インクジェットヘッドの位置はできるだけ吐出ばらつきが生じにくい位置を選ぶべきだろう。その位置はドラム軸中心の上部が最適と判断した。他のプリンタでは、インクジェットの位置をドラム軸中心の水平位置(横)とするタイプがあるかもしれないが、どちらが安定するかについては、これまでの多くの経験から「インクは上から下に」落とすことがベストといえる。

■ ドラム式の構成について

「大判フィルム作成(プリント)時間の短縮について」の項でも記述したが、解像度の向上に関する重要項目でもあるので、再度記述する。ドラム式の構成とした根拠は、ドラムとしては1方向に回転するのみなので、フラットベッドタイプで起こる往復ストローク時の機械的なギャップや、往復ストロークするロスがない。

また、インクジェットヘッドはその機能上、非常に高性能部品といえるので、できるだけ激しく動かすことは避けたいのである。この方式だとインクジェットヘッドの移動は最小限ですむ。

回転ムラは、ドラムのサイズが比較的大きいので、そのドラムがフライホイルの役割をしてムラなく回転する。

そしてインクの吐出制御にはパルス制御が必要だが、エンコーダーをドラム軸に取り付け、直接パルスを読み取っている。今回は1パルス0.00024mmの超高性能分解能とした。

また、直接解像度の向上には関係しないが、フラットベッドタイプでは装置のサイズは、フィルムが1200mm×2000mmであるため装置サイズは、おおよそ2000mm×3000mmとなるであろう。回転ドラム式ではドラムサイズがΦ700mm(円周方向で2000mm)で長さが1200mmとなり、装置サイズはフラットベッドタイプに比べると半分のサイズとなる。

■ ドラムのサイズについて、回転するドラム軸上にエンコーダーを取り付けて、パルスを発生させてインクジェットヘッドを制御していることはすでに述べたが、円形であるがゆえに円周率が持っている割り切れない数値について回転を続けていると1回転では微小な誤差が回転が累積されてくると誤差が大きくなる。この誤差をできるだけ少なくする手段として、ドラム外径を決める際に最も累積誤差が少なくなるような外径サイズを採用した。その結果外径サイズはΦ697mmとした。

■ 解像度向上に関係する防振対策として、鉛直・水平振動の両方向に優れた性能を持つタイプの防振装置を採用した。外部からの振動を伝えることを防止する役割もあり効果的である。

結論

インクの加温ユニットの配置、インクジェットヘッドの配置、ドラム式の採用、ドラム径の適

正化、防振対策等の結果、解像度の第一ステップの目標である1,200dpiを有する装置を完成することができた。

2-2 しぼ原版フィルム作成用3次元スキャナーの開発

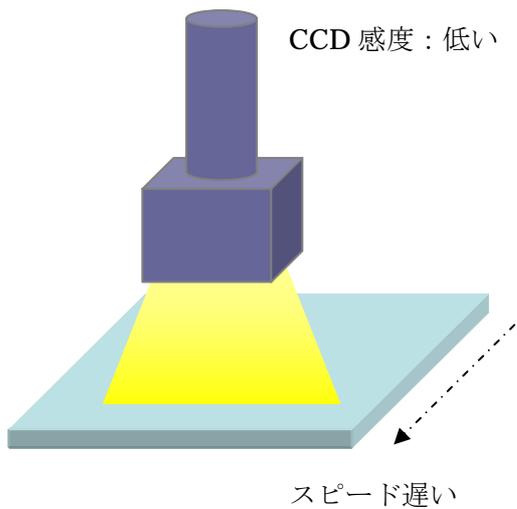
2-2-1 スキャンスピードの高速化

(1) ハード面

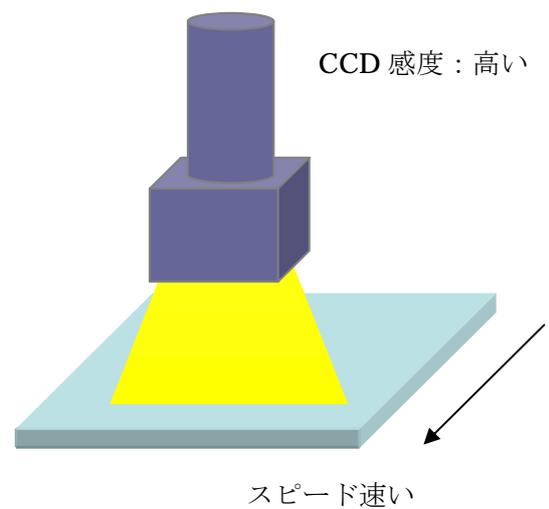
① 高感度 CCD を使用

感度を上げることでスピードアップしても画像取得が可能な設計

(従来タイプ)



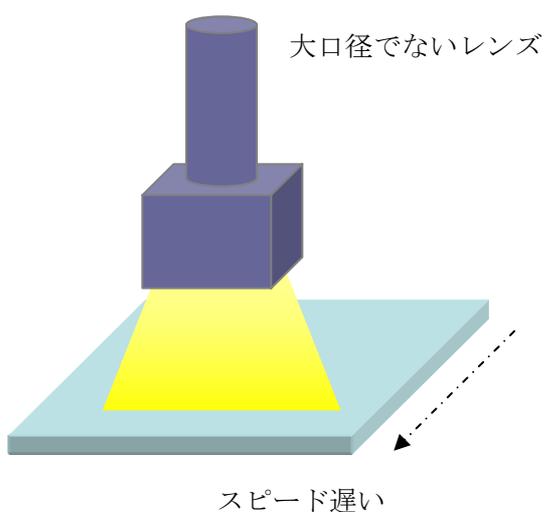
(本研究開発スキャナに使用するタイプ)



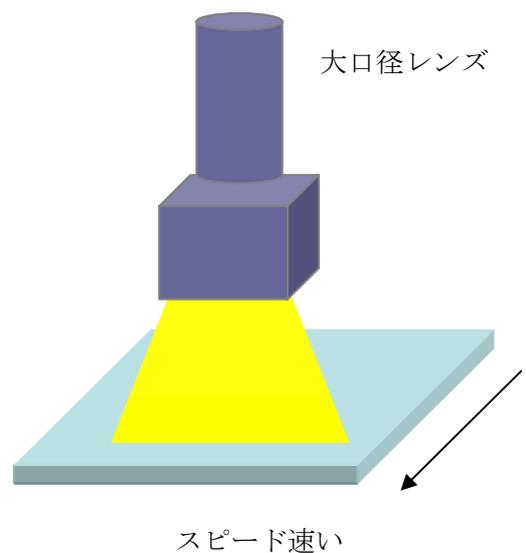
② 大口径レンズを使用

光量をより多く取込むことが出来る為、スピードがあがる。

(従来タイプ)



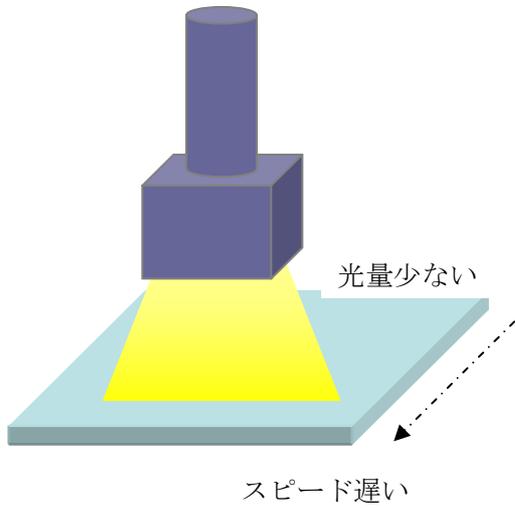
(本研究開発スキャナに使用するタイプ)



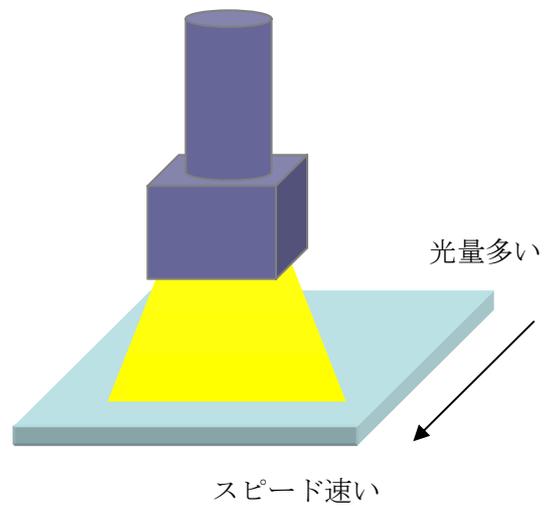
③ 光量のアップ

光量アップでスピードアップ

(従来タイプ)



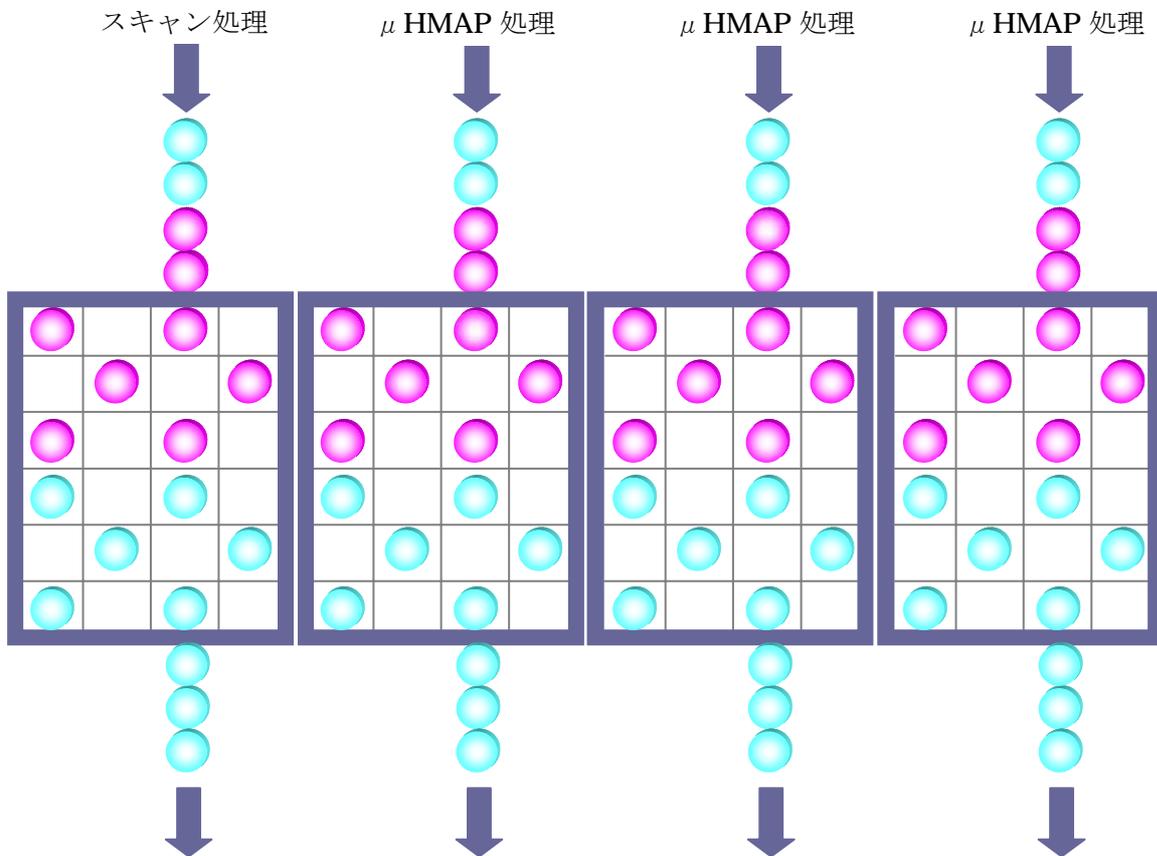
(本研究開発スキャナに使用するタイプ)



(2) ソフト面

① マルチスレット処理に対応

4Core CPUによりスキャンと μ HMAP画像処理(高さ情報作成、階調振分け)を同時進行



② スキャン方法の工夫によりパラレル処理を実現

G社独自ナロースキャン方式のシーケンスの改善により、高さ方向のスライス読取を短冊単位で行いながら、同時に μ HMAP処理を行える構成とした。

結論

以上に示した技術を開発、適応、応用することで本装置においてスキャン時間、A4 サイズで24時間以内を達成することが可能となった。

2-2-2 ハレーション防止機能付加

(1) テストスキャンを実施した。(グレー及び、白黒2階調)

- ・ 使用スキャナ：Scamera Scope (G社所有の他機種)
- ・ 解像度：1600dpi
- ・ ヘッド角度：25度
- ・ 光源：下の画像でいうと画像の上部分からの照射 (左点灯)

考察

テストスキャンの結果シボの側面側がハレーションを起こしてしまいうまく高低差を階調表現できていないことが判明。

原因は光源の照射方向と角度によるものと考えられる。

そこで、光源の当る方向を変えて画像を合成する方法で階調表現可能かの検証を行った。

結論としては、うまく重ね合わせがいかないということと、どうしても、シボの谷の部分が暗い階調として表現できないことが解った。

(2) 導入機種でのスキャンを実施した。(グレー及び、白黒2階調)

- ・ 使用スキャナ：Scamera MID nano WIDE
- ・ 解像度：1440dpi
- ・ ヘッド角度：0度
- ・ 光源：全方向照射
- ・ スキャン方法：ナロー (短冊) スキャン、高さごとのスライススキャン

結論

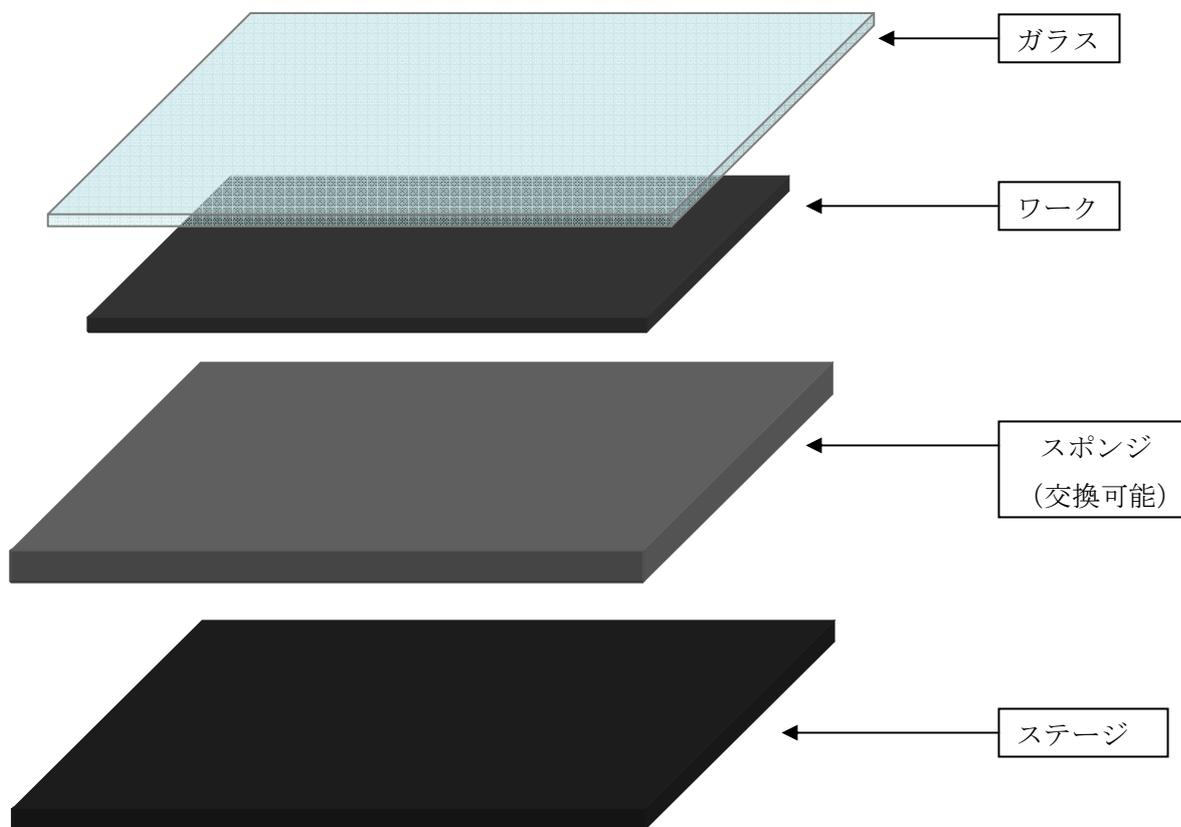
イメージデータとしてではなく、高さ情報を階調に振り分ける、独自の方式、「 μ HMAP」で、ハレーションを防ぎ、シボの高さを忠実に階調に落とし込むことが可能となった。

2-2-3 柄の歪み補正機能の付加 (ソフト面、ハード面)

(1) ハード面

- ① 押さえ機構の工夫 (バラシ図)

スポンジを間に入れることでより均一にガラス裏面（スキャン時基準面）にワークを押し当てる。



(スポンジを 3 種類用意)

ワークの厚みによって押しえ圧を変更可能なように、スポンジを 3 種類用意。

スキャナワークセット箇所の条件：

スキャン可能高さ：5mm

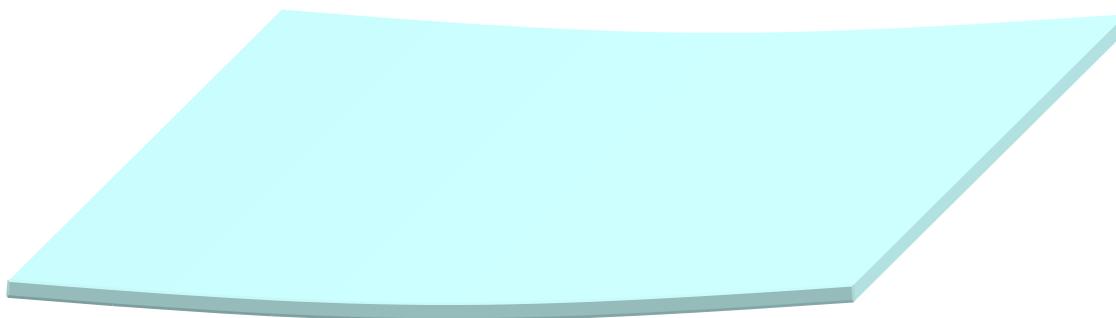
ワークセット可能高さ：10mm

多いワークの高さ：1～2mm

(2) ソフト面

① ガラスキャリブレーション

ガラス自身のたわみを、キャリブレーションデータを基に画像生成時に補正する。



② レンズキャリブレーション

レンズ自身の歪みを、キャリブレーションデータを基に補正する。

レンズ (図は一般的なものの概略図)



③ 全体ムラ軽減処理

最後に原稿全体にあるムラを軽減する処理を行う。

結論

以上の研究開発にて、本開発の3次元スキャナーに柄の歪み補正機能を付加することが可能となった。

第3章 全体総括

3-1 研究開発成果

1-1-5節に、今回の研究開発の具体的な目標を示したが、各目標に対して得られた成果を、以下に列挙する。

(1) しぼ転写用大判フィルムを作成できるプリンターの開発

①プリンターに使用可能なインクの開発

目標値（必要とするインクの性能）；

- ・プリンターのサーマルヘッドに適した性能を有すること
- ・良好な金型への転写性を有すること
- ・フィルム転写作業に対して良好な作業性を有すること
- ・良好な耐食性を有すること

25種類のインクを試験したが、その中から、上記目標をすべてクリアするものが選定できた。しかし、使用温度域が高温域過ぎる、転写作業性に改善必要という結果であり、今後この課題に取り組む。

②大判フィルム作成時間（プリント）時間の短縮

目標値；12枚／日、40分／枚以内。

1200mm×2000mmの大きさのフィルムに1200dpiの解像度で、40分で印字できることを確認した。

③大判フィルムの解像度を高める。

目標値；1,440dpi以上

今回の開発では、1,200dpi初期の目標とし、これを達成した。1,200dpiで実用上は、問題ないが、1,440dpi以上は将来の課題と位置づけたい。

(2) しぼ原版フィルム作成用3次元スキャナーの開発

①スキャンスピードの高速化

目標値；A4サイズのスキャン時間が24時間以内。

上記目標値を達成した。

②ハレーション防止機能の付加

目標値；しぼ原版フィルム作成に使用できるレベルまでのハレーションの抑制

イメージデータとしてではなく、高さ情報を階調に振り分ける、独自の方式、「 μ HMAP」で、ハレーションを防ぎ、シボの高さを忠実に階調に落とし込むことが可能となった。

③柄の歪み補正機能の付加（ソフト面、ハード面）

目標値；しぼ柄を出来る限り忠実に再現するため可能な限り自動補正を行い、任意で手補正可能なシステムを開発する。

ハード、ソフト両面の工夫で、本開発の3次元スキャナーに柄の歪み補正機能を付加することが可能となった。

3-2 研究開発後の事業化展開

自動車メーカー、情報家電メーカーをはじめ、多くのユーザーに開発途中の試作品を提供し、評価を得ることで速やかな事業化とその拡大に努める。

自動車部品の製造方法のなかで一番コストの安いものがインジェクション法によるプラスチック部品作製である。これまでプラスチック部品は他の製造法の部品と比較して外観の高級感に大きな差異があったが、この技術の確立でその差は大きく縮まると考えられる。現在、コスト競争が激化する中、本技術が確立すれば自動車メーカーのインジェクション部品比率は上昇すると予想され、自動車部品のコスト低減に寄与すると考えられる。

また、コスト低減を目的に多くの金型が海外で調達されるようになり、国内では金型の空洞化が進行している。本技術が完成すれば、日本国内でのしぼ加工が優先され、金型の海外流出が抑制されと考えられ、部品作成の海外流出も抑制できると考える。

この報告書には、委託業務の成果として、産業財産権等の対象となる技術情報（未出願又は未公開の産業財産権等又は未公開論文）、ノウハウ等の秘匿情報が含まれているので、通例の取扱いにおいて非公開とする。ただし、行政機関の保有する情報の公開に関する法律（平成11年法律第42号）に基づく情報開示請求の対象の文書となります。



この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。