

電子写真の磁性一成分現像システムにおけるトナー挙動の可視化と分析	
083 落合 由佳	274 三輪 貴俊
<p>複写機やレーザプリンタに用いられる乾式電子写真技術において、感光体上の静電潜像にトナー粒子を付着させる現像プロセスは、高画質化を達成する上で最も重要なプロセスである。白黒機に多用されている、磁性トナーのみを用いる磁性一成分現像方式は、電場・磁場・付着力といった多くの物理現象が複合した複雑な系である。本研究ではこの系におけるトナーの挙動を明らかにするために、実機を模擬した装置を製作し、高速度カメラを用いた観察と、現像された未定着のトナーパイルの形状測定を行った。</p> <p>高速度カメラ撮影で得られた鮮明な映像から、トナーは大小さまざまなチェーン状のクラスターを形成し、AC印加電圧と同期して現像ギャップを往復しながら潜像へと飛翔・衝突し、その一部は破砕して現像ローラ方向へと戻っていることがわかった。</p> <p>また、トナーパイルの形状測定の結果、現像電圧に対して付着量は低電圧域で増加し、0.8 kV以上で一定となった。撮影映像では0.8 kV以上でもトナー飛翔量は増加していることから、これは潜像上に付着するトナーの量に限界があることによると考えられる。また、トナーチェーンの大きさは現像ローラ上の供給トナー厚さに依存し、薄い層ではチェーンは小さくなり飛翔しやすくなる。したがって、供給トナーが薄ければ、トナーパイルの凹凸は小さくなり、潜像の外側へと散るトナーが増加した。なおAC電圧と印刷速度は、トナーパイル形状にほとんど影響及ぼさなかった。</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

静電粒子コンベヤを用いた電子写真の新しい現像方式	
278 村上 樹司	281 望月 一希
<p>これまでわれわれは、静電気を利用して微粒子の搬送を行う静電コンベヤの研究を行ってきた。このコンベヤによって形成される進行波電界により、トナーはクラウド状になって搬送される。電子写真システムの一成分現像方式において、感光体へのトナーの転送方法を従来のマグネトロールによる現像からこの静電コンベヤによる現像に置き換えることによって、新しい非磁性一成分非接触の現像方式を構築した。非磁性トナーを用いることができるためカラー化や高画質化が可能になり、さらに磁気ロールの除去による駆動負荷の低減や装置の簡易化などが期待できる。本研究では模擬現像装置を製作し、現像ギャップをパラメータとして現像実験を行った。さらに現像場の電界計算、高速度カメラ撮影によりトナーの挙動を観測した。実験より得られた知見は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) トナークラウド高さはコンベヤによる搬送距離が長くなるにつれ高くなる。 (2) 小現像ギャップでは逆帯電トナーによる地カブリが生じやすく、現像ギャップをクラウド高さより大きくすることにより、地カブリのない正確な現像が可能となる。 (3) トナーパイルの平均高さは潜像電位とともに高くなり、潜像電位が一定値を超えると平均高さ 30 μm 程度で飽和する。 (4) 静電コンベヤ現像方式ではトナーの飛翔は電界に依存するため、縁端電界の影響により像のエッジ細りが生じやすい。 <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	進行波電界を利用した月面ダストクリーニング機構の開発
162 白井 啓太	
<p>現在，月探査に関する研究開発が世界中で行われている．しかし，月探査を行うにあたって，月面ダストとよばれる微小な粒子が，探査機のソーラパネルやレンズに堆積するという問題がある．そこで本研究では，月面ダストの除去を目的として，進行波電界とよばれる静電力により粒子が搬送される機構を作成した．ここで月面ダストの入手は困難なため，成分や粒度分布を再現した月模擬砂を使用した．そして，粒子除去の基礎特性を把握するため，粒子の特性調査，搬送形態の観察，基板上に残留した粒子の評価を行った．さらに，除去性能の向上のため，超音波振動子を利用して基板を振動させながら粒子除去を行った．本研究により得られた知見は以下のとおりである．</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 月模擬砂の除去割合は，高電圧，低周波数において高い値となるが，4 割程度の粒子が基板上に残留する． (2) 超音波振動子を使用して基板を振動させることで，粒子の除去割合が 9 割程度まで向上する．また，振動子の出力周波数が大きくなるほど，基板に残留した粒子は小さくなる． (3) 粒子除去を連続的に行っても基板上の粒子堆積量は一定以上増えない．その際の基板に対する光の透過率は，粒子が堆積していない状態に比べて 8 割程度であった． <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	静電インクジェット現象を利用した微細回路描画
265 丸尾 清仁	
<p>電圧を印加することで液体針電極から微小液滴を分離させ静電吸引する静電インクジェットとよばれる現象がある．静電インクジェット現象は高粘度の液体吐出が可能であり，電気回路の作成に利用することで，基板上に回路を直接描画しマスクを使用せずに電気回路が作成できる．昨年度の研究では，幅 95 μm のラインを実現したが通電せず，幅 180 μm 程度の電気回路を作成するにとどまった．本研究では，より微細なライン描画を実現する一方で通電性を向上させ，微細な電気回路を作成することを目的として吐出実験を行った．微細化を目的とした実験ではノズルの形状を変更し，通電性の向上を目的とした実験では積層描画を行った．また，静電インクジェット現象の特長を利用して高濃度・高粘度の導電性ペーストの吐出を行った．得られた知見は以下の通りである．</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) キャピラリーチューブ内にニードルを挿入したノズルを使用し，幅 69 μm のライン描画を実現した． (2) 外径の小さなテーパ状のノズルを使用し，幅 45 μm のライン描画を実現した． (3) 積層描画によりペーストの銀粒子の量を増加させ，描画したラインの通電を確認した．10 回積層描画によるライン幅は 1 回描画のライン幅に比べ 1.5 倍程度であった． (4) 高濃度・高粘度の銀ペーストを直流電圧で吐出し，25 μm の微細なラインと 126 μm の通電するラインを実現した． <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	静電インクジェット現象を利用したマイクロ3次元造形
	290 山口 識史
	<p>近年,設計用試作模型を短時間で作成するラピッドプロトタイプング技術が精密な3次元造形に利用できるとして注目を集めている.そこで,われわれは静電インクジェット現象を利用したマイクロ3次元造形法の研究を行っている.静電インクジェット現象では液体を満たしたノズルに電圧を印加することにより液滴を吐出するため,装置の小型化と工程の簡易化が期待される.さらに,ピエゾや熱による方式に比べ,粘度の高い液滴を吐出可能であることから,扱えるインクの多様性に富むため,さまざまな物性の構造物を獲得できる.本研究では吐出するインクとして,溶解したポリスチレンにアルミナ粒子を分散させたサスペンションを合成した.それを用いて微細なドットを描画できる条件を検討し,積層を行った.また,積層を行う際に,液材が乾燥する前に次の積層を行ってしまうと液滴同士の合一の影響で構造物が崩れてしまうことが懸念される.そのために基板を加熱することで乾燥を促進する機構を検討した.本研究で得られた成果は以下の通りである.</p> <p>(1) 電極間ギャップ 1.0 mm において電圧 2.0 kV 程度を印加することで微細な液滴を DOD で吐出できることがわかった.</p> <p>(2) 加熱基板を用いることで積層回数 200 回において高さ 216.9 μm,幅 100.0 μm の 3 次元構造物を製作できた.積層回数を増やしてもライン幅がほぼ増加せず,精密な構造物を製作できることがわかった.</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

	静電インクジェット現象を利用したマイクロ成膜
	235 原 慎孝
	<p>複写機の感光体ドラムの製造における感光体の塗布方法としては,ディップ塗布が主流である.しかし装置が大掛かりになるため,成膜されるわずかな塗布量に対し大量の塗液が必要であり,溶剤の大気放出や塗液の廃棄など環境上問題がある.これに対し,印加電圧の制御のみで液体の吐出を精密に制御でき,吐出形態を液滴状や微小な霧状に変化させることができる静電インクジェット現象を成膜技術に応用することを考えた.静電インクジェット現象では小型で簡単な機構を用いるため余分な塗液を削減でき,コストや環境負荷を抑えることができる.そこで本研究では感光体ドラムの CGL(電荷発生層),CTL(電荷輸送層)各層を,霧状吐出を利用して成膜することを目的とし,静電インクジェット現象における霧状吐出の条件の把握,および CG 液,CT 液の吐出実験を行った.本研究により得られた知見は以下のとおりである.</p> <p>(1) 静電インクジェット現象における霧状吐出は液体の導電率の影響が大きい.</p> <p>(2) 印加電圧と電極間距離の制御により CG 液の霧状吐出が実現できた.これにより均一な膜を作成できた.</p> <p>(3) ノズル形状の改良により CT 液の霧状吐出が実現できた.</p> <p>(4) 微細な描画にはチューブ内にタングステン挿入したノズルが適し,広範囲への塗布には穴あき平板電極を用いた吐出機構が有効である.</p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>

	静電力を利用した粒子のマニピュレータ
260 松井 雄大	
<p> 近年，急速に小型化が進んでいる電子部品や機械部品の実装・組み立てに際し，微小粒子を対象としたハンドリング技術が必要とされている．そこで，われわれは微小粒子を一粒ずつ操作できる静電マニピュレータの開発を目的として，双極子プローブとイオン風分離機構の研究を行ってきた．昨年度の研究では，双極子プローブの性能を把握するために吸引力を算出し，実験値と計算値を定量的に一致させた．本研究では，この結果の妥当性を検証するために粒子追跡手法(PTV)を用いて，吸引力の再計算を行った．また，イオン風分離機構には，空気中以外の環境ではイオン風が発生しない，直径 100 μm 以下の粒子を 1 粒ずつ操作できない，粒子に接触させて操作するため粒子を傷つける，という問題がある．そこで本研究では，空気中以外でも粒子を操作できる振動分離機構と直径 100 μm 以下の粒子でも一粒ずつ操作できる同軸型のイオン風分離機構を作成し，粒子の操作実験を行った．さらに，これまで作成した静電マニピュレータよりも，粒子を傷つけにくい浮遊操作機構を作成し，浮遊条件を検討した上で粒子の操作実験を行った．以下に本研究で得られた知見を示す． </p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 双極子プローブの吸引力を再計算し，昨年度の結果が妥当であることを実証した． (2) 振動分離機構を用いて，油中においても直径 100 ~ 1,000 μm の粒子を操作できる． (3) 同軸型プローブを用いて，直径 20 ~ 400 μm の粒子を操作可能である． (4) 浮遊操作機構を用いて，粒子の浮遊操作が実現可能であることを示した． <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

	磁性ナノ粒子を封入したゲルビーズのマニピュレーションとパターン形成 -再生医療への応用をめざして-
050 大門 翔	
<p> 近年，再生医療工学の分野において，生体組織の 3 次元微細創成が注目されている．これまで，生細胞から生体組織や臓器を作る研究(ティッシュエンジニアリング)が行われてきたが，血管や重要器官などの 3 次元組織の構築には至っていない．そこで，本研究ではそれらの 3 次元組織の構築を目指し，模擬細胞であるゲルビーズの個別操作とパターン形成を行った．ゲルビーズとは，磁性ナノ粒子をアルギン酸に封入したマイクロカプセルである．まず，粒子を個別に操作するための磁性マニピュレータを作成し，直径 40 ~ 500 μm の磁性粒子の操作が可能であることを実証した．しかし，このマニピュレータでは，粒子とマニピュレータ間の付着力や残留磁化の影響により，直径 100 μm 以下の粒子の分離が困難であった．そこで，コロナ放電時に発生するイオンを伴う空気流を利用し，粒子を分離する機能をマニピュレータに備えた．つぎに，ゲルビーズのパターン形成を目的として，磁界中でゲルビーズをチェーン状に堆積させ，その特性を把握した．また，磁性粒子同士が磁気相互作用力により引き付け合う特性を利用して，2 次元パターン上に目的とするチェーンを形成できることを実証した．また，3 次元組織を構築するためには，チェーン高さが不足していたため，外部磁場を発生させることで，パターン上に形成したチェーンの高層化を図った． </p> <p style="text-align: right;">(指導教員 川本 広行)</p>	

プラズマアクチュエータの基礎特性

282 茂手木 皇希

近年，放電場による流体制御の研究が広く行われている．中でもわれわれはマイクロ流体制御装置への応用を目指し，誘電体バリア放電を用いたプラズマアクチュエータの研究を行ってきた．プラズマアクチュエータは2枚の電極とその間に挟まれた誘電体により構成される．送風面の電極は気流にさらされ，もう一方の電極は絶縁体で表面がコーティングされており，電界に差異を生じさせている．この電極間に高圧の交流電圧を印加することにより，送風面の電極と誘電体の間で放電を生じ，この放電現象により境界付近に誘起流れを生じる．本研究では，これまで報告のなかった低周波数域(10～1,000 Hz)における基礎特性について把握するとともに，PIVによる画像解析により，送風時の挙動の可視化と風速の測定を行った．また，発生するオゾン濃度を測定することにより環境適性の検討も行った．さらに応用として複列配置による送風性能の変化を検証するとともに，環形および矩形局所送風機構を試作し，その特性について調査を行った．以下に本研究で得られた知見を示す．

- (1) 100～1,000 Hz の低周波数域の送風が確認された．
- (2) オゾン濃度は電圧間ギャップに依存せず周波数が高くなるほど濃度が高くなる．
- (3) 複列に配置した場合，配置したプラズマアクチュエータ間距離の影響によりイオンに働く電界が干渉しあい送風を妨げる．
- (4) 送風範囲は電極から 20 mm 程度と狭い．

(指導教員 川本 広行)