

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「微細ボールバンプ形成技術及びバンピングシステムの開発」

研究開発成果等報告書

平成22年 3月

委託者 中部経済産業局

委託先 財団法人ソフトピアジャパン

目 次

第1章 研究開発の概要	3
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標	3
1-2 研究体制	5
1-3 成果の概要	7
1-4 当該研究開発のプロジェクト連絡窓口	8
第2章 微小半田ボールの静電吸着配列技術の研究開発	9
2-1 現像パラメータの調査	9
2-2 試作装置の設計・製作	9
2-3 機能試作装置の評価・パラメータの最適化及び課題抽出	11
2-4 電場シミュレーション解析による飛翔理論の解明	15
第3章 基板電極部へのボール転写技術の研究開発	19
3-1 インクジェット機能試作装置の設計・製作	19
3-2 機能試作装置の評価・パラメータの最適化	19
第4章 全体総括	21
4-1 成果の総括	21
4-2 事業化に向けた取り組み	21

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

本研究は、特に小型化、高機能化、差別化を図っているデジタルテレビ、デジタルカメラ等に代表されるデジタル家電に関する川下製造業者の抱える課題・ニーズに応えるものであり、開発スピードとコスト低減により、我が国が国際的に優位なパッケージ開発市場において、IT技術の進歩に多大なる貢献を果たすものである。

具体的には、これまで必要であったマスクを一切使わず、電子写真、つまり俗に言うレーザープリンタの技術を応用し、プリンタトナー（着色微粒子）と記録紙（プリンタ用紙）の関係を「半田ボール（導電体粒子）」と「基板」に置き換えることによって、プリンタで文字や絵を描くごとく、半田ボールを基板上に、自由な配置でレイアウトすることを可能とする、今後、益々激化するファインピッチ化に対応する新たなバンプ成形技術及びシステムを確立、本研究により、パッケージ開発における製造プロセスの簡略化とリードタイムの短縮化に大きく貢献する。

従来技術の課題	新技術の特徴
・マスクの精度維持困難、製造コスト大	・ランニングコスト低減
・200 μm 以下のファインピッチ化困難	・200 μm 以下のファインピッチ化に有利
・100 μm 以下のボール吸着 \uparrow 増大	・高生産性・小設置スペース

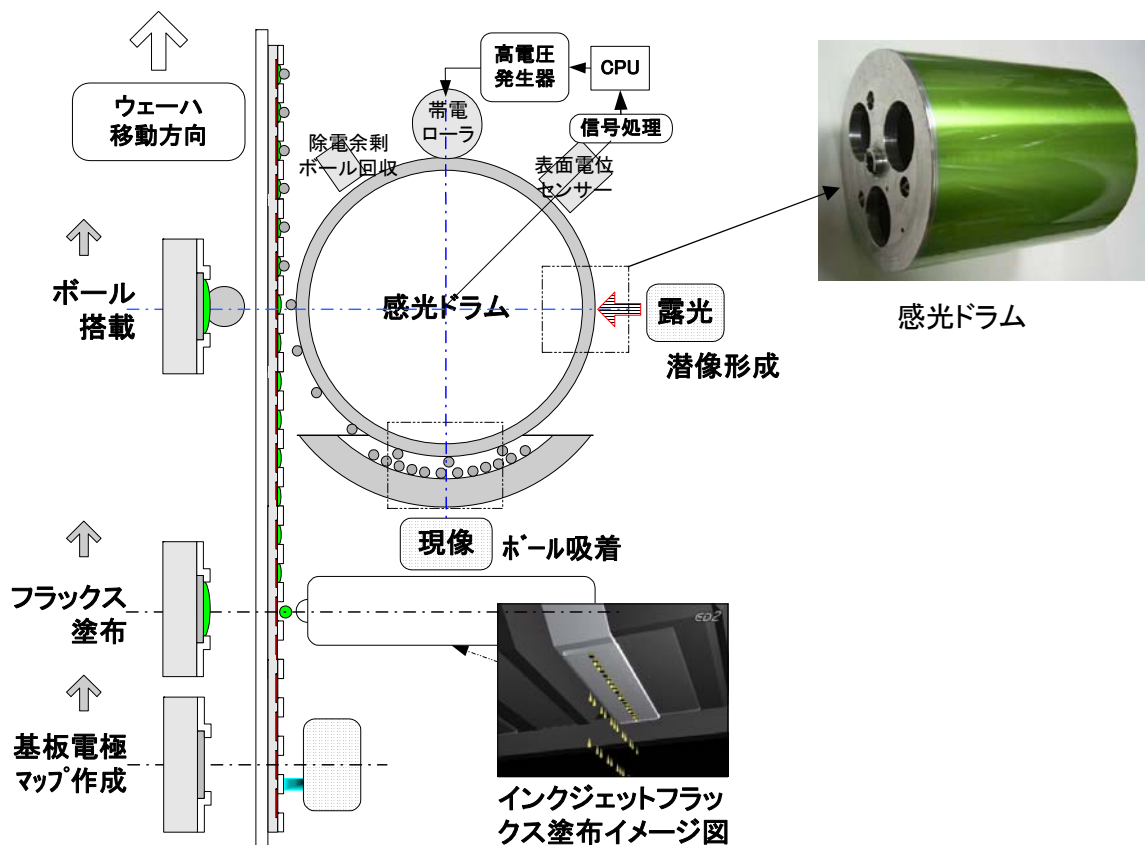
マスクを使った従来型の方法では困難であったバンプ形成のファインピッチ化を実現するため、本研究ではマスクを一切使うことなく基板上に半田ボールを搭載する方法について検討を行う。本方法ではレーザープリンタ技術を応用し、プリンタトナーを微小半田ボールに置き換え、円筒感光ドラムを半田ボール搭載マスクとして機能させたバンプ形成装置を開発する。

そのためにまず、円筒感光ドラム上に静電潜像を形成し、その像に半田ボールを静電吸着させ、確実に高精度で配列搭載する技術の検討を行う。具体的には、現像ローラ材料の選定、現像バイアスや現像ギャップ等の実験を行い、高精度な潜像吸着のための半田ボールの飛翔メカニズムの解明と、配列精度阻害、脱落、ダブル吸着等の要因の究明を行う。得られた実験結果により感光体の均一な帯電とシャープな潜像を描くメカニズムを構築しボールの配列パターンを制御する方法を確立する。

次に、半田ボールの基板電極部への転写技術の確立を目指す。フラックスとインクジェット

ノズルの吐出安定性と持続性等の相性実験、フラックス分量による濡れ性と帯電の関係調査等により、最適なフラックス材料とノズル形状等の選定を行った上で、滴下量の調整が可能なフラックス塗布手法と、フラックスの粘着力によりドラム上の半田ボールを離脱させ、フラックス上に接着させる手法について検討し、転写技術の基本技術の確立と実証を行う。

最終的に、これら全ての技術を実装した試作装置を開発し、その性能を検証する。



本研究の概念図

本研究の各テーマ及び技術的目標値は、以下のとおりである。

【1】微小半田ボールの静電吸着配列技術の研究開発

- ・静電吸着法によるマスクレスボール配列搭載技術を確立し実用化を図る。
- ・対象の半田ボール径は $\Phi 100 \mu\text{m} \sim 60 \mu\text{m}$ 、最小ピッチ寸法をボール径の2倍程度とする。

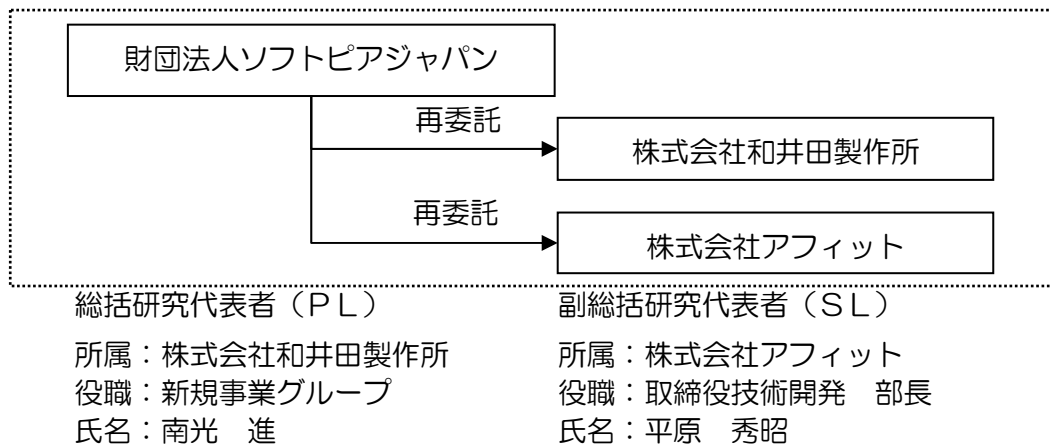
【2】基板電極部へのボール転写技術の研究開発

- ・インクジェット法によるフラックス塗布技術を確立し実用化を図る。
- ・フラックス滴下量を50pl単位で調整可能とする。
- ・静電吸着配列したボールを基板電極部への転写技術を確立し実用化を図る。

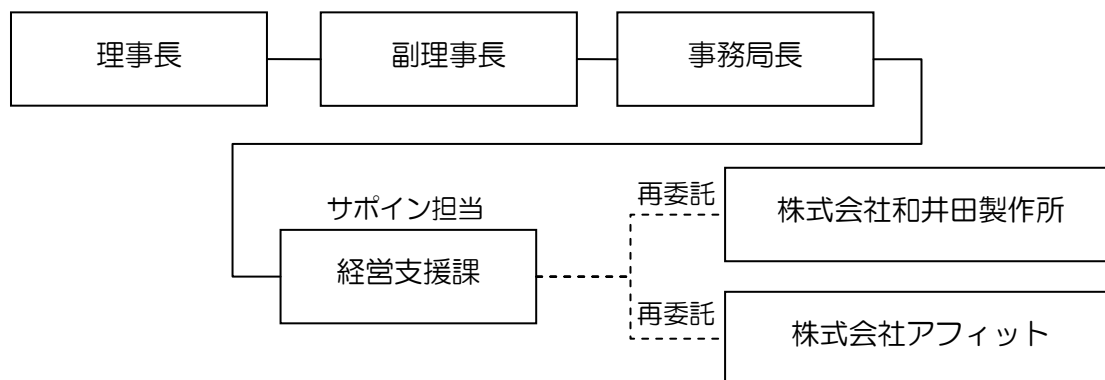
1-2 研究体制

1) 研究組織及び管理体制

◆研究組織（全体）

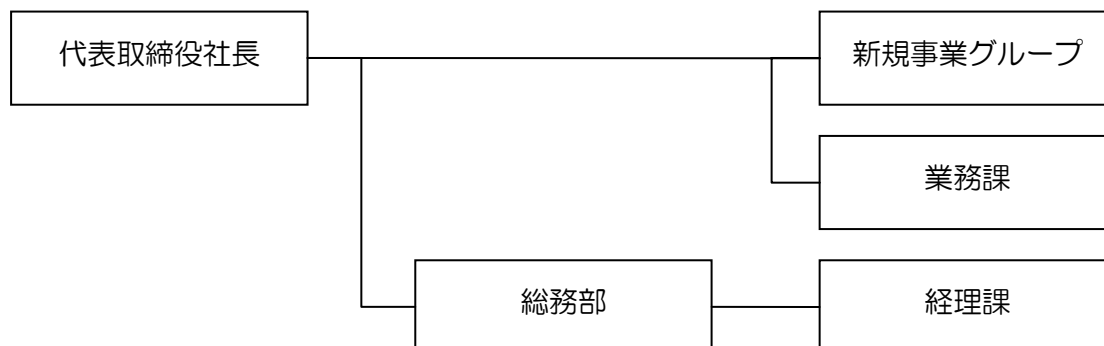


◆事業管理者：財団法人ソフトピアジャパン

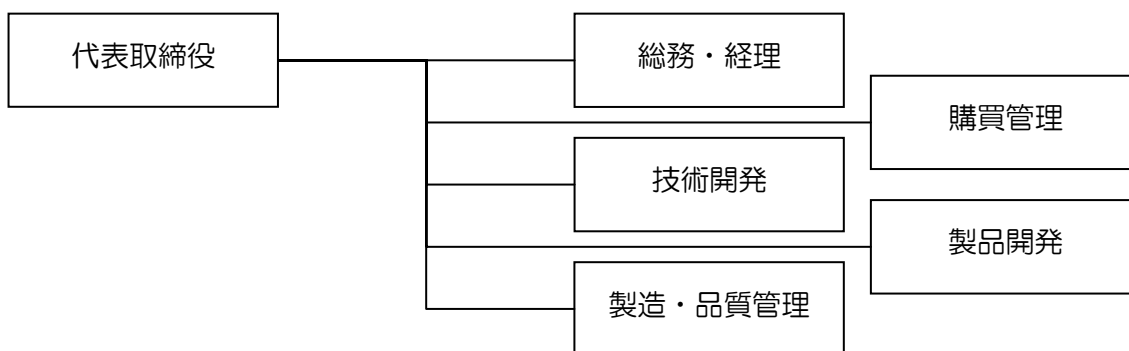


◆再委託先

株式会社和井田製作所

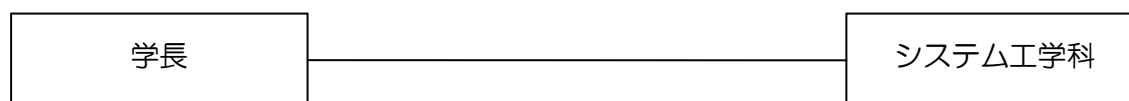


株式会社アフィット



◆アドバイザー

日本工業大学



◆管理員及び研究員

【事業管理者】 財団法人ソフトピアジャパン

管理員

氏 名	所 属 ・ 役 職
太田 秀昭	経営支援課 課長
末松 紀昭	経営支援課 経営支援第1担当 チーフ
種田 智哲	経営支援課 経営支援第1担当 業務専門員
松波 隆明	経営支援課 経営支援第1担当 主査

【再委託先】 ※研究員のみ

株式会社和井田製作所

氏 名	所 属 ・ 役 職
南光 進	新規事業グループ

株式会社アフィット

氏 名	所 属 ・ 役 職
平原 秀昭	技術開発・部長
山岸 則夫	技術開発・次長
越川 城大	技術開発・主任
宮澤 富士夫	製品開発・課長
笹原 直志	製品開発・主任
渡辺 信太郎	製品開発・主任
岸野 将幸	製品開発・主任

1-3 成果の概要

電子写真における現像プロセスを応用し、トナーの代わりに半田ボールの画像を描くことでバンプを形成するものである。現像プロセスは、静電気力により感光体上の静電潜像にトナーを蓄積するものである。

本研究では、その静電潜像に半田ボールを静電気力で付けその後基板上のバンプ形成箇所である電極パッドに半田ボールを移す（転写）するものである。電子写真のプリンターでは、5～10 μm 程度のトナー粒子を静電潜像に複数個（その個数は定量的ではない）付着させているが、本研究では、その潜像に半田ボール（対象ボール径 $\Phi 100\mu\text{m}$ ～ $\Phi 60\mu\text{m}$ ）を1個ずつ付着させる現像プロセスを開発した。

開発当初、感光体上での半田ボール配列に於いて、静電潜像に半田ボールが付着していない現象「ヌケ」、潜像以外の背景に付着する現象「カブリ」、そして潜像に付着している半田ボールに、他の半田ボールがくっつく現象「二個付き」といった不具合が発生し、その対策に苦慮した。

不具合発生の原因究明に当たり、半田ボールの現像過程を高速度カメラによるスローモーション映像の観察と電場シミュレーション解析の両面からその対策を行い、不具合の発生原因を突き止め、電子写真技術で半田バンプ形成を可能にした。

基板の電極パッドには予めフラックスを塗布しておくことにより感光体上位配列された半田ボールを転写時の位置固定剤として機能させるが、その塗布量は半田ボールのサイズに合わせ必要最小限にとどめるべく、インクジェット方式にて電極パッド上にのみフラックスを塗布することを可能にした。

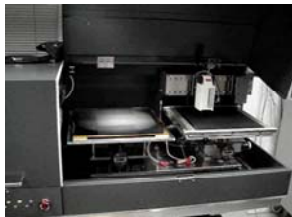
H19年度			H20年度				H21年度			
8-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3

・電子写真の原理を半田ボール搭載に適用する技術検討・実験。
 ・ボールの静電配列機能試作装置の設計・製作。
 ・リフロー実験用加熱炉導入し、ボール搭載の許容精度確認。

・ボール搭載装置による静電配列の可能性確認及び実用化に向け課題抽出。
 ・静電配列の不具合因子の究明、対策案検討。
 ・インクジェット式フラックス塗布機能試作装置設計・製作及び吐出パラメータの最適化。
 ・開口電極方式、静電吸着リペア機構の検討並びに実験機の設計・製作及び実験評価

・静電配列不具合の発生原因追及び対策案実証確認の為、高速度カメラによるボールの飛翔実態監察及び、電場解析シミュレーション解析の両面から不具合対策実施。
 ・市販フラックスのインクジェットへの適用条件並びに安定吐出維持に必要な諸条件の検討実施。

パンブ形成装置



フラックス塗布装置



ボール飛翔監察装置

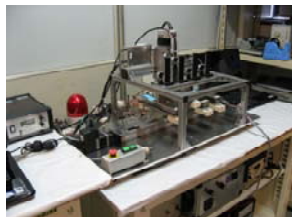


図1-1 研究経緯並びに各年度の成果

1-4 当該研究開発のプロジェクト連絡窓口

事業管理者

- ・財団法人ソフトピアジャパン

経営支援課 経営支援第1担当 業務専門員 種田 智哲 TEL 0584-77-1177

研究者

- ・株式会社和井田製作所 新規事業グループ 南光 進 TEL 03-3591-2447

- ・株式会社アフィット 研究開発部長 平原 秀昭 TEL 042-581-5481

第2章 微小半田ボールの静電吸着配列技術の研究開発

2-1 現像パラメータの調査

配列装置の設計に先立ち、現像ローラ材料、現像バイアス、現像ギャップ等、現像を制御するパラメータを実験調査し、装置設計上の基礎データを収集した。

2-2 試作装置の設計・製作

事前調査で求めた設計データを基に、静電気力による感光体への半田ボール配列機構の実証確認を目的とした試作装置の基本仕様（表2-1）を基に、設計し、製作した。表2-1に基本仕様、図2-1に装置の基本構成図、図2-2、2-3に装置外観を示す。

表2-1 バンプ形成装置（感光・現像部設計仕様）

No	項目	パラメータ	設定値	条件
1	感光体	感度	025±05 ($\mu\text{J}/\text{cm}^2$)	$V_0 = -700\text{V}$
		暗減衰	80% 以上	10秒後の保持力
		帯電電位	-700V~-800V	(高圧電源・Grid電圧設定)
		露光電位	-100V以下	露光光量 $1\mu\text{J}/\text{cm}^2$
2	高圧電源	出力電流調整範囲	-300 μA ~-800 μA (表面電位-700V~-800V設定可)	TANZAKU用高圧電源・Grid基板使用
3	Grid基板	Grid電圧	-560V~-750V	
4	高圧電源	出力電圧調整範囲	-500V~1,500V	
5	現像バイアス	DCバイアス	-300V~-1,000V	トレック社製高圧電源使用
		ACバイアス	p-p300V~p-p800V	
		AC周波数	100Hz~	
6	LEDヘッド 200dpi	露光量	0~2 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$	LEDヘッド、Duty0-2%可変

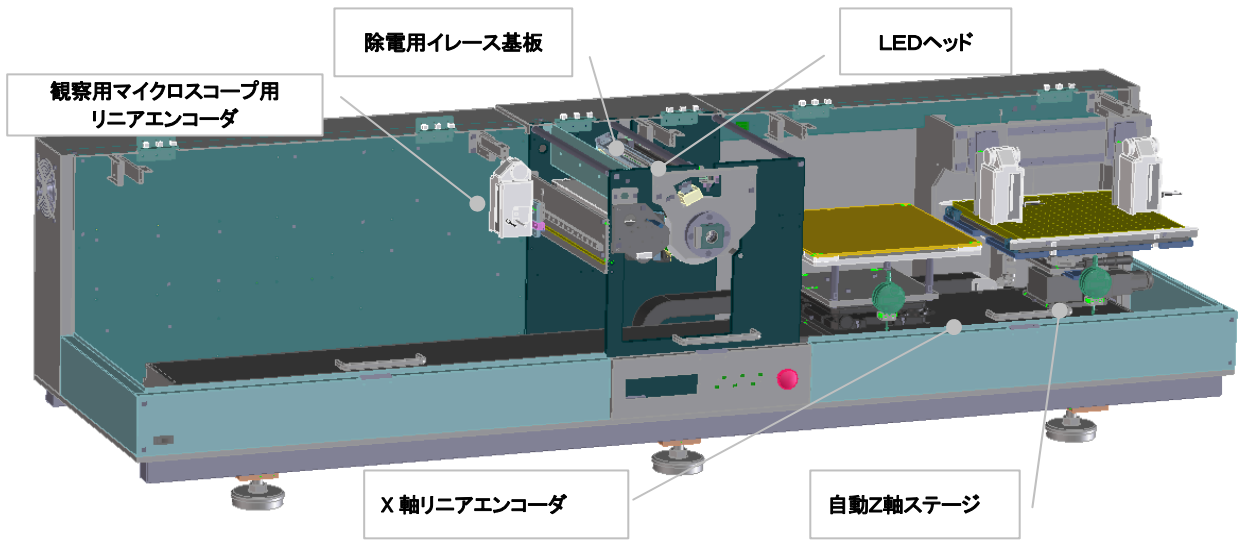
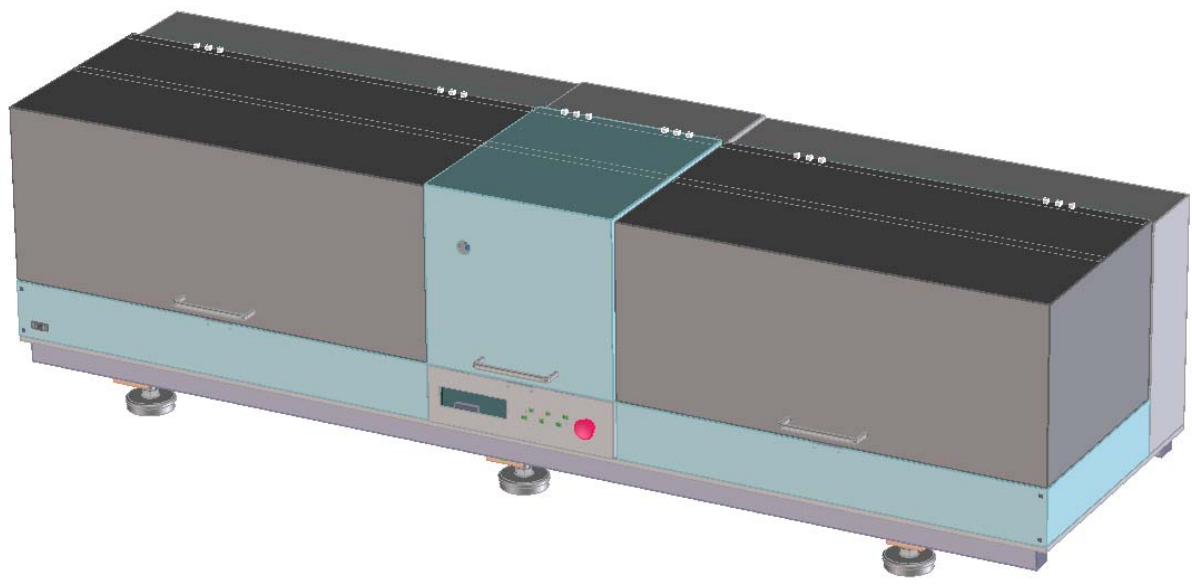


図2-1 装置の基本構成



図2-2 試作装置外観



図2-3 試作装置内部

2-3 機能試作装置の評価、パラメータの最適化及び課題の抽出

従来の技術では、導電性の粒子を個別に配列する技術はなく、a) 半田ボールを円筒感光ドラムの感光体表面に任意のピッチで整然と配列する静電吸着（現像）に関する制御パラメータの選定（現像条件の抽出）、b) ドラム上に配列された半田ボールを基板（シリコンウェハ、PCB）の所定の電極部に移す（転写する）ための最適パラメータの選定（転写条件の抽出）を行い、本研究の目標値を達成するための条件、並びに課題を明らかにした。

1) 背景

プリンターと本研究の目的である半田ボールのマウンターとの根本的な違いを図2-4、2-5に示す。図2-4にプリンターの概念を示す。プリンターの描画は、図中に示す如く平均粒子径5～10 μm 程度のトナーを積み重ねた状態で所定の箇所に静電吸着させるもので、例えば図中の赤い点（カブリ）で示す如く所定の場所以外の所についても特に問題とならない。また吸着量においても少々の増減は同じく問題とならない。

ところが、マウンターに於いては、図2-5に示す如く所定の位置に1個の半田ボールを付け、カブリに相当する余剰な半田ボールの吸着はあってはならないものである。

次に、電子写真法による金属粒子（半田ボール）の現像（静電吸着配列）に関わる制御パラメータを図2-6に示す。半田ボールの帯電量、感光体表面電位、潜像電位及び画像パターン、現像バイアス電位、現像ギャップ等を半田ボールの配列条件として最適な値を見出すことが本研究の主たる業務となる。

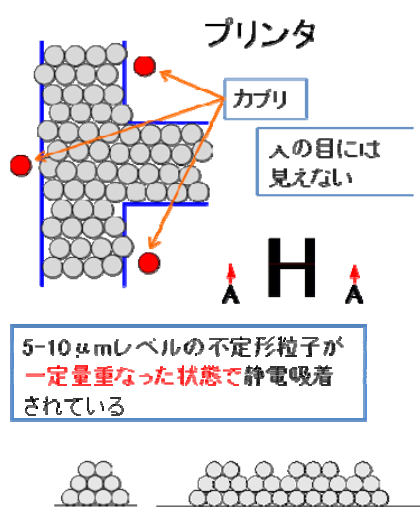


図2-4 トナーの吸着形態

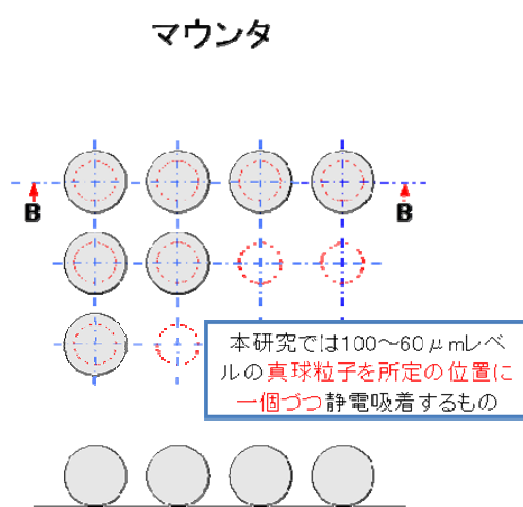


図2-5 半田ボールの吸着形態

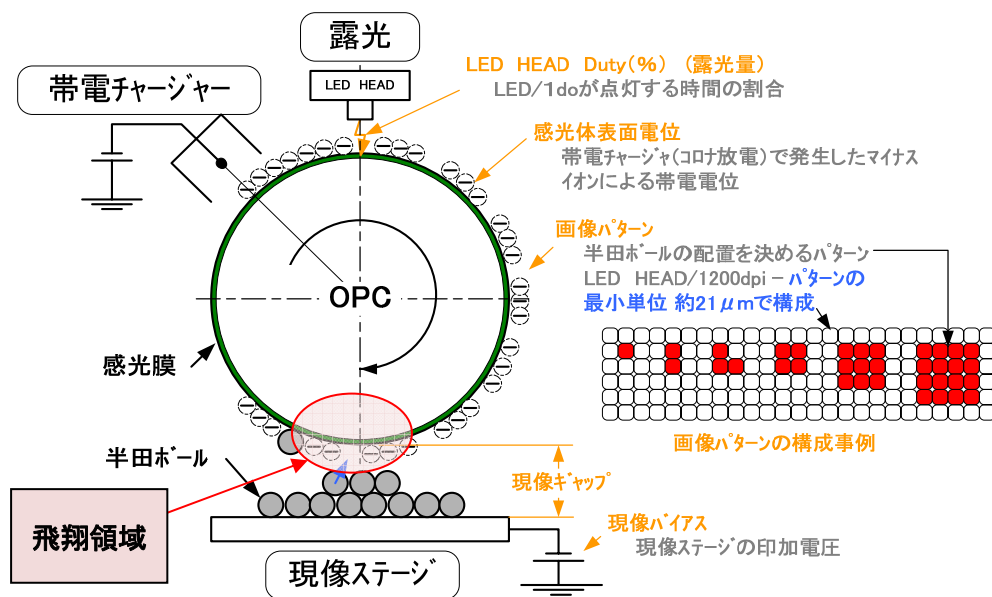


図2-6 現像パラメータ

2) 課題

感光体上での静電配列に於いて、図2-7に示す半田ボールの「カブリ」、「ヌケ」、「二個付き」等の不具合が生じた。

「ヌケ」とは、所定の場所に半田ボールが付いていない、「カブリ」は、所定の場所以外の所に半田ボールが付いてしまう、そして「二個付き」は、所定の場所に半田ボールが複数個、多くは二個付いてしまうといった現象を言う。

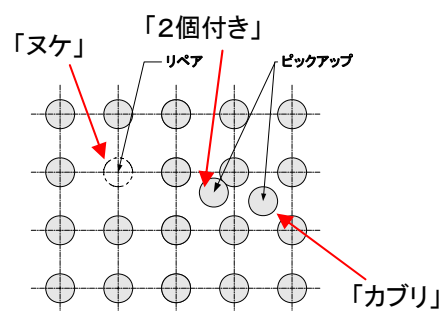


図2-7 配列欠陥

半田ボールの静電配列における「カブリ」、「二個付き」、そして「ヌケ」といった不具合の原因を詳細に分析すると同時に、実際の半田ボール飛翔の様子を目視観察することにより、これらの不具合の発生するメカニズムを明らかにする目的で、半田ボールの飛翔観察装置を製作した。

3) 半田ボール飛翔観察装置

図2-8に目視可能となった半田ボールの飛翔の様子を示す。図2-9及び図2-10に観察装置の外観を示す。

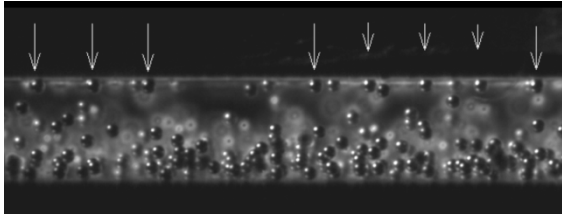


図2-8 半田ボールの飛翔の様子

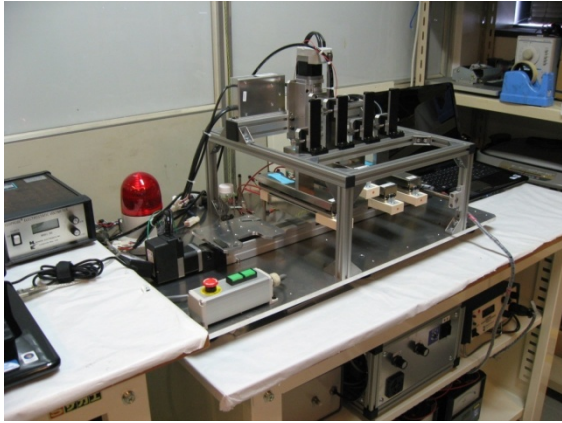


図2-9 半田ボール飛翔観察装置（潜像形成部）

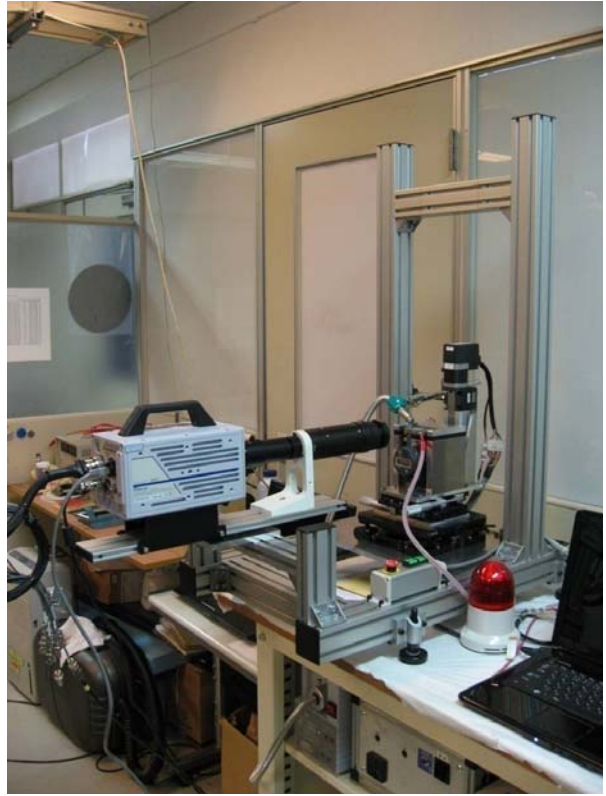


図2-10 半田ボール飛翔観察装置（観察部）

実際に半田ボールを静電吸着させる円筒感光ドラム表面の感光膜は、光の当たる通常的环境下で半田ボールを吸着させる潜像を維持することができないため、感光膜と同じ働きをし、同時に飛翔の様子を容易に観察できる現像装置（半田ボールを静電吸着させる装置 図 2-9、2-10）を完成した。

更に半田ボールは 200~300 μm の間隔の狭い領域で、しかも高速度で飛翔している為、目で見る事ができない。よって、高倍率の高速度カメラで飛翔の実態を録画撮影し、録画映像を見ることで半田ボールの飛翔実態を知ることとした。観察装置は、真上と真横の両方向から観察できるよう考慮した。

4) 半田ボール飛翔観察用現像装置の概要

図 2-11 に潜像装置の概要を示す。図 2-11 「■現像装置構成（略図）」に示すように上下二枚の平行電極で構成し、上部電極が感光ドラムに相当し、その電極の表面（図では下面）に感光膜に相当する誘電体膜が貼り付けられている。誘電体膜にはメタルマスクを介してボールを静電吸着させる潜像を形成し、半田ボール飛翔、静電吸着プロセスを自動処理できる機能を有している。

この装置を、前述の観察部に装着し、真横、つまり、装置略図に示す方向からと、真上、紙面の上方よりの両面から観察することにより半田ボールの飛翔実態をつかんだ。尚、上部電極には透明な電極を用い、透明な誘電体膜と合せ、上部からの観察を可能としている。

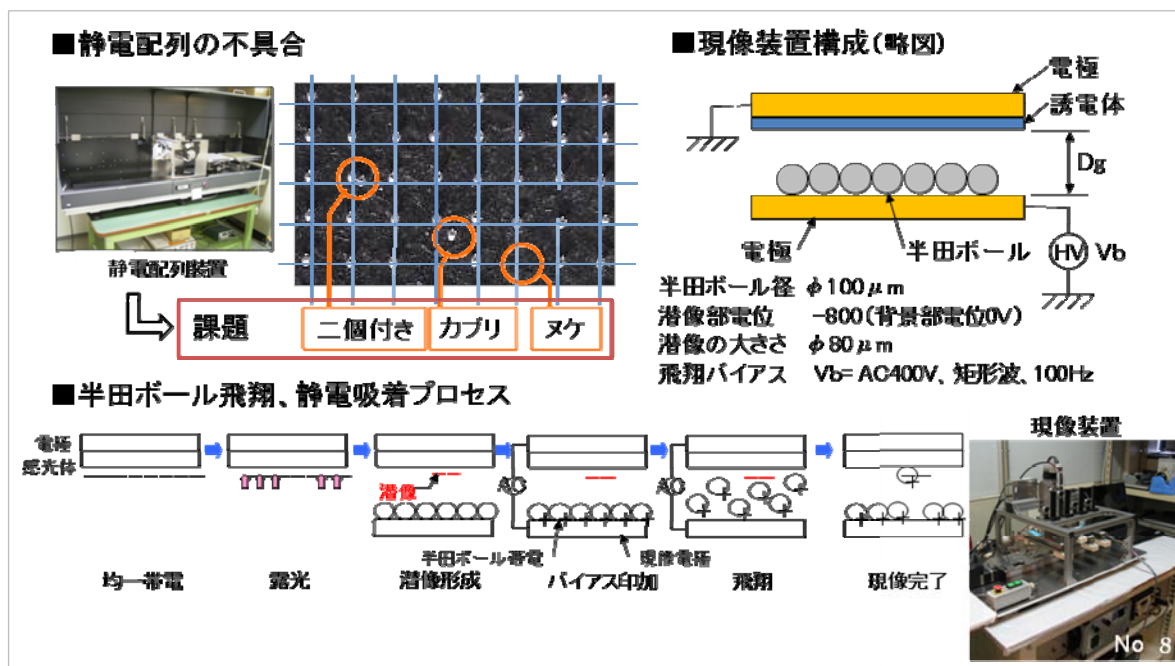


図 2-11 半田ボールの飛翔観察用現像装置の概要

この潜像形成部並びに観察部を使って、半田ボールの静電配列における不具合である、所定の場所に半田ボールが付いていない「ヌケ」、所定の場所以外の所に半田ボールが付いてしまう「カブリ」及び、所定の場所にボールが複数個、多くは二個付いてしまう「二個付き」といった現象の起る原因を突き止めることができた。

◆「ヌケ」の起こる原因

潜像部に付着した半田ボールに他の半田ボールが衝突することにより剥落する原因が現像バイアス電位に依存することを突き止めた。

◆半田ボールの「二個付き」原因

潜像部に二個の半田ボールが付着する原因が潜像電荷量大きくか係わっていることが分かった。更に、半田ボールのサイズによっても潜像電荷量の許容範囲が大きく異なることが判明した。

2-4 電場シミュレーション解析による飛翔理論の解明

電界における半田ボールに作用する電場シミュレーションによって、飛翔理論を解明すると共に飛翔観察結果とを付き合わせ先述の実験と理論の両面から問題の解決を図った。

1) 半田ボール飛翔解析モデルの構築

飛翔解析は株式会社エルフの解析モデル作成ソフト、EGmap (v.1.20)、及び電場解析ソフト、ELFIN (v.3.60) を使用した。電子写真の原理を解析モデルに反映し、各種現象パラメータを予めプリセットすることで、解析モデルが自動作成できる「ww01.mai」及び半田ボールの飛翔軌跡を時系列で解析できる「FaceMove」ソフトをエルフ社の協力を得て開発した。図2-12に半田ボール解析モデルを示す。

現象パラメータは前述の図2-6示すごとく、半田ボールを静電吸着させる円筒感光ドラム(直径140mm)、その表面に塗布されている感光膜、感光膜表面を一様に帯電し、部分的に光を当て、半田ボールを吸着させる潜像を形成し、半田ボールを貯留しておく現像ステージ(現像電極)、現像ギャップ、及び感光膜と現像ステージ間の現像ギャップで構成される。図中の飛翔領域で示す領域を解析モデルに反映すると円筒感光ドラム、感光膜と現像ステージの関係は微視的には、平行電極モデルに置き換えることができ、図2-12に示したモデルとした。

モデルは、円筒感光ドラム電極に相当する平板電極、感光膜に相当する誘電体、潜像配列、現像電極、擬似半田ボール及び飛翔させる半田ボールで構成した。

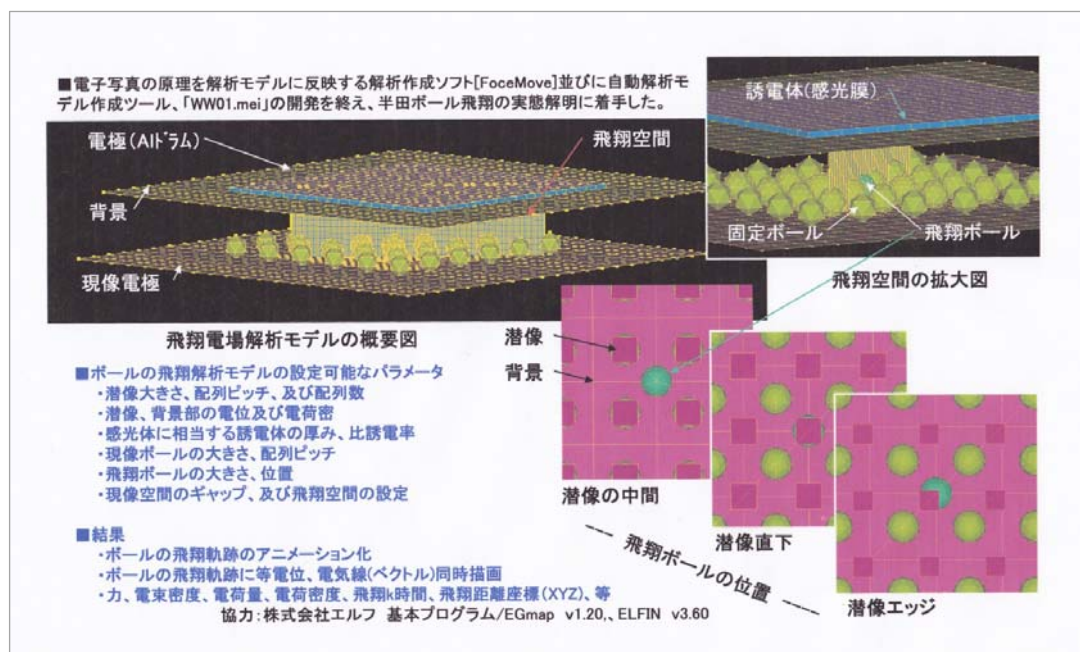


図2-12 半田ボール飛翔解析モデル

◆現像パラメータは、下記の通り 21 項目の設定が可能である。

- * 上部電極の直流電位設定、現像電極の直流電位 (DC) + 交流電位 (AC) の重畳及び周波数
- * 誘電体表面の直流電位、あるいは表面電荷密度及び厚み、比誘電率
- * 誘電体の一部に潜像形成、潜像サイズ、潜像ピッチ
- * 擬似半田ボール(貯留ボール)のサイズ、及び配列ピッチ
- * 飛翔半田ボールのサイズ及び初期配列位置座標
- * 飛翔半田ボールの電荷密度
- * 潜像位置と擬似半田ボールの配列相互位置
- * 現像ギャップ
- * 飛翔空間電場
- * 飛翔の軌跡を記録する間隔 (ステップ) 設定 (マイクロ秒以下の単位で設定可能)

◆解析結果、得られる主なデータは下記の通りである。

- * 飛翔半田ボールに働く力 (X、Y、Z) 表示
- * 飛翔半田ボールのステップごとの位置座標 (X、Y、Z) 表示
- * 電場における、電気力線 (ベクトル)、等圧線表示、コンター図
- * 半田ボールの飛翔アニメーション表示 (同時に電気力線、等圧線の時系列表示) 等

2) 「カブリ」の原因を電場解析結果より推定

「カブリ」の原因として、鏡像力(誘電体への付着力)、潜像への付着力、潜像の電荷量など値を電場シミュレーションによって求めた。

◆飛翔ボールに働く力と電荷量

解析モデルを図 2-12 に示す。

解析諸条件：

- * 潜像は 60 μm 角、ピッチ 200 μm 、6×6 箇所配置
- * 潜像電荷密度は表 2-2 より、200、400、600、800V 相当の電荷密度を設定
- * 飛翔ボール A は潜像の直下と潜像間の 2 例
- * 背景は -50V 相当の電荷密度を設定 (電荷密度 $q = 1.338\text{E}-06 * V$)

*誘電体の厚み 20 μm 、比誘電率 3

*バイアス電位は DCOV に AC400V 重畳、交流周波数 100Hz 矩形波、
-400V \rightarrow +400V

*ギャップ 350 μm 、ボール頂上から 250 μm

以下、解析結果を示す。

◆半田ボールに働く力及び電荷量

半田ボールが飛翔し、誘電体表面に到達した時点での半田ボールに働いている Z 方向の力 F_z 、とボールの帯電量を図 2-13 に示す。a) は、潜像の中間に到達した半田ボールの場合、b) は、潜像に到達した半田ボールの場合を示している。

➤ a)、b) いずれの場合も半田ボールの帯電量は、潜像電圧に比例し値は同等である。

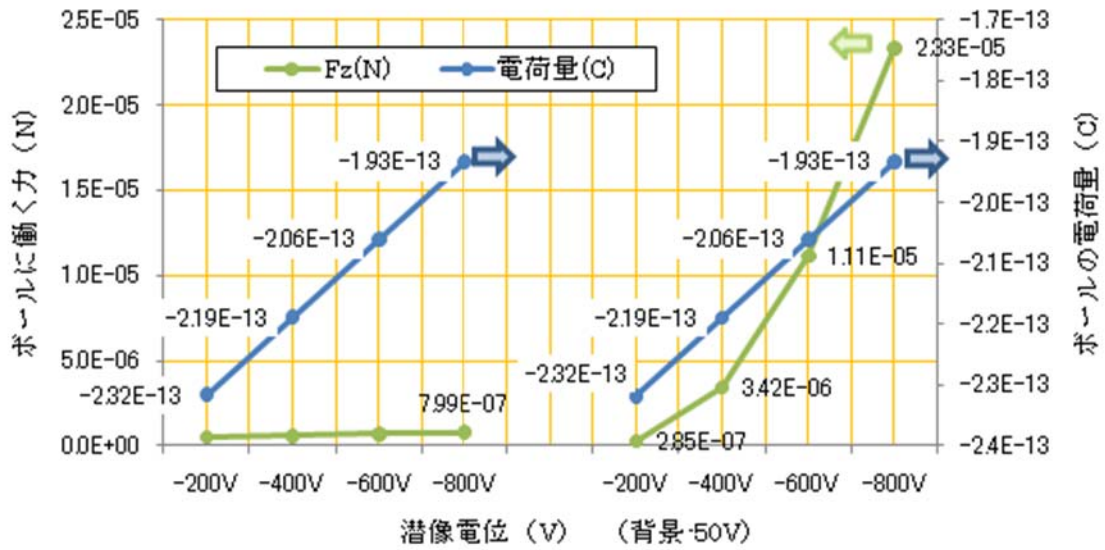
➤ 半田ボールに働く力は、a) の場合、潜像電圧差に大きな影響はないが、電圧比例し若干増えている。

b) の場合は潜像の電位（電荷密度）が高くなるにつれ大きな力を受けている。

潜像電位 -600V の場合で、a)、b) を比較すると、潜像に付着している半田ボールは潜像間の半田ボールに比べ 1.6 倍の力を受けている。

潜像への付着力は重力の約 2.90 倍である。また、潜像間の付着力は鏡像力と見ることができ、重力の 1.8 倍で付着している。

この潜像への付着力と潜像間の付着力差を利用し、機械的な力（振動、風圧等）を加えることで潜像間に付着する半田ボール（「カブリ」半田ボール）のみを除去することを可能にした。



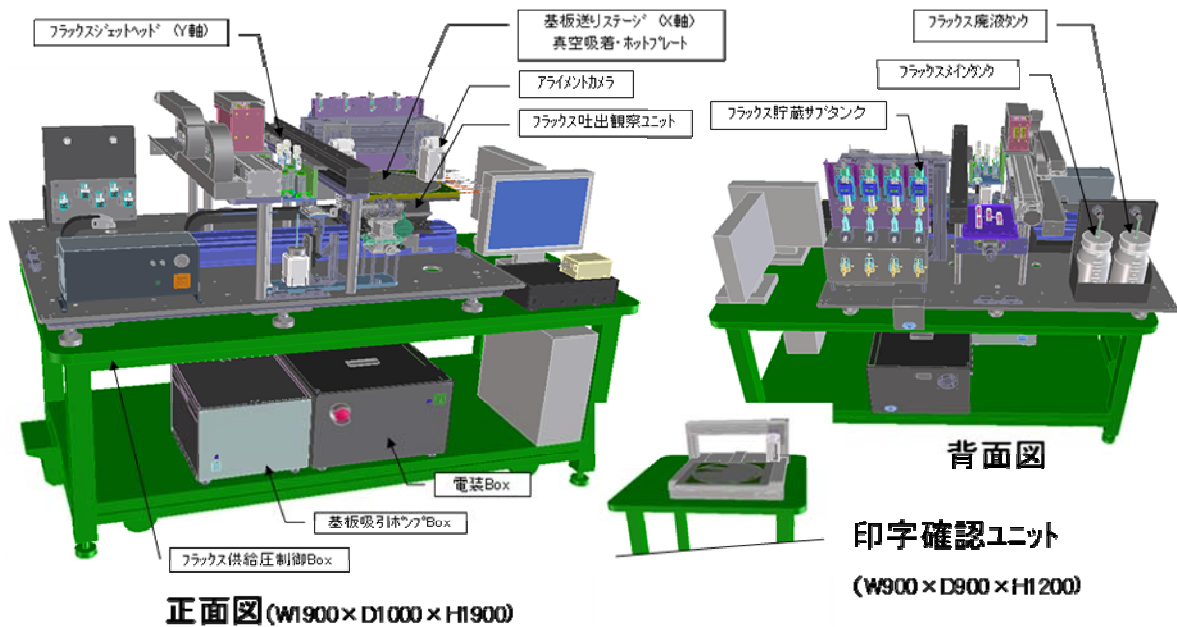
ボールの位置	潜像		Fz(N)	重力比	a)Fz÷b) Fz
	電圧	電荷量(C)			
a) 潜像間付着	-200V	-2.32E-13	5.26E-07	14	
	-400V	-2.19E-13	6.10E-07	16	
	-600V	-2.06E-13	7.01E-07	18	
	-800V	-1.93E-13	7.99E-07	21	
b) 潜像に付着	-200V	-2.32E-13	2.85E-07	8	0.5
	-400V	-2.19E-13	3.42E-06	90	5.6
	-600V	-2.06E-13	1.11E-05	293	15.8
	-800V	-1.93E-13	2.33E-05	613	29.1

図 2-13 半田ボールに働く力 (N)及び電荷量 (C)

第3章 基板電極部へのボール転写技術の研究開発

3-1 インクジェット機能試作装置の設計・製作

図3-1に製作図(外観)、図3-2、3-3、3-4に機能試作装置を示す。



正面図 (W1900×D1000×H1900)

図3-1 製作図(外観)

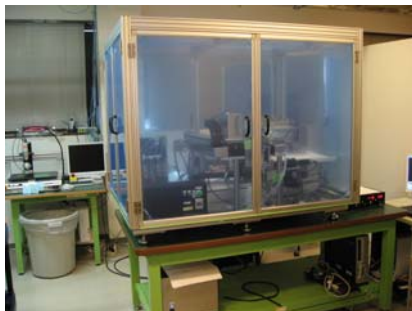


図3-2 装置外観

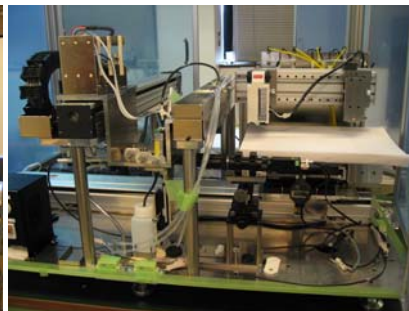


図3-3 機構外観



図3-4 基板セットステージ

3-2 機能試作装置の評価・パラメータの最適化

機能試作装置でのインク吐出の評価(ピッチ精度、吐出の持続性、吐出量の安定化等)およびジェットノズルの制御条件(パラメータ)の最適化を図った。

インクジェットノズルの特性を生かし得るフラックスの選定ならびに吐出量、吐出ピッチ精度ならびに重ね塗り精度において目標精度をクリアした。実装基板上に塗布したフラックスの様子を図3-5、3-6に、実装基板の断面を図3-7に示す。塗布のピッチは200 μ m、10回の重ね塗りした場合も一致しており、吐出ピッチ精度も良好な結果を得た(図3-6)。

フラックスを塗布した基板に、バンプ形成装置にて実際の転写を試み、フラックス上に半田ボールが転写されることを確認した。1回の吐出量は40p1であった。重ね塗りにて40×

n (p1) の対応が可能であることを確認した。

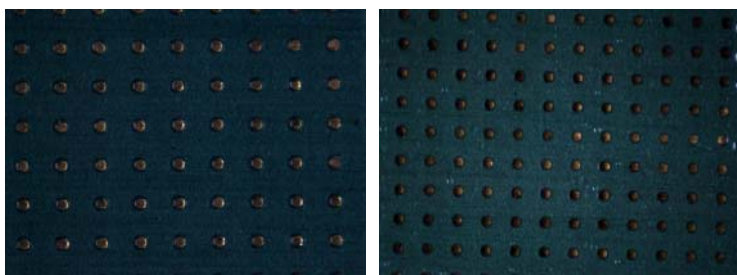


図3-5 塗布回数1回 図3-6 塗布回数10回

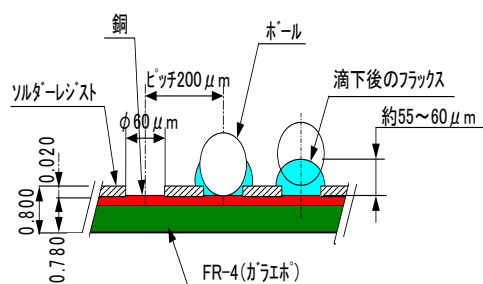


図3-7 ボール転写時の基板／フラックス／半田ボールの関係

図3-8に安定塗布に必要なパラメータ検証結果を示す。安定吐出の検証に、市販のフラックスに保湿、増粘成分であるグリセリンを調合し、100% (wt%)、80%、60%比率のものについて吐出性を比較評価した。評価基準は、インクヘッドから吐出する液滴を高速カメラでとらえ、その液筋を目視観察し良否を判定した。

100%の液筋は吐出口直後から切れて玉状になっている。これは、1度の吐出液滴量が安定しないことを示している。一方60%の場合は、吐出直後の液筋が一定の長さになっており、この長さが液滴量となるため、長さの安定が即、液滴量の安定性を示している。

■目的

- ・増粘による大きい液滴量と吐出の安定化の両立
- ・保湿による塗布後の液滴量減少の軽減

■フラックスに保湿・増粘成分を添加

■保湿・増粘成分としてグリセリンを使用

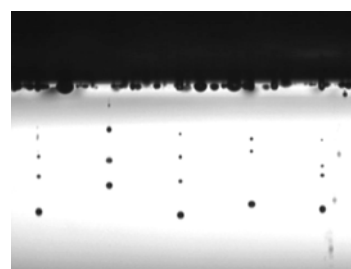
グリセリン添加量 (wt%)	粘度 (mPA・S)	表面張力 (mN/m)
100%	<1.6	33
80%	1.9	33
60%	4.0	36

✓結果

- ・塗布精度の向上及び吐出欠陥の低減
- ・必要な膜厚の確保、重ね塗布回数の低減
- ・Piezo駆動電圧及びマルチドロップ吐出制御が可能となり吐出量の調整並びにその安定性を確保した。

■結果

100%添加



60%添加

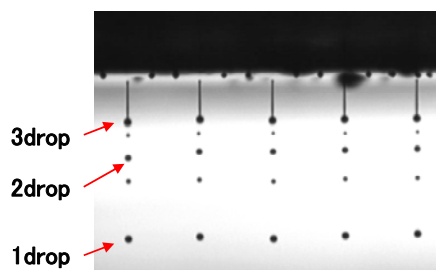


図3-8 フラックス塗布の安定化

第4章 全体総括

4-1 成果の総括

本研究の主題である「マスクレスボール配列」が他に類を見ない電子写真方式によって可能であることを実証した。しかし、電子写真の技術だけでは乗り越えられない「カブリ」、「ヌケ」等の配列欠陥の対策に苦慮したが、半田ボールの飛翔の様子を高速度撮影で観察し、加えて、電界解析シミュレーションを併用し、欠陥の現象を分析することにより、その原因を突き止め、マスクレス且つ、基板とマスクの高精度なアライメントを必要としない斬新なマウンター実用化の目処が付いた。

図4-1 に示すごとく、今後、益々多機能、高性能、小電力が要求される中、本研究の主眼であるマイクロバンプの需要は、限りなく有望な市場であり、更にマスクレス効果は時間とコストの掛かるパッケージ開発業界には極めて有望な市場とみている。

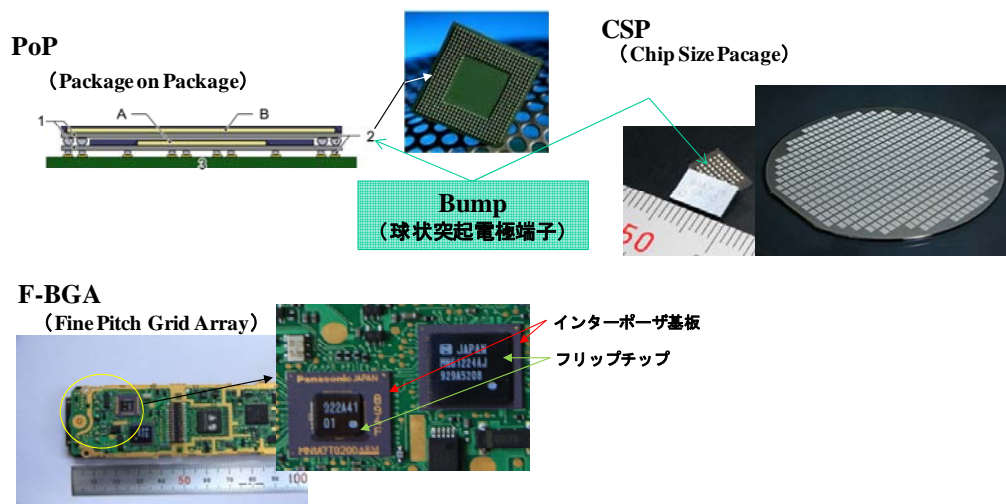


図4-1 パッケージの動向

4-2 事業化に向けた取組み

本研究のバンプ形成方式は静電気力を使っている為、シリコンウェーハ上でのバンピングにはユーザの抵抗が大きいと容易に推測できる。従ってまずは、F-BGA パッケージを構成するインターポザ基板を対象に製品化を図る。その上で、ユーザの静電気に対する抵抗を取り除き、ウェーハ基板への需要を喚起する。製品評価に入ることで合意している川下ユーザと共同で実装評価を進め本研究のプロセス認定を受ける。

実際の製品（デバイス）での認証が得られれば、個別のプライベートショウを開催し、有望顧客への売り込みを図っていく。