

29-31 January - a new conference is coming



2024 プログラム

スイスで開催される 2 日間にわたる技術講演、ネットワーク作りや出展者との交流の機会、iPrint の見学とデモセッション、そしてオプションで 1 日間のアドバンスド・インクジェット・プリンティング・ワークショップにご参加ください。

移動の都合上、カンファレンスは初日の午後から始まり、最終日の午後の早い時間に終了します。残りの 1.5 日間は、オプションの補助イベントで埋め尽くされる。プログラムの詳細は決定次第掲載する。

AT-A-GLANCE

29 日

13:00 - 17:30 テクニカルプログラム、出展者紹介、展示、ネットワーキングタイム

30 日

9:00 - 18:00 テクニカルプログラム、出展者プロフィール、ポスターセッション、展示、休憩、グループランチ

18:00 - 22:30 カンファレンスディナー

31 日

9:00 - 12:30 テクニカルプログラム、出展者プロフィール、展示、休憩、グループランチ

14:00 - 17:30 出展者による機器デモンストレーション：会議出展者による機器の実演と質疑応答。iPrint 施設で行われ、iPrint ツアーと組み合わせることも、組み合わせないこともできます。

14:00 - 15:00 オプションの iPrint ツアー：NDA にご署名の上、参加者は iPrint の研究所を訪問し、最先端のインクジェット研究の世界を見学することができます。

2 月 1 日

8:30 - 17:30 オプション・インクジェット・プリンティング 1 日ワークショップ (有料)

1月29日(月)

受付開始

12:00 - 13:00

液滴生成と可視化

13:00 - 15:00

セッションチェア 堂前美德、iPrint(スイス)

ウェルカム挨拶: 堂前美德、iPrint (スイス)

13:10

基調講演, インクジェット印刷を俯瞰する

Stephen Temple ケンブリッジ大学(英国) [抄録と経歴を見る]

この講演の目的は、印刷の全分野の中でインクジェット印刷(IJP)を概観することである。これは、私がケンブリッジ・コンサルタントでプロの発明家として働いていたときに慣れ親しんだアプローチである。それは、“印刷とは何か？”という問いを投げかけるものである。

私はまず、前世紀の IJP の発明を頂点とする数千年にわたる印刷技術(3D 複製を含む)の発展の歴史を簡単に振り返ることから始める。

その後、IJP への様々なアプローチを検証し、その限界と可能性についてコメントする。この結論は、この技術が過去の印刷技術のすべてを置き換えることができない理由はないということだ。しかし、それを超えて、あらゆる種類の物体の製造という、より広い問題に貢献することもできる。

では、何がこの技術の導入を制限しているのだろうか？ 決定的な答えは「インク」である。IJP の究極の可能性を決定するのは化学者である。基本的に、ピエゾ・エレクトリック IJP はインクを問わないが、物理的な流体特性には制限がある。私の考えでは、これが IJP の応用分野に対する重大な制限になるかどうかは未解決の問題である。現在でも、これまでのどの技術よりもはるかに広い潜在的な可能性を持っており、私はこれがさらに拡大することを期待している。

そして、すでにエンジニアリング／製造業全体に影響を及ぼし始めている。最も高いレベルでは、

材料を目的に合わせて変換するために、エネルギーを消費し、無駄の多いプロセスを使うのをやめることが急務である。私たちは、材料を分子ごとに成長させ、最小限のエネルギーと浪費で非常に壮大な構造を作り上げる自然界のように、もっと考える必要がある。インクジェットには、3D プリントのゲームを変え、非常に幅広い製造工程に選択される可能性がある。

私自身のペットのプロジェクトは、構造的に効率的な足場となるチューブに、チューブを埋めるように成長する分裂細胞を投入することで、木造構造物をプリントすることだ。最終的には、数百万トンの CO₂ を吸収しながら、より優れた性能を発揮するプリントハウスや大型構造物ができるだろう。

スティーブン・テンブルは、オックスフォード大学を卒業したばかりの 1968 年、発明家として成功することを志し、ケンブリッジ・コンサルタンツ・リミテッドに入社した。当時は、スタートアップ企業や、新たなハイテク革命の中心地としてのケンブリッジのビジョンが盛んに語られていた。テンブルは、1990 年に Xaar が設立されるまで、この流れに乗ることができなかった。その間、テンブルはテキスタイル、印刷、新素材、宇宙帆船、パラシュートなど、さまざまな産業や技術の発明を手がけたが、印刷は繰り返されるテーマであり、1987 年には他の研究者とともに Xaar テクノロジーを発明した。

2007 年、テンブルは新たなベンチャーを立ち上げるために Xaar を去り、現在は 3D プリントされた足場構造の中で木質細胞を増殖させ、最終製品を作る可能性を探っている。クリア・ホールのフェローであり、ケンブリッジ大学の起業家プログラムのメンターでもある。その他の趣味は、ワイン、絵画、オペラ、風車(インピントン・ミルを修復中)、そして空を飛ぶこと。

14:00

波形の力と完璧な波形を見つける方法、

Raphaël Wenger, Droptimize Sàrl (スイス) [アブストラクトを見る]

インクジェットアプリケーションで最適な印刷品質を達成するには、波形パラメータを正確に定義する必要がある。しかし、このプロセスは、その複雑さと明確に定義された方法論の欠如を特徴とする、困難な科学的努力のままである。本プレゼンテーションでは、波形の最適化の背後にある科学について掘り下げる。大きな課題の一つは、望ましい印刷品質を達成するために、滴下量、速度、安定性などの要素のバランスをとることにある。本講演では、機械学習や反復ソルバーなど、最新の開発動向を探ります。これらのアルゴリズムは、ビッグデータに依存して印刷結果の膨大なデータセットを分析し、品質向上のための波形設定を改良するのに役立つ。このような技術革新はこの分野に革命をもたらし、グラフィックから機能性エレクトロニクスまで、さまざまな用途で高品質で高精度な印刷がより身近なものになるかもしれない。

14:20

産業用インクジェットプリントヘッドにおけるフェムトリットル液滴生成、

Fernando Rodriguez Llorente, iPrint Institute(スイス)および Meteor Inkjet Ltd. (英国)

本論文では、産業用インクジェットプリントヘッドにおけるノズルからのフェムトリットル液滴の生成を初めて観測したと思われる結果を報告する。フェムトリットルの液滴が観察され、報告されたことはあるが、そのほとんどは、ジェットの靱帯が薄くなり、その後レイリープラトー不安定性によって液滴に分解されるというものであった。本コミュニケーションでは、2つの異なる産業用プリントヘッドのノズル出口に形成されたインクメニスカスからフェムトリットルサイズの液滴が直接噴射される様子を示します。これらのプリントヘッドは異なるメーカーのもので、マイクロチャネルとピエゾ素子構造が異なります。噴射現象は、ノズルからリガメントが剥離した直後から数百マイクロ秒後まで、ランダムなタイミングで起こる。この噴射現象の根底にある物理的メカニズムは解明されていないが、我々の結果を分析し、既存の小滴形成理論と比較することで、この噴射プロセスがどのように機能するのかの理解を深めたい。

14:40

**インクジェット液滴の時空間情報を取得するための新しい噴射状態検査方法、
Dong-Youn Shin, Pukyong National University (South Korea)**

インクジェット印刷は、従来のグラフィックアート、出版、繊維産業などで広く使用されてきた。また、PI層の形成や液晶の成膜を行う TFT LCD TV や、薄膜封止層や色材サブピクセルの形成を行う OLED/QD-OLED TV の製造ラインにも採用されている。しかし、QD-OLED テレビのカラー画素化に求められる噴射精度や信頼性は、従来の用途とは比較にならないほど高い。インクジェットヘッドの全ノズルを印刷前に検査する必要があるが、既存の噴射状態検査方法では、数万個のノズルを1分以内に検査することができない。さらに、検査期間中にノズルが正常に動作したかどうかの履歴データもほとんど得られない。本研究では、検査期間中の噴射状態に関する空間的・時間的情報を提供する新しい噴射状態検査法を紹介する。

15:00

出展者プレゼンテーション I

15:20 - 15:50

展示とコーヒー

新しい応用領域におけるインクジェットベースのプロセス

15:50 - 17:30

セッションチェア ジョエレ・バレストラ, iPrint(スイス)

15:50

次世代コンピューターストレージのためのバイオテクノロジーと印刷技術、

Tomaž Karčnik, Marko Matijević, Rok Luzar, BioSistemika d.o.o.(スロベニア)

DNA は、その卓越したデータ密度、データ寿命、メンテナンスフリーのストレージにより、デジタルデータを保存する媒体として非常に有望である。DNA への書き込みプロセスの重要な要件は、大量の(毎秒数百万個の)極小液滴(pL)を操作することであり、その組成は要求に応じて決定される。このような用途におけるドロップオンデマンド(DoD)プリンティング技術の可能性は、いくつかの重要な課題を解決することから明らかである。

実験的な DoD ベースのリキッドハンドリングマシン(LHM)が開発され、DNA 鎖を運ぶデジタルデータの合成に使用された。開発の課題は、インクの開発、清浄度の維持、洗浄手順の確立、斬新なプリントヘッドの制御、多くの試薬の確実な混合、蒸発の防止などであった。

LHMを用いてDNA鎖上に限られた量のデジタルデータを記録することに成功したが、同時にDNAベースのデータ保存技術のさらなる進歩に向けた課題も明確に指摘された。

16:10

エレクトロニクス製造における積層造形プロセスのためのインクジェットプラットフォーム、

Jochen Seeser and David Hahn, Notion Systems GmbH (ドイツ).

本講演では、電子デバイス製造における積層造形技術の可能性と限界について概説する。PCB製造のためのソルダーマスクのインクジェット印刷は、大量生産に成功したアディティブプロセスの青写真となる。すでに採用者はエネルギーと廃棄物を節約している。同時に、インクジェット印刷の3D特性は、他の電子部品に取って代わる、あるいは簡素化する可能性を秘めている。

プレゼンテーションでは、EUが資金を提供するTINKERプロジェクトのビジョンについても紹介する。TINKERプロジェクトの目標は、RADARおよびLIDARセンサーパッケージの製造において、高スループット、自動化、精度および信頼性の向上を実現し、付加製造によって欧州の自動車およびマイクロエレクトロニクス産業にコスト効率および資源効率の高い新たな経路を提供することである。

TINKERプロジェクトでは、IRインク乾燥、UV硬化、レーザー焼結のためのコンポーネントも含む先進的なインクジェットプラットフォームが開発された。プレゼンテーションでは、フルデジタルのインクジェットプリンティングが、マスクレス、マルチマテリアル、高精度のプロセスにより、従来の製造プロセスの能力をいかに拡張するかを実演する。

16:30

3D プリンテッドエレクトロニクス: マイクロメカトロニクス・システムのカスタマイズ生産のためのハイブリッド・プロセス・チェーンにおける AM 技術の組み込み、

J. C. Janhsen, O. Refle, L. Cirstea, Fraunhofer Institute for Manufacturing Engineering and Automation IPA (ドイツ)

本稿では、マルチマテリアルアディティブプロセスと従来の製造技術を組み合わせた、マイクロエレクトロニクスおよびメカトロニクスシステム製造への新しいアプローチを紹介する。我々は、4つの中心的なモジュールから構成される、完全に自動化されたモジュラーハイブリッドマシンプラットフォームを示す：3D インクジェットプリンティング、材料成膜、マイクロアセンブリ、UV/IR/NIR キュアと統合された品質管理。このプラットフォームは、スケーラビリティを確保しながら、少量の個別化されたマイクロシステムの自動生産を可能にする。この論文では、プロジェクトのビジョンの概要を説明し、ハードウェアのセットアップに焦点を当て、現在のプロセス開発の概要を述べる。

16:50

産業用ロボットによるダイレクト・トゥ・シェイプ・インクジェット印刷によるユースケースの印刷、Philip Kessler, Johannes Renner, Benoît Sahli, Vincent Schneuwly, Vincent Nidegger, Gilbert Gugler, iPrint Institute, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland, Florian Fässler, Polytype AG, Danijel Tipura, Mabi Robotic AG (スイス)

このプロジェクトの初期段階では、さまざまな向きやロボットの作業スペースで2D表面の印刷テストを行うために、単色印刷システムを開発した。これらのテストプリントは顕微鏡でスキャンされ、画像処理ソフトウェアで処理され、液滴の配置エラーとそのさまざまなパラメータの統計的特性評価を可能にした。システム内で発生するダイナミクスによる圧力変動を緩和するため、アクティブインク圧力制御システムを開発、実装、テストした。高精度距離センサーを使用し、液滴配置誤差とロボット経路精度の相関が証明され、インク圧力制御の有効性が確認された。第2段階では、自動車部品への高品質グラフィック印刷と選択コーティングをテストするために、4色印刷システムを開発した。この段階では、パス生成、位置決めエラーの修正、ステッチ品質の確保、コーティングの均一性の達成、3D表面へのUV硬化の実装など、いくつかの検討が行われた。このプロジェクトで開発されたDTSワークフローは、自動車部品や家具を含む様々なユースケースでテストされ、改良された。

17:10

出展者プレゼンテーション II

17:35 - 18:30

ネットワーキング・ウェルカムドリンク

1月30日(火)

新しい印刷技術

09:00 - 10:50

セッションチェア Dong-Youn Shin、釜慶大学校(韓国)

9:00

基調講演「どのようなインクジェットインクでも確実に噴射できるか？」

Tri Tuladhar, TriJet Limited (UK)

インクの複雑かつ動的な特性は、インクジェットプロセスの様々な側面に影響を与え、噴射挙動を決定する上で極めて重要です。これらの特性は、プリントヘッドのポンピング能力、吐出時の液滴挙動、飛行中の噴射のダイナミクス、ブレイクアップパターン、噴射後のメニスカス減衰プロファイル、インクチャネルの再充填能力に直接影響します。

処方中にインクジェットインクのバルク特性をプリントヘッドの仕様に合うように最適化するだけでは、信頼性の高いジェットングを確保するには不十分です。インク成分の微調整やバッチのばらつきは、波形作動中の印字ヘッドチャネル内のインクの高周波粘弾性特性や、それに続く吐出中の飛行中の非線形伸長粘弾性特性を著しく変化させる可能性があります。これらの変化は、印字ヘッド内の流体力学、飛行中の噴射、およびブレイクアップ挙動に影響を与えます。

インクジェット産業における高粘度・高固体負荷インクの研究において、高粘度インクの特定のサブセットのみが確実に噴射する一方で、同様のバルク特性を持つ他のインクでは問題が発生する可能性があることが明らかになりました。逆に、音速や動的表面張力のような特徴的なバルク特性や動的特性を持つ水を含む水性インクは、波形の作動中に印字ヘッドマイクロチャンネル内の流体相互作用に影響を与えることで、インクの調合や噴射の信頼性に課題をもたらします。

本講演では、インクジェットの複雑なレオロジー特性を定量化することを目的とした、先進的なインクジェットインク特性評価技術について紹介します。実際の事例では、これらの高度なレオロジー解析が、(i) 異なる噴射挙動をもたらす一見同一のインクを区別するためのインクの開発と品質管理、(ii) 最適な噴射温度、印刷周波数、および波形条件の推奨にどのように適用されているかを説明します。

Tri Tuladhar はオーストラリアの RMIT で化学工学の学位を取得し、イギリスのケンブリッジ大学で化学工学の博士号を取得した。学术界と産業界の研究開発において 20 年を超える豊富な経験を持ち、2005 年以來、インクジェット印刷インクの複雑なレオロジーを研究する複雑な分野に積極的に取り組んでいる。この間、流体のレオロジーと噴射挙動の相関関係を確立する革新的な技術を導入したパイオニアである。

現在、トゥラダールはトライジェット・リミテッドの代表を務め、インクジェット印刷のさまざまな側面を専門としている。インクジェット・インクの複雑なレオロジー特性評価と微調整、特殊塗料、ガラスエナメル、機能性インクの処方、ジェット・プロセスの最適化など、複雑な仕事を担当している。さらに、

これらの用途に特化してカスタマイズされたレオロジーツールの開発にも積極的に取り組んでいる。さらに、各業界に合わせたインクジェット・ワークショップやトレーニング・コースも開催している。

9:50

**GELART JET "テクノロジーの紹介: リコーデジタルペインティング
株式会社 出原 亮(日本)**

リコーデジタルペインティング株式会社は、独自の技術と製品で新たな価値とソリューションを提供してきたベンチャー企業である。今回は、複数種類の GELART JET ヘッドと特殊インクを組み合わせたシステム構成例を紹介する。本講演が、革新的な GELART JET 技術の可能性を皆様の用途につなげるための貴重な資料となれば幸いです。

10:10

**産業製造業の変革: 機能性印刷のための超高粘度ジェットの可能性を利用する
ラモン・ボレル、Quantica GmbH(ドイツ)**

産業製造業を変革する可能性は、インクジェット技術の拡張性、柔軟性、デジタル印刷能力と機能性材料の優れた特性を融合させた超高粘度流体のジェット噴射の活用にある。

当時は、限られた商用能力を持つ小型プリントヘッドのみが製造されテストされていたが、商用プリントヘッドの暫定的な仕様が予想されていた。過去 2 年間、基礎となるアクチュエーター技術の最適化において実質的な進展があり、ラボの条件下で最大 380mPa・s、20°C で 10,000mPa・s に近い噴射が可能になった。この新技術は Novojet と命名された。

10:30

**解像度とインク粘度の面でインクジェット技術の壁を破る新世代のプリントヘッド、
Patrick Galliker、Scrona AG(スイス)**

新しいタイプの超高解像度インクジェットヘッドについて、その指針となる電気流体力学的(EHD)吐出原理と、特に半導体/エレクトロニクスおよびディスプレイ市場における機能性印刷分野への適用方法について紹介する。差別化の核となる EHD プロセスについて詳しく説明し、EHD が粘度と解像度の障壁をどのように打ち破ることができるかを説明する。従来のインクジェット技術に比べ、EHD はノズル内に圧力を発生させないため、流動抵抗や粘性散逸が大きくなりがちだが、その代わりに、液滴の生成に必要な力がインク自体の内部に直接形成される引っ張りメカニズムに依存している。

10:50 - 11:20

展示とコーヒー

新しいマイクロ製造技術

11:20 - 12:20

セッションチェア マチュール・ストレノン

(ISI、HEI-VS、HES-SO 西スイス応用科学芸術大学(スイス))

11:20

次世代電鍍のプリントヘッドメーカーにとっての可能性

Dave Dekker、Nicolas Hildenbrand、Michel Duits、Veco Precision(オランダ)

電鍍ノズルプレートは、インクジェットプリントヘッド内で長い間よく見られる光景であった。Veco Precisionはこの分野で40年以上の経験を持ち、現在では高度なリソグラフィ電鍍を使用した新たな可能性を紹介しています。

Veco社は、世界をリードする超精密部品メーカーです。高品質・高精度を要求される業界の、世界で最も革新的なハイテク企業にサービスを提供しています。お客様の仕様と要求を満たすため、Vecoはエレクトロフォーミングにおける高水準の性能を開発しました。この技術により、大量生産、試作品、標準品、特注品など、精度と経済性を強力に両立させることができます。

11:40

LIDE 技術を用いた先進インクジェットプリントヘッド用ガラスノズルヘッド、インクマニホールド、ノズルガードの革新的製造

Rafael Santos、Norbert Ambrosius、Aaron Vogt、Roman Ostholt、LPKF Laser & Electronics SE (ドイツ)

インクジェットプリントヘッドは、高精度と耐久性が要求される現代の印刷技術において極めて重要な役割を担っています。本論文では、ノズルヘッド、インクマニホールド、ノズルガードなど、ガラスをコア材料としてインクジェットプリントヘッドの重要部品を製造する画期的なアプローチを紹介します。レーザー誘起ディープエッチング(LIDE)技術を用いることで、LIDEが提供する設計の自由度により、位置・寸法精度、表面品質、機能性の面で優れた結果を得ることができる。

ガラスはユニークな特性を持っており、LIDEはそれを活かして、ストレートな貫通穴、テーパー、V字型、漏斗型などの異なる断面形状で、幅広いノズル寸法、ピッチ、配置の高精度ガラスノズルプレートを作成することができます。得られたガラス部品は、優れた耐薬品性、熱安定性、耐摩耗性、高い剛性、機械的安定性を示すと同時に、非常に高い透明性を示し、例えばUV硬化型インクを使用する際に非常に興味深いものとなる。私たちは、表面構造とガラス貫通構造を同じ基板とプロセス工程で作製することで、LIDEの多用途性を実証し、完全な設計自由度によるインクマニホールドの作製を可能にしています。私たちの技術は欠陥を発生させず、ガラスのすべての材料特性、特にガラスベースのノズルガードにとって特に重要な機械的特性を維持します。

12:00

新しいガラスベースのマイクロ流体の超高速、3D レーザーマイクロ製造
Davide Farina, FEMTOprint SA (スイス)

本研究の目的は、超高速レーザーと化学的ウェットエッチング処理に基づく新規な FEMTOPRINT® 微細加工技術を紹介し、幅広い用途やマイクロデバイス向けに、透明なガラス材料に 3 次元の高精度パターンを形成することである。マイクロメートルの精度で 3D 形状を生成する能力、事実上あらゆる表面形状で光学的透明性を達成するための表面処理能力、接着剤や粘着剤を必要としない密閉マイクロデバイスのレーザー溶接能力のおかげで、統合マイクロ流体工学の新たな地平はまだ開拓されていない。

より具体的には、インクジェット産業において、ガラスという極めて安定した材料で、形状の自由度が高く、数センチメートルの基板上の寸法再現性を特徴とする新しいマイクロノズルアレイが、工業規模で考案できるようになった。さらに、この技術は、表面特性を変更するための特定の機能性コーティングの統合や、3D 電極の適用を可能にし、広範なマイクロ流体デバイスに適した新しい微細加工アプローチに貢献する。

12:20

出展者プレゼンテーション III

12:40 – 14:00

昼食

インクジェットヘッド最新情報

14:00 – 15:20

セッション議長 ラモン・ボレル、クオンティカ社(ドイツ)

14:00

ピエゾインクジェットの数値解析

San Kim, Dong Kee Sohn, and Han Seo Ko, Sungkyunkwan University (South Korea) .

ピエゾ式インクジェットヘッド内の噴射挙動と圧力について数値的手法を用いて調べた。数値流体力学モデルを円筒形インクジェットヘッド用に開発し、混相流と音響圧力波の伝播の計算を容易にした。この開発したモデルは、噴流とメニスカスの挙動を確実にシミュレートした。さらに、内圧と流量を迅速に予測するために、集中要素法モデルを構築した。両数値モデルは圧力計算において良い一致を示した。開発した数値モデルは、実験的に得ることが困難な実用的な情報を提供することができ、波形形状などの運転条件を最適化するために採用することができる。

14:20

エプソンの MEMS 技術： PrecisionCore-開発戦略と将来計画

平井 栄寿, セイコーエプソン株式会社 (日本)

PrecisionCore はエプソンが生み出した次世代インクジェット印刷技術である。プリントスピードを大幅に向上させながら、優れた画質を実現。また、使用できるインクの種類や印刷できる素材の幅を大幅に広げることができる。PrecisionCore は、エプソンが長年培ってきたインクジェット技術と経験に、高精度 MEMS 製造プロセスや TFP(薄膜ピエゾ素子)技術などを融合させることで誕生した。本講演では、薄膜ピエゾ技術と MEMS 技術の開発戦略について、技術的な詳細とともに説明し、今後どのように進化させていくかを解説する。

14:40

Xaar の超高粘度技術： インクジェット印刷の境界を再定義す

Renzo Trip, Angus Condie, Karl Forbes, Xaar plc(スウェーデン)

Xaar プリントヘッドが 3D 用途向けに高粘度液体を噴射できることは、数年前から知られています。セラミック、ラベル、ダイレクト・トゥ・ガーメントなど、従来のインクジェット市場や今後の市場において、高粘度液体はどのようなメリットをもたらすのでしょうか？ Xaar の超高粘度技術がインクジェットプリンティングの境界を再定義していることを紹介する。

15:00

高粘度液体のインクジェットドロップオンデマンド噴射における効果的な駆動方法の開発

清水貴之、平田雅一、SII プリンテック株式会社、田村正典、セイコーフューチャークリエーション株式会社(日本)

ドロップオンデマンドインクジェットプリントヘッドは画像形成用途に広く使用されており、将来的には様々な生産工程で使用される可能性がある。しかし、安定した噴射が可能な液体粘度の上限は、多くの製品で $20\text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下である。そこで、高粘度液体噴射に強みを持つ SII プリンテックヘッド RC1536 を用いて、 $20\text{mPa}\cdot\text{s}$ を超える高粘度液体の噴射方法を検討した。その結果、アクチュエータの発熱が高粘度噴射に寄与していることを実測とシミュレーションにより確認した。

ポスターセッション

15:20 - 16:40

改善されたインクジェット印刷のための完全に統合された気流可視化システム

Johannes Renner, Jonas Maturo, Vincent Schneuwly, Benoît Sahli, 堂前美德、Gioele Balestra, iPrint HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western

Switzerland (Switzerland)

いくつかの新しいインクジェット印刷アプリケーションでは、高い投射距離や印刷速度が要求される。このような構成では、プリントヘッドと基板との間の隙間に複雑な気流が発生し、インク液滴が逸れて印刷品質を損なう可能性があります。液滴の軌跡に対する気流の影響をよりよく理解するために、新しいインクジェット印刷プラットフォームが開発されました。後者は、レーザーシートの強度から軸の動き、フォグの発生、プリントヘッドの駆動波形に至るまで、さまざまなパラメーターを完全に制御することができる。このシステムは完全に自動化されており、大規模なパラメトリック研究が可能である。

慣性マイクロ流体ベースの粒子選別装置

Thibault Maillard and Gioele Balestra, iPrint, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland(スイス)

インクジェット印刷の用途を拡大するため、より多くの機能性インクが開発されている。しかし、インクの安定性はしばしば困難である。例えば、粒子が凝集して印字ヘッドを詰まらせ、最終的に印刷プロセス全体を損なう可能性がある。そのため、信頼性の高いフィルターシステムを持つことが、複雑なインクにとって鍵となる。ここでは、インクジェットインクを連続的にろ過するために使用できる可能性のある、慣性マイクロ流体コンセプトに基づく新しいパッシブフィルターシステムを紹介する。このシステムは、まず数値シミュレーションによって最適化され、次に実験的に特性評価された。

インクジェットプリントヘッドノズルプレートの新しい設計と製造の可能性

Jonas Maturo, Johannes Renner, J é r é m y Vuilleumier, 堂前美德, Gioele Balestra, iPrint, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland(スイス)

今日のインクジェットプリントヘッドの設計は、使用される微細製造方法によって制限されることが多い。さらに、今日のインクジェット技術は、インク粘度、粒子径、噴射距離の点でいくつかの制限に悩まされている。しかし、最近では新しい微細製造技術が開発されている。本研究では、フェムト秒レーザーガラス微細加工を用いてインクジェットプリントヘッド部品を作製する可能性を探る。このような改良プリントヘッドの性能を、市販のものと比較した。

インクジェットによるスマート材料

Muriel Mauron¹, Lucie Castens Vitanov¹, C é s a r Michaud¹, Rapha ë l Wenger¹, Derek Kiebala², Roseline Nussbaumer¹, Gilbert Gugler¹, Stephen Schrettl²: ¹iPrint Institute, HEIA-FR, University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland, ²Adolphe Merkle Institute, University of Fribourg(スイス)

ボクセル化された物質は、オーダーメイドの表面機能化や革新的な新しいグラデーション材料の構築を可能にするため、関心が高まっている。インクジェットを用いた印刷は、ピコリットルの小さな液滴を高度に制御して形成することで、ボクセル化材料を高精度に、デジタルに、そして極めて汎用的に作成できる唯一の方法である。この場合、液滴はボクセルと呼ばれる最小の材料単位となる。空間的に制御された成膜により、表面を機能化し、材料勾配を作り、異なる材料を組み合わせることで新しい特徴を持つ印刷表面を生成することができる。このようにして、要求に応じて機能化や性能を調整した表面やコーティングの調製が可能になる。

メカノクロミック添加剤をドーブした異なる柔らかさグレードのインクを使用することで、新しい性能を持つグラデーション材料を作成できるマルチマテリアルインクジェットプラットフォームを開発した。この添加剤は、一方ではこの新しい種類の材料の特性評価に役立ち、他方では、インクジェットによるグラデーション特性を持つ新しいスマート材料の創製の始まりとなる。これら2つのインクの最初の滴下試験では、UV 光下でのモノマーとエキシマーの強度比の測定により、メカノクロミズムが証明された。ミキシングゾーンの強度は、異なるひずみで測定された。最後に、ミキシングゾーンの硬度を定義できることが証明された。

セキュリティ文書のパーソナライゼーションのためのレーザー彫刻と UV インクジェット印刷の組み合わせ

Philip Kessler, Vincent Schneuwly, Fabrice Roubaty, Guillaume Guinot, Gilbert Gugler, および 堂前美德, iPrint Institute, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland(スイス); および Mauro Costantini, Riccardo Pogliotti, Corrado Caizzi, および Rudi Bressan, IXLA s. r.l.(イタリア)

iPrint 社は、セキュリティ文書のレーザーパーソナライズを専門とする IXLA 社と協力して、セキュリティ文書プリンター用の UV インクジェット印刷システムを開発した。

イタリアの IXLA 社は iPrint Institute と提携し、IXLA 社のレーザー彫刻機内で分散型デスクトップカラーインクジェット印刷を行う画期的なソリューションを開発し、セキュリティ文書のパーソナライゼーションにおける、より大きなカラー画像と革新的なセキュリティ機能の需要に対応した。このプロジェクトでは、材料の分析、インクの選択、広範なテストなど、iPrint の「デジタル製造」プロセスに従った。その結果生まれた「XPrint」プラットフォームは、2023 年 11 月にパリで開催された TRUSTECH 展示会で発表され、大きな関心を集めた。このコラボレーションにより、XPrint の自社開発が促進され、IXLA はセキュリティ文書のパーソナライゼーションにおけるリーディング・プレイヤーとしての地位を確立した。今後の計画としては、2024 年に最初のプラットフォームを納入すること、プロセスを改善するための継続的な作業、レーザー技術とインクジェット技術の組み合わせによる新しいセキュリティ機能の開発に注力することなどが挙げられる。両技術の可能性と相乗効果を最大限に活用し、画期的で費用対効果が高く、発見が容易なセキュリティ機能を実現することが目標だ。

CNC モーションによるマルチノズルインクジェット 3D プリント

Johannes Renner and Vincent Nidegger, iPrint, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland (Switzerland)

現在のマルチノズルドロップオンデマンドプリントヘッドによる 3D プリントは、シングルノズルインクジェット 3D プリント(CNC モーションでパーツ周辺をプリントする)とは対照的に、表面品質(後処理なし)やサポート材なしの張り出し構造のプリントの点で不十分である。

より大きな 3D パーツを製造するために、表面品質と張り出し構造を向上させ、サポート材を使用しない印刷を行うとともに、合理的な生産性を実現するために、CNC 印刷モーションを備えた産業用マルチノズルプリントヘッド用の印刷プロセスが開発された。パラフィンワックスで印刷された最初の 3D パーツが製造され、このプロセスの可能性を見積もるために特性評価が行われた。

狭ギャップ用ラテラルインクジェットプリントヘッド

Marco Hölzle, Urs Lippuner, Michelle Müller, Aaron Lenherr, Raneem Achor, Katrin Albrecht, Rudolf Buser, Eastern Switzerland University of Applied Sciences(スイス)

インクジェット技術における新しいコンセプトは、MEMS コンポーネントの本質的に低い設計高さを利用するものである。ノズルが前面ではなく横方向に取り付けられているため、狭い隙間にも液滴を付着させることができる。時間制御の電磁バルブと圧電アクチュエータという 2 つの異なるタイプの流体変位機構が導入されている。こうして、厚さわずか 1mm の 2 種類の MEMS ベースの印字ヘッドが開発され、用途に関連したインクで特性評価されました。

ピエゾセルフセンシング 新たな可能性を開く

16:40 – 18:10

セッション議長 Kye-Si Kwon

順天郷大学(韓国)

16:40

フォーカル・トーク なぜインクジェット印刷システムにはクローズドループ制御が必要なのか

堂前美德 iPrint HEIA-FR HES-SO(スイス)

インクジェット技術、特にそれを構成し実現する重要なコンポーネントであるインクジェットプリントヘッドは、その不完全さと繊細な性質に起因する難しさのために、多くの関連技術や周辺要素部品を揃え、それらを補完したり隠したりすることを余儀なくされてきた。例えば、印字ヘッドの個体差による印刷結果のばらつきを防ぐための最適化、連続印刷時の品質や安定性を確保するための技術やシステム設計、印刷機器を適切に管理するためのオペレーターの知識やノウハウ、印刷

機器が問題なく稼働し続けるための適切な稼働条件や環境要件など、多くの点に気を配らなければならない。このようなインクジェットプリントヘッドとのインクジェット統合の複雑さ、微妙さ(=もろさ)、そしてその統合に必要な工業化を実現するための投資と開発期間は、多くの新しい産業用インクジェットアプリケーションが成功しない要因であり、次世代のデジタル生産技術としてまだ登場していない理由の一つでもあります。このセッションでは、インクジェットプリントヘッドによるクローズドループ制御に焦点を当てる。そのため、私の焦点となる講演では、印刷中や印刷後にインクジェットプリントヘッドとその周囲で何が起きているのか、また、現在のオープンループ制御条件では検出できないこれらの事象によってどのような問題が生じているのかを紹介する。

17:10

ピエゾセルフセンシングに基づくインクジェットモニタリングの最近の進展

Kye-Si Kwon, Jeong Yeop Jo, Sang Hyeon Park, Soonchunhyang University(韓国)

マスクレス積層造形プロセスであるインクジェット技術は、複数のノズルを利用して正確な位置にインクを選択的に堆積させる。このプロセスは、材料効率を大幅に高め、廃棄物を最小限に抑え、積層造形に適している。さらに、インクジェット技術は、数万個のノズルを備えた多数のヘッドを用い、数十 kHz を超える周波数で同時にインクを吐出するため、卓越したスループット能力を誇る。しかし、すべてのノズルにおけるインク吐出の信頼性は、インクジェット技術を導入する上で依然として重要な課題である。印刷前の画像検査などで、適切に機能するノズルを特定・選択するための厳しい努力を行っても、印刷プロセス中に発生する可能性のある吐出不良に積極的に対処することは依然として困難である。この研究プロジェクトでは、数万個のノズルをリアルタイムでスキャンできる包括的な監視・印刷システムを開発・実証し、誤発射やインク吐出不良による印刷不良を効果的に防止することを目指す。この目標を達成するために、市販のインクジェットヘッド用にモジュール化されたセンシングとデータ処理ユニットを開発する。このユニットは、市販ヘッドの接続ポートにシームレスに統合できるように設計されています。モジュール設計により、最大 64 個のヘッドを同時にモニターすることができ、3 秒以内に 65,000 個以上のノズルをリアルタイムでモニターすることが可能です。このシステムの有効性は、2 つのヘッドを同時にモニタリングすることで実証され、正常に機能しているノズルをリアルタイムで分類・選択することで実現する欠陥ゼロの印刷を紹介する。

17:30

ピエゾセルフセンシングを使用したインクジェット印刷のためのインプロセスインクレオロジーモニタリング

Sebastian Filliger, Luca Brügger, Julian Piller, Gaël Perritaz, Loïc Bullot, Carlos Chabert Ull, iPrint, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland(スイス)

インクジェットは、その高い柔軟性、生産性、多くの基材との互換性から、デジタル制作において人

気を集めている。インクジェットシステムの中核はプリントヘッドであり、何千もの独立したノズルを通してインクを正確かつオンデマンドで付着させる高度な装置である。しかし、プリントヘッドが複雑であるため、メンテナンスや安定稼働に課題があります。そのため、一貫した品質と最適なパフォーマンスを確保するには、すべてのプロセスパラメーターを正確に制御することが不可欠です。インクのレオロジーは、制御すべき重要なプロセスパラメータです。溶媒の蒸発、インクの老化、沈殿、または単にメーカーの配合がわずかに異なることによるレオロジーの変化は、印刷プロセスにおける大きな品質欠陥につながる可能性があります。市販のレオロジー測定ソリューションでは、通常、最大 10 kHz の周波数でしか粘度を測定できず、測定は印刷工程の外で行われる。ここでは、ピエゾセルフセンシング機能を持つ印刷エレクトロニクスとともに、測定装置として印字ヘッドのみを使用して、100~200 kHz の内部共振周波数でプロセス内のレオロジーをモニターできる測定システムが開発されました。このシステムは、以前に開発され、業界でテストされたノズルの状態監視システムのアップグレードであり、ノズルの故障検出のために、圧電効果を使用して印字ヘッド内部音響をマッピングする。

17:50

インクジェットプリントヘッドにおける圧電ベースの圧力変動モニタリング

Loïc Bulot, Carlos Chabert Ull, Sebastian Filliger, and Luca Brügger, iPrint, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland (Switzerland)

インクジェット技術の人気は、それがもたらす多くの利点のために業界で高まっている。しかし、オンデマンドで正確かつ高速に液滴を供給するために必要なプロセスとハードウェアの複雑さは、信頼性という課題を突きつけている。液滴の品質に影響を与えるインクや印字ヘッドには複雑なパラメータが多く、安定した環境を維持することが鍵となります。

ノズルチャンバーの音響応答を測定するために、ノズル内の圧電アクチュエーターを使用するセンシング技術への関心が高まっています。ノズルの状態を検出するためにピエゾセンシングを使用する論文もいくつか発表されている。

本発表の目的は、ピエゾセンシングを用いてノズルチャンバー内のインク圧力を測定する革新的な方法を紹介することである。測定は、ピエゾを作動させた後のシステムのピエゾの音響応答を定量的に測定するために、カスタムハードウェアを使用して駆動および測定を実行します。そして、応答信号の支配的な周波数を圧力の変動と相関させることができます。

この方法により、プリントヘッドに沿った圧力の変動を測定することが可能になります。また、一定のインクの流れを印加し、プリントヘッドの最初と最後のノズル間の圧力を比較することにより、ヘッドの流体抵抗を決定することができ、印刷品質に直接影響を与える可能性のある事象を特定するための新たな可能性が広がります。

18:20 - 22:50

送迎と夕食会

1 月 31 日 (水)

インキのキーテクノロジー 処方、供給、乾燥

09:00 - 10:20

セッション議長 カトリン・アルブレヒト(OST-東スイス応用科学大学
IMP-マイクロテクノロジー & フォトニクス研究所(スイス))

9:00

分散剤のカスタマイズ設計とその応用：インクジェットインクの信頼性と性能の向上
Nils De Vos, ChemStream bv(ベルギー)

インクジェット)インクの設計にどのように取り組むべきか?どのような落とし穴があるのでしょうか?インクの重要な成分は分散液にあり、より具体的には分散剤やバインダーなどの樹脂にあります。これらのポリマーは、インクの安定性、レオロジー、そして基材への接着やインクの乾燥など、その他の重要な物理現象に大きな影響を与える可能性があります。例えば分散剤に的を絞った設計を施すことで、インクの前述のパラメータをより良く制御することができる。

9:20

半導体のピクセル単位での印刷
Franziska Krieg, Avantama AG(スイス)

ここ数年、ペロブスカイトナノ結晶(PNC)は、その卓越した光学特性により、世界中の科学界から大きな注目を集めている。狭い発光幅と高い吸収係数を併せ持つ高いフォトルミネッセンス量子収率は、どの量子ドット技術にも真似できないものです。Avantama AG は、ディスプレイ産業における PNC の商業化に先駆的に取り組んできました。本プレゼンテーションでは、アディティブプリンティング技術を用いたデバイス実装に焦点を当てながら、LCD、OLED からマイクロ LED に至る幅広いディスプレイ技術における PNC の利点と課題について紹介する。

9:40

静止および移動プリントヘッドにおけるメニスカス圧制御用の液体ダイアフラムポンプ
Raphael Frey and Manuel Roos, KNF Flodos AG (スイス)

プリントヘッドのメニスカス圧を制御するためには、圧力の脈動と圧力変化に対応するポンプの能力が重要な特性です。ダンパーを内蔵した新しい特別設計の液体ダイアフラムポンプは、低圧力脈動レベルを達成し、静的に取り付けられたプリントヘッドの操作に直接使用することができます。メニスカス圧力はポンプで直接制御できるため、コントロールチャンバー付きのインクリザーバー

は不要です。さらに、回転駆動を特別に設計された駆動に置き換えれば、反応速度が速く、圧力脈動レベルの低いポンプを得ることができます。このようなダイヤフラムポンプは、高加速度で移動する印字ヘッドのメニスカス圧を制御するために使用できます。追加のダンパーやアクティブな圧力補正装置は必要ありません。

10:00

デジタルプロセスとしての乾燥

Thomas Poetz、3T Industry InkJet Consulting 社(ドイツ)、Gunther Ackermann、Lambda Technology GmbH 社(ドイツ)、Christian Gächter、Lambda Technology GmbH 社(オーストリア)

乾燥システムの市場は今後数年で全体的に変化する。エネルギーと排出が主要な原動力である(気候保護)。現在も多くの印刷用途で使用されているアナログ乾燥システムは、姿を消すことになるでしょう。

その答えがデジタル乾燥技術であり、ハイブリッド素子の非常に柔軟で的を絞った使用である。NIRとIRを選択的に空気と組み合わせることで、ハイブリッド乾燥技術はさまざまな表面とより多くの機能に対応します。

デジタル印刷プロセスでは、乾燥後に印刷物を正しく架橋する必要があります。ハイブリッドドライヤーシステムを使用すれば、この工程をワンステップで行うことができます。ハイブリッドドライヤーシステムは、エネルギー資源の使用を最適化します。

ドライヤーユニット内のモニタリングエレメントにより、これらのドライヤーシステムはインダストリー4.0での産業利用に対応します。

水性インクの乾燥には、さらなる空気循環が必要です。

印刷技術における様々な水性アプリケーションに対するラムダテクノロジーのドライヤー技術の決定的な利点は、非常に高いインキ処理能力を持つ印刷アプリケーションであっても、継続的な利用が可能であり、24時間365日の運転が可能であることです。

10:20 - 10:50

コーヒーと展示

インク滴と基材が会うとき

10:50 - 12:20

セッション議長 ギルバート・ググラー、iPrint(スイス)

10:50

基調講演 インクジェットドットの広がり液体浸透：固体と液体の表面エネルギーからのモデリングと分析

Ulrich Hirn、グラーツ工科大学(オーストリア)

インクジェット印刷では、広がり吸収のプロセスが印刷ドットの最終的な面積を決定する。この研究では、インクジェットプリンターの動作ウィンドウを代表する 140 の紙と液体の組み合わせの印刷ドット面積を評価した。結果は、拡散、吸収、蒸発を含むモデルによって説明される。液体の表面張力と粘度、基材の孔径と極性を系統的に変化させ、インクジェット印刷に適用可能な非塗工紙と液体の組み合わせの範囲を表現した。我々は、基材と液体の表面エネルギーから、液体の濡れと液体浸透に関する新しいモデリングアプローチを提案する。この目的のために、Owens-Wendt-Rabel-Kaelble (OWRK)、Wu、または van Oss, God, Chaudhury (vOGC) の理論を利用し、極性表面エネルギーと分散性表面エネルギーによって接触角と液体浸透をモデル化する。

ウルリッヒ・ヒルンはグラーツ工科大学で機械工学の修士号を取得後、製紙科学の博士号を取得。スツヴァルの SCA R&D センターに短期間勤務した後、ヒルン氏はグラーツに戻り、紙と繊維技術の正教授を務めている。研究テーマは繊維と紙の力学、接着、紙と液体の相互作用、印刷。過去 10 年間は、高速インクジェット印刷における紙関連の問題に取り組んできた。

11:40

ポリスチレンのパズルピースを成型ツールから直接印刷ラインへ

Klaus Ammann, Mankiewicz Gebr.

広く使用されているプラスチック成形技術は、生産セルで非常にうまく実装できます。ダイレクトプリンティングのような付加的な生産工程を統合することで、時間とコストの面でかなりの利点が得られます。

しかし、そのためには、さらなる開発作業とプロセスと化学の適合が必要である。そうして初めて、こうした生産セルから「インライン生産セル」を実現することができる。

マンキウィッツでは、非常に早い段階からお客様や機械メーカーと協力し、一緒にソリューションを開発してきました。このプレゼンテーションでは、このことについてお話しします。

12:00

以前に曲げられた基材上に位置する印刷物の耐摩擦性に関する観察誤差の減少:

Frédéric Mondiot, Claudiu Neagu, Serge Marchioni, and Frédéric Bodino, Markem-Imaje; and Philip Kessler and Benoît Sahli, iPrint Institute, HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland; and Jan Huber and Gabrielle Thurnherr, iSIS Institute,

HEIA-FR, HES-SO University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland (Switzerland)

耐摩擦性は、マーキングやコーディングに使用されるインクジェットプリントの品質にとって重要なパラメータである。しかし、電気ケーブルや電線、光ファイバーのように、試験前に基材が曲げられている場合、その評価は困難となる。

この通信では、この目的のために特別に設計・製作されたプロトタイプ機と、それに関連する試験方法によって具体化されたソリューションを紹介する。特に、曲げ速度、角度、半径、擦過速度、加えられる力など、関心のあるすべてのパラメータは、実際の工業的制約を代表する範囲で調整することができる。データの処理により、以前に折り曲げられた基材に印刷されたインクの耐摩擦性を正確に定量化することができる。

12:20

閉会コメント

会議終了／昼食

12:30 - 13:50

アイプリント・プレゼンテーション&見学

14:00 - 15:00

出展者によるデモンストレーション

14:00 - 17:30

2月1日(木)

アドバンスド・インクジェット・ワークショップ

8:30 - 17:30

別途申し込みが必要

CO-ORGANIZERS

