

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-171001

(P2008-171001A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.

G02B 5/20 (2006.01)

F 1

G02B 5/20

101

テーマコード(参考)

2H048

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L 外国語出願 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2008-3196 (P2008-3196)
 (22) 出願日 平成20年1月10日 (2008.1.10)
 (31) 優先権主張番号 60/884,599
 (32) 優先日 平成19年1月11日 (2007.1.11)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390040660
 アプライド マテリアルズ インコーポレ
 イテッド
 A P P L I E D M A T E R I A L S, I
 N C O R P O R A T E D
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 054 サンタ クララ バウアーズ ア
 ペニュー 3050
 (74) 代理人 100101502
 弁理士 安齋 嘉章
 (72) 発明者 ジョン エム ホワイト
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 541 ヘイワード コロニー ビュー
 プレイス 2811
 F ターム(参考) 2H048 BA02 BA64 BB42

(54) 【発明の名称】共通軸周囲を回転可能な複数のプリントヘッドを用いて、処理量を増加するための方法、装置及びシステム

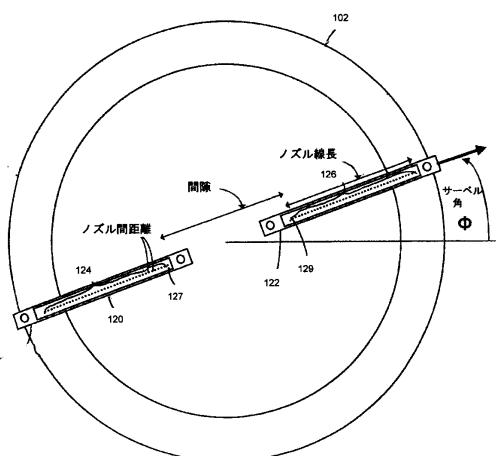
(57) 【要約】

【課題】プリント装置及び方法を提供する。

【解決手段】プリント装置は、回転軸周囲を回転するよう適合されたプラットフォームと、プラットフォームに結合した複数の長手方向に並んだプリントヘッドとを有する。1つ以上の実施形態において、複数のプリントヘッドは、夫々、一列に並んだ、ノズル線長を有するノズルのセットを有する。プリントヘッドは、ノズル線長の略整数倍に等しい間隙距離分、長手方向に分離されている。

【選択図】図3

FIG. 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プリンティング装置において、
回転軸周囲を回転するよう適合されたプラットフォームと、
前記プラットフォームに結合した複数の長手方向に並んだプリントヘッドとを含むプリンティング装置。

【請求項 2】

前記複数のプリントヘッドの夫々が、ノズル線長を有する一列に並んだノズルのセットを含む請求項 1 記載のプリンティング装置。

【請求項 3】

前記プリントヘッドが、前記ノズル線長の略整数倍に等しい間隙分、長手方向に分離されている請求項 2 記載のプリンティング装置。

【請求項 4】

前記ノズルのセットが、均一なノズル間間隔距離を有し、前記プリントヘッドが、前記ノズル線長の整数倍プラス前記ノズル間間隔距離の 2 倍に等しい間隙分、長手方向に分離されている請求項 2 記載のプリンティング装置。

【請求項 5】

前記複数の長手方向に並んだプリントヘッドが、前記回転軸と交差する線に沿って配置されている請求項 1 記載のプリンティング装置。

【請求項 6】

前記プラットフォームが、プリントキャリッジに結合している請求項 1 記載のプリンティング装置。

【請求項 7】

前記プリントキャリッジが、プリントヘッドサポートから懸架され、それに沿って可動するよう適合されている請求項 7 記載のプリンティング装置。

【請求項 8】

カラーフィルタを製造するためのインクジェットプリンティングシステムにおいて、
フレームと、

前記フレームに結合され、基材をプリント方向に動かすよう適合されたステージと、

前記フレームに結合され、複数のプリントキャリッジをサポートするよう適合されたプリントサポートであって、前記キャリッジが、前記プリントサポートに沿って動くよう適合された、プリントサポートと、

複数のプラットフォームであって、夫々が、異なる 1 つの前記プリントキャリッジに結合され、夫々が、異なる各回転軸周囲を回転するよう適合された、プラットフォームと、

複数のプリントヘッドのセットであって、前記セットの夫々が、異なる 1 つの前記プラットフォームに結合され、各セットが、複数の長手方向に並んだプリントヘッドを含むプリントヘッドとを含むインクジェットプリンティングシステム。

【請求項 9】

前記複数のプリントヘッドの夫々が、ノズル線長を有する一列のノズルのセットを含む請求項 8 記載のインクジェットプリンティングシステム。

【請求項 10】

前記プリントヘッドが、前記ノズル線長の略整数倍に等しい間隙分、長手方向に分離されている請求項 9 記載のインクジェットプリンティングシステム。

【請求項 11】

前記ノズルのセットが、均一なノズル間間隔距離を有しており、前記プリントヘッドが、前記ノズル線長の整数倍プラス前記ノズル間間隔距離の 2 倍に等しい距離分、長手方向に分離されている請求項 9 記載のインクジェットプリンティングシステム。

【請求項 12】

前記複数の長手方向に並んだプリントヘッドが、前記各回転軸と交差する線に沿って配置されている請求項 8 記載のインクジェットプリンティングシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 3】

前記複数のキャリッジが、プリントパス間の間隙のX成分に等しい距離、動くよう適合されている請求項8記載のインクジェットプリンティングシステム。

【請求項 1 4】

カラーフィルタを製造するために、基材上にインクを付着する方法であって、
プラットフォームに、複数のプリントヘッドを長手方向に並べる工程と、
前記プラットフォームを回転軸周囲で回転させて、プリントヘッドを所望のサーベル角とする工程と、

前記プリントヘッド下、第1のプリント方向に動く基材上に、第1のプリントパスで前記プリントヘッドからインクを付着する工程とを含む方法。

【請求項 1 5】

複数のプリントヘッドを長手方向に並べる工程が、ノズル線長を有する一列に並んだノズルのセットを夫々含む複数のプリントヘッドを長手方向に並べる工程を含む請求項14記載の方法。

【請求項 1 6】

前記ノズル線長の略整数倍に等しい間隙分、前記プリントヘッドを長手方向に分離する工程を含む請求項15記載の方法。

【請求項 1 7】

前記ノズルのセットが、均一なノズル間間隔距離を有し、前記方法が、前記ノズル線幅の整数倍プラス前記ノズル間間隔距離の2倍に等しい間隙分、長手方向に前記プリントヘッドを分離する工程を含む請求項15記載の方法。

【請求項 1 8】

前記プリント方向に垂直な方向に、所定の距離、前記プラットフォームをシフトする工程を含む請求項14記載の方法。

【請求項 1 9】

前記プラットフォームを所定の距離シフトする工程が、前記プリントヘッド間の間隙のX成分に等しい距離、前記プラットフォームをシフトする工程を含む請求項18記載の方法。

【請求項 2 0】

前記プリントヘッド間の間隙のX成分に等しい距離、前記プラットフォームをシフトする工程が、ノズル線長の整数倍プラスノズル間間隔距離の2倍に等しい間隙のX成分に等しい距離、前記プラットフォームをシフトする工程を含む請求項19記載の方法。

【請求項 2 1】

前記プリントヘッド下、第2のプリント方向に動く前記基材上に、第2のプリントパスで前記プリントヘッドからインクを付着する工程を含む請求項18記載の方法。

【請求項 2 2】

前記プリントヘッドからインクを付着する工程が、前記第1のプリントパス中、前記基材上に前に付着したインク液滴の行のセット間で、インク液滴の行のセットを継ぎ目なく付着する工程を含む請求項21記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【関連出願の相互参照】****【0001】**

本出願は、その全内容が、本明細書に参考文献として組み込まれる、2007年1月1日出願の米国特許仮出願第60/884,599号「共通軸周囲を回転可能な複数のプリントヘッドを用いて、処理量を増加するための方法、装置及びシステム（METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR INCREASING THROUGHPUT USING MULTIPLE PRINT HEADS ROTATING AROUND A COMMON AXIS）」に基づく優先権を主張する。

【0002】

本出願はまた、その全内容が、本明細書に参考文献として組み込まれる、以下の同一譲

10

20

30

40

50

渡人の同時係属米国特許出願にも係る。

2005年8月25日出願の米国特許出願第11/212,043号「インクジェットプリントヘッドサポートを並べるための方法及び装置(Methods and Apparatus for Aligning Inkjet Print Head Supports)」(代理人整理番号10242)。

【発明の分野】

【0003】

本発明は、概して、フラットパネルディスプレイ製造中に用いるインクジェットプリントティングシステムに関し、特に、プリントティングキャリッジの共通軸周囲を回転可能な少なくとも2つのインクジェットプリントヘッドを用いることにより、処理量を増加するための装置及び方法に関する。 10

【発明の背景】

【0004】

インクジェットプリントティングは、現在、フラットパネルディスプレイを製造するための技術として、特に、かかるディスプレイに用いられるカラーフィルタの形成に用いられている。インクジェットプリントティングを有効に利用するのに係る1つの問題は、高処理量でありながら、基材上に正確且つ精密にインク又はその他の材料を分配するのが難しいことである。このように、インクジェットプリントティングシステムの処理量を増加するシステム、方法及び装置が必要とされている。 20

【発明の概要】

【0005】

ある態様において、本発明は、回転軸周囲を回転するよう適合されたプラットフォームと、プラットフォームに結合した複数の長手方向に並んだプリントヘッドとを含むプリントティング装置を提供する。1つ以上の実施形態において、複数のプリントヘッドの夫々は、ノズル線長を有する一列に並んだノズルのセットを有し、プリントヘッドは、ノズル線長の整数倍に略等しい間隙分、長手方向に分離されている。 30

【0006】

他のある態様において、本発明は、カラーフィルタを製造するためのインクジェットプリントティングシステムにおいて、フレームと、フレームに結合され、基材をプリント方向に動かすよう適合されたステージと、フレームに結合され、複数のプリントキャリッジをサポートするよう適合されたプリントサポートであって、キャリッジが、プリントサポートに沿って動くよう適合された、プリントサポートと、複数のプラットフォームであって、夫々が、異なる1つのプリントキャリッジに結合され、夫々が、異なる各回転軸周囲を回転するよう適合された、プラットフォームと、複数のプリントヘッドのセットであって、セットの夫々が、異なる1つのプラットフォームに結合され、各セットが、複数の長手方向に並んだプリントヘッドを含む、プリントヘッドとを含むインクジェットプリントティングシステムを提供する。 30

【0007】

さらに他の態様において、本発明は、カラーフィルタを製造するために、基材上にインクを付着する方法を提供する。本方法は、プラットフォームに、複数のプリントヘッドを長手方向に並べる工程と、プラットフォームを回転軸周囲で回転させて、プリントヘッドを所望のサーベル角とする工程と、プリントヘッド下、第1のプリント方向に動く基材上に、第1のプリントパスでプリントヘッドからインクを付着する工程とを含む。 40

本発明のその他の特徴及び態様は、例示の実施形態の以下の詳細な説明、添付の特許請求の範囲及び添付図面からより明らかになる。

【詳細な説明】

【0008】

本発明は、プリントティングシステムにおいてプリントティング処理量を改善するための装置及び方法を提供するものであり、1つのプリントティングアセンブリにおいて、共通の回転軸を備えた2つ以上のプリントヘッドを有しており、基材にインクを同時に分配可能な 50

プリントヘッドの数が少なくとも倍（2つのプリントヘッドを用いる場合）である。ある実施形態において、1つ以上のプリンタアセンブリ（「キャリッジ」）は、回転軸を有する回転可能なプラットフォーム（「回転ステージ」）に結合した2つ以上（「複数」）のプリントヘッドを含む。1つ以上の実施形態において、複数のプリントヘッドは、一列に並んだノズルのセットを含み、夫々がセットの長さで、長手方向に並んでいる。最良の処理量するために、プリントヘッド間の間隙距離を、ノズルのラインのセットの長さに略等しく設定する。様々な実施形態において、プリントヘッドを用いて、インクを同時に、連続して、又は組み合わせて分配してよい。

【0009】

図1に、本発明の装置及び方法が適用される例示のインクジェットプリンティングシステム（例えば、フラットパネルディスプレイ用カラーフィルタの製造に好適）の側面図を示す。プリンティングシステムは、概して、参考番号100で示されている。インクジェットプリンティングシステム100は、プリントヘッドサポート108又はブリッジに並んだ複数のプリントヘッドキャリッジ102、104、106を有する。これより数の多い、又は少ないキャリッジ（例えば、1つ、2つ、4つ、5つ等）を用いてもよい。数多いサポートを用いて、多数のキャリッジをサポートしてもよい。プリントヘッドサポート108は、フレーム110に載せて、フレームテーブル112上でサポートされてもよい。インクジェットプリンティングシステム100はまた、基材をサポートし搬送する可動サポートステージ114も有していてよい。フレームテーブル112とステージ114は、水平（X-Y）基準面を画定している。この面で、ステージの動く方向、又はプリンティング方向は、Y軸方向にある（例えば、システムは図1に示されているように、Y軸は、ページの面に垂直にページの面を出入りするように延びている）。プリントヘッドサポート108は、基準フレームのX軸に沿ったプリンティング方向に垂直に並んでいても、X軸に対して角度を成していてもよい。プリントヘッドサポート108が角度を成している時は、プリントヘッドキャリッジ102、104、106は、プリントヘッドサポート108に沿って動いたり、インデクシングする。サポート108に沿ったプリントヘッドキャリッジ102、104、106の動きは、少なくとも1つのコントローラ（図示せず）によりコントロールされる。

【0010】

本発明により提供されるプリントヘッドキャリッジ、例えば、図1のキャリッジ102の拡大概略ブロック図である図2に示す通り、プリントヘッドキャリッジ102は、ドライバ116、回転ステージプラットフォーム118および複数の（例えば、図示した例では2つ）プリントヘッド120、122を有する。1つ以上の実施形態において、ドライバ116は、回転ステージプラットフォーム118及び/又はプリントヘッド120、122の動き及び/又は動作をコントロールするよう適合された電子コンポーネントを含む。しかしながら、変形実施形態において、かかるコンポーネント又はその一部は、ドライバ116外にあってもよい。回転ステージプラットフォーム118は、プリントヘッドキャリッジ102内に回転可能に結合されており（例えば、ベアリング、ワッシャー等を介して）、モータ（図示せず）により駆動された、例えば、回転ステージプラットフォーム118の中央垂直軸に一致する（略）垂直軸周囲の面（矢印により示される）で回転する。プリントヘッド120、122は、回転ステージプラットフォーム118の下面に結合されている。

【0011】

動作中、水平面（X-Y）面におけるプリントヘッド120、122の、サーベル角と呼ばれる角度を付けた配向は、回転ステージプラットフォーム118の回転をコントロールすることにより設定してもよい。ある実施形態において、サーベル角は、ドライバ116及び/又は外部コントロールにより設定してもよい。サーベル角を変えることにより、プリンティングピッチ（例えば、近接するプリントヘッドノズルにより付着するインク液滴間のX方向における距離）をコントロールできる。

【0012】

10

20

30

40

40

50

図3は、本発明の実施形態により提供される、第1及び第2のプリントヘッド120、122を含む例示のプリントヘッドキャリッジの底面図である。プリントヘッドは、例えば、ニューハンプシャー州、レバノン(Lebanon, NH)のディマティックス社(Dimatrix Inc.)製型番SE-128プリントヘッドであってよく、これは128のチャンネルと対応のノズルを有している。第1のプリントヘッド120は、第1のエンドノズル125から第2のエンドノズル127まで延びる第1のセットの直線配置のノズル124を有するノズルプレートを含む。第2のプリントヘッド124は、第1のエンドノズル129から第2のエンドノズル131まで延びる第2のセットの直線配置のノズル126を有するノズルプレートを含む。図示する通り、1つ以上の実施形態において、第1及び第2のプリントヘッド120、122は、長手方向に並んでいる。すなわち、両セットのノズル124、126は、一本の線の軌道に沿って配置されている。変形実施形態において、第1及び第2のプリントヘッド120、122並びに夫々のセットのノズル124、126は、これ以外に、例えば、精密にではないが平行に並んでいてもよい。上記の通り、プリントヘッド120、122は、フレームテーブル112とサポートステージ114により画定されるX-Y面に対してサーベル角()で長手方向に並んでいてもよい。

10

【0013】

ある実施形態において、各セット124、126内のノズルは、ノズル間距離(IND)により互いに等間隔である。このように、この場合は、各セットの合計ノズル線長(NLL)は、各セット124、126のノズルの数(n)マイナス1(n-1)掛けるノズル間距離(IND)に等しい。

20

$$NLL = (n - 1) / IND$$

【0014】

本発明の1つ以上の実施形態において、第1及び第2のプリントヘッド120、122の配置は、長手方向寸法に間隔が開いていて、第1のプリントヘッド120の第2のエンドノズル127と、第2のプリントヘッド122の第1のエンドノズル129の間の距離が、ノズル線長(NLL)の(略)整数(i)倍となるようなものとする。図3に示す例示の実施形態において、整数倍は1(i=1)であり、第2のエンドノズル127と第1のエンドノズル129の間の距離(「間隙」)は、ノズル線長(NLL)に略等しく設定されている。1つ以上の実施形態において、間隙は、より正確には、ノズル線長の整数倍プラスノズル間距離(IND)の2倍に等しい。

30

$$\text{間隙} = i \cdot NLL + 2 \cdot IND$$

【0015】

例えば、第1及び第2のプリントヘッド120、122が夫々、型番SE-128のヘッドを有する少なくとも1つの実施形態において、各プリントヘッドは、128個のノズルを有し、ノズル間距離(IND)は508μmである。従って、合計ノズル線長(NLL)は128・508μm、即ち、65.024mmである。この場合の間隙は、NLLプラス2・IND(又はノズル間距離(IND)の130倍)に設定され、これは約66.04mmである。

40

【0016】

図4A、4B、5A及び5Bを参照して説明する通り、間隙は、高処理量を達成するのを促すために設定される。図4Aは、2つのプリントヘッド220、222を含むプリントキャリッジ202の第1のプリントパスを示しており、図3に示す実施形態のように、NLLプラス2・INDの間隙を有している。動作中、第1のプリントヘッド220が下方に動かすと、第1及び第2のプリントヘッド220、222がプリントする。第1のパス中、ステージが下方に動く際に、第1及び第2のプリントヘッド220、222の各ノズルセット224、226が、時間の間隔をおいて噴射し、2つの離れた領域230、232に、X軸に対してサーベル角で傾斜した行に液滴をプリントする。ピッチ、即ち、液滴の連続したプリント列間のX軸に沿った水平距離は、次の関係式に従ってサーベル角を調整することにより、狭くした

50

り、広くすることができる。

ピッチ = $\cos \cdot \text{IND}$

【0017】

ステージがある距離動いた後、第1のプリントパスは終了する。第1及び第2のプリントヘッド220、222を含むプリントヘッドキャリッジ202が、図示する通り、プラスのX軸方向に動く、又はインデクシングする。図4Bに示す通り、プリントヘッドキャリッジ202は、ある距離インデクシングして、第1のプリントヘッド220の第1のノズル225が、あるノズル間距離(IND)での第1のプリントパス中、第1のプリントヘッド220の最後のノズル227によりプリントされた列が空くようになる。この距離は、間隙のX成分に等しいことに留意する。即ち、プリントヘッドキャリッジがインデクシングする距離は、X軸上に投影された間隙に等しい。このように、次のプリントイングパスの開始時、プリントヘッド220は、前にプリントした領域230はプリントしない。

10

【0018】

プリントヘッドキャリッジ202がインデクシングすると、第2のプリントパスが開始される。図4Bにこれを示す。1つ以上の実施形態において、第2のプリントパスにおけるステージの動きの方向は、第1のプリントパスの方向の反対であってもよい。図4Bの例示の第2のプリントパスがこれにあたり、ステージが、プラスのY軸方向(例えば、図4Bの上方)に基材を動かす。第1のプリントパスと同様に、第2のプリントパスにおいては、ステージがある距離(図示する第1のパスにおいて下方に動いた距離と同じであっても、異なる距離であってもよい)、上方に動くと、第1及び第2のプリントヘッド220、222の各ノズルのセット224、226は、時間の間隔を置いて噴射し、2つの離れた領域234、236に、X軸に対してサーベル角で傾斜した列に液滴をプリントする。追加のプリントパスを行って、ある基材の残りの部分を充填して、例えば、他の液滴が、プリント領域232の反対の側でプリント領域236に近接してプリントされるようにしてもよい。

20

【0019】

図4Bの画面から分かる通り、プリント領域234は、第1のプリントヘッド220のノズルセット224の全てのノズルから分配された液滴を含んでいる。この領域234は、前にプリントされた230、232と継ぎ目なく合っている。特に、プリント領域230の最後の列230(n)とプリント領域234の最初の列234(1)の距離は、ノズル間距離(IND)(サーベル角配列に沿った)に等しい。プリント領域234の最後の列234(n)とプリント領域232の最初の列232(1)の距離も、ノズル間距離(IND)(サーベル角配列に沿った)に等しい。加えて、プリント領域234及び236は、プリント領域230及び232と等しいサイズである。

30

【0020】

完全性(用いるプリントヘッドのノズルの数に関して)と、第1のプリントパスと第2のプリントパスの一体化による継ぎ目がないことの両方共、第1及び第2のプリントヘッド220、222間の間隙の結果である、ということに留意する。まず、複数のプリントヘッドを同時に用いると、用いるプリントヘッドの数に比例して処理量が増加する可能性がある。例えば、2つのプリントヘッドを有するプリントキャリッジは、同時に動作させることにより、1つのみのプリントヘッドを有するプリントキャリッジの倍の処理量となる可能性がある。しかしながら、図示した実施形態においては、この可能性を実現するためには、プリントキャリッジにあるプリントヘッドの間隔をこれに従って設定するのが好ましい。

40

【0021】

図示した実施形態において、間隙を、ノズル線長(NLL)プラス2つのノズル間距離(IND)(後者は、プリント領域234の最初と最後の列234(1)、234(n)と、これらの列が近接するプリント領域230、232間の距離である)に等しく設定することにより、第1及び第2のプリントパスにより覆われる基材面積の量が最大となつて

50

、プリンティング処理量が最適に上昇する。より一般的には、プリンティング中、複数のプリントヘッドを用いる時、末端間隔を与えるために、ノズル線長（NLL）プラス2つのノズル間距離の整数倍まで間隙を設定すると、処理量が最大になる。

【0022】

図5A及び5Bに、準最適の間隙のマイナスの例を示すことにより、プリントヘッド間の間隙が処理量にいかに影響するかが示されている。図5Aは、図4Aに示す第1のプリントパスと同様の、第1及び第2のプリントヘッド320、322を含む例示のプリントカートリッジ302の第1のプリントパスを示す。しかしながら、図5Aに示す構成においては、図4Aに示したプリントヘッド220、222の間隙に比べて、第1と第2のプリントヘッド320、322間の間隙は減少している。第1のプリントパス中、ステージは、マイナスのY軸方向（下方）に動き、第1及び第2のプリントヘッド320、322の各ノズルセット324、326が時間の間隔をおいて噴射し、2つの分離された領域330、332に、X軸に対してサーベル角で傾斜した行に液滴をプリントする。図面から分かる通り、第1のプリントパス330、332でプリントされた領域は、プリントヘッド320、322間の間隙の減少に対応して、図4Aに示す領域230、232に比べてサイズが減少している。

【0023】

図5Bは、図5Aに示す構成の第2のパスを示す。プリントキャリッジ302が、プラスのX軸方向にインデクシングして、プリントされた領域330、332をクリアした後、ステージは方向を反対にし、プラスのY軸方向（上方）に動き、同時に、プリントヘッド320、332は液滴を噴射する。図面から分かる通り、プリントされた領域330、332間の距離の減少のために、液滴の同じサイズの面積を、プリントされた領域330、332間にプリントするだけの十分な空間がない。このように、前に分配された液滴の上へのプリントを防ぐために、プリントヘッドはコントロールされて、第2のプリントパス中、ノズルセット324、326の一部のみが噴射のために用いられる。ノズルの残りの部分は、第2のプリントパスでは用いられない（図示）。プリントヘッドのノズルの一部を用いないプリントパスは準最適である。全てのノズルを用いた場合よりも、単位時間当たりに分配される液滴が少ないからである。しかしながら、場合によって、かかる部分プリンティングは、基材の寸法、基材上の表面フィーチャー又はその他理由のために、望ましいか、避けられないかのいずれかである。このような場合、処理量レートの量をある程度犠牲にして、他の目的を適えてもよい。

【0024】

前述の説明は、本発明の特定の実施形態を開示しているに過ぎず、本発明の範囲内となる、上記に開示された方法及び装置の修正は、当業者には容易に理解されるであろう。例えば、上述した通り、ある実施形態においては、プリントキャリッジにある複数のプリントヘッド間の間隙は、プリントヘッドのノズル線長（NLL）の2倍、3倍または略整数倍である。一例を挙げると、図6Aは、第1及び第2のプリントヘッド420、422を有するプリントキャリッジ402の底面図であり、第1と第2のプリントヘッド420、422間の間隙CDが、ノズル線長（NLL）の2倍プラスノズル間距離（IND）の2倍である。

【0025】

加えて、プリントキャリッジは、3つ以上のプリントヘッドを有していてもよい。例えば、図6Bは、第1、第2及び第3のプリントヘッド520、521及び522を含むプリントキャリッジ502の底面図である。図示した実施例において、第1と第2のプリントヘッド520、521間の間隙は、第2と第3のプリントヘッド521及び522間の間隙のように、ノズル線長（NLL）に略等しい。

【0026】

更に他の実施形態において、プリントヘッドは、Y方向に互い違いとし、間隙をゼロに設定してもよい。かかる実施形態において、ノズルセットの線は、互いに並んでおらず、サーベル角の設定された回転のポイントが、X及びY両方向においてプリントヘッド間で

10

20

30

40

50

中心に位置するように、プリントヘッドが配置されているのが好ましい。

【0027】

更に他の実施形態において、同様に配置されているが、異なるプリントキャリッジにあるプリントヘッドを用いて、インク液滴の前にプリントされた行間で、インク液滴の行を「継ぎ目なく」後にプリントしてもよい。これは、異なるプリントサポートで、間隙のX成分に等しい量、キャリッジを互い違いにすることにより成される。

【0028】

更に、本発明はまた、スペーサ形成、偏光子コーティング及びナノ粒子回路形成に適用してもよい。

従って、本発明は例示された実施形態との関連で開示されているが、その他の実施形態も、特許請求の範囲により定義される本発明の思想及び範囲内に入るものと理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の実施形態によるインクジェットプリントシステムの例示の実施形態の側面図である。

【図2】本発明の実施形態により提供される例示のプリントキャリッジの正面図である。

【図3】本発明の実施形態により提供される2つのプリントヘッドを含む例示のプリントキャリッジの底面図である。

【図4A】図3に示す2つのプリントヘッドを含むプリントキャリッジを用いた例示の第1のプリントパスを示す図であり、本発明により提供されるプリントヘッド間の間隙が最適であることを示す図である。

【図4B】2つのプリントヘッドを含むプリントキャリッジを用いた例示の第2のプリントパスを示す図であり、本発明により提供されるプリントヘッド間の間隙が最適であることを示す図である。

【図5A】2つのプリントヘッドを含むプリントキャリッジを用いた例示の第1のプリントパスを示す図であり、プリントヘッド間の間隙が準最適であることを示す図である。

【図5B】2つのプリントヘッドを含むプリントキャリッジを用いた例示の第2のプリントパスを示す図であり、本発明により提供されるプリントヘッド間の間隙が準最適であることを示す図である。

【図6A】本発明により提供される2つのプリントヘッドを含む例示のプリントキャリッジの底面図であり、プリントヘッド間の間隙がノズル線長の2倍に略等しいことを示す図である。

【図6B】3つのプリントヘッドを含む本発明により提供される例示のプリントキャリッジの底面図である。

10

20

30

【図1】

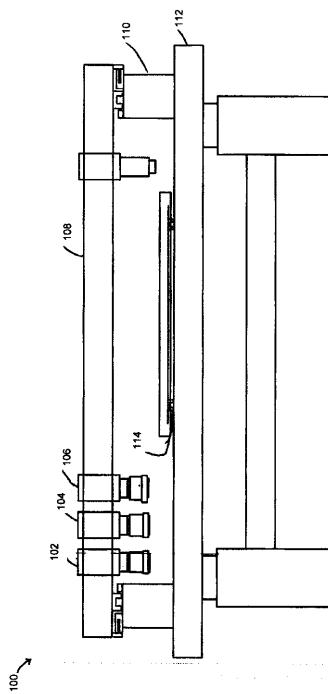


FIG. 1

【図2】

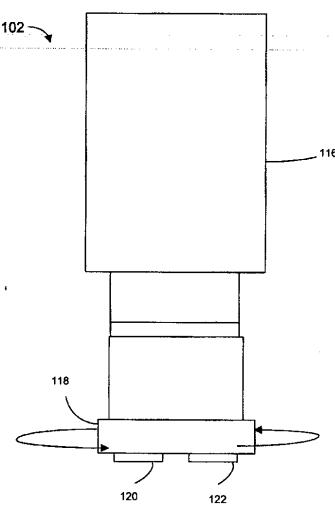
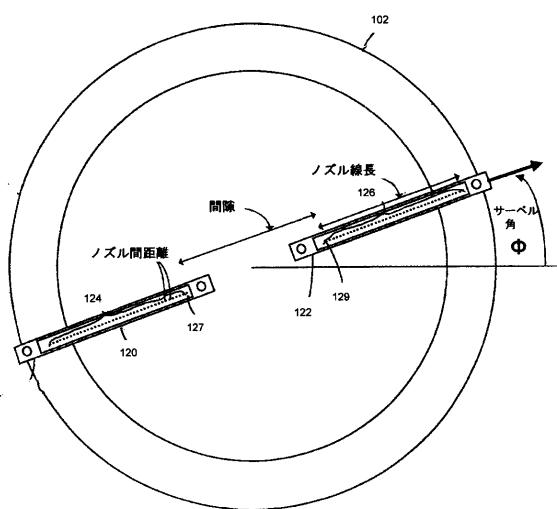


FIG. 2

【図3】

FIG. 3



【図4A】

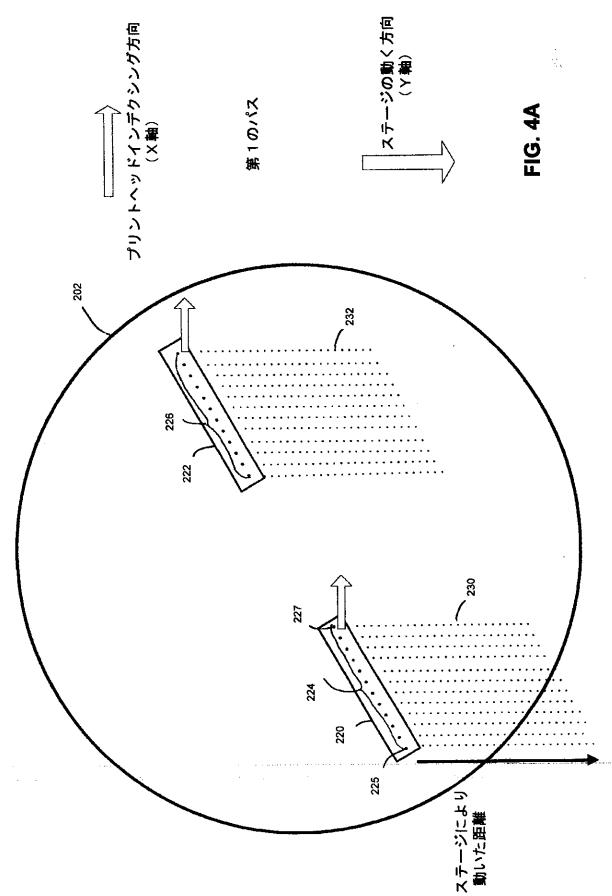


FIG. 4A

【図 4 B】

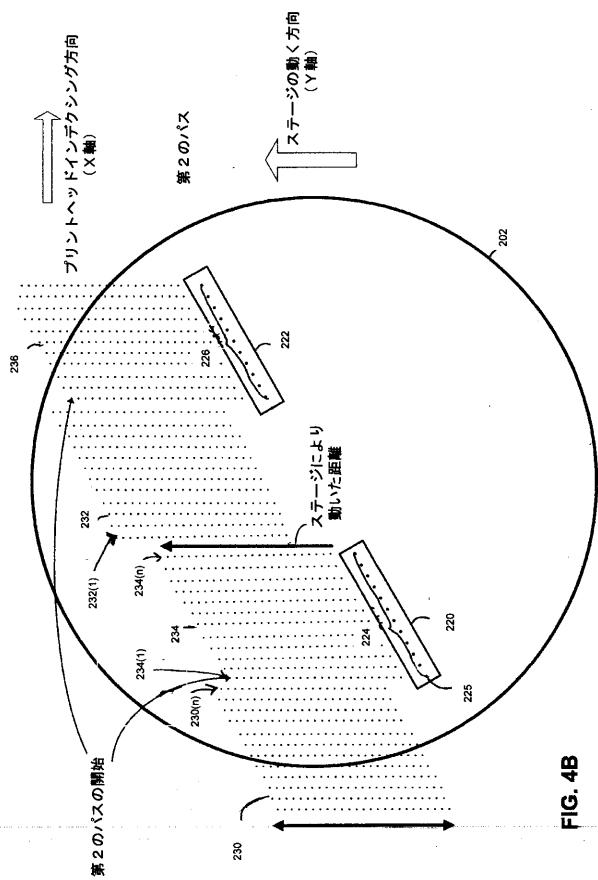


FIG. 4B

【図 5 A】

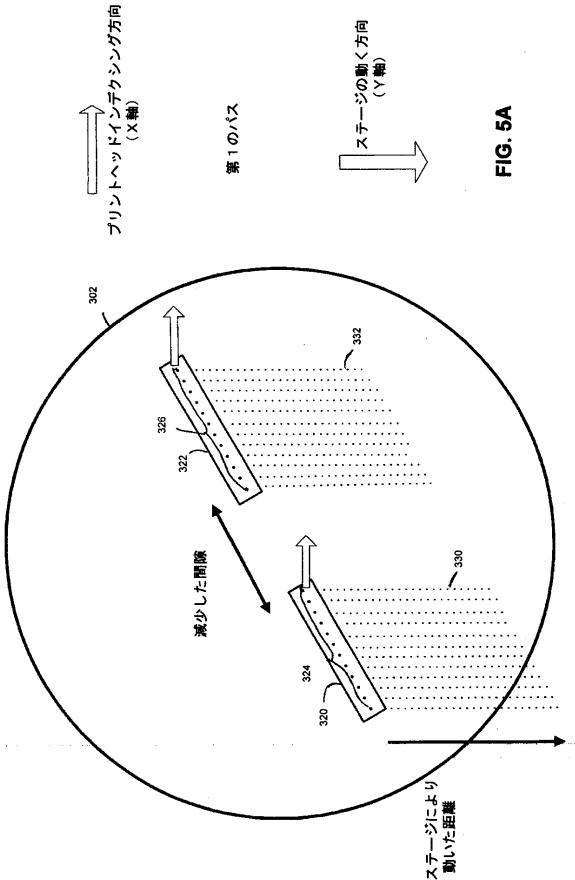


FIG. 5A

【図 5 B】

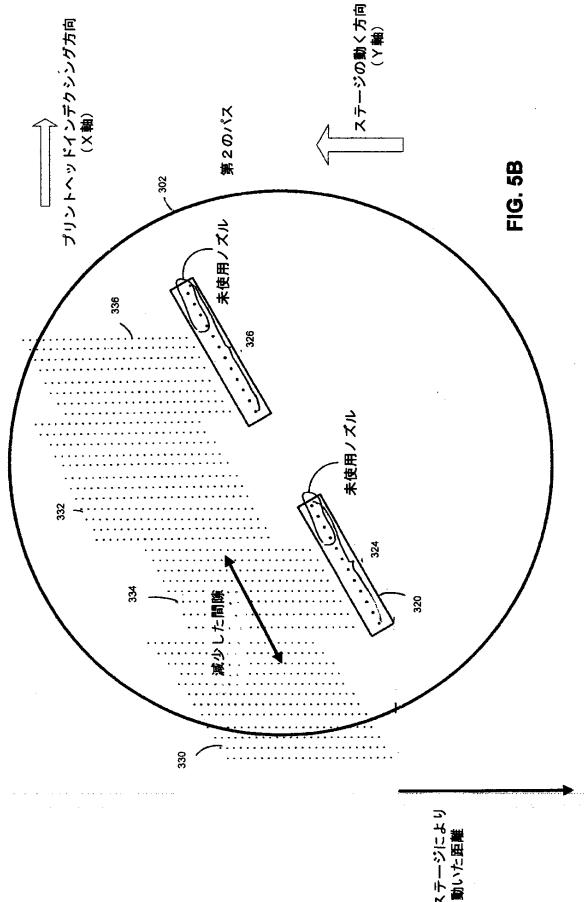


FIG. 5B

【図 6 A】

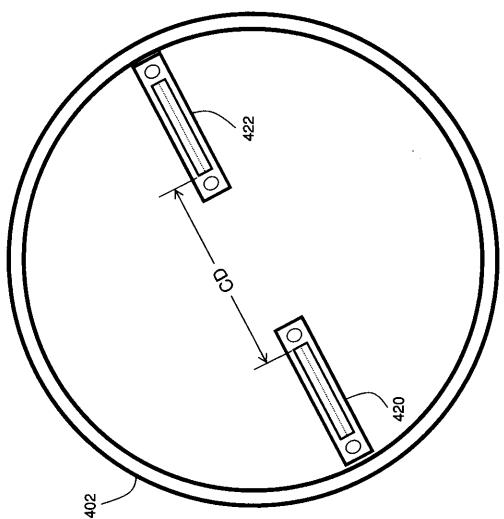


FIG. 6A

【図 6 B】

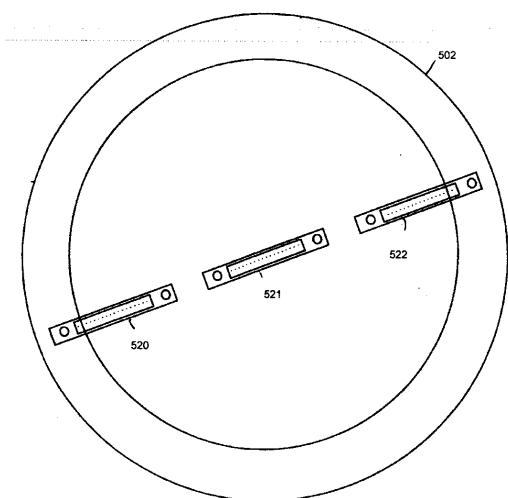


FIG. 6B

【外国語明細書】

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

TITLE OF THE INVENTION

**METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR INCREASING
THROUGHPUT USING MULTIPLE PRINT HEADS ROTATABLE
ABOUT A COMMON AXIS**

5

CROSS REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

The present application claims priority to US
Provisional Patent Application No. 60/884,599, filed January
10 11, 2007 and entitled "METHODS, APPARATUS AND SYSTEMS FOR
INCREASING THROUGHPUT USING MULTIPLE PRINT HEADS ROTATABLE
ABOUT A COMMON AXIS," which is hereby incorporated by
reference herein in its entirety.

The present application is also related to the
15 following commonly-assigned, co-pending U.S. Patent
Application, which is hereby incorporated by reference
herein in its entirety:

U.S. Patent Application Serial No. 11/212,043,
filed August 25, 2005 and titled "Methods and Apparatus for
20 Aligning Inkjet Print Head Supports" (Attorney Docket No.
10242).

FIELD OF THE INVENTION

25 The present invention relates generally to inkjet
printing systems that may be employed during flat panel
display manufacturing, and is more particularly concerned
with apparatus and methods for increasing throughput by
employing at least two inkjet print heads rotatable around a
30 common axis on a printing carriage.

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

BACKGROUND OF THE INVENTION

Inkjet printing is currently being used as a technique for manufacturing flat panel displays and in particular in the formation of color filters used in such displays. One problem with effective employment of inkjet printing is that it is difficult to dispense ink or other materials accurately and precisely on a substrate while having a high-throughput. Thus, what is needed are systems, methods and apparatus for increasing throughput of inkjet printing systems.

SUMMARY OF THE INVENTION

In some aspects, the invention provides a printing apparatus including a platform adapted to rotate about a rotational axis and a plurality of longitudinally aligned print heads coupled to the platform. In one or more embodiments, each of the plurality of print heads includes a set of nozzles arranged in a line having a nozzle line length and the print heads are separated longitudinally by a clearing distance approximately equal to an integer times the nozzle line length.

In some other aspects, the invention provides an inkjet printing system for manufacturing color filters which includes a frame; a stage coupled to the frame and adapted to move a substrate in a print direction; a print support coupled to the frame and adapted to support a plurality of print carriages, wherein the carriages are adapted to be moved along the print support; a plurality of platforms, each one coupled to a different one of the print carriages and each adapted to rotate about a different respective

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

rotational axis; and a plurality of sets of print heads, each one of the sets coupled to a different one of the platforms and each set including a plurality of longitudinally aligned print heads.

5 In yet other aspects, the invention provides a method of depositing ink on a substrate for manufacturing a color filter. The method includes longitudinally aligning a plurality of print heads on a platform; rotating the platform about a rotational axis to bring the print heads to
10 a desired saber angle; and depositing ink from the print heads in a first print pass on a substrate moving in a first print direction below the print heads.

15 Other features and aspects of the present invention will become more fully apparent from the following detailed description of exemplary embodiments, the appended claims and the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

20 FIG. 1 is a side elevational view of an exemplary embodiment of an ink jet print system according to embodiments of the present invention.

25 FIG. 2 is a front elevational view of an exemplary printing carriage provided according to embodiments of the present invention.

FIG. 3 is a bottom elevational view of an exemplary print carriage including two print heads provided according to embodiments of the present invention.

30 FIG. 4A illustrates an example first print pass using a print carriage including two print heads as shown in

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

FIG. 3 in which a clearing spacing between print heads as provided according to the present invention is optimal.

FIG. 4B illustrates an example second print pass using a print carriage including two print heads in which a 5 clearing spacing between print heads as provided according to the present invention is optimal.

FIG. 5A illustrates an example first print pass using a print carriage including two print heads in which a clearing spacing between print heads is sub-optimal.

10 FIG. 5B illustrates an example second print pass using a print carriage including two print heads in which a clearing spacing between print heads is sub-optimal.

15 FIG. 6A is a bottom elevational view of an exemplary print carriage including two print heads provided in accordance with the present invention in which a clearing spacing between the print heads is approximately equal to twice a nozzle line length.

20 FIG. 6B is a bottom elevational view of an exemplary print carriage provided in accordance with the present invention including three print heads.

DETAILED DESCRIPTION

The present invention provides apparatus and 25 methods for improving printing throughput in a printing system by including two or more print heads in a single printing assembly with a common rotation axis, at least doubling (where two print heads are used) the number of print heads that are able to dispense ink on a substrate 30 concurrently. In some embodiments of the present invention, one or more printer assemblies ('carriages') may include two

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

or more ('multiple') print heads coupled to a rotatable platform ('rotation stage') having rotational axis. In one or more embodiments, the multiple print heads may include sets of nozzles arranged in a line, each of a set length, 5 and may be aligned longitudinally. To provide optimal throughput, a clearing distance between the print heads may be set approximately equal to the set length of the lines of nozzles. In various embodiments, the print heads may be used to dispense ink concurrently, sequentially or in any 10 combination(s) thereof.

FIG. 1 illustrates a side elevational view of an exemplary inkjet printing system (e.g., suitable for manufacturing color filters for flat panel displays) in which the apparatus and methods of the present invention may 15 be applied. The printing system is designated generally by the reference number 100. The inkjet printing system 100 may include a plurality of print head carriages 102, 104, 106 arranged on a print head support 108 or bridge. It is noted that a larger or smaller number of carriages (e.g., one, 20 two, four, five, etc.) may be used. A larger number of supports may also be used to each support multiple carriages. The print head support 108 may rest on a frame 110, which, in turn, may be supported on a frame table 112. The ink jet printing system 100 may also include a movable 25 support stage 114 that may support and convey a substrate. The frame table 112 and stage 114 define a horizontal (X-Y) reference plane. In this plane, the direction of stage motion, or the printing direction, is in the Y-axis direction (for example, as the system is represented in FIG. 30 1, the Y-axis extends into and out of the plane of the page perpendicular to the plane of the page). The print head

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

support 108 may be aligned perpendicular to the printing direction along the X-axis of the reference frame, or may be angled with respect to the X-axis. When the print head support 108 is angled, the print head carriages 102, 104, 106 may be moved or indexed along the print head support 108. The movement of the print head carriages 102, 104, 106 along the support 108 may be controlled by at least one controller (not shown).

As shown in FIG. 2, which is a close-up schematic block diagram of a print head carriage provided according to the present invention, e.g., carriage 102 in FIG. 1, a print carriage 102 may include a driver 116, a rotation stage platform 118, and multiple (e.g., in the depicted example, two) print heads 120, 122. In one or more embodiments, the driver 116 may include electronic components adapted to control motion and/or operation of the rotation stage platform 118 and/or the print heads 120, 122. However, in alternative embodiments, such components, or portions thereof, may be located outside of the driver 116. The rotation stage platform 118 is rotatably coupled within the print head carriage 102 (e.g., via bearings, washers, etc.) and driven by a motor (not shown) to rotate in a plane (indicated by arrows) around a (generally) vertical axis which may, for example, be coincident with the central vertical axis of the rotation stage platform 118. The print heads 120, 122, are coupled to a lower surface of the rotation stage platform 118.

In operation, the angular orientation of the print heads 120, 122 in the horizontal (X-Y) plane, termed the 'saber' angle, may be set by controlling rotation of the rotation stage platform 118. In some embodiments, the saber

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

angle may be set by the driver 116 and/or an external control. By altering the saber angle, the printing pitch (e.g., the distance in the X-direction between ink drops deposited by adjacent print head nozzles) may be controlled.

5 FIG. 3 is a bottom schematic view of an example print head carriage provided according to embodiments of the present invention including first and second print heads 120, 122. The print heads may be embodied as, for example, a Model SE-128 print head manufactured by Dimatix Inc. of 10 Lebanon, NH which includes 128 channels and corresponding nozzles. The first print head 120 includes a nozzle plate having a first set of linearly arranged nozzles 124, extending from a first end nozzle 125 to a second end nozzle 127, and the second print head 124 includes a nozzle plate 15 having a second set of linearly arranged nozzles 126, extending from a first end nozzle 129 to a second end nozzle 131. As shown, in one or more embodiments, the first and second print heads 120, 122 are longitudinally aligned, meaning that both sets of nozzles 124, 126 are arranged 20 along the trajectory of a single line. In alternative embodiments, the first and second print heads 120, 122 and their respective sets of nozzles 124, 126 may be arranged otherwise, for example, in parallel but not precisely aligned. As noted above, the print heads 120, 122 may be 25 longitudinally aligned at a saber angle(ϕ) with respect to the X-Y plane defined by the frame table 112 and support stage 114.

In some embodiments, the nozzles within each of the sets 124, 126 may be equally spaced from one another by 30 an internozzle distance (IND). Thus, in this case, the total nozzle line length (NLL) of each of the sets is equal to the

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

number of nozzles (n) in each set 124, 126 minus 1 (n-1) times the internozzle distance (IND).

$$NLL = (n-1) \cdot IND$$

5

In one or more embodiments of the present invention, the first and second print heads 120, 122 may be arranged so that they are spaced apart in their longitudinal dimension such that the distance between the second end nozzle 127 of 10 the first print head 120 and the first end nozzle 129 of the second print head 122, is (approximately) an integer number (i) times the nozzle line length (NLL). In the exemplary embodiment shown in FIG. 3, the integer number is one (i=1), and the distance between the second end nozzle 127 and the 15 first end nozzle 129 (the 'clearing distance') is set approximately equal to the nozzle line length (NLL). In one or more embodiments, the clearing distance is more precisely equal to an integer number of nozzle line lengths plus two times the internozzle distance (IND).

20

$$\text{clearing space} = i \cdot NLL + 2 \cdot IND$$

For example, in at least one embodiment, in which the first and second print heads 120, 122 each include a Model SE-128 25 head, each print head includes 128 nozzles and the internozzle distance (IND) is 508 μ m. Therefore, the total nozzle line length (NLL) is 128 \cdot 508 μ m, which is 65.024mm. The clearing distance in this case is set at the NLL plus 2 \cdot IND (or 130 times the internozzle distance (IND)), which 30 is approximately 66.04mm.

The clearing distance is set in order to facilitate achieving high throughput as is explained with

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

reference to FIGS. 4A, 4B, 5A and 5B. FIG. 4A illustrates a first print pass of a print carriage 202 including two print heads 220, 222 having a clearing distance of one NLL plus 2·IND as in the embodiment shown in FIG. 3. In operation, 5 first and second print heads 220, 222 print as the stage underneath moves the substrate in the negative Y-axis direction (downward) during a first printing pass. During the first pass, as the stage moves downwards, the respective nozzle sets 224, 226 of the first and second print heads 10 220, 222 jet at timed intervals, and print drops in rows inclined at the saber angle with respect to the X-axis in two separated areas 230, 232. The pitch, i.e., the horizontal distance along the X-axis between consecutive printed columns of drops, can be narrowed or widened, by 15 adjusting the saber angle according to the relation:

$$\text{pitch} = \cos\phi \cdot \text{IND}$$

After the stage has moved a certain distance, the 20 first print pass ends. The print head carriage 202 including first and second print heads 220, 222 is then moved, or indexed, in the positive X-axis direction as indicated. As shown in FIG. 4B, the print head carriage 202 is indexed a certain distance, such that the first nozzle 225 of the 25 first print head 220 clears the column printed by the last nozzle 227 of the first print head 220 during the first print pass by one inter-nozzle distance (IND). Note that the distance is equal to the X-component of the clearing distance. In other words, the distance that the print head carriage is indexed is equal to the clearing distance 30 projected onto the X-axis. In this manner, at the start of

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

the next printing pass, the print head 220 will not print over the area 230 previously printed.

Once the print head carriage 202 has been indexed, the second print pass commences, which is illustrated in 5 FIG. 4B. In one or more embodiments, the direction of stage motion in the second print pass may be the reverse of the direction in the first print pass. This is the case in the example second print pass of FIG. 4B, in which the stage moves the substrate in the positive Y-axis direction (e.g., 10 upward in FIG. 4B). As in the first print pass, in the second print pass, as the stage moves upward a certain distance (which may be the same as the distance moved downward in the first pass as shown, or may be a different distance), the respective nozzle sets 224, 226 of the first 15 and second print heads 220, 222 jet at timed intervals, and print drops in rows inclined at the saber angle with respect to the X-axis in two separated areas 234, 236. Additional print passes may also be performed to fill remaining sections of a given substrate such that, for example, 20 another group of drops may be printed adjacent to printed area 236 on a side opposite from printed area 232.

As can be discerned from the illustration of FIG. 4B, the printed area 234 includes drops dispensed from all 25 of the nozzles in the nozzle set 224 of the first print head 220 which fits seamlessly between the previously printed areas 230, 232. In particular, the distance between the last column 230(n) of printed area 230 and the first column 234(1) of print area 234 is equal to the inter-nozzle 30 distance (IND) (taken along the saber angle orientation), and the distance between the last column 234(n) of print area 234 and the first column 232(1) of print area 232 is

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

also equal to the to the inter-nozzle distance (IND) (taken along the saber angle orientation). Additionally, the printed areas 234 and 236 are equal in size to printed areas 230 and 232.

5 It is noted that both the completeness (in terms of the number of nozzles of the print heads used) and the seamlessness of the integration of the second print pass with the first print pass, is a result of the clearing distance between the first and second print heads 220, 222.
10 Firstly, employing multiple print heads simultaneously can potentially increase throughput in proportion to the number of print heads employed. For example, a print carriage that includes two print heads may potentially double the throughput of a print carriage including only one print head
15 by operating simultaneously. However, in the depicted example, to realize this potential, the spacing of the print heads on the print carriage are preferably set accordingly.

20 In the example shown, by setting the clearing distance equal to the nozzle line length (NLL) plus two inter-nozzle distances (IND) (the latter accounting for the spaces between the first and last columns 234(1), 234(n) of print area 234 and the print areas to which these columns are adjacent 230, 232), the amount of substrate area covered by the first and second print passes is maximized, thereby
25 optimally boosting printing throughput. More generally, setting the clearing distance to an integer multiple of the nozzle line length (NLL) plus two inter-nozzle distances to provide end spacing maximizes throughput when employing multiple print heads during printing.

30 FIG. 5A and 5B illustrate how the clearing distance between the print heads on a carriage affects throughput by illustrating the negative example of a sub-

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

optimal clearing distance. FIG. 5A illustrates a first print pass of an exemplary print carriage 302 including first and second print heads 320, 322 similar to the first print pass illustrated in FIG. 4A. However, in the arrangement shown in 5 FIG. 5A, the clearing distance between the first and second print heads 320, 322 is reduced in comparison to the clearing distance of the print heads 220, 222 illustrated in FIG. 4A. During the first print pass, in which the stage is moved in the negative Y-axis direction (downward), the 10 respective nozzle sets 324, 326 of the first and second print heads 320, 322 jet at timed intervals, and print drops in rows inclined at the saber angle with respect to the X-axis in two separated areas 330, 332. As can be discerned, the areas printed in the first print pass 330, 332 are 15 reduced in size compared to the areas 230, 232 shown in FIG. 4A, corresponding to the reduction in clearing distance between the print heads 320, 322.

FIG. 5B illustrates the second pass of the arrangement shown in FIG. 5A. After the print carriage 302 20 has indexed in the positive X-axis direction to clear printed areas 330, 332, the stage reverses direction and moves in the positive Y-axis direction (upwards) while print heads 320, 322 jet drops. As can be discerned, due to the reduced distance between printed areas 330, 332, there is 25 insufficient space for an equal-sized area of drops to be printed between printed areas 330, 332. Thus, in order to avoid printing over previously dispensed drops, the print heads are controlled such that only a portion of the nozzles of nozzle sets 324, 326, are employed for jetting during the 30 second print pass, with the remainder of nozzles being unused in the second print pass (as shown). A print pass in which a portion of the nozzles in a print head are unused is

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

sub-optimal because fewer drops are being dispensed per unit time than would be the case if all the nozzles were being used. In some instances, however, such partial printing is either desired or unavoidable due to the dimensions of the 5 substrate, surface features on the substrate, or other reasons. In these cases, some quantity of throughput rate may be sacrificed to meet other objectives.

The foregoing description discloses only particular embodiments of the invention; modifications of 10 the above disclosed methods and apparatus which fall within the scope of the invention will be readily apparent to those of ordinary skill in the art. For example, as noted above, in some embodiments, the clearing distance between multiple print heads on print carriage may be twice, three times, or 15 approximately any integer multiple of the nozzle line length (NLL) of the print heads. As an example, FIG. 6A shows a bottom view of a print carriage 402 having first and second print heads 420, 422 in which the clearing distance CD between the first and second print heads 420, 422 is twice 20 the nozzle line length (NLL) plus twice the inter-nozzle distance (IND).

In addition, a print carriage may include more than two print heads. For example, FIG. 6B shows a bottom view of a print carriage 502 including first, second and 25 third print heads 520, 521, and 522. In the example depicted, the clearing distance between the first and second print heads 520, 521 is approximately equal to the nozzle line length (NLL) as is the clearing distance between the second and third print heads 521 and 522.

30 In yet other embodiments, the print heads may be staggered in the Y-direction so that the clearing distance may be set to zero. In such an embodiment, the lines of the

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

nozzle sets are not aligned with each other and thus, the print heads are preferably disposed so that the point of rotation about which the saber angle is set, is centrally located between the print heads in both the X and Y

5 directions.

In still yet other embodiments, print heads similarly disposed but on different print carriages may be employed to subsequently print rows of ink drops "seamlessly" between previously printed rows of ink drops by 10 staggering the carriages on different print supports by an amount equal to the X-component of the clearing distance.

Further, the present invention may also be applied to spacer formation, polarizer coating, and nanoparticle circuit forming.

15 Accordingly, while the present invention has been disclosed in connection with exemplary embodiments thereof, it should be understood that other embodiments may fall within the spirit and scope of the invention as defined by the following claims.

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

CLAIMS:

1. A printing apparatus comprising:
a platform adapted to rotate about a rotational axis;
5 and
a plurality of longitudinally aligned print heads
coupled to the platform.
2. The printing apparatus of claim 1, wherein each of the
10 plurality of print heads includes a set of nozzles arranged
in a line having a nozzle line length.
3. The printing apparatus of claim 2, wherein the print
heads are separated longitudinally by a clearing distance
15 equal to approximately an integer times the nozzle line
length.
4. The printing apparatus of claim 2, wherein the sets of
nozzles have a uniform inter-nozzle spacing distance and the
20 print heads are separated longitudinally by a clearing
distance equal to an integer times the nozzle line length
plus twice the inter-nozzle spacing distance.
5. The printing apparatus of claim 1, wherein the plurality
25 of longitudinally aligned print heads are disposed along a
line that intersects the rotational axis.
6. The printing apparatus of claim 1, wherein the platform
is coupled to a print carriage.

30

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

7. The printing apparatus of claim 7, wherein the print carriage is adapted to be suspended from and moveable along a print head support.

5 8. An inkjet printing system for manufacturing color filters comprising:

 a frame;

 a stage coupled to the frame and adapted to move a substrate in a print direction;

10 a print support coupled to the frame and adapted to support a plurality of print carriages, wherein the carriages are adapted to be moved along the print support;

 a plurality of platforms, each one coupled to a different one of the print carriages and each adapted to 15 rotate about a different respective rotational axis; and

 a plurality of sets of print heads, each one of the sets coupled to a different one of the platforms and each set including a plurality of longitudinally aligned print heads.

20

9. The inkjet printing system of claim 8, wherein each of the plurality of print heads includes a set of nozzles arranged in a line having a nozzle line length.

25 10. The inkjet printing system of claim 9, wherein the print heads are separated longitudinally by a clearing distance equal to approximately an integer times the nozzle line length.

30 11. The inkjet printing system of claim 9, wherein the sets of nozzles have a uniform inter-nozzle spacing distance and the print heads are separated longitudinally by a clearing

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

distance equal to an integer times the nozzle line length plus twice the inter-nozzle spacing distance.

12. The inkjet printing system of claim 8, wherein the 5 plurality of longitudinally aligned print heads are disposed along a line that intersects the respective rotational axis.

13. The inkjet printing system of claim 8, wherein the 10 plurality of carriages are adapted to be moved a distance equal to an X-component of a clearing distance between print passes.

14. A method of depositing ink on a substrate for manufacturing a color filter, comprising:
15 longitudinally aligning a plurality of print heads on a platform;
 rotating the platform about a rotational axis to bring the print heads to a desired saber angle; and
 depositing ink from the print heads in a first print 20 pass on a substrate moving in a first print direction below the print heads.

15. The method of claim 14 wherein longitudinally aligning a 25 plurality of print heads includes longitudinally aligning a plurality of print heads that each include a set of nozzles arranged in a line having a nozzle line length.

16. The method of claim 15 further comprising separating the 30 print heads longitudinally by a clearing distance equal to approximately an integer times the nozzle line length.

11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

17. The method of claim 15, wherein the sets of nozzles have a uniform inter-nozzle spacing distance and the method further comprising separating the print heads longitudinally by a clearing distance equal to an integer times the nozzle line length plus twice the inter-nozzle spacing distance.
18. The method of claim 14 further comprising shifting the platform a predefined distance in a direction perpendicular to the printing direction.
- 10 19. The method of claim 18 wherein shifting the platform a predefined distance includes shifting the platform a distance equal to an X-component of a clearing distance between the print heads.
- 15 20. The method of claim 19 wherein shifting the platform a distance equal to an X-component of a clearing distance between the print heads includes shifting the platform a distance equal to an X-component of a clearing distance equal to an integer times a nozzle line length plus twice an inter-nozzle spacing distance.
21. The method of claim 18 further comprising depositing ink from the print heads in a second print pass on the substrate moving in a second print direction below the print heads.
- 25 22. The method of claim 21 wherein depositing ink from the print heads includes depositing sets of rows of ink drops seamlessly between sets of rows of ink drops previously deposited on the substrate during the first print pass.
- 30

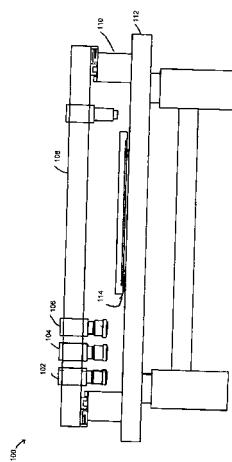
11715/DISPLAY/INKJET/AKT/RKK

PATENT

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE**1 Abstract**

Apparatus and methods for printing are provided. A printing apparatus includes a platform adapted to rotate about a rotational axis and a plurality of longitudinally aligned print heads coupled to the platform. In one or more embodiments, each of the plurality of print heads includes a set of nozzles arranged in a line having a nozzle line length and the print heads are separated longitudinally by a clearing distance equal to approximately an integer times the nozzle line length.

2 Representative Drawing**Fig. 3**



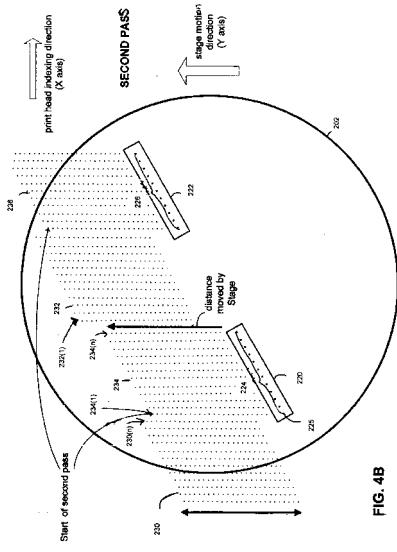


FIG. 4B

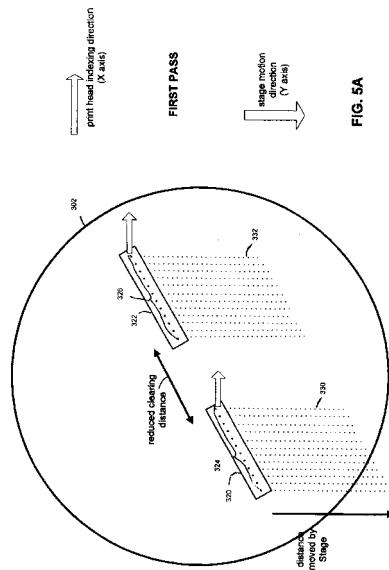


FIG. 5A

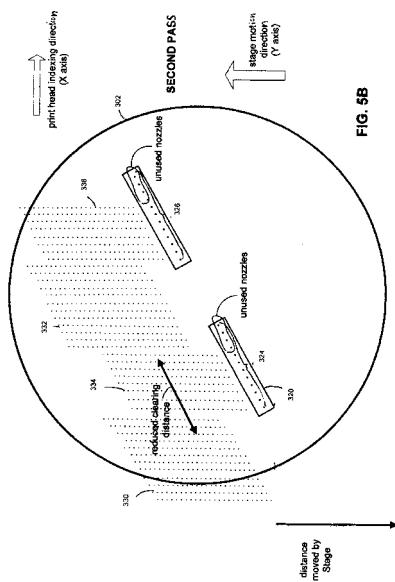


FIG. 5B

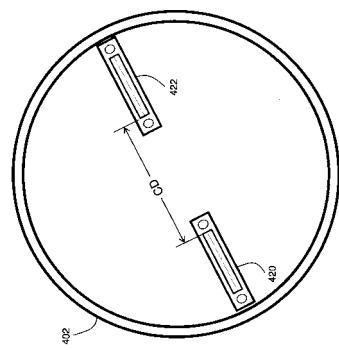


FIG. 6A

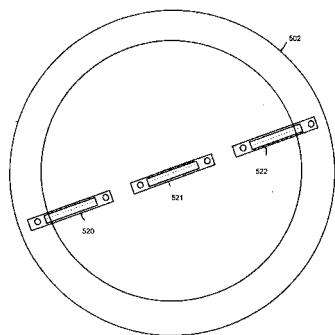


FIG. 6B