

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-505658

(P2010-505658A)

(43) 公表日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(51) Int.Cl.

B 4 1 J 2/07

(2006.01)

F 1

B 4 1 J

3/04

1 O 4 Z

テーマコード(参考)

2 C 0 5 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2009-531409 (P2009-531409)
 (86) (22) 出願日 平成19年9月28日 (2007. 9. 28)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年4月3日 (2009. 4. 3)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/021044
 (87) 國際公開番号 WO2008/045227
 (87) 國際公開日 平成20年4月17日 (2008. 4. 17)
 (31) 優先権主張番号 11/539,187
 (32) 優先日 平成18年10月6日 (2006. 10. 6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

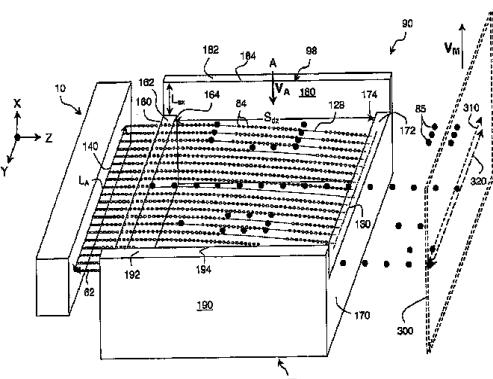
(71) 出願人 590000846
 イーストマン コダック カンパニー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロchester
 スター ステート ストリート 343
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (72) 発明者 デラメッター, クリストファー ニューウ
 エル
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 146
 24 ロchester タロス・ウェイ 2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】空気によって偏向される液滴パターン堆積

(57) 【要約】

液体パターンデータに従って受像器上に液体パターンを堆積する連続液滴放出システム用の液滴偏向装置が開示されている。当該液滴偏向装置は、ノズルアレイ軸に沿って形成される複数の液滴ノズルを有し、かつ複数の連続液体流を放出する。前記複数の連続液体流は、公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属する公称飛行路を有する複数の液滴流に分割する。負圧発生源と接続する排気端部及び前記公称飛行面に隣接する開口部を有する衝突端部を有するエアフロープレナムが供される。大気は、前記公称飛行面に対して垂直な方向に液滴を偏向する目的で、前記開口部に引き込まれる。前記開口部は、上流壁、下流壁、第1壁、及び第2壁の端部によって境界が画定される。前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記上流壁及び下流壁の端部の間隔は、前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記第1壁及び第2壁の端部の間隔よりも離れている。液滴の流路用である貫通スロットを有するエアフロープレナムも開示されている。前記プレナムの設計は、所与の最大偏向空気速度を実現する偏向の液滴量を増大させ、かつ



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体パターンデータに従って受像体上に液体パターンを堆積する連続液滴放出システム用の液滴偏向装置であつて、

当該液滴偏向装置は：

公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属する公称飛行路を有する複数の液滴流に分裂する複数の連続液体流を放出する複数の液滴ノズル；

負圧発生源と接続する排気端部及び前記公称飛行面に隣接する開口部を有する衝突端部を有するエアフロープレナム；

を有し、

大気は、前記公称飛行面に対して垂直な方向に液滴を偏向する目的で前記開口部に引き込まれ、

前記開口部は、前記ノズル軸に平行に配向する上流内端と下流内端を有する上流壁端部と下流壁端部、及び前記公称飛行路に対して平行に配向する第1側壁内端と第2側壁内端を有する第1側壁端部と第2側壁端部によって境界が画定され、

前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記上流壁端部と下流壁端部の間隔は、前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記第1側壁端部と第2側壁端部の間隔よりも離れている、

液滴偏向装置。

10

【請求項 2】

前記上流内端が、前記下流内端よりも、前記公称飛行面に対して近接している、請求項1に記載の液滴偏向装置。

20

【請求項 3】

複数のノズルが前記ノズル軸に沿ってアレイ長 L_A にわたって配列され、

前記第1側壁内端に隣接する前記第1側壁端部は第1側壁厚さ t_{1sw} を有し、

前記第2側壁内端に隣接する前記第2側壁端部は第1側壁厚さ t_{2sw} を有し、

前記第1及び第2側壁内端は互いに、前記ノズルアレイ軸に平行な軸に沿ってプレナム幅 W_p だけ離れ、

該プレナム幅 W_p は、前記アレイ長に前記第1及び第2壁の厚さを加えた値以上、 $W_p = (L_A + t_{1sw} + t_{2sw})$ 、である、

30

請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項 4】

前記第1及び第2側壁端部が、前記第1及び第2側壁内端に対向する第1及び第2側壁外端を有し、かつ

前記第1及び第2側壁端部が、前記の第1及び第2側壁外端から前記の第1及び第2側壁内端へ向かう線に沿って曲率半径が増大する曲面形状を有するよう形成される、

請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項 5】

前記上流内端は前記下流内端から空気偏向領域の距離 S_{dz} の間隔が設けられ、かつ

前記第1及び第2側壁内端、前記空気偏向方向とは反対の方向に前記上流端部から、前記空気偏向領域の距離以上の間隔が設けられている、

40

請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項 6】

液体パターンデータに従って、連続液体流が少なくとも大きな体積又は小さな体積の複数を有する液滴に分裂するように備えられた液滴同期装置をさらに有する液滴偏向装置であつて、

前記小さな体積の液滴は、前記大きな体積の液滴よりも、前記開口部へ引き込まれる大気によって前記空気偏向方向に、より大きく偏向される、

請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項 7】

50

前記上流壁端部が前記上流内端に対向する上流外端を有し、かつ
前記上流壁端部は、前記上流壁外端から前記下流壁内端へ向かう線に沿って曲率半径が
増大する曲面形状を有するように形成される、

請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項8】

前記複数の連続液体流が実質的に单一の液滴体積を有する複数の液滴流に分裂するよう
に備えられている液滴同期装置；及び

前記複数の連続液滴流に対応する複数の経路選択素子であって、液体パターンデータに
基づいて、前記空気偏向方向の前記公称飛行路から分岐する第1偏向路に沿って前記の対
応する連続液滴流から個々の液滴を最初に偏向させるように動作することが可能な、経路
選択素子；

10

をさらに有する、請求項1に記載の液滴偏向装置。

【請求項9】

前記上流壁内端に隣接する前記上流壁端部は上流壁厚さ t_{uw} を有し、

前記上流内端は、前記公称飛行面から前記空気偏向方向に上流内端間隔 S_u だけ離れて設
けられ、

前記上流内端間隔 S_u は、前記上流壁厚さの1/2倍以上であって、かつ5倍以下、 $0.5t_{uw}$
 $S_u \leq 5t_{uw}$ 、である、

請求項8に記載の液滴偏向装置。

【請求項10】

液体パターンデータに従って受像体上に液体パターンを堆積する連続液滴放出システム
用の液滴偏向装置であって、

20

当該液滴偏向装置は：

公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属する公称飛行路を有する複数の液滴
流に分裂する複数の連続液体流を放出する複数の液滴ノズル；

液体パターンデータに従って、連続液体流が少なくとも大きな体積又は小さな体積の複
数を有する液滴に分裂するように備えられた液滴同期装置；

負圧発生源と接続する排気端部、並びに、上流壁、下流壁、第1側壁と第2側壁、及び上
流壁端部、下流壁端部と、第1側壁と第2側壁の端部によって取り囲まれる1次開口部を有
する衝突端部を有するエアフロープレナム；

30

前記複数の液滴流が通過するように位置設定及びサイズ設定がなされた、前記上流壁を
貫通する上流スロット開口部；

少なくとも大きな液滴堆積を有する液滴が通過するように位置設定及びサイズ設定がな
された、前記下流壁を貫通する下流スロット開口部；

を有し、

前記負圧源は、前記1次開口部、前記上流スロット、及び前記下流スロットを介して、
大気を前記エアフロープレナムへ引き込み、

該引き込みにより少なくとも小さな液滴体積を有する液滴は、前記公称飛行面に対して
垂直な空気偏向方向へ偏向される、

40

液滴偏向装置。

【請求項11】

前記上流スロット開口部の一部は、前記空気偏向方向に前記公称飛行面から離れていて
、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記上流壁の最近接面として定義さ
れる上流スロット第1内端によって取り囲まれ、

前記下流スロット開口部の一部は、前記空気偏向方向に前記公称飛行面から離れていて
、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記下流壁の最近接面として定義さ
れる下流スロット第1内端によって取り囲まれ

前記空気偏向方向では、前記下流スロット第1内端は、前記上流スロット第1内端よりも
、前記公称飛行面からより離れている、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

50

【請求項 1 2】

複数のノズルが前記ノズル軸に沿ってアレイ長 L_A にわたって配列され、

前記第1側壁端部は第1側壁厚さ t_{1sw} 、及び前記上流スロットに隣接する第1側壁内面を有し、

前記第2側壁端部は第2側壁厚さ t_{2sw} 、及び前記上流スロットに隣接する第2側壁内面を有し、

前記第1及び第2側壁内側面は互いに、前記ノズルアレイ軸に平行な軸に沿ってプレナム幅 W_p だけ離れ、

該プレナム幅 W_p は、前記アレイ長に前記第1及び第2壁の厚さを加えた値以上、 $W_p = (L_A + t_{1sw} + t_{2sw})$ 、である、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 3】

前記上流壁が、前記上流スロットが設けられている位置で平均上流壁厚さ t_{uw} を有し、

前記上流スロット開口部の一部は、前記空気偏向方向に前記公称飛行面から離れていて、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記上流壁の最近接面として定義される上流スロット第1内端によって取り囲まれ、

前記上流スロット開口部の一部は、前記空気偏向方向に對向する方向に前記公称飛行面から離れていて、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記上流壁の最近接面として定義される上流スロット第2内端によって取り囲まれ、

前記上流スロットは、実効上流スロット開口部高さ h_{us} を有し、

該実効上流スロット開口部高さ h_{us} は前記公称飛行面からの前記上流スロット第1及び第2内端の距離の総和として定義され、

前記上流スロット開口部高さは、前記平均上流壁厚さ以上、 $h_{us} > t_{uw}$ 、となるように形成される、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 4】

前記実効上流スロット開口部高さ h_{us} が、 $100 \mu m$ 以上であって $1000 \mu m$ 以下、 $100 \mu m < h_{us} < 1000 \mu m$ 、である、請求項13に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 5】

前記空気偏向方向に對向する方向に前記公称飛行面から最も離れていて、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記上流壁面として定義される前記上流壁端部が、前記上流スロット第1内端からプレナム拡張長 L_{ue} だけ離れて設けられ、かつ

該プレナム拡張長は前記実効上流スロット開口部高さの2倍以上、 $L_{ue} > 2 h_{us}$ 、である、

請求項14に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 6】

前記上流壁が、大気圧に曝露された外側上流壁側部、及び負圧源に曝露された内側上流下部側部を有し、

前記上流スロット開口部の一部が、前記空気偏向方向に前記公称飛行面から離れていて、かつ前記ノズルアレイ軸に対して平行な位置である前記上流壁の最近接面として定義される上流スロット第1内端によって取り囲まれ、

前記上流スロット内端は、前記上流壁側部外端から前記下流壁側部内端へ向かう線に沿って曲率半径が増大する曲面形状を有するように形成される、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 7】

前記複数の連続液滴流が公称液滴速度 V_d で放出され、かつ

前記エアフロープレナムへ引き込まれる大気は、前記前記エアフロープレナム内部で最大速度 V_{Amax} を有し、

該最大速度は前記公称液滴速度の $1/2$ 以上、 $2V_{Amax} > V_d$ 、である、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

10

20

30

40

50

【請求項 1 8】

少なくとも小さな液滴体積を有する液滴を捕獲するように備えられている液滴捕獲装置をさらに有する液滴偏向装置であって、

当該液滴捕獲装置は、前記小さな液滴体積を有する液滴が前記エアフロープレナムを通過する前に、前記前記小さな液滴体積を有する液滴を捕獲する、

請求項10に記載の液滴偏向装置。

【請求項 1 9】

液体パターンデータに基づいて媒体上に液体パターンを生成する方法であって：

公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属していて前記媒体に衝突する公称飛行路を有する複数の液滴流に分割される複数の連續液体流を放出する複数の液滴ノズルを供する工程；

液体パターンデータに従って、少なくとも小さな液滴体積又は大きな液滴体積を有する連續液滴流への前記複数の連續液体流の分裂の同期をとる工程；

負圧源と接続する排気端部と1次開口部を有する衝突端部、前記複数の液滴流が通過するように位置設定及びサイズ設定がなされた、前記上流壁を貫通する上流スロット開口部、及び、少なくとも大きな液滴堆積を有する液滴が通過するように位置設定及びサイズ設定がなされた、前記下流壁を貫通する下流スロット開口部を有するエアフロープレナムを供する工程；

前記1次開口部、前記上流スロット、及び前記下流スロットを介して前記エアフロープレナムへ大気を引き込む前記排気端部に負圧源を供することで、前記公称飛行面に対して垂直な空気偏向方向に小さな液滴体積を有する液滴を偏向する工程；

を有する方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は概してデジタル制御印刷及び液体印刷素子に関し、特に連続インクジェットシステムに関する。連続インクジェットシステムでは、液体流が液滴に分裂して、その一部が選択的に偏向される。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

従来デジタル制御された液体パターニング機能は、2つの手法のうちの1つによって実現されてきた。各手法では、パターニング用液体が、プリントヘッド内に形成されたチャネルを介して供給される。各チャネルはノズルを有し、そのノズルから液滴が選択的に押し出され、かつ媒体上に堆積される。カラーマーキングが必要なときには、各手法は典型的には、独立した液体供給体、及び印刷中に用いられる各液体色用の各独立した液体分配システムを必要とする。

【0 0 0 3】

第1手法-一般的には「ドロップ・オン・デマンド」インクジェットプリントと呼ばれる-は、加圧アクチュエータ(熱、圧電等)を用いて記録面上に衝突する液滴を供する。アクチュエータの選択的に起動することで、飛行液滴の生成及び引き出しが起こる。その飛行液滴は、プリントヘッドとパターン受け取り媒体との間の空間を横断して、その媒体に衝突する。プリントヘッド像又は他のパターンの生成は、そのパターン又は像を特定するデータに基づいた液滴の個々の生成の制御によって実現される。

【0 0 0 4】

従来の「ドロップ・オン・デマンド」インクジェットプリンタは、加圧アクチュエータを利用して、プリントヘッドのオリフィスでインクジェット液滴を生成する。典型的には加圧は、個々のノズルを供給する個々のチャンバ内の液体の一部を急速に変位させることによって実現される。アクチュエータの変位は最も一般的には、圧電トランスデューサ又は気泡生成ヒーター(熱インクジェット)に基づく。しかし熱力学及び静電膜の変位も開

10

20

30

40

50

示され、かつ用いられてきた。

【0005】

従来の連続インクジェットプリンタは、静電的に帯電した素子及び偏向板を利用する。その静電的に帯電した素子及び偏向板はアドレス指定可能な構成部品を必要とし、その構成部品は、パターニング用連続液体流に非常に近接してかつ厳密な位置合わせがなされなければならないが、その連続液体流に接触はしない。そのパターニング用液体は、数μ秒以内で液滴が帯電できるように十分な伝導性を有していなければならぬ。この従来の連続インクジェットプリンタは便利ではあるが、この静電偏向プリントヘッドは低コストでの製造が難しく、かつ液滴を帯電させる電極及び偏向電場板の短絡及び付着物といった多くの信頼性に関する問題に悩まされる。液滴の帯電に依存しない連続インクジェットシステムはプリントヘッドの製造を大きく単純化し、かつ高伝導性の作動流体を必要としない。

10

【0006】

特許文献2は、トランステューサを用いて糸状体の作動流体に刺激を与えることで、その作動流体を均一な間隔が設けられた液滴に分裂させる方法及び装置を開示している。液滴に分裂する前のその糸状体の長さは、そのトランステューサに供給される刺激エネルギーを制御することによって制御される。刺激の振幅が大きければその糸状体は短くなり、刺激の振幅が大きければその糸状体は長くなる。空気流は、液滴自体の軌道よりも、その液滴に分裂する前の糸状体の軌道に、より大きく影響する。その糸状体の長さを制御することによって、液滴の軌道は、一の経路から他の経路へ制御すなわち切り換えることが可能となる。そのようなものとして、一部の液滴はキャッチャーへ案内されて良い。その一方で他の液滴は受け取り部へ塗布されて良い。2つの異なる液滴経路の物理的な間隔すなわち違いの程度は非常に小さく、制御が難しい。

20

【0007】

特許文献3は、単一ジェットの連続インクジェットプリンタについて開示している。その単一ジェットの連続インクジェットプリンタは、非印刷液滴をキャッチャーへ偏向する第1ニューマティック偏向器、及び印刷液滴を振動させる第2ニューマティック偏向器を有する。プリントヘッドは、各独立した液滴に分裂する糸状体の作動流体を供給する。続いてその液滴は、第1ニューマティック偏向器及び/又は第2ニューマティック偏向器によって選択的に偏向される。第1ニューマティック偏向器は、中央制御ユニットから受信される2つの異なる電気信号のうちの1つに依存して、ノズルを開閉する。これにより、液滴が媒体上に堆積されるか否かが決定される。第2ニューマティック偏向器は、絞り量が変化するダイアフラムを有する連続型である。ノズルは、中央制御ユニットから受信される2つの異なる電気信号のうちの1つに依存して開く。これにより、印刷液滴が垂直方向に偏向し、それにより文字が一度に印刷することができる。第1ニューマティック偏向器だけが用いられる場合、プリントヘッドを繰り返し移動させながら文字は一度に1行生成される。

30

【0008】

この方法は液滴の軌道に影響を及ぼすのに静電的手段に依存しないが、第1(「開閉」)ニューマティック偏向器の厳密な制御及びタイミングに依存して、印刷液体と非印刷液体を生成する。係るシステムは製造及び厳密な制御が難しい。2つの異なる液滴経路間の物理的間隔すなわち違いの程度は不安定である。その理由は、切り換え中の空気流の増大や減少によって、液滴の軌道制御が不十分となり、かつ液滴の位置設定が厳密ではなくなるからである。空気流のオン/オフを必要とするニューマティック動作は必然的に遅くなってしまう。なぜなら空気流での過渡状態の解決に必要な時間と、機械動作の実行に必要な時間の合計時間は莫大だからである。さらに特許文献3の考え方を複数の近接したジェットに拡張するのに必要な均一な第1ニューマティック偏向器の近接アレイの製造にはコストがかかる。

40

【0009】

特許文献4は連続インクジェットプリンタについて開示している。その連続インクジェ

50

ットプリンタは微小機械アクチュエータを用いる。その微小機械アクチュエータは、糸状体である連続流が液滴に分裂する前に、その連続流とは反対の曲面を有する制御面に衝突する。この連続インクジェットプリンタは便利だが、連続流の偏向量の大きな異常振動を生じさせる。その理由は、この装置では、表面の特性が作動流体との接触によって影響を受けるためである。

【0010】

特許文献5は連続インクジェットプリンタについて開示している。その連続インクジェットプリンタは、ノズル-分裂していない流体列に対して近接する-の下流に設けられた電極を用いて連続流である糸状体を、液滴に分裂する前に偏向させる。その電極に電圧を印加することによって、液滴は様々な偏向経路に従って進行して良い。この方法は便利であるが、この装置は絶縁破壊を起こしがちである。なぜならその偏向電極の周囲に伝導性残余物が付着するからである。

10

【0011】

特許文献6は連続インクジェットプリンタについて開示している。その連続インクジェットプリンタは、2つの経路を用いて各ノズルへ流体を供給する。一の流路はノズル入口の穴の中心から外れた位置に設けられ、かつ供給される流体量を制御する微小機械バルブを有する。この流路からの中心から外れた流れによって、ジェットはある角度で放出される。よってこのバルブを操作することによって、液滴は様々な偏向経路へ案内されて良い。この方法は便利だが、プリントヘッド構造の製造がより複雑となり、ジェットの大きなアレイ内での全てのジェットから均一な偏向を実現することは困難である。

20

【0012】

特許文献7は連続インクジェットプリンタについて開示している。その連続インクジェットプリンタは、非対称なヒーターを用いて、糸状体である作動流体から個々の液滴を生成し、かつこれらの液滴を偏向させる。プリントヘッドは、加圧液体源及び非対称なヒーターを有する。その加圧液体源及び非対称なヒーターは、印刷液滴と非印刷液滴を生成するように動作可能である。印刷液滴は印刷液滴経路に沿って進行して最終的には印刷媒体に衝突する。他方非印刷液滴は非印刷液滴経路に沿って進行して最終的にはキャッチャーに衝突する。非印刷液滴は、キャッチャー内に形成された液体除去チャネルを介して、リサイクル又は処理される。

30

【0013】

特許文献7に開示されたインクジェットプリンタは意図した目的については十分に機能するが、印刷液滴と非印刷液滴との物理的間隔の大きさは制限される。そのため係るシステムの耐久性が制限されてしまう恐れがある。非対称加熱量を増大させてこの間隔を大きくする結果、温度が高くなり、信頼性が減少してしまう恐れがある。従って印刷液滴と非印刷液滴との間の間隔を増大させる装置は、特許文献7に開示されたシステムの信頼性の増大にとって有用となる。

【0014】

特許文献8は特許文献7を改善したものを開示及び主張している。その改善では、複数の熱的に偏向された液体流が、大きな体積と小さな体積の液滴に分裂して、大きな断面積と小さな断面積となる。熱的な偏向は、小さな液滴を、複数の液滴流の面から外れるように導くのに用いられる。他方その熱的な偏向は、大きな液滴を公称「直線」経路に沿って進行させることを可能にする。液滴流アレイの断面積に対して実質的に垂直な方向の均一な気体流が、その断面積にわたって与えられる。この垂直な気体流は、断面積の大きな液滴よりも断面積の小さな液滴に、単位質量当たりのより大きな力を与える。その結果、その小さな液滴の偏向加速度が増大する。そのような気体流の偏向の増大によって、媒体上への堆積が可能な液滴に対して、ガター内に捕獲される液滴間に必要とされる追加の間隔を与えることができる。特許文献8は、選ばれた大きなピークエアフロー速度を実現するエアフローの偏向を最適化するエアフロープレナムの設計については開示していない。また特許文献8は、意図しない液滴の側方への偏向、又は意図しない空気流の妨害に対する液滴の感度を最小限に抑制するための設計についても開示していない。

40

50

【0015】

特許文献9は特許文献8を改善したものを開示及び主張している。特許文献9は、液滴の捕獲の信頼性を向上させるように、気体流を用いて2つの相違する経路に沿って進行する液滴間の空間的な間隔を増大させる。特許文献9は気体流について教示している。その気体流は、液滴捕獲の縁であるガターの付近で放出され、かつ概して液滴の公称飛行路と熱的に偏向された飛行路のいずれとも対向する。特許文献9に係る気体流は、液滴をさらに2つの経路に分裂させるものとして図示され、かつその気体流は熱的に偏向される液滴が物理的に分離する地点で収束しないように設定される。

【0016】

実効的には、特許文献9に教示される装置及び方法は、媒体及びガターの方向での液滴速度を減少させることによって、液滴経路の発散を増大させる。つまり飛行液滴の速度を遅くすることによって、ガターの捕獲縁に到達するまでに、より空間的に発散させるようノズルにて与えられる軸外の熱的な偏向加速度に対してより長い時間が与えられる。特許文献9の気体流と発散液滴経路との相互作用は、像又は他のパターン印刷に本質的な液滴の時間変化パターンに非常に依存する。各異なる液滴シーケンスが各異なる偏向を受ける結果、データ依存する印刷液滴の位置設定エラーが加わる。さらに特許文献9の方法は、ジェットの大きなアレイの実装には適していないと考えられる。その理由は、広いスリット源に沿って十分均一な気体流の挙動を実現することは難しいため、アレイの全てのジェットについてノズルから同一距離で、コヒーレンスが失われた気体流の地点が生じるからである。

10

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】米国特許第4914522号明細書

30

【特許文献2】米国特許第3709432号明細書

【特許文献3】米国特許第4190844号明細書

【特許文献4】米国特許第5963235号明細書

【特許文献5】米国特許第6509917号明細書

【特許文献6】米国特許第6474795号明細書

【特許文献7】米国特許第6079821号明細書

【特許文献8】米国特許第6505921号明細書

【特許文献9】米国特許第6508542号明細書

【特許文献10】米国特許第6588888号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

上述した複数の発明にもかかわらず、耐久性を有し、高速で、高品質の液体パターンシステムが依然として必要とされている。そのようなシステムは、液滴の帯電及び静電液体偏向に依存しない連続インクジェット技術を用いて実現可能である。さらにそのようなシステムは、大きな体積の液滴又はノズルから媒体への長い飛行経路の生成によって印刷速度及びパターン解像度を犠牲にすることなく、耐久性を有する液滴捕獲を可能にするよう十分な液滴偏向が実現される場合に、実現可能となる。最終的にはそのようなシステムは、空間的に近接するジェットの大きなアレイの製造の一助となる設計の単純さを必要とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明の上記及び他多数の特徴、目的、及び利点は、詳細な説明、請求の範囲、及び図面を参照することによってすぐに明らかとなる。これらの特徴、目的、及び利点は、公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属する公称飛行路を有する複数の液滴流に分裂する複数の連続液体流を放出する複数の液滴ノズルを有する連続液滴放出システム用の

50

液滴偏向装置によって実現される。負圧発生源と接続する排気端部及び前記公称飛行面に隣接する開口部を有する衝突端部を有するエアフロープレナムが供される。大気は、前記公称飛行面に対して垂直な方向に液滴を偏向する目的で、前記開口部に引き込まれる。前記開口部は、上流壁、下流壁、第1側壁、及び第2側壁の端部によって境界が画定される。前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記上流壁及び下流壁の端部の間隔は、前記空気偏向方向における前記公称飛行面からの前記第1側壁及び第2側壁の端部の間隔よりも離れている。

【0020】

本発明はまた、所与の最大偏向空気速度を実現する偏向の液滴量を増大させ、かつ前記公称飛行路の周辺に存在する妨害空気流の影響を減少させるように、液滴の流路用である貫通スロットを有するエアフロープレナムも備える。

10

【0021】

本発明はさらに、液体パターンデータに従って、連続液体流が大きな体積と小さな体積の複数の液滴に分裂するように備えられた液滴同期装置を有する。前記大きな体積と小さな体積の複数の液滴は前記エアフロープレナム内の空気流によってそれぞれ異なって偏向する。

【0022】

本発明はまた、前記エアフロープレナムを飛び出す前に、小さな体積の液滴を捕獲して含むように備えられた液滴捕獲装置をも有する。

20

【0023】

本発明はさらに液体パターンデータに基づいて媒体上に液体パターンを生成する方法をさらに有する。当該方法は、公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属していて前記媒体に衝突する公称飛行路を有する複数の液滴流に分割される複数の連続液体流を放出する複数の液滴ノズルを供する工程を有する。負圧発生源と接続する排気端部及び1次開口部、前記複数の液滴流が上流壁を通過するように設けられ、かつ大きさが決定された前記上流壁を貫通する上流スロット開口部、及び少なくとも液滴体積の大きな液滴が下流壁を通過するように設けられ、かつ大きさが決定された前記下流壁を貫通する下流スロット開口部を有する衝突端部を有するエアフロープレナムが供される。負圧源は、前記1次開口部、前記上流スロット開口部、及び前記下流スロット開口部を介して、大気を前記エアフロープレナムへ引き込む前記排気端部と接続する。それにより、液滴体積の小さな液滴が前記公称飛行面に対して垂直な空気偏向方向に偏向される。液滴体積の小さな偏向液滴は、液滴捕獲装置によって捕獲される。液滴体積の大きな液滴は前記媒体に衝突して、前記液体パターンの生成が可能となる。

30

【0024】

本発明のこれら及び他の目的、特徴、及び利点は、本発明を例示する実施例が表された図と共に以降の詳細な説明を読むことで当業者にはすぐに明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明に従って作られた一の典型的液体パターン堆積装置の単純化された概略的プロック図を表している。

40

【図2a】本発明の好適実施例による单一の熱的同期及び経路選択素子の概略的上面図を表している。

【図2b】本発明の好適実施例による熱的同期及び経路選択素子のアレイの一部の概略的上面図を表している。

【図3a】液体の連続流が自然に分裂して液滴となる様子を表す概略的断面を図示している。

【図3b】液体の連続流が同期して分裂することで液滴となる様子を表す概略的断面を図示している。

【図3c】液体の連続流が同期及び偏向して分裂することで液滴となる様子を表す概略的断面を図示している。

50

【図4】a-cは、本発明の好適実施例による、ヒーター抵抗器による流体ジェットの同期分裂の刺激と、ヒーター抵抗器による第1偏向のエネルギー・パルスシーケンスを表している。

【図5】a-cは、本発明の好適実施例による、ヒーター抵抗器によって流体ジェットの同期分裂を刺激する結果、複数の液滴がそれぞれ異なる所定の体積を有する様子を表している。

【図6】本発明の好適実施例による、公称飛行面に対して実質的に平行でかつ該面内に属する公称飛行路を有する複数の液滴流の斜視図を表している。

【図7】本発明の好適実施例による、液滴を偏向するエアフロープレナムの概略的斜視図を表している。
10

【図8】本発明の好適実施例による、液滴を偏向するエアフロープレナム内の空気流の速度ベクトルの概略的側面図を表している。

【図9】本発明の好適実施例による、液滴を偏向するエアフロープレナムの概略的上面図を表している。

【図10】a及びbは、本発明の好適実施例による、各異なる形状を有するエアフロープレナム壁端部周辺での空気流速度ベクトルの概略的側面図を表している。

【図11】本発明によるエアフロープレナムの側壁端部付近でのy方向での液滴偏向の概略的前面図を表している。

【図12】本発明による側壁が拡張されたエアフロープレナムの斜視図を表している。

【図13】本発明によるエアフロープレナムの概略的側面図及び同一の大きさを有する空気流速度の等高線を表している。
20

【図14】本発明による拡張された側壁及び貫通スロットを有するエアフロープレナムの斜視図を表している。

【図15】本発明の好適実施例による、拡張された側壁及び貫通スロットを有するエアフロープレナムの側面図を表している。

【図16】本発明の好適実施例による、拡張された側壁及び貫通スロットを有するエアフロープレナムの側面図と、空気流速度ベクトルをさらに表している。

【図17】本発明の好適実施例による、拡張された側壁及び貫通スロットを有するエアフロープレナムの側面図と、空気流速度の大きさの等高線をさらに表している。

【図18】本発明の好適実施例による、拡張された側壁及び貫通スロットを有するエアフロープレナムの側面図と、拡張された壁を有していないプレナムについて空気流速度の大きさの等高線を比較用にさらに表している。
30

【図19】本発明による壁の拡張長さがそれぞれ異なるエアフロープレナムのスロットを介したエアフロー体積への影響を表すプロットである。

【図20】本発明による壁の拡張長さがそれぞれ異なるエアフロープレナムについて、媒体の移動によって生じる新たなエアフローの妨害が生じる公称液滴飛行領域でのエアフロー速度のプロットを表す。

【図21】本発明による液体パターンを形成する方法を表している。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以降の本発明の好適実施例の詳細な説明では、添付の図面が参照されている。

【0027】

本説明は、特に本発明による装置の一部を形成する素子、すなわちより直接的には当該装置と協働する素子に関する。機能的素子及び特徴部位が同一素子である場合、又は同一の機能を示す場合には、本発明の理解のため、図中においてそれらには同一の数値番号が与えられている。具体的に図示又は記載されていない素子は、当業者にとって周知である任意の形態を探って良いことに留意して欲しい。

【0028】

図1を参照すると、液体パターンを堆積する連続液滴放出システムが図示されている。

典型的にはそのようなシステムはインクジェットプリンタで、液体パターンは受像シート
50

又はウェブ上に印刷された画像である。しかし他の液体パターンが、その図示されたシステムによって堆積されても良い。そのような他の液体パターンには、製造プロセス用のマスク層及び化学開始剤層が含まれる。本発明を理解するため、「液体」及び「インク」という語は同義に用いられる。インクは典型的には画像印刷や本発明の考えられ得る用途の一部に関連することが分かる。当該液体パターン堆積システムはプロセス制御装置400によって制御される。プロセス制御装置400は、様々な入出力の構成部品とやり取りし、データの必要な変換を計算し、かつ必要なプログラム及びアルゴリズムを実行する。

【0029】

当該液体パターン堆積システムは画像又は液体パターンデータの生成源410をさらに有する。その生成源410は、ページ記述言語の形式又はデジタル画像データの他の形式で表されるラスタ画像データ又はアウトライン画像データを供する。この画像データは、制御装置400によってピットマップ画像データに変換され、かつマルチジェット液滴放出プリントヘッド10へ送るために蓄積される。マルチジェット液滴放出プリントヘッド10へは、プリントヘッド電気インターフェース20に接続する複数のプリントヘッドトランスデューサ回路412を介して送られる。ピットマップ画像データは、位置-均一な間隔が設けられたパターンラスタ距離-の2次元マトリックスを構成する複数の画像要素（画素）への個々の液滴の堆積を特定する。係る特定は所望のパターン解像度-つまり「インチ当たりのドット数」等-によって決定される。ラスタ距離すなわち間隔は、2次元パターンにおいて同一であっても良いし、又は異なっていても良い。

10

【0030】

制御装置400はまたプリントヘッドトランスデューサ回路への液滴同期信号をも生成する。その後前記液滴同期信号はプリントヘッド10へ与えられることで、放出された複数の液体流は、所定の体積及び予測可能なタイミングを有する複数の液滴に分裂する。プリントヘッド10は「ページワイド」のプリントヘッドとして図示されている。そのプリントヘッド10は、プリントヘッド自体を動かすことなく媒体10にわたって全走査線を印刷するのに十分な複数のジェットを有する。

20

【0031】

記録媒体300は、記録媒体搬送システムによって、プリントヘッド10に対して移動する。係る移動は媒体搬送制御システム414によって電子的に制御され、かつ制御装置400によって制御される。図1に図示された記録媒体搬送システムは概略的に表したものに過ぎず、多くの異なる機器構成が可能である。たとえば入力搬送ローラー250及び出力搬送ローラー252が記録媒体搬送システム内で、記録媒体300への液滴の転写を助けるのに用いられても良い。係る搬送ローラー技術は当業者には周知である。図1に図示されたようなページ幅のプリントヘッドの場合では、静止プリントヘッドの上で記録媒体300を移動させるのが最も便利である。記録媒体300は速度 V_M で搬送される。走査印刷システムでは、一の軸（副走査軸）に沿ってプリントヘッドを移動させ、かつ直交軸（主走査軸）に沿って記録媒体を移動させる相対ラスタ運動が通常最も便利である。

30

【0032】

パターン液体は圧力下で液体貯蔵容器418内に含まれる。非印刷状態では、連続液滴流は記録媒体300に到達できない。その理由は、流体ガター（図示されていない）が、その液滴流を捕獲し、かつ液体リサイクルユニット416によってその液体の一部をリサイクルできるようにするためである。液体リサイクルユニット416は、プリントヘッド流体排出口245を介して未印刷液体を受け取り、該液体を再生して貯蔵容器418へ戻す、すなわち前記液体を貯蔵する。前記液体リサイクルユニットはまた、プリントヘッド流体排出口245を減圧することで、液体の回復を助け、かつプリントヘッド10を流れる気体流に影響を及ぼすように備えられて良い。そのような液体リサイクルユニットは当技術分野において周知である。最適動作に適した液体圧力は多数の因子に依存する。多数の因子とはたとえば、ノズルの幾何学形状及び熱的特性、並びに液体の熱的特性が含まれる。一定の液体圧力は、制御装置400によって制御される液体供給制御装置424の制御下で、液体貯蔵容器418へ圧力を印加することによって実現されて良い。

40

50

【0033】

液体は、液体流入ポート42でプリントヘッド10へ入り込む液体供給ラインを介して分配される。液体は、プリントヘッド10のシリコン基板を介してエッティングされたスロット及び/又は穴を介してプリントヘッド10の前面へ流れる。該前面には複数のノズルとプリントヘッドトランスデューサが設けられている。本発明の複数の好適実施例では、プリントヘッドトランスデューサは抵抗ヒーターである。他の実施例では、ジェット当たり2つ以上のトランスデューサが供されて良い。その2つ以上のトランスデューサには、抵抗ヒーター、電場電極、及び微小電気機械フローバルブの組合せのいくつかが含まれる。プリントヘッド10の少なくとも一部がシリコンから作られるとき、プリントヘッドトランスデューサ制御回路412をプリントヘッドと一緒に化することが可能である。

10

【0034】

第2液滴偏向装置-詳細は後述する-は、液滴放出ノズルの下流に備えられている。この第2液滴偏向装置はエアフロープレナムを有し、そのエアフロープレナムは空気流を発生させる。その空気流は、パターンデータに基づいた所定の経路に沿って飛行する複数の液滴流中の個々の液滴に衝突する。負圧制御装置422によって制御される負圧源420は、負圧源入口99を介してプリントヘッド10と接続する。

【0035】

好適なプリントヘッドの実施例に係る單一ノズル50の前面図が図2(a)に表されている。係るノズルのアレイの一部が図2(b)に図示されている。理解を単純にするため、複数のジェット及び構成部品が用いられるときには、"j", "j+1"等の添え字が、係る素子の大きなアレイに沿って順序通りに、同一の機能素子を表すものとして用いられている。図2(a)及び図2(b)は、プリントヘッドの液滴生成部分であるノズル50を図示している。ノズル50は直径 D_{dn} の円形で、ノズル50にはノズルアレイ軸すなわち方向に沿って均一な液滴ノズル間隔 S_{dn} が設けられ、かつノズル50はノズル層14内に形成される。円形ノズルが図示されているが、液体放出オリフィスについては他の形状が用いられ、かつ実効的な直径が表されても良い。典型的にはノズル直径は、堆積される液体パターンにとって適切な液滴サイズに依存して、8 μmから35 μmの範囲で形成される。典型的には液滴ノズルの間隔は84 μmから21 μmの範囲である。この範囲は、ノズル軸方向でのパターンラスタ解像度である300画素/インチから1200画素/インチに対応する。

20

【0036】

2つの抵抗ヒーターである側部1のヒーター30と側部2のヒーター38は、ノズル穴の対向する側部上の前面層に形成される。ここで「側部」とは、図3(b)から分かるように、ノズルのアレイ軸に対して垂直に上又は下の位置を意味する。側部ヒーターは、側部1についてのアドレスリード線36と29及び側部2についてのアドレスリード線37と28によって各別個に指定される。特許文献5に開示されているように、2つの側部ヒーターは、一又は他のヒーターの方向へ放出される流体流の一部を偏向させるため、その流体流の2つの側部へそれぞれ異なる熱エネルギーの付与を行うことを可能にする。これら同一の抵抗ヒーターはまた、適当な波長の表面波を与えて液体ジェットを同期させることで、実質的に均一な直径 D_d 及び間隔 d を有する複数の液滴に分裂するのに利用される。

30

【0037】

ノズルの縁からの間隔及びノズルアレイに対して垂直な方向に沿った側部ヒーターの幅は重要な設計パラメータである。典型的には側部ヒーター抵抗器の内径は、ノズル端部から約1.5 μmから0.5 μm離れて位置している。側部ヒーター抵抗器の外形すなわち幅は典型的にはその側部ヒーター抵抗器の内径から1 μmから0.5 μmの位置である。

40

【0038】

流体62の連続流への側部ヒーター30と38のパルス効果の一が図3(a)及び図3(b)において側面図として表されている。図3(a)及び図3(b)は、複数のノズルのうちの一のノズル50周辺の液滴発生基板12の一部を図示している。加圧流体60が、液体供給チャンバ48を介してノズル50へ供給される。ノズル50は、液滴ノズル前面層14内に形成され、かつ場合によっては断熱及び絶縁層26内に形成される。側部ヒーター抵抗器30と38も図示されている。

50

【0039】

図3(a)では、側部ヒーター30と38は活性化していない。連続流体流62は様々な波長の自然な表面波64を生成する。その結果、位置77で同期されていない分裂が生じて、広範囲にばらついた直径及び体積を有する液滴66の流れ100が生成される。自然な分裂長 BOL_n は、ノズル面から、液滴が流体の連続列から脱離する地点までの距離で定義される。このような自然の同期されていない分裂の場合では、分裂長 BOL_n は明確にならず、時間に対して大きく変化する。

【0040】

図3(b)では、側部ヒーターには、流体列62上に支配的な表面波70を起こすのに十分なエネルギーパルスが与えられる。その結果分裂が同期して、ノズル面から動作距離 BOL_v の位置である安定な動作分裂地点76で、実質的に均一な直径 D_d 及び間隔 Δ_d を有する液滴80の流れ120が生じる。図3(a)及び図3(b)の流体流及び個々の液滴66と80は、流体の加圧の大きさ、ノズルの幾何学形状、及び流体の特性に基づいて、速度 V_d で公称飛行路に沿って進行する。

10

【0041】

図4(a)は、側部1のヒーター抵抗器30及び側部2のヒーター抵抗器38に印加されることで、図3(b)に図示された支配的な表面波70を起こすことが可能な出力パルスのシーケンスを表している。この例では、等しい同期エネルギーパルス P_s が両側部ヒーターに印加されている。これらのパルスの周波数は、ジェット上での液滴分裂の周波数となる。その流体流のレイリー分裂を実現するのに両側部ヒーターにパルスを印加する必要はない。所望の支配的表面波の振動が生じる限り、パルスを一の側部にのみ印加しても十分であり、両側部にそれぞれ異なる大きさのパルスを印加しても十分であるし、又は両側部にそれぞれ異なる時間に印加しても十分である。連続ジェットの分裂を同期させる熱エネルギーによる刺激は周知であり、特許文献7で説明されている。

20

【0042】

図4(b)及び図4(c)は、ジェット分裂の同期だけではなく側方への流体の一部の偏向にも用いることのできる2つのパルスシーケンスを表している。たとえば図4(b)では、大きさ P_s のエネルギーパルスが主に側部1のヒーター30と側部2のヒーター38の両方に印加される。ただし図示された第3パルス時間帯の間に側部2のヒーター38へ印加されるエネルギー P_d を有する一の大きなパルスは除く。側部2のヒーター抵抗器38へ印加されるエネルギーパルスが大きくなればなるほど、隣接する流体はより高温に加熱される。その結果、その隣接する流体はノズルの側部2をより高速に進行する。この非対称速度は、加熱された側部から遠ざかるようにその流体の一部を偏向させる。図3(c)は、流体の偏向部分を図示している。破線で描かれた1次流体列と液滴流120、及び第2の偏向した液滴流127を表すによって、流体の偏向部分を図示している。

30

【0043】

あるいはその代わりに図4(c)は、図4(b)と同様のパルスシーケンスを図示している。ただし側部1のヒーター抵抗器30は、第3パルス時間スロットの間に大きなエネルギーパルス P_d を受け取る点は除く。非対称な熱パルスを付与しても常に、液滴流が正味で最も熱い側部抵抗器から遠ざかるように偏向するわけではない。側部抵抗器が狭い場合、その側部抵抗器が熱くなる結果、ノズルの熱い側部から液体メニスカスが脱離する。それにより流体流は、熱い側部ヒーター抵抗器へ向かわずに偏向する。連続ジェット流の熱偏向の減少は特許文献7で説明されている。

40

【0044】

本発明を理解する目的では、連続ジェットのノズルで非対称な熱を付与することでそのジェットを偏向させることができることさえ分かっていればよい。実際には到達可能な偏向の大きさは数度のオーダーである。本発明については、熱偏向又は後述する他の手段による偏向は、未偏向液滴流の公称飛行路-つまり未偏向飛行路-から 0.5° から 2.0° の偏向を実現すると推定される。

【0045】

50

連続液体ジェットの分裂の熱パルス同期は、所定体積の液滴流を生成する機能を供することが知られている。単位体積 V_0 の整数倍の体積 mV_0 を有する一部の液滴が生成されても良い。たとえば特許文献10を参照のこと。図5(a)-図5(c)は、複数の異なる電気エネルギー-パルスによる連続流の熱刺激を表している。エネルギー-パルスシーケンスは、単位周期 T_0 の間にヒーター抵抗器の "on" と "off" を切り換えている様子が概略的に表されている。

【0046】

図5(a)では、刺激パルスシーケンスは単位周期パルス610の列で構成される。このパルス列によって刺激される連続ジェット流は液滴85に分裂する。その液滴85は全て体積を V_0 有し、全ての液滴85には時間 T_0 の間隔が設けられ、かつ飛行路に沿って T_0 の間隔が設けられている。図5(b)に図示されたエネルギー-パルス列は、単位周期パルス610で構成されている。それに加えて図5(b)に図示されたエネルギー-パルス列では、サブシーケンス612については、いくつかのパルスを削除して時間周期4 T_0 が生成され、かつサブシーケンス616については、いくつかのパルスを削除して時間周期3 T_0 が生成される。刺激パルスを削除することで、ジェット中の流体は、単位時間周期よりも長い時間のパルスに対して一致する体積を有する液滴となって収集される。つまりサブシーケンス612の結果体積4 V_0 の液滴86に分裂し、かつサブシーケンス616の結果体積3 V_0 の液滴86に分裂する。図5(c)は、体積8 V_0 の液滴88を生成するサブシーケンスの周期8 T_0 を有するパルス列を表している。

【0047】

単位体積 V_0 の整数倍の単位で液滴を生成する機能は、印刷液滴と非印刷液滴との差異化をつけると利点を得るのに用いることができる。後述するように、液滴は、交差する空気流によって引き込まれることによっても偏向されうる。大きな液滴は、質量比に対して小さな引き込み係数を有するので、体積の小さな液滴ほどには空気流によって偏向されない。よって偏向領域は、各異なる体積の液滴を各異なる飛行路へ分散させるのに用いられて良い。本発明では、小さな体積の液滴はエアフローブレナム内で最大に偏向し、かつその小さな体積の液滴が液体パターン受像媒体に到達する前に捕獲される。液滴パターンは偏向されにくい大きな体積の液滴によって形成される。大きな体積の液滴と小さな体積の液滴は、液体パターンデータに応じたパルスシーケンス-たとえば図5(a)-図5(c)に表されたようなもの-によって生成される。本発明を理解して実施する目的では、「大きな体積」の液滴という語は、「小さな体積」の液滴の体積の2倍以上の体積を有する液滴を意味する。

【0048】

図6は、連続液体流放出体(プリントヘッド)10の斜視図を表している。当該連続液体流放出体10はアレイ軸140に沿ってアレイを形成する複数のノズルを有する。該複数のノズルは、受像媒体300の面で線310に沿って受像媒体310に衝突する複数の未偏向液滴流120を放出する。全ての図について一貫した方法で素子の配向及び方向を表すのに用いられるようなxyz座標系が示されている。ノズルアレイ軸は座標系のy方向に対して揃っていて、そのノズルはノズルアレイ長さ-つまりジェットの端部から端部まで-L_Aにわたって拡張する。未偏向液滴流120は、プリントヘッド10のノズル面に対して実質的に垂直で、かつ相互に平行であるz方向の公称液滴飛行路122に沿って正の方向に進行する。それにより座標系のyz平面に対して平行な公称液滴飛行面150が画定される。媒体300は、速度 V_M で正の「x方向」に搬送される。

【0049】

本発明による側壁90が拡張されたエアフローブレナムが、図7の斜視図に表された液体パターン書き込み装置に追加される。図2(a)から図5(c)について上述したように、複数の連続パターン流体流62が、液体パターンデータに従って、大きな体積85と小さな体積84からなる液滴流に分裂する。本発明の理解を目的として、本明細書の図は、大きな体積の液滴を小さな体積の液滴の5倍の体積を有するものとして表している。しかし液滴体積の比については如何なる数が選ばれても良い。ただし非印刷液滴である小さな体積の液滴を捕獲する飛行路との十分な差異化をつけながら、大きな体積の液滴を受像媒体に衝突させて

10

20

30

40

50

液体パターンを生成することが可能であることを条件とする。

〔 0 0 5 0 〕

エアフロープレナム90は、所定の体積の液滴流が進行する1次開口部98を有した状態で図示されている。負圧源（図示されていない）が、前記エアフロープレナムの対向する端部と排気端部97に設けられる。それにより概して負のx方向に沿った、方向“A”を流れる空気流が生成される。エアフロープレナム90は、上流壁160、下流壁170、第1側壁180、及び第2側壁190によって取り囲まれている。本明細書においては「上流」と「下流」という語は、液体が進行する上流端に位置するプリントヘッド10から、液体が進行する下流端に位置する受像媒体300への液滴の運動を表すものとして用いられる。1次開口部98は、上流壁端部162、第1側壁端部182、及び第2側壁端部192によって形成される。1次開口部98はさらに、衝突壁端部の内端によって画定される。つまり1次開口部98は、上流壁内端164、下流壁内端174、第1側壁内端184、及び第2側壁内端194によって画定される。

【 0 0 5 1 】

本発明の複数の好適実施例については、側壁端部は、第1側壁拡張長 L_{1sw} 及び第2側壁拡張長 L_{2sw} だけ、上流及び下流壁端部よりも拡張される。側壁がこのようにして拡張されることで、空気流が側壁にわたってプレナムに流れ込むことで生じる、y方向での端部ジェット液滴の意図しない偏向が減少する。

〔 0 0 5 2 〕

エアフローブレナムの排気端部97に設けられる負圧源（図示されていない）によるエアフローブレナム90内に発生する空気流は、大きな体積の液滴85だけでなく小さな体積の液滴84も取り込む。その理由は、大きな体積の液滴85も小さな体積の液滴84も1次開口部にわたって進行するからである。含まれるレイノルズ数空間については、個々の液滴への空気流の引き込みはストークスの法則によって近似されて良い。質量が m_d で直径が D_d の液滴への空気によって引き込む力 F_a は次式のように近似される。

【 0 0 5 3 】

$$F_a = m_d a_d = 3 V_A D_d \quad A \quad (1)$$

ここで a_d は空気流速度 V_A の方向での液滴の加速度で、 μ_A は空気の粘性である。液滴の体積と液滴の密度 ρ_d を式(1)に代入すると、液滴直径 D_d の関数としての空気偏向方向での液滴加速度についての表式が与えられる。

【 0 0 5 4 】

【数1】

$$a_d = \frac{3\pi v_A D_d V_A}{\left(\frac{\rho \pi D_d^3}{6}\right)} = \frac{18 v_A V_A}{\rho D_d^2}. \quad \dots \dots \dots (2)$$

(2)式から、液滴の加速度はその直径の3乗に反比例し、大きな体積の液滴よりも小さな体積の液滴の方が、空気流によって加速される。

【 0 0 5 5 】

液滴の加速度を生じさせる空間偏向の大きさは、空気流が液滴に衝突するまでの時間に依存する。空気流偏向による力が作用する時間は、公称飛行面付近をz方向に沿ってエアフローブレナム内部の長さ S_{dz} を液滴又は流体速度 V_d で除した値と推定される。空気流方向A(図7ではマイナスx方向)での液滴偏向の大きさは次式のように推定される。

[0 0 5 6]

【数2】

$$x_d \approx \frac{1}{2} a_d \left(\frac{S_{dz}}{V_d} \right)^2 = \frac{9 v_A V_A}{\rho D_d^2} \left(\frac{S_{dz}}{V_d} \right)^2, \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

上式の物理量は上で定義されている。たとえば以下のようなパラメータ及び偏向量が代表的である。 $\rho_A = 181 \mu \text{ poise}$ 、 $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ 、 $S_{dz} = 0.2 \text{ cm}$ 、 $V_A = 1500 \text{ cm/sec}$ 、及び $V_d = 1500 \text{ cm/sec}$ である。式(3)は以下のようになる。

【 0 0 5 7 】

10

【数3】

$$x_d = \frac{4.34 \times 10^{-8} \text{ cm}^3}{D_1^2}, \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

従つて、 $D_d=17.8 \mu\text{m}$ (3pL の液滴) では $x_d = 137 \mu\text{m}$ で、かつ $D_d=30.6 \mu\text{m}$ (15pL の液滴) では $x_d = 46.3 \mu\text{m}$ である。これらの例示的な値については、空気偏向システムが 3pL の液滴を偏向する大きさは、空気偏向システムが 15pL の液滴を偏向する大きさよりも、~ $91 \mu\text{m}$ 大きい。

20

【 0 0 5 8 】

式(3)から、空気流偏向を用いて2つの分離した飛行路への大きな液滴と小さな液滴の分散は、複数の設計因子を操作することによって増大させることが可能である。その分散は、偏向領域の長さ S_{dz} の2乗、大きな液滴の直径 D_{d1} に対する小さな液滴の直径 D_{ds} の比の逆2乗、液滴速度 V_d の逆2乗、及び空気流速度 V_A と共に増大する。液滴直径が液滴体積の逆3乗として変化するので、液滴偏向の分散は液滴体積の逆2/3乗で変化する。上記の例では、空気流偏向領域の長さ S_{dz} が0.3cmに増大し、かつ液滴速度 V_d が1000cm/secにまで減少した場合には、全ての液滴は増大した因子 $(1.5)^4=5.05$ の分だけ偏向されるので、3pLの液滴と15pLの液滴との間の分散もまた、この量つまり~460 μm-だけ増大する。

【 0 0 5 9 】

30

図7では、小さな体積の液滴84が、捕獲された液滴捕獲位置の線130に沿って内側の下流プレナム壁に衝突するものとして図示されている。大きな体積の液滴は、小さな体積ほどには偏向されずに、下流壁170を通り越して印刷線320に沿って受像媒体300に衝突する。印刷線320は、未偏向液滴310の衝突線の「下」である。つまり印刷線320は、印刷面内において空気偏向方向 "A" にある程度変位する。

[0 0 6 0]

本発明の重要な目的は、実効偏向空気流速度又は平均偏向空気流速度を増大させることによって、液滴がエアフロープレナムの排気端に設けられる所与の大きさの負圧の影響を受けるようにすることである。他の目的は、アレイの端部ジェット付近でy方向に沿って進展する空気流による液滴位置設定エラーを減少させることである。

【 0 0 6 1 】

側壁が拡張されたエアフロープレナム90の断面図が図8に図示されている。その断面は、プリントヘッド10、エアフロープレナム90、及び受像媒体300を介して、たとえば概して図6の線 "B-B" のような線に沿ってとられている。断面図が当該装置の大体中心を介して生成されるので、拡張された側壁180と190は直接的に見えない。参照用に第1側壁は破線で示されている。液滴発生装置の基板12と加圧液体供給マニホールド40を有し、かつ加圧液体流入口41を介して正に加圧された液体60が供給されるプリントヘッド10が表されている。上流プレナム壁160、下流プレナム壁170、及び破線で示されたプレナムの第1側壁180を有する、側壁が拡張されたエアフロープレナム90が図示されている。当該エアフロープレナムには、該エアフロープレナム90の排気端97にて概略的に表された負圧源420が備

40

えられている。公称飛行面92の下に位置する当該エアフロープレナムの排気された内部もまた表されている。

【0062】

空気流速度ベクトル200のコンピュータによる計算結果が、当該装置の素子上に重ねられている。そのコンピュータによる計算は、標準的な有限体積の計算流体力学(CFD)法を用いて行われた。フローサイエンス社(Flow Science Incorporated)から販売されている"Flow-3D"コードが用いられた。空気流ベクトル200は、方向とその相対長さによる速度の大きさの両方を含む。空気は、全ての方向からエアフロープレナム90の液滴衝突端98へ引き込まれる。図示された単純な長方形の形状については、空気流は、z方向に沿ったベクトル成分を有する。そのベクトル成分は、当該エアフロープレナムの上流端ではz方向の液滴速度を増大させ、かつ下流端ではz方向の速度を減少させる。1次のオーダーでは、液滴へのこれらz方向の加速度の影響は互いに打ち消し合うことで、マイナスx方向に1次加速効果が残る。

10

【0063】

小さな体積の液滴84は飛行路128に沿って偏向され、最終的には地点130で下流壁170の内側表面に衝突する。非印刷液滴を回収する捕獲された液滴回復用導管240が供される。液滴捕獲装置は周知の形式を有して良い。液滴は、エアフロープレナム内部92内において下流壁の内部面に沿った下流壁端部表面上で捕獲されて良い。あるいは液滴は、下流壁後方であって受像媒体300の前方に位置する補角装置によって捕獲されても良い。液体を衝突地点から迅速に外すことで、起こりうるしぶき及びぼやけの発生を減少させるのを助けるため、有孔性材料242もまた液滴捕獲設計に含まれて良い。液体回復接続245が概略的に示されている。その液体回復サブシステムは液体回復導管240を真空引きしても良いし、又は液体を回復するために負圧源420からの負圧が用いられても良い。

20

【0064】

上の計算で示された小さな液滴の偏向量と一致させる際、小さな液滴の衝突及び収集地点130は、公称飛行面から $100 \sim 700 \mu\text{m}$ のオーダーで離れていて良い。大きな液滴は下流壁端部を通り越して受像媒体300に到達しなければならぬので、下流壁端部の最近接面は、大きな液滴の偏向の大きさよりも離れていなければならない。それに加えて信頼性のために多少のマージンも必要である。

30

【0065】

側壁が拡張されたエアフロープレナム92に係る複数の追加的特徴が、図9の概略的上面図に表されている。図は厳密な断面図ではない。なぜならエアフロープレナム90の端部壁160, 170, 180と190は同一面内にはないし、また公称液滴飛行面と同一面内でもないからである。図8の概略図は、以下の空間的要素を明らかにすることを意図している。その空間的要素とは、ノズルアレイ長 L_A 、第1側壁厚さ t_{1sw} 、第2側壁厚さ t_{2sw} 、空気偏向領域の長さ S_{dz} 、及び空気偏向プレナムの幅 W_p である。図9において他のラベルが付された要素は図6から図8までに説明したものである。この概略的上面図は、小さな体積の液滴84が下流壁170の内側で偏向されて捕獲される様子を表している。大きな体積の液滴は多少偏向されるものの、下流壁170を通り越して受像媒体300に衝突する。

30

【0066】

図8に図示された上流壁160にわたって流れる空気流200の計算されたベクトルの拡大図が図10(a)に図示されている。空気が壁の端部162を超えてエアフロープレナム内部92へ引き込まれると、低速度の渦領域94が発生する。上流壁160は上流壁端部162では t_{uw} の厚さ-つまり最外端面166と最内端面164との間の距離-を有する。図10(a)に図示されているような正方形の形状を有する壁端部162については、渦領域は概して壁の厚さの1~2倍の距離だけ内部で拡張する。低速度渦領域は、空気流偏向領域の一部での偏向空気流速度を減少させる効果を有する。その効果によって、エアフロープレナム偏向サブシステムによって実現される小さな体積の液滴と大きな体積の液滴との間の分散量が減少する。

40

【0067】

空気流がエアフロープレナムに引き込まれる際に超える壁端部に、空気抵抗の小さな形

50

状が与えられる場合、低速度の渦はその大きさを減少させ、かつ公称液滴飛行領域から遠ざかるようにエアフロープレナムへ引き込まれて良い。図10(b)は、減少した低速度渦を図示している。低速度渦の減少は、壁端部162を滑らかな曲面として形成することによって実現可能である。その滑らかな曲面は、外端166の面から内端164の面へ進行するに従つて曲率半径が大きくなる。本発明の複数の好適実施例は、エアフロープレナムの1次開口部を空気抵抗が小さくなる形状にするように1つ以上の壁端部を形成することによって偏向効率の向上を実現する。曲率半径は、壁端部に垂直な線に沿ってエアフロープレナム外部から内部へ向かって増大する。

【0068】

図11は、本発明において側壁空気流の偏向エラーを考慮するエアフロープレナム設計の別な態様を図示している。図11は、従来技術の場合についての、第1壁端部180に隣接するノズルアレイ端部付近のノズルから放出される液滴の計算された空気流偏向をプロットしている。従来技術の場合、側壁は正のx方向には拡張していない。この従来技術の場合についての空気流ベクトルパターンは図10(a)で描かれたものと同一である。図11は、空気流偏向がない場合について、3つのノズルからの液滴が衝突する受像媒体のxy平面300での計算された地点310を図示している。また図11は、図10(a)に図示されたような空気流が存在する場合について、3つのノズルからの液滴が衝突する受像媒体のxy平面300での計算された地点342、344及び346を図示している。第1壁内端184及び第1壁外端188を有する第1壁端部182の位置及び厚さが、液滴の偏向と壁の厚さとの関係を理解する目的で図示されている。図11で表されている距離は μm 単位で表されている。この例示的計算については第1側壁180の厚さ t_{1sw} は250 μm である。

10

20

20

【0069】

第1側壁内端184から内側へ約360 μm に位置する端部ジェットからの偏向液滴は媒体面の地点342に到達する。600 μm 及び830 μm 内側に位置するジェットからの液滴はそれぞれ地点344及び346に到達する。空気流偏向サブシステムは、マイナスx方向に $x_{1v}=46\mu\text{m}$ だけ大きな体積の印刷液滴を偏向させた。計算シミュレーションでは、小さな体積の液滴はかなり大きく偏向され、受像媒体面300へ到達する前に捕獲された。

【0070】

大きな体積の印刷液滴もまた、y方向を第1側壁内端184から遠ざかるように偏向される。その偏向の大きさは、エアフロープレナム内部へ向かう距離と共に増大する。プロットされた計算例については、第1側壁内端から360 μm に位置する端部ジェットについてのy偏向 y_{ej} は約7 μm である。より内側のジェットから放出される液滴344と346のy偏向位置 y_1 と y_2 ははるかに小さくなる。図10(a)でプロットされた空気流ベクトルを検討することで明らかとなるように、端部ジェットが第1側壁端部184の側壁厚さの範囲内に位置する場合には、より大きなy方向の偏向が見られる。

30

【0071】

側壁偏向効果は、3つの設計上の特徴のうちの1つ以上を含むエアフロープレナムにより、本発明に従つて減少可能である。第1に、側壁は、印刷液滴の最近接流から少なくとも壁1分の厚さだけ離れて設けられる。図11は、端部印刷ジェットから~1.4 t_{1sw} の距離だけ離れた位置に側壁が設けられている設計を図示している。第2に、側壁端部は公称飛行面よりも上に拡張することで、液滴はy方向の速度が小さい空気流の領域を通り抜ける。しかし図10(a)に図示された低速度渦領域94を回避するためには、拡張された側壁位置についてもまた、端部ジェット液滴の公称飛行路から側壁2分以上の厚さだけ間隔が設けられていることが好ましい。第3に、側壁は、図10(b)に図示されているように空気抵抗の小さな形状168を有するように形成される。この設計上の特徴は、側壁内端付近での空気流速度の大きさを減少させ、かつ側壁内端に近づくように低速度渦領域94を押す効果を有する。

40

【0072】

本発明によるエアフロープレナムは、上述した3つの設計上の特徴又はその組合せを利用して、ノズルアレイの端部付近のノズルから放出される液体パターン生成液滴の意図し

50

ないy偏向を減少させる。その一方でノズルアレイ軸方向に沿った空気流偏向装置の大きさは小型のまま維持される。図12は、側壁が拡張されたエアフローブレナム90の斜視図を表している。本発明の好適実施例によると、側壁180と190は、側壁拡張長さ L_{1sw} だけ拡張する。第1側壁拡張長さ L_{1sw} は、公称飛行面150と第1側壁端部182との間の間隔として定義される。

【0073】

本発明の空気流偏向の好適実施例の中には、連続液滴放出体が共に利用されて良いものがある。図2(a)、図2(b)、及び図3に図示されているように、その連続液滴放出体は、単一サイズの液滴と、経路選択素子を用いたノズルでの初期偏向を利用する。放出された液滴には、液体パターンデータに応じて、周知の手法によってマイナスx方向に第1偏向が与えられる。前記周知の手法とは、非対称加熱、静電引力、又はノズル流速操作である。最初に偏向された液滴は捕獲され、偏向されなかった液滴は受像媒体へ衝突して所望の液体パターンを生成することが許される。本発明による空気偏向サブシステムは、最初に偏向される液滴と最初に偏向されない液滴との間の軌道の分散を増大すなわち增幅するのに用いられて良い。

10

【0074】

図13は、本発明による側壁が拡張されたエアフローブレナム90を有する単一サイズ液滴システムの断面図を表している。その断面図は、たとえば図6の線B-Bのようにz方向に沿ってプリントヘッド及びブレナムの中心を通る線に沿って生成される。偏向されない液滴89は、エアフローブレナム90の空気流が止まった状態で、受像媒体300での衝突点310への公称飛行路に従って進む。最初に偏向した液滴83は、エアフローブレナム90の空気流が止まった状態で、液滴飛行路124に従って進む。エアフローブレナム内に空気流が流れるとき、最初の飛行路122と124に従って進む単一サイズの液滴は、それぞれ新たな飛行路123と125へ偏向される。最初に偏向した液滴83は、空気流によって液滴捕獲経路125へ偏向されて、地点130で内側上流壁170に衝突する。最初に偏向しない液滴89もある程度は偏向されて、新たな部分的に偏向した飛行路123に従って進み、地点330で受像媒体300に衝突する。

20

【0075】

エアフローブレナム90内の空気流パターンがマイナスx方向に速度の大きさの勾配を有する場合、最初に偏向する経路124に従って進む液滴は、公称飛行路122に従って進む液滴よりも大きく偏向される。図8、図10(a)、及び図11において例示目的に用いられている同一の計算例から得られる速度の大きさの等高線が、図13のエアフローブレナム90に重ねてプロットされている。プロットされた等高線は、それぞれ異なる最大空気流速度の大きさ V_{Amax} の割合について以下のように示されている。等高線210は V_{Amax} の90%、等高線208は V_{Amax} の70%、等高線206は V_{Amax} の50%、等高線204は V_{Amax} の30%で、等高線202は V_{Amax} の10%である。図13にプロットされた具体的な計算例では、 $V_{Amax}=1700\text{cm/sec}$ である。図13から、偏向しない液滴89と最初に偏向する液滴83が進行する空気流領域には、大きな空気流速度の勾配 dV_A/dx が存在することが分かる。正方形の形状を有する上流及び下流壁端部にわたる空気流パターンは、空気抵抗の小さな形状の壁端部にわたる空気流パターンの場合よりも、大きな勾配を生成する。その結果、単一サイズの液滴パターン生成装置と共に用いられる側壁が拡張されたエアフローブレナムは、鋭い端部形状を有することが好ましいと考えられる。

30

【0076】

アレイ端部付近のノズルから放出される単一サイズの液滴は、2種類の体積サイズの印刷システムで用いられる大きな体積の液滴よりも、y方向の空気流による影響を強く受けける。上述した側壁間隔、拡張、及び空気抵抗の少ない形状の好適実施例は、単一サイズの液滴印刷で用いられるエアフローブレナムにとっても好ましい。

40

【0077】

側壁だけではなく上流壁と下流壁も拡張した本発明の代替エアーブレナム設計の実施例が図14から図20に図示されている。このエアフローブレナムの設計は、上流壁内と下流壁

50

内に、y方向に沿ったスロットを有する。そのスロットは、偏向しない液滴をエアフロー プレナムへ入り込ませること、少なくとも印刷液滴が下流壁を超えて現れ、そして受像面に到達することを可能にする。図14はスロットを有するエアフロープレナム91の斜視図を表している。上流壁160と下流壁170は、公称飛行路を超えて拡張する。それにより負圧源420によって空気が引き込まれる1次開口部98が正のx方向を向く。1次開口部98は、上流壁端部162、下流壁端部172、第1壁端部182、及び第2壁端部192によって取り囲まれる。下流スロット開口部230は斜視図でも見えるが、上流スロット開口部220はこの図では見えない。

【0078】

図15はスロットを有するエアフロープレナム91のさらなる特徴の断面図を表している。
10 上流スロット開口部高さ h_{us} を有する上流スロット開口部220が上流壁160内に形成される。上流スロット開口部220は、上流スロット第1内端222及び上流スロット第2内端224を有する。スロットを有するエアフロープレナム91及びプリントヘッド10は、公称飛行面（すなわち偏向しない液滴飛行路122）が上流スロット第1内端からx方向に上流間隔 S_u だけ離れて設けられるように、設置される。上流壁160は、上流スロット第1内端付近に上流壁厚さ t_{uw} を有する。上流壁160は、上流スロット第2内端224より上に距離 L_{ue} だけ拡張する。

【0079】

本発明を実施するのに、スロットを有するエアフロープレナム91の全ての壁を、公称飛行面を超えた同一の大きさに拡張する必要はない。各プレナム壁は、偏向空気流の最適化と形状の設定をそれぞれ独立して行うように設計され、かつ他の周辺印刷システムハードウェアに従って設計されて良い。公称飛行面に対する下流スロット開口部230に対する公称飛行面に対して高さ又は位置もまた、上流スロット開口部220に対する公称飛行面に対して高さ又は位置と等しい必要はない。たとえば液滴捕獲又は印刷液滴の明瞭さの許容範囲にとっては、公称飛行面からのマイナスx方向での下流スロット230の第1内端232の間隔を、上流間隔の大きさ S_u よりも大きくするように位置設定することが有利になると考えられる。

【0080】

図16は、図15と同一の断面図に、図8にプロットされた空気流ベクトルで述べた計算ソフトウェアと同一のものを用いて計算した空気流速度ベクトル200を追加したものを見ている。空気流ベクトル200は、方向とその相対長さによる速度の大きさの両方を含む。空気は、全ての方向から、エアフロープレナム91の上流スロット開口部220と下流スロット開口部230だけではなく、液滴衝突端95へも引き込まれる。空気流の合計速度（単位時間あたりの体積） Q_{total} は、図16において概略的に示されている負圧源420の手段によってスロットを有するエアフロープレナム91の排気端97へ向かう。合計空気流速度 Q_{total} は、空気流が1次開口部98へ向かう速度 Q_{po} 、空気流が上流スロット開口部220へ向かう速度 Q_{us} 、及び空気流が下流スロット開口部230へ向かう速度 Q_{ds} からなる。

【0081】

図示された単純な長方形の形状については、空気流は、z方向に沿ったベクトル成分を有する。そのベクトル成分は、当該エアフロープレナムの上流端ではz方向の液滴速度を増大させ、かつ下流端ではz方向の速度を減少させる。1次のオーダーでは、液滴へのこれらz方向の加速度の影響は互いに打ち消し合うことで、マイナスx方向に1次加速効果が残る。小さな体積の液滴と大きな体積の液滴は、側壁が拡張されたエアフロープレナムで述べたように、マイナスx方向にそれぞれ異なる偏向を示す。ストークスの法則の加速度及び偏向の大きさについての先の議論は、スロットを有するエアフロープレナムの実施例にも類推適用される。

【0082】

側壁が拡張されたエアフロープレナムの設計に対するスロットを有するエアフロープレナムの設計の1次のオーダーの利点は、当該エアフロープレナム内部での公称飛行面領域にわたる平均偏向空気速度が増大することである。図17は、図14-図16のスロットを有するエアフロープレナム91に、速度の大きさについての計算した等高線を一貫した空間スケ

10

20

30

40

50

ールで重ねたものを図示している。プロットされた等高線は、それぞれ異なる最大空気流速度の大きさ V_{Amax} の割合について以下のように示されている。等高線210は V_{Amax} の90%、等高線208は V_{Amax} の70%、等高線206は V_{Amax} の50%、等高線204は V_{Amax} の30%で、等高線202は V_{Amax} の10%である。図13にプロットされた具体的計算例では、 $V_{Amax}=1700\text{cm/sec}$ である。

【0083】

スロットを有するエアフロープレナム91の3つの最高速度の大きさについての等高線が、側壁が拡張されたエアフロープレナムについて計算した、破線で示される比較可能な3つの速度の等高線と共に、再度図18でプロットされている。つまり、等高線211はスロットを有するエアフロープレナムでの V_{Amax} の90%、等高線210は側壁が拡張されたエアフロープレナムでの V_{Amax} の90%である。同様に、等高線209と208は比較可能な V_{Amax} の70%、等高線207と206は比較可能な V_{Amax} の50%である。液滴捕獲飛行路126に沿って進行する小さな体積の液滴84は、比較可能な側壁が拡張されたエアフロープレナムの中心領域でよりも、スロットを有するエアフロープレナムの中心領域で、より大きな偏向空気流速度を受ける。スロットを有するエアフロープレナムの設計は、側壁が拡張された設計よりも~20%程度、マイナスx方向での平均空気流速度を増大させる。

【0084】

スロットを有するエアフロープレナムの設計は、図10(b)に図示されているように、当該プレナムの内部に向かって半径が増大する空気抵抗を小さくする曲面形状を有する上流及び下流スロット第1内端222と232を形成することによってさらに改善可能である。これらのスロット端部に空気抵抗を小さくする形状を供することで、z方向の速度成分が減少し、かつ引き込まれる際に空気が超える端部の下に生成される低速度の渦の大きさ及び近接性が減少する。

【0085】

スロットを有するプレナムの拡張に係る最適長さは、1次開口部98を流れる流速と比較して、上流スロット開口部220と下流スロット開口部230を介して流れる流速を計算することによって説明された。スロット開口部を流れる流速が最小限に抑制されるとき、平均の偏向空気流速度の増大という観点からスロットを有するエアフロープレナムの性能が最適化される。流速の計算は、上流と下流スロット開口部の高さが $h_{us}=500\mu\text{m}$ で等しく、かつ壁の厚さが $t_{uw}=250\mu\text{m}$ で等しい、スロットを有するエアフロープレナムについて上述のソフトウェアを用いて行われた。偏向領域の長さ $S_{dz}=2000\mu\text{m}$ であった。負圧源は、ピーク空気流速度の大きさが1700cm/secとなるように調節された。

【0086】

上流壁及び下流壁の拡張長さ L_{ue} に対する上流スロット開口部の空気流速度及び下流スロット開口部の空気流速度の合計 $Q_{us}+Q_{ds}$ が、図19にて曲線502でプロットされている。流速($Q_{us}+Q_{ds}$)は1cm³/sec/0.005cmに規格化される。その結果($Q_{us}+Q_{ds}$)の値は、合計流の25%がスロットを有するエアフロープレナム91のスロット220と230を介して引き込まれ、かつ合計流の75%がスロットを有するエアフロープレナム91の1次開口部98を介して引き込まれることを意味する。流速のプロット502は、拡張長さ L_{ue} が0.6cm以上のときにおいて、スロットを介する空気流体積は、プレナム壁の拡張に伴って飽和値~24.5%にまで減少することを示している。この結果は幾何学的外挿することで、次のような結論を得ることができる。その結論とは、プレナム壁の拡張長さがz方向において1次開口部の長さの約3倍-つまり $L_{ue}=3S_{dz}$ -に到達するまでは、前記拡張長さの増大によって、中心の空気流速度が改善される、ということである。

【0087】

スロットを有するエアフロープレナム設計の別な利点は、様々なシステムハードウェア構成部品によって、特にプリントヘッドと受像媒体の相対運動によって生成される恐れのある空気流の振動を弱めることである。拡張されたプレナム壁は、該プレナム外部で生成される空気流の一部から内部を遮蔽する。一例が、これまでの全計算パラメータに加えて、たとえばプリントヘッドを越して空気膜に沿って $V_m=100\text{cm/sec}$ で引っ張ることによって

10

20

30

40

50

正のx方向に100cm/secで移動する受像媒体によって生成される100cm/secの指數関数的に減衰する空気流速度を用いて計算された。

【0088】

図20は、上流スロットと下流スロットの中心でのx方向での空気速度の大きさ V_{Ax} への影響をz軸に沿って図示している。スロットを有するプレナム内での最大の振動していない空気流速度は1700cm/secに調節された。曲線504は、空気流速度の振動を指數関数的に減衰する速度プロファイルとして図示している。その指數関数的に減衰する速度プロファイルは、媒体300の位置で100cm/secであり、 $z=-0.3\text{cm}$ では0である。 z 方向に沿ったエアフロー・プレナム内部の長さは0.2cmである。そのプレナムの中心でz軸の値は0となる。曲線506、508、及び510は、指數関数的に減衰する空気流の振動504の効果を加えたときの計算結果と加えないときの計算結果との間での空気流速度の差異 V_{Ax} のプロットである。曲線506は、スロットが存在せず、公称液滴飛行面に隣接して1次開口部が設けられ、かつ壁が拡張されていないつまり $L_{ue}=0$ -従来技術に係るエアフロー・プレナムについてのプロットである。曲線508は、壁の拡張長さが $L_{ue}=0.25\text{cm}$ であるスロットを有するエアフロー・プレナムについてのプロットである。そして曲線510は、 $L_{ue}=0.5\text{cm}$ であるスロットを有するエアフロー・プレナムについてのプロットである。計算結果は、スロットを有するエアフロー・プレナムの拡張された壁が、速度の振動の効果を顕著に弱めることを示している。0.5cmに拡張されたプレナム壁(曲線510)を用いることによって、空気流速度の偏位は、拡張のないプレナム壁(曲線506)と比較して、ほぼ半分にまで減少する。

10

【0089】

本発明のエアフロー・プレナム設計を用いて液体パターンを生成する多くの方法が上記の記載から明らかになるだろう。本発明による一組の方法が図21に表されている。公称飛行面内部を進行して受像媒体に衝突する複数の連続液滴流が工程800において供される。係る複数の液滴流はたとえば図6に図示されている。工程802では、液体パターンデータに従って、連続液滴流は、所定の小さな液滴体積と大きな液滴体積の液滴に分裂する。前述した好適実施例は、ノズルアレイの各ジェットに供される加熱抵抗器の手段による液滴分裂の同期をとる工程を有する。工程804では、本発明による偏向エアフロー・プレナムが供される。当該エアフロー・プレナムは、図12に図示されたような側壁が拡張されたエアフロー・プレナムであって良いし、又は図14に図示されたようなスロットを有するエアフロー・プレナムであっても良い。

20

【0090】

工程806では、大気が、当該エアフロー・プレナムの排気端と接続する負圧源の手段によって当該偏向エアフロー・プレナムへ引き込まれる。当該偏向エアフロー・プレナム内に生成される内部空気流は、大きな体積の液滴よりも、小さな体積の液滴をより顕著に偏向する。それにより当該エアフロー・プレナム内における空気流の方向での小さな体積の液滴と大きな体積の液滴との空間的分散が生じる。小さな体積の液滴は、当該偏向エアフロー・プレナム内若しくは該エアフロー・プレナム上で捕獲され、又は当該偏向エアフロー・プレナムの通過後、受像媒体への到達前に捕獲される。大きな液滴は当該エアフロー・プレナム領域を通過して受像媒体へ進行することが可能となる。それにより最終工程である工程810では、受像媒体内に所望の液体パターンが生成される。

30

【符号の説明】

【0091】

- 1 連続液滴放出プリントヘッド
- 11 液滴発生装置背面板
- 12 液滴発生装置基板
- 14 液滴ノズル前面層
- 20 プリントヘッド電気エンターフェース
- 28 ノズル側部2のヒーターアドレス電極
- 29 ノズル側部1のヒーターアドレス電極
- 30 ノズル側部1のヒーター抵抗器

40

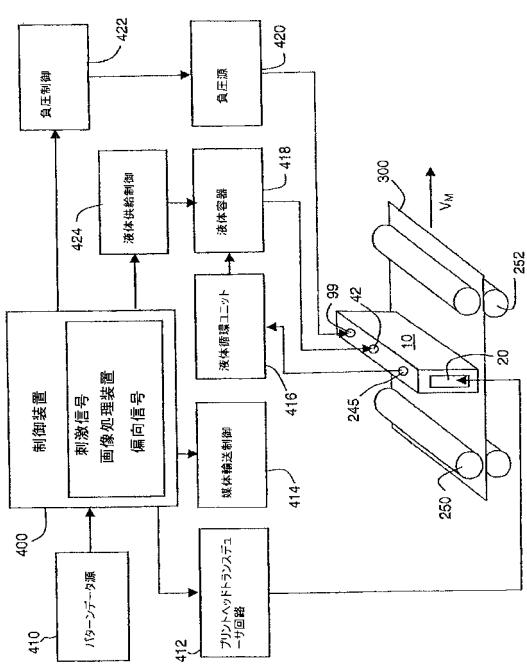
50

36	ノズル側部1のヒーターアドレス電極	
37	ノズル側部2のヒーターアドレス電極	
38	ノズル側部2のヒーター抵抗器	
40	加圧液体供給マニホールド	
42	加圧液体流入ポート	
50	ノズル開口部	
60	正に加圧された液体	
62	液体の連続流	
64	液体連続流の自然表面波	
66	体積が不定の液滴	10
70	連続液体流への刺激表面波	
76	刺激を制御することによって操作された分裂長	
77	自然分裂長	
80	所定体積の液滴	
83	経路選択素子によって最初に偏向される単位体積の液滴	
84	単位体積 V_0 である小さな体積の液滴	
85	体積 $5V_0$ を有する大きな体積の液滴	
86	体積 $4V_0$ を有する大きな体積の液滴	
87	体積 $3V_0$ を有する大きな体積の液滴	
88	体積 $8V_0$ を有する大きな体積の液滴	20
89	空気流によって補助的に偏向される単位体積の印刷液滴	
90	側壁が拡張されたエアフロープレナム	
91	スロットを有するエアフロープレナム	
92	公称飛行面の空気偏向側でのエアフロープレナム内部	
93	空気偏向方向に対向する公称飛行面の側部でのエアフロープレナムの内部	
94	プレナム内側壁に沿った空気流の沈滞	
95	エアフロープレナムの液滴衝突端	
96	空気偏向方向	
97	エアフロープレナムの排気端	
98	エアフロープレナムの1次開口部	30
99	負圧発生源流入口	
100	自然分裂からの体積が不定の液滴流	
120	偏向していない所定体積の液滴流	
122	偏向していない公称飛行経路	
123	空気偏向効果によってのみ偏向される印刷液滴の経路	
124	経路選択素子によって偏向された液滴の経路	
125	空気偏向と経路選択素子の両方によって偏向された液滴の経路	
126	大きな体積の液滴の飛行路	
127	経路選択装置によって偏向される液滴流	
128	小さな体積の液滴の飛行経路	40
130	液滴捕獲位置での小さな体積の液滴が衝突する線(点)	
140	ノズルアレイ軸及びアレイ長 L_A	
150	偏向していない液滴の公称飛行面	
160	上流壁	
162	上流壁端部	
164	上流壁の内端	
166	上流壁の外端	
168	上流プレナム壁端部の曲面形状	
170	下流プレナム壁	
172	下流壁端部	50

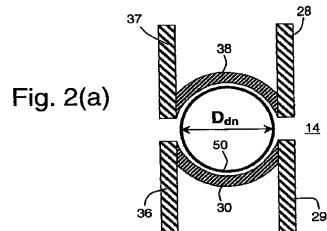
174	下流壁の内端	
180	第1側壁	
182	第1側壁端部	
184	第1壁内端	
188	第1壁外端	
190	第2側壁	
192	第2側壁端部	
194	第2側部の内端	10
196	第2側壁の内端	
200	空気流パターンを表す矢印	
202	空気速度の大きさ V_{Amax} の10%の等高線	
203	拡張プレナムでの空気速度の大きさ V_{Amax} の10%の等高線	
204	空気速度の大きさ V_{Amax} の30%の等高線	
205	拡張プレナムでの空気速度の大きさ V_{Amax} の30%の等高線	
206	空気速度の大きさ V_{Amax} の50%の等高線	
207	拡張プレナムでの空気速度の大きさ V_{Amax} の50%の等高線	
208	空気速度の大きさ V_{Amax} の70%の等高線	
209	拡張プレナムでの空気速度の大きさ V_{Amax} の70%の等高線	
210	空気速度の大きさ V_{Amax} の90%の等高線	
211	拡張プレナムでの空気速度の大きさ V_{Amax} の90%の等高線	20
220	下流スロット開口部	
222	上流スロット第1内端	
224	上流スロット第2内端	
230	下流スロット	
232	下流スロットの第1内端	
234	下流スロットの第2内端	
240	捕獲液滴を回復させる流路	
242	液滴回復導管の有孔性媒体	
245	液体リサイクルユニットへの接続	
250	媒体輸送入力駆動手段	30
252	媒体輸送出力駆動手段	
300	印刷すなわち堆積面	
310	印刷面300での偏向されていない液滴の衝突線（点）	
320	印刷面300での大きな体積の液滴の衝突線（点）	
330	空気による偏向後における印刷面での単位体積の液滴の衝突点	
342	空気偏向後に端部ジェットから放出される印刷液滴の衝突点	
344	空気偏向後に第1内部ジェットから放出される印刷液滴の衝突点	
346	空気偏向後に2番目に内側のジェットから放出される印刷液滴の衝突点	
400	制御装置	
410	入力データ源	40
412	プリントヘッドトランスデューサ駆動回路	
414	媒体輸送制御回路	
416	真空源を含む液体循環サブシステム	
418	液体供給容器	
420	負圧源	
422	空気サブシステム制御回路	
424	液体供給サブシステム制御回路	
502	プレナムの拡張長さに対するスロットを流れる流速	
504	媒体の運動によって生じる空気流速度の振動	
610	単位周期 μ s のパルス	50

612 体積 $4V_0$ の液滴を生成する時間周期4 μ sのシーケンス
 615 体積 $8V_0$ の液滴を生成する時間周期8 μ sのシーケンス
 616 体積 $3V_0$ の液滴を生成する時間周期3 μ sのシーケンス

【 図 1 】



【図2(a)】



【 図 2 (b) 】

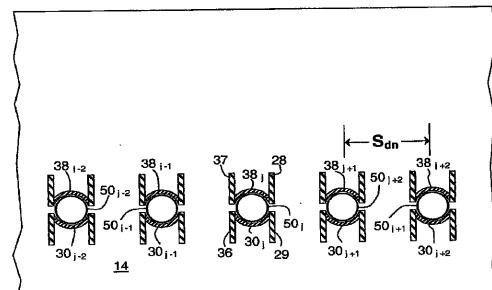


Fig. 2(b)

【図3(a)】

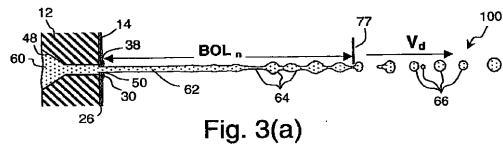


Fig. 3(a)

【図3(b)】

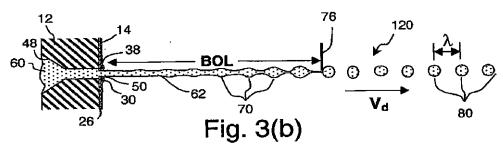


Fig. 3(b)

【図3(c)】

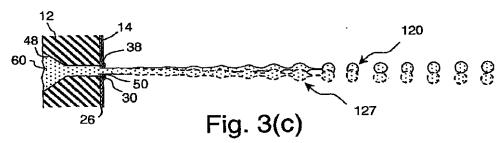
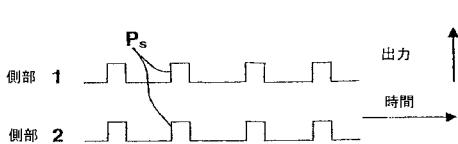
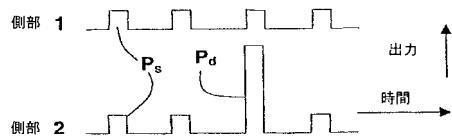


Fig. 3(c)

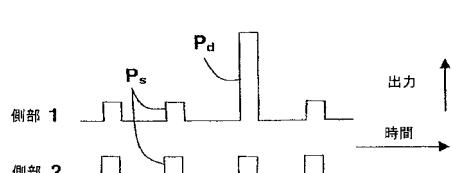
【図4(a)】



【図4(b)】

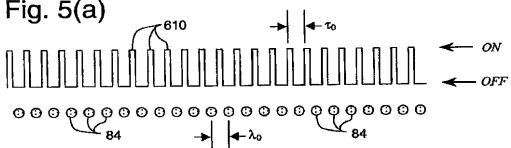


【図4(c)】

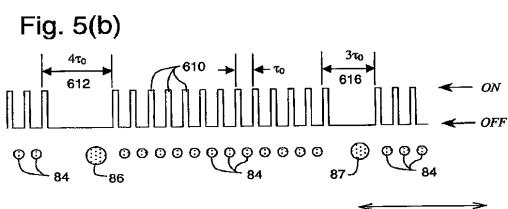


【図5(a)】

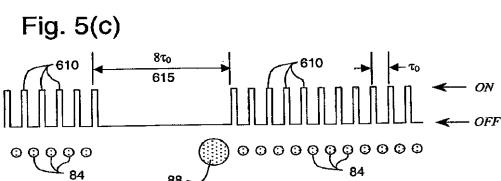
【図5(a)】



【図5(b)】



【図5(c)】



【図6】

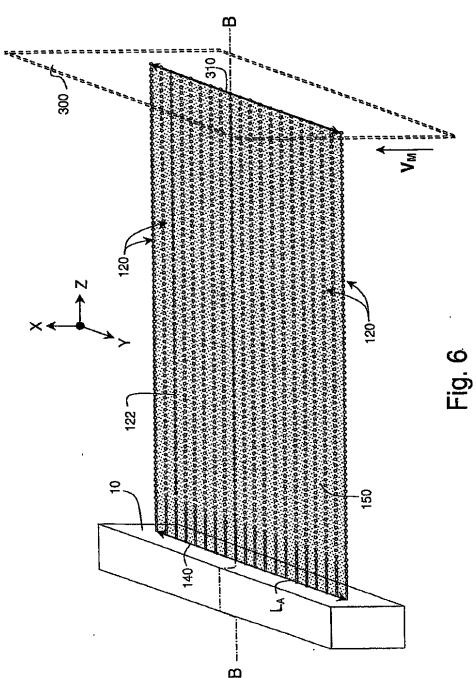


Fig. 6

【 四 7 】

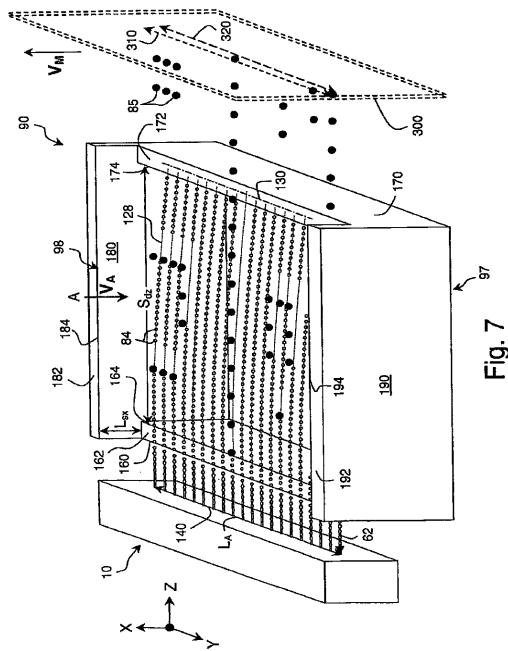


Fig. 7

【 図 8 】

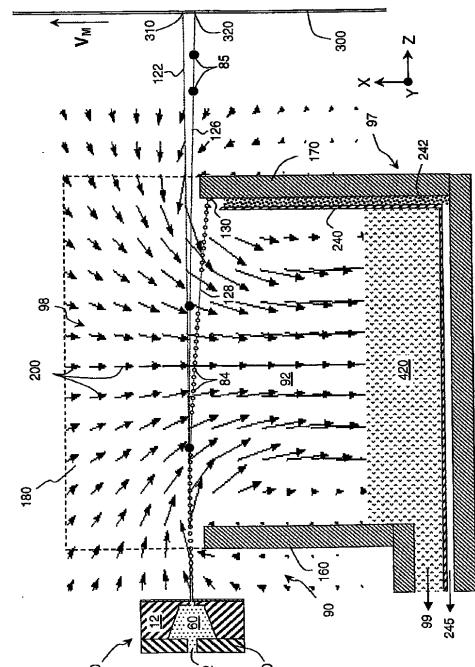


Fig. 8

【 図 9 】

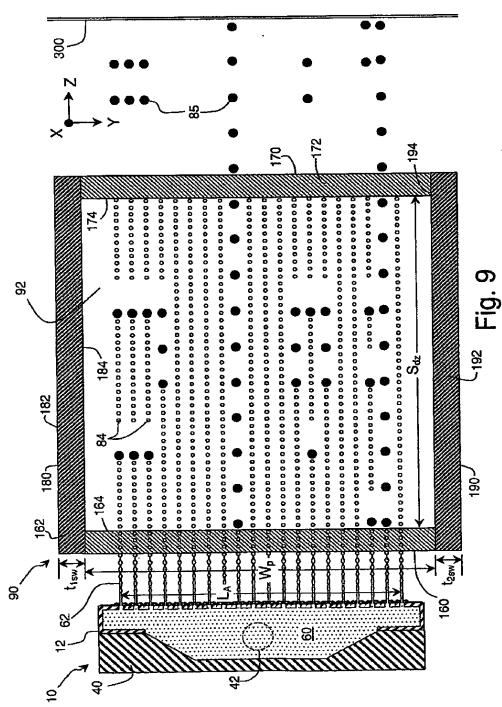


Fig. 9

【図10(a)】

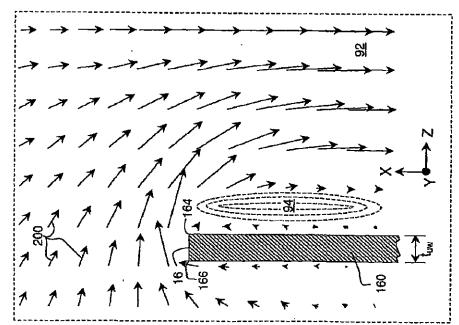


Fig. 10(a)

【図10(b)】

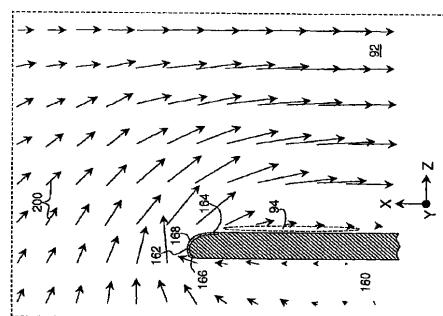


Fig. 10(b)

【図 1 1】

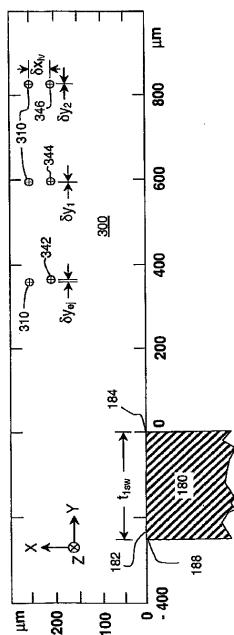


Fig. 11

【図 1 2】

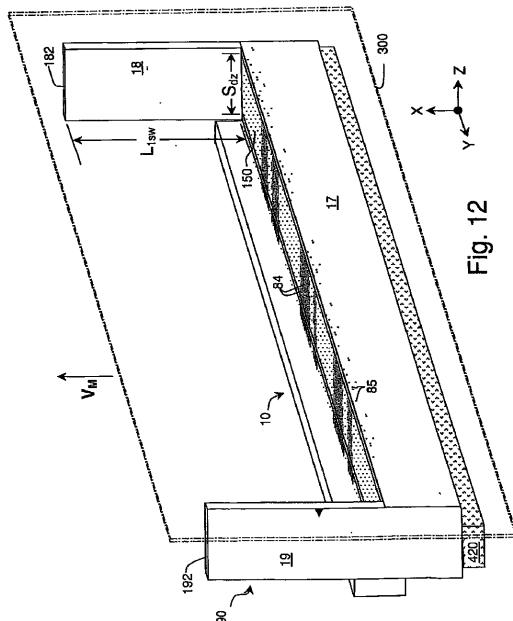


Fig. 12

【図 1 3】

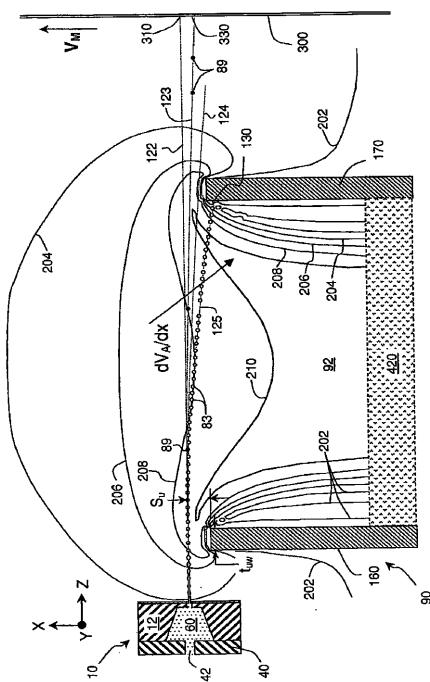


Fig. 13

【図 1 4】

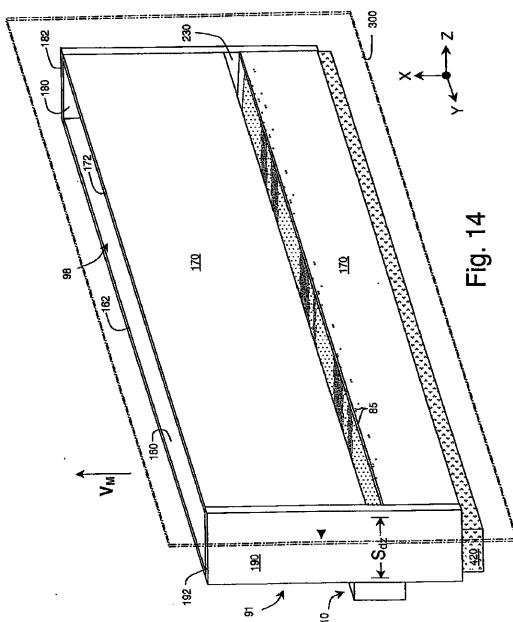


Fig. 14

【図15】

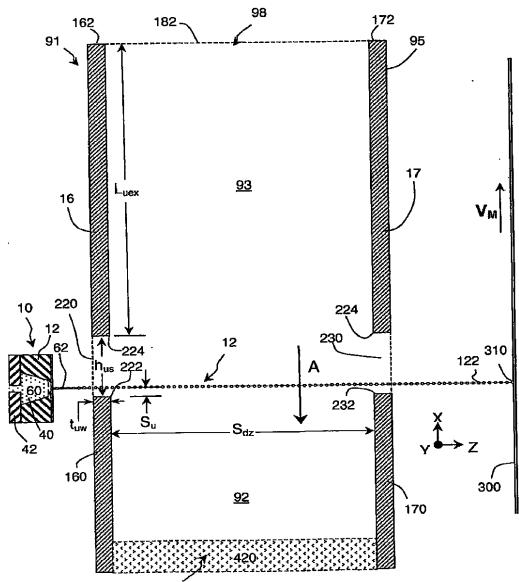


Fig. 15

【図16】

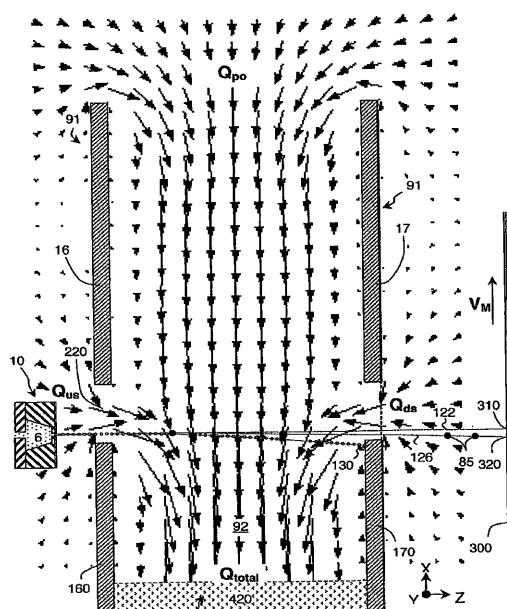


Fig. 16

【図17】

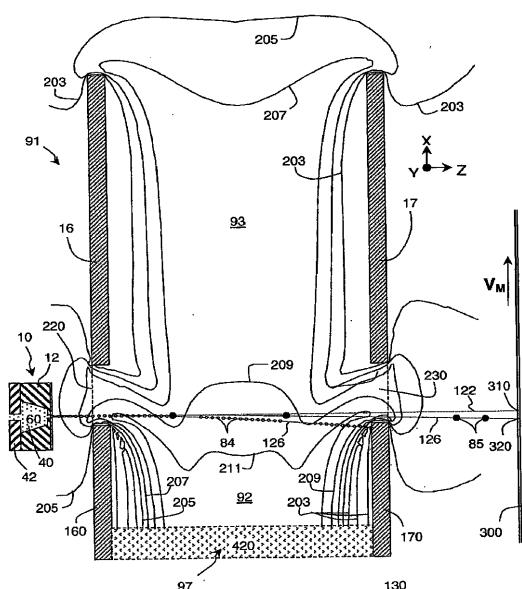


Fig. 17

【図18】

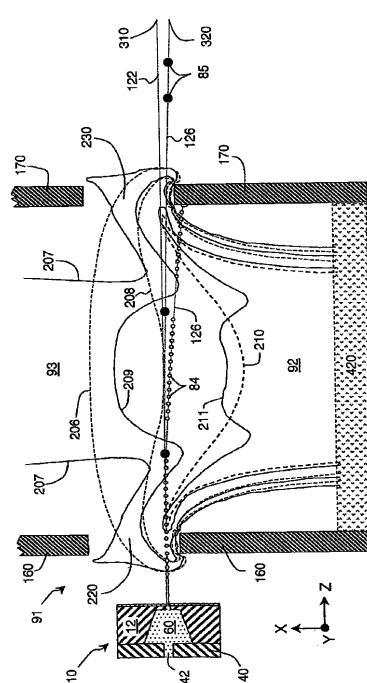
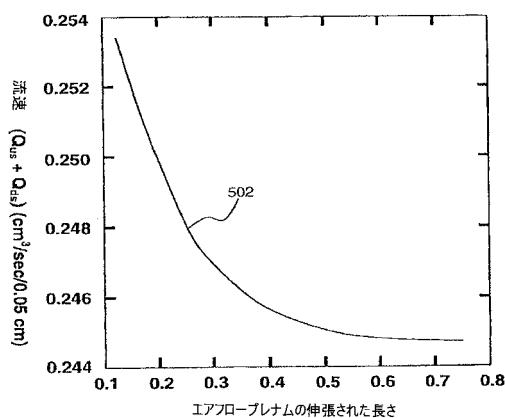
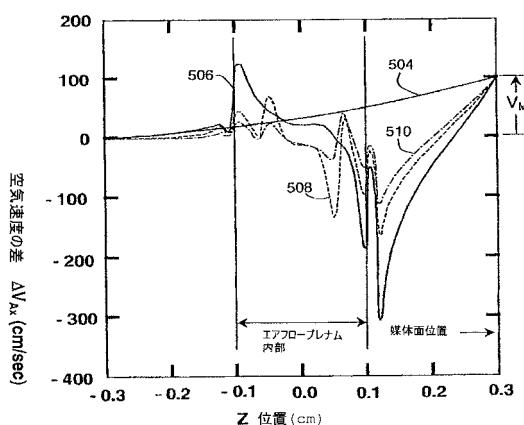


Fig. 18

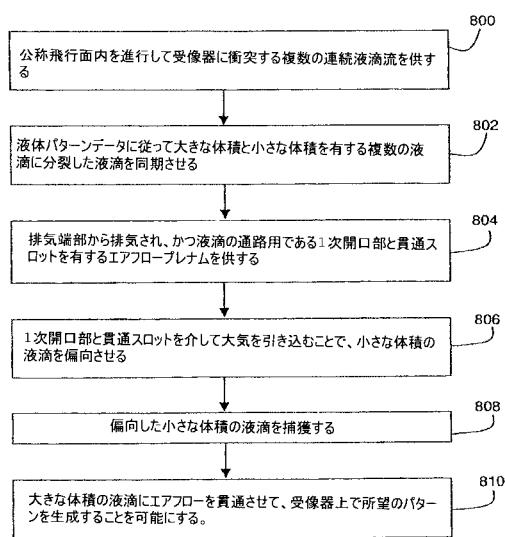
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/021044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B41J2/03 B41J2/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B41J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 575 566 B1 (JEANMAIRE DAVID L [US] ET AL) 10 June 2003 (2003-06-10) figures 4-6,8-11	1-19
A	US 2003/174190 A1 (JEANMAIRE DAVID L [US]) 18 September 2003 (2003-09-18) the whole document	1-19
A	EP 1 219 430 A (EASTMAN KODAK CO [US]) 3 July 2002 (2002-07-03) the whole document	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the Invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report
24 January 2008	05/02/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Callan, Feargal

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2007/021044

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 6575566	B1	10-06-2003		NONE
US 2003174190	A1	18-09-2003		NONE
EP 1219430	A	03-07-2002	DE 60109125 D1 DE 60109125 T2 JP 2002225280 A US 2002122102 A1	07-04-2005 06-04-2006 14-08-2002 05-09-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ジャンマイアー, デイヴィッド ルイス
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14420 ブロックポート メイン・ストリート 316

(72)発明者 クウォレック, ジェームス マイケル
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14534 ピツツフォード シダーウッド・サークル 18

(72)発明者 ポンド, スティーヴン フラートン
アメリカ合衆国 ヴァージニア州 23185 ウィリアムズバーグ ダーフィーズ・ミル・ロード 2840

F ターム(参考) 2C057 DB02 DB04 DC03 DC08 DC11 DC17 DE05

【要約の続き】

前記公称飛行路の周辺に存在する妨害空気流の影響を減少させる。連続流を大きな体積と小さな体積の複数の液滴に分割する液滴同期装置が開示されている。前記大きな体積と小さな体積の複数の液滴は前記エアフロープレナム内の空気流によってそれぞれ異なって偏向する。複数の液滴を液体パターンデータに従ってそれぞれ異なる経路に案内する複数の経路選択素子が開示されている。それぞれ異なる経路を追隨する複数の液滴は前記エアフロープレナムによってそれぞれ異なった偏向がなされる。前記の開示された装置を用いた印刷方法も開示されている。