

(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2011-500369

(P2011-500369A)

(43) 公表日 平成23年1月6日(2011.1.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 4 1 J 2/16 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 H	2 C O 5 7
B 4 1 J 2/135 (2006.01)	B 4 1 J 3/04 1 O 3 N	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2010-529919 (P2010-529919)	(71) 出願人	590000846
(86) (22) 出願日	平成20年10月8日 (2008.10.8)		イーストマン コダック カンパニー
(85) 翻訳文提出日	平成22年4月13日 (2010.4.13)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/011595		スター ステート ストリート 343
(87) 国際公開番号	W02009/051654	(74) 代理人	100075258
(87) 国際公開日	平成21年4月23日 (2009.4.23)		弁理士 吉田 研二
(31) 優先権主張番号	11/873,655	(74) 代理人	100096976
(32) 優先日	平成19年10月17日 (2007.10.17)		弁理士 石田 純
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	シーバー カート デー
			アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェス
			ター ステート ストリート 343
		(72) 発明者	グレース ジェレミー
			アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェス
			ター ステート ストリート 343

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プリントコンポーネントの大気圧プラズマ処理

(57) 【要約】

プリンタコンポーネントを処理する方法、プリントヘッド及びプリンタを提供する。本方法では、処理対象となるプリンタコンポーネントの近くに電極を配し、そのプリンタコンポーネントの近くまでプラズマ処理気体を導入し、そしてその電極への通電で発生するマイクロプラズマを大気圧付近の圧力で作用させてそのプリンタコンポーネントを処理する。

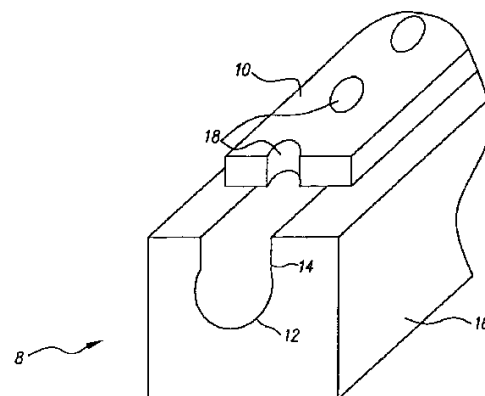


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

処理対象となるプリンタコンポーネントの近くに電極を配し、
上記コンポーネントの近くまでプラズマ処理気体を導入し、そして
上記電極への通電で発生するマイクロプラズマを大気圧付近の圧力下で作用させて上記
コンポーネントを処理する方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、更に、別のプリンタコンポーネントを処理する際又はそ
れまで処理していたプリンタコンポーネント上の別の部位を処理する際に、処理していた
プリンタコンポーネント、上記電極又はその双方を移動させる方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法であって、更に、上記コンポーネントの近くにある空間の雰囲気
を制御する方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の方法であって、上記電極が上記コンポーネントと一体である方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の方法であって、更に、処理のため上記コンポーネントに通電する際、上
記コンポーネントに設けられている電気回路をその通電に対し電氣的に遮蔽する方法。

【請求項 6】

請求項 1 記載の方法であって、上記コンポーネントが液室、ノズルプレート、ガター又
はノズルボアを有する方法。

20

【請求項 7】

請求項 1 記載の方法であって、更に、上記コンポーネントの近くに上記電極に加え補助
電極を配し、それら電極・補助電極間への通電でそのコンポーネントを処理する方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の方法であって、上記補助電極が上記コンポーネントの一部である方法
。

【請求項 9】

請求項 7 記載の方法であって、更に、上記電極を上記コンポーネントの近くに複数個配
し、且つ上記補助電極を当該コンポーネントの近くに複数個配する方法。

30

【請求項 10】

請求項 1 記載の方法であって、更に、上記コンポーネントの近くに更なる電極群を配す
る方法。

【請求項 11】

請求項 1 記載の方法であって、上記電極が、マイクロ波導波路又は無線周波数アンテナ
として機能するものを含む方法。

【請求項 12】

ノズルボアと、
そのノズルボアに通流可能な液室と、
上記ノズルボア又は液室に付設された滴形成機構と、
その滴形成機構に対し電氣的に接続されている電気回路と、
本プリントヘッドと一体化された導電シールドと、
を備え、上記導電シールドで滴形成機構、電気回路又はその双方を外部雑音源から電氣
的に遮蔽するプリントヘッド。

40

【請求項 13】

請求項 12 記載のプリントヘッドであって、上記導電シールドが接地されているプリン
トヘッド。

【請求項 14】

プリンタコンポーネントと、
上記コンポーネントに一体化された 1 個又は複数個の電極と、

50

を備え、上記電極を使用し上記コンポーネントの近くで大気圧付近のマイクロプラズマを発生させるプリンタ。

【請求項 15】

請求項 14 記載のプリンタであって、上記コンポーネントがプリントヘッドであるプリンタ。

【請求項 16】

請求項 15 記載のプリンタであって、上記プリントヘッドが、
ノズルボアと、
そのノズルボアに通流可能な液室と、
上記ノズルボア又は液室に付設された滴形成機構と、
その滴形成機構に対し電氣的に接続されている電気回路と、
本プリントヘッドと一体化された導電シールドと、
を備え、上記導電シールドで滴形成機構、電気回路又はその双方を外部雑音源から電氣的に遮蔽するプリントヘッドであるプリンタ。

10

【請求項 17】

請求項 16 記載のプリンタであって、上記導電シールドが接地されているプリンタ。

【請求項 18】

請求項 14 記載のプリンタであって、上記コンポーネントがガターであるプリンタ。

【請求項 19】

請求項 14 記載のプリンタであって、更に、上記電極と補助電極との間に通電させる電源を備えるプリンタ。

20

【請求項 20】

請求項 14 記載のプリンタであって、更に、上記コンポーネントと一体化された 1 個又は複数個の補助電極を備えるプリンタ。

【請求項 21】

請求項 14 記載のプリンタであって、上記電極が、マイクロ波導波路又は無線周波数アンテナとして機能するものを含むプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は印刷システム、特にインクジェットプリンタを構成するデバイス（コンポーネント）の処理乃至清掃に関する。

30

【背景技術】

【0002】

インクジェットプリンタを好適に稼働させるには、特定コンポーネント、例えばノズルプレート、ノズルボア、更にはガター又はドロップキャッチャと呼ばれる滴捕捉機構の表面特性が安定でなければならない。そのため、流体吐出器内面が親水性でノズル前面部分等の外表面が疎水性のインクジェットプリンタ（特許文献 1 (Coleman et al.)）や疎水面付ドロップキャッチャを備えたコンティニューアスインクジェットプリンタ（特許文献 2 (Bowling)）が既に提案されている。

40

【0003】

ただ、コンポーネント表面の特性は、その面の化学的組成だけでなくその面の汚濁度にも左右される。汚濁の原因は数多くあり、例えば室内気中の炭化水素成分、皮膚断片や塵埃粒子といったデブリ、乾燥したインク組成粒子等が付着するとそれが汚濁になる。従って、インクジェットプリンタコンポーネントの表面を清掃及び保守することは、印刷能力を保全する上で特に重要なことである。

【0004】

インクジェットプリンタコンポーネント表面を清掃するには、例えばそのコンポーネントを洗剤で洗浄すればよい（特許文献 3 (Sharma et al.)、4 (Fassler et al.) 及び 5 (Andersen) 参照）。ただ、インクジェットプリンタコンポーネントを洗剤で洗う手法は実際

50

的な保守手法ではない。洗剤槽が必要になるし、多くの場合そのコンポーネントをプリンタから外さなければならないからである。コンポーネントの清掃はプリンタ内に入れたままで行いたいものである。それには、そのコンポーネント表面に相応のコーティングを施せばよい。

【 0 0 0 5 】

例えば、疎水性コーティング又は疎液性コーティングを施しインクジェットプリンタコンポーネントの表面を改質することが考えられる。応用できる手法としては、ダイヤモンド様カーボン及び弗化炭化水素でコーティングする手法（特許文献 1 (Coleman et al.) 参照）、疎水性アルキルチオール自己集積化単分子膜を形成する手法（特許文献 6 (Yang et al.) 参照）、アルキルポリシロキサン又はそれに類するものでコーティングする手法（特許文献 7 (Drews) 参照）、シリコンドープドエポキシ樹脂でコーティングする手法（特許文献 8 (Narang et al.) 参照）、金でコーティングしてから有機硫黄化合物膜でコーティングする手法（特許文献 9 (Skinner et al.) 参照）等であろう。ただ、こうした手法にも難点がある。例えば、使用につれてコーティングが劣化することである。

10

【 0 0 0 6 】

表面清掃手法としては、ラバー等適当な柔軟性を備える素材でブレードを形成しそのブレードでコンポーネント表面を拭う手法もある（特許文献 10 (Dietl et al.) 及び 11 (Mori et al.) 参照）。しかし、この手法にも難点がある。例えば、何回も拭っているとコンポーネント表面の抗濡れ性がいつかは損なわれてしまう。

20

【 0 0 0 7 】

このように、インクジェットプリンタコンポーネントの主要な表面特性を既存手法で維持するやり方には多々難点がある。そのため、組み上がっているプリンタからコンポーネントを取り外さなくてもそのコンポーネントの表面を清掃及び改質できるようにすること、ひいては望ましい表面状態を定期的に又は随時復活させられるようにすることが望まれている。更に、その処理で消費される素材及びエネルギーの量を抑えることも望まれている。

【 0 0 0 8 】

プラズマ処理(plasma process)によるコーティング及び清掃は、こうした液体ベース処理に比べ素材利用効率が高いのが普通である。しかも、プラズマであれば多様な素材を使用、堆積させることができる。例えば、非特許文献 1 に記載の如く、プラズマ発生中の空間にモノマ素材を導入して重合させるプラズマ重合処理なら、フルオロポリマ膜等のポリマ膜をサーマルインクジェットプリンタ上（特許文献 12 (Kuhman et al.) 参照）やスターホイール面上（特許文献 13 (DeFosse et al.) 参照）に成長させることができる。

30

【 0 0 0 9 】

この他にも、プラズマ処理でダイヤモンド様カーボン膜を成長させその膜を弗素含有気体中で再度プラズマ処理して弗化させる手法（特許文献 14 (Kuhman et al.) 参照）、プラズマ発生中の空間に Si 等の半導体か Ta 等の金属を含有する気相プレカーサを並びに酸素又は窒素含有気体を導入してその半導体乃至金属の酸化物又は窒化物による膜を成長させる手法（非特許文献 2 参照）、PECVD 即ちプラズマ増強化学気相成長法を実行して SiH₄、NH₃ 及び N₂O プレカーサの混合物から酸窒化シリコンパッシベーション層を形成する手法（特許文献 15 (Kaganowicz et al.) 参照）、サーマルインクジェットプリントヘッド製造過程で PECVD を実行しタングステン電極上に窒化シリコン膜を成長させる手法（特許文献 16 (Hess) 参照）、微細機械型加速度センサ製造過程で PECVD を実行し酸化物の膜を成長させることでトレンチ側壁をパッシベートする手法（特許文献 17 (Shaw et al.) 参照）等が知られている。

40

【 0 0 1 0 】

プラズマはエッチング手段乃至清掃手段としても周知である。とりわけ、プラズマで酸素を運んで有機物や炭化水素残留物を除去する手法（特許文献 18 (Fletcher et al.) 及び 19 (Williamson et al.) 参照）や同様にして半導体処理後残留フォトレジストを除去するアッシング手法（特許文献 20 (Christensen et al.)、21 (Mitzel)、22 (Bersin

50

et al.)及び23 (Muller et al.)参照)が周知である。

【0011】

これら、上述した一般的なプラズマ処理では、清掃、エッチング、清掃等の処理を低圧下、即ち $2\text{ mBar} = 200\text{ Pa}$ 約 1.5 Torr がそれより低い圧力下で実行する。そのため、処理プロセスを減圧室内で進行させる必要がある。減圧室は管理しやすい環境であるので、こうした低圧プラズマ処理では、エッチング、清掃、表面化学修飾、成長等様々なタイプの処理を速やかに実行することができる。

【0012】

更に大気圧プラズマ(atmospheric pressure plasma)なるものもある。上掲の低圧プラズマ処理とは違い大気中をプラズマが飛翔するため、一般に、その用途は活性酸素種ベースでの表面化学修飾や清掃に限られてくる。産業的には、コロナ放電や誘電障壁放電といった形態で利用されることが多い。誘電障壁放電はDBDとも呼ばれ、水浄化の際のオゾン発生のほか、コーティング工程、積層工程及び金属化工程におけるポリマ表面修飾の際のオゾン発生で周知である。パッシェン曲線(圧力 P と電極ギャップ d の積である Pd 積に対する絶縁破壊電圧 V の関係を示す曲線)上の V 値最小点よりも低 Pd 積側の Pd 積を使用する低圧プラズマ処理と違い、DBDは V 値最小点よりも高 Pd 積側の領域を使用する高圧プラズマ処理であり、印加電圧も通常は桁違いに高くなる。また、拡散グロー状放電特性を有するコロナ放電と違い、DBDは低い電力密度もサポートしている。更に、例えば約 $10 \sim 100\text{ kHz}$ といった低域RF(無線周波数)域から約 $100\text{ k} \sim 1\text{ MHz}$ といった中域RF域に属する駆動周波数でDBDを進行させることにより、より高い電力密度もサポートすることができる。この状態では、アバランシェ効果及びストリーマ生成で絶縁破壊が進行する。まず、誘電障壁を局所的に帯電させると逆向きの電界が発生し、その電界でストリーマがシャットダウンする。その電界があるので、気体が高温になって顕著にイオン化する大電流低圧放電現象即ちアークは発生しない。放電ギャップに印加する高電圧を極性反転させるとストリーマの向きが反転するので、その極性反転は半周期毎に実行する。印刷業界では、インク付着先媒体の表面を修飾する手段としてDBDを使用することが認識されているが、 10 kV 以上といった高電圧での稼働や放電の白熱性が桎梏となり、DBDの他分野転用は厳しく制約されている。

【0013】

従って、DBDを初めとする大気圧プラズマ処理は気中不純物除去処理やポリマ表面修飾で使用されることが多いけれども、大気圧プラズマを利用したプラズマ成長プロセスも既に開発されている。例えば、ロールトゥロール形式で SiO_x コーティングを施すDBDベースプロセス(特許文献24(Slootman et al.)参照)、有機発光ダイオードデバイス上に薄いフルオロカーボン層を成長させるAPGDベースプロセス(特許文献25(Sieber et al.)参照)、ダイヤモンド様カーボン膜を成長させるハイブリッドホロー陰極マイクロ波放電プロセス(非特許文献3参照)等である。

【0014】

また、大面積プラズマ修飾プロセスではDBDにおける稼働電圧の高さや空間的不均一性が支障になるため、低圧放電での均一グロー放電特性に相当するものを大気圧下で実現する試みがなされている。APGD、即ち大気圧グロー放電を目指す試みである。その例としては、DBDが実行される環境にヘリウム等の単原子気体を添加し、或いはDBD実行時の駆動周波数及びインピーダンス整合条件を注意深く設定する試みがある(特許文献26(Uchiyama et al.)、27(Roth et al.)及び28(Romach et al.)参照)。更に、誘電障壁自体を不要にする試みもなされている。例えば、ヘリウム導入、RF(13.56 MHz 等)電力の使用、並びに電極配置の適正化を実行する大気圧プラズマジェットでの試み(特許文献29(Selwyn)参照)や、パッシェン曲線上の V 値最小点に近い値の Pd 積が低圧放電での常用圧力より高い圧力で実現されるようプラズマ発生源寸法を定めるマイクロホロー陰極放電での試み(特許文献30(Eden et al.)及び31(Cooper et al.)参照)である。

【0015】

10

20

30

40

50

そうしたプラズマ清掃プロセス及びプラズマ処理プロセスには、大別して、清掃乃至処理の対象物が置かれている処理室内でプラズマを発生させる対象物固定型プロセスと、プラズマ発生中の空間に対象物を運び込む対象物移送型プロセスとがある。前者の例は半導体製造プロセスでのプラズマ利用フォトリソグラフィプロセスである（前掲文献参照）。この種の用途では、通常、処理対象物が電極系から独立していて、その表面電位がフロートしている。即ち、処理対象物が電氣的に絶縁されているので、プラズマへの曝露に伴い流れる電流が差し引き 0 になるよう、その処理対象物の電位が自然に定まってくる。一般に、その電位はプラズマの電位に比べ 10 ~ 20 V 程度低い。この電位差はプラズマ内電子温度で左右される（非特許文献 4 参照）。また、後者のタイプ、即ち処理対象物がプラズマ発生空間内に運び込まれるタイプのプロセスの例としては、ポリマウェブのプラズマ処理等がある（特許文献 32 (Grace et al.)、33 (Tamaki et al.) 及び 34 (Dene et al.) 参照）。

10

【0016】

そのプラズマ利用ウェブ処理の手法としては、ウェブの電位をフロートさせる手法のほかに、ウェブを陰極シース内に配置して高エネルギー衝撃を浴びせる手法がある（特許文献 35 (Grace et al.) 及び 36 (Grace et al.) 参照）。その高エネルギー衝撃は、陰極シースへの高電圧印加でイオンを加速しそのイオンで爆撃することで浴びせる。これは、プラズマエッチングプロセスでシリコンウェハ上に微細電子回路を形成する際に、しばしば採られるやり方である。ただ、このやり方では対プラズマ曝露面全体が処理されてしまう。更に、インクジェットプリンタコンポーネントの処理にこれを適用するとしたら、そのプリンタからそのコンポーネントを取り外すことが必要になる。

20

【0017】

また、プラズマ処理では稼働圧力域を問わずマクロプラズマ(macro scale plasma)が使用されることが多い。マクロプラズマは大面積処理向けのプラズマであり、使用する処理電力が大きくなる傾向がある。例えば半導体ウェハのプラズマエッチングでは、1 ~ 5 kW 出力の電源で面積 = 180 ~ 700 cm² のウェハが処理される。また、プラズマ利用ウェブ処理では、1 ~ 10 kW 出力の電源で幅 = 1 ~ 2 m 程、処理ゾーン長 = 0.3 m オードのウェブが処理される。従って、コンポーネント表面の小部分だけをマクロプラズマで処理するのはエネルギー利用が不効率になる。局所的なエネルギー密度を所要水準まで高めることもできないので、恐らくは処理速度も高まらない。マクロプラズマ処理でエネルギー密度を局所的に高められないのは、広い平面乃至空間にエネルギーを供給することの裏返しである。加えて、コンポーネントをマクロプラズマに曝すと、そのコンポーネントのうちプラズマに対し敏感な部分が損傷する可能性がある。

30

【0018】

その点、マイクロプラズマ(micro scale plasma)、即ちその作用部位寸法が特定方向（群）について 1 mm 未満になることで特徴付けられるプラズマによる処理であれば、プラズマ処理される部位を限定することができる。また、上述した Pd 積に従いその寸法から稼働圧力が決まるため、より高い圧力下での処理が可能になる。マイクロプラズマを用いた局所的プラズマ処理の例としては、プラズマ発生用の電極を所定パターンに従いパターンニングしておき、その電極を使用し基板上にマイクロプラズマ発生域を発生させることで、その基板上の物質をそのパターンに従い除去し又はその基板上にそのパターンに従い物質を付加する処理がある（特許文献 37 (Gianchandani et al.) 参照）。この文献には、印加電力密度 = 1 ~ 7 W / cm²、気圧 = 2 ~ 20 Torr の範囲におけるエッチング結果も示されている。この気圧は従来の低圧プラズマ処理でのそれ（1 Torr 未満）よりもかなり高いが大気圧（760 Torr）に比べるとまだまだ低い。即ち、大気圧付近の圧力下で稼働するタイプのマイクロプラズマ発生源に関する記載や示唆が、この文献に含まれているとは言い得ない。

40

【0019】

特許文献 37 記載の例より高い圧力で稼働するマイクロプラズマ源としては、200 ~ 760 Torr の圧力で稼働し水浄化用の強い紫外線を発生させることを目的としたマイ

50

クロホロー陰極型プラズマ源が、特許文献 3 1 に記載されている。より新しい文献である特許文献 3 8 (Mohamed et al.) には、大気圧下でマイクロプラズマジェットを発生させることを目的としたマイクロホロー陰極型プラズマ源が記載されている。前者の場合、必要な強さの紫外線を発生させるには放電気体や装置稼働条件を適切に設定する必要がある。後者の場合、マイクロホロー陰極型プラズマ源がガスノズルとしても機能するので、ジェット特性がノズル構造や流路条件だけでなくプラズマ発生条件でも左右される。

【 0 0 2 0 】

大気圧マイクロプラズマ源の別例としては、非特許文献 5 記載のプラズマニードル、特許文献 3 9 (Coulombe et al.) 記載の狭隘プラズマジェット、特許文献 4 0 (Eden et al.) 記載のマイクロキャピティアレイ、特許文献 4 1 (Vojak et al.) 記載の多層セラミクスマイクロ放電装置、並びに特許文献 4 2 (Hopwood et al.) 記載の小電力プラズマ発生器がある。これらのうち、非特許文献 5 記載のプラズマニードルは哺乳類組織内生体細胞の表面修飾を、特許文献 3 9 記載の狭隘プラズマジェットもまた皮膚処理、癌細胞エッチング、有機膜成長等の生物学的処理を、特許文献 4 0 記載のマイクロキャピティアレイは発光装置を、特許文献 4 1 記載の多層セラミクスマイクロ放電装置は多層セラミクス集積回路と一体化されたマイクロ放電装置乃至発光装置をそれぞれその目的としている。特許文献 4 2 記載の小電力プラズマ発生器は高 Q 共振リング及び放電ギャップを備える装置であり、可搬型の装置による滅菌、小規模処理乃至微量化学分析を指向している。これらには、その放電がグロー的であるのに加え、大気圧付近の圧力下で稼働させることができ、しかもその作用部位が狭いという特徴がある。従って、指定された狭い領域を大気圧下でプラズマ処理することができる。その稼働特性も低圧プラズマ処理のそれと類似している。

【 0 0 2 1 】

これら、上掲の大気圧マイクロプラズマ源は、インクジェットプリンタコンポーネントの清掃又は処理を目的とした局所的プラズマ処理に使用できるかもしれない。しかし、上掲のいずれの文献にも、インクジェットプリントヘッド等のプリンタコンポーネントに対し、或いは CMOS ロジック、ドライバ等といった繊細な電子回路が搭載されているコンポーネントに対し、局所的且つ部位選択的なプラズマ処理を施すことは記載されていない。產生される活性種フラックスがコンポーネント上に作用する部位を十分限定して処理を迅速化し、それによってコンポーネント処理時間を十分に縮め且つコンポーネント損傷を最小限に抑えることも、それらの文献では想定されていない。更に、それらの文献は、マイクロプラズマ発生用電極系を印刷装置自体に一体化し、その印刷装置のコンポーネントをプラズマ発生用電極系の一部として機能させる点や、発生させたマイクロプラズマを用いインクジェットプリンタコンポーネントに清掃、改質等を施しそのコンポーネントの表面特性を維持させる点等について、その示唆を欠いている。

【 0 0 2 2 】

印刷分野で習熟を積まれた方々（いわゆる当業者）の多くは、印刷媒体の表面処理に DBD 又はその種類を使用したいと願っている。それは、印刷処理が大気圧下で実行されるためである。減圧条件下で実行される大抵のプラズマ処理は、作業手順やコストの面で見合わず使用することが難しい。そのため、新たな技術として、減圧条件下プラズマ処理に類似する性質を提供可能な大気圧プラズマ処理であって、清掃、エッチング乃至成長向けに最適化された特定のプラズマケミストリを導入可能なものを実現することが、印刷分野では強く望まれている。更に、そうした大気圧プラズマ処理を、インクジェットプリンタコンポーネントに適合した形状乃至配置を使用して効率的に、またそうしたプリンタの主要コンポーネントに機械的損傷や電氣的損傷を及ぼすことなく、実行できるようにすることも望まれている。プリンタにプラズマ処理手段を一体化し、印刷や媒体修飾以外の用途でできるようにすることも、強く望まれている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 2 3 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6 1 2 7 1 9 8 号明細書

10

20

30

40

50

- 【特許文献2】米国特許第6926394号明細書
- 【特許文献3】米国特許第6193352号明細書
- 【特許文献4】米国特許第6726304号明細書
- 【特許文献5】米国特許第5790146号明細書
- 【特許文献6】米国特許第6325490号明細書
- 【特許文献7】米国特許第5136310号明細書
- 【特許文献8】米国特許第5218381号明細書
- 【特許文献9】米国特許第6488357号明細書
- 【特許文献10】米国特許第6517187号明細書
- 【特許文献11】米国特許出願公開第2005/0185016号明細書 10
- 【特許文献12】米国特許第6444275号明細書
- 【特許文献13】米国特許第6666449号明細書
- 【特許文献14】米国特許第6243112号明細書
- 【特許文献15】米国特許第4717631号明細書
- 【特許文献16】米国特許第4719477号明細書
- 【特許文献17】米国特許第5610335号明細書
- 【特許文献18】米国特許第4088926号明細書
- 【特許文献19】米国特許第5514936号明細書
- 【特許文献20】米国特許第3705055号明細書
- 【特許文献21】米国特許第3875068号明細書 20
- 【特許文献22】米国特許第3879597号明細書
- 【特許文献23】米国特許第4740410号明細書
- 【特許文献24】米国特許第5576076号明細書
- 【特許文献25】米国特許第7041608号明細書
- 【特許文献26】米国特許第5124173号明細書
- 【特許文献27】米国特許第5414324号明細書
- 【特許文献28】米国特許第5714308号明細書
- 【特許文献29】米国特許第5961772号明細書
- 【特許文献30】米国特許第6695664号明細書
- 【特許文献31】米国特許出願公開第2004/0144733号明細書 30
- 【特許文献32】米国特許第5425980号明細書
- 【特許文献33】米国特許第4472467号明細書
- 【特許文献34】米国特許第6082292号明細書
- 【特許文献35】米国特許第6603121号明細書
- 【特許文献36】米国特許第6399159号明細書
- 【特許文献37】米国特許第6827870号明細書
- 【特許文献38】米国特許出願公開第2006/0028145号明細書
- 【特許文献39】米国特許出願公開第2007/0029500号明細書
- 【特許文献40】米国特許出願公開第2003/0132693号明細書
- 【特許文献41】米国特許出願公開第2002/0113553号明細書 40
- 【特許文献42】米国特許出願公開第2004/0164682号明細書
- 【特許文献43】米国特許第5942855号明細書
- 【非特許文献】
- 【0024】
- 【非特許文献1】H.Yasuda, "Plasma Polymerization", Academic Press 1985
- 【非特許文献2】Martinu and Poitras, "Plasma Deposition of Optical Films and Coatings: A Review", J.Vac.Sci.Technol.A 18(6), Nov/Dec 2000,2619-2645 (2000)
- 【非特許文献3】Bardos and Barankova, "Characterization of Hybrid Atmospheric Plasma in Air and Nitrogen", Vacuum Technology & Coating 7(12) 44-47 (2006)
- 【非特許文献4】M.A.Lieberman and A.J.Lichtenberg, "Principles of Plasma Discharge" 50

ges and Materials Processing", John Wiley & Sons, Inc., New York (1994)

【非特許文献 5】E.Stoffels, I.E.Kieft, and R.E.J.Sladek, "Superficial Treatment of Mammalian Cells Using Plasma Needle", Journal of Physics D: Applied Physics (2003), 36(23), 2908-2913 (1994)

【非特許文献 6】F.M.Penning, "Electrical Discharges in Gases", Gordon and Breach, New York, 1965, p.41

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0025】

本発明の目的の一つは、インクジェットプリンタ等の印刷システム乃至装置で、そのコンポーネントに損傷を与えることなくプラズマ処理プロセスを実行できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0026】

ここに、本発明の一実施形態に係る方法では、処理対象となるプリンタコンポーネントの近くに電極を配し、そのコンポーネントの近くまでプラズマ処理気体を導入し、そしてそのコンポーネントの近くにある電極への通電で発生するマイクロプラズマを大気圧付近の圧力下で作用させてそのコンポーネントを処理する。

【0027】

また、本発明の他の実施形態に係るプリントヘッドは、ノズルボアと、そのノズルボアに通流可能な液室と、ノズルボア又は液室に付設された滴形成機構と、その滴形成機構に対し電氣的に接続されている電気回路と、本プリントヘッドと一体化された導電シールドと、を備える。本プリントヘッドでは、その導電シールドで滴形成機構、電気回路又はその双方を外部雑音源から電氣的に遮蔽する。

【0028】

そして、本発明の更に他の実施形態に係るプリンタは、プリンタコンポーネントと、そのコンポーネントに一体化された 1 個又は複数個の電極と、を備える。本プリンタでは、その電極を使用し、コンポーネントの近くで大気圧付近のマイクロプラズマを発生させる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図 1】インクジェットプリントヘッドの切欠図である。

【図 2】インクジェットプリンタ内で使用されるガターの模式図である。

【図 3】流体滴を静電偏向させる仕組みを示す模式図である。

【図 4】流体滴を気流で偏向させる仕組みを示す模式図である。

【図 5】インクジェットプリンタコンポーネントの一種たるインクジェットプリントヘッドの上方にある個別型電極の例を示す図である。

【図 6】インクジェットプリンタコンポーネントの一種たるガターの上方にある個別型電極の例を示す図である。

【図 7】インクジェットプリントヘッドの上方にある個別型の開裂付筒状電極の例を示す図である。

【図 8】インクジェットプリントヘッドの上方にある個別型の誘電体被覆付電極の例を示す図である。

【図 9】インクジェットプリントヘッドの上方にある個別型電極群の例を示す図である。

【図 10 a】インクジェットプリントヘッドの上方にある誘電体被覆付電極群の例を示す図である。

【図 10 b】その別例を示す図である。

【図 11】インクジェットプリントヘッドの上方にある個別型の長尺バー状電極の例を示す図である。

【図 12】インクジェットプリントヘッドの上方にある個別型の誘電体被覆付長尺バー状

10

20

30

40

50

電極の例を示す図である。

【図 1 3 a】インクジェットプリントヘッドと一体化された個別型電極群の例を示す図である。

【図 1 3 b】インクジェットプリントヘッドと一体化された電極群の例を示す図である。

【図 1 3 c】インクジェットプリントヘッドと一体になっている電極を駆動しノズルプレート表面でマイクロプラズマを発生させる際の電氣的接続方式を示す図である。

【図 1 4】インクジェットプリントヘッドと一体化された長尺バー状電極群の例を示す図である。

【図 1 5 a】インクジェットプリントヘッドと一体化された導電シールドの例を示す図である。

【図 1 5 b】インクジェットプリントヘッドの上方にある導電シールドの例を示す図である。

【図 1 6】インクジェットプリントヘッドと一体の導電シールド上に一体化された個別型電極群の例を示す図である。

【図 1 7】インクジェットプリントヘッドと一体の導電シールド状に一体化された電極群を設けた例を示す図である。

【図 1 8 a】複数の電極及びその間を仕切る絶縁層を有する電極アセンブリをガターの上方に配した例を示す図である。

【図 1 8 b】その別例を示す図である。

【図 1 9 a】電極形状の一例を示す図である。

【図 1 9 b】その別例を示す図である。

【図 1 9 c】その別例を示す図である。

【図 1 9 d】その別例を示す図である。

【図 1 9 e】その別例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の好適な実施形態に関し別紙図面を参照して詳細に説明する。以下の説明では、本発明の装置を構成し又はそれと密接に連携する部材に的を絞ることとする。お察しの通り、具体的な説明や図示がない部材はいわゆる当業者にとり周知の様々な形態にすることができる。

【0031】

まず、インクジェットプリンタは複数の装置で構成される装置である。プリンタを構成する装置即ちコンポーネントのことをプリンタコンポーネントとも呼び、それには機械的なもの、光学的なもの、光電的なもの、電気機械的なもの、電子的なもの等、インクジェットプリンタで使用されうる様々な種類のアセンブリが含まれる。そうしたプリンタコンポーネントを集めて正しく接続、連結乃至連携させることで、媒体上に画像を印刷可能なインクジェットプリンタを組み上げることができる。言い換えれば、プリンタコンポーネントとは、そのプリンタが機能乃至稼働しているときに、その目的を問わずそのプリンタ内で使用されうる装置又はその組合せのことである。単体のものに限らず、複数のコンポーネント即ちサブアセンブリで形成された複合的なアセンブリも含まれる。また、プリンタコンポーネントは、媒体移送用、媒体へのインク供給、インク管理等々、担う役目によって様々な種類に分けられる。インク管理（流体管理）とは、プリンタ内の所望個所にインクを送り、印刷に使用されなかったインクを収集・再生し、またそのインクを濾過することを指している。例えば、インクジェットプリントヘッドといえ、インクの滴（インク滴）を発生させる役目を担うプリンタコンポーネントのことである。

【0032】

図 1 に、プリンタコンポーネントの一種たるプリントヘッド 8 の構成を模式的に示す。このヘッド 8 は流体供給用のマニホルド 16 を備えており、そのマニホルド 16 にはマニホルドボア 12 と通称される液室が設けられている。インク等の流体は、このマニホルドボア 12 を介しノズルプレート 10 に送られていく。そのマニホルドボア 12 とノズルプ

10

20

30

40

50

レート 10 の間にはスロット 14 が形成されており、マニホルドボア 12 からノズルプレート 10 へと流体を通すための流路として使用されている。ノズルプレート 10 はオリフィスプレートとも呼ばれる部材であり、所定断面積及び所定長のオリフィス、即ちノズルボア 18 を少なくとも 1 個有している。図示しないが、スロット 14・ノズルボア 18 間にこれ以外の流路を設けてもよいし、ノズルプレート 10 に設けるノズルボア 18 の個数は 1 個でも複数個でもよい。なお、ノズルプレート、オリフィスプレート等の語の意味は、インクジェット印刷の分野ではいわゆる当業者にとり既知のものである。

【0033】

マニホルドボアからスロットを経てノズルプレートに送られたインク等の流体は、そのノズルプレート上のノズルボアから滴(drops or droplets)状になって吐出されていく。そのための滴形成機構はマニホルドボアかノズルボアに付設されることが多く、インクジェット印刷の分野では、電気的なもの、機械的なもの、電気機械的なもの、熱的なもの、流体的なもの等様々な形態の滴形成機構がいわゆる当業者にとり既知である。そのなかには、加熱素子(群)をノズルボアに近接配置又は一体化したタイプや、圧電トランスデューサをノズルボアに近接配置又は一体化したタイプも含まれている。

【0034】

ノズルプレートには、こうしたノズルボア(群)に加えて、電気回路例えば複雑な構成の微細電子回路を設けることもできる。設けうる回路の種類は様々であり、例えば流体滴を発生させる回路、ノズルボアに付設されている滴形成機構との電気信号授受を通じ滴形成機構を制御する回路、温度監視や圧力監視を担う回路等を設けることができる。ノズルプレートやマニホルドには、これ以外のアセンブリを設けることもできる。例えば、ノズルプレート上のノズルボア乃至オリフィスから吐出される流体ジェット例えば液体ジェットにエネルギーを注入し、それによって流体滴を発生させるアセンブリである。

【0035】

こうしたプリントヘッド 8 は、ドロップオンデマンドプリンタのほかコンティニュアスプリンタにも組み込むことができる。コンティニュアスプリンタでは、ノズルプレートを通じた流体例えばインクのうち、媒体への印刷に使用されなかった部分を、回収して再使用することができる。そのためのプリンタコンポーネントは、インクジェット印刷の分野ではいわゆる当業者にとり既知である。そのコンポーネント、いわゆるガターは、印刷に使用されなかった流体滴を回収して再使用に回すことができるよう、流体滴を受け止める流体回収面(群)と、それにより得られた流体を流体供給系に送って再使用に回す手段とを備えるものである。

【0036】

図 2 に、プリンタコンポーネントの一種たるガター 19 の構成を模式的に示す。このガター 19 では、インクジェットプリントヘッドから吐出されたが印刷に使用されなかった流体が流体回収面 20 上で回収され、その面 20 と流体回収チャンネル壁 24 の間にある流体回収チャンネル 22 を通り、ドレイン 26 へと送られていく。印刷に使用されなかった流体を壁 24 で回収しチャンネル 22 に流す構成も採りうる。いずれにせよ、印刷に使用されなかった流体例えばインクは、ドレイン 26 経由で排出され再使用又は廃棄に回される。例えば、ドレイン 26 に可制御型真空ポンプをつなげて吸引すると、チャンネル 22 内に気体及び液体の流れが生じるため、そのチャンネル 22 内の流体を排出させることができる。

【0037】

コンティニュアスプリンタでは、更に、当業界で既知の滴軌跡制御法に従い流体滴を偏向させ、それによって滴軌跡を制御するプリンタコンポーネントも使用される。このコンポーネント即ち流体滴偏向器は、流体滴を発生させるためのインクジェットプリントヘッドと、その流体滴を回収して流体例えばインクを再使用又は廃棄に回すガターとの間に配置されることが多い。当業界では、流体滴偏向器で使用できる滴軌跡制御法、即ち流体滴を偏向させる手法が幾通りか知られている。例えば、流体滴を帯電させておき電界で偏向させる手法、減圧又は加圧で気体流を発生させその気体流で流体滴を偏向させる手法、液体ジェットの不平衡熱励振で流体滴を偏向させる手法等の滴軌跡制御手法は、インクジェ

10

20

30

40

50

ット印刷の分野ではいわゆる当業者に広く知られている。

【 0 0 3 8 】

これらのうち静電偏向方式では、ワイヤ、プレート、種々形状の導電性トンネル等で構成された導電性アセンブリが使用される。こうしたインクジェットプリンタコンポーネントは静電式流体滴偏向器、或いは単に静電式偏向器と呼ばれている。静電式偏向器を構成するコンポーネント、例えば帯電プレートや帯電トンネルは、インクジェット印刷の分野でいわゆる当業者に広く知られている。

【 0 0 3 9 】

図 3 に、インクジェットプリンタ用静電式流体滴偏向器、別称静電式偏向器の一例 2 8 を模式的に示す。この偏向器 2 8 はプリントヘッド 3 0 とガター 3 6 の間に配置されており、帯電電極（群）3 2 及び偏向電極（群）3 4 を有している。こうした構成のアセンブリは、コンティニュアスインクジェット印刷の分野ではいわゆる当業者にとり既知のものである。

【 0 0 4 0 】

その稼働時には、マニホルド上に位置するノズルプレート上のノズルボアから流体のジェットを吐出させる。この流体ジェットから生じる流体滴は、帯電電極 3 2 から印加される電界の作用で帯電し、偏向電極 3 4 によるそれで偏向する。この偏向動作を適宜実行することで、帯電している流体滴をガター 3 6 の流体回収面に差し向けることも、媒体に差し向けその表面に堆積させることもできる。印刷は、印刷したい文字又は画像に従い、流体滴を部位選択的に堆積させることで行うことができる。

【 0 0 4 1 】

対する気流偏向方式では、その流体滴偏向器が空気流等の気体流を発生させるように構成されている。その気体流はインク滴等の流体滴と作用する。流体滴にはその体積が異なる複数の種類があるので、気体流が作用すると滴は体積毎に分離する。こうした気流式流体滴偏向器を使用する際には、併せて圧力センサやコントローラを使用するとよい。例えば、気流式流体滴偏向器の出口近くに配置され圧力検知結果を示す信号を出力する圧力センサと、その圧力検出信号に基づき補償信号を発生させその補償信号に基づき気体流発生動作を調整するコントローラと、を使用することで、その気流式流体滴偏向器に係る調整機構を形成することができる。

【 0 0 4 2 】

図 4 に、気流式流体滴偏向器 4 0 の構成を模式的に示す。インクジェットプリントヘッド 4 2 から吐出された流体滴例えばインク滴をガター 4 3 で回収し、その流体を再利用や廃棄に回す際に、この偏向器 4 0 では、吸気マニホルド 4 4 からの気体供給及び排気マニホルド 4 6 を介した気体排出を制御しマニホルド 4 4 からマニホルド 4 6 に至る気体流を発生させる。ヘッド 4 2 から出て媒体例えば紙に向かっている流体滴にこの気体流を作用させると、その流体滴はガター 4 3 の方向に偏向していく。また、マニホルド 4 6 を減圧吸引タイプにすれば、吸気マニホルド無しで流体滴を偏向させることもできる。

【 0 0 4 3 】

これら、インクジェットプリンタで使用される様々なコンポーネントの主要面を清掃、処理等するには、そのコンポーネントに対しマイクロプラズマ発生部材を近接配置又は一体化させてばよい。図 5 に、そのノズルプレート 5 6 の上方に電極 5 4 が配されたインクジェットプリントヘッド 5 2 の構成を示す。電極 5 4 の用途は、ヘッド 5 2 として例示したインクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させることである。ここでいう“近く”とは、そのコンポーネントからの距離が 1 c m 以内、という意味である。プリンタコンポーネントの近くで発生するマイクロプラズマには様々な用途がある。例えば、それを使用することで、そのコンポーネントの表面を初期的に清浄化することができるほか、そのコンポーネントの表面を修飾して疎水性、親水性、表面反応性等を向上させることができる。とりわけ重要なのは、発生させたマイクロプラズマを使用し乾燥物のこびりつき、例えば乾いたインクのこびりつき具合を管理することで、そのプリンタの始動及び停止シーケンスの信頼性、ひいてはそのプリンタの総合的な信頼性を高められる

ことである。

【0044】

マイクロプラズマ、別称マイクロスケール放電は、電極（群）を介し外部電源からのエネルギーが注入された個所に発生する。マイクロプラズマは気中放電の一種であり、所期方向（群）に沿った作用部位寸法が1mm未満になることを特徴としている。作用部位寸法とは、局所的な高輝度部位の寸法、局所的なイオン化部位の寸法、注目活性種の大半が集まっている部位の寸法（ある特定の中性活性種例えば単原子酸素の半値幅濃度での寸法）等、処理対象コンポーネントのうちマイクロプラズマが作用する部位の寸法のことである。マイクロプラズマの作用部位が局所的であり、インクジェットプリンタコンポーネントの表面積に比べ狭いことから判るように、コンポーネント処理時にはその作用部位を並進移動させた方がよい。即ち、マイクロプラズマ（群）による処理でその面の疎水性、親水性乃至表面反応性を高めるには、そのマイクロプラズマ（群）の作用部位をずらし又は作用面を切り替えることが有益である。マイクロプラズマ作用部位を、必要なら対応する電極及び電源と併せ並進移動させることで、処理するインクジェットプリンタコンポーネントを切り替えることもできる。

10

【0045】

電極の種類としては、プラズマ発生所要個所にエネルギーを注入するための電極のほか、それを補助する電極例えば基準電位提供用の電極がある。本願では、前者のことを主電極又は単に電極と呼び、後者のことを補助電極と呼んでいる。補助電極があると、主電極又は補助電極を正又は負にバイアスし、バイアスされた方の電極を陽極又は陰極とする二極放電を発生させることができる。電極の種類としては、更に、RFアンテナやマイクロ波導波路もある。例えば、RF誘導結合でプラズマを発生させる場合、アンテナを形成している導電トレースや導電ワイヤを電極として使用することができる。また、特許文献42に記載の開裂付リング共振器には、接地面と共に導波路を形成するリングに開裂（スプリット）が設けられている。この開裂即ち放電ギャップを挟み、一方の側にある導電トレース部分が主電極、他方の側にある導電トレース部分が補助電極としてそれぞれ機能する。

20

【0046】

電極54の駆動は、図5の如くその接続先の電源58で行うことができる。例えば、インクジェットプリントヘッド52のマニホールドを接地電位等の基準電位に固定した状態で、その電位と異なる電位が電極54に現れるよう電源58で電圧を印加する。その電圧は直流でも交流でも構わない。例えば、誘電体に絶縁は絵画生じないよう、周波数 = $H\text{z} \sim G\text{Hz}$ オーダ、振幅 = $V \sim kV$ オーダの範囲に属する任意周波数、任意振幅の交流電圧を使用する。逆に、電極54を所定の基準電位に固定し、それとは異なる電位がプリンタコンポーネント自体に現れるように電圧を印加してもよい。更には、主電極・補助電極間に電圧を印加する一方、インクジェットプリンタコンポーネントを電氣的に絶縁してその電位をフロートさせる、といった構成も採りうる。

30

【0047】

電極への印加電圧は、マイクロプラズマを初期発生させる際即ち点火の際には高くても構わないが、発生させたマイクロプラズマを維持していく段階では1kVを超えないようにすべきである。プリンタコンポーネントに物理的損傷が生じやすくなるからである。生じる物理的損傷としては、誘電体が絶縁破壊するさいその表面に生じる焦げ目やクレータのように、見た目によくわかるタイプの損傷がある。そのコンポーネントの形成に低融点素材が使用されていれば、その素材の液化で目に付く損傷が生じることもある。更に、使用する電圧が高くと、そのコンポーネントに組み込まれている微細電子部品のうち静電荷に対し敏感なものが、静電荷蓄積によって損傷することが多くなる。従って、ウェブ処理の分野で既知の気中DBD処理、別称コロナ放電型ウェブ処理に倣い、そのピークトゥピーク値が5kVを上回る正弦波電圧をマイクロプラズマの点火及び維持に使用することは、可能だが望ましくないことである。

40

【0048】

電極形成素材は、例えば、アルミニウム、タンタル、銀、金その他の金属を初めとする

50

導電体や、ドーパドシリコン、ドーパドゲルマニウム、ドーパドカーボン等のドーパド半導体や、酸化インジウム錫、アルミニウムドーパド酸化亜鉛等の透明高縮退半導体である。導電性ポリマ、ドーパド半導体ポリマ、導電性ナノパーティクル分散系等も電極形成素材として使用することができる。更に、誘電体コーティングや誘電体内埋込で電極をパッシベートすること、例えばエポキシ系ポリマ、ポリイミド系ポリマ、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、五酸化タンタル、酸化アルミニウム等の有機物誘電体でコーティングすることもできる。加えて、金属、ドーパド半導体等々の導電体を半導体コーティング又は半導体内埋込でパッシベートした構造の複合電極も使用することができる。半導体の電気的特性は導電体のそれと異なるので、複合電極の導電率は、コーティング等を使用した半導体の電気特性で決定づけられることとなる。

10

【0049】

電極位置、即ちプリントコンポーネントの表面を処理するための電極の位置は処理対象コンポーネントの近くとする。ここでいう“近く”とは、そのコンポーネントからの距離が1cm以内、という意味である。コンポーネントからの距離が1cm以内であればよいので、その電極（群）は、そのコンポーネントと接触しないよう配してもよいし、そのコンポーネントと直に機械接触するよう配してもよいし、或いは微細加工、薄膜成長、積層等の処理でそのコンポーネント自体に形成してもよい。プリントコンポーネント自体に形成等してそのコンポーネントに組み込んで得られる一体化電極、即ちコンポーネントと一体になっている電極を駆動する回路としては、コンポーネント外の回路を使用することも、そのコンポーネントに内蔵又は付設されている回路を使用することもできる。電極をコンポーネント上又はコンポーネント内に形成する手法としては、微細電子回路製造や微細電気機械システム（MEMS）製造の分野で既知の要領で能動回路素子や受動回路素子を形成する手法を使用することができる。電極（群）を一体化せず近くに配するだけにする場合は、その電極（群）を、外部回路で駆動する構成を採ることも、そのコンポーネントに内蔵又は付設されている回路で駆動する構成を採ることもできる。コンポーネント側の回路は、微細電子回路製造及びMEMS製造の分野で既知の手法に従い能動回路素子や受動回路素子を形成することで形成することができる。

20

【0050】

電極使用個数は、発生させるマイクロプラズマの本数が1本なら最低1個でよい。マイクロプラズマ（群）を奇数個の電極で発生させるか偶数個の電極で発生させるかはその具体的な用途で異なってくる。主電極は個別型の電極でもよいし、複数個の電極からなる電極アレイでもよい。補助電極も個別型、電極アレイの両形態を採りうる。電極乃至そのアレイの形状を工夫することで、マイクロプラズマ発生動作及びマイクロプラズマ処理効果を処理対象コンポーネントの種類に相応しいものとすることができる。

30

【0051】

電極の形状・寸法は様々な形状・寸法にすることができる。例えば図5中の電極54をワイヤで実現する場合、そのワイヤを直線状にすることも、ループ、コイル等の二又は三次元形状にすることもできる。その場合、電極表面のうちマイクロプラズマが発生する空間に面する部分はワイヤ端的乃至凹凸的な性状になる。凹凸的な性状とは、その面の三次元的幾何形状に由来する特性、例えばピラミッド状の部分の先端、表面粗さとして現れる微視的凹凸等といった三次元的凹凸に由来する特性のことである。ご理解頂けるように、ここでいう“電極”にはより複雑なアセンブリも包含される。例えば、導電性コーティングが施された電気絶縁性のロッドの如く導電部分及び非導電部分を併有するアセンブリや、その周りにワイヤが捲回され又は金属等の導電体によるコーティングが施された電気絶縁性のチューブの如く中空部を有する電極である。

40

【0052】

マイクロプラズマ処理を実行する環境は原則として大気圧下である。大気圧下ではあるが、特定種類の気体で気体流を発生させた方が、その処理環境を管理するのに都合がよい。使用する気体の組成はそのマイクロプラズマの用途に基づき決めるとよい。例えば、処理対象コンポーネント上にPECVDでコーティングを施したい場合、活性化すると凝縮

50

性化学種を産生する物質を、プラズマ発生部位に送り込まれる気体に混ぜておけばよい。弗化ポリマ等からなる疎水層を成長させたい場合は、適当な弗素含有気体及び炭素含有気体を使用すると共に、マイクロプラズマで活性化された化学種を所望箇所まで搬送することが可能な搬送気体を使用することで、そのインクジェットプリンタコンポーネント上に所要化学種を堆積させればよい。プラズマ成長やPECVDの分野で周知なものなら、他の種類の凝縮性素材でも同様に使用することができる。例えば、シラン、シロキサン等の気体を使用すれば、酸化シリコン、窒化シリコン又はシリコン膜を成長させることができる。プラズマ発生部位に送り込まれる気体にアンモニア等の異種原子反応物を添加して特定の活性種を産生させることや、大気成分気体をプラズマ発生部位に送り込んで反応種を発生させることもできる。更に、インクジェットプリンタコンポーネントの表面から堆積物を除去したい場合は、プラズマで活性化してその堆積物に接触させると揮発種を産生することが知られている気体を、そのマイクロプラズマの近くまで導入すればよい。

10

【0053】

ご理解頂けるように、搬送気体の役目は、マイクロプラズマで活性化させた化学種を所望の場所まで所要量届けることであるので、適切な搬送気体といえるのは、実質的に即ち十分長い距離区間及び期間に亘りその化学種と反応しないタイプの気体である。該当する気体としては、ヘリウム、ネオン、アルゴン等といった一般的な不活性ガス乃至希ガスのほかに、窒素(N_2)ガス等の分子気体がある。搬送気体として使用する気体は、そのマイクロプラズマ処理の目的に応じて選定すればよい。更に、大気圧プラズマの分野で知られている通り、ヘリウム等の希ガスを使用すると、プラズマの点火及び維持に必要な印加電圧が低下する。重めの希ガス、例えばクリプトン、更にはキセノンを搬送気体に成分として添加すると、マイクロプラズマ発生部位で生じる輻射のスペクトラムが変化する。特に、キセノンが添加された気体をマイクロプラズマ発生部位に導入すると、そのマイクロプラズマに発する紫外線輻射が強まる。この紫外線輻射は、微生物による表面汚濁で生じる生体由来デブリを除去するプロセスで有用である。その紫外線輻射でオゾン等の酸化反応性中性種を発生させ、酸化的表面プロセスを増強することもできる。これらのことからご理解頂ける通り、処理対象インクジェットプリンタコンポーネントに及ぼしたい作用を踏まえ、プラズマ処理気体の成分を適切な成分にすることで、そのマイクロプラズマ処理で所望の如くにコンポーネントを清掃、アクティベート乃至パッシベートすることができる。プラズマ処理気体の成分を更に適切な成分にして、マイクロプラズマの動作及び安定性、更にはマイクロプラズマ処理の効率を高めることもできる。

20

30

【0054】

但し、使用する気体の成分がどのような成分でも、大気圧付近の圧力下でマイクロプラズマ処理プロセスを進行させることは有益なことである。ここでいう“大気圧付近”とは400~1100 Torr域内にある圧力のことである。特に560~960 Torr域内の圧力が望ましい。この域内の高めの圧力値で処理プロセスを進行させたいければ、処理対象コンポーネントの近くに処理気体を導入するためのマニホルド等、通常の印刷プロセスで空気流又はインク流の発生に使用されるマニホルドで圧力を高めればよい。逆に、大気又は外部気体源からプラズマ発生部位に供給されている処理気体をそのマニホルドで吸引して排出させれば、その部位内を低めの圧力値にすることができる。

40

【0055】

そして、図5に示した構成では、インクジェットプリンタコンポーネント及び電極の周囲で気体流を発生させることができる。例えば、気体を大気圧中で任意方向から電極周囲に流すことで、そのコンポーネント及び電極の周囲に気体流を発生させることができる。また、そのコンポーネントの内部を大気圧より低い圧力や高い圧力にすることもできる。例えば、インクジェットプリントヘッドのマニホルドボア内を大気圧より低い圧力にすると、ノズルボア経由でそのヘッド内に気体が引き込まれてくる。逆に、そのマニホルド内を大気圧より高い圧力にすると、ノズルボア経由でヘッド・電極間空間に気体が吐き出されてくる。こうした電極付近での気体流管理は、電極付近のマイクロプラズマに近いところでの気体の組成及び流れを保つのに役立つ。これもまたご理解頂ける通り、マイクロプ

50

ラズマの近く、即ちそのマイクロプラズマの近辺、周囲又は内部における気体流を管理することで、そのプラズマで産生される気相の反応種を所望の場所に運ぶ手段を提供することができる。

【0056】

図6に、インクジェットプリンタコンポーネントたるガターの上方に電極64を配した例を示す。このガターは図2に示したものと同様であり、電極64はその流体回収面66から見て上方に配されている。電極64の役目はガターの近く、即ちガターから1cm以内の場所でマイクロプラズマを発生させることである。ガターに限らず、インクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させることは、多くの点で有益なことである。例えば、そのコンポーネントの表面を初期的に清浄化することができる。そのコンポーネントの表面を修飾して疎水性、親水性、表面反応性等を高めることができる。プリンタ使用に伴う表面汚損乃至表面特性劣化を妨げること、例えば弗化炭化水素がシリコンの酸化物、炭化物乃至窒化物を流体回収面上に堆積させてその濡れ性を調整することもできる。特に重要なことに、インク等の流体に含まれる成分が乾燥してガターの流体回収面にこびりつき、その面の機能ひいてはガター全体の動作に障りとなることを、マイクロプラズマの発生で規制することができる。

10

【0057】

このように、ガター表面の諸部位に対しマイクロプラズマによる清掃、修飾等を施しその面の主立った特性を管理することで、そのインクジェットプリンタの始動/停止シーケンスひいてはプリンタ動作全体の信頼性を高めることができる。また、そのガターの流体回収面、流体回収チャネル壁等、ガター構成要素を電極として使用する構成を採れること

20

【0058】

図7に、インクジェットプリンタコンポーネントの上方に配される個別型電極の別例76を示す。この電極76は、マニホルド72上にノズルプレート74を装着した構成を有するインクジェットプリントヘッドの上方に配されており、立体的な開裂付筒状共振電極76及びそれに固定された平板コネクタ77で構成されている。具体的には、導電性を有する外郭シリンダの内側に中空部分又は固体誘電体充填部分を挟み接地シリンダを同心配置した構成の共振電極76と共に、接地プレートを中空部分又は固体誘電体充填部分で覆い更にそれを導電性のある外郭層で覆った構成のコネクタ77を使用し、接地面が形成されるよう電極76内の接地シリンダをコネクタ77内の接地プレートに接続した構成である。逆に、接地シリンダを共振電極の外側に同心配置する一方、接地プレートを平板コネクタの外面に配して接地シリンダと接続することでも、接地面を形成することができる。

30

【0059】

更に、円筒断面でない電極を共振電極76として用いることや、平板状でないコネクタをコネクタ77として用いることも可能である。電極76及びコネクタ77の導電部分は、対応する接地面と共に、電磁波をギャップ78に導く導波路として機能する。開裂筒状共振電極76のギャップ78における電磁波の位相は、その電磁波の周波数とその電極76の共振周波数と同周波数である場合、そのギャップ78を挟み180°異なる位相になる。電極76が中空であれば、更に、電極76の内側を介しそのギャップ78に気体流を供給することで、大気圧マイクロプラズマを制御環境下で発生させることができる。開裂付筒状共振電極の長所は、発生するマイクロプラズマの寸法をある方向に沿って長尺にすることができること、従ってインクジェットプリンタコンポーネント上の複数個所を同時に処理することができることである。開裂付筒状共振電極の動作周波数は筒状部分の寸法で決まるので、kHzオーダからGHzオーダまで様々な周波数にすることができる。

40

【0060】

図8に、インクジェットプリンタコンポーネントの上方に配される個別型電極の別例8

50

2を示す。この電極82は、マニホルド88及びそれに装着されたノズルプレート86を有するインクジェットプリントヘッドの上方に配されており、コーティング84によって被覆されている。電極82を覆うコーティング84の厚みは例えば10nm~10μm程度、素材は例えば金属質、半導体又は絶縁体である。金属質コーティングにはタンタル、プラチナ等の耐腐食性素材が、半導体コーティングにはシリコンカーバイド又は導電性酸化物が、絶縁性コーティングにはテフロン(登録商標)、ガラス状二酸化シリコン、酸化シリコン、酸化アルミニウム等の誘電体が適している。複数種類の物質を組み合わせた複合素材、即ちその化学的性質が異なる複数の成分又は部分を有する素材を、コーティング素材として使用することもできる。いずれにせよ、こうしたコーティング84には幾つかのメリットがある。例えば、電極82をコーティング84で覆うことで、マイクロプラズマ中で産生される強力な反応種に対し電極形成素材を化学的にパッシベートすることができる。また、イオン衝撃による二次電子放射の係数等、電極82の二次放射特性を調整することもできる。電極82の電位は接地電位に対し同電位でも異電位でもよい。電極82の駆動電圧は直流でも交流でもよい。交流電圧を使用する場合、先に図5を参照して説明した通り、1V~50kVの振幅域内、1Hz~100GHzの周波数域内ならどのような値でも使用することができる。但し、10kHz~10GHz域内の周波数の方がよい。

【0061】

図9に、インクジェットプリンタコンポーネントの上方に複数個の電極92, 94を配した例を示す。電極92, 94はノズルプレート96、ノズルボア99及びマニホルド98を有するインクジェットプリントヘッドの上方に配されており、その個数が複数である点を除けば図5に示したものと同様の構成である。電極92, 94を電氣的に駆動するには、多々ある手段のうちいずれかでそれらに電圧を印加すればよい。電極92, 94に対するこの電圧印加によって、コンポーネントたるヘッドの近くでマイクロプラズマ(群)を発生させることができる。電極92, 94への印加電圧は直流でも交流でも構わない。交流電圧ならば1Hz~100GHzの周波数域内、1V~50kVの振幅域内の電圧を使用するとよい。こうした限界は誘電体の絶縁破壊との関連で決まってくる。更に、電気回路上、インクジェットプリンタコンポーネントは基準電位例えば接地電位に固定しておくことも電氣的にフロートさせておくことも可能であるので、例えば、電極94を基準電位例えば接地電位に固定した状態で電極92を電氣的に駆動することができる。また、電圧印加の仕方次第で、マイクロプラズマ発生個所が電極92・電極94間になることもあれば電極92, 94・プレート96間になることもある。例えば、電極92・94間に電圧を印加すると、それらで挟まれているギャップ領域でマイクロプラズマが発生し、そのマイクロプラズマ内で化学種が産生される。その化学種がインクジェットプリンタコンポーネントの近くまで辿り着かなければ、そのコンポーネントに所期の表面処理が施されることはない。そのため、それら電極92, 94の個々の対は、コンポーネント側にある特徴的部位群、例えばプレート96上の個々のボア99の上方でマイクロプラズマ(群)が生じるよう、ひいてはそのマイクロプラズマ(群)で諸特徴部位が処理されることとなるよう配置される。そのコンポーネントに印加される基準電位が適切であれば、電極92・94間方向に沿ったマイクロプラズマの寸法を1mm未満に抑えつつ、マイクロプラズマ作用部位をコンポーネント表面沿いに拡げることができる。マイクロプラズマ作用部位を一次元的又は二次元的に拡げることで、大気圧マイクロプラズマ処理の効果例えば清掃、表面成長、表面反応性増強等の効果を強めることができる。また、インクジェットプリンタコンポーネント側にある特徴部位と電極の間に1対1の対応関係が生じるよう、複数個の電極を配置することもできる。その種の構成では、複数個の電極を同時並行的に駆動することも、そのインクジェットプリンタコンポーネントとは独立に駆動することもできる。そのいずれでも、個々の電極にて局所的なマイクロプラズマを発生させることができる。更に、そのコンポーネントの導電部分を補助電極として機能させることもできる。

【0062】

図10aに、複数個の個別型電極102, 104をそれぞれ誘電体101に埋め込みイ

ンクジェットプリンタコンポーネントの上方に配した例を示す。また、図 10 b に、複数の電極 108 を同じ誘電体 101 に埋め込みインクジェットプリンタコンポーネントの上方に配した例を示す。これらの図におけるコンポーネントはノズルプレート 106 を有するインクジェットプリントヘッドである。また、ここでいう“埋込”とは、その電極の外表面をほぼ全体に亘り固相又は液相の物質で覆うことである。

【0063】

電極を誘電体 101 に埋め込むのは、マイクロプラズマで産生される化学種のうち腐食性を有するものからその電極を保護して破損を防ぐためである。電極が埋め込まれる誘電体 101 の電気抵抗値は例えば $10^5 \cdot \text{cm}$ 超とし、その厚みはマイクロプラズマ発生に支障とならない任意値とする。誘電体素材の絶縁破壊特性、稼働電圧及び電極製造方法に従い決めればよい。その電気抵抗値が $10^5 \cdot \text{cm}$ 超の誘電体 101 を形成可能な素材は数多くあり、例えばテフロン（登録商標）、エポキシ、シリコン樹脂、ポリイミド等のように反応性が低く熱安定性が高い有機ポリマを使用できるほか、炭素を含有する複合素材も使用することができる。ここでいう複合素材とは、その化学的組成が異なる複数の部位を有する固体のことである。その例としては、ガラス繊維入りのエポキシ、ガラス繊維で強化されたガラス入りテフロン（登録商標）ポリマ等がある。ご理解頂けるように、本発明の実施に際しては、これ以外の様々な複合素材も使用することができる。誘電体 101 の素材としては、更に、種々の絶縁性無機素材も使用することができる。例えば、マグネシウム、硼素、シリコン、アルミニウム、チタン、タンタル、ニオブ、ハフニウム、クロム、ジルコン等の金属の酸化物、窒化物、酸窒化物、硫化物、金属含有酸化物誘導体等である。二成分素材でも三成分以上の多成分素材でも構わない。金属含有酸化物誘導体とは、その金属を少なくとも 20 原子% 含有する酸化物ベースの誘電体化合物のことである。例えば、酸化セリウムを 20 % を含有する酸化ジルコン化合物は、酸化ジルコン誘導体の一種であると同時に酸化セリウム誘導体の一種でもある。

【0064】

また、こうした誘電体の素材は、結晶質、ガラス質、非晶質のいずれであってもよい。誘電体分野でいわゆる当業者にとり既知の如く、埋込先誘電体となりうる素材はほかにも数多くあり、本発明ではそうした誘電体も使用することができる。また、その埋込先誘電体の表面は、凹凸のないスムーズな面にすることも凹凸模様のある面にすることも可能である。本発明の実施に当たっては、そうした凹凸模様のある構成を採ることができ、また様々な凹凸模様付与手法を採ることができる。更に、使用する電極の個数が複数個の場合でも、先に図 9 を参照して説明した様々な構成で駆動することができ、それによってインクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させることができる。

【0065】

図 11 に、インクジェットプリンタコンポーネントの上方に長尺電極 110 を配した例を示す。この電極 110 は、ノズルプレート 112、ノズルポア 114 及びマニホルド 116 を有するインクジェットプリントヘッドの上方に至近配置されており、そのアスペクト比が 10 を上回る長尺電極となっている。アスペクト比とは他の一又は二方向の寸法に対する長手方向寸法の比のことであり、長手方向寸法とは対応するヘッドの一表面乃至多表面に対しほぼ平行な面に沿った寸法のことである。図示例の電極 110 は長方形断面であるが、本発明は他形状の長尺電極でも実施することができる。例えば、プリズムに類似した三角形断面の長尺電極や、対応するコンポーネントの一表面乃至多表面に対しほぼ平行な面に沿った長さをその直径で除した値が 10 を上回る細長いワイヤ等、様々な幾何学的構成のものを使用することができる。また、図示例の電極 110 を電氣的に駆動し対応するコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させる手法としては、図 5 を参照して説明したものを使用することができる。更に、図 5 を参照して説明した通り、電極 110 の周囲で気体流を発生させ、そのコンポーネント自体を利用してコンポーネント及びマイクロプラズマ作用域の近くまで気体流を供給する、という手法も使用することができる。

。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

図 1 2 に、インクジェットプリンタコンポーネントの上方に長尺電極 1 2 0 を配した例を示す。この例では、図 1 1 のそれと同様に長尺な電極 1 2 0 が、ノズルプレート 1 2 4、ノズルボア 1 2 6 及びマニホルド 1 2 8 を有するコンポーネントの近くに配置されている。更に、その電極 1 2 0 は、図 8 の如きコーティングや図 1 0 a 及び図 1 0 b の如き埋込で形成された誘電体層 1 2 2 を有している。本発明は、このように、様々な形態で他の素材でコーティングされ又は他の素材に埋め込まれた長尺電極を使用し実施することができる。本発明は、更に、長尺電極やそれを他の素材でコーティングし又は他の素材に埋め込んだものを複数本使用する形態でも実施することができる。例えば、対をなす長尺電極間のギャップでマイクロプラズマが発生するよう、またその発生個所がインクジェットコンポーネントの近くになるよう、一対又は複数対の長尺電極を配置及び個別駆動する形態である。

10

【 0 0 6 7 】

図 1 3 a、図 1 3 b 及び図 1 3 c に、それぞれ、主電極又は補助電極として使用される複数個の電極をインクジェットプリンタコンポーネント、具体的にはインクジェットプリントヘッドと一体化した例を示す。ここでいう一体化とは、本体から分離することができないように個々の部分を形成又は配置することである。例えば、これらの図のインクジェットプリントヘッドでは、ノズルボア 1 3 4 及びマニホルド 1 3 6 の近くに配置されるノズルプレート 1 3 2 に複数個の電極 1 3 0 が一体化されている。図 8、図 1 0 a、図 1 0 b 及び図 1 2 を参照して説明した通り、誘電体で覆い又は誘電体に埋め込むことで、この一体化電極 1 3 0 はパッシベートすることができる。

20

【 0 0 6 8 】

図 1 3 a、図 1 3 b 及び図 1 3 c には、更に、幾種類かの駆動回路 1 3 8 が例示されている。この回路 1 3 8 は、インクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマが発生するよう、電極 1 3 0 を駆動するための回路である。ご理解頂ける通り、本発明の実施に当たっては、これ以外の構成の電極や駆動回路も使用することができる。例えば、図 1 3 a に示す例や図 1 3 b に示す例では、ノズルプレート 1 3 2 に一体化されている複数個の電極 1 3 0 を、外付けの駆動回路 1 3 8 例えば電源によって電氣的に駆動している。ご承知の通り大電力回路の小型化が進んできているので、電源全体をコンポーネント例えばインクジェットプリントヘッドと一体化させた形態にて、本発明を実施することも可能である。また、本発明を実施するに当たっては、図 5、図 7 及び図 9 を参照して説明したものを含め、様々な構成の電気回路を電極 1 3 0 の駆動に使用することができる。例えば図 1 3 a では、主電極及び補助電極が駆動回路 1 3 8 により互いに逆相で駆動されている。

30

【 0 0 6 9 】

次に、図 1 3 b では、特許文献 4 3 及び 4 2 (Hopwood et al.) に記載の R F アンテナ又はマイクロ波導波路が形成されるよう複数個の電極 1 3 0 が配置され、それらの電極 1 3 0 が外部電位を基準にして駆動されている。具体的には、R F アンテナ電極 1 3 0 から輻射される R F 電力の集中個所又はマイクロ波導波路電極 1 3 0 同士の狭間部分がノズルボア 1 3 4 の近くに位置することとなるよう、それらの電極 1 3 0 が配置されている。また、外部電位を基準にするのではなく、補助電極の電位を基準にして電極 1 3 0 を駆動することもできる。補助電極としては、図中のマニホルド 1 3 6 等、インクジェットプリンタコンポーネントの他部分を使用してもよいし、図示しないが別途電極を設けて使用してもよい。

40

【 0 0 7 0 】

そして、図 1 3 c では、主電極又は補助電極となる複数個の電極 1 3 0 がインクジェットプリンタコンポーネントたるインクジェットプリントヘッドに一体化されている。それら一体化電極 1 3 0 のうちあるものは駆動対象となる電極であり、他のあるものは端子 1 3 9 経由で基準電位 V_{ref} に固定される電極である。図示例では、前者と後者とが交互に位置することとなるよう、奇数個又は偶数個の電極 1 3 0 が配されている。また、電極 1

50

30のうち端子139に接続されているものの電位は、端子139を接地することで接地電位にすることができるほか、基準電位 V_{ref} を変調することで操作することができる。その操作手法としては、プラズマ発生の分野でいわゆる当業者に知られている手法を使用することができる。但し、それらの電極130の構成、例えばその主電極及び補助電極の個数及び寸法比や誘電体の存否等と違背しないようにすべきである。

【0071】

図14に、複数本の長尺電極140をインクジェットプリンタコンポーネントに一体化した例を示す。この例では、図11又は図12に示したものと同じく長尺な電極140が、ノズルボア144及びマニホルド146の近くにあるノズルプレート142に一体化され、駆動回路148によって電氣的に駆動されている。ご理解頂けるように、図11及び図12を参照して説明した例と同じく、この例でも、長尺電極140を駆動しコンポーネントの近くでマイクロプラズマ(群)を発生させる手段として様々な手段を使用することができる。また、それら複数個の一体化長尺電極140だけでなく、マイクロプラズマを制御、生成及び維持するための電気回路も、そのコンポーネント例えばインクジェットプリントヘッドに一体化させることができる。

【0072】

図15a及び図15bに、ノズルプレート154上に形成されているノズルボア152の近くに導電シールド150を配した例を示す。プレート154はマニホルド156と共にインクジェットプリンタコンポーネントたるインクジェットプリントヘッドを形成しており、図15aの例ではそのヘッドとシールド150が一体、図15bの例では別体になっている。そのシールド150は導電層として形成されており、対応するヘッドとマイクロプラズマ等の電氣的雑音源との間に位置している。こうしたシールド150をインクジェットプリンタコンポーネントに付設することで、そのコンポーネントの動作上の信頼性を高めることができる。

【0073】

こうした導電シールドを形成する素材としては、その抵抗値が $100 \text{ } \cdot \text{cm}$ を下回る様々な導電体を使用することができる。例えば、銅、アルミニウム、タンタル、金、銀、ニオブ、チタン等の金属や、それらの金属の合金や、スチール等を使用するのが望ましい。導電性透明酸化物等の透明導電体も導電シールド形成素材として使用可能である。導電シールド形成素材としては、更に、ポリチオフェンベース素材等の導電性ポリマや、カーボンナノチューブ等のカーボンベース素材を含む導電性分散系や、導電素材を含むナノバ

【0074】

特に、導電シールドをインクジェットプリンタコンポーネントに一体化すると、そのコンポーネントの動作上の信頼性が更に向上する。これは、マイクロプラズマを発生させる際に、そのインクジェットプリンタコンポーネントの通常時稼働電圧より高い電圧を印加しなければならなかったり、通常時稼働電流より大きな局所的電流が生じたりしても、導電シールドが一体化になっていれば、損傷しきい値超の電圧乃至電流等、通常時稼働条件より厳しい条件に起因するコンポーネント損傷をかなりの程度避けうるからである。いずれにせよ、インクジェットプリンタコンポーネントとマイクロプラズマ等の電氣的雑音源との間に導電シールドを差し挟むことで、その種のコンポーネントでよく使用される電気回路、例えばCMOS回路等の電気回路乃至微細電子回路のように繊細なものを含む種々の電気回路を、ほぼ全て、その雑音源に発する電氣的雑音から効果的に保護することができる。

【0075】

導電シールド150は、その接続抵抗値が $10 \text{ } \cdot \text{cm}$ 未満となるよう接地等の基準電位源に導通接続することができる。その接続に使用できる手法も幾つか知られている。しかし、シールド150をあらゆる基準電位源から切り離し、電氣的雑音源の電位に従動させるようにした方がよい場合もある。この手法のことを、本件技術分野では電圧フロートと呼んでいる。例えば、接地されておらず電圧フロートしている電気回路をプラズマに曝すと、

その回路の電位はフロート電位となる。フロート電位とは、プラズマに対するフロート接触でそのプラズマから取得する電荷量が差し引き 0 となる電位のことである。こうした場合、もしシールド 150 を接地してしまうと、シールド 150 との間に生じる大きな電位差が原因でその回路が損傷してしまうことがある。従って、そうした繊細な回路がマイクロプラズマ等の電氣的雑音源に対し曝露される場合は、シールド 150 を電圧フロートさせるべきである。これは、接地されている物体とプラズマとの間の電位差に比べ、電圧フロートしている物体とプラズマとの間の電位差は顕著に小さく、従ってその物体に射突してくるイオンのエネルギーがかなり小さくなるからである。特に、容量結合性交流放電の場合、印加電圧の半周期中に、プラズマ電位が数百 V もの高電圧まで上昇していく。そうした場合でも、シールド 150 及びそれにより遮蔽されるべき回路を電圧フロートさせることで、プラズマとシールド 150 乃至回路との間の電位差を、プラズマ電位とフロート電位の差に等しい値に保つことができる。その値は通常は 10 V オーダである。

10

【0076】

更に、マイクロプラズマの用途によっては、マイクロプラズマ・インクジェットプリンタコンポーネント間に介在する導電シールドだけでなく、そのコンポーネント自体も電圧フロートさせた方がよい場合がある。電圧フロートしている導電シールドの方がマイクロプラズマに近いので、イオンがそのシールドの表面に射突しそこでエネルギーが吸収されることになるからである。即ち、イオンのエネルギーのうち、並進運動に係る運動エネルギーの形態をとらないもの、例えばそのイオン種に係るイオン化ポテンシャルの形態をとるものを、イオン射突先シールド面で吸収させることができる。また、導電シールドの配設やインクジェットプリンタコンポーネントとの一体化は、本来、そのコンポーネントの動作上の信頼性を向上させることを目的としたものであるが、ご理解頂けるようにそれ以外の機能を導電シールドに担わせることもできる。例えば、何らかの電気回路を使用して電極を駆動しコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させる場合、コンポーネント上の繊細部分を保護して動作上の信頼性を向上させるという本来の機能に加え、補助電極としての機能も担わせることができる。

20

【0077】

図 16 に、複数個ある電極 162 と導電シールド 164 の間に誘電体層 160 を差し挟んだ例を示す。この例では、それら電極 162、誘電体層 160 及びシールド 164 が、ノズルプレート 166 上にある 1 個又は複数個のノズルボア 168 の近くに位置することとなるようノズルプレート 166 と一体化されている。そのノズルプレート 166 は、マニホルド 169 と共に、インクジェットプリンタコンポーネントたるインクジェットプリントヘッドを構成している。このように誘電体層を一体化させると電極群が導電シールドから電氣的に絶縁されるため、導電シールドに導通させないようにしつつそれらの電極に電圧を印加すること、ひいてはインクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させることができる。なお、導電シールドとしては、金、銅、アルミニウム、タンタル等、導電性のある金属で形成されているものや、シリコン、ポリシリコン等に燐、硼素等をドーピングした高ドーパド半導体で形成されているものや、例えば導電性のあるドーパドシリコンカーバイドで形成されているものや、例えば導電性のあるドーパドダイヤモンド様カーボンで形成されているものを、好適に使用することができる。酸化インジウム錫、弗素ドーパド酸化錫、アルミニウムドーパド酸化亜鉛等、導電性のある酸化物も使用することができる。

30

40

【0078】

図 15 を参照して説明した通り、この導電シールドは、接地等の基準電位源に接続することができるほか、あらゆる基準電位源から切り離して電圧フロートさせ、周囲の電氣的雑音源によって誘起される電位を取得する構成にすることができる。また、インクジェットプリンタコンポーネントに一体化させた複数個の電極を電氣的に駆動しマイクロプラズマを発生させる手段、それらの電極を電氣的に駆動する回路、それらの電極の寸法及び形状等々は、本発明の実施に当たり、プラズマ生成の分野で既知のあらゆる手段乃至回路構成とした様々な寸法及び形状にすることができる。

50

【 0 0 7 9 】

インクジェットプリンタコンポーネントに複数個の電極を一体化させるに当たっては、その電極を裸で使用することも、前述の如く様々な素材でコーティングし又はそれに埋め込むことも、或いは一方向以上の方向に沿って長尺な形状にすることもできる。また、ご理解頂けるように、図 1 6 に示した一体化電極に対する気体流の供給も、図 5 を参照して先に説明したものと同様の手法で行うことができる。例えば、図 1 6 に示した構成では、誘電体層 1 6 0 上にある一体化電極 1 6 2 の近くでマイクロプラズマが発生する。マニホルド 1 6 9 内を大気圧より高い圧力又は低い圧力に保つことで、そのマイクロプラズマの近くを流れる気体に影響を及ぼすことができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 7 に、複数個ある長尺電極 1 7 0 とノズルプレート 1 7 2 の間に誘電体層 1 7 8 及び導電シールド 1 7 9 を差し挟んだ別例を示す。この構成では、ノズルボア 1 7 4 ののうち 1 個又は複数の近くに位置することとなるよう、それらの長尺電極 1 7 0 がノズルプレート 1 7 2 の表面に一体化され、またそのプレート 1 7 2 がマニホルド 1 7 6 に固定されている。

【 0 0 8 1 】

この図の構成では、インクジェットプリンタコンポーネントに一体化されている長尺電極 1 7 0 のうち幾つかが主電極、主電極間に位置している残りの長尺電極が補助電極として使用されている。図示例では、更に、電極 1 7 0 と電極 1 7 0 とで挟まれた空間内にノズルプレート 1 7 2 上のノズルボア 1 7 4 が位置するよう、それらの電極 1 7 0 が配置されている。この図には、また、電極 1 7 0 を駆動しコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させる回路の構成も例示されている。ご理解頂けるように、電極駆動用の電気回路は、前述の如く導電シールドを利用する構成を含め、様々な構成にすることができる。

【 0 0 8 2 】

図 1 8 a に、ある方向に沿って各複数個の導電層 1 8 0 及び誘電体層 1 8 2 を交互配列した電極アセンブリの例を示す。図示例では、導電層 1 8 0 及び誘電体層 1 8 2 の配列方向が、インクジェットプリンタコンポーネントたるガター 1 8 4 の表面に対し平行な一方向に沿っている。図示例では、更に、その導電層 1 8 0 から 1 個置きに都合複数個を主電極、残りの複数個即ち主電極間に位置するものを補助電極とし、それらを電氣的に駆動している。即ち、導電層 1 8 0 のうち主電極に対しては電源 1 8 5 から同時並行的に給電する一方、残りの導電層 1 8 0 即ち補助電極は電源 1 8 5 の接地端子への接続等で接地させている。前述の如く、電源 1 8 5 は直流電源でも交流電源でもよい。主電極群及び補助電極群を形成している導電層 1 8 0 同士の間隔は、そのインクジェットプリンタにおけるノズル間隔等、搭載先プリンタの主要寸法に応じた寸法にするのが望ましい。

【 0 0 8 3 】

図 1 8 b に、誘電体層を挟み交互配置されている複数個の導電層のなかから隣り合うもの同士を選ぶことで都合複数個の主電極補助電極対 1 8 6 を形成し、更に各電極対 1 8 6 を電氣的に駆動するための電源を個々別々の直流又は交流電源 1 8 8 とした例を示す。ご理解頂けるように、こうした構成は様々な周波数で稼働させることができる。例えば、個々の電源 1 8 8 で互いに別の周波数を発生させ、その周波数で対応する電極対 1 8 6 を稼働させることで、その周波数に応じた特性のマイクロプラズマを、隣り合う複数個の部位で銘々に発生させることができる。加えて、誘電体層は、導電層同士を分離するスペーサとして働けばよいので、不連続部分があっても支障はなく、固体である必要もないので、その大部分を中空にすることができる。

【 0 0 8 4 】

図 1 9 a ~ 図 1 9 e に、マイクロプラズマ発生用電極の形状例を幾つか示す。但し、マイクロプラズマ発生用電極の形状はこれらの形状に限られない。他形状であっても、図 1 3 ~ 図 1 7 に示したインクジェットプリンタコンポーネントへの一体化は可能である。

【 0 0 8 5 】

まず、図 19 a に示した例では開裂付リング電極 190 及びコネクタ乃至伝送線 191 を使用している。図 19 b に示した例では、櫛形構造を有する主電極 193 の突出部分と補助電極 195 との間にギャップ 197 を発生させている。ギャップ 197 の位置は、図示しないインクジェットプリンタコンポーネント上でアレイをなしているノズルボア 198 の上方である。図 19 c に示した例では、主電極 193 の尖鋭部分と補助電極 195 の尖鋭部分との間にギャップ 197 を発生させている。ギャップ 197 の位置は、ノズルボア（群）198 の上方とすることができる。図 19 d に示した例では、複数の幅狭部分が生じるよう主電極 193、補助電極 195 双方の縁沿いに複数個ずつ突出部分を設け、その幅狭部分をギャップ 197 として使用している。主電極補助電極間への電圧印加で生じる電界はそれらの幅狭部分に集中しやすい。この例でも、ギャップ 197 の位置を、ノズルボア（群）198 の上方とすることができる。そして、図 19 e に示した例では、電極上にある複数の突出部分で、インクジェットプリンタコンポーネント上の特徴部分例えばノズルボア 198 が囲まれるよう、その電極を設けている。

10

20

30

40

50

【0086】

これら、図 19 a ~ 図 19 e に示した主電極及び補助電極は、微細電子回路、微細加工、MEMS 製造等の分野で既知の手法、例えば薄膜成長及びパターニングで形成することができる。更に、薄いシートの束に対する型抜き、金属シートに対するパターニング等でも形成可能である。金属シートに対するパターニングには、微細加工の分野でいわゆる当業者にとり既知の様々な手法を使用可能である。その例としては、放電加工等のほか、フォトリソスト及びエッチング液を用いたケミカルエッチングがある。

【0087】

特に、図 19 a、図 19 c 又は図 19 d に示した形状の電極を使用し、図 18 a 及び図 18 b に示した電極アセンブリを組み上げる際には、シート状に形成された電極を使用するのが望ましい。図 18 a 及び図 18 b に示した構造は、電極間分離用の誘電体層を挟み込む等して電極間通電を妨げると共に、それによって形成される主電極補助電極間部位でマイクロプラズマを発生させる構造である。従って、この場合、それら主電極補助電極間部位がインクジェットプリンタコンポーネントの近くに並ぶようにアセンブリを配置し、個々の電極に適宜通電して駆動することで、そのコンポーネントの一表面乃至多表面に対しほぼ平行な面上の略直線に沿い複数本が並ぶ一次元アレイになるよう、マイクロプラズマ群を発生させることができる。

【0088】

図 19 b に示した如き櫛形電極を使用した電極アセンブリも、同じく、誘電体層を挟みその電極を複数枚重ね合わせることで、実現することができる。このアセンブリは、二次元アレイになるようマイクロプラズマ群を生成可能であるので、インクジェットプリンタコンポーネント上の特徴部分を多数処理することができる。また、マイクロプラズマへの給電手段によっては、また別の導電構造を電極アセンブリ内に設けた方がよいこともある。例えば、マイクロプラズマが発生するギャップにマイクロ波を導くには、誘電体層又はエアギャップで接地面を電極から分離させることが必要になろう。

【0089】

インクジェットプリンタコンポーネントの近くでマイクロプラズマを発生させる手段としては、これ以外にも、様々な種類の主電極や補助電極を様々な組合せで使用することができる。一体型でも非一体型でもよい。使用する電極形状の選定は、通常、使用先コンポーネントの形状やそのコンポーネント上の特徴部分の形状に従い行えばよい。

【0090】

また、従来技術の欄に示した通り、大気圧下でマイクロプラズマを発生させる手段は幾通りが存在している。即ち、使用できる対マイクロプラズマ給電手段、電極構成及び処理気体が複数種類あるので、マイクロプラズマ即ちマイクロスケール放電を大気圧下で発生させるに当たっては、それらから適当な手段、構成乃至気体を選択することができる。適当な組合せの電源、インピーダンス整合装置、電極形状、コンポーネント形状及び処理気体を使用することで、十分安定でアーク化しない大気圧マイクロプラズマを、正規グロー

放電方式又は異常グロー放電方式に従い発生させることもできる。これらのグロー放電方式は、個々の部位で発生するプラズマの外観が均質グロー状であり、稼働電圧が絶縁破壊電圧より低く、そしてその電圧電流特性の勾配が無視しうる程小さい値か（正規グロー放電の場合）正の値になる（異常グロー放電の場合）、という特徴を有している。この点については非特許文献 6 等を参照されたい。グロー放電方式では、タウンゼント方式に比べ低い稼働電圧で大きな電流密度を実現できるため、より高密度のプラズマを得ることができる。更に、グロー放電方式は、電流密度が顕著に高く稼働電圧が低いという特徴のあるアーク方式に比べ安定で、発生する電氣的雑音及びそれによる干渉が少ない方式である。

【符号の説明】

【0091】

8, 30, 42, 52 (インクジェット)プリントヘッド、10, 56, 74, 86, 96, 106, 112, 124, 132, 142, 154, 166, 172 ノズルプレート、12, 97 マニホルドボア、14 スロット、16, 72, 88, 98, 116, 128, 136, 146, 156, 169, 176 マニホルド、18, 99, 114, 126, 134, 144, 152, 168, 174, 198 ノズルボア、19, 36, 43 ガター、20, 66 ガターの流体回収面、22, 68 流体回収チャンネル、24 流体回収チャンネル壁、26 ドレイン、28, 40 流体滴偏向器、32 帯電電極、34 偏向電極、44 吸気マニホルド、46 排気マニホルド、54, 64, 76, 82, 92, 94, 110, 120, 162, 196 電極、58, 185, 188 電源、77 平板コネクタ、78 開裂付筒状共振電極のギャップ、84, 122, 160, 178, 182 (誘電体)コーティング又は層、102, 104 誘電体層付電極、108 誘電体層埋込電極群、130, 140, 170 (一体化)長尺電極、138, 148 駆動回路、150, 164, 179 導電シールド、180 導電層、184 インクジェットプリンタコンポーネント、186 電極対、190 開裂付リング電極、191 コネクタ又は伝送線、193 パターニングされた主電極、195 補助電極、197 主電極の突出部分乃至突出部分群で形成される主電極補助電極間ギャップ。

10

20

【 図 1 】

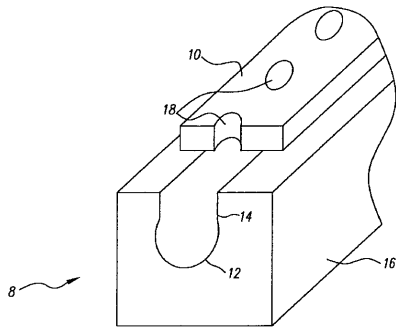


FIG. 1

【 図 2 】

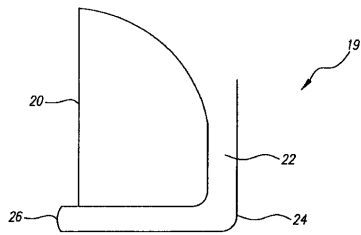


FIG. 2

【 図 3 】

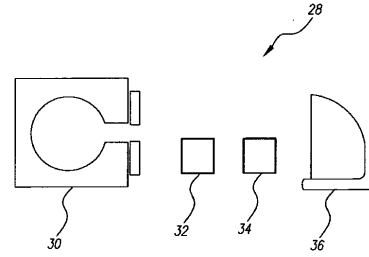


FIG. 3

【 図 4 】

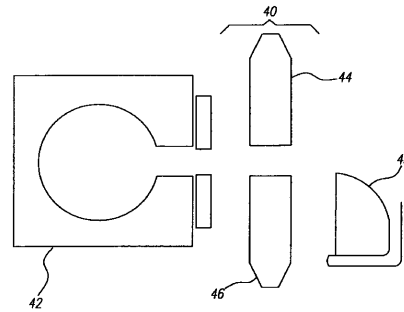


FIG. 4

【 図 5 】

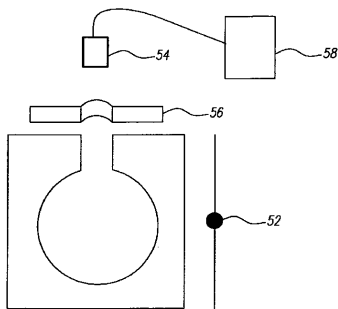


FIG. 5

【 図 6 】

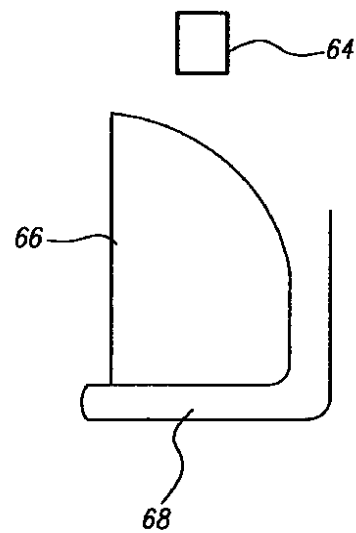


FIG. 6

【図 7】

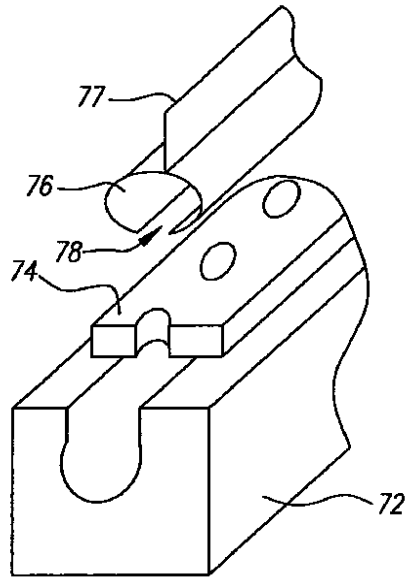


FIG. 7

【図 8】

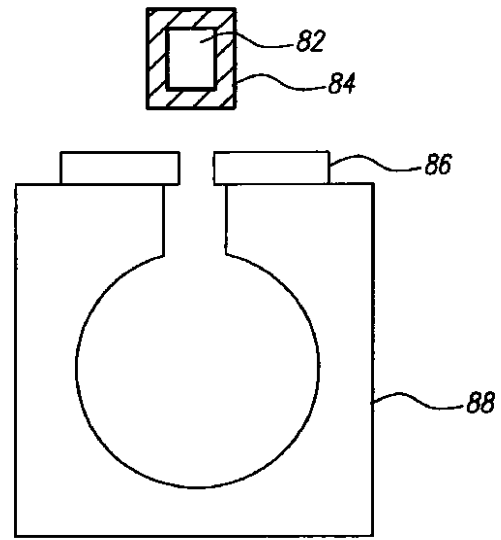


FIG. 8

【図 9】

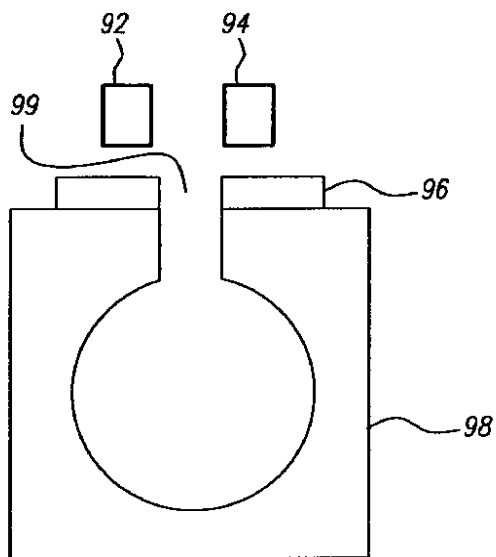


FIG. 9

【図 10 a】

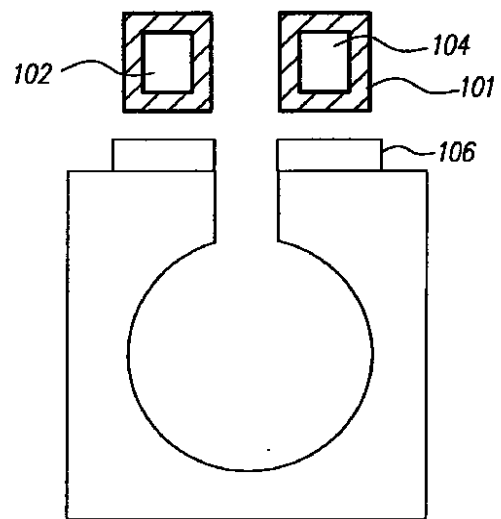


FIG. 10a

【図 10b】

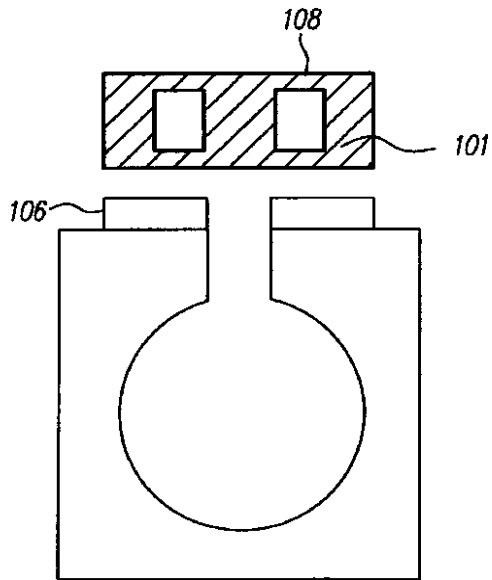


FIG. 10b

【図 11】

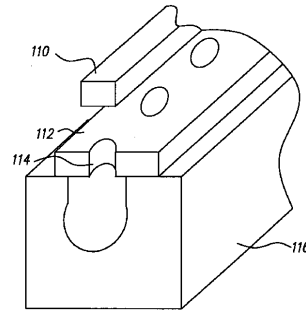


FIG. 11

【図 12】

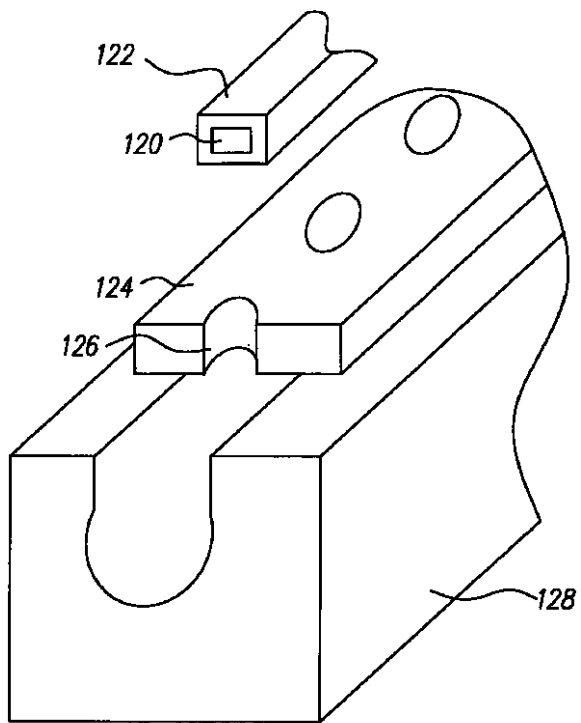
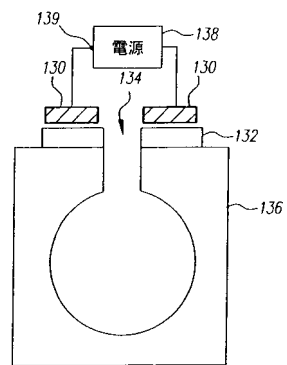
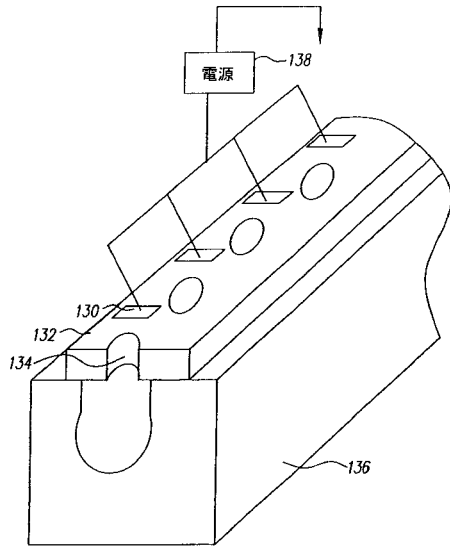


FIG. 12

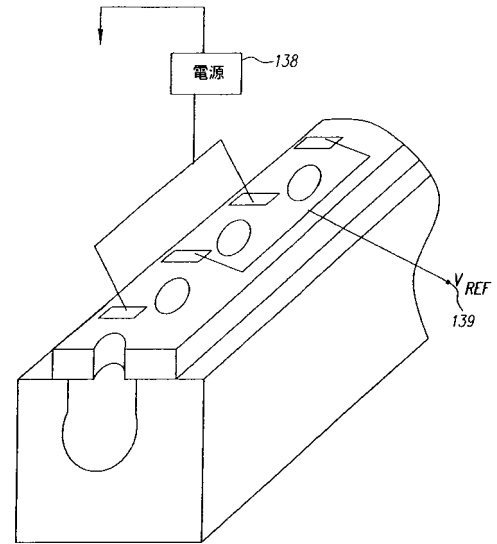
【図 13 a】



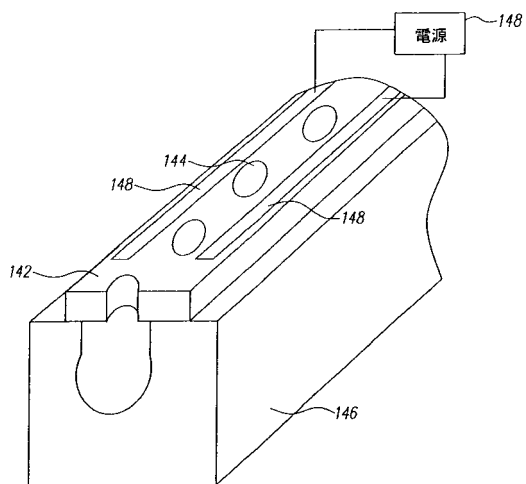
【図 13 b】



【図 13 c】



【図 14】



【図 15 a】

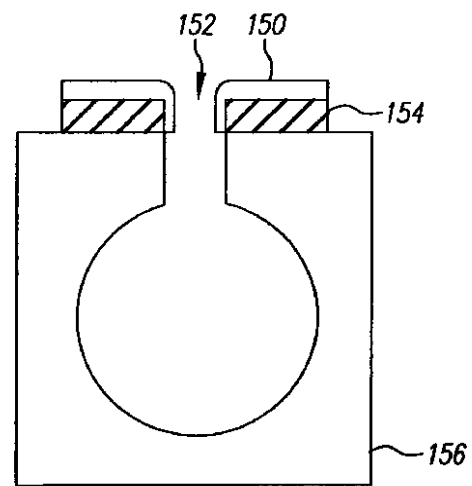


FIG. 15a

【図 15 b】

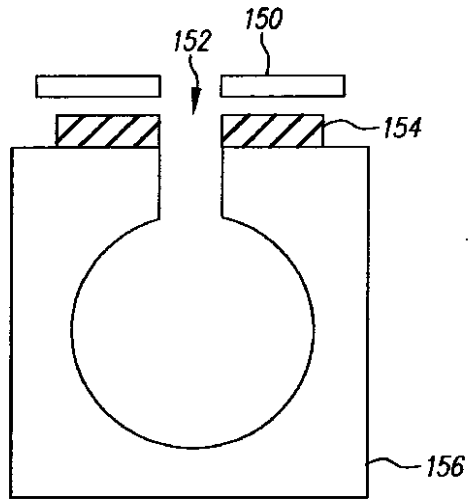


FIG. 15b

【図 16】

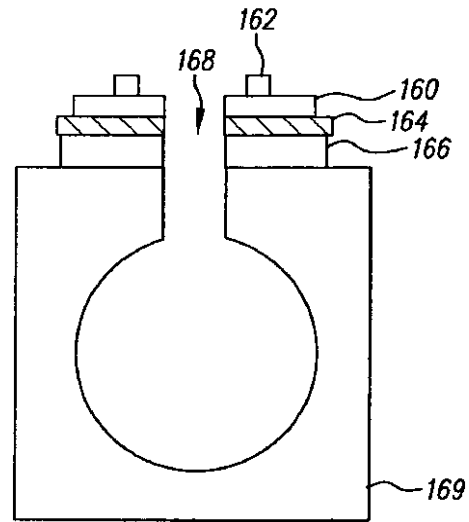


FIG. 16

【図 17】

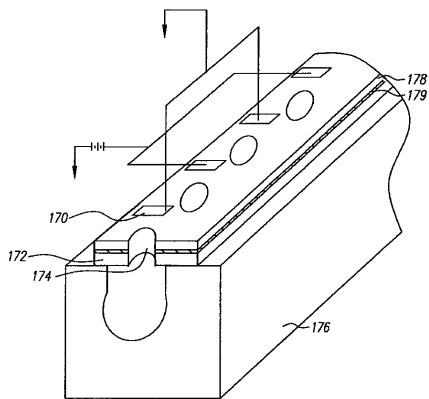
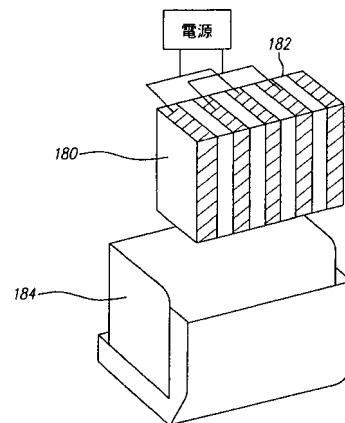


FIG. 17

【図 18 a】



【図 18 b】

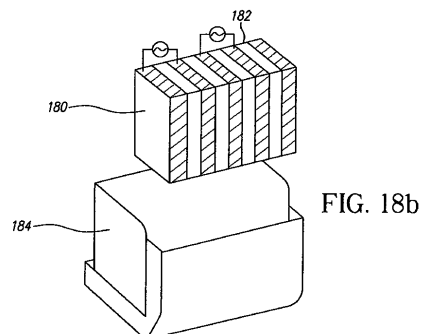


FIG. 18b

【図 19 a】

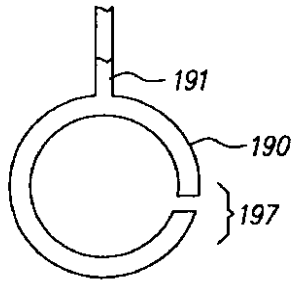


FIG. 19a

【図 19 b】

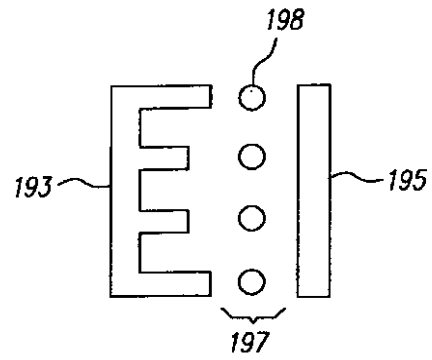


FIG. 19b

【図 19 c】

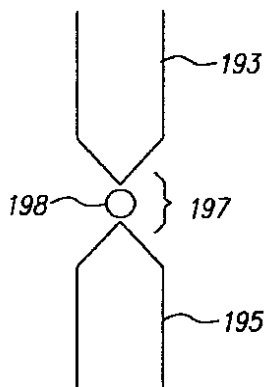


FIG. 19c

【図 19 d】

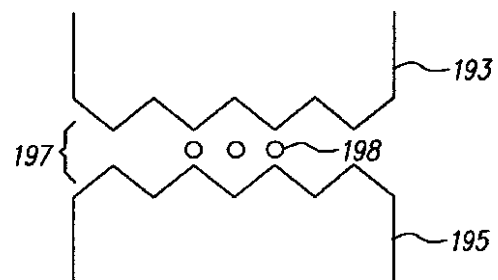


FIG. 19d

【図 19 e】

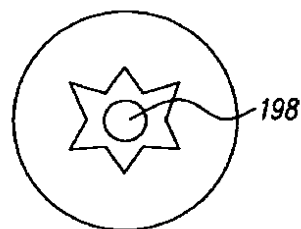


FIG. 19e

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/011595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B41J2/16		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/132541 A1 (NISHIJIMA TATSUMI [JP]) 22 June 2006 (2006-06-22) paragraphs [0078] - [0083] abstract figure 5	1-3,6-10
X	US 2005/168527 A1 (MIYAKAWA TAKUYA [JP] ET AL) 4 August 2005 (2005-08-04) paragraphs [0146] - [0151]; figures 2,6-9	1-3,6-10
X	US 2002/022139 A1 (KOTERA KOICHI [JP] ET AL) 21 February 2002 (2002-02-21) paragraphs [0058] - [0063] paragraphs [0072] - [0074] figures	1
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
15 January 2009		07/05/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Didenot, Benjamin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2008/011595

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 60 204372 A (CANON KK) 15 October 1985 (1985-10-15) abstract	1
X	US 5 202 705 A (ASANO KAZUO [US] ET AL) 13 April 1993 (1993-04-13) column 6, line 9 - line 51 figures	14-17, 19, 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2008/011595

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

see annex

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2008 /011595

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-11,14-21

A method of treating a printer component and the printer where the electrode for plasma treatment is integrated within the printer component.

2. claims: 12,13

A printhead where an electric shield is integrated with the printhead.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2008/011595

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006132541	A1	22-06-2006	CN 1803454 A	19-07-2006
			JP 2006168259 A	29-06-2006
			KR 20060069281 A	21-06-2006
US 2005168527	A1	04-08-2005	US 2005168528 A1	04-08-2005
			US 2005168529 A1	04-08-2005
			US 2005168530 A1	04-08-2005
US 2002022139	A1	21-02-2002	NONE	
JP 60204372	A	15-10-1985	NONE	
US 5202705	A	13-04-1993	NONE	

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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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, AO, 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, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ホーキンス ギルバート アレン

アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェスター ステート ストリート 3 4 3

Fターム(参考) 2C057 AF93 AG22 AP12 AP13 AP51 AP59 AP60