



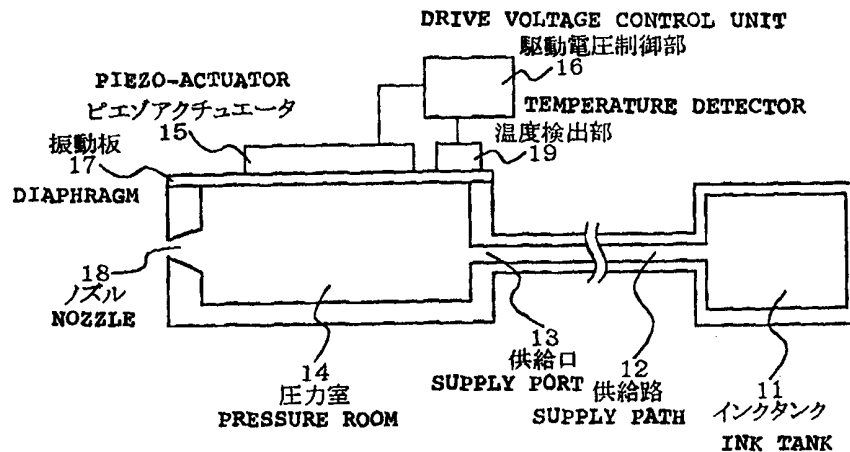
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 B41J 2/045	A1	(11) 国際公開番号 WO00/06387 (43) 国際公開日 2000年2月10日(10.02.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/03994 (22) 国際出願日 1999年7月26日(26.07.99) (30) 優先権データ 特願平10/214164 1998年7月29日(29.07.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)[JP/JP] 〒108-8001 東京都港区芝5丁目7番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 岩村卓哉(IWAMURA, Takuya)[JP/JP] 奥田真一(OKUDA, Masakazu)[JP/JP] 〒108-8001 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 山川政樹(YAMAKAWA, Masaki) 〒100-0014 東京都千代田区永田町2丁目4番2号 秀和溜池ビル8階 山川国際特許事務所内 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 AU, BR, CA, CN, ID, JP, KR, MX, NO, NZ, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書

(54)Title: INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(54)発明の名称 インクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置



(57) Abstract

Ink stored in an ink tank (11) is filled in a pressure room (14) via a supply path (12) and a supply port (13). A piezo-actuator (15), when applied with a drive voltage by a drive voltage control unit (16), vibrates a diaphragm (17) which in turn changes the volume of the pressure room (14) to eject ink in the pressure room (14) from a nozzle (18) toward a form (2), the diameter of the nozzle (18) being set to within 20 to 40 μm and the viscosity of the ink to within 2 to 6 $\text{mPa}\cdot\text{s}$, thereby stably ejecting droplets of not larger than 25 μm in diameter and providing a high-quality image. When a drive waveform voltage is corrected in accordance with an environmental temperature detected by a temperature detector (19) to set an ink viscosity to within 2 to 15 $\text{mPa}\cdot\text{s}$, a high-quality image can be maintained.

(57)要約

インクタンク 11 に蓄えられたインクは、供給路 12 から供給口 13 を通って圧力室 14 に満たされる。ピエゾアクチュエータ 15 は、駆動電圧制御部 16 から駆動電圧が加えられて振動板 17 を振動させる。振動板 17 の振動により圧力室 14 の体積が変化して圧力室 14 内のインクがノズル 18 から用紙 2 に向かって吐出する。ノズル 18 の径を $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内、インク粘度を $2 \sim 6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定する。これにより、総滴径 $25 \mu\text{m}$ 以下の微小滴を安定して吐出でき、高い画品質が得られる。更に、温度検出部 19 により検出した環境温度に応じて駆動波形電圧を補正し、インク粘度を $2 \sim 15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定することにより高い画品質を保つことができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	マリ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	ML モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MN モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MR モーリタニア	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MW マラウイ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	MX メキシコ	VN ヴィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NE ニジェール	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NO ノルウェー	ZW ジンバブエ
CZ チェッコ	KG キルギスタン	NZ ニュー・ジーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PL ポーランド	
DK デンマーク	KR 韓国	PT ポルトガル	
		RO ルーマニア	

明細書

インクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置

1. 技術分野

本発明はインクジェット記録ヘッドおよびインクジェット記録装置に関し、特に、インクを満たした圧力室に圧力発生手段により圧力変化を発生させ、吐出直前にノズル口のインク面を示すメニスカスをノズル奥に引き込ませる動作を付加することでメニスカス形状を凹形状とした後に圧力室のノズルからインク滴を吐出させて、用紙に文字や画像を記録するインクジェット記録ヘッド、およびこのインクジェット記録ヘッドを備えたインクジェット記録装置に関する。

2. 背景技術

この種のインクジェット記録ヘッドは、プリンタ、プロッタ、複写機、ファクシミリ装置等として使用されるインクジェット記録装置に用いられる。

用紙などの記録媒体に印刷する場合は、インクを吐出させるノズルを設けた圧力室に液体インクを満たし、ピエゾアクチュエータ等の圧力発生手段を駆動して圧力室に圧力変化を発生させる。この圧力変化によりインクをノズルから用紙等の記録媒体に吐出させて所望の文字や画像の印刷を行う。

近年、印刷出力の品質に対する要求が高まり、これに応じるために、径の小さいインク滴を安定して吐出する必要が生じてきた。吐出インク滴径を小さくするためにノズル径を小さくすることは有効ではあるが、ノズル製造上の困難性等の問題が発生する。

そこで、駆動波形に「引き」のプロセスを付加し、吐出直前にメニスカス形状を凹形状とすることにより、ノズル径よりも径の小さな微小滴を吐出する手段が考えられ、例えば特開昭55-17589号公報に開示されている。このメニスカス制御による吐出過程を図14A～図14Cに示す。吐出が不必要なときは図14Aの状態にしておく。吐出が必要になると、まず圧力室の内容積が増加するようにピエゾアクチュエータに電気パルスを印加して、図14Bに示すようにメ

メニスカス形状を凹形状にする。その後、圧力室の内容積を減少させるようにピエゾアクチュエータに電気パルスを印加して、図 14 C に示すようにインク滴を吐出させる。

また、「引き」の強度やタイミングを変化させることにより吐出インク滴径を変化させる方法が特公平 3-30507 号公報に開示されている。

この公報によると、主パルス電圧が印加される前にこの主パルス電圧とは反対の極性であってノズル内の液の先端位置を決める付加パルス電圧を加圧手段に印加する付加パルス電圧印加手段と、付加パルス電圧の高さまたはパルス幅を調整するための付加パルス電圧調整手段とを有する。また、付加パルス電圧の印加終了から主パルス電圧を印加するまでの時間を調整するための主パルス電圧印加時期調整手段を有する。

また、環境温度に応じて「引き」の強度を変化させることによりインク滴の吐出状態を安定化させる方法が特開平 2-253960 号公報に開示されている。

この公報によると、インクの温度を測定する温度測定手段と、測定された温度に応じて付加パルス電圧の高さまたはパルス幅を調整するための付加パルス電圧調整手段とを有する。

しかしこのようなインクジェット記録ヘッドは、使用するインク粘度によっては、十分に小さなインク滴吐出ができなかったり、または、滴の形成が非常に不安定になったり、吐出不良が発生するなどの問題があり高品質の印刷を行うことができない。

したがって本発明は、インクジェット記録ヘッド及びこのインクジェット記録ヘッドを備えたインクジェット記録装置において、印刷時に安定した微小インク滴を吐出し、高品質の印刷出力を行うことを目的とする。

3. 発明の開示

本発明のインクジェット記録ヘッドは、インクを満たした圧力室に対し圧力発生手段により圧力変化を発生させ、吐出直前にメニスカスをノズルの奥に引き込ませる動作を付加することでメニスカス形状を凹とした後に圧力室のノズルからインク滴を吐出させるインクジェット記録ヘッドであって、装置使用温度範囲内

におけるインクの粘度を $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上としたものである。

また、本発明は、装置使用温度範囲内におけるインクの粘度を $6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下としたものである。

また、本発明は、環境温度を検出する温度検出部を備え、温度検出部により検出された環境温度の変化に応じ、圧力発生手段を構成する駆動電圧制御部の駆動電圧を補正するとともに、装置使用温度範囲内におけるインクの粘度を $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下としたものである。

また、本発明は、インク滴の最小総滴径を $25 \mu\text{m}$ 以下としたものである。

また、本発明は、ノズルの径を $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内にしたものである。

また、本発明は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧を環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて補正するものである。

また、本発明は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧と、インクを吐出させるための駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて補正するものである。

また、本発明は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧と、インクを吐出させるための駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて同じ倍率で補正するものである。

また、本発明は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧が駆動波形のオフセット電圧を越えないようにしたものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、インクを満たした圧力室に圧力発生手段により圧力変化を発生させ、吐出直前にメニスカスをノズル奥に引き込ませる動作を付加することでメニスカス形状を凹とした後に圧力室のノズルからインク滴を吐出させて印刷を行うインクジェット記録装置であって、装置使用温度範囲内におけるインクの粘度を $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上としたものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、装置使用温度範囲内におけるインクの粘度を $6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下としたものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、環境温度を検知する温度検出部を備え、温度検出部により検出された環境温度の変化に応じ、圧力発生手段を構成する駆動電圧制御部の駆動電圧を補正するとともに、装置使用温度範囲内にお

るインクの粘度を $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下としたものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧を、環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて補正するものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧と、インクを吐出させるための駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて補正するものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧と、インクを吐出させるための駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化によるインクの粘度変化に応じて同じ倍率で補正するものである。

また、本発明のインクジェット記録装置は、インクのメニスカス形状を凹にするための駆動電圧制御部の駆動電圧が駆動波形のオフセット電圧を越えないようにしたものである。

4. 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るインクジェット記録装置の断面を模式的に示す図である。

図2は、インクジェット記録装置を構成するインクジェット記録ヘッドの第1の実施の形態を示すブロック図である。

図3は、第1の実施の形態の記録ヘッドの駆動波形電圧を示す図である。

図4は、インク粘度を変化させたときの吐出インク滴の総滴径の変化を示す図である。

図5は、インク粘度を変化させたときの吐出インク滴の滴速の変化を示す図である。

図6は、インクジェット記録装置を構成するインクジェット記録ヘッドの第2の実施の形態を示すブロック図である。

図7は、第2の実施の形態の記録ヘッドの駆動波形電圧を示す図である。

図8は、第2の実施の形態の記録ヘッドの駆動波形電圧補正方法を示す図である。

。

図 9 は、インク粘度に対する駆動波形電圧補正率を示す図である。

図 10 は、駆動波形電圧補正後の吐出インク滴の総滴径の変化を示す図である。

図 11 は、駆動波形電圧補正後の吐出インク滴の滴速の変化を示す図である。

図 12 は、駆動波形電圧補正後のインク粘度が大きいときの吐出インク滴の総滴径の変化を示す図である。

図 13 は、インク温度に対するインク粘度の変化を示す図である。

図 14 A、図 14 B、図 14 C は、メニスカス制御による吐出過程を示す図である。

5. 発明を実施するための最良の形態

以下図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は本発明のインクジェット記録装置の第 1 の実施の形態の構成を示す断面図である。インクジェット記録装置はプリンタ、プロッタ、複写機、ファクシミリ装置等として使用される。図 1 に示すインクジェット記録装置はプリンタの例であり、用紙ホッパ 1、インクジェット記録ヘッド 3、用紙スタッカ 4、制御部 5、インタフェース部 6 を含む。

インクジェット記録ヘッド 3 は図示しないキャリアに取り付けられて、用紙 2 の搬送方向と直角方向に走査を行う。用紙ホッパ 1 から供給された用紙 2 は、インクジェット記録ヘッド 3 で所望の文字や画像が印刷され、用紙スタッカ 4 に排出される。制御部 5 は、これらの制御を行う。インタフェース部 6 は、パーソナルコンピュータ等の上位装置に接続され、上位装置からの信号を受ける。

インクジェット記録装置がファクシミリ装置であれば、インタフェース部 6 は通信回線に接続される。また送信する画像を入力するためのスキャナを備える。

インクジェット記録装置が複写機であれば、複写する画像を入力するためのスキャナを備える。インタフェース部 6 はなくてもよい。

図 2 はインクジェット記録ヘッド 3 の構成を示すブロック図である。インクタンク 11 に蓄えられたインクは、供給路 12 から供給口 13 を通って圧力室 14 に満たされる。ピエゾアクチュエータ 15 は、駆動電圧制御部 16 から電圧を加

えられて振動板 17 を振動させる。振動板 17 が振動すると圧力室 14 の体積が変化して、圧力室 14 内のインクがノズル 18 から用紙 2 に向かって吐出する。

実際の印刷で高い画品質を得るためには、ノズルから吐出するインク滴の径を小さくする必要がある。そこで発明者らは、吐出インク滴の径を変えながら記録実験を行い、約 50 人に対して画品質に関する主観評価を行った。この結果、粒状感が最も顕著に感じられるハイライト（低濃度）部においてもザラツキが目立たない滑らかな画品質にするためには、吐出インク滴の総滴径を $25\ \mu\text{m}$ 以下に抑える必要があるとの結論を得た。これは、人間の目が粒状感を感じないようになるポイントが吐出インク滴の総滴径で $25\ \mu\text{m}$ 付近にあるということを表しており、インクジェット記録ヘッドもしくはインクジェット記録装置を設計する際の指標の一つになるといえる。なお、本明細書において、吐出インク滴の総滴径とは、主滴とサテライト（主滴の周囲に発生する微小粒子）を合わせた体積を球であると見なしたときの換算径を示している。

ノズル径を小さくすれば、実現できる最小インク滴の総滴径も小さく抑えることができるが、インクの乾燥やゴミの混入などによるノズルの目詰まりが発生しやすくなり、インクジェット記録ヘッドの信頼性の点で問題となる。また、製造上の困難性が増すため、ノズル間の製造上のばらつきからインク滴の吐出速度や滴径（主滴径およびサテライト径）がノズル間もしくはインクジェット記録ヘッド間によってまちまちになる可能性及び割合が増大することになる。加えて、最大インク滴だけに注目してノズル径を小さくしていくと、所望の解像度に見合う最大インク滴が吐出困難になるという問題も発生する。従って、ノズル径には実用上の下限値が存在する。

なお、圧力室 14 にインクが満たされた状態での圧力室 14 内の圧力波の固有周期は $5\sim 30\ \mu\text{sec}$ の範囲とし、特に $5\sim 20\ \mu\text{sec}$ の範囲が望ましい。小さなインク滴を安定に吐出するためには上記の固有周期は短いことが望ましいが、固有周期を短くすると大きなインク滴を吐出することが困難になる。このため、圧力室 14 内の圧力波の固有周期を上記の範囲に定め、これにより小滴から大滴までバランス良く吐出できる。

また、振動板 17 は薄いほど駆動エネルギーの圧力への変換効率は良くなる。

しかし、振動板 17 を薄く製造することは困難であるため、その厚さは 10 ～ 50 μm の範囲とするのが望ましい。

さらに、ピエゾアクチュエータ 15 は、一定の厚さの圧電材料に内部電極を設けた層を 10 層程度積層したものをを用いる。なお、圧電材料の層の厚さは駆動電源から印加される駆動電圧に応じて定められ、駆動電圧 40 V 程度の場合には 1 層の厚さは 40 μm 程度が望ましい。

ところで、駆動波形に「引き」のプロセスを加えず、「押し」のプロセスのみで吐出を行った場合、実現できる最小インク滴の総滴径は、せいぜいノズル径と同等の大きさまでしか下げられない。そこで、ノズル径よりも径の小さなインク滴を吐出させるために、駆動波形に「引き」のプロセスを付加する必要性が出てくる。

図 3 はピエゾアクチュエータに入力される駆動波形電圧を示す図である。①の引き部でメニスカス形状を凹にし、所定のタイミングで②の押し部に示す吐出エネルギーを与えてインク滴を吐出させる。この「引き」と「押し」のプロセスを行うメニスカス制御により、ノズル径より小さい微小滴を吐出させることができる。

これにより、特にドット階調記録（滴径変調）を行う場合においては、より幅広い吐出インク滴径可変範囲を持たせることができるようになり、必要に応じて「引き」のプロセスを付加した駆動波形を併用することで、ノズル径よりも径の小さな微小滴からベタ印字の際にもドット間にすき間を生じさせない大滴までドット径を多段階に変調させ、幅広い濃度レンジを持つ階調記録が実現できるようになる。ただし、この「引き」のプロセスを付加した駆動においても、総滴径 25 μm 以下という最小インク滴設定上の制約を満足させるためには、用いるノズルの径に上限値が存在する。

そこで発明者らは、ノズルの径を 10 μm ～ 60 μm の間で変化させた記録ヘッドを製作し、インク滴の吐出実験を行った。そして、前述の製造上の信頼性及びそれに付随したインクジェット記録ヘッドの性能の安定性、さらに前述の最小インク滴径の制約という両面から検討を行った結果、両者を満足する適正なノズル径が 20 μm ～ 40 μm の範囲にあることが明らかになった。

このメニスカス制御においては、吐出直前のメニスカスのへこみ具合によって吐出特性（滴径および滴速）が変化する。従って、メニスカス制御を行った場合には、「引き」を用いない通常の吐出に比べ、諸々の変動要因に対して敏感になってしまう。また、インク滴吐出のための「押し」のプロセスを付加する前からメニスカスが振動しているため、同じノズルにおいても、前ドットの吐出履歴やクロストーク、使用環境などの影響でメニスカスのへこみ具合が定まりにくく、結果として吐出インク滴も変動を受けやすくなってしまう。

そこで発明者らは、このメニスカスのへこみ具合にとって大きな変動要因の一つと考えられるインク粘度変化に着目した。インク粘度は特に装置設置雰囲気内温度や装置内温度などの環境温度に対して大きく変動し、例えば図13のように、インク温度が5°Cから40°Cに上昇した場合、インク粘度は5.5 mPa・sから1.5 mPa・sへと減少する。

発明者らはまず、ノズル付近で発生している諸々の現象がインク粘度変化に対してどのような影響を受けるのかを調査した。インク粘度を下げていくと、それに伴いインクの流動性が高くなることで、徐々にメニスカス表面の挙動が不安定になっていくことが明らかになった。特にインク粘度が2 mPa・sを下回ると滴形成に及ぼす影響が顕著になり、主滴やサテライトの径や速度が不安定になるばかりか、正常に吐出できなかったサテライトがノズルプレートに付着し吐出不良を引き起こし、場合によっては吐出停止を招くという現象も見られた。加えて、このインク粘度2 mPa・s以下の範囲では、ノズルの細かな製造誤差を拾いやすくなることによって吐出インク滴の出来方のノズル間格差が許容できないほど広がってしまうことが確認された。また、インクがノズルの縁に残りやすくなることによるインク滴吐出方向の悪化や、インク滴吐出後のノズル内部への気泡巻き込みも顕著になることが明らかになった。

さらに発明者らは、インク粘度変化に対する吐出特性への影響についても調査を行った。図4はインク粘度を変化させたときの吐出インク滴の総滴径変化を示す図である。図5は同じくインク粘度を変化させたときの吐出インク滴の滴速変化を示す図である。図4、図5を参照すると、インク粘度の増加に伴って総滴径が減少すると共に、主滴速は減少しサテライト速は増加する。主滴速とサテライ

ト速の大きさが交差するポイントはインク粘度が $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ のところにあり、インク粘度がこの値以下になると、吐出した主滴とサテライトとが用紙に着弾するまでに合体することなく分離したままになるため、結果として画品質の低下を招いてしまうことになる。以上に述べた理由から、使用するインクの粘度には $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ という下限値を設ける必要がある。

一方、インク粘度が高くなると、前述のように総滴径や主滴速が減少し、色調のバランスが崩れたり、ドット列の直線性が低下することで、画品質の低下を招いてしまうことが前述の調査で明らかになっている。発明者らが別に行った吐出特性と着弾精度との関係に対する実験結果によると、微小滴吐出において十分な着弾精度を得るためには、主滴速は最低でも 4 m/s が必要となることが分かっており、これに加え均一なドット径を得て画品質を維持するためにも、図5に示されるように、使用するインク粘度には $6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ という上限を設ける必要がある。

以上により、装置使用温度範囲内におけるインク粘度を $2 \sim 6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定することにより、総滴径 $25 \mu\text{m}$ 以下のような微小滴でも安定に吐出できるようになることが分かった。

ここでインク粘度を調整する方法として、一般にインクに粘度調整剤を添加することが行われている。粘度調整剤としては多価アルコール系化合物がよく用いられ、なかでもポリエチレングリコール（分子量 $200 \sim 800$ ）は、粘度以外の物性（表面張力、密度、 pH など）に影響を及ぼさずに粘度だけを任意に調整できるため、粘度調整剤として非常に有効である。粘度調整剤の添加量はインクの溶媒や他の添加物によって変わるが、一般にはインクの量に対し $0.1 \sim 10\%$ 程度の量が添加される。

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態では、第1の実施の形態と比較して、インクジェット記録ヘッドの構成と駆動電圧制御方式が異なる。

図6は第2の実施の形態のインクジェット記録ヘッドの構成を示すブロック図である。図2で説明した第1の実施の形態のインクジェット記録ヘッドの構成に加えて、環境温度を検知する温度検出部19を備える。

図7はピエゾアクチュエータに入力する駆動波形電圧を示す図である。吐出動作時以外にはピエゾアクチュエータにオフセット電圧 V_0 を加えておく。「引き」の電圧を V_1 、「押し」の電圧を V_2 とする。 $t_1 \sim t_6$ は時間を示す。なお V_0 の値に加え V_1 の値を大きく設定した場合、駆動波形電圧が正から負へと移行する部分が生じることになる。このような条件でピエゾアクチュエータを駆動すると、ピエゾアクチュエータの分極状態が反転し、その後の駆動においてピエゾアクチュエータの変位が著しく低下する現象が発生することがある。また、正と負の両方の電圧が必要になることでインクジェット記録ヘッドを駆動する電源のコストが増加してしまうという問題も生じる。従って、 V_1 の値が V_0 の値を越えないように設定するのが望ましい。

ここで、インク粘度 $3.5 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ において、 $V_0 = 10 \text{ V}$ 、 $V_1 = 6 \text{ V}$ 、 $V_2 = 8 \text{ V}$ 、 $t_1 = 3 \mu\text{s}$ 、 $t_2 = 5 \mu\text{s}$ 、 $t_3 = 2 \mu\text{s}$ 、 $t_4 = 2 \mu\text{s}$ 、 $t_5 = 2 \mu\text{s}$ 、 $t_6 = 2 \mu\text{s}$ 、とすることにより、第1の実施の形態と比べ更に小さい総滴径 $20 \mu\text{m}$ 以下の微小滴を安定に吐出でき、更に高い画品質が得られた。

第1の実施の形態において図4と図5を用いて説明したように、環境温度変化に伴ってインク粘度が変化すると吐出特性が変化する。この変化を抑制するために、温度検出部19により検知された環境温度の変化に応じて、図8に示すように駆動電圧 V_1 と V_2 を同時に拡大または縮小することにより補正を行った。発明者らの実験において、主滴速が一定となるような補正率を求めた結果、インク粘度変化に対して図9に示すような補正率が得られた。また、図9に示した補正率カーブに従って V_1 、 V_2 とも同じ倍率で補正を行ったところ、総滴径は図10に示すようにほぼ一定またはそれ以下、主滴速は図11に示すように一定となるような吐出特性が得られた。

なお、インク粘度変化に対して主滴速とサテライト速との大小関係が逆転するポイントは、図5と図11の比較で明らかなように、駆動波形電圧補正後も変わらずインク粘度 $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ のところにあったことが分かった。これにより、駆動波形電圧補正後においても、使用するインク粘度の下限値は $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ であるといえる。

一方、インク粘度が高い部分についても調査を行ったところ、主滴速が一定と

なるように補正率を変えながらインク粘度を上げていった場合、図12に示すように総滴径はわずかに減少する傾向にあることが分かった。これは、インク粘度の上昇に伴い、メニスカス中央部の曲率が増加することで、より細いインク液柱が生成されるようになるためであると考えられる。

その後、さらにインク粘度を高めていくと、インク粘度が $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ のポイントで総滴径が不連続に増加し、それ以降のインク粘度においては、インク粘度が高まるにつれて総滴径も増加していくという現象が見られた。これは、インク粘度の増加に伴う補正率の増加、すなわち駆動波形電圧の増加により、第2サテライトがノズルから吐出するのに十分なエネルギーを得てしまうことによるものである。この第2サテライトは、主に圧力波の反動によって引き起こされるものであり、主滴や第1サテライトに比べ滴速が非常に遅く、かつ滴径が大きいため、第2サテライトが発生すると画品質を大きく低下させてしまうことになる。従って、使用するインク粘度には $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ が上限となる。

以上により、駆動波形電圧に補正を行う場合には、装置使用温度範囲内におけるインク粘度を $2 \sim 15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定することにより、総滴径 $25 \mu\text{m}$ 以下のような微小滴でも主滴速一定、総滴径一定またはそれ以下で安定に吐出できるようになることが分かった。

6. 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明に係るインクジェット記録ヘッド及びインクジェット記録装置は、装置使用温度範囲内におけるインク粘度を $2 \sim 6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定することにより、また環境温度に応じて駆動波形電圧を補正する場合には装置使用温度範囲内のインク粘度を $2 \sim 15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内に設定することにより、総滴径 $25 \mu\text{m}$ 以下の微小滴を安定に吐出させることができる。このため、高品質の印刷出力を得ることができ、本発明をプリンタ、プロッタ、複写機、ファクシミリ装置等に適用すればこれらの装置により高品質の画像や文字の印刷が可能になる。

請求の範囲

(1) ノズルを備えるとともにインクを満たした圧力室と、

前記圧力室に対し圧力変化を発生させインク滴を前記ノズルから吐出させる圧力発生手段と

を備え、

前記圧力発生手段は、前記インク滴の前記ノズルからの吐出に先立ちノズル口のインク液面を示すメニスカスをノズル奥に引き込ませるように制御して前記メニスカスの形状を凹とした後、前記ノズルからインク滴を吐出させ、

かつ装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(2) 請求項 1 において、

装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(3) 請求項 1 において、

前記圧力発生手段は、

駆動電圧を発生する駆動電圧制御部と、

前記前記圧力室に接合し振動に基づきこの圧力室の体積を変化させる振動板と

前記駆動電圧が印加されると前記振動板を振動させるアクチュエータと

を含むことを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(4) 請求項 3 において、

環境温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部により検出された環境温度の変化に応じて前記駆動電圧制御部の駆動電圧を補正する手段と

を備えるとともに、

装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(5) 請求項 1 において、

前記インク滴の最小総滴径は、 $25 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするインクジ

ジェット記録ヘッド。

(6) 請求項 1 において、

前記ノズルの径は、 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内であることを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(7) 請求項 4 において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧を環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて補正することを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(8) 請求項 4 において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧と、前記インクを吐出させるための前記駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて補正することを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(9) 請求項 4 において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧と、前記インクを吐出させるための前記駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて同じ倍率で補正することを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(10) 請求項 4 において、

前記インクのメニスカス形状を凹形するための前記駆動電圧制御部の駆動電圧は、駆動波形のオフセット電圧を越えないことを特徴とするインクジェット記録ヘッド。

(11) ノズルを有するとともにインクを満たした圧力室と、前記圧力室に対し圧力変化を発生させインク滴を前記ノズルから吐出させる圧力発生手段とからなり、前記圧力発生手段は、前記インク滴の前記ノズルからの吐出に先立ちノズル口のインク液面を示すメニスカスをノズル奥に引き込ませるように制御して前記メニスカスの形状を凹とした後、前記ノズルからインク滴を吐出させて印刷を行うようにしたインクジェット記録ヘッドを備え、

装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上であるこ

とを特徴とするインクジェット記録装置。

(12) 請求項11において、

装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $6 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とするインクジェット記録装置。

(13) 請求項11において、

前記圧力発生手段は、

駆動電圧を発生する駆動電圧制御部と、

前記前記圧力室に接合し振動に基づきこの圧力室の体積を変化させる振動板と

前記駆動電圧が印加されると前記振動板を振動させるアクチュエータと

を含むことを特徴とするインクジェット記録装置。

(14) 請求項13において、

環境温度を検出する温度検出部と、

前記温度検出部により検出された環境温度の変化に応じて前記駆動電圧制御部の駆動電圧を補正する手段と

を備えるとともに、

装置使用温度範囲内における前記インクの粘度は、 $15 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下であることを特徴とするインクジェット記録装置。

(15) 請求項11において、

前記インク滴の最小総滴径は、 $25 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とするインクジェット記録装置。

(16) 請求項11において、

前記ノズルの径は、 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲内であることを特徴とするインクジェット記録装置。

(17) 請求項14において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧を環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

(18) 請求項14において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧と、前記インクを吐出させるための前記駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

(19) 請求項14において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧と、前記インクを吐出させるための前記駆動電圧制御部の駆動電圧とを環境温度変化による前記インクの粘度変化に応じて同じ倍率で補正することを特徴とするインクジェット記録装置。

(20) 請求項14において、

前記インクのメニスカス形状を凹にするための前記駆動電圧制御部の駆動電圧は、駆動波形のオフセット電圧を越えないことを特徴とするインクジェット記録装置。

1 / 5

図 1

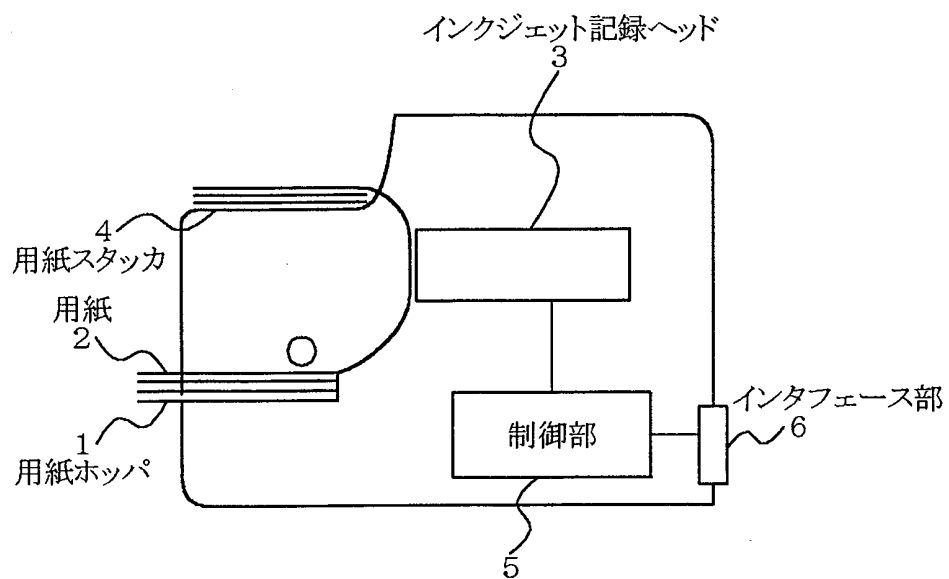


図 2

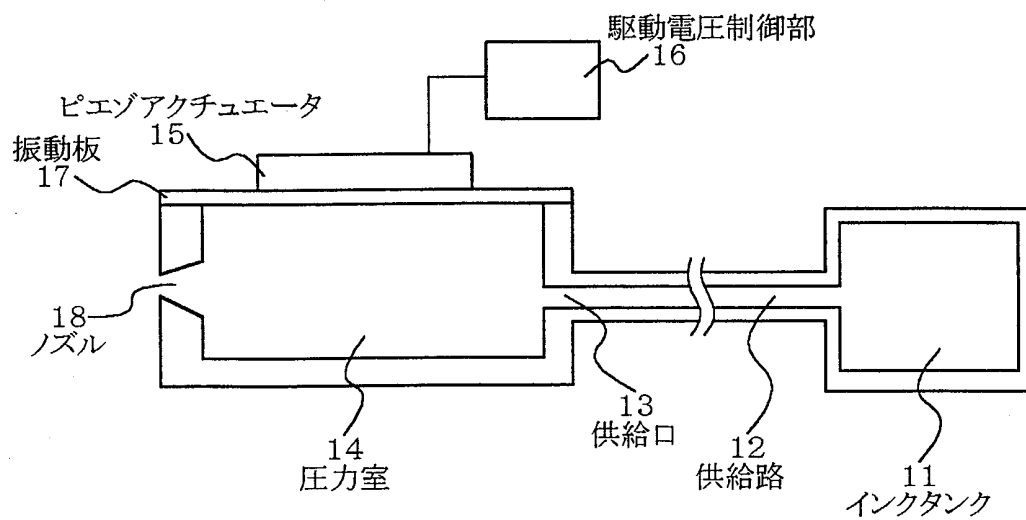


図 3

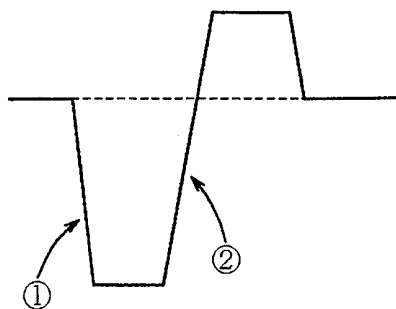
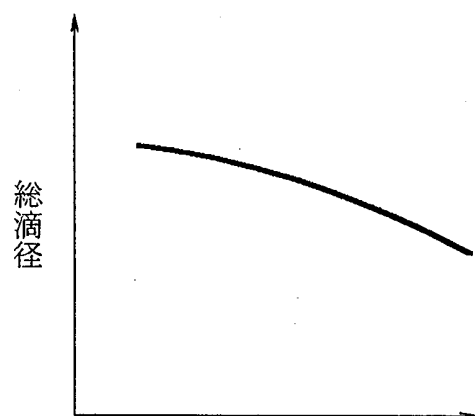
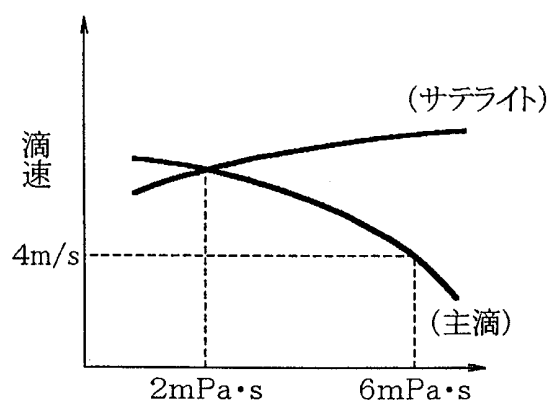


図 4



インク粘度

図 5



インク粘度

図 6

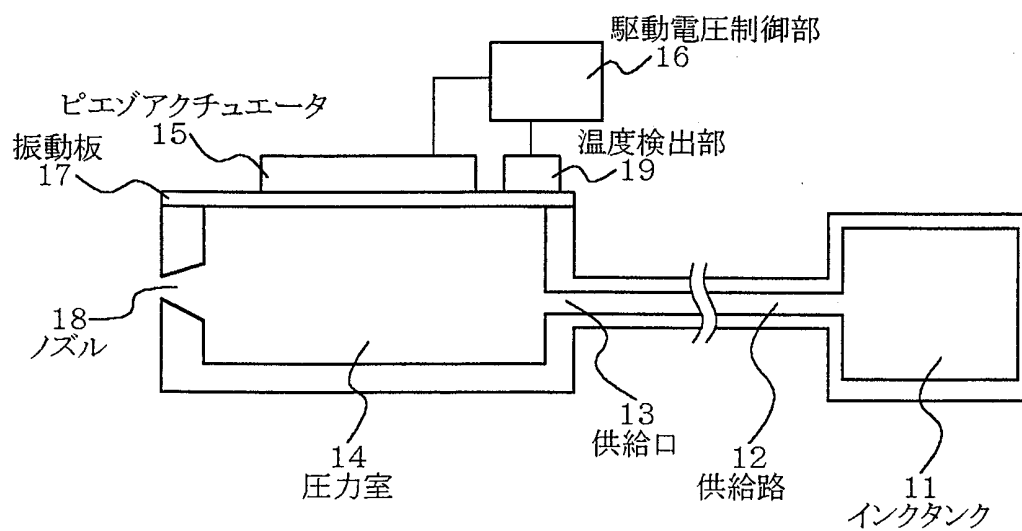


図 7

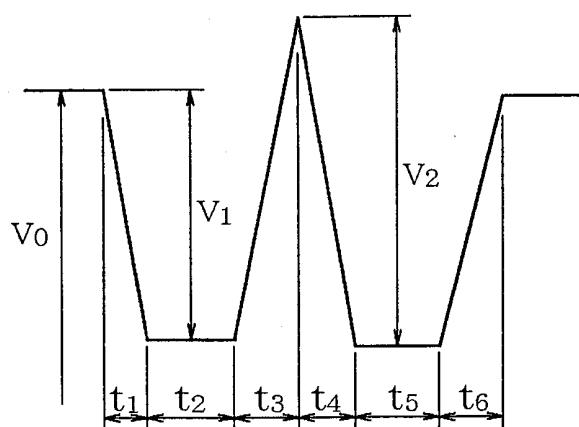


図 8

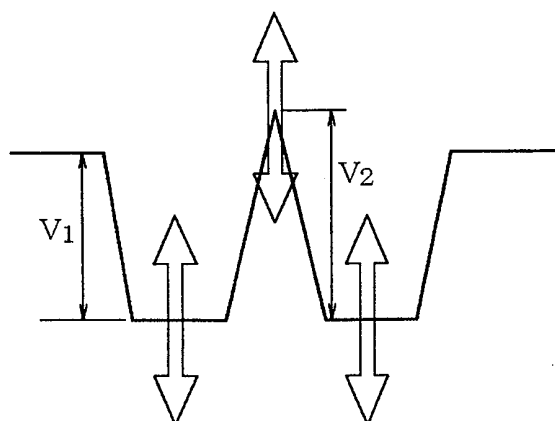


図 9

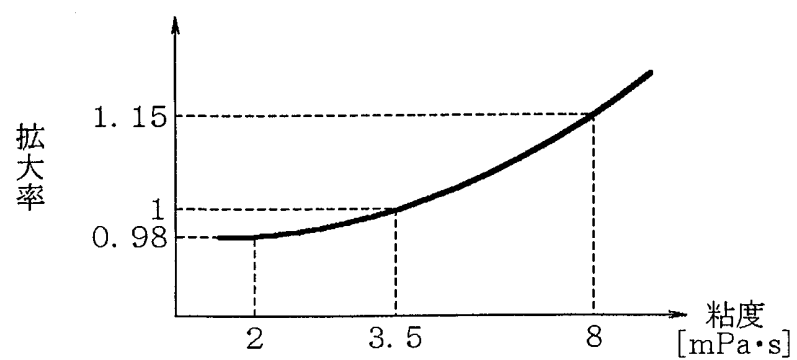


図 10

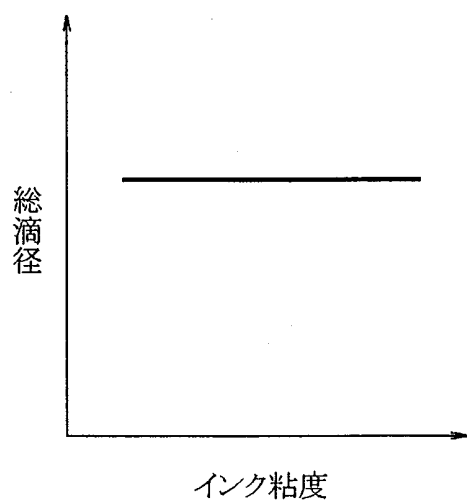
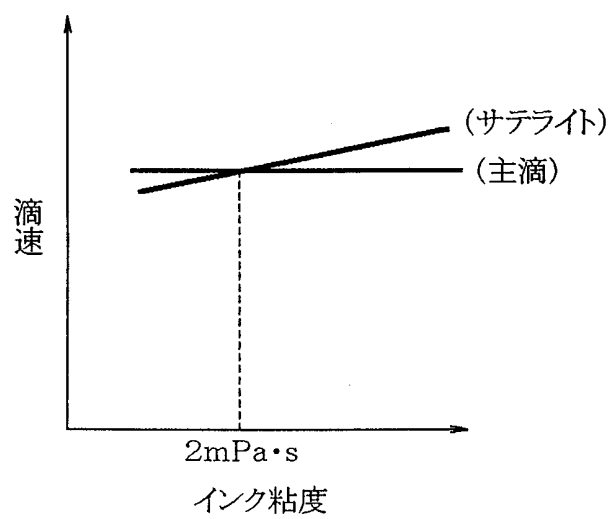


図 11



5 / 5

図 1 2

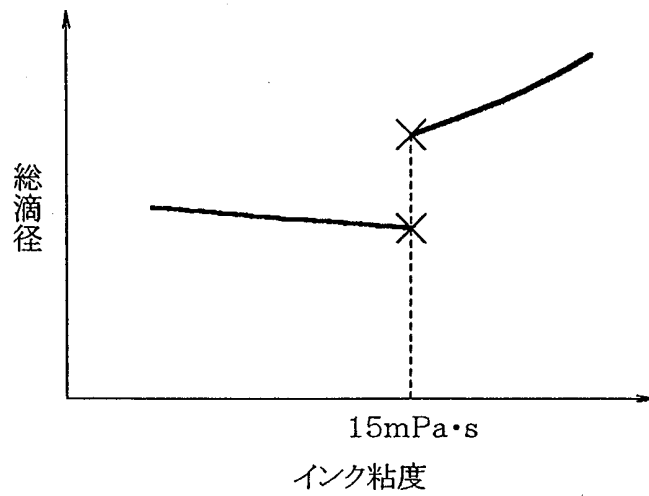


図 1 3

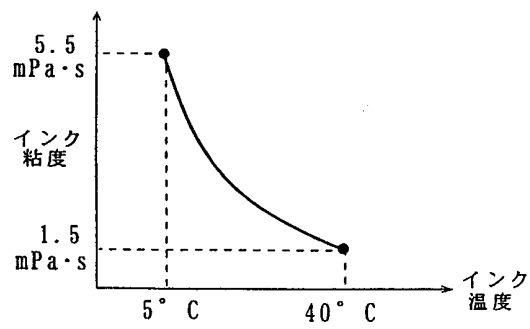


図 1 4 A

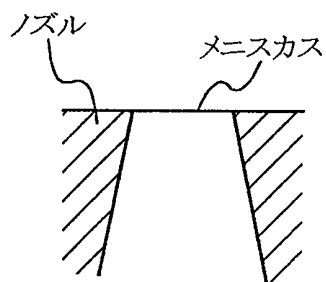


図 1 4 B

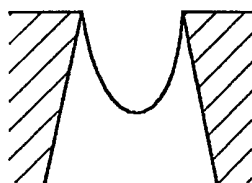


図 1 4 C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ B41J2/045

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)
Int.Cl⁶ B41J2/04-2/065Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, 385417, A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 5 September, 1990 (05. 09. 90), Full text ; all drawings & JP, 2-253960, A & DE, 69009229, C	1-20
Y	JP, 62-240555, A (Canon Inc.), 21 October, 1987 (21. 10. 87), Full text ; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19
Y	US, 4176361, A (Kawada et al.), 27 November, 1979 (27. 11. 79), Full text ; all drawings & JP, 51-137506, A & DE, 2622352, A & GB, 1551324, A & CA, 1084653, A	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19
Y	JP, 9-201962, A (Brother Industries, Ltd.), 5 August, 1997 (05. 08. 97), Full text ; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
7 October, 1999 (07. 10. 99)Date of mailing of the international search report
19 October, 1999 (19. 10. 99)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03994

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 62-35849, A (Canon Inc.), 16 February, 1987 (16. 02. 87), Full text ; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19
Y	EP, 250271, A (CANON KABUSHIKI KAISHA), 23 December, 1987 (23. 12. 87), Full text ; all drawings & JP, 63-1580, A & US, 4952943, A & HK, 135093, A & SG, 127593, A	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19
Y	JP, 9-169111, A (Brother Industries, Ltd.), 30 June, 1997 (30. 06. 97), Full text ; all drawings (Family: none)	1, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 18, 19
Y	JP, 63-71355, A (Fujitsu Ltd.), 31 March, 1988 (31. 03. 88), Full text ; all drawings	1, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 19
Y	EP, 787589, A (SEIKO EPSON CORP.), 6 August, 1997 (06. 08. 97), Full text ; all drawings & JP, 9-327909, A & US, 5933168, A	6, 16
Y	JP, 10-34914, A (Minolta Co., Ltd.), 10 February, 1998 (10. 02. 98), Full text ; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19
Y	JP, 2-192947, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 30 July, 1990 (30. 07. 90), Full text ; all drawings (Family: none)	10, 20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ B 41 J 2/045

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁶ B 41 J 2/04-2/065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1999年
日本国登録実用新案公報	1994-1999年
日本国実用新案登録公報	1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP, 385417, A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 05. 9月. 1990 (05. 09. 90) 全文, 全図 & JP, 2-253960, A & DE, 69009229, C	1-20
Y	JP, 62-240555, A (キャノン株式会社) 21. 10月. 1987 (21. 10. 87) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
07. 10. 99国際調査報告の発送日
19 October 1999 (19.10.99)

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
清水 康司



2 P 9011

電話番号 03-3581-1101 内線 3260

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US, 4 1 7 6 3 6 1, A (Kawada et al.) 27. 11月. 1979 (27. 11. 79) 全文, 全図 & JP, 51-137506, A & DE, 2622352, A & GB, 1551324, A & CA, 1084653, A	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19
Y	JP, 9-201962, A (ブラザー工業株式会社) 05. 8月. 1997 (05. 08. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19
Y	JP, 62-35849, A (キャノン株式会社) 16. 2月. 1987 (16. 02. 87) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19
Y	EP, 250271. A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23. 12月. 1987 (23. 12. 87) 全文, 全図 & JP, 63-1580, A & US, 4952943, A & HK, 135093, A & SG, 127593, A	1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19
Y	JP, 9-169111, A (ブラザー株式会社) 30. 6月. 1997 (30. 06. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 18, 19
Y	JP, 63-71355, A (富士通株式会社) 31. 3月. 1988 (31. 03. 88) 全文, 全図	1, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 19
Y	EP, 787589, A (SEIKO EPSON CORP.) 06. 8月. 1997 (06. 08. 97) 全文, 全図 & JP, 9-327909, A & US, 5933168, A	6, 16
Y	JP, 10-34914, A (ミノルタ株式会社) 10. 2月. 1998 (10. 02. 98) 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 1 6, 17, 18, 19
Y	JP, 2-192947, A (富士電機株式会社) 30. 7月. 1990 (30. 07. 90) 全文, 全図 (ファミリーなし)	10, 20