

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 9 日 (09.12.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/106729 A1

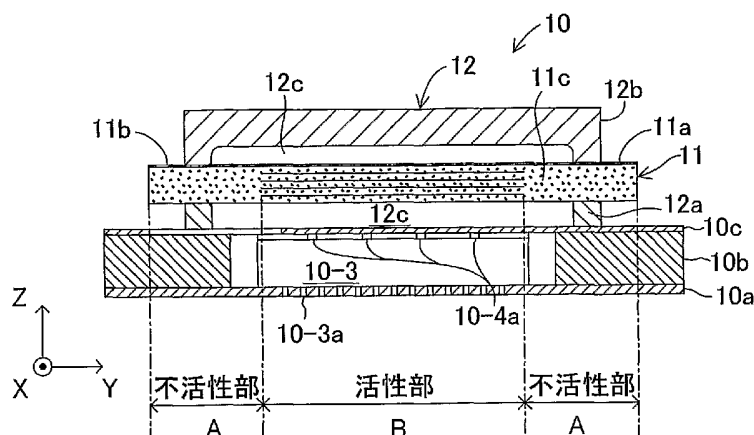
- (51) 国際特許分類: F02M 69/00, 51/06, B05B 17/06, B41J 2/045, 2/055, H01L 41/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007748
- (22) 国際出願日: 2004 年 5 月 28 日 (28.05.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-153318 2003 年 5 月 29 日 (29.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 Aichi (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大西 孝生 (OHNISHI, Takao) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 滑川 政彦 (NAMERIKAWA, Masahiko) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 廣田 寿一 (HIROTA, Toshikazu) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 (PROSPEC PATENT FIRM); 〒453-0801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目 1 番 1 8 号 名古屋 K S ビル 1 2 階 Aichi (JP).

/ 続葉有 /

(54) Title: LIQUID JETTING SYSTEM

(54) 発明の名称: 液体噴射装置



A...NON-ACTIVITY UNIT
B...ACTIVITY UNIT

(57) Abstract: A liquid jetting device (10) provided in a liquid jetting system comprises a chamber (10-3) to which a first liquid is introduced, a piezoelectric/electrostriction element (11), and a vibrating chamber (12) for holding the piezoelectric/electrostriction element (11). The piezoelectric/electrostriction element comprises an activity unit that is provided with a plurality of electrode layers and vibrates, and non-activity units that is not provided with electrode layers and does not vibrate. The activity unit is provided only at the almost center in the Y-axis direction of the piezoelectric/electrostriction element, with non-activity units provided at the opposite ends in the Y-axis direction. The vibrating chamber holds the piezoelectric/electrostriction element at the non-activity units at the opposite ends in the Y-direction of the piezoelectric/electrostriction element. Vibration caused by the deformation of the activity unit of the piezoelectric/electrostriction element is transmitted to a first liquid jetted from a liquid jetting hole (10-3a) via a second liquid in the vibrating chamber.

(57) 要約: 本発明による液体噴射装置が備える液体噴射デバイス10は、第1液体が導入されるチャンバー10-3と、圧電/電歪素子11と、圧電/電歪素子11を保持する加振用チャンバー12とを具備している。圧電/電歪素子は、複数の電極層を備えて振動する活性部と、電極層を備え

/ 続葉有 /



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

ずに振動しない不活性部とからなる。活性部は圧電/電歪素子のY軸方向略中央部にのみ設けられ、Y軸方向両端部は不活性部となっている。加振用チャンバーは圧電/電歪素子のY軸方向両端部の不活性部にて同圧電/電歪素子を保持する。圧電/電歪素子の活性部の変形による振動は加振用チャンバー内の第2液体を介して液体噴射孔10-3aから噴射される第1液体に伝達される。

明 細 書

液体噴射装置

技 術 分 野

本発明は、噴射する液体を微粒子化するように構成された液体噴射装置に関する。

背 景 技 術

従来から知られるこの種の液体噴射装置は、図18に記載したように、圧電素子301により容積が変更せしめられるとともに液体噴射孔302を備えたチャンバー303と、液体導入孔304と、液体供給通路305とを備えている。液体は、液体供給通路305内に供給され、次いで、液体導入孔304を介してチャンバー303内に導入される。そして、液体は、チャンバー303内において圧電素子301の作動により加圧され、液体噴射孔302から噴射される（例えば、特開2000-279796号公報（第2頁、第3頁、図2）参照。）。

しかしながら、従来の装置は、圧電／電歪素子301の発生する加圧力のみで液体を噴射しようとするため、液体を噴射する空間の温度及び圧力等が激しく変動する周囲環境下で使用された場合、液体を確実に微粒子化しながら噴射することが困難となる場合がある。またチャンバー303の上面を金属等により形成し圧電／電歪素子301を同金属に接着した場合、接着面が圧電／電歪素子301により頻繁に変形されることになるため、同圧電／電歪素子301が剥離する可能性もある。

発 明 の 開 示

従って、本発明の目的は、噴射される液滴を確実に微粒子化することができるとともに、接着部分が振動されることのない構造を採用することにより耐久性がより向上された液体噴射装置を提供することにある。

本発明による液体噴射装置は、第1液体を加圧するとともに同加圧された第1

液体を吐出部から吐出する加圧手段と、前記吐出部から吐出された第1液体が導入される液体導入空間を画定する壁と同壁に備えられた液体噴射孔とを有する液体噴射部と、圧電／電歪層と少なくとも一対の電極層とを含むとともに同一対の電極層により同圧電／電歪層に電界が付与される活性部と同圧電／電歪層に電界が付与されない不活性部とを有するように構成された圧電／電歪素子を同不活性部にて保持し、且つ、前記液体噴射部の壁の外面に固定されて同壁の外面とともに液体収容空間を画定する壁を備え、同液体収容空間内に同圧電／電歪素子の活性部と第2液体とを収容した加振用チャンバーと、を備え、前記圧電／電歪素子の活性部の変形による振動が前記第2液体を介して前記液体噴射孔から噴射される第1液体に伝達されるように構成されている。

なお、本明細書において、「液体噴射孔」は「壁に設けられた中空円筒状の貫通孔（即ち、流れの方向に断面積を変化させていない流路）」のみでなく、「第1液体のもつ圧力や熱のエネルギーを運動エネルギーに変換して流れを増速させる目的で、流れの方向に断面積を変化させた流路（即ち、ノズル）」をも含む用語として使用される。

これによれば、第1液体が液体噴射孔を介して噴射されるのに必要な圧力は加圧手段により発生され、第1液体が微粒子化するための振動は圧電／電歪素子により付与される。従って、上記液体噴射装置は、液体を噴射する空間の環境が激しく変化しても、第1液体の噴射及び微粒子化を確実に達成することができる。

また、圧電／電歪素子は、実質的に変形することのない不活性部において加振用チャンバーに保持されるので、その保持部が圧電／電歪素子により振動されることがない。更に、圧電／電歪素子の活性部に生じる振動は第2液体を介して第1液体に伝達されるので、従来の装置のように、圧電／電歪素子の接着面が振動されることはない。従って、この液体噴射装置は、圧電／電歪素子を長期に渡り確実に保持することができ、その耐久性が著しく向上する。

この場合、前記加圧手段の吐出部から前記液体噴射孔までの間であって前記液体噴射部に介装されるとともに、前記加圧手段から前記液体噴射孔に向けての前記第1液体の通流を停止及び許容する開閉弁を備えることが好適である。

これによれば、第1液体の噴射開始タイミング及び噴射終了タイミングを確実に

に制御することが可能となる。

この場合、圧電／電歪素子の一对の電極層の間に電位差を付与したとき、圧電／電歪層に電界が確実に付与されるようにするため、前記第2液体は非導電性（絶縁性）の液体であることが好適である。

また、電極層の間に付与される電位差による発火を防止するため、前記第2液体は不燃性の液体であることが望ましい。

さらに、前記加振用チャンバーの液体収容空間内に更に固体の粒子を収容することが好ましい。これによれば、圧電／電歪素子の活性部の振動に基づく圧力波の進行方向を固体の粒子によって分散することができるので、より大きな面積の壁面を均一な圧力で加振することが可能となる。その結果、液体噴射孔をより大きな面積を有する部分に配置できるので、均一に微粒子化された液滴を大量に噴射することが可能となる。

また、前記圧電／電歪素子は、前記加振用チャンバーの液体収容空間内に前記不活性部を有するとともに、同不活性部に連続した不活性部の両端において前記加振用チャンバーに保持されることが好適である。

これによれば、圧電／電歪素子の活性部の伸縮を不活性部によって同圧電／電歪素子の屈曲変形という形で発現させることができる。従って、電極層間に付与する電位差を小さくしても、十分な振動を第1液体に伝達することが可能となる。その結果、圧電／電歪素子の消費電力を低減することができる。

この場合、前記活性部が前記不活性部よりも前記液体噴射部の壁側に配置されることが好適である。

これによれば、大きな圧力変動を有する圧力波を前記液体噴射部の壁側に向けて発生させ易くなるので、圧電／電歪素子の消費電力をより一層低減することができる。

また、前記加振用チャンバーは前記液体収容空間内に発生する気体を外部に排出する気体排出部を備えることが好適である。

これによれば、第2液体中の溶存気体が同第2液体の圧力変動で気体となった場合に、同気体を加振用チャンバーの外部に排出することができる。従って、加振用チャンバー内において、圧電／電歪素子による振動が気体により吸収される

ととが回避される。

図面の簡単な説明

図 1 は、内燃機関に適用した本発明の第 1 実施形態に係る液体噴射装置の概略を示した図である。

図 2 は、図 1 に示した電磁開閉式吐出弁の正面図である。

図 3 は、図 1 に示した液体噴射デバイスの平面図である。

図 4 は、図 3 の 1 - 1 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図及び図 2 に示した電磁開閉式吐出弁の拡大正面図である。

図 5 は、図 3 の 2 - 2 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る液体噴射デバイスの断面図である。

図 7 は、本発明の第 3 実施形態に係る液体噴射デバイスの平面図である。

図 8 は、図 7 の 3 - 3 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 9 は、図 7 の 4 - 4 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 10 は、本発明の第 4 実施形態に係る液体噴射デバイスの平面図である。

図 11 は、図 10 の 5 - 5 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 12 は、図 10 の 6 - 6 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 13 は、本発明の第 5 実施形態に係る液体噴射デバイスの平面図である。

図 14 は、図 13 の 7 - 7 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 15 は、図 13 の 8 - 8 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断面図である。

図 16 A は本発明の第 6 実施形態に係る液体噴射デバイスの断面図であり、図 16 B は図 16 A の 9 - 9 線に沿った平面にて液体噴射デバイスを切断した断

面図である。

図 1 7 は、本発明の第 7 実施形態に係る液体噴射デバイスの断面図である。

図 1 8 は、従来の液体噴射装置の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明による液体噴射装置（液体噴霧装置、液体供給装置、液滴吐出装置）の各実施形態について図面を参照しながら説明する。

（第 1 実施形態）

本発明の第 1 実施形態に係る液体噴射装置は、図 1 の概略構成図に示したように、例えば、微粒子化された液体（燃料）を必要とする機械装置としての内燃機関に対する電子式燃料噴射制御装置（電子式液体噴射制御装置）として使用される。

この液体噴射装置は、アクチュエータとして機能する圧電／電歪素子を備えた液体噴射デバイス 1 0、加圧手段としての加圧ポンプ（燃料ポンプ）2 1、燃料供給管（液体供給管、燃料配管）2 2、プレッシャレギュレータ 2 3、電磁開閉式吐出弁（吐出弁、開閉弁）2 4、燃料タンク（液体貯蔵タンク）2 5 及び電気制御装置 4 0 を含んでいる。加圧ポンプ 2 1 及びプレッシャレギュレータ 2 3 は燃料供給管 2 2 に介装されている。係る液体噴射装置は、内燃機関の吸気管（又は吸気ポート）3 0 等により形成される燃料噴射空間（液体噴射空間）3 1 に、内燃機関の吸気弁 3 2 の背面に向けて、微粒子化された液体（液体燃料、例えばガソリン、以下、単に「燃料」又は「第 1 液体」と云うこともある。）を噴射するようになっている。

加圧ポンプ 2 1 は、燃料供給管 2 2 を介して燃料タンク 2 5 の底部に連通された導入部 2 1 a と、同燃料供給管 2 2 を介してプレッシャレギュレータ 2 3 に接続された吐出部 2 1 b とを備えている。加圧ポンプ 2 1 は、燃料タンク 2 5 内の燃料を導入部 2 1 a から導入して加圧するとともに、同加圧した燃料を吐出部 2 1 b から吐出するようになっている。加圧ポンプ 2 1 は、仮に液体噴射デバイス 1 0 の圧電／電歪素子が作動されていない場合であっても、燃料がプレッシャレギュレータ 2 3 と電磁開閉式吐出弁 2 4 と液体噴射デバイス 1 0 とを介して液体

噴射空間 3 1 に対し噴射され得る圧力以上の圧力（この圧力を「加圧ポンプ吐出圧」と云う。）にまで加圧するようになっている。

プレッシャレギュレータ 2 3 は、図示しない配管により吸気管 3 0 内の圧力が与えられている。プレッシャレギュレータ 2 3 は、この吸気管 3 0 内の圧力に基づいて加圧ポンプ 2 1 により加圧された燃料の圧力を減圧（又は、調圧）するようになっている。この結果、プレッシャレギュレータ 2 3 と電磁開閉式吐出弁 2 4 との間の液体供給管 2 2 内の燃料の圧力は、吸気管 3 0 内の圧力よりも所定（一定）圧力だけ高い圧力（この圧力を「調整圧」と云う。）となるように調整される。従って、電磁開閉式吐出弁 2 4 が所定時間だけ開弁されると、同所定時間に略比例した燃料量の燃料が吸気管 3 0 内の圧力に拘らず同吸気管 3 0 内に噴射される。

電磁開閉式吐出弁 2 4 は、従来から内燃機関の電子式燃料噴射制御装置に広く採用されている周知のフューエルインジェクタ（電磁噴射弁）である。図 2 は、この電磁開閉式吐出弁 2 4 の正面図であって、その先端側部位を同電磁開閉式吐出弁 2 4 の中心線を含む平面にて切断した断面により示している。

電磁開閉式吐出弁 2 4 は、液体供給管 2 2 が接続されてプレッシャレギュレータ 2 3 に連通した液体導入口 2 4 a と、同液体導入口 2 4 a に連通した液体通路 2 4 b を形成する外筒部 2 4 c と、電磁式開閉弁として作動する開閉弁（ニードル弁）2 4 d と、外筒部 2 4 c の先端に形成されるとともに開閉弁 2 4 d の先端により開閉される吐出孔 2 4 e と、開閉弁 2 4 d を駆動する図示しない電磁機構とを備えている。電磁開閉式吐出弁 2 4 の液体通路 2 4 b は吐出孔 2 4 e を介して液体噴射デバイス 1 0 に接続されている。これにより、電磁開閉式吐出弁 2 4 は、液体通路 2 4 b（吐出孔 2 4 e）が開閉弁 2 4 d により開放されたとき、プレッシャレギュレータ 2 3 を介して加圧ポンプ 2 1 から供給される加圧された燃料を同液体通路 2 4 b 及び吐出孔 2 4 e を介して液体噴射デバイス 1 0 に供給するようになっている。

液体噴射デバイス 1 0 は、燃料噴射空間 3 1 に噴射する液体（吸気弁 3 2 の背面に向けて噴射する燃料）を微粒子化するために少なくともその壁面に圧電／電歪素子を形成したチャンバーと、その圧電／電歪素子が形成された壁と異なる壁

に形成された液体噴射孔（液体噴射用ノズル）とを備えた噴射デバイスであり、図3～図5に詳細に示されている。

液体噴射デバイス10は、各辺が互いに直交するX、Y及びZ軸に対して平行に延びる略直方体形状を有している。液体噴射デバイス10の基体部（以下、「液体噴射部」とも称呼する。）は、図4及び図5に示したように、順に積層されて互いに接合された複数の金属の薄板（以下、「金属板」と云う。）10a～10cからなっている。金属板10a～10cの材質は、この例においてはステンレス（SUS304又はSUS316）である。金属板10cは後述する加振用チャンバー12に支持された圧電／電歪素子11によって発生される振動を伝達する振動伝達板として機能する。なお、後述する他の実施形態に係る金属板の材質も金属板10a～10cと同様である。

液体噴射デバイス10は、液体導入口10-1と、液体供給通路10-2と、チャンバー10-3と、液体供給通路10-2とチャンバー10-3とを連通する液体導入通路部10-4と、圧電／電歪素子11と、金属板10cの上に固定されるとともに圧電／電歪素子11を保持する加振用チャンバー12とを備えている。

液体導入口10-1は、金属板10cに形成された円形の貫通穴である。液体導入口10-1は、金属板10cのY軸方向中央であってX軸負方向端部近傍に設けられている。液体導入口10-1には、図4に示したように、電磁開閉式吐出弁24の吐出孔24eがスリーブ25により液密に接続されている。

液体供給通路10-2は、金属板10aの上面と、金属板10bに設けられた貫通穴を形成する側壁面と、金属板10cの下面とにより画定された空間である。液体供給通路10-2の平面形状（Z軸正方向から見た形状）は、図3に示したように、液体導入口10-1の円弧と一致する頂部Pと、同頂部PからX軸正方向に所定距離だけ隔てた位置においてY軸に沿った底辺Tを有する略二等辺三角形である。底辺Tの長さはWである。

チャンバー10-3は、金属板10aの上面と、液体供給通路10-2に対してX軸正方向に所定距離隔てた位置において金属板10bに設けられた貫通穴を形成する側壁面と、金属板10cの下面とにより画定された空間である。チャン

バー 10-3 の平面形状は、図 3 に示したように、Y 軸及び X 軸にそれぞれ沿う長辺 LH 及び短辺 SH を有する略長方形である。長辺 LH の長さは、液体供給通路 10-2 の底辺 T の長さ W より僅かだけ長くなっている。一対の短辺 SH の位置は、底辺 T の両端部より Y 軸方向の外側（Y 軸正方向外側及び Y 軸負方向外側）に位置している。

チャンバー 10-3 を構成している一つの壁（下壁）である金属板 10a には、複数（この例では、全部で $15 \times 8 = 90$ 個）の貫通孔が液体噴射孔（液体噴射用ノズル）10-3a として形成されている。各液体噴射孔 10-3a は、Z 軸方向に軸を有する底面の直径が d である円筒状の空間である。従って、金属板 10a の下面には、直径 d の円形の噴射口が複数個形成されている。複数の液体噴射孔 10-3a は正方格子状に配列されている。

即ち、複数の液体噴射孔 10-3a の各中心点は、一定の距離を隔てて配列された複数の X 軸に平行な線と、同じ一定の距離を隔てて配列された複数の Y 軸に平行な線との交点に一致している。なお、本明細書においては、「液体噴射孔」は「液体噴射孔 10-3a のようにチャンバー 10-3 を構成する壁に設けられた中空円筒状の液体噴射用貫通孔（即ち、流れの方向に断面積を変化させていない流路）」のみでなく、「第 2 液体のもつ圧力や熱のエネルギーを運動エネルギーに変換して流れを増速させる目的で、流れの方向（この場合、Z 軸負方向）に断面積を変化（減少）させた液体噴射用の流路」をも含む用語として使用される。

液体導入通路部 10-4 は、金属板 10b の X 軸方向略中央部の上面及びこの上面の Y 軸方向両端部から立設した側壁面と、金属板 10c の下面とにより画定され、薄板状の中空空間（即ち、スリット）を構成する空間である。このスリットは、液体導入通路とも呼ばれる。金属板 10b の X 軸方向略中央部の上面の Z 軸方向の高さは、金属板 10b の X 軸方向両端部の Z 軸方向の高さより t だけ低くなっている。従って、上記スリットの Z 軸方向長さ（スリットの巾）は t である。

液体導入通路部 10-4 のスリットの平面形状は、図 3 に示したように、Y 軸及び X 軸にそれぞれ沿う長辺 LI と短辺 SI を有する略長方形である。長辺 LI

は液体供給通路 10-2 の底辺 T と同じ長さ W である。一方の長辺 L I は液体供給通路 10-2 の底辺 T と一致している。従って、一对の短辺 S I の始点は、底辺 T の両端部と一致している。

このように、液体導入通路部 10-4 のスリットは平面視において短辺 S I と長辺 L I の長方形をなしている。この長方形の対向する一对の短辺 S I, S I は液体の通流方向 (X 軸方向) と平行である。複数の液体噴射孔 10-3 a は、平面視において、一对の短辺 S I, S I を仮想的に X 軸正方向に延長した直線で規定される領域の内側のみに配設されている。

従って、液体は各液体噴射孔 10-3 a に対してほぼ同じ圧力を有しながら到達することができ、各液体噴射孔 10-3 a 内における流速が互いに略等しくなる。この結果、各液体噴射孔 10-3 a からの液体噴射速度が互いに略同一となるから、各液体噴射孔 10-3 a から噴射される液滴の粒径を略均一にすることが可能となる。

図 3 に示したように、液体導入通路部 10-4 には、複数の支持部 (棧部) 10-4 a が設けられている。各支持部 10-4 a は、金属板 10 b の X 軸方向略中央部上面において X 軸方向に延びている。複数の支持部 10-4 a は Y 軸方向に沿う所定の距離毎に配置される。各支持部 10-4 a は、金属板 10 b の X 軸方向略中央部上面から金属板 10 c の下面に到っている。

この支持部 10-4 a により、液体導入通路部 10-4 のスリットが複数 (ここでは 5 個) の独立したスリットに分割されている。この複数のスリットは互いに同一形状を備える。各スリットを Y-Z 平面に沿った平面にて切断した断面は Z 軸方向及び Y 軸方向に短辺及び長辺をそれぞれ有する長方形状となっている。

アクチュエータとしての圧電/電歪素子 11 は、X, Y 及び Z 軸に対して平行に延びる略直方体形状を有している。圧電/電歪素子 11 の X 軸方向長さは、チャンバー 10-3 の X 軸方向長さより僅かに短い。圧電/電歪素子 11 の Y 軸方向長さは、チャンバー 10-3 の Y 軸方向長さより長く、且つ、金属板 10 a ~ 10 c の Y 軸方向長さより短い。

圧電/電歪素子 11 は、一对の電極 11 a, 11 b 及び圧電/電歪層 11 c からなっている。一对の電極 11 a, 11 b は、それぞれの共通電極から X-Y 平

面に平行に平面的に広がった複数の櫛歯状電極（電極層）を備えている。電極 1 1 a の複数の櫛歯状電極と電極 1 1 b の複数の櫛歯状電極とは交互に対向している。対向する櫛歯状電極間のそれぞれには、圧電／電歪層 1 1 c が存在している。

図 5 に示したように、一对の電極 1 1 a, 1 1 b の櫛歯状電極は、圧電／電歪層 1 1 c の Y 軸方向略中央部であってチャンバー 1 0 - 3 の上方にのみ設けられ、圧電／電歪層 1 1 c の Y 軸方向両端部には設けられていない。圧電／電歪層 1 1 c の櫛歯状電極が形成されている部分は、これらの電極により電界が付与される活性部を形成している。また、圧電／電歪層 1 1 c の櫛歯状電極が形成されていない部分は、圧電／電歪層 1 1 c に電界が付与されない不活性部を形成している。

即ち、圧電／電歪素子 1 1 は、層状の圧電／電歪素子と層状の電極とを交互に多層にわたり積層することで形成された「横効果タイプの積層ピエゾアクチュエータ」であり、一对の電極 1 1 a, 1 1 b に周期的に電圧が変化する駆動電圧が付与されたとき、その活性部に周期的に変化する電界が加わり、その活性部のみが Y 軸方向に縮み Z 軸方向に延びて（伸縮して）振動するようになっている。

加振用チャンバー 1 2 は、X, Y 及び Z 軸に対して平行に延びる各辺を備えた略直方体形状を有していて、平面視においてチャンバー 1 0 - 3 よりも僅かだけ大きくなっている。加振用チャンバー 1 2 は、絶縁性の樹脂（例えば、アクリル系樹脂、peek 系樹脂、又はポリカーボネイト系樹脂等）からなる固定部 1 2 a 及び蓋部 1 2 b を備えている。

固定部 1 2 a は、上面及び下面が開放された中空の角柱状枠体であって、金属板 1 0 c の上に接着により固定されている。固定部 1 2 a の側壁（Z-X 平面に平行な壁）の上側には切り込み部が形成されている。蓋部 1 2 b は、上面が閉塞され下面が開放された中空の角柱状蓋体であって、側壁（Z-X 平面に平行な壁）の下側には切り込み部が形成されている。

加振用チャンバー 1 2 は、固定部 1 2 a の切り込み部と蓋部 1 2 b の切り込み部との間に、圧電／電歪素子 1 1 の不活性部である圧電／電歪素子 1 1 の Y 軸方向両端部を挟み込み、圧電／電歪素子 1 1 を保持するようになっている。固定部

12a、圧電／電歪素子11及び蓋部12bは、互いに接着性ゴム等により固着されている。この結果、加振用チャンバー12は、金属板10cとともに、その内部に圧電／電歪素子11の活性部を備えた密閉空間12cを形成するようになっている。

加振用チャンバー12の密閉空間12cには、液体が収容されている。この液体を便宜上「第2液体」と称呼する。第2液体は非導電性で、且つ、不燃性の液体である。この第2液体は、圧電／電歪素子11の伸縮に伴う振動を、粗密波（縦波）として金属板10c等に伝達する。

なお、加振用チャンバー12は、例えばSUS或いはアルミニウム合金等の金属を絶縁膜で被覆した材質により構成してもよい。また、固定部12a、圧電／電歪素子11及び蓋部12bを互いに絶縁性の接着性ゴムにより接着したり、或いは、固定部12a及び蓋部12bと圧電／電歪素子11との間にゴム等の絶縁性部材を介在させるように構成すれば、加振用チャンバー12自体を絶縁膜を有さない金属のみで構成することもできる。

図1に示した電気制御装置40は、マイクロコンピュータを含む回路であり、エンジン回転速度センサ41及び吸気管圧力センサ42等のセンサと接続されている。電気制御装置40は、これらのセンサからエンジン回転速度 N や吸気管圧力 P を入力して内燃機関に必要な燃料量及び噴射開始タイミングを決定するとともに、同決定した燃料量及び噴射開始タイミングに応じて電磁開閉式吐出弁24の電磁機構に吐出弁駆動信号 INJ を供給するようになっている。

また、電気制御装置40は、少なくとも吐出弁駆動信号 INJ が供給及び供給停止されることによりチャンバー10-3内の液体の圧力が上昇及び下降している期間、圧電／電歪素子11の電極11a及び11b間に駆動周波数 f で0（V）と V_{max} （V）との間を変化する圧電素子駆動電圧信号 DV を送出するようになっている。

以上の構成により、電磁開閉式吐出弁24の吐出孔24eから吐出された燃料は、液体注入口10-1を介して液体供給通路10-2に供給され、その後、液体導入通路部10-4のスリットを介して（スリット内をX軸方向に通流して）チャンバー10-3内に導入される。そして、チャンバー10-3内に導入され

た液体は液体噴射孔 10-3a（液体噴射孔の噴射口）を介し吸気管 30 内に押し出される（噴射される）。

このとき、圧電／電歪素子 11 の作動による振動が、第 2 液体及び金属板 10c を介してチャンバー 10-3 内の噴射される燃料に加えられる。従って、噴射される燃料に付与された振動によるくびれ部が発生し、同燃料はその先端部において同くびれ部からちぎれるように離脱する。この結果、均一で精細に微粒子化された燃料が吸気管 30 の燃料噴射空間 31 内に噴射される。なお、以下に述べる他の実施形態に係る液体噴射装置も、上述した液体噴射装置の作動と同様に作動する。

以上、説明したように、液体噴射デバイス 10 によれば、第 1 液体（燃料）が液体噴射孔 10-3a を介して噴射されるのに必要な圧力は加圧手段である加圧ポンプ 21 により発生され、第 1 液体が微粒子化するための振動は圧電／電歪素子 11 により付与される。従って、液体噴射デバイス 10 は、液体を噴射する空間の環境が激しく変化しても、第 1 液体の噴射及び微粒子化を確実に達成することができる。

また、圧電／電歪素子 11 は、実質的に変形することのない不活性部において加振用チャンバー 12 に保持されている。従って、その保持部が圧電／電歪素子 11 により振動されることがない。更に、圧電／電歪素子 11 の活性部に生じる振動は第 2 液体を介して液体噴射孔 10-3a から噴射される第 1 液体に伝達される。この結果、従来の装置のように、圧電／電歪素子の接着面が振動されることはないので、液体噴射デバイス 10 は、圧電／電歪素子 11 を長期に渡り確実に保持することができ、その耐久性が著しく向上したものとなっている。

なお、液体導入通路部 10-4 のスリットの断面形状である長方形の短辺の長さ t は 0.005 乃至 0.5 mm であることが好ましい。短辺の長さ t が 0.005 mm より小さいと液体導入通路部 10-4 の呈する流路抵抗が過大となり、チャンバー 10-3 内に大量の液体を導入することができず、その結果、大量の液体を噴射することができないからである。また、短辺の長さ t が 0.5 mm より大きいと、圧電／電歪素子 11 の作動によりチャンバー 10-3 内の液体に付与された圧力変動が液体供給通路 10-2 に伝達されてしまうので、チャンバ

ー 10-3 内における液体の圧力変動を大きくできず、その結果、液体の微粒子化が困難になる恐れがあるからである。

また、支持部 10-4 a は、スリットの剛性向上のために有効に機能するが、省略することもできる。

更に、液体噴射孔 10-3 a の直径 d (円筒形底面及び上面の直径 d) を 0.03 mm とし、液体噴射孔 10-3 a の個数を 90 個とした実施例において、液体噴射デバイス 10 に流入する燃料の流量 (従って、噴射される燃料の流量) が 40 cc/分であるとき、圧電素子駆動電圧信号 DV の駆動周波数 f (即ち、加振用チャンバー 12 内により発生されて噴射される燃料に伝達される圧力波の周波数 f) を 70 kHz とすると、それぞれの直径が略 0.06 mm である粒子径 (液滴径) の液滴を得ることができた。また、圧力波の周波数 f を除き上記と同一の条件で、圧力波の周波数 f を 140 kHz とすると、それぞれの直径が略 0.035 mm である粒子径 (液滴径) の液滴を得ることができた。

更に、液体噴射孔 10-3 a から噴射される液滴の速度を V (mm/秒)、液体噴射孔 10-3 a の直径を d (mm)、前述した圧力波の周波数を F (Hz) としたとき、直径 d は 0.005 ~ 0.1 (mm) で、周波数 F は $V / (4.49 \cdot d)$ の 0.5 ~ 5 倍の範囲内の値とすることが好ましい。 $V / (4.49 \cdot d)$ という値は、上記条件で液体を噴射したときに自然に得られる単位時間あたりの液滴の個数に相当する値であって、液柱分裂についてのレイリーの理論 (液柱分裂に関与する変動波の波長は、液柱径の 4.49 倍であるという理論) に基づく値である。

直径 d を 0.005 (mm) より大きくするのは、直径 d が 0.005 (mm) 以下となると、液体中に含まれる異物により液体噴射孔 10-3 a が詰まり易くなるので、安定した噴射ができなく恐れがあるからである。また、直径 d を 0.1 (mm) より小さくするのは、直径 d が 0.1 (mm) 以上であると、噴射される液体の直径が過大となって噴射後の飛行中に分裂するため、均一な直径を有する液滴を得ることが困難となるからである。

また、圧力波の周波数 F を $V / (4.49 \cdot d)$ の 0.5 ~ 5 倍の範囲内の値とするのは、次の理由による。即ち、圧力波の周波数 F が $V / (4.49 \cdot d)$

の0.5倍より小さいと、液体噴射孔10-3aから噴射された液体のくびれの間隔が過大となり、液体の微粒子化が不十分となる。これに対し、圧力波の周波数 F が $V/(4.49 \cdot d)$ の5倍以上となると、液体のくびれの間隔が過小となって周波数 F に応じた直径の液滴が形成され難くなるか、或いは、仮に噴射される液滴が周波数 F に応じた直径に微粒子化されても、それらの液滴の間隔が過小となって、噴射後の飛行中に再結合し易くなるからである。

この場合、液体噴射孔10-3aからある程度の距離だけ離れた位置において、均一な直径を有する液滴を確実に形成することを考慮すると、圧力波の周波数 F は $V/(4.49 \cdot d)$ の1倍以上で3倍以下の範囲内の値であることが更に好適である。特に、圧力波の周波数 F を $V/(4.49 \cdot d)$ の整数倍近傍の値（即ち、略1倍、略2倍、又は略3倍）とすると、圧電／電歪素子11に与える電力量をより小さくしても所望の液滴を確実に形成することができる。

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態に係る液体噴射装置について説明する。第2実施形態に係る液体噴射装置は、液体噴射デバイス10の液体導入通路部10-4を液体導入通路部10-5に置換した液体噴射デバイス50を同液体噴射デバイス10に代えて採用した点のみにおいて同第1実施形態に係る液体噴射装置と異なっている。従って、以下、係る相違点を中心として図6を参照しながら説明する。

液体導入通路部10-5は、液体噴射デバイス10の金属板10bに代わる金属体10dにより構成されている。金属体10dは、複数の金属板10d1～10d6からなっている。そして、液体導入通路部10-5には、金属板10d1～10d3により巾（高さ） t_1 の第1スリットが形成され、金属板10d3～10d5により巾（高さ） t_2 の第2スリットが形成され、金属板10d5、10d6及び10cにより巾（高さ） t_3 の第3スリットが形成されている。

第1～第3スリットの平面形状は液体噴射デバイス10の液体導入通路部10-4におけるスリットの平面形状と同一である。第1～第3スリットのX軸方向及びY軸方向位置も、液体導入通路部10-4におけるスリットのX軸方向及びY軸方向位置と同一である。巾 t_3 は前述した液体導入通路部10-4における

スリットの中 t と同一である。中 t_2 は中 t_3 より大きく、中 t_1 は中 t_2 よりも大きい。

即ち、液体噴射デバイス 50 は、液体導入通路部 10-5 において、複数（ここでは 3 個）の互いに平行なスリットを有していて、何れのスリットも Y-Z 平面に沿った平面にて切断した断面は Z 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ短辺及び長辺を有する長形状となっている。また、それらのスリットは、その巾（厚み、Z 軸方向長さ）が互いに異なり、Z 軸負方向に行くにしたがって（金属板 10a に近づくにしたがって）大きくなっている。

以上、説明したように、液体噴射デバイス 50 の液体導入通路部 10-5 は、液体導入通路部 10-4 のスリットと同等のスリットを複数備えている。従って、液体噴射デバイス 50 は、より大量の液体をチャンバー 10-3 に導入することができるので、より大量の液体を噴射することができる。また、液体噴射デバイス 50 は、チャンバー 10-3 及び液体供給通路 10-2 内の気泡が滞留しやすい部分（例えば、チャンバー 10-3 又は液体供給通路 10-2 と、液体導入通路部 10-6 と、金属板 10a とにより形成される角部で、図 6 中に黒塗りの三角で示した部分）に液体の流れを形成することが可能となるので、気泡の排出が促進される。

この結果、液体噴射デバイス 50 を採用した第 2 実施形態の液体噴射装置は、液体噴射デバイス 10 を採用した第 1 実施形態の液体噴射装置が有する利点に加え、チャンバー 10-3 内において液体に圧力変動を適切に付与することができるので（気泡により圧力変動の付与を阻害され難いので）、液体の噴射を安定した状態で行うことが可能となるという利点を有している。

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態に係る液体噴射装置について説明する。第 3 実施形態に係る液体噴射装置は、第 1 実施形態の液体噴射デバイス 10 に代えて液体噴射デバイス 60 を採用した点のみにおいて同第 1 実施形態の液体噴射装置と異なっている。また、液体噴射デバイス 60 は、液体噴射デバイス 10 の圧電／電歪素子 11 を圧電／電歪素子 13 に置換した点のみにおいて同液体噴射デバイス 10 と相違している。従って、以下、係る相違点を中心として図 7～図 9 を参照

しながら説明する。

圧電／電歪素子 13 は、X、Y 及び Z 軸方向に沿った各辺を有する略直方体形状を有していて、層状の圧電／電歪素子と層状の電極とを交互に多層にわたり積層することで形成された「縦効果タイプの積層ピエゾアクチュエータ」である。即ち、一对の電極 13 a、13 b には複数の櫛歯状電極が交互に接続されている。その櫛歯状電極（電極層）及び圧電／電歪層 13 c の層面は Z-X 平面に平行である。圧電／電歪素子 13 は、平面視でチャンバー 10-3 よりも僅かに小さく、同平面視でチャンバー 10-3 の内側に配設されている。

一对の電極 13 a、13 b の櫛歯状電極は、圧電／電歪層 13 c の Y 軸方向略中央部であってチャンバー 10-3 の上方にのみ設けられ、圧電／電歪層 13 c の Y 軸方向両端部には設けられていない。圧電／電歪層 13 c の櫛歯状電極が形成されている部分は、これらの櫛歯状電極により電界が付与される活性部を形成している。また、圧電／電歪層 13 c の櫛歯状電極が形成されていない部分は、圧電／電歪層 11 c に電界が付与されない不活性部を形成している。そして、圧電／電歪素子 13 は、一对の電極 13 a、13 b に周期的に電圧が変化する駆動電圧が付与されたとき、その活性部に周期的に変化する電界が加わり、その活性部が Y 軸方向に延び Z 軸方向に縮んで（伸縮して）振動するようになっている。

この圧電／電歪素子 13 は、圧電／電歪素子 11 と同様に、実質的に変形することのない不活性部において加振用チャンバー 12 に保持されている。従って、その保持部が圧電／電歪素子 13 により振動されることがない。更に、圧電／電歪素子 13 の活性部に生じる振動は第 2 液体を介して液体噴射孔 10-3 a から噴射される第 1 液体に伝達される。この結果、液体噴射デバイス 60 を採用した液体噴射装置は、液体噴射デバイス 10 を採用した液体噴射装置と同様に、圧電／電歪素子 11 を長期に渡り確実に保持することができ、その耐久性が著しく向上したものとなっている。

（第 4 実施形態）

次に、本発明の第 4 実施形態に係る液体噴射装置について説明する。第 4 実施形態に係る液体噴射装置は、第 1 実施形態に係る液体噴射デバイス 10 の圧電／電歪素子 11 を圧電／電歪素子 14 に置換した液体噴射デバイス 70 を採用した

点のみにおいて同第1実施形態に係る液体噴射装置と異なっている。従って、以下、係る相違点を中心として図10～図12を参照しながら説明する。

圧電／電歪素子14は、電極14a, 14bのX-Y平面に平行に広がる櫛歯状電極がY軸方向略中央部で且つZ軸負方向にのみに形成されている。即ち、圧電／電歪素子14は、加振用チャンバー12の液体収容空間12c内において活性部が不活性部よりもチャンバー10-3側（液体噴射デバイスの金属板10c側）に配置されている。また、圧電／電歪素子14は、圧電／電歪素子11と同様に、Y軸方向両端部に形成された不活性部にて加振用チャンバー12に保持されている。

この結果、液体噴射デバイス70は、圧電／電歪素子14の活性部の伸縮を、その活性部よりもZ軸上方に設けられた不活性部により、同圧電／電歪素子14の屈曲変形という形で発現させることができる。従って、電極14a, 14b間に付与する駆動電圧の電位差（即ち、圧電素子駆動電圧信号DVの最大値 V_{max} ）を小さくしても、十分な振動を燃料に伝達することが可能となる。従って、圧電／電歪素子14の消費電力を低減することができる。

また、圧電／電歪素子14は、活性部が不活性部よりもチャンバー10-3の金属板10c側に配置されている。従って、大きな圧力変動を有する圧力波を金属板10cに向けて発生させ易くなるので、圧電／電歪素子14の消費電力をより一層低減することができる。

（第5実施形態）

次に、本発明の第5実施形態に係る液体噴射装置について説明する。第5実施形態に係る液体噴射装置は、第1実施形態に係る液体噴射装置の液体噴射デバイス10の圧電／電歪素子11を圧電／電歪素子15に置換するとともに、加振用チャンバー12を加振用チャンバー16に置換した液体噴射デバイス80を採用した点のみにおいて同第1実施形態に係る液体噴射装置と異なっている。従って、以下、係る相違点を中心として図13～図15を参照しながら説明する。

圧電／電歪素子15は、図15に示したように、Y軸方向両端部にてZ軸正方向に屈曲するとともにX軸方向に延びるフランジ部15f1, 15f2を有している点のみにおいて、圧電／電歪素子11と相違している。このフランジ部15

f 1 の上面には電極 1 5 a の共通電極が形成され、フランジ部 1 5 f 2 の上面には電極 1 5 b の共通電極が形成されている。

従って、図 1 5 に仮想線にて示したように、フランジ 1 5 f 1, 1 5 f 2 をコネクタ（クリップ）C L, C L で挟持することにより、圧電／電歪素子 1 4 の電極 1 5 a, 1 5 b の共通電極を確実に保持して電気制御装置 4 0 との電氣的接続を維持することができるので、液体噴射デバイス 8 0 の信頼性を向上することができる。

一方、加振用チャンバー 1 6 は、加振用チャンバー 1 2 に対して気体排出部を備えた点のみにおいて、同加振用チャンバー 1 2 と相違している。即ち、気体排出部は、蓋部 1 2 b と同様な蓋部 1 6 b の上壁に形成された貫通孔 1 6 d と、その貫通孔 1 6 d の中に配設されたフィルタ 1 6 e とからなっている。

これによれば、第 2 液体中の溶存気体が同第 2 液体の圧力変動により気体となった場合に、同気体を気体排出部を介して加振用チャンバー 1 6 の外部に排出することができる。従って、加振用チャンバー 1 6 内において、圧電／電歪素子 1 5 による振動が気体により吸収されるととが回避されるので、液体噴射孔 1 0 - 3 a から噴射される液体に確実に振動を付与することができる。

（第 6 実施形態）

次に、本発明の第 6 実施形態に係る液体噴射装置について図 1 6 A 及び図 1 6 B を参照しながら説明する。第 6 実施形態に係る液体噴射装置は、第 1 実施形態に係る液体噴射装置の液体噴射デバイス 1 0 に代わる液体噴射デバイス 9 0 を採用した点のみにおいて、同第 1 実施形態に係る液体噴射装置と相違している。従って、以下、液体噴射デバイス 9 0 を中心として説明する。

液体噴射デバイス 9 0 は、チャンバー 9 1 と液体導入通路部 9 2 と加振用チャンバー 9 3 と、圧電／電歪素子 9 4 とからなっている。チャンバー 9 1 は略円錐形状（ロート形状）をなしている。その底壁 9 1 a には、液体噴射孔 1 0 - 3 a と同一である中空円筒状の液体噴射孔（液体噴射用ノズル）9 1 a 1 が複数個形成されている。複数の液体噴射孔 9 1 a 1 は正方格子状に配列されている。

液体導入通路部 9 2 は、図 1 6 B に示したように、金属の薄板で構成された管である。液体導入通路部 9 2 は、その一端がチャンバー 9 1 の頂部に接続される

とともに、その他端が図示しない電磁開閉式吐出弁 24 の吐出孔 24 e に接続されている。これにより、液体導入通路部 92 は、電磁開閉式吐出弁 24 の液体通路 24 b (吐出孔 24 e) が開閉弁 24 d により開放されたとき、プレッシャレギュレータ 23 を介して加圧ポンプ 21 から供給される加圧された燃料をチャンバー 91 に流入せしめるようになっている。

加振用チャンバー 93 は、加振用チャンバー 12 と同様な構成を有している。圧電／電歪素子 94 は、圧電／電歪素子 11 と同様な構成を有していて、その両端部に設けられた不活性部において加振用チャンバー 93 に保持されている。加振用チャンバー 93 は、液体導入通路部 92 の壁の一部に固定されていて、この壁とともに形成される密閉空間に第 2 液体を収容している。

液体噴射デバイス 90 を採用した液体噴射装置の作動は、液体噴射デバイス 10 を採用した液体噴射装置の作動と同様である。即ち、圧電／電歪素子 94 の図示しない電極に所定の周波数を有する圧電素子駆動電圧信号 DV が印加されると、圧電／電歪素子 94 が伸縮し、その伸縮に基づく振動が第 2 液体及び液体導入通路 92 を構成している壁を介して液体導入通路部 92 内の液体（燃料）に伝達される。これにより、液体噴射孔 91 a1 から噴射される液体が微粒子化される。このように、加振用チャンバー 93 は、液体導入通路部 92 に隣接配置してもよい。

(第 7 実施形態)

次に、本発明の第 7 実施形態に係る液体噴射装置について説明する。第 7 実施形態に係る液体噴射装置は、第 1 実施形態の液体噴射デバイス 10 に代わる液体噴射デバイス 100 を採用した点のみにおいて同第 1 実施形態の液体噴射装置と相違している。

液体噴射デバイス 100 は、液体噴射デバイス 10 の液体導入通路部 10-4 を省略して、液体供給通路 10-2 とチャンバー 10-3 とを一体化した一つのチャンバー 100-1 を備えたものであり、その他の点は液体噴射デバイス 10 と同様な構成を有している。この液体噴射デバイス 100 も、液体噴射デバイス 10 と同様に作動する。このように、液体導入通路部 10-4 は必ずしも必要ではない。

以上、説明したように、本発明の各実施形態に係る液体噴射装置は、圧電／電歪素子を実質的に変形することのない不活性部において加振用チャンバーに保持させている。従って、加振用チャンバーの保持部が圧電／電歪素子により振動されることがない。更に、圧電／電歪素子の活性部に生じる振動は第2液体を介して液体噴射孔から噴射される第1液体に伝達される。この結果、従来の装置のように、圧電／電歪素子の接着面が振動されることはないので、液体噴射装置は、圧電／電歪素子を長期に渡り確実に保持することができ、その耐久性が著しく向上したものとなっている。

また、上述した各実施形態に係る液体噴射装置は、液体を加圧する加圧手段（加圧ポンプ21）と、電磁開閉式吐出弁24とを備えていて、電磁開閉式吐出弁24内の液体通路24bが開放されたとき加圧手段21から供給される加圧された液体が同液体通路24bを介して液体導入通路部（10-4～10-7、10-10～10-13）に供給されるようになっている。

その液体は、更に、液体導入通路部を介してチャンバーに供給され、チャンバーの液体噴射孔を介して噴射される。従って、液体の噴射に必要な圧力は加圧手段21により発生されることから、適用する機械の運転条件等の変動などにより、液体噴射空間31の環境（例えば、吸気管30内の圧力や温度）が激しく変動しても、同液体を所望の微細な粒子として安定して噴射、供給することができる。

なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記実施形態の液体噴射装置は、吸気管（吸気ポート）30内に燃料を噴射する形式のガソリン内燃機関に適用されていたが、本発明による液体噴射装置を、気筒内に燃料を直接噴射する所謂「直噴式ガソリン内燃機関」に適用することもできる。

即ち、従来のフューエルインジェクタを用いた電気制御式燃料噴射装置により気筒内に直接的に燃料を噴射すると、シリンダーとピストンとの隙間（クレビス）に燃料が溜まることもあり、未燃HC（ハイドロカーボン）量が増大する場合があったのに対し、本発明による液体噴射装置を用いて気筒内に直接的に燃料を噴射すると、燃料が微粒子化された状態で気筒内に噴射されるので、気筒内壁面

への燃料付着量が低減でき、あるいはシリンダーとピストンとの隙間に侵入する燃料量を低減できるから、未燃HCの排出量を低減することができる。更に、本発明による液体噴射装置を、ディーゼルエンジン用の直噴インジェクタとして用いることも有効である。

請 求 の 範 囲

1. 第1液体を加圧するとともに同加圧された第1液体を吐出部から吐出する加圧手段と、

前記吐出部から吐出された第1液体が導入される液体導入空間を画定する壁と同壁に備えられた液体噴射孔とを有する液体噴射部と、

圧電／電歪層と少なくとも一対の電極層とを含むとともに同一対の電極層により同圧電／電歪層に電界が付与される活性部と同圧電／電歪層に電界が付与されない不活性部とを有するように構成された圧電／電歪素子を同不活性部にて保持し、且つ、前記液体噴射部の壁の外面に固定されて同壁の外面とともに液体収容空間を画定する壁を備え、同液体収容空間内に同圧電／電歪素子の活性部と第2液体とを収容した加振用チャンバーと、

を備え、前記圧電／電歪素子の活性部の変形による振動が前記第2液体を介して前記液体噴射孔から噴射される第1液体に伝達されるように構成された液体噴射装置。

2. 請求の範囲1に記載の液体噴射装置であって、

前記加圧手段の吐出部から前記液体噴射孔までの間であって前記液体噴射部に介装されるとともに、前記加圧手段から前記液体噴射孔に向けての前記第1液体の通流を停止する開閉弁を備えた液体噴射装置。

3. 請求の範囲1又は請求の範囲2に記載の液体噴射装置であって、前記第2液体は非導電性の液体である液体噴射装置。

4. 請求の範囲3に記載の液体噴射装置であって、前記第2液体は不燃性の液体である液体噴射装置。

5. 請求の範囲1乃至請求の範囲4の何れか一項に記載の液体噴射装置であって、前記加振用チャンバーの液体収容空間内に更に固体の粒子を収容した液体噴射装置。

6. 請求の範囲1乃至請求の範囲5の何れか一項に記載の液体噴射装置であって、前記圧電／電歪素子は、前記加振用チャンバーの液体収容空間内に前記不活性部を有するとともに、同不活性部に連続した不活性部の両端において前記加振用

チャンバーに保持されてなる液体噴射装置。

7. 請求の範囲 6 に記載の液体噴射装置であって、前記加振用チャンバーの液体収容空間内において前記活性部が前記不活性部よりも前記液体噴射部の壁側に配置されてなる液体噴射装置。

8. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 7 の何れか一項に記載の液体噴射装置であって、前記加振用チャンバーは前記液体収容空間内に発生する気体を外部に排出する気体排出部を備えた液体噴射装置。

図1

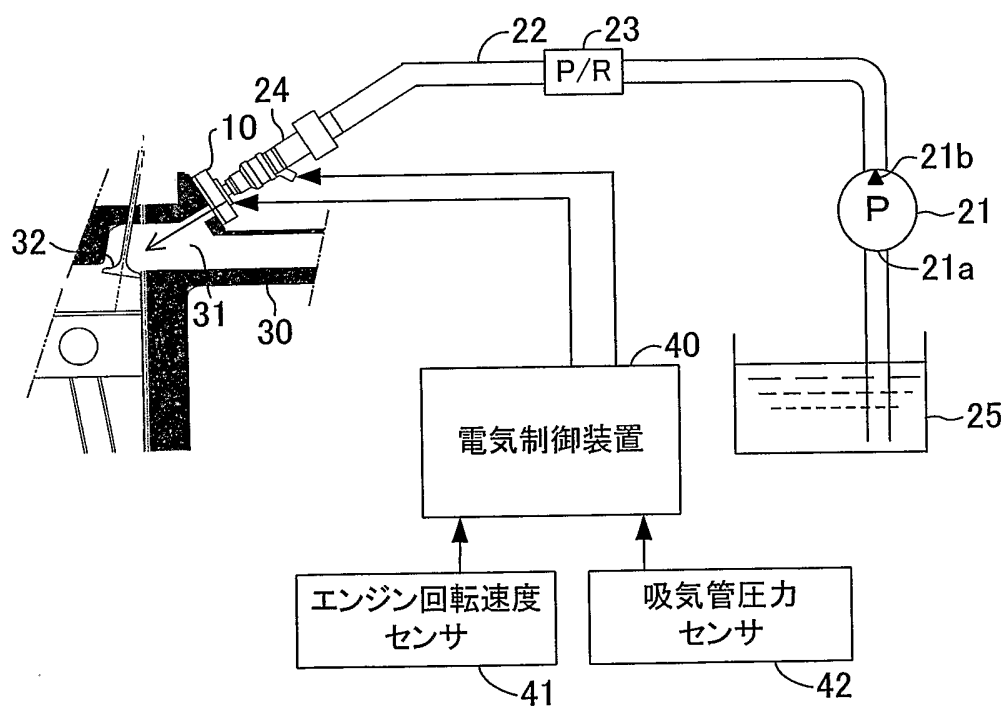


図2

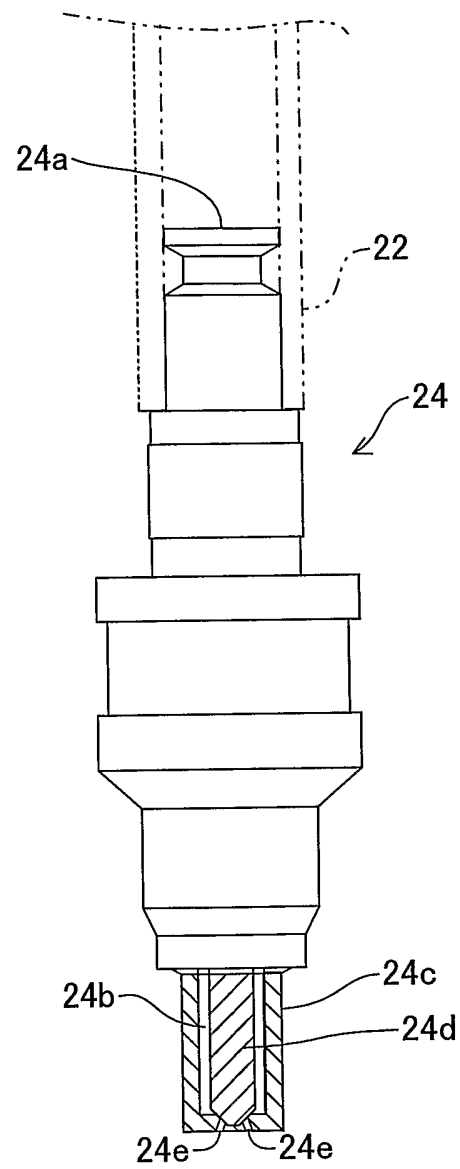


図4

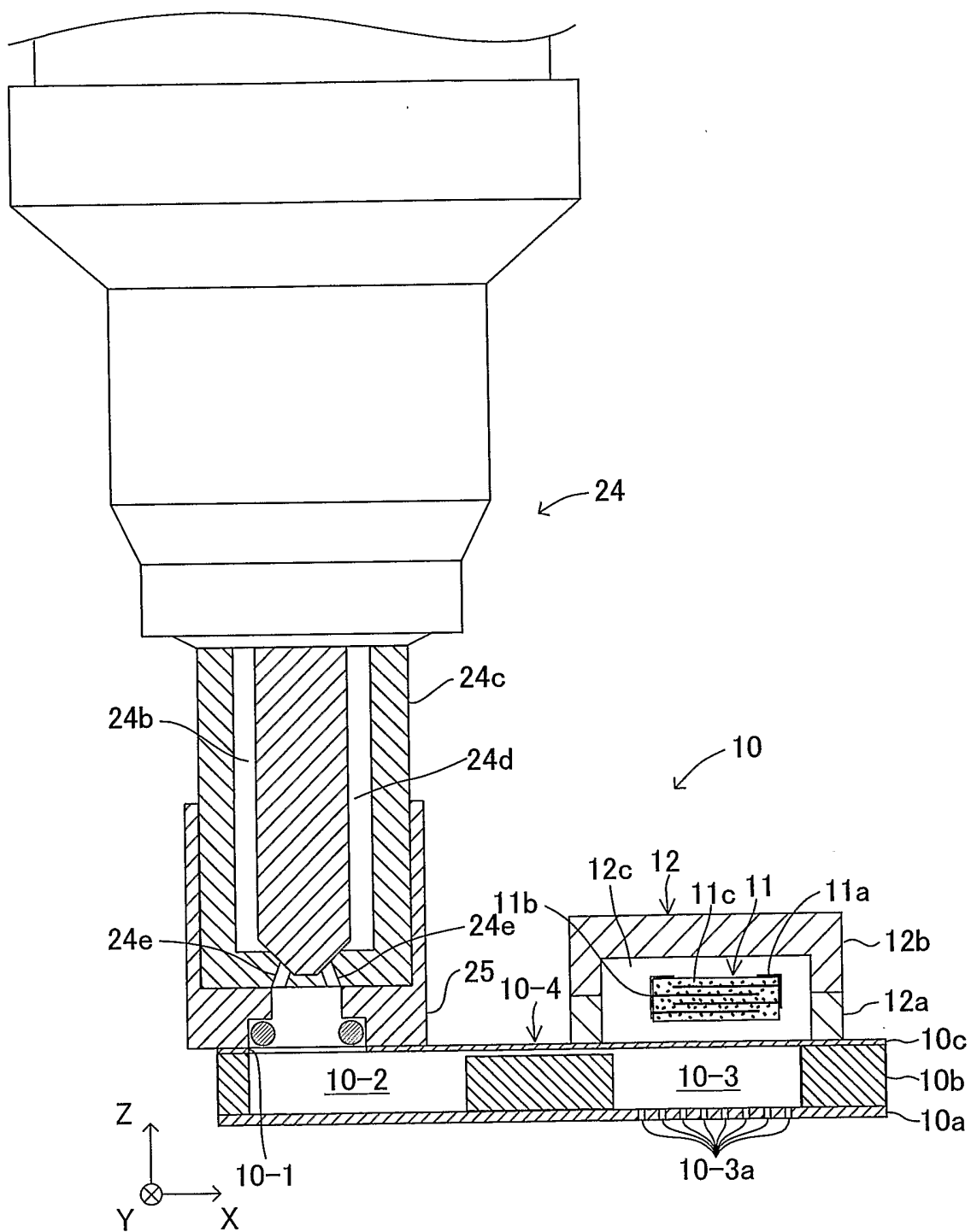


図5

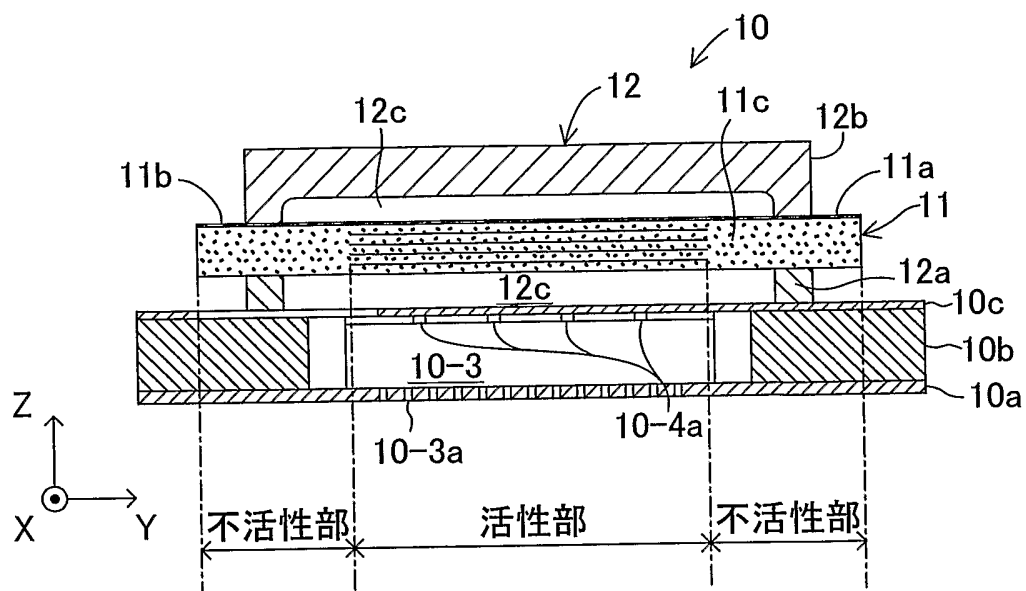


図6

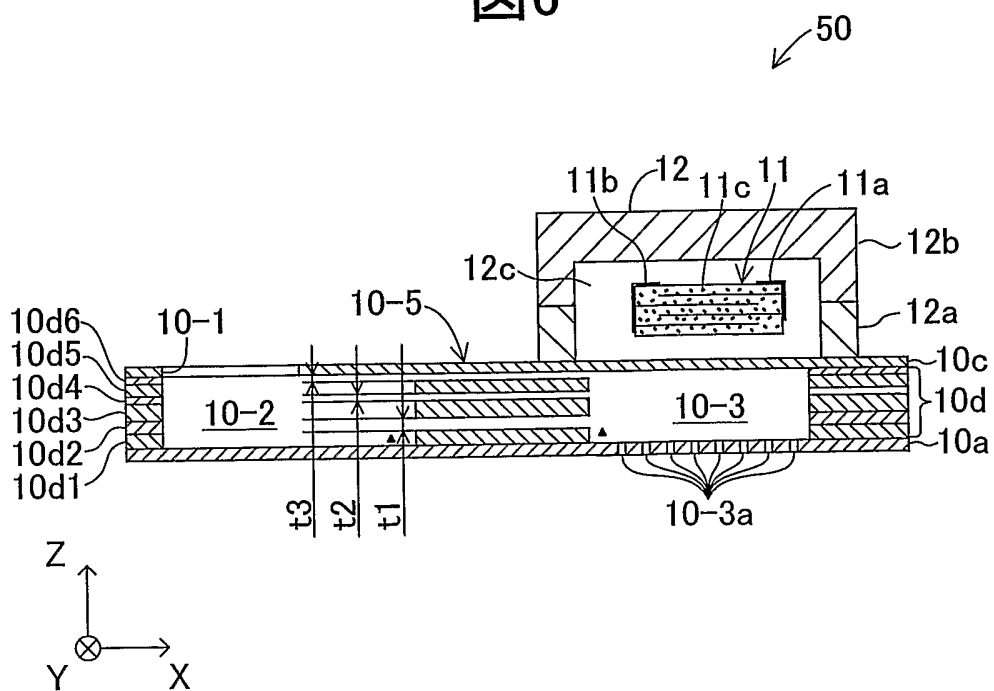


図7

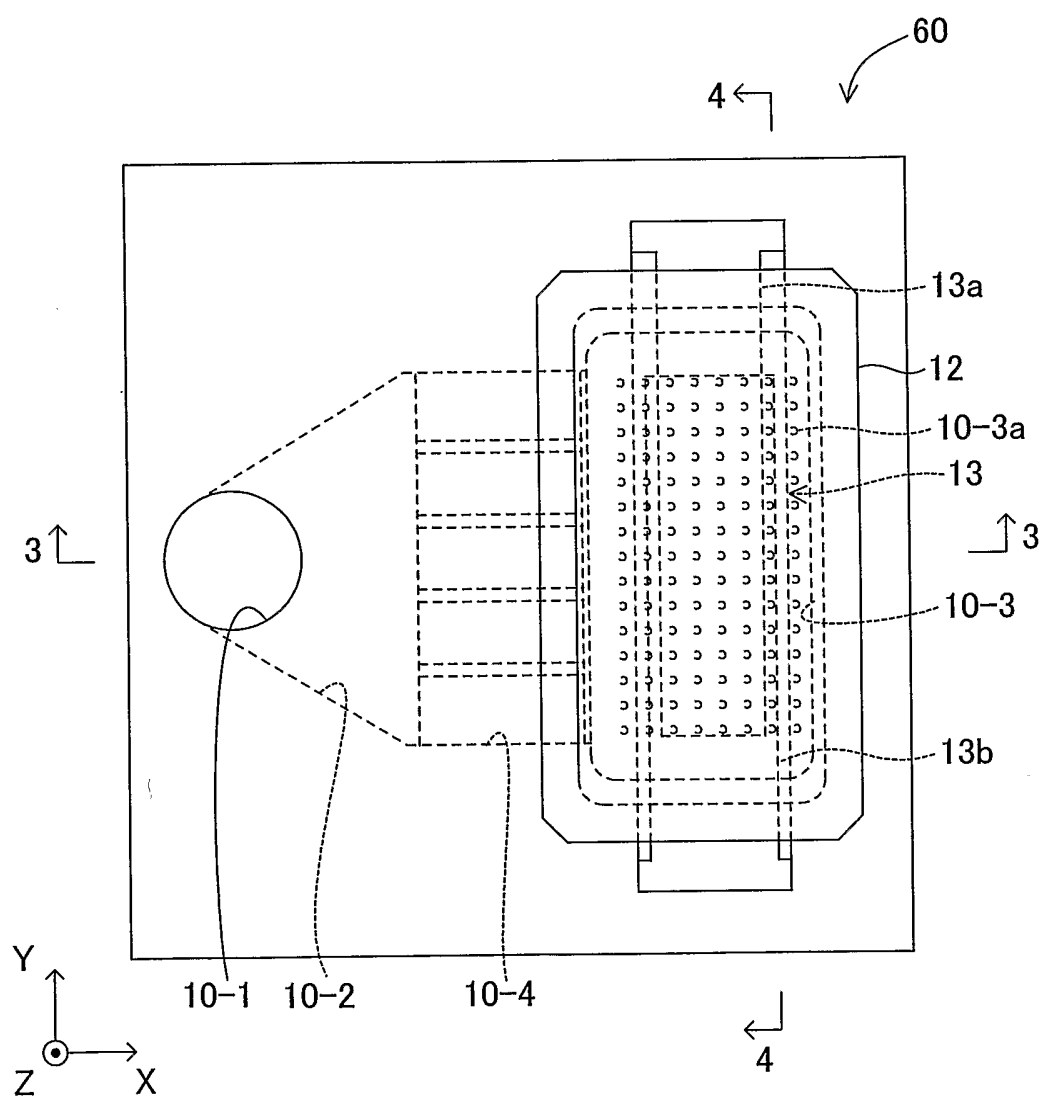


図8

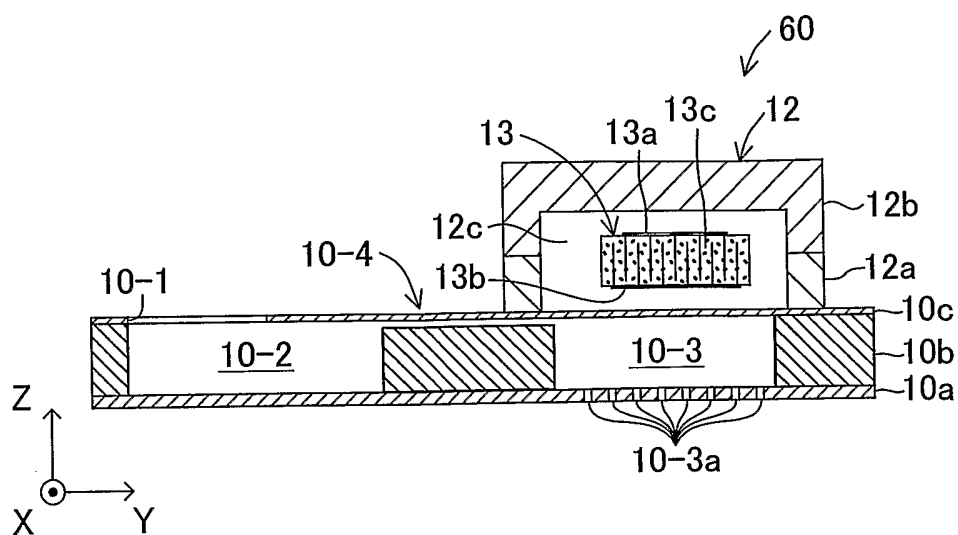


図9

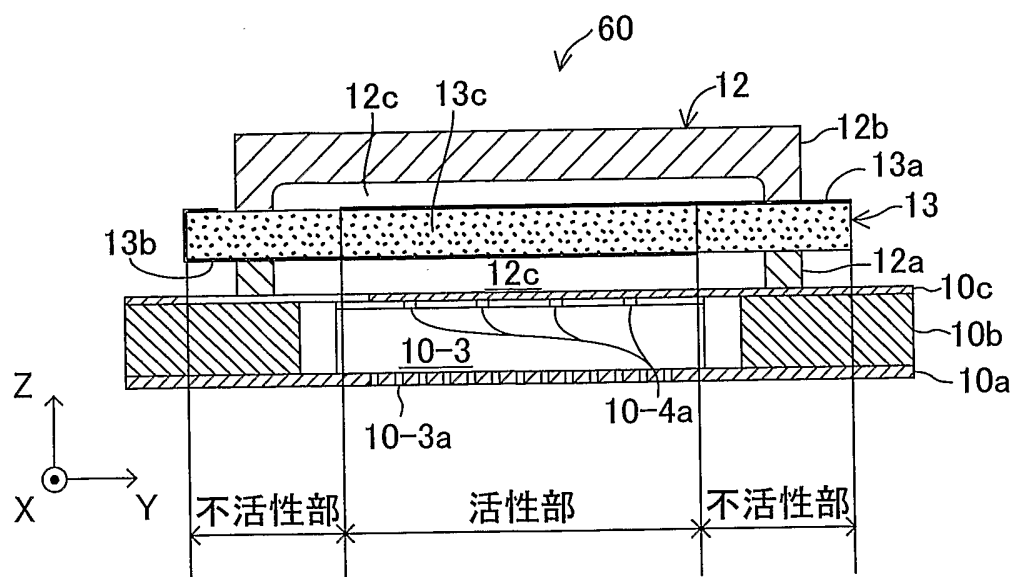


図10

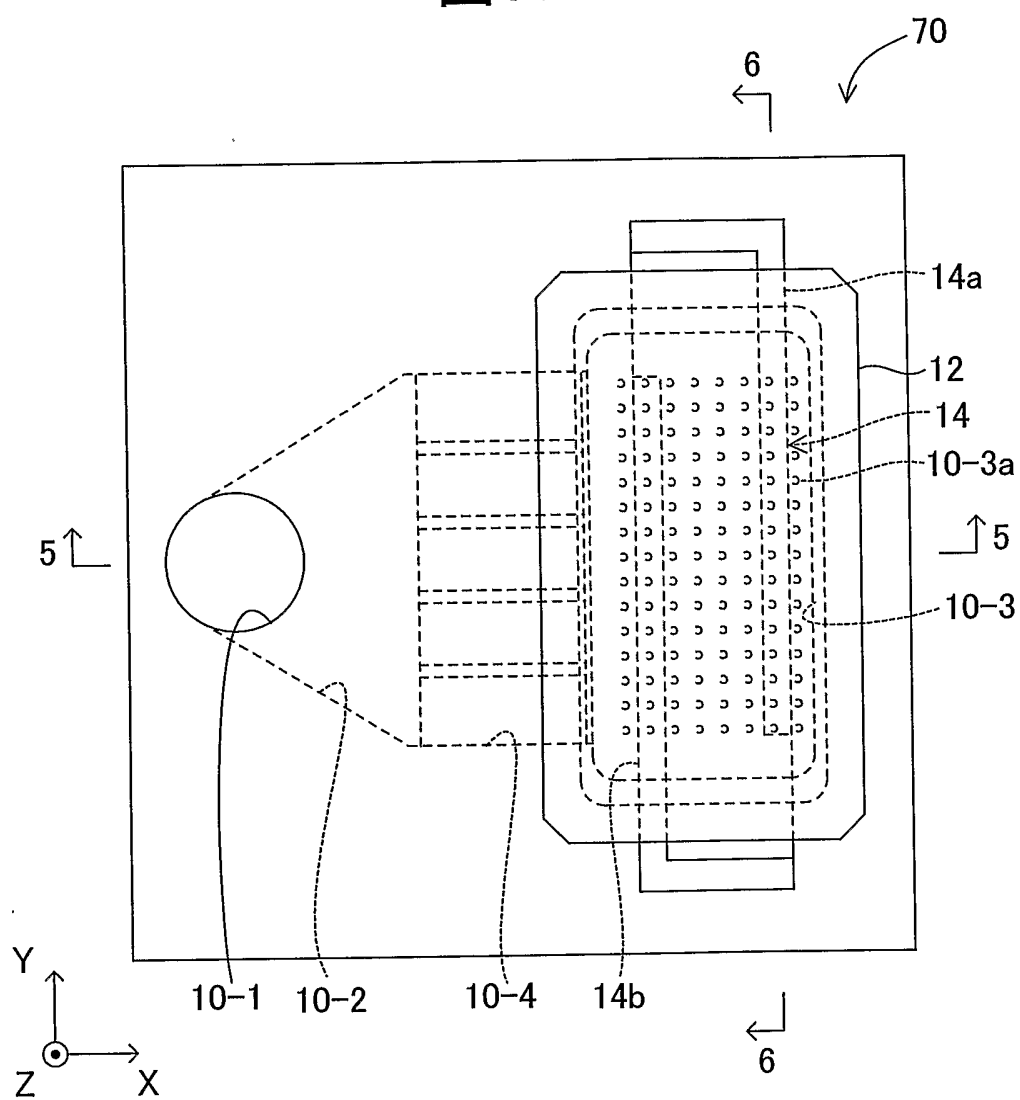


図11

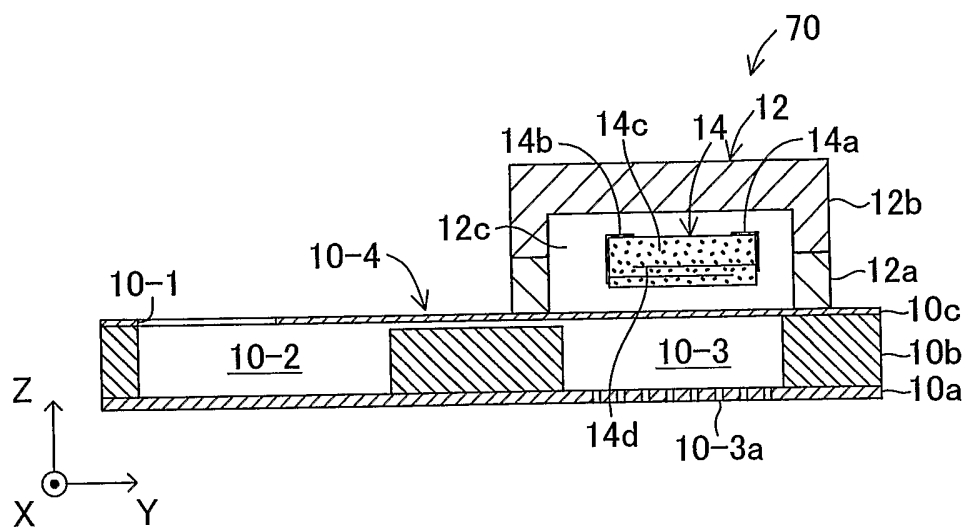


図12

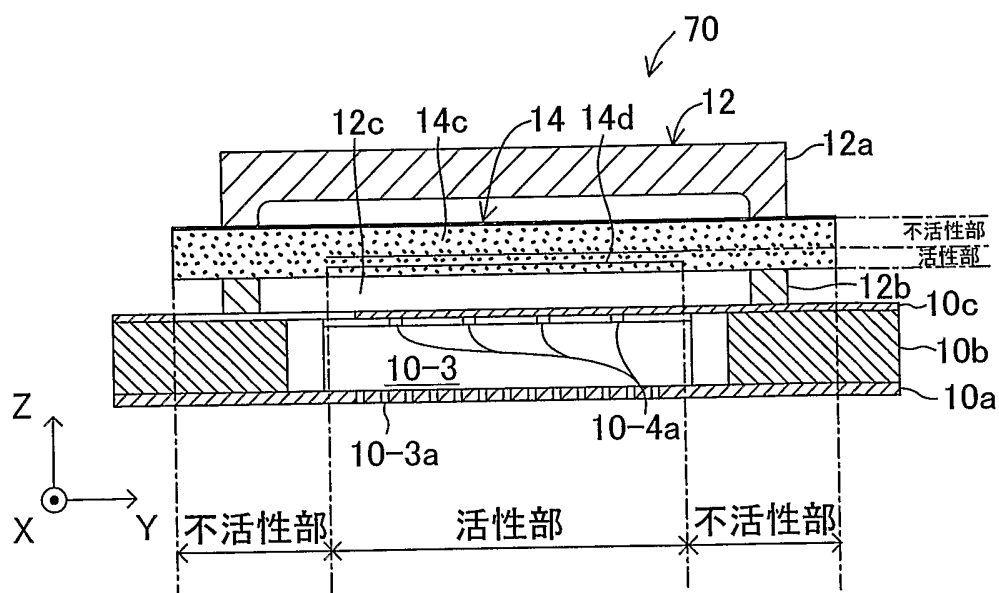


図13

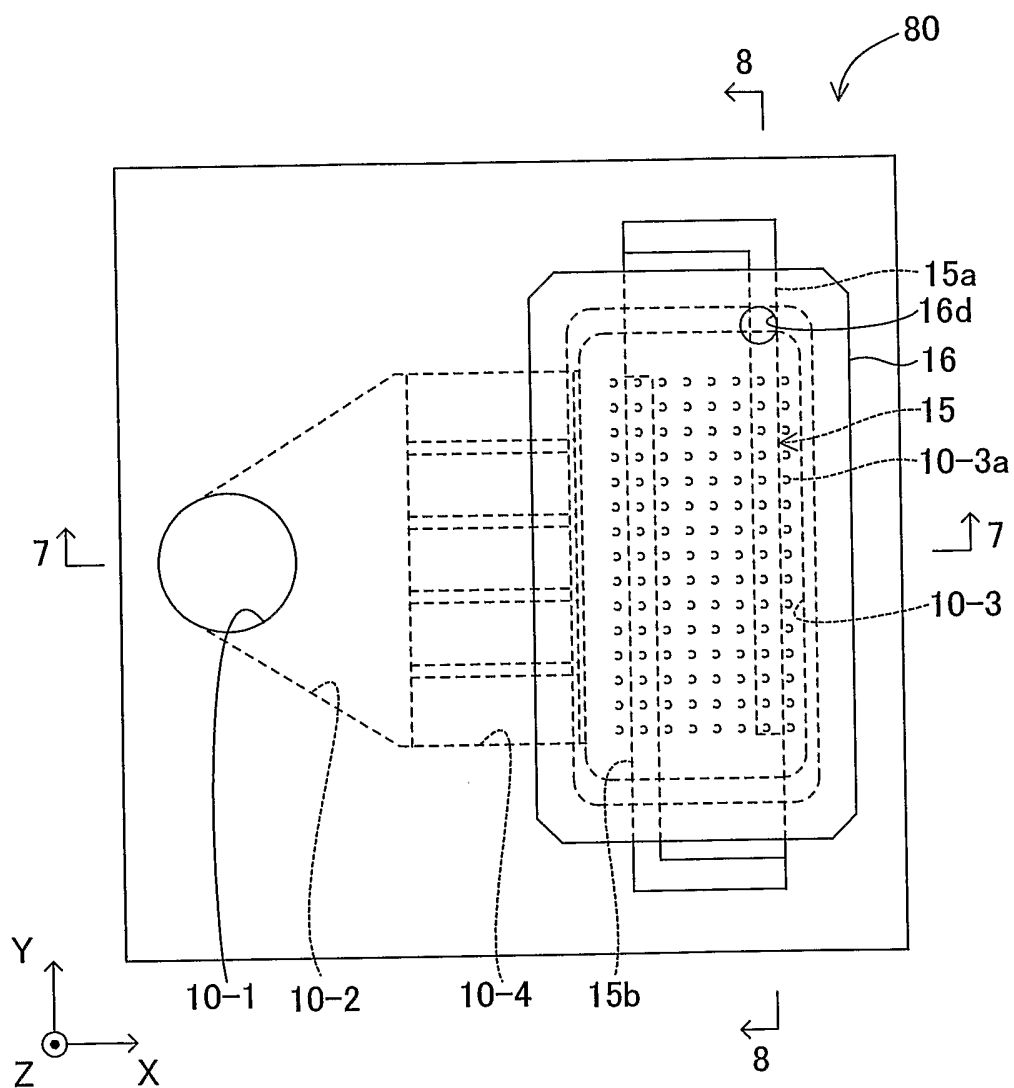


図14

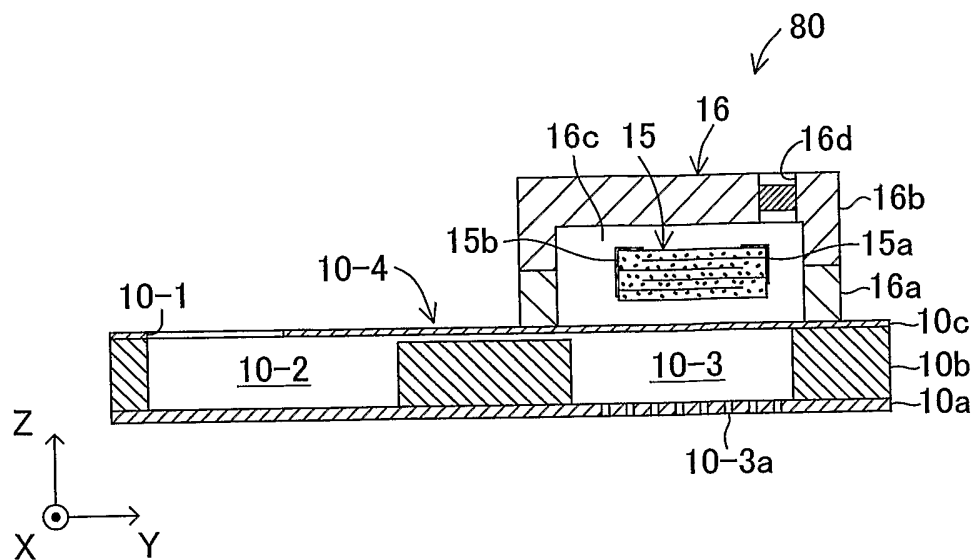


図15

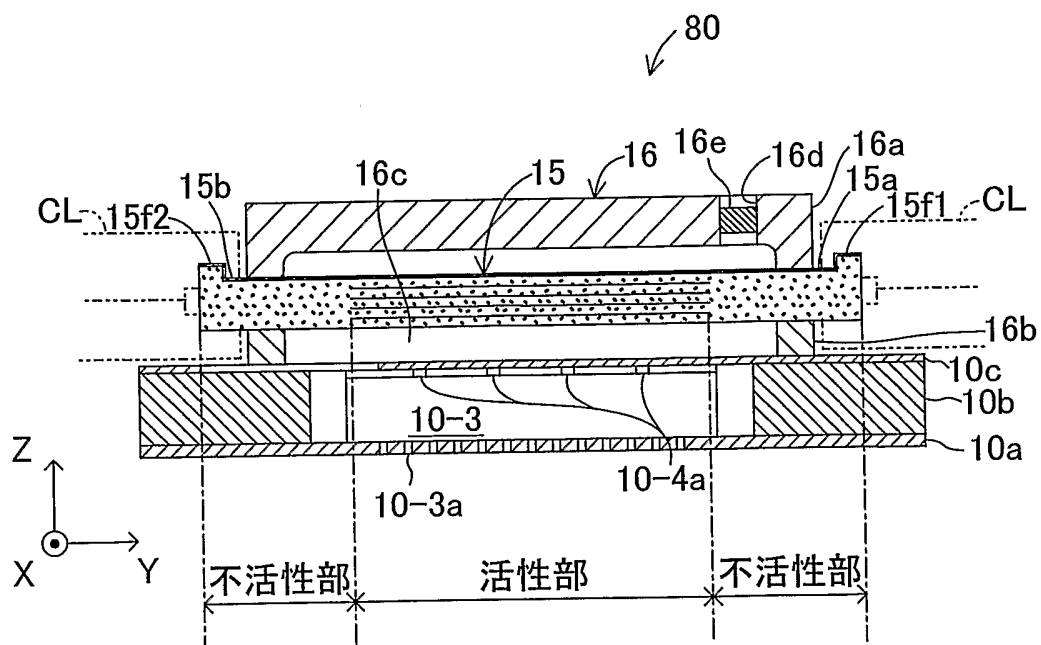


図16A

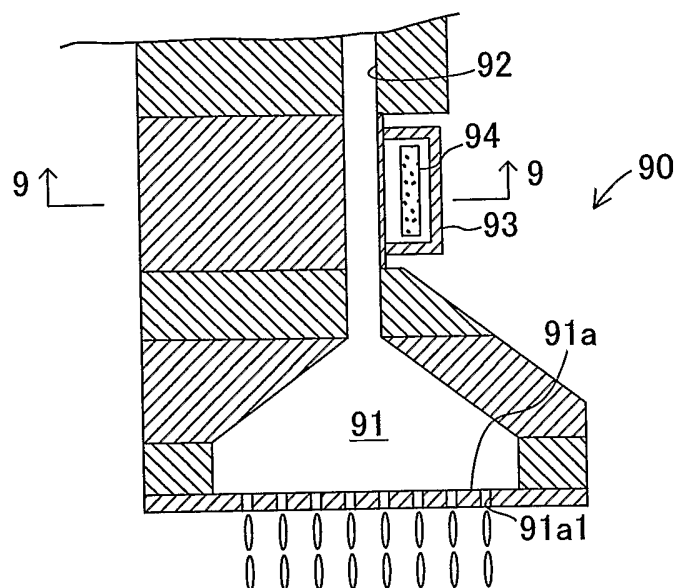


図16B

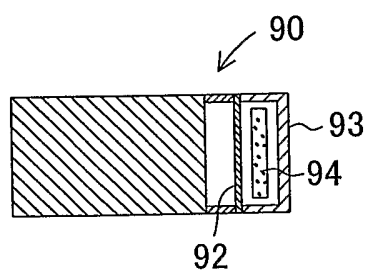


図17

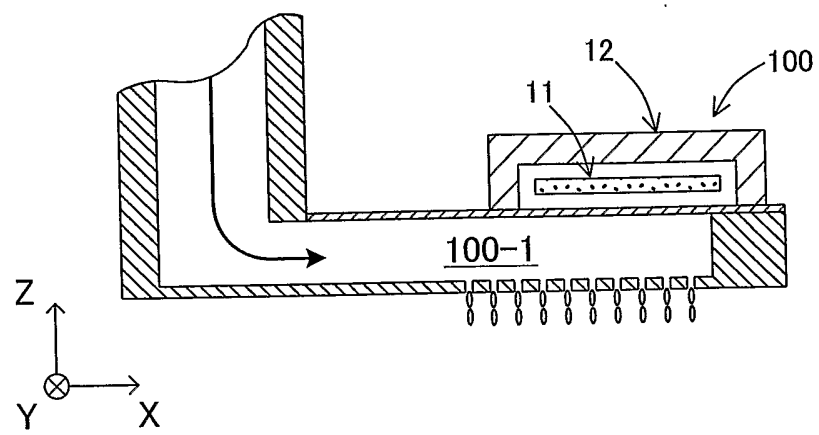
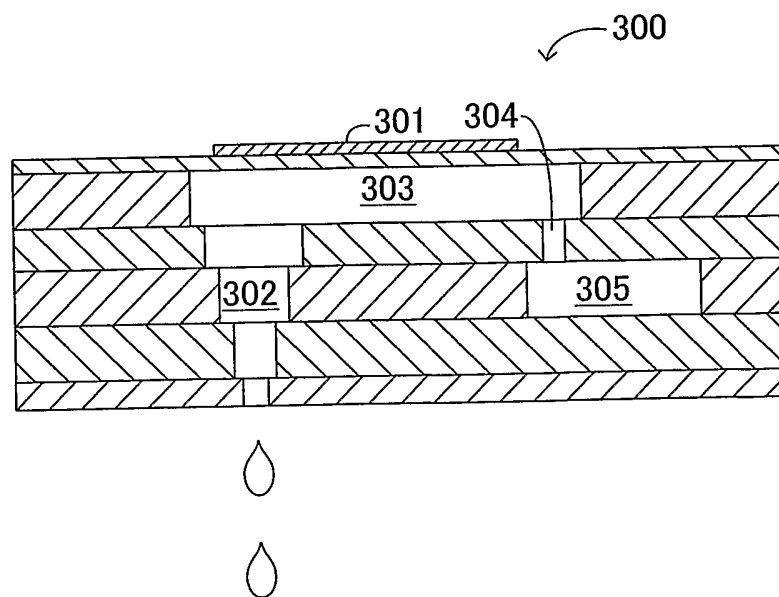


図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F02M69/00, F02M51/06, B05B17/06, B41J2/045, B41J2/055, H01L41/08

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.Cl.⁷ F02M69/00, F02M51/06, B05B17/06, B41J2/045, B41J2/055, H01L41/08

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

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.
A	JP 9-174837 A (NEC Corp.), 08 July, 1997 (08.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 9-141852 A (Fujitsu Ltd.), 03 June, 1997 (03.06.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 8-127124 A (Mita Industrial Co., Inc.), 21 May, 1996 (21.05.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

☒ 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 application or patent 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

"I" 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 August, 2004 (31.08.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007748

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-188472 A (Seiko Epson Corp.), 08 July, 1994 (08.07.94), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2003-47896 A (NGK Insulators, Ltd.), 18 February, 2003 (18.02.03), Full text; all drawings & EP 1283356 A	1-8
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 28068/1978 (Laid-open No. 133213/1979) (Honda Motor Co., Ltd.), 14 September, 1979 (14.09.79), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17F02M69/00, F02M51/06, B05B17/06, B41J2/045, B41J2/055, H01L41/08

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. C17F02M69/00, F02M51/06, B05B17/06, B41J2/045, B41J2/055, H01L41/08

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	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004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
A	JP 9-174837 A (日本電気株式会社) 1997. 07. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 9-141852 A (富士通株式会社) 1997. 06. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 8-127124 A (三田工業株式会社) 1996. 05. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

☒ 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

31. 08. 2004

国際調査報告の発送日

31. 9. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
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)
八板 直人

3G

9429

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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
A	J P 6-188472 A (セイコーエプソン株式会社) 1994.07.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
A	J P 2003-47896 A (日本碍子株式会社) 2003.02.18, 全文, 全図&EP 1283356 A	1-8
A	日本国実用新案登録出願53-28068号 (日本国実用新案登録出願公開54-133213号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (本田技研工業株式会社) 1979.09.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8