

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4729840号
(P4729840)

(45) 発行日 平成23年7月20日 (2011.7.20)

(24) 登録日 平成23年4月28日 (2011.4.28)

(51) Int. Cl.

F I

B 4 1 J 2/16 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 H

B 2 1 J 5/02 (2006.01)

B 2 1 J 5/02 A

B 2 1 K 23/00 (2006.01)

B 2 1 K 23/00

B 4 1 J 2/045 (2006.01)

B 4 1 J 3/04 1 O 3 A

B 4 1 J 2/055 (2006.01)

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-292467 (P2003-292467)
 (22) 出願日 平成15年8月12日 (2003.8.12)
 (65) 公開番号 特開2005-59393 (P2005-59393A)
 (43) 公開日 平成17年3月10日 (2005.3.10)
 審査請求日 平成18年6月29日 (2006.6.29)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100107261
 弁理士 須澤 修
 (72) 発明者 高島 永光
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 ーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 上杉 良治
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
 ーエプソン株式会社内

審査官 鈴木 友子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって得られた液体噴射ヘッド

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

列設された圧力発生室となる溝状窪部とこの溝状窪部の列設方向に沿って形成された凹溝部とを備え金属で形成される圧力発生室形成板と、上記圧力発生室形成板に接合され上記圧力発生室を封止する封止板と、上記圧力発生室内の液体を加圧する圧力発生素子と、上記圧力発生室に連通したノズル開口が設けられ上記圧力発生室形成板に接合されたノズルプレートを含んで構成された液体噴射ヘッドの製造方法であって、

上記圧力発生室形成板の凹溝部には、上記溝状窪部の列設方向と直交する長手方向の端部からの距離が上記溝状窪部の列端に接近するに連れて次第に短くなるように形成されるとともに、

上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に貫通させて形成した開口又は上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に窪ませて設けた凹部からなる低剛性形状部が形成され、

上記溝状窪部を成形する突条部が列設された第1型と、上記第1型と対をなす第2型との間で上記圧力発生室形成板を加圧して上記溝状窪部を成形し、

この溝状窪部の端部に穴あけパンチを圧入して連通口を形成することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 2】

上記低剛性形状部は、上記溝状窪部に設けられる連通口に近い側に配置されている請求項1記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項 3】

上記低剛性形状部は、列設された２列の溝状窪部の間に配置されている請求項１または２記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項４】

上記低剛性形状部の形状は台形であり、当該台形の下底が溝状窪部の列端側に配置されている請求項１乃至３のいずれかに記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項５】

上記台形形状の低剛性形状部は、列設された２列の溝状窪部の間に配置され、その形状は対称である請求項１乃至４のいずれかに記載の液体噴射ヘッドの製造方法。

【請求項６】

列設された圧力発生室となる溝状窪部とこの溝状窪部の列設方向に沿って形成された凹溝部とを備え金属で形成される圧力発生室形成板と、上記圧力発生室形成板に接合され上記圧力発生室を封止する封止板と、上記圧力発生室内の液体を加圧する圧力発生素子と、上記圧力発生室に連通したノズル開口が設けられ上記圧力発生室形成板に接合されたノズルプレートとを含んで構成された液体噴射ヘッドであって、

10

上記圧力発生室形成板の凹溝部には、上記溝状窪部の列設方向と直交する長手方向の端部からの距離が上記溝状窪部の列端に接近するに連れて次第に短くなるように形成されるとともに、

上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に貫通させて形成した開口又は上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に窪ませて設けた凹部からなる低剛性形状部が形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッド。

20

【請求項７】

上記低剛性形状部は、上記溝状窪部に設けられる連通口に近い側に配置されている請求項６記載の液体噴射ヘッド。

【請求項８】

上記低剛性形状部の形状は台形であり、当該台形の下底が溝状窪部の列端側に配置されている請求項６又は７に記載の液体噴射ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、液体噴射ヘッドの製造方法およびそれによって製造された液体噴射ヘッドに関する。

30

【背景技術】

【０００２】

加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させる液体噴射ヘッドは、種々な液体を対象にしたものが知られているが、そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【０００３】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。さらに、圧力発生室とノズル開口とを連通する連通口を、圧力発生室の所定位置に正確に形成することがインク滴の正常な吐出にとって重要である。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、きわめて微細な鍛造加工が金属製の素材板に対して施されている。

40

【特許文献１】特開２０００－２６３７９９号公報

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記した圧力発生室は、図19に示すように、金属製の素材板70に多数の溝状窪部71を列設し、この溝状窪部71に仕上げ加工を施して構成されている。このような溝状窪部71の形成は、金型すなわち第1型72と第2型73の間で素材板70を加圧成形している。第1型72には、溝状窪部71を成形する突条部74が多数平行に列設され、各突条部74間には、圧力発生室の隔壁部75を成形する空隙部76が設けられている。なお、77は第1型72の端部に配置されたダミー成形用のダミー突条部である。

【0005】

図18は、上記第1型72、第2型73によって成形された素材板70の平面図であり、このような素材板70に対する塑性加工により圧力発生室形成板が成形されている。

10

【0006】

素材板70に成形される溝状窪部71の長さは、溝状窪部71の列端78（ダミー部）から遠ざかっている正常部79においては、正しい長さの状態で成形されるが、列端78およびそれに近い箇所すなわち異常部80における溝状窪部71の長さは、列端78に向かうにしたがって次第に短くなっている。この短くなっている状態は、図18（A）に示すように、正常部79と最も異常な列端78との溝状窪部71の長さの寸法差Dとして示されている。

【0007】

上記の寸法差Dが現われる要因としては、いくつかの現象が考えられるが、最も大きな要因は、塑性加工時に発生する素材板70の塑性流動に特殊な現象が発生しているものと考察される。すなわち、正常部79においては突条部74が素材板70に圧入されたときには、隣合う突条部74によって溝状窪部71の列設方向への塑性流動が抑止されているので、流動した素材は空隙部76内に流動して十分な高さの隔壁部75を形成しながら、突条部74の長さ方向への塑性流動も所定どおりになされる。したがって、正常部79における溝状窪部71の長さはそれぞれ均一な長さになって、溝状窪部71端部は直線的に整列した状態になる。

20

【0008】

一方、異常部80においては、溝状窪部71の列端78の外側は溝状窪部71が存在しない領域となっているので、突条部74が列端78の箇所の素材板70に圧入されたときに、素材が溝状窪部71の列設方向に拘束されることなく溝状窪部71の列の外側に向かって流動する。このような方向の流動が発生するため、列端78では溝状窪部71の長手方向の素材流動量が減少し、列端78の溝状窪部71の長さが所定どおりに確保できなくなる。列端78において上記のような溝状窪部71の列設方向の塑性流動が許容されるので、そのような塑性流動が列端78の隣の溝状窪部71においても、塑性流動量はやや少なくなるが、連鎖的に影響を及ぼしてやはり溝状窪部71の長さが所定どおりに確保できなくなる。さらにその隣の溝状窪部71においても、溝状窪部71の列設方向の塑性流動量はさらに少なくなるが、同様な現象が発生して溝状窪部71の長さが所定長さを下回る現象が発生する。このような溝状窪部71の長さ不足は、正常部79に近づくにしたがって消滅し、異常部80から正常部79に滑らかに連なってゆく。以上に述べたような現象によって、上記の寸法差Dができると考えられるのである。

30

40

【0009】

上記のように寸法差Dが発生するのは、異常部80における各溝状窪部71の長手方向の塑性流動が、溝状窪部71の列設方向の塑性流動、特に列端78における溝状窪部71の列の外側に向う塑性流動が発生するために、緩慢になるものと考察される。

【0010】

なお、図示していないが、上記の寸法差Dは、列設された溝状窪部71の左右に略同等にあらわれる可能性がある。

【0011】

上記のように溝状窪部71の長さに短いものができることは、圧力発生室とノズ

50

ル開口を連通する連通口の位置が溝状窪部 7 1 の端部に対して相対的に均一にならないので、連通口を成形する穴あけパンチの加工負荷が過大になったり、インクの円滑な流れが阻害されて気泡の排出に支障をきたしたり、あるいは圧力発生室の容積や形状にばらつきが生じてインク滴吐出の特性に異常を来す等の問題がある。

【 0 0 1 2 】

最も懸念される問題は、穴あけパンチの加工負荷が過大になることである。すなわち、図 1 8 (C) は、正常部 7 9 における溝状窪部 7 1 に連通口 8 1 があけられた状態を示している。穴あけパンチを溝状窪部 7 1 端部の傾斜部 8 2 の中央部ないしはそれよりもやや下側の位置に圧入して断面積の大きな有底状態の第 1 連通口 8 1 a があけられ、次いで他の穴あけパンチを第 1 連通口 8 1 a の底部に圧入して第 2 連通口 8 1 b があけられ、2 段型の連通口 8 1 が完成する。このような正常部 7 9 における穴あけパンチの穴あけストローク S 1 は比較的短くて、穴あけパンチに及ぶ加工負荷は比較的低い状態に維持される。

10

【 0 0 1 3 】

一方、図 1 8 (D) は、異常部 8 0 における溝状窪部 7 1 に連通口 8 1 があけられた状態を示している。穴あけパンチは一直線上に配列されているので、溝状窪部 7 1 の長さが寸法差 D だけ短いと、第 1 連通口 8 1 a は傾斜面 8 2 の上端近くの位置に圧入されるので、穴あけストローク S 2 は上記のストローク S 1 よりもはるかに長くなるうえ、細長い穴あけパンチに対して加わる横向きの応力が大きくなる。このようになると、穴あけパンチの加工長さが長くなって加工負荷が著しく大きくなり、異常部 8 0 における穴あけパンチの耐久性が大幅に低下する。また、細長い穴あけパンチの折損も増加させる。このような耐久性の低下は、正常部 7 9 においては十分にパンチ機能が果たせるにもかかわらず、異常部 8 0 において使用できない状態になり、パンチの交換時期が早期化されて不経済であり、また、頻繁なパンチ交換により生産性の低下を招くことになる。

20

【 0 0 1 4 】

なお、図 1 8 (B) は、溝状窪部 7 1 の列設方向に沿って成形された凹溝部 8 3 を示しており、溝状窪部 7 1 の端部形状を画然と成形し、素材板 7 0 の表面の平面性を保つために設けられている。もし、この凹溝部 8 3 がなければ、第 1 型 7 2 の突条部 7 4 が素材板 7 0 に圧入されたときに、溝状窪部 7 1 の長手方向に流動した素材が 2 点鎖線図示のように隆起する。このような隆起は、突条部 7 4 端部の成形に反力を及ぼすので溝状窪部 7 1 端部の形状が画然と成形されないことになる。また、(B) に示すような隆起部分ができると圧力発生室形成板の表面の平面性も損なわれることになる。したがって、凹溝部 8 3 を形成することにより、上記の隆起しようとする素材は凹溝部 8 3 内に吸収された状態になり、上記の問題が解消される。

30

【 0 0 1 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、溝状窪部の長手方向の端部位置を、列設された溝状窪部の全域にわたって直線的に揃えて、連通口の穴あけパンチの加工負荷を均一にしかも少なくして、同パンチの耐久性を向上し、しかも液体噴射ヘッドの噴射機能を向上させること等を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 6 】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が列設された金属製の圧力発生室形成板と、上記圧力発生室形成板に接合され上記圧力発生室を封止する封止板と、上記圧力発生室内の液体を加圧する圧力発生素子と、上記圧力発生室に連通したノズル開口が設けられ上記圧力発生室形成板に接合されたノズルプレートを含んで構成された液体噴射ヘッドの製造方法であって、上記圧力発生室形成板における上記溝状窪部の列端付近の各溝状窪部の長手方向側に上記各溝状窪部の端部から所定の距離を隔てた箇所にあらかじめ低剛性形状部を設け、溝状窪部を成形する突条部が列設された第 1 型と、上記第 1 型と対をなす第 2 型との間で圧力発生室形成板を加圧して溝状窪部を成形することを要旨とする。

40

【 0 0 1 7 】

50

すなわち、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、上記圧力発生室形成板における上記溝状窪部の列端付近の各溝状窪部の長手方向側に上記各溝状窪部の端部から所定の距離を隔てた箇所にあらかじめ低剛性形状部を設け、溝状窪部を成形する突条部が列設された第1型と、上記第1型と対をなす第2型との間で圧力発生室形成板を加圧して溝状窪部を成形する。

【発明の効果】

【0018】

このため、上記第1型と第2型によって圧力発生室形成板を加圧されると、上記列端付近の各溝状窪部からその長手方向に塑性流動が行なわれる。上記塑性流動による素材の移動は上記低剛性形状部にまで達し、この移動によって低剛性形状部が変形するので、各溝状窪部からその長手方向に向う塑性流動が抑制されることなく、上記列端付近の溝状窪部の長さを所定の長さに成形することができる。すなわち、溝状窪部の長手方向の塑性流動に順応した塑性変形が低剛性形状部においてなされるので、所定長さの溝状窪部が成形できる。さらに、上記のように低剛性形状部において第1型動作時に塑性流動が許容されるので、各溝状窪部の長手方向端部の形状が画然と成形できる。

10

【0019】

したがって、溝状窪部の端部近くにノズル開口に連通する連通口を設ける際には、一直線上に並んでいる穴あけパンチの溝状窪部に対する圧入箇所が略一定箇所となり、上記圧入箇所をできるだけ加工負荷の少ない箇所とすることにより、穴あけパンチの耐久性を向上することができる。このような穴あけパンチの耐久性向上により、加工工具の経費節減、穴あけパンチの交換サイクルの長期化等が確保できる。さらに、溝状窪部の成形精度が向上するので、圧力発生室の容積や形状が均一化され、液体噴射の特性を向上させることができる。

20

【0020】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部が、上記溝状窪部の端部近傍に設けられる連通口に近い側に配置されている場合には、上記連通口がつけられる側の溝状窪部の長さが、低剛性形状部によって所定長さに正しく整えられるので、連通口は全ての溝状窪部の端部近傍において、均一な位置に正しく開口することができる。

【0021】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部が、列設された2列の溝状窪部の間に配置されている場合には、1つの低剛性形状部で2箇所の異常溝状窪部長さを矯正することができ、効率的な成形加工ができる。

30

【0022】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部が、上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に貫通させて設けた開口である場合には、低剛性形状部を前工程において簡単な打抜き加工で成形できるので、工程の簡素化ができる。また、低剛性形状部が貫通状態で設けられているので、溝状窪部の長手方向の塑性流動に対する低剛性形状部の変形の順応がきわめて良好に果たされる。

【0023】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部が、上記圧力発生室形成板をその厚さ方向に窪ませて設けた凹部である場合には、低剛性形状部を前工程において簡単な加圧加工で成形できるので、工程の簡素化ができる。また、低剛性形状部が凹部形状で設けられているので、凹部の深さを選定することにより、溝状窪部の長手方向の塑性流動に対する低剛性形状部の変形の順応が良好に果たされる。

40

【0024】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記溝状窪部の長手方向の端部と、上記低剛性形状部との間の距離が、溝状窪部の列端側に接近するのに連れて次第に短くなるように設定されている場合には、溝状窪部の長手方向の塑性流動がより多く要求される列端側の溝状窪部の端部と、低剛性形状部との間の距離が短く設定されているので、当該溝状窪部からの塑性流動が直ちに低剛性形状部に達し、それにより低剛性形状部にもっとも大

50

きな塑性変形がもたらされる。一方、溝状窪部の長手方向の塑性流動が比較的少なくて済む列端側から離れた溝状窪部の端部と、低剛性形状部との間の距離が長く設定されているので、当該溝状窪部からの塑性流動が直ちに低剛性形状部に達することがなく、それにより低剛性形状部にはわずかな塑性変形がもたらされる。このように、溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求される箇所は低剛性形状部に近づけてあり、また溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求されない箇所は低剛性形状部から遠ざけてあり、溝状窪部の長手方向の塑性流動の量に応じて上記距離が設定されている。したがって、溝状窪部の長さのバランスがとられて、溝状窪部の端部が一直線上に整列する。

【 0 0 2 5 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部の形状が台形であり、当該台形の下底が溝状窪部の列端側に配置されている場合には、上記溝状窪部の長手方向の端部と、上記低剛性形状部との間の距離が、溝状窪部の列端側に接近するのに連れて次第に短くなるので、溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求される箇所は低剛性形状部に近づけてあり、また溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求されない箇所は低剛性形状部から遠ざけてあり、溝状窪部の長手方向の塑性流動の量に応じて上記距離が設定されていることになる。したがって、溝状窪部の長さのバランスがとられて、溝状窪部の端部が一直線上に整列する。

【 0 0 2 6 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記台形形状の低剛性形状部は、列設された2列の溝状窪部の間に配置され、その形状が対称である場合には、上記溝状窪部の長手方向の端部と、上記低剛性形状部との間の距離が、溝状窪部の列端側に接近するのに連れて次第に短くなる状態が、台形形状の対称状態により、両溝状窪部の双方に対して成立する。したがって、1つの低剛性形状部で2箇所の異常な溝状窪部の長さを矯正することができ、効率的な成形加工ができる。

【 0 0 2 7 】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法において、上記低剛性形状部が、溝状窪部の列設方向に沿って成形された凹溝部に設けられている場合には、上記凹溝部による圧力発生室形成板の平面性の確保と、異常な溝状窪部の長さの矯正とが1箇所で実現するので、上記平面性の確保と上記長さの矯正が一時に実行され、工程簡素化に有効である。

【 0 0 2 8 】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、金属製の素材板を塑性変形することにより圧力発生室となる溝状窪部が形成された圧力発生室形成板と、上記圧力発生室形成板に接合され上記圧力発生室を封止する封止板と、上記圧力発生室内の液体を加圧する圧力発生素子と、上記圧力発生室に連通したノズル開口が設けられ上記圧力発生室形成板に接合されたノズルプレートとを含んで構成された液体噴射ヘッドであって、上記圧力発生室形成板には、その圧力発生室の列端付近の各溝状窪部の長手方向側に上記各溝状窪部の端部から所定の距離を隔てた箇所に開口部が設けられていることを要旨とする。

【 0 0 2 9 】

すなわち、上記圧力発生室形成板には、その圧力発生室の列端付近の各溝状窪部の長手方向側に上記各溝状窪部の端部から所定の距離を隔てた箇所に開口部が設けられている。このような箇所に配置される開口部は、溝状窪部との相対位置関係が高精度のもとに設定されているので、この開口部を塑性加工時の位置決め用として活用することができる。また、上記開口部が溝状窪部成形時の塑性流動に応じて変形するので、溝状窪部の形状や寸法を正確に求めることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 0 】

以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【 0 0 3 1 】

本発明において製造の対象となっている液体噴射ヘッドは、上述のように種々な液体を対象にして機能させることができ、図示の実施例においてはその代表的な事例として、こ

10

20

30

40

50

の液体噴射ヘッドをインクジェット式記録ヘッドに適用した例を示している。

【実施例 1】

【0032】

図 1 および図 2 に示すように、記録ヘッド 1 は、ケース 2 と、このケース 2 内に収納される振動子ユニット 3 と、ケース 2 の先端面に接合される流路ユニット 4 と、先端面とは反対側のケース 2 の取付面上に配置される接続基板 5 と、ケース 2 の取付面側に取り付けられる供給針ユニット 6 等から概略構成されている。

【0033】

上記の振動子ユニット 3 は、図 3 に示すように、圧電振動子群 7 と、この圧電振動子群 7 が接合される固定板 8 と、圧電振動子群 7 に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル 9 とから概略構成される。

10

【0034】

圧電振動子群 7 は、列状に形成された複数の圧電振動子 10 ... を備える。各圧電振動子 10 ... は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子 10 ... は、列の両端に位置する一対のダミー振動子 10 a , 10 a と、これらのダミー振動子 10 a , 10 a の間に配置された複数の駆動振動子 10 b ... とから構成されている。そして、各駆動振動子 10 b ... は、例えば、50 μm ~ 100 μm 程度の極めて細かい幅の櫛歯状に切り分けられ、180 本設けられる。また、ダミー振動子 10 a は、駆動振動子 10 b よりも十分広い幅であり、駆動振動子 10 b を衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット 3 を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

20

【0035】

各圧電振動子 10 ... は、固定端部を固定板 8 上に接合することにより、自由端部を固定板 8 の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子 10 ... は、いわゆる片持ち梁の状態で固定板 8 上に支持されている。そして、各圧電振動子 10 ... の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位寸法差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0036】

フレキシブルケーブル 9 は、固定板 8 とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子 10 と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル 9 の表面には、圧電振動子 10 の駆動等を制御するための制御用 IC 11 が実装されている。また、各圧電振動子 10 ... を支持する固定板 8 は、圧電振動子 10 からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

30

【0037】

上記のケース 2 は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成形されたブロック状部材である。ここで、ケース 2 を熱硬化性樹脂で成形しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 12 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 13 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）14 となる先端凹部 15 が形成されている。

40

【0038】

収納空部 12 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 12 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 10 の先端が開口から臨む状態で収納空部 12 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0039】

先端凹部 15 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 15 は、収納空部 12 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部で

50

あり、収納空部 1 2 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【 0 0 4 0 】

インク供給路 1 3 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 1 5 に連通している。また、インク供給路 1 3 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 1 6 内に形成されている。

【 0 0 4 1 】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 1 7 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 1 7 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

10

【 0 0 4 2 】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 1 8 と、インク供給針 1 9 と、フィルタ 2 0 とから概略構成される。

【 0 0 4 3 】

インク供給針 1 9 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 1 9 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 1 9 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 1 9 を 2 本備えている。

20

【 0 0 4 4 】

針ホルダ 1 8 は、インク供給針 1 9 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 1 9 の根本部分を止着するための台座 2 1 を 2 本分横並びに形成している。この台座 2 1 は、インク供給針 1 9 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 1 8 の板厚方向を貫通するインク排出口 2 2 を形成している。また、この針ホルダ 1 8 には、フランジ部を側方に延出している。

【 0 0 4 5 】

フィルタ 2 0 は、埃や成形時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 2 0 は、台座 2 1 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

30

【 0 0 4 6 】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 2 2 とケース 2 の接続口 1 6 とは、パッキン 2 3 を介して液密状態で連通する。

【 0 0 4 7 】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 3 0 の一方の面にノズルプレート 3 1 を、圧力発生室形成板 3 0 の他方の面に弾性板 3 2 を接合した構成である。

【 0 0 4 8 】

40

圧力発生室形成板 3 0 は、図 4 に示すように、溝状窪部 3 3 と、連通口 3 4 と、逃げ凹部 3 5 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 3 0 を、厚さ 0 . 3 5 m m のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【 0 0 4 9 】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 3 0 、弾性板 3 2 及びノズルプレート 3 1 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果

50

、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド1の作動時に圧電振動子10が発熱し、この熱によって流路ユニット4が加熱されたとしても、流路ユニット4を構成する各部材30, 31, 32が均等に膨張する。このため、記録ヘッド1の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット4を構成する各部材30, 31, 32に剥離等の不具合は生じ難い。

【0050】

第2の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド1では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

10

【0051】

第3の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板30を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板30に形成される溝状窪部33や連通口34は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部33や連通口34を高い寸法精度で形成することができる。

【0052】

なお、圧力発生室形成板30に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

20

【0053】

溝状窪部33は、圧力発生室29となる溝状の窪部であり、図5に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約0.1mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝を溝幅方向に180個列設している。この溝状窪部33の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されてV字状に窪んでいる。底面をV字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室29, 29同士を区画する隔壁部28の剛性を高めるためである。すなわち、底面をV字状に窪ませることにより、隔壁部28の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部28の剛性が高まる。そして、隔壁部28の剛性が高くなると、隣の圧力発生室29からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室29からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面をV字状に窪ませることにより、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、このV字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば90度前後である。さらに、隔壁部28における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室29...を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

30

【0054】

また、本記録ヘッド1における溝状窪部33に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部33の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。塑性加工による溝状窪部33の形成工程および溝状窪部33の形状は、後に詳しく説明する。

40

【0055】

さらに、両端部の溝状窪部33, 33に隣接させてこの溝状窪部33よりも幅広なダミー窪部36を1つずつ形成している。このダミー窪部36は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部36は、幅約0.2mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝によって構成されている。そして、このダミー窪部36の底面は、W字状に窪んでいる。これも、隔壁部28の剛性を高めるため、および、ダミー窪部36を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0056】

そして、各溝状窪部33...および一对のダミー窪部36, 36によって窪部列が構成さ

50

れる。本記録ヘッド1では、この窪部列を横並びに2列形成している。

【0057】

連通口34は、溝状窪部33の一端から板厚方向に貫通する貫通孔として形成されている。この連通口34は、溝状窪部33毎に形成されており、1つの窪部列に180個形成されている。本実施形態の連通口34は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側から板厚方向の途中まで形成した第1連通口37と、溝状窪部33とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第2連通口38とから構成されている。

【0058】

そして、第1連通口37と第2連通口38とは断面積が異なっており、第2連通口38の内寸法が第1連通口37の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口34をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板30は、厚さ0.35mmのニッケル板を加工することで作製しているため、連通口34の長さは、溝状窪部33の深さを寸法差し引いても0.25mm以上となる。そして、連通口34の幅は、溝状窪部33の溝幅よりも狭くする必要があるため、0.1mm未満に設定される。このため、連通口34を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型(穴あけパンチ)が座屈するなどしてしまう。そこで、本記録ヘッド1では、加工を2回に分け、1回目の加工では第1連通口37を板厚方向の途中まで形成し、2回目の加工で第2連通口38を形成している。なお、この連通口34の加工手順については、後で説明する。

【0059】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

【0060】

なお、本記録ヘッド1では、上記の連通口34及びダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0061】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本記録ヘッド1では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0062】

次に、上記の弾性板32について説明する。この弾性板32は、封止板の一種であり、例えば、支持板42上に弾性体膜43を積層した二重構造の複合材(本発明の金属材料の一種)によって作製される。本実施形態では、支持板42としてステンレス板を用い、弾性体膜43としてPPS(ポリフェニレンサルファイド)を用いている。

【0063】

図6に示すように、弾性板32には、ダイヤフラム部44と、インク供給口45と、コンプライアンス部46とを形成している。

【0064】

ダイヤフラム部44は、圧力発生室29の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部44は溝状窪部33の開口面を封止し、この溝状窪部33と共に圧力発生室29を区画形成する。このダイヤフラム部44は、図7(a)に示すように、溝状窪部33に対応した細長い形状であり、溝状窪部33を封止する封止領域に対し、各溝状窪部33...毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部44の幅は溝状窪部33の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部44の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図2に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪

部 3 3 の一端 (連通口 3 4 側の端部) に揃えている。

【 0 0 6 5 】

このダイヤフラム部 4 4 は、図 7 (b) に示すように、溝状窪部 3 3 に対応する部分の支持板 4 2 をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜 4 3 のみとすることで作製され、この環内には島部 4 7 を形成している。この島部 4 7 は、圧電振動子 1 0 の先端面が接合される部分である。

【 0 0 6 6 】

インク供給口 4 5 は、圧力発生室 2 9 と共通インク室 1 4 とを連通するための孔であり、弾性板 3 2 の板厚方向を貫通している。このインク供給口 4 5 も、ダイヤフラム部 4 4 と同様に、溝状窪部 3 3 に対応する位置に各溝状窪部 3 3 ... 毎に形成されている。このインク供給口 4 5 は、図 2 に示すように、連通口 3 4 とは反対側の溝状窪部 3 3 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 4 5 の直径は、溝状窪部 3 3 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【 0 0 6 7 】

このようにインク供給口 4 5 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 2 9 と共通インク室 1 4 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 2 9 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 2 9 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 1 4 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本記録ヘッド 1 では、インク供給口 4 5 を微細な貫通孔によって構成している。

【 0 0 6 8 】

そして、本記録ヘッド 1 のように、インク供給口 4 5 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 4 5 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【 0 0 6 9 】

コンプライアンス部 4 6 は、共通インク室 1 4 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 4 6 と先端凹部 1 5 とで共通インク室 1 4 を区画形成する。このコンプライアンス部 4 6 は、先端凹部 1 5 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 4 2 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 4 3 だけにすることで作製される。

【 0 0 7 0 】

なお、弾性板 3 2 を構成する支持板 4 2 及び弾性体膜 4 3 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 4 3 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 3 2 を、ダイヤフラム部 4 4 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 4 6 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【 0 0 7 1 】

そして、上記の弾性板 3 2 を、圧力発生室形成板 3 0 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 3 3 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 4 4 が溝状窪部 3 3 の開口面を封止して圧力発生室 2 9 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 3 6 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 3 1 を圧力発生室形成板 3 0 の他方の表面に接合するとノズル開口 4 8 が対応する連通口 3 4 に臨む。この状態で島部 4 7 に接合した圧電振動子 1 0 を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜 4 3 が変形し、島部 4 7 が溝状窪部 3 3 側に押されたり、溝状窪部 3 3 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 4 3 の変形により、圧力発生室 2 9 が拡張したり縮小したりして圧力発生室 2 9 内のインクに圧力変動が付与される。

【 0 0 7 2 】

さらに、弾性板 3 2 (すなわち、流路ユニット 4) をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 4 6 が先端凹部 1 5 を封止する。このコンプライアンス部 4 6 は、共通インク

室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

【0073】

上記構成の記録ヘッド 1 は、インク供給針 19 から共通インク室 14 までの共通インク流路と、共通インク室 14 から圧力発生室 29 を通って各ノズル開口 48 ... に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針 19 から導入されて共通インク流路を通して共通インク室 14 に貯留される。この共通インク室 14 に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口 48 から吐出される。

10

【0074】

例えば、圧電振動子 10 を収縮させると、ダイヤフラム部 44 が振動子ユニット 3 側に引っ張られて圧力発生室 29 が膨張する。この膨張により圧力発生室 29 内が負圧化されるので、共通インク室 14 内のインクがインク供給口 45 を通って各圧力発生室 29 に流入する。その後、圧電振動子 10 を伸張させると、ダイヤフラム部 44 が圧力発生室形成板 30 側に押されて圧力発生室 29 が収縮する。この収縮により、圧力発生室 29 内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口 48 からインク滴が吐出される。

【0075】

そして、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 (溝状窪部 33) の底面が V 字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室 29, 29 同士を区画する隔壁部 28 は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部 28 の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室 29 内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室 29 に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

20

【0076】

また、本記録ヘッド 1 では、共通インク室 14 と圧力発生室 29 とを連通するインク供給口 45 を、弾性板 32 の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室 29 ... へのインクの流入特性 (流入速度や流入量等) を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

30

【0077】

また、本記録ヘッド 1 では、列端部の圧力発生室 29, 29 に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室 (すなわち、ダミー窪部 36 と弾性板 32 とによって区画される空部) を設けたので、これらの両端の圧力発生室 29, 29 に関し、片側には隣りの圧力発生室 29 が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室 29, 29 に関し、その圧力発生室 29 を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室 29 ... における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室 29 のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0078】

40

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室 29 ... の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部 36 の幅を溝状窪部 33 の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室 29 と列途中の圧力発生室 29 の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0079】

さらに、本記録ヘッド 1 では、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませて先端凹部 15 を形成し、この先端凹部 15 と弾性板 32 とにより共通インク室 14 を区画形成しているため、共通インク室 14 を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース 2 は樹脂成形によって作製されているので、先端凹部 15 の作製も比較的容易である。

50

【 0 0 8 0 】

次に、上記記録ヘッド 1 の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板 3 0 の製造工程に特徴を有しているため、圧力発生室形成板 3 0 の製造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 3 0 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 3 0 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【 0 0 8 1 】

圧力発生室形成板 3 0 の製造工程は、溝状窪部 3 3 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 3 4 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。なお、溝状窪部 3 3 の長手方向端部の成形については、後述する。

【 0 0 8 2 】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す雄型である第 1 型 5 1 と図 9 に示す雌型である第 2 型 5 2 とを用いる。この第 1 型 5 1 は、溝状窪部 3 3 を形成するための金型である。この第 1 型には、溝状窪部 3 3 を形成するための突条部 5 3 を、溝状窪部 3 3 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 5 3 に隣接させてダミー窪部 3 6 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 5 3 の先端部分 5 3 a は先細りした山形とされており、例えば図 8 (b) に示すように、幅方向の中心から 4 5 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 5 3 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 5 3 a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 5 3 a における長手方向の両端は、図 8 (a) に示すように、4 5 度程度の角

【 0 0 8 3 】

また、第 2 型 5 2 には、その上面に筋状突起 5 4 が複数形成されている。この筋状突起 5 4 は、隣り合う圧力発生室 2 9 , 2 9 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 3 3 , 3 3 の中心線と略対向した位置に配置されている。すなわち、突条部 5 3 と筋状突起 5 4 は、図 1 0 に示すように、対向している。この筋状突起 5 4 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 2 9 , 2 9 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 5 4 の長さは溝状窪部 3 3 （突条部 5 3 ）の長さと同程度に設定されている。

【 0 0 8 4 】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 1 0 (a) に示すように、第 2 型 5 2 の上面に素材板であるとともに圧力発生室形成板である帯板 5 5 を載置し、帯板 5 5 の上方に第 1 型 5 1 を配置する。次に、図 1 0 (b) に示すように、第 1 型 5 1 を下降させて突条部 5 3 の先端部を帯板 5 5 内に押し込む。このとき、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a を V 字状に尖らせているので、突条部 5 3 を座屈させることなく先端部分 5 3 a を帯板 5 5 内に確実に押し込むことができる。この突条部 5 3 の押し込みは、図 1 0 (c) に示すように、帯板 5 5 の板厚方向の途中まで行う。

【 0 0 8 5 】

突条部 5 3 の押し込みにより、帯板 5 5 の一部分が流動し、溝状窪部 3 3 が形成される。ここで、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a が V 字状に尖っているため、微細な形状の溝状窪部 3 3 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 5 3 a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 3 3 は突条部 5 3 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 5 3 a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 5 3 の間に設けられた空隙部 5 3 b 内に流入し隔壁部 2 8 が成形される。さらに、先端部分 5 3 a における長手方向の両端に面取り部 5 3 c が設けてあるので、当該部分で押圧された帯板 5 5 も円滑に流れ、上記傾斜面 3 3 b が画然と成形される。従って、溝状窪部 3 3 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【 0 0 8 6 】

また、突条部 5 3 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 5 5 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 3 0 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 3 0 の取り扱いも容易になる。

【 0 0 8 7 】

また、突条部 5 3 で押圧されたことにより、帯板 5 5 の一部は隣り合う突条部 5 3 , 5 3 の空間内に隆起する。ここで、第 2 型 5 2 に設けた筋状突起 5 4 は、突条部 5 3 と対向しているので、筋状突起 5 4 と突条部 5 3 との間の素材が最も大量に加圧される。このような大量加圧によって、空隙部 5 3 b 内への帯板 5 5 の流れを補助する。これにより、突条部 5 3 間の空間に対して効率よく帯板 5 5 を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

10

【 0 0 8 8 】

なお、図 1 1 は、上記第 1 型 5 1 , 第 2 型 5 2 , 素材板 5 5 等の位置関係を示す斜視図である。また、同図の 3 3 a は、溝状窪部 3 3 の列である。

【 0 0 8 9 】

本発明の前提となる溝状窪部 3 3 の成形は、基本的には上述のとおりである。ここで、図 1 8 および図 1 9 にしたがって述べた上記問題点、すなわち本発明の主題である穴あけパンチの耐久性の向上等を図るための実施例を、図 1 2 ~ 図 1 5 にしたがって説明する。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

20

【 0 0 9 0 】

なお、前述の第 1 型 5 1 および第 2 型 5 2 により帯板（素材板）5 5 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 は、順送り式の鍛造加工装置における素材板 5 5 の前工程段階を示す平面図である。ニッケル製の素材板 5 5 には前工程において各種の穴あけや凹部成形等がなされる。その代表的なものとして逃げ凹部 3 5 等がある。上記前工程に引続く本工程において図 1 0 や図 1 3 等に示した溝状窪部 3 3 の成形が行なわれる。

【 0 0 9 2 】

30

図 1 2 に示された 2 点鎖線で囲まれた領域は、上記ダミー窪部 3 6 や圧力発生室 2 9 を構成する溝状窪部 3 3 等で形成される溝状窪部 3 3 の列 3 3 a が配置される箇所であり、図 4 , 図 1 1 , 図 1 2 等に示すように、2 列平行に配置されている。なお、列設された溝状窪部 3 3 の列端 3 3 a は、溝状窪部 3 3 の列の最も端部に配置された溝状窪部 3 3 であり、図 1 3 に示した例ではダミー窪部 3 6 が列端に相当している。よって、符号 3 6 は上記列端にも付されている。

【 0 0 9 3 】

2 列状態の溝状窪部 3 3 の列 3 3 a の中央部には、溝状窪部 3 3 の列設方向に沿って凹溝部 8 3 が前工程において成形されている。この凹溝部 8 3 は、図 1 8 (A) や (B) にしたがって説明したように、圧力発生室形成板 3 0 の平面性を確保したり、溝状窪部 3 3 の長手方向端部の成形形状を画然と仕上げるために設けられている。

40

【 0 0 9 4 】

上記列端 3 6 付近のダミー窪部 3 6 や溝状窪部 3 3 は、図 1 8 に示した異常部 8 0 に相当しており、図 1 3 に示した例ではダミー窪部 3 6 を含めて上から 5 本目までである。列端付近の各溝状窪部 3 6 , 3 3 (5 本目までの溝状窪部) の長手方向側に上記各溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部から所定の距離を隔てた箇所にあらかじめ低剛性形状部 6 1 が設けられている。この例での低剛性形状部 6 1 は、図 1 2 (B) に示すように、素材板 5 5 の厚さ方向に貫通させた開口 6 2 であり、その開口形状は台形である。上記台形形状は対称であり、その下底 6 2 a が列端 3 6 側に配置されている。

【 0 0 9 5 】

50

上記台形の開口 6 2 は、あらかじめ成形された上記凹溝部 8 3 の底面部 8 3 a を打抜いて形成されている。したがって、工程順序としては、前工程である凹溝部 8 3 の成形およびそれに続く開口 6 2 の打抜きと、本工程である第 1 型 5 1 による溝状窪部 3 3 の成形と連通口 3 4 , ダミー連通口 3 9 の開口工程の順になる。上記台形の開口 6 2 の各部寸法は、溝状窪部 3 6 , 3 3 の幅, 長さ, 深さ、圧力発生室形成板 3 0 の板厚等に適合させて設定されるのであるが、この例では、下底 0 . 8 6 mm , 上底 0 . 4 8 mm , 高さ 0 . 7 3 mm である。

【 0 0 9 6 】

上記の台形形状により下底 6 2 a から上底 6 2 b を結ぶ両側の開口内縁 6 2 c は、溝状窪部 3 3 の列設方向に対して傾斜した配置となる。上記開口内縁 6 2 c の配置により、列端 3 6 付近の溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の端部と、上記低剛性形状部 6 1 すなわち開口内縁 6 2 c との間の距離は、列端 3 6 側に接近するに連れて次第に短くなるように設定される。

10

【 0 0 9 7 】

上記の開口 6 2 があけられた後、図 1 0 , 図 1 1 に示したように、第 1 型 5 1 と第 2 型 5 2 の間で圧力発生室形成板 3 0 が加圧されて溝状窪部 3 6 , 3 3 が成形される。その後、穴あけパンチを図 5 および図 1 3 に示した溝状窪部 3 3 の端部に成形された傾斜面 3 3 b に圧入して (図 1 8 (C) 参照) 、連通口 3 4 , 3 9 があけられる。そして、開口 6 2 は、上記のようにしてあけられた連通口 3 4 , 3 9 に近い側に配置されている。

【 0 0 9 8 】

20

上記実施例による作用効果は次のとおりである。

【 0 0 9 9 】

上記圧力発生室形成板 3 0 に対する第 1 型 5 1 , 第 2 型 5 2 の加圧により、列端 3 6 付近の各溝状窪部 3 6 , 3 3 からその長手方向に塑性流動が行なわれる。上記塑性流動による素材の移動は上記開口 6 2 の開口内縁 6 2 c にまで達し、この移動によって開口内縁 6 2 c が変形するので、各溝状窪部 3 6 , 3 3 からその長手方向に向う塑性流動が抑制されることなくなされて、上記列端 3 6 付近の溝状窪部 3 6 , 3 3 の長さを所定の長さに成形することができる。すなわち、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動に順応した開口 6 2 の形状変形が塑性変形の状態でなされるので、所定長さの溝状窪部が成形できる。さらに、上記のように開口 6 2 において第 1 型 5 1 動作時に塑性流動が許容されるので、各溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向端部の形状が画然と成形できる。

30

【 0 1 0 0 】

したがって、溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部近くにノズル開口 4 8 に連通する連通口 3 4 やダミー窪部 3 6 にダミー連通口 3 9 を設ける際には、一直線上に並んでいる穴あけパンチの溝状窪部 3 6 , 3 3 に対する圧入箇所が略一定箇所となり、上記圧入箇所をできるだけ加工負荷の少ない箇所とすることにより、穴あけパンチの耐久性を向上することができる。このような穴あけパンチの耐久性向上により、加工工具の経費節減、穴あけパンチの交換サイクルの長期化等が確保できる。さらに、溝状窪部 3 6 , 3 3 の成形精度が向上するので、圧力発生室 2 9 の容積や形状が均一化され、インク滴吐出の特性を向上させることができる。

40

【 0 1 0 1 】

図 1 4 は、台形の開口 6 2 が溝状窪部 3 6 , 3 3 の成形加工にともなって変形する状態を示す平面図である。同図の実線図示は溝状窪部 3 6 , 3 3 の成形加工前の形状であり、2 点鎖線図示は上記成形加工後の形状である。溝状窪部 3 6 , 3 3 の成形加工時に各溝状窪部の長手方向に生じる塑性流動により、両側の開口内縁 6 2 c が開口 6 2 の内側に押し寄せられて、湾曲した開口内縁 6 2 c ' の形状に塑性変形をする。上記のように開口内縁 6 2 c がその両側から加圧されると、その加圧力は台形の上底 6 2 b の方向に向う成分に変換され、それによって上底 6 2 b が図 1 4 の下方に移動して変形前の長さよりも短い変形後の上底 6 2 b ' となる。したがって、変形後は台形の開口 6 2 が対称の状態でも両側から細められた形状となる。上記のように開口 6 2 の下底 6 2 a が溝状窪部 3 6 , 3 3 の列端

50

側に配置され、開口内縁 6 2 c が傾斜した配置とされているので、開口 6 2 の両側から塑性流動による応力が作用すると、台形状が上底 6 2 b 側に細長く伸びる変形を呈する。このような変形は、溝状窪部 3 6 , 3 3 からの塑性流動に対する順応性がよく、列端付近の溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部位置が一直線上に整列する。

【 0 1 0 2 】

上記の開口 6 2 の変形に伴って、凹溝部 8 3 の輪郭線は、図 1 3 に示すように、開口 6 2 の近傍において凹溝部 8 3 の中央側に湾曲している。図 1 3 では、上記湾曲部に符号 8 3 b が付してあり、理解しやすくするために湾曲の程度を誇張して図示してある。

【 0 1 0 3 】

上記開口 6 2 , 凹部 6 3 が、上記溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部近傍に設けられる連通口 3 9 , 3 4 に近い側に配置されているので、上記連通口 3 9 , 3 4 があけられる側の溝状窪部 3 6 , 3 3 の長さや傾斜面 3 3 b が、開口 6 2 , 凹部 6 3 によって所定長さや所定形状に正しく整えられるので、連通口 3 9 , 3 4 は全ての溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部近傍において、均一な位置に正しく開口することができる。

【 0 1 0 4 】

上記開口 6 2 , 凹部 6 3 が、2 列の溝状窪部の列 3 3 a の間に配置されていることにより、1 つの開口 6 2 または凹部 6 3 で 2 箇所の異常溝状窪部長さを矯正することができ、効率的な成形加工ができる。

【 0 1 0 5 】

上記開口 6 2 が、圧力発生室形成板 3 0 をその厚さ方向に貫通させた状態で設けてあるので、開口 6 2 を前工程において簡単な打抜き加工で成形でき、工程の簡素化ができる。また、開口 6 2 が貫通状態で設けられているので、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動に対する開口 6 2 の部分の変形の順応がきわめて良好に果たされる。

【 0 1 0 6 】

台形状の上記開口 6 2 が設けてあるので、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動がより多く要求される列端 3 6 側の溝状窪部 3 6 の端部と、開口 6 2 の開口内縁 6 2 c との間の距離が短く設定されているので、当該溝状窪部 3 6 からの塑性流動が直ちに開口 6 2 に達し、それにより開口 6 2 の下底 6 2 a 側にもっとも大きな塑性変形がもたらされる。一方、溝状窪部の長手方向の塑性流動が比較的少なく済む列端 3 6 側から離れた溝状窪部 3 3 の端部と、開口内縁 6 2 c との間の距離が長く設定されているので、当該溝状窪部 3 3 からの塑性流動が直ちに開口 6 2 に達することがなく、それにより開口 6 2 の上底 6 2 b 側にはわずかな塑性変形がもたらされる。このように、溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求される箇所は開口 6 2 に近づけてあり、また溝状窪部の長手方向の塑性流動が多く要求されない箇所は開口 6 2 から遠ざけてあり、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動の量に応じて上記距離が設定されている。したがって、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長さのバランスがとられて、溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部が一直線上に整列する。また、上記凹部 6 3 においても、開口 6 2 と同様な変形がなされる。

【 0 1 0 7 】

台形状の上記開口 6 2 の下底 6 2 a が溝状窪部 3 6 , 3 3 の列端 3 6 側に配置されているので、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動が多く要求される箇所は開口内縁 6 2 c に近く、また溝状窪部 3 3 の長手方向の塑性流動が多く要求されない箇所は開口内縁 6 2 c から遠くになっており、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動の量に応じて上記距離が設定された状態になっている。したがって、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長さのバランスがとられて、溝状窪部 3 6 , 3 3 の端部が一直線上に整列する。また、上記凹部 6 3 においても、開口 6 2 と同様な変形がなされる。

【 0 1 0 8 】

台形状の上記開口 6 2 が、列設された 2 列の溝状窪部 3 6 , 3 3 の間に配置され、その形状が対称であるから、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の端部と、開口内縁 6 2 c との間の距離が、溝状窪部の列端 3 6 側に接近するのに連れて次第に短くなる状態が、台形状の対称状態により、両溝状窪部 3 6 , 3 3 の双方に対して成立する。したがって、1 つ

10

20

30

40

50

の台形状の開口 6 2 で 2 箇所の異常な溝状窪部の長さを矯正することができ、効率的な成形加工ができる。また、上記凹部 6 3 においても、開口 6 2 と同様な変形がなされる。

【 0 1 0 9 】

上記開口 6 2 または凹部 6 3 が、溝状窪部 3 6 , 3 3 の列設方向に沿って成形された凹溝部 8 3 に設けられていることにより、上記凹溝部 8 3 による圧力発生室形成板 3 0 の平面性の確保と、異常な溝状窪部の長さの矯正とが 1 箇所で実現するので、上記平面性の確保と上記長さの矯正が一時に実行され、工程簡素化に有効である。

【 0 1 1 0 】

インク噴射ヘッド 1 としては、上記開口 6 2 , 凹部 6 3 は、溝状窪部 3 6 , 3 3 との相対位置関係が高精度のもとに設定されているので、この開口 6 2 , 凹部 6 3 を塑性加工時の位置決め用として活用することができる。また、上記開口 6 2 , 凹部 6 3 が溝状窪部成形時の塑性流動に応じて変形するので、溝状窪部 3 6 , 3 3 の形状や寸法を正確に求めることができる。

【 0 1 1 1 】

図 1 5 は、上記低剛性形状部 6 1 として、貫通した開口 6 2 ではなく圧力発生室形成板 3 0 の厚さ方向に窪ませた凹部 6 3 にした例である。この例でも、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動が発生すると、凹部 6 3 の両側から凹部 6 3 の空間に向って変形がなされ、上記塑性流動が許容されるのである。

【 0 1 1 2 】

そして、上記凹部 6 3 が、圧力発生室形成板 3 0 をその厚さ方向に窪ませて設けた凹部 6 3 であるから、凹部 6 3 を前工程において簡単な加圧加工で成形できるので、工程の簡素化ができる。また、凹部 6 3 が凹部形状で設けられているので、凹部 6 3 の深さを選定することにより、溝状窪部 3 6 , 3 3 の長手方向の塑性流動に対する凹部 6 3 の変形の順応が良好に果たされる。

【実施例 2】

【 0 1 1 3 】

図 1 6 は、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第 2 の実施例を示す。

【 0 1 1 4 】

この実施例は、上記実施例のような凹溝部 8 3 のない場合である。それ以外は、上記実施例と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。また、上記構成による作用効果も、上記実施例と同様である。

【実施例 3】

【 0 1 1 5 】

図 1 7 は、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法の第 3 の実施例を示す。

【 0 1 1 6 】

この実施例は、溝状窪部 3 6 , 3 3 の列 3 3 a が単列の場合である。この例での低剛性形状部 6 1 は、上記実施例における対称な台形状の開口 6 2 や凹部 6 3 を非対称の台形状としたもので、非対称の開口 6 4 または凹部 6 5 とされている。6 4 a , 6 4 b , 6 4 c はそれぞれ下底 , 上底 , 開口内縁である。それ以外は、上記各実施例と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【 0 1 1 7 】

上記構成により、単列の溝状窪部の列 3 3 a における列端付近の溝状窪部 3 6 , 3 3 端部の長手方向位置が直線的に配列される。それ以外は、上記各実施例と同様の作用効果を奏する。

【 0 1 1 8 】

上記各実施例は、インクジェット式記録装置を対象にしたものであるが、本発明によってえられた液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー , マニキュア , 導電性液体 (液体金属) 等を噴射することができる。さらに、上記実施例では、液体の一つであるインクを用いたインクジェット式記録ヘッドについて説明したが、プリンタ等の画像記録装置に用いられる記録ヘッド , 液晶ディスプレ

10

20

30

40

50

一等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド，有機ＥＬディスプレイ，ＦＥＤ（面発光ディスプレイ）等の電極形成に用いられる電極材噴射ヘッド，バイオチップ製造に用いられる生体有機噴射ヘッド等の液体を吐出する液体噴射ヘッド全般に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１１９】

【図１】インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図２】インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図３】（Ａ）及び（Ｂ）は、振動子ユニットを説明する図である。

【図４】圧力発生室形成板の平面図である。

10

【図５】圧力発生室形成板の説明図であり、（ａ）は図４におけるＸ部分の拡大図、（ｂ）は（ａ）におけるＡ－Ａ断面図、（ｃ）は（ａ）におけるＢ－Ｂ断面図である。

【図６】弾性板の平面図である。

【図７】弾性板の説明図であり、（ａ）は図６におけるＹ部分の拡大図、（ｂ）は（ａ）におけるＣ－Ｃ断面図である。

【図８】（ａ）及び（ｂ）は、溝状窪部の形成に用いる第１型を説明する図である。

【図９】（ａ）及び（ｂ）は、溝状窪部の形成に用いる第２型を説明する図である。

【図１０】（ａ）～（ｄ）は、溝状窪部の成形を説明する模式図である。

【図１１】第１型，素材板，第２型の位置関係を示す斜視図である。

【図１２】素材板加工の前工程の状態を示す平面図である。

20

【図１３】素材板加工の本工程の状態を示す平面図である。

【図１４】台形状の開口の形状変化を示す平面図である。

【図１５】低剛性形状部が凹部である場合の断面図である。

【図１６】第２の実施例における圧力発生室形成板の平面図である。

【図１７】第３の実施例における圧力発生室形成板の平面図である。

【図１８】従来技術によって成形された圧力発生室形成板の各部の図である。

【図１９】従来技術の第１型，素材板，第２型の関係を示す加圧後の断面図である。

【符号の説明】

【０１２０】

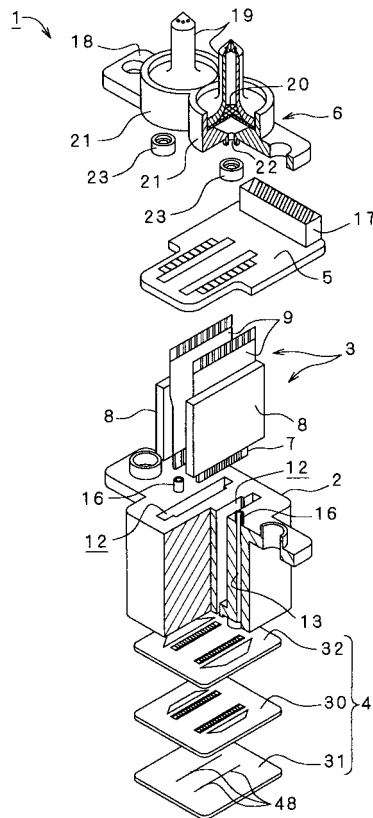
- | | | |
|------|---------------|----|
| 1 | インクジェット式記録ヘッド | 30 |
| 2 | ケース | |
| 3 | 振動子ユニット | |
| 4 | 流路ユニット | |
| 5 | 接続基板 | |
| 6 | 供給針ユニット | |
| 7 | 圧電振動子群 | |
| 8 | 固定板 | |
| 9 | フレキシブルケーブル | |
| 10 | 圧電振動子 | |
| 10 a | ダミー振動子 | 40 |
| 10 b | 駆動振動子 | |
| 11 | 制御用ＩＣ | |
| 12 | 収納空部 | |
| 13 | インク供給路 | |
| 14 | 共通インク室 | |
| 15 | 先端凹部 | |
| 16 | 接続口 | |
| 17 | コネクタ | |
| 18 | 針ホルダ | |
| 19 | インク供給針 | 50 |

2 0	フィルタ	
2 1	台座	
2 2	インク排出口	
2 3	パッキン	
2 8	隔壁部	
2 9	圧力発生室	
3 0	圧力発生室形成板	
3 1	ノズルプレート	
3 2	弾性板	
3 3	溝状窪部	10
3 3 a	溝状窪部の列	
3 3 b	傾斜面	
3 4	連通口	
3 5	逃げ凹部	
3 6	ダミー窪部，列端	
3 7	第 1 連通口	
3 8	第 2 連通口	
3 9	ダミー連通口	
4 0	第 1 ダミー連通口	
4 1	第 2 ダミー連通口	20
4 2	支持板	
4 3	弾性体膜	
4 4	ダイヤフラム部	
4 5	インク供給口	
4 6	コンプライアンス部	
4 7	島部	
4 8	ノズル開口	
5 1	第 1 型	
5 2	第 2 型	
5 3	突条部	30
5 3 a	先端部分	
5 3 b	空隙部	
5 3 c	面取り部	
5 4	筋状突起	
5 5	帯板，素材板，（圧力発生室形成板）	
6 1	低剛性形状部	
6 2	開口	
6 2 a	下底	
6 2 b	上底	
6 2 b ′	変形後の上底	40
6 2 c	開口内縁	
6 2 c ′	変形後の開口内縁	
6 3	凹部	
6 4	開口	
6 4 a	下底	
6 4 b	上底	
6 4 c	開口内縁	
6 5	凹部	
7 0	素材板	
7 1	溝状窪部	50

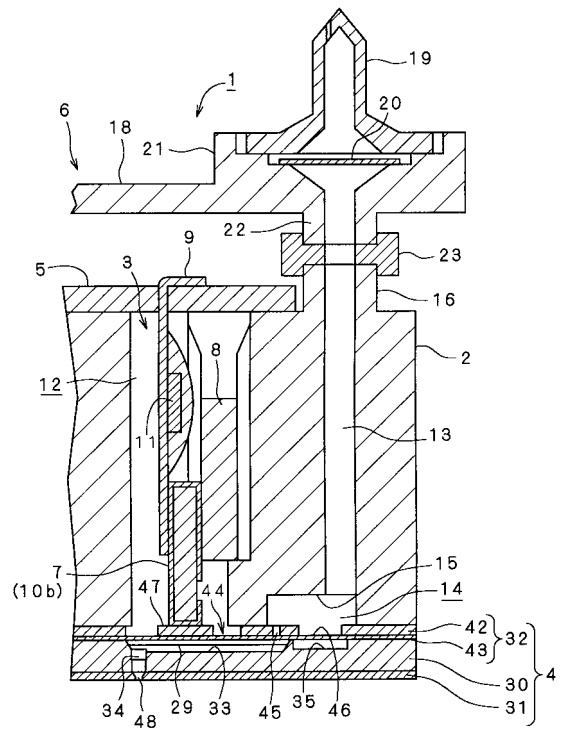
- 7 2 第 1 型
- 7 3 第 2 型
- 7 4 突条部
- 7 5 隔壁部
- 7 6 空隙部
- 7 7 ダミー突条部
- 7 8 列端
- 7 9 正常部
- 8 0 異常部
- 8 1 連通口
- 8 1 a 第 1 連通口
- 8 1 b 第 2 連通口
- 8 2 傾斜部
- 8 3 凹溝部
- 8 3 a 底面部
- 8 3 b 湾曲部

10

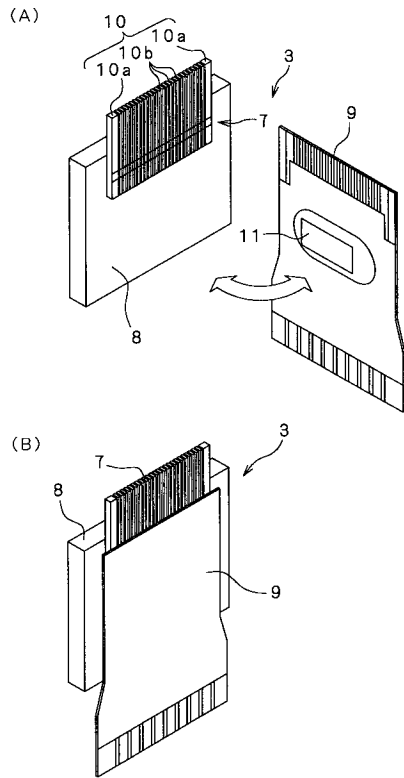
【図 1】



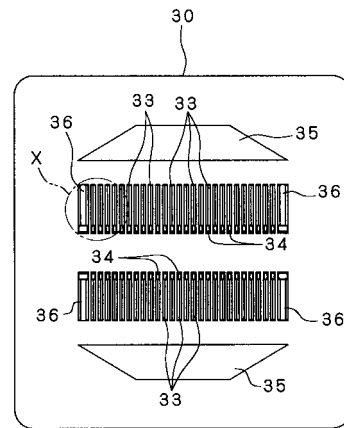
【図 2】



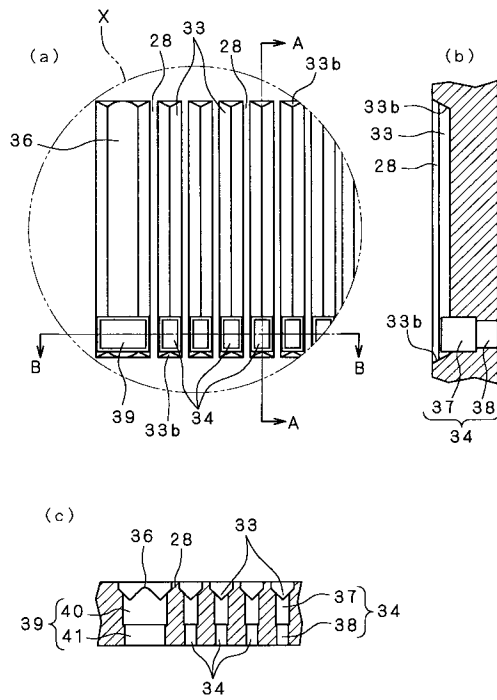
【図 3】



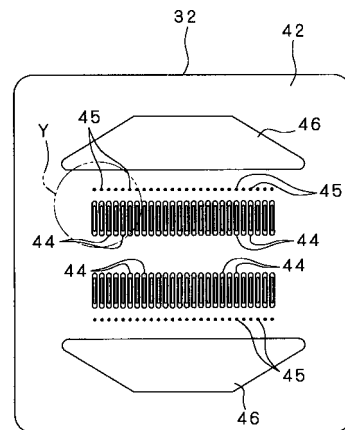
【図 4】



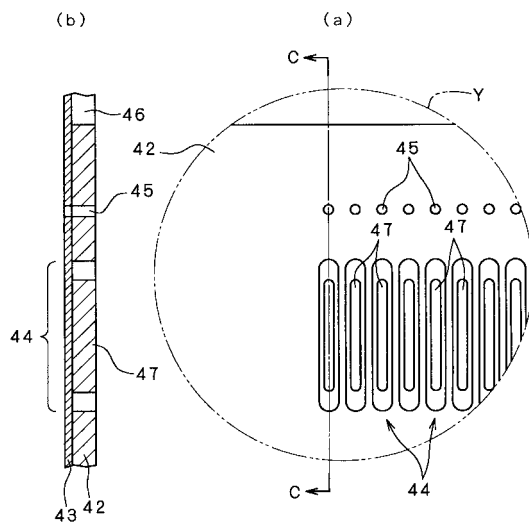
【図 5】



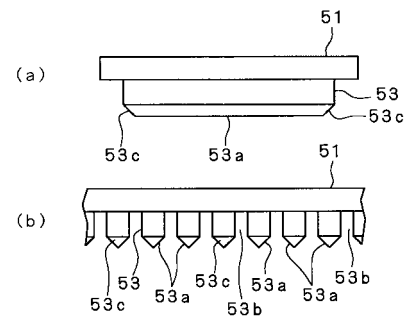
【図 6】



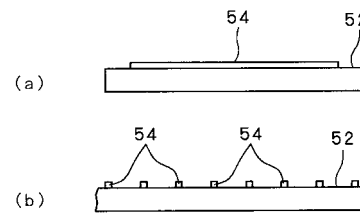
【図 7】



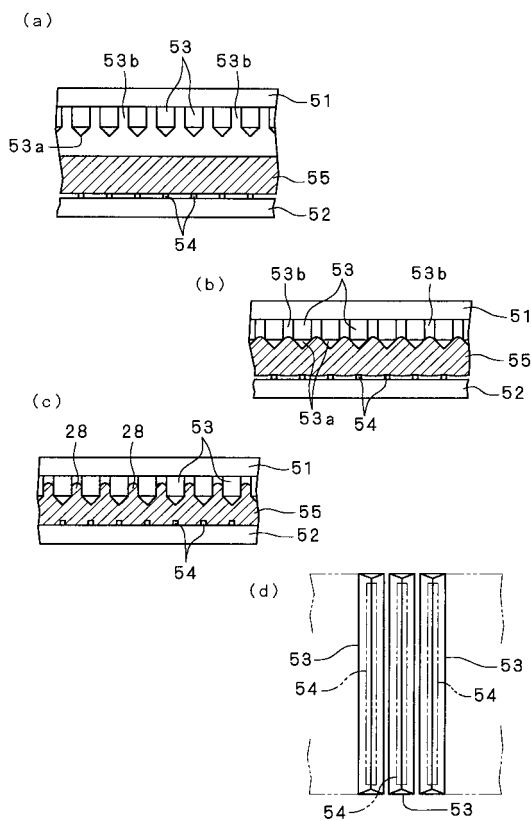
【図 8】



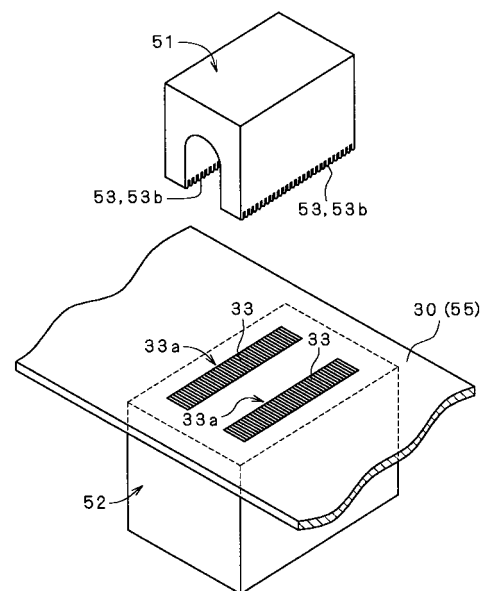
【図 9】



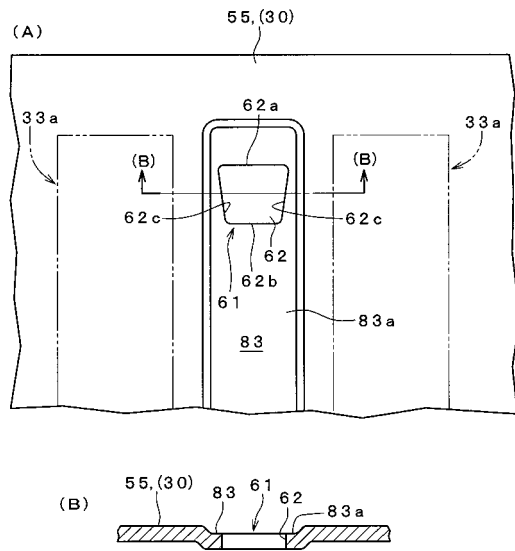
【図 10】



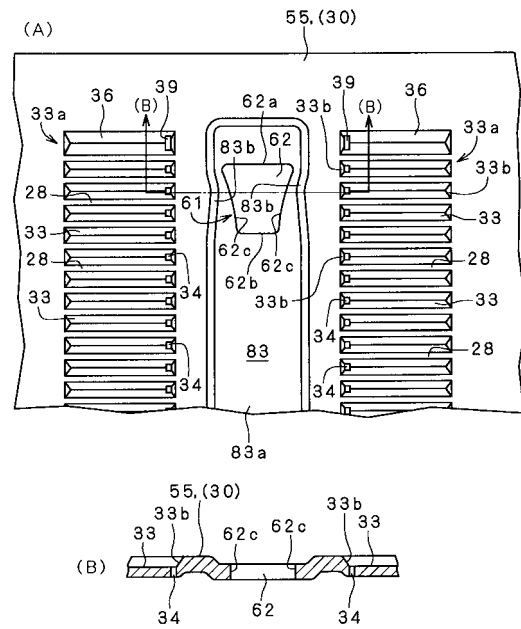
【図 11】



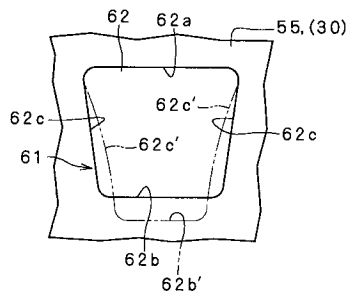
【図 12】



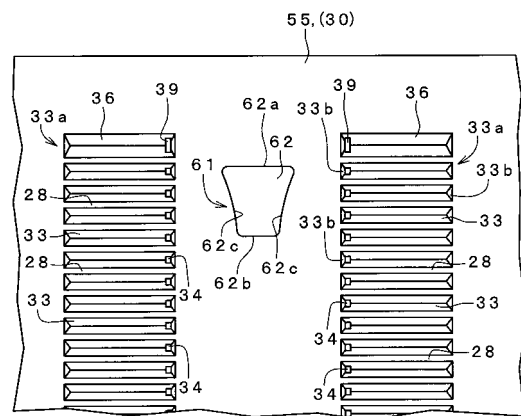
【図 13】



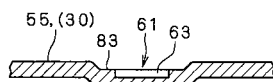
【図 14】



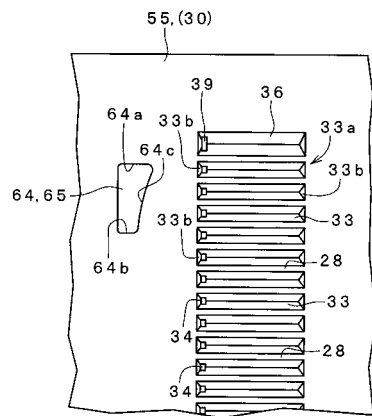
【図 16】



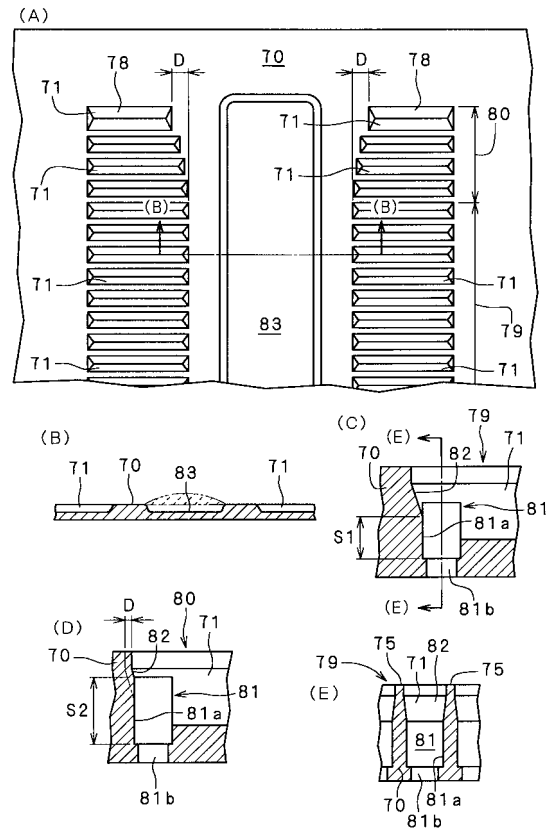
【図 15】



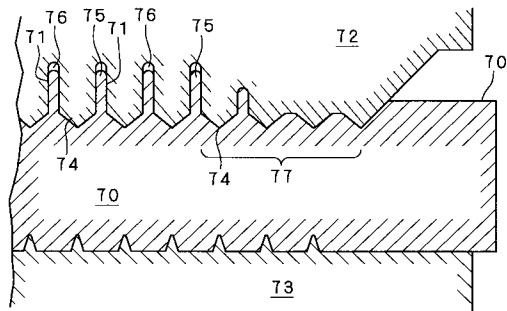
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 5 9 3 9 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 6 3 7 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 9 2 8 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 4 1 J	2 / 1 6
B 2 1 J	5 / 0 2
B 2 1 K	2 3 / 0 0
B 4 1 J	2 / 0 4 5
B 4 1 J	2 / 0 5 5