(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2014-151663
(P2014-151663A)
(43)公開日　平成26年8月25日(2014.8.25)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B63C 9/19	(2006.01)	B63C 9/18	B	
B63B 7/08	(2006.01)	B63B 7/08	C	
B63B 22/22	(2006.01)	B63B 22/22		

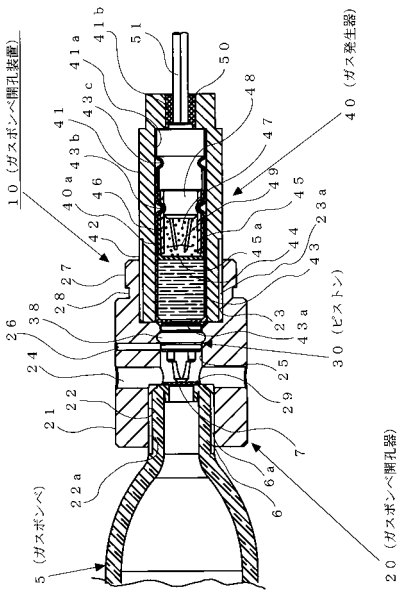
審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 30 頁）

(21)出願番号　特願2013-20304(P2013-20304)
(22)出願日　平成25年2月5日(2013.2.5)

(71)出願人　390037224
日本工機株式会社
東京都港区西新橋２丁目３６番１号
(74)代理人　100072718
弁理士　古谷　史旺
(74)代理人　100116001
弁理士　森　俊秀
(72)発明者　林　知弘
福島県西白河郡西郷村大字長坂字土生２の１　日本工機株式会社内
(72)発明者　森　弘行
福島県西白河郡西郷村大字長坂字土生２の１　日本工機株式会社内

(54)【発明の名称】ガスボンベ開孔装置

(57)【要約】　（修正有）
【課題】非火薬組成からなる薬剤を使用することで、火薬類取締法の規制を受けず、救命胴衣等の膨張ユニットを素早く安定した時間で展張させるガスボンベ開孔装置を提供する。
【解決手段】ピストン３０は、ガス噴出流路を備え、封板７を開孔するピン部と、ピストン案内穴２５の内壁に密着されるＯリング３８を装着するＯリング装着部とを備え、ガス発生器４０の作動前は、ピストンは、ピン部がシート２９の前面に位置し、Ｏリング装着部がガス抜き穴２６よりガス発生器側に位置し、ガス発生器の作動後は、ガス発生剤の燃焼によっるガス圧によって、ピストンは、ガスボンベ５側へ押し出され、ピン部がシート及び封板を刺してガスボンベ内に侵入し、ガス噴出流路を介してガスをガス放出穴２４から噴出して膨張ユニットを展開し、Ｏリング装着部がガス抜き穴よりガスボンベ側へ移動し残圧をガス抜き穴から放出する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
開口部を封鎖部で密封する展開可能な膨張ユニット内に配置されたガスボンベの口部に設けた封板を開孔し、前記ガスボンベ内のガスを噴出して前記膨張ユニットを展開するガスボンベ開孔装置において、
前記封鎖部に装着され、前記ガスボンベの口部を装着し、前記ガスボンベの封板を開孔し、前記ガスボンベ内のガスを前記膨張ユニット内に噴出させる開孔器と、
前記開孔器に装着された前記ガスボンベの封板の前面に配されるシートと、
前記ガスボンベの口部と対向して前記開孔器に装着され、非火薬組成部物から成るガス発生剤の燃焼によってガス圧を発生するガス発生器と、
前記開孔器内で前記シートと前記ガス発生器との間に配され、前記ガス発生器のガス圧によって前記封板を開孔するピストンと
を備え、
前記開孔器は、前記封鎖部に装着される装着部と、前記ガスボンベの口部を装着するガスボンベ取付部と、前記ピストンを配するピストン案内穴と、前記ガス発生器を装着するガス発生器取付部と、前記ピストン案内穴と連通するガス放出穴と、前記ピストン案内穴と連通し、前記ガス放出穴と離間して設けられるガス抜き穴とを備え、
前記ピストンは、ガス噴出流路を備え、前記封板を開孔するピン部と、前記ピストン案内穴の内壁に密着されるＯリングを装着するＯリング装着部とを備え、
前記ガス発生器の作動前は、前記ピストンは、前記ピン部が前記シートの前面に位置し、前記Ｏリング装着部が前記ガス抜き穴より前記ガス発生器側に位置し、
前記ガス発生器の作動後は、前記ピストンは、前記ガス発生剤の燃焼によるガス圧によって前記ガスボンベの口部側へ押し出され、前記Ｏリング装着部が前記ガス抜き穴より前記ガスボンベの口部側へ移動し残圧を前記ガス抜き穴から放出し、前記ピン部が前記シート及び前記封板を刺して前記ガスボンベの口部内に侵入し、前記ガス噴出流路を介して前記ガスを前記ガス放出穴から噴出して前記膨張ユニットを展開する
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項２】
請求項１に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ピストンは、前記ガス噴出流路を備え、前記ガスボンベの封板を開孔し前記ガスボンベの口部内に侵入するピン部と、前記Ｏリングを取り付け、前記ガスボンベの封板に接触した時点で前記ピン部の侵入を終了させるＯリング装着部とを備える
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項３】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部の長手方向に溝を設けることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項４】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部の長手方向に溝を設け、前記Ｏリング装着部の壁部に前記溝に連なる切欠部を設けることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項５】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成することによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項６】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成し、前記Ｏリン

グ装着部の前記ピン部側壁部に前記溝に連なる切欠部を設けることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項７】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部に軸長方向に中空部を設けると共に、前記中空部と垂直方向に前記中空部と連通する貫通穴を設けることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項８】
請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部に軸長方向に中空部を設け、前記Ｏリング装着部の前記ピン部側壁部に前記中空部と垂直方向に前記中空部と連通する貫通穴を設けることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項９】
請求項１に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ピストンは、前記ガス噴出流路を備え、前記ガスボンベの封板を開孔し前記ガスボンベ内に侵入するピン部と、前記ガスボンベの封板に接触した時点で前記ピン部の侵入を終了させるヘッド部と、前記Ｏリングを取り付けるＯリング装着部とを備える
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１０】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から１９°～１３０°の角度を付ける斜面を備える
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１１】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から終端部にかけて、１０°～９５°の角度を付ける斜面を備える
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１２】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から１９°～１３０°の角度を付ける斜面を備え、前記ピン部中間から終端部にかけて、前記先端側に設けた角度より小さい角度を付ける斜面を備える
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１３】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部及び前記ヘッド部に溝を設け、前記ピン部及び前記ヘッド部の溝を連通させることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１４】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成し、前記ヘッド部に溝を設け、前記螺旋部と前記溝とを連通させることによって構成される
ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。
【請求項１５】
請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、
前記ガス噴出流路は、前記ピン部に中空部を設け、前記ヘッド部は前記ピン部の中空部と垂直方向に貫通穴を設け、前記ピン部の中空部と前記ヘッド部の貫通穴とを連通させることによって構成される

ことを特徴とするガスボンベ開孔装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、救命胴衣等の膨張ユニットを素早く安定した時間で展張させることが可能なガスボンベ開孔装置に関する。
【０００２】
ガスボンベ内のガスによって展張される膨張ユニットは、例えば、以下のものが知られている。
（１）海難事故、水難事故の際に着用者を水上に浮かせる救命胴衣
（２）海難事故、水難事故の際の船舶からの脱出や、水害発生時に被災者を救出する際に使用される救命ボート
（３）事故、災害発生時に負傷者を搬送する際に使用されるエアバック式担架
（４）ブイを海面に浮遊させるフロートを展張させるブイ用フロート
（５）火災等の災害発生時に、高所からの緊急脱出用として使用される救命マット
（６）バイク転倒時の搭乗者の保護、負傷軽減を担い、転倒時に膨張するバイク用救命胴衣
（７）高所作業から転倒した際の、転倒者の保護、負傷軽減を担い、転倒時に膨張する衝撃吸収用救命胴衣
【０００３】
これらの膨張ユニットを展張させる装置は、膨張ユニットの内部にガスボンベを配置するので、保管時は小型でコンパクトなため取扱いが容易である。また、救命胴衣等は、着用時は着用者の動作に負担を与えない。ガスボンベは緊急時にのみ開封させ、内部のガスを噴出して膨張ユニットを展張させる。
ガスボンベの開封は、緊急性が高い時であり、特に、救命マットや転倒者を保護する救命胴衣では、被災者、被害者を守るためにも、素早く膨張ユニットを展張させる必要がある（数百ｍｓオーダーでの展張が要求される）。
そのため、ガスボンベ内のガスは、瞬時に噴出させる必要があり、その噴出時間も安定したものが必要とされる。
【背景技術】
【０００４】
従来、救命胴衣等の膨張ユニットを展張させるためにガスボンベの封板を開孔する装置は、例えば、火薬又は爆薬の圧力により、ガスボンベの封鎖板を直接破砕する装置（例えば、特許文献１参照）、花火起爆装置の衝撃波により爆発チャージが起動し、衝撃波によりガスボンベのケーシングに穴を開ける装置（例えば、特許文献２参照）、起爆装置の曝圧によってピストンのヘッドがガスボンベの封板を突き破る装置（例えば、特許文献３参照）、機械式によるガスボンベ開封装置（例えば、特許文献４参照）が知られている。
【０００５】
特許文献１は、起爆手段による爆薬の爆発の圧力により流体封入容器（ガスボンベ）の一端を直接開封させ、流体封入容器の流体を瞬時に噴出させる空気袋膨張装置を開示する。
特許文献１の空気袋膨張装置は、流体を流体封入容器から常に瞬時に噴出させることができるので、例えば、高所からの落下衝撃を吸収する人体用補助具等、空気袋の膨張速度及び確実性を要求される場合に極めて有利である。
特許文献１は、この空気袋膨張装置を人体用衝撃吸収補助具に適用した例を開示する。この人体用衝撃吸収補助具によれば、例えば、高所から転落した場合等に空気袋を瞬時に膨張させ、空気袋によって人体への落下衝撃を吸収することができるので、建設現場のような高所作業場等の作業者にとって極めて有利である。
【０００６】

特許文献２は、救命胴着や、いかだのような膨張式ユニット用の穿刺デバイスを含むガス管理装置、特に救命胴着のための装置と、加圧されたガスボンベから膨張式ユニットまでガスを移送する管理装置とを使用する方法と装置とを開示する。
特許文献２のガス管理装置は、気圧調節されたガスを含んでいる容器（ガスボンベ）のケーシングにしっかり固定できるガス入口と、ケーシングに穴をあけるために膨張式ユニットと穿刺デバイスにしっかり固定できるガス出口とを有し、穿刺デバイスは、起動された時、容器のケーシングに穴をあける衝撃波を生成する花火起爆装置を含み、容器からのガスを膨張式ユニットに向けて放出させ、花火起爆装置が一つの刺激印加体及び爆発チャージャを含み、刺激印加体のエネルギーが、衝撃波を作製するために爆発チャージャを起動させる。
【０００７】
特許文献３は、折り畳み自在のエアバッグと、このエアバッグを膨らませるためのガスボンベと、このガスボンベの封板を開封する手段とを有し、ガスボンベの封板を開封する手段を、衝撃センサーによる電気的信号により作動する起爆装置の起爆エネルギーによりピストンを作動させガスボンベの封板を突き破る。
特許文献３は、ピストンを、ボンベの開封が容易となり、しかも開孔部径が大きくなるように、先端をテーパー状に肉薄に形成する。
特許文献３は、ピストンの復帰がスムースになるように、ピストンにオリフィスを設け、起爆装置作動後の爆圧をオリフィスを通じて噴出孔から放出させる。
特許文献３は、ピストンの復帰がよりスムースになるように、ピストンとガスボンベとの間にスプリングを介在させる。
【０００８】
特許文献４は、火薬を使用しないボンベ開封装置を開示する。
特許文献４は、ボンベ開封装置を搭載するシャーシ内にボンベを収納し、このシャーシの内壁には突き当て面を形成して圧縮コイルスプリングの一端側に突き当て、その他端側はシャーシ内に遊嵌させた支持具の押圧面により押圧し、支持具は、ボンベを支持固定させ、シャーシは、封止板の上方に位置させて中空針を取り付け、シャーシの周面上部は、挿通穴を形成し、シャーシの上部はヒンジを形成してこのヒンジを中心にして矢印方向に回動可能にレバーを取り付け、このレバーのシャーシ側は、テーパ部が形成され、このテーパ部が挿通穴に挿通できるようにし、レバーは、引っ掛け部に保持材を引っ掛け、この保持材をシャーシの外周に巻きつけ、シャーシの表面は、発熱体を保持材と接触するように配置する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００９】
【特許文献１】特開平１１－３４７１４０号公報
【特許文献２】特表２００９－５４４５２７号公報
【特許文献３】特開平７－１５６７４１号公報
【特許文献４】特開平１０－９５３９２号公報
【非特許文献】
【００１０】
【非特許文献１】平成７年７月２４日通商産業省告示第４５８号
【非特許文献２】平成１３年３月２３日経済産業省告示第１９４号
【非特許文献３】平成１４年１０月１５日経済産業省告示第３５７号
【非特許文献４】平成２１年７月２８日経済産業省告示第２５５号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１１】
特許文献１～３は、火薬を用いているため、火薬類取締法の規制を受ける。
特許文献１～３は、火薬類取締法の適用を受けない場合でも、装置は非特許文献１，２

，３，４に示す適用除外品告示内容に沿った仕様へ制限される。
特許文献１，２は、火薬によりボンベ封板を破るため、薬剤の燃焼時の圧力で直接封板を破砕させる機構となり、ピストンに圧力を与え衝撃力を増加し封板を開孔させる方法より、多くの薬量が必要となる。
火薬の量が多くなると、発生する圧力が高くなるため、作動時に装置筐体の破壊及び筐体破片の飛散が生じる危険性が増加する。
そのため、薬量増加に伴い、装置の大型化及び高強度化が必要になる。
【００１２】
特許文献３は、起爆装置によりピストンを加圧し、ピストンによりガスボンベ封板を破る方法が記載され、ピストン先端をテーパー状に肉薄に形成することで、封板の開孔が容易となり、開孔部径が大きくなると記載されているが、ピストン先端をテーパー状に肉薄に形成すると、加圧されたピストンがボンベ封板穴に対して傾いて移動した場合（以下、芯ずれと称する。）、ピストンが侵入しないため、ピストンにより封板を適切に開孔できない。
なお、ボンベ封板穴以外の箇所はピストンの侵入が不可能である。
【００１３】
特許文献３は、「移動後のピストンの復帰をスムースにするため、ピストンにオリフィスを設け、起爆装置作動後の爆圧をオリフィス介して噴出孔から放出する、または、シリンダ室の内径に対してピストンの外径を小さめに設定する」と記載するが、ピストンの外径を小さくし、シリンダ室とのクリアランスを大きくした場合は、特にピストン移動時の芯ずれが発生し易くなる。
ピストンにオリフィスを設けたり、シリンダ室とピストンのクリアランスを大きくした場合は、起爆装置作動時の圧力がオリフィス部やクリアランス部より漏れるため、ピストンを効率よく加圧できない。
よって、圧漏れ分を考慮した発生ガス量設定が必要であり、その結果、より多くの薬量が必要となる。
そのため、薬量増加に伴い、装置の大型化及び高強度化が必要になる。
【００１４】
特許文献３は、起爆装置作動後の爆圧を放出することでピストンが復帰しやすくなることを狙ってはいるが、ピストンの復帰状況は、薬剤燃焼後の固形残渣発生状況でも変化する。
たとえ起爆装置の爆圧を放出しても、ピストン周囲に固形残渣が付着すると、ピストンに付着した固形残渣とシリンダ室とが噛み込み、ピストンは元の位置に戻らなくなる。
この場合、ピストンとガスボンベとの間にスプリングを介在させても、ピストンは固定されているため、移動したピストンの復帰は困難になる。
ピストンが復帰しないと、封板開孔部をピストンが塞いでしまうため、ガスボンベ内のガス噴出時間が長くなる或いはガスが噴出しないといった事象が生じ、ガス噴出時間が安定しなくなる。
【００１５】
特許文献４は、機械式のボンベ開封方法であるが、中空針にスリットを設けた針を使用する実施形態が記載されている。
この形状のピストンを薬剤燃焼時のガスにより加圧しガスボンベ封板を開孔させると、中空部より圧漏れが生じる。
そのため、圧漏れ分を考慮した発生ガス量設定が必要であり、より多くの薬量が必要となる。
その結果、薬量増加に伴い、装置の大型化及び高強度化が必要になる。
また、加圧されたピストンがガスボンベ封板穴に対して芯ずれすると、ピストンが侵入しないため、ピストンにより封板を適切に開孔できない。
【００１６】
本発明は斯かる従来の問題点を解決するために為されたもので、その目的は、非火薬組

成からなる薬剤を使用することで、火薬類取締法の規制を受けず、救命胴衣等の膨張ユニットを素早く安定した時間で展張させることが可能なガスボンベ開孔装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

請求項１に係る発明は、

開口部を封鎖部で密封する展開可能な膨張ユニット内に配置されたガスボンベの口部に設けた封板を開孔し、前記ガスボンベ内のガスを噴出して前記膨張ユニットを展開するガスボンベ開孔装置において、前記封鎖部に装着され、前記ガスボンベの口部を装着し、前記ガスボンベの封板を開孔し、前記ガスボンベ内のガスを前記膨張ユニット内に噴出させる開孔器と、前記開孔器に装着された前記ガスボンベの封板の前面に配されるシートと、前記ガスボンベの口部と対向して前記開孔器に装着され、非火薬組成部物から成るガス発生剤の燃焼によってガス圧を発生するガス発生器と、前記開孔器内で前記シートと前記ガス発生器との間に配され、前記ガス発生器のガス圧によって前記封板を開孔するピストンとを備え、前記開孔器は、前記封鎖部に装着される装着部と、前記ガスボンベの口部を装着するガスボンベ取付部と、前記ピストンを配するピストン案内穴と、前記ガス発生器を装着するガス発生器取付部と、前記ピストン案内穴と連通するガス放出穴と、前記ピストン案内穴と連通し、前記ガス放出穴と離間して設けられるガス抜き穴とを備え、前記ピストンは、ガス噴出流路を備え、前記封板を開孔するピン部と、前記ピストン案内穴の内壁に密着されるＯリングを装着するＯリング装着部とを備え、前記ガス発生器の作動前は、前記ピストンは、前記ピン部が前記シートの前面に位置し、前記Ｏリング装着部が前記ガス抜き穴より前記ガス発生器側に位置し、前記ガス発生器の作動後は、前記ピストンは、前記ガス発生剤の燃焼によるガス圧によって前記ガスボンベの口部側へ押し出され、前記Ｏリング装着部が前記ガス抜き穴より前記ガスボンベの口部側へ移動し残圧を前記ガス抜き穴から放出し、前記ピン部が前記シート及び前記封板を刺して前記ガスボンベの口部内に侵入し、前記ガス噴出流路を介して前記ガスを前記ガス放出穴から噴出して前記膨張ユニットを展開することを特徴とする。

【００１８】

請求項２に係る発明は、請求項１に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ピストンは、前記ガス噴出流路を備え、前記ガスボンベの封板を開孔し前記ガスボンベの口部内に侵入するピン部と、前記Ｏリングを取り付け、前記ガスボンベの封板に接触した時点で前記ピン部の侵入を終了させるＯリング装着部とを備えることを特徴とする。

請求項３に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部の長手方向に溝を設けることによって構成されることを特徴とする。

【００１９】

請求項４に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部の長手方向に溝を設け、前記Ｏリング装着部の壁部に前記溝に連なる切欠部を設けることによって構成されることを特徴とする。

請求項５に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成することによって構成されることを特徴とする。

【００２０】

請求項６に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成し、前記Ｏリング装着部の前記ピン部側壁部に前記溝に連なる切欠部を設けることによって構成されることを特徴とする。

請求項７に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部に軸長方向に中空部を設けると共に、前記中空部と垂直方向に前記中空部と連通する貫通穴を設けることによって構成されることを特徴とする。

【００２１】
請求項８に係る発明は、請求項２に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部に軸長方向に中空部を設け、前記Ｏリング装着部の前記ピン部側壁部に前記中空部と垂直方向に前記中空部と連通する貫通穴を設けることによって構成されることを特徴とする。
請求項９に係る発明は、請求項１に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ピストンは、前記ガス噴出流路を備え、前記ガスボンベの封板を開孔し前記ガスボンベ内に侵入するピン部と、前記ガスボンベの封板に接触した時点で前記ピン部の侵入を終了させるヘッド部と、前記Ｏリングを取り付けるＯリング装着部とを備えることを特徴とする。
【００２２】
請求項１０に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から１９°～１３０°の角度を付ける斜面を備えることを特徴とする。
請求項１１に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から終端部にかけて、１０°～９５°の角度を付ける斜面を備えることを特徴とする。
【００２３】
請求項１２に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ピン部は、先端を平坦又は球状にし、前記先端側から１９°～１３０°の角度を付ける斜面を備え、前記ピン部中間から終端部にかけて、前記先端側に設けた角度より小さい角度を付ける斜面を備えることを特徴とする。
請求項１３に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部及び前記ヘッド部に溝を設け、前記ピン部及び前記ヘッド部の溝を連通させることによって構成されることを特徴とする。
【００２４】
請求項１４に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部にネジ切り加工を施して螺旋部を形成し、前記ヘッド部に溝を設け、前記螺旋部と前記溝とを連通させることによって構成されることを特徴とする。
請求項１５に係る発明は、請求項９に係る発明記載のガスボンベ開孔装置において、前記ガス噴出流路は、前記ピン部に中空部を設け、前記ヘッド部は前記ピン部の中空部と垂直方向に貫通穴を設け、前記ピン部の中空部と前記ヘッド部の貫通穴とを連通させることによって構成されることを特徴とする。
【発明の効果】
【００２５】
本発明は、非火薬組成から成るガス発生剤を使用するため、火薬類取締法の規制を受けず、適用除外品告示に制限されない、ガスボンベ開孔装置を提供できる。
本発明は、ガス圧によりピストンを加圧してピストンを移動する時の圧漏れを防止するため、小型なガスボンベ開孔装置を提供できる。
本発明は、ピストンの復帰が生じなくとも、ガスボンベ内のガスが放出されるよう、ピン部にガス噴出流路を形成しておくため、ガスボンベ内のガスを、素早く安定した時間で噴出可能となるよう調整できる。
本発明は、ピストンのピン部の角度設定により封板を大きく開孔させ、また、ピストンの復帰が生じなくとも、ガスボンベ内のガスが放出されるよう、ピン部からヘッド部にかけて、ガス噴出流路を形成しておくため、ガスボンベ内のガスを、素早く安定した時間で噴出可能となるよう調整できる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】本発明の一実施形態に係るガスボンベ開孔装置を膨張ユニットに取り付けた例を

示す模式図である。
【図２】図１のガスボンベ開孔装置の要部を示す拡大図である。
【図３】図１のガスボンベ開孔装置のピストンの側面図である。
【図４】図１のガスボンベ開孔装置のピストンの斜視図である。
【図５】図１のガスボンベ開孔装置が作動してガスを噴出する状態を示す要部拡大図である。
【図６】図１に使用するガスボンベの封板穴の概略図である。
【図７】従来のピストンの側面図である。
【図８】図７の従来のピストンで開孔されたガスボンベの封板穴の概略図である。
【図９】従来のピストンでガスボンベの封板を開孔する例を示す概略図である。
【図１０】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１１】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１２】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１３】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１４】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１５】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１６】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１７】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図１８】図１のガスボンベ開孔装置により開孔されたガスボンベの封板を示す概略図である。
【図１９】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの正面図である。
【図２０】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの斜視図である。
【図２１】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図２２】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの斜視図である。
【図２３】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの断面図である。
【図２４】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図２５】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの側面図である。
【図２６】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの断面図である。
【図２７】図１のガスボンベ開孔装置により開孔されたガスボンベの封板を示す概略図である。
【図２８】図１のガスボンベ開孔装置により開孔されたガスボンベの封板を示す概略図である。
【図２９】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの斜視図である。
【図３０】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの斜視図である。
【図３１】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの断面図である。
【図３２】図１のガスボンベ開孔装置に用いるピストンの斜視図である。
【図３３】実験例に用いたガスボンベ開孔装置を示す概略図である。
【図３４】図３３のホルダの断面図である。
【図３５】図３３のピストンの側面図である。
【図３６】図３３のピストンの側面図である。
【図３７】図３３のピストンの側面図である。
【図３８】ピストンＡの斜視図である。
【図３９】ピストンＡの側面図である。
【図４０】ピストンＢの斜視図である。
【図４１】ピストンＢの側面図である。
【発明を実施するための形態】
【００２７】
以下、本発明を図面に示す実施形態に基づいて説明する。
図１は本発明の一実施形態に係るガスボンベ開孔装置１０を膨張ユニット１に取り付けた例を示す。

本実施形態において、ガスボンベ開孔装置１０は、図１、図２に示すように、ガスボンベ開孔器２０と、ガス発生器４０とを備える。

膨張ユニット１は、開口部２にプレート３をボルト等により固定することによって封鎖される。膨張ユニット１は、ガスボンベ５から噴出するガスによって展開される。

なお、図１では、膨張ユニット１の構造形状が理解できるように、膨張ユニット１が一部展開した状態で示してあるが、作動前は、折り畳まれて目的とする用途に応じて容器等に収納される。

【００２８】

プレート３の中央部は、内周に雌ネジ部（図示せず）を設けたガス発生器取付穴３ａを設ける。ガス発生器取付穴３ａには、ガスボンベ開孔器２０のホルダ２１の外周に設けた雄ネジ部２７が螺着される。ホルダ２１とプレート３との間には、プレート位置調整として、ワッシャ４がガスボンベ開孔器２０のホルダ２１の雄ネジ部２７の一部とこの雄ネジ部２７に連接して外周に設けた凹部２８とに跨って装着される。

ガスボンベ５は、図２に示すように、内部に圧縮ガス又は液化ガスが充填され、口部６には封板７が装着され、封板７が開封されるとガスを噴出する。ガスボンベ５の口部６の外周には、雄ネジ部６ａが設けられ、ガスボンベ開孔器２０のホルダ２１のガスボンベ取付穴２２内に設けた雌ネジ部２２ａに螺着される。

【００２９】

ガスボンベ開孔器２０は、図１、図２に示すように、ホルダ２１と、シート２９と、ピストン３０と、ピストン３０に取り付けられるＯリング３８とを備え、ガスボンベ５と共に膨張ユニット１の内部に配置される。

ホルダ２１は、例えば、鉄、ステンレス、アルミニウム等の金属から成る筒状体で構成される。ホルダ２１は、一端部にガスボンベ５の口部６に設けた雄ネジ部６ａを螺着する雌ネジ部２２ａを設けたガスボンベ取付穴２２を備え、他端部にガス発生器４０の外周に設けた雄ネジ部４２を螺着する雌ネジ部２３ａを設けたガス発生器取付穴２３を備える。ガスボンベ取付穴２２とガス発生器取付穴２３とは同軸上に連通するように形成される。

ホルダ２１は、他端部の外周にプレート３のガス発生器取付穴３ａに設けた雌ネジ部（図示せず）を螺着させる雄ネジ部２７を備え、この雄ネジ部２７に連接してプレート位置調整のために装着されるワッシャ４を取り付けるための凹部２８を備える。

【００３０】

ガスボンベ取付穴２２とガス発生器取付穴２３との間には、ガスボンベ５の開孔後、ガスボンベ５内のガスを放出するガス放出穴２４と、ピストン３０及びシート２９を配置するピストン案内穴２５と、ピストン３０の移動後の残圧を開放するガス抜き穴２６とを備える。

ガス放出穴２４及びガス抜き穴２６は、ホルダ２１の軸に対し、上下左右１箇所もしくは上下左右対称に設けられる。ガス放出穴２４は、移動後のピストン３０のヘッド部３３に設けた溝３４と連通する位置に設けられ、径は３．０ｍｍ以上が望ましい。

【００３１】

ガス抜き穴２６は、ピストン３０移動後のピストン３０のＯリング装着部３５直後のピストン案内穴２５と連通するように設けられ、ピストン３０移動時はＯリング３８によって封鎖されてガス漏れを生じず効率よくピストン３０を加圧でき、ピストン３０がガスボンベ５の封板７を開孔した後に、残圧を開放することができる。ガス抜き穴２６の径は０．５ｍｍ以上が望ましい。

シート２９は、例えば、ポリエステル等の樹脂で構成され、図１、図２に示すように、ガスボンベ５の封板７の保護として、ピストン案内穴２５内においてピストン３０のピン部３２の先端３２ａ側に配置され、振動によりピストン３０が動き封板７が損傷することを防ぐ。シート２９の厚さは、小型なガスボンベ５の封板７の厚さと同程度の０．３ｍｍが望ましい。

【００３２】

ピストン３０は、例えば、鉄、ステンレス、アルミニウム等の金属で構成され、図１乃

至図５に示すように、圧力を受けガスボンベ５の封板７に刺さり封板７を開孔するピン部３２と、このピン部３２に連接するヘッド部３３と、このヘッド部３３に連接するＯリング装着部３５とを備える。

ピン部３２は、先端３２ａが平坦又は球状を為し、先端３２ａから後方に向かって広角になるように角度１９°～１３０°を付けることでピストン移動時の芯ずれが修正され、且つ、ガスボンベ５の封板７を大きく開孔することができる。

ヘッド部３３は、ガスボンベ５の口部６の口径より大きくなるように、ピン部３２の先端３２ａより外径が大きくなるテーパ形状に形成される。そのため、ピン部３２がガスボンベ５の封板７に刺さり封板７を開孔した時点で、ピン部３２の侵入を停止させることができる。

【００３３】

ピン部３２とヘッド部３３との間の外周には、ピストン３０移動後にピストン３０が復帰しなくとも、ガスボンベ５内のガス噴出流路を形成するための溝３４を軸方向に形成する。

ヘッド部３３の後部に、ヘッド部３３に連接する壁部３６とピストン３０の後端部に位置する壁部３７とでＯリング３８を装着するＯリング装着部３５を形成する。

Ｏリング３８は、ガスボンベ開孔装置１０の作動前のピストン案内穴２５におけるピストン３０の保持機能と、ガスボンベ開孔装置１０の作動によるピストン３０移動時のピストン案内穴２５における圧漏れ及び芯ずれの防止機構とを有する。

【００３４】

ガス発生器４０は、図１、図２に示すように、ガス発生部４０ａと、例えば、鉄、ステンレス、アルミニウム等の金属製のコップ形状を為す筒状体で構成され、ガス発生部４０ａを収納するホルダ４１と、ガス発生部４０ａをホルダ４１に固定するエポキシ系接着剤等のシール剤５０とで構成される。

ガス発生器４０は、ガスボンベ開孔器２０のホルダ２１のガス発生器取付穴２３に設けた雌ネジ部２３ａに、ホルダ４１の外周に設けた雄ネジ部４２を螺着する。

ガス発生部４０ａは、片方のみ開放された筒状容器から成る有底の管体４３と、ガス発生剤４４と、キャップ４５と、点火薬ホルダ４６と、点火薬４７と、電橋線付塞栓４８とで構成される。

【００３５】

管体４３は、例えば、アルミニウム等の軟質金属材料で構成され、非火薬組成物であるガス発生剤４４の反応熱及び反応ガス圧力で容易に破壊する。管体４３の有底部頂点４３ａの肉厚は、０．１ｍｍである。

管体４３は、加工性の良い軟質金属材料であれば何でも良いが、例えば、銅を用いる電気雷管との混同を避けるため、アルミニウム（例えば、Ａ１－６０１６－０等）を用いる。

管体４３には、ガス発生剤４４が０．０５ｇ～０．３０ｇの範囲で充填される。ガス発生剤４４は、低振動・低騒音破砕薬剤ガンサイザー（日本工機株式会社製商品名）を使用する。これは、火薬類を用いた破砕方法と全く同じ手順で消費許可を必要とせずに岩盤等を破砕する非火薬破砕組成物（例えば、特開平１１－０２９３８９号公報参照）である。

【００３６】

ガス発生剤４４は、岩盤等を破砕する目的ではなく、このガス圧力をピストンを移動させる目的に変えるもので、その結果、ガス発生剤４４の粒径を揃えることでガス圧力のバラツキを小さくできることを見出した。また、移動させるピストン形状に合わせてガス発生剤４４の薬量を変えることは可能である。

ガス発生剤４４は、例えば、表１に示すように、非火薬組成の薬剤で構成される。表１に示す非火薬組成の薬剤は、２４タイラーメッシュ通過４２タイラーメッシュ止まりの粒径に調整され、圧力バラツキを低減させている。燃焼時にはガス（圧力）を発生する。

【００３７】

【表１】

ガス発生剤組成比

成分	比率(%)
過硫酸アンモニウム	50.0
酸化第二銅	38.5
アルミニウム	11.5
ステアリン酸カルシウム	(外割)1.6
塩化ビニル	(外割)1.56

【００３８】

管体４３内には、充填されたガス発生剤４４と点火薬４７との混合防止のために隔壁と成る片方のみ開放された樹脂製の筒状容器から成る有底のキャップ４５が配置される。

キャップ４５は、点火薬４７の反応熱及び反応ガス圧力で容易に破壊されやすいよう底部４５ａの肉厚を０．５ｍｍ以下とし、静電気による点火薬４７への放電経路を遮断するため、ポリプロピレン（ＰＰ）、ポリエチレン（ＰＥ）等の樹脂を使用し、点火薬ホルダ４６に挿入される。キャップ４５及び点火薬ホルダ４６には、非火薬組成物で構成する点火薬４７と電橋線付塞栓４８の電橋線（例えば、白金－イリジュウム線）４９とが配置される。

点火薬４７は、表２に示すように、非火薬組成の薬剤で構成される。点火薬４７は、電橋線部４９の熱により点火し、ガス発生剤４４を燃焼させる。点火薬４７は、０．０６ｇ～０．２０ｇの範囲内で填薬されると、正常に作動する。

【００３９】

【表２】

点火薬組成比

成分	比率(%)
ボロン	10.0
酸化第二銅	90.0

【００４０】

電橋線付塞栓４８は、点火薬ホルダ４６を挿入後、点火薬４７が０．０６ｇ～０．２０ｇの範囲で填薬され、点火薬ホルダ４６にキャップ４５を挿入してから、ガス発生剤４４が填薬された管体４３内に圧入され、管体４３の外側から２箇所にカシメ部４３ｂ，４３ｃを形成することによって、管体４３に固着される。なお、このカシメ部４３ｂ，４３ｃは通常は２段であるが１段や３段の場合もある。

管体４３を電橋線付塞栓４８をカシメ後、ホルダ４１に挿入し、シール剤５０を、ホルダ４１と電橋線付塞栓４８と電橋線付塞栓４８に連絡するリード線５１との間に充填することで、ガス発生部４０ａとホルダ４１とが固定される。

また、ガス発生部４０ａが発火した際の後方へのガス噴出は、ホルダ４１に充填したシール剤５０によって阻止される。

【００４１】

次に、本実施形態の作用を説明する。

作動前のガスボンベ開孔装置１０は、図１、図２に示すように、ホルダ２１の一端部にガスボンベ５の口部６を取り付け、他端部にガス発生器４０を取り付け、ホルダ２１内の

ピストン案内穴２５のシート２９及びピストン３０を配置した状態で、ガスボンベ５の封鎖部を構成するプレート３に装着される。
そして、ガスボンベ５とガスボンベ開孔器２０を内包する膨張ユニット１は、折り畳まれて目的とする用途に応じて容器等に収納される。
また、ピストン３０は、ピン部３２がシート２９の前面に位置し、Ｏリング装着部３５に装着されたＯリング３８がガス抜き穴２６よりガス発生器４０側に位置し、Ｏリング装着部３５の後方の壁部３７がガス発生器４０の管体４３の前面に位置するように配される。

【００４２】
作動時には、先ず、図示しない点火回路を介し、電橋線付塞栓４８のリード線５１より、電流が通電されると、電橋線４９が高温になり、点火薬４７が着火し、キャップ４５の底部４５ａが破断する。
次に、点火薬４７の燃焼により、ガス発生剤４４が着火され、管体４３の底部４３ａが破断する。
次に、ガス発生剤４４の燃焼によりガスが発生し、ピストン３０がホルダ２１のピストン案内穴２５内をシート２９方向へ移動する。

【００４３】
次に、ピストン３０の移動に伴い、Ｏリング３８がホルダ２１のガス抜き穴２６を通過すると、ホルダ２１のガス抜き穴２６よりガス発生剤４４の残圧が開放される。
次に、移動したピストン３０は、図５に示すように、シート２９とガスボンベ５の封板７とを破断する。
次に、ガスボンベ５の圧縮ガス又は液化ガスが、破断した封板７とピン部３２の隙間やピストン３０のガス噴出流路を形成する溝３４を介し、ホルダ２１のガス放出穴２４より噴出する。
次に、ガス放出２４から放出されるガスによって膨張ユニット１を素早く安定して展開する。

【００４４】
以上のように、本実施形態に係るガスボンベ関孔装置１０は、非火薬組成による薬剤を使用しているため、火薬類取締法の規制を受けない。
また、本実施形態に係るガスボンベ関孔装置１０は、適用除外品告示内容にも制限されず、自由な形状のガスボンベ開孔装置１０が提供できる。
また、本実施形態に係るガスボンベ関孔装置１０は、ピストン３０を加圧し、ピストン３０によりガスボンベ５の封板７を開孔するため、圧力により直接ガスボンベ５の封板７を破る従来方法より使用薬量は少量となり、装置の小型化に繋がる。

【００４５】
また、本実施形態に係るガスボンベ関孔装置１０は、ホルダ２１のピストン案内穴２５をピストン３０が移動する際は、Ｏリング３８によって気密状態を維持したままピストン３０は移動し、圧漏れが発生せず、効率よくピストン３０が加圧される。
そのため、使用薬量は少量となり、装置の小型化に繋がる。
また、本実施形態に係るガスボンベ関孔装置１０は、残圧開放機構として、ピストン３０移動後のＯリング装着部３５直後にガス抜き穴２６を設けているので、ピストン３０移動時はＯリング３８によって封鎖されてガス漏れを生じず効率よくピストン３０を加圧でき、ピストン３０がガスボンベ５の封板７を開孔した後に、残圧を開放することができる。

【００４６】
次に、ピストン３０の芯ずれについて説明する。
先ず、図６に基づいて、ガスボンベ５の封板７の穴径ｄについて説明する。
ガスボンベ５の封板７の穴径ｄは、ガスボンベの種類により異なる。ただし、そのガスボンベの種類毎に封板穴径は決まっているため、封板７を開孔させる際は、封板７の穴径ｄ以上の開孔部径となることはない。

なお、ガスボンベ５の封板７の開孔部径が大きくなるほど、ガスボンベ５内のガスは多く噴出される。
よって、可能な限りガスボンベ５の封板７を大きく開孔させることで、ガスボンベ５内のガス噴出時間を短くさせることができる。
【００４７】
一方、先行技術（特許文献３）に記載の、火薬によりピストンを加圧し、ピストンによりガスボンベの封板を破る技術では、ピストン形状は「ピストン先端はテーパー状に肉薄に形成することで、封板の間孔が容易となり、開孔部径が大きくなる」ことが示されている。
なお、ピストンによりガスボンベ封板を開孔させた場合、封板はピン形状に沿って開孔する。
例えば、図７に示すように、ピン部１０１の先端を尖らせたピストン１００にてガスボンベ封板を開孔させた場合は、図８に示すように、ピストン侵入後の封板７は、ピン部１０１の形状に沿って開孔することになる。
【００４８】
よって、ピン部１０１の先端を尖らせたピストン１００にて開孔された封板７は、ピン部１０１の先端側の断面径が細いために、その開孔部径ｄ’が小さくなる。
以上より、封板開孔部径を大きくしたい場合は、ピストン１００のピン部１０１は、先端から終端までストレートの形状が、最も大きく封板７を開孔でき、ピン形状も、より簡単な加工で済むことが解る。
ただし、先行技術（特許文献３）に記載のように、ピン部１０１をストレート形状にした場合は、封板穴径とピン部の径の設定次第では、図９に示すように、ピストン１００移動時にピストン１００の芯ずれが生じると、ピン部１０１が封板７の穴７ａに刺さらず、ピストン１００が移動しない。なお、先行技術（特許文献３）では、これらの危険性は示されいない。
【００４９】
仮に、ピストン１００の先端をテーパ状に肉薄に形成したとしても、封板７の穴径に対し、ピン部先端の径とピン部終端の径とが同じであるため、当該ピストン形状では、芯ずれが生じると、ピストン１００は移動しない可能性がある。
また、先行技術（特許文献３）では、「シリンダ室の内径に対してピストンの外径を小さめに設定する」とあるため、特にピストン移動時の芯ずれが発生し易くなる。なお、芯ずれの影響が少なくなるよう、ピン部の径を細くした場合は、ピン移動後の封板開孔部径が小さくなる。
よって、開孔部径が大きくなるといった内容と矛盾が生じる。
【００５０】
これに対し、本実施形態のガスボンベ開孔装置１０のピストン３０は、ガスボンベ５の封板７を開孔しガスボンベ５内に侵入するピン部３２と、ガスボンベ５の封板７に接触した時点でピン部３２の侵入を終了させるヘッド部３３と、Ｏリング３８を取り付けるＯリング装着部３５とを備え、ピストン３０にＯリング３８を装着することで、作動前のピストン３０の位置ずれを防止し、またピストン３０移動時にピストン３０の傾きを防止できる。
そのため、本実施形態のガスボンベ開孔装置１０では、ピストン３０の芯ずれが生じにくい。
【００５１】
次に、ピン部３２の形状について説明する。
先ず、ピン部３２は、図１０、図１１に示すように、先端３２ａを平坦又は球状にし、ピン部３２の先端側へ１９°～１３０°の角度を付ける。
第１に、ピン部３２の先端３２ａを平坦にすることで、ピストン３０全長が短くなる。よって、ガスボンベ開孔装置１０全体の小型化に繋がる。
また、ピン部３２の先端３２ａを平坦にすることで、ピン部３２の先端３２ａを尖らせ

た場合より、振動によりピストン３０が移動しても、ガスボンベ５の封板７を損傷させる可能性が低減できる。
なお、振動により封板７を損傷させない観点からは、ピン部３２の先端３２ａは平坦のみに限らず、球状であっても良い。
【００５２】
第２に、例えば、封板７の穴径最大３．５ｍｍのガスボンベ５に対しては、ピン部３２の終端径を３ｍｍとし、最低でも１９°の角度を付けることで、ピン部３２の先端３２ａの径は、ピン部３２の長さが短めの時点（例えば、図１０では約３ｍｍ）で封板７の穴径より１ｍｍ小さい２．５ｍｍとなる。
よって、ガスボンベ５の封板７の穴径に対しピン部３２の先端３２ａの径は小さくなることより、ピストン３０移動時に芯ずれが生じてもピン部３２の先端３２ａはガスボンベ５の封板７に刺さる。
【００５３】
また、ピン部３２の先端３２ａには傾斜を設けているため、ピストン３０の侵入とともにピストン３０の芯ずれが修正される。
また、図１１に示すように、ピン部３２の終端径が７ｍｍの場合は、最大で１３０°の角度を付ける。角度１３０°であれば、ピン部３２の先端３２ａは平坦形状となり、振動によるガスボンベ５の封板７の損傷を低減できる。
次に、ピン部３２は、図１２、図１３に示すように、先端３２ａを平坦又は球状にし、ピン部３２の先端３２ａ側から終端部にかけて１０°～９５°の角度を付ける。
ピン部３２の先端３２ａ側のみでなく、ピン部３２の先端３２ａ側から終端部にかけて、全体的に１０°～９５°の範囲で角度を付けた場合でも、ピストン３０移動時の芯ずれは修正できる。
【００５４】
例えば、封板７の穴径最大３．５ｍｍのガスボンベ５に対しては、ピン部３２の終端径を３ｍｍとし、最低でも１０°の角度を付けることで、ピン部３２の先端３２ａの径は、ピン部３２の長さが短めの時点（例えば、図１２では約３ｍｍ）で封板穴径より１ｍｍ小さい２．５ｍｍとなる。
また、ピン部３２の終端径が７ｍｍの場合は、図１３に示すように、最大で９５°の角度を付けることで、ピン部３２の先端３２ａは平坦形状となる。
また、この場合は、ピン部３２の先端３２ａ側のみでなく、ピン部３２の全体が傾斜を有するため、より芯ずれ修正機能が働く。
【００５５】
ただし、ピン部３２の全体に角度を付ける場合は、芯ずれ修正とピン部３２の長さを短くすることを考慮して、ピン部３２の全体に付ける角度を大きくしていくほど、ピストン３０移動後の封板７の開孔部径は小さくなる。
例えば、ピン部３２の長さは変化させない条件で、図１４に示すように、ピン部３２の終端径を３ｍｍとし角度を１０°にした場合と、図１５に示すように、ピン部３２の終端径を３ｍｍとし角度を４０°にした場合とでは、角度４０°の方がピン部３２の傾斜はきつくなり、より芯ずれが修正される。
ただし、ピン部３２の断面径は小さくなるため、封板７の開孔部径も小さくなる。
【００５６】
次に、ピン部３２は先端３２ａを平坦又は球状にし、ピン部３２の先端３２ａ側から１９°～１３０°の角度を付け、且つ、ピン部３２の中間から終端部にかけて、ピン部３２の先端３２ａ側に設けた角度より小さい角度を付ける。
ピストン３０の芯ずれ修正と封板７の開孔部増加をバランスよく狙いたい場合は、ピン部３２の先端３２ａ側から１９°～１３０°の角度を付け、且つ、ピン部３２の中間から終端部にかけて、ピン部３２の先端３２ａ側に設けた角度より小さい角度を付したピストン３０を用いることが有効となる。
例えば、封板７の穴径最大３．５ｍｍのガスボンベ５に対しては、図１６に示すように

、ピン部３２の終端径を３ｍｍとし、先端側から最低でも１９°の角度を付ける。
また、ピン部３２の中間から終端部にかけては、ピン部３２の先端３２ａ側角度１９°より小さい角度１５°の傾斜を付ける。

【００５７】

また、例えば、図１７に示すように、ピン部３２の終端径を７ｍｍとし、ピン部３２の先端３２ａ側から１３０°の角度を付け、ピン部３２の中間から終端部にかけては、先端側角度１３０°より小さい角度１０°の傾斜を設ける。
これらの場合は、ピン部３２の先端３２ａ側の傾斜によりピストン３０の芯ずれは修正され、ピン部３２の中間からは、ピン部３２の先端３２ａ側に設けた角度より小さい角度を付けることでピン部３２の終端側の傾斜が緩くなる。そのため、ピン部３２の終端側の径はピン部３２の先端３２ａ側の径より大きくなる。よって、ピストン３０の侵入後の封板７の開孔部をより大きくできる。
また、ピン部３２の終端側も傾斜があるため、芯ずれ修正に関しても、ピン部３２の終端側がストレート形状より有利になる。

【００５８】

次に、ガス噴出時間の安定について説明する。
第１に、先行技術（特許文献３）記載の、火薬によりピストンを加圧し、ピストンによりガスボンベ封板を破る技術では、「移動後のピストンの復帰をスムースにするため、ピストンにオリフィスを設け、起爆装置作動後の爆圧をオリフィスを介して噴出孔から放出する、または、シリンダ室の内径に対してピストンの外径を小さめに設定する」ので、移動後のピストンが復帰することで、ガスボンベ内のガスが安定して噴出されることになる。
ただし、先に述べた通り、上記の通りピストンにオリフィスを設けたり、シリンダ室とピストンのクリアランスを大きくした場合は、起爆装置作動時の圧力がオリフィス部やクリアランス部より漏れるため、ピストンを効率よく加圧できない。
これに対し、本実施形態のガスボンベ開孔装置１０は、ピストン３０にＯリング３８を装着し、また、残圧開放として、ホルダ２１にガス抜き穴２６を設ける機構とした。

【００５９】

更に、先行技術（特許文献３）では、ピストンとガスボンベの間にスプリングを介在させて、ピストンの復帰をよりスムースにすることが記載されている。
一方で、ピストンの復帰状況は、薬剤燃焼後の固形残渣発生状況でも変化する。
つまりは、たとえ起爆装置の爆圧を放出しても、ピストン周囲に固形残渣が付着すると、ピストンに付着した固形残渣とシリンダ室とが噛み込み、ピストンは元の位置に戻らなくなる。
この場合、ピストンとガスボンベとの間にスプリングを介在させても、ピストンは固定されているため、移動したピストンの復帰は困難になる。
ピストンが復帰しない状況では、破断した封板とピン部の僅かな隙間からしかガスボンベ内のガスは噴出しないため、ガス噴出時間が長くなる、或いは、封板開孔部をピン部が完全に塞いでしまうため、ガスボンベ内のガスが噴出しない、といった事象が生じ、ガス噴出時間が安定しなくなる。

【００６０】

これに対し、本実施形態のガスボンベ開孔装置１０は、ピストン３０の復帰が生じなくとも、安定してガスボンベ５内のガスが噴出されるように、ピン部３２及びヘッド部３３に溝３４を設け、ピン部３２及びヘッド部３３の溝３４を連通させる構成とした。
そのため、本実施形態のガスボンベ開孔装置１０では、ピストン３０は、図３に示すように、ヘッド部３３端面とガスボンベ５の封板７が接触した時点でピストン３０の侵入を終了させ、ピストン３０が復帰しなくとも、ピン部３２及びヘッド部３３の溝３４をガスボンベ５内のガスが流れていく。
なお、ヘッド部３３を設けない場合、ピン部３２に溝３４を設けても、ピン部３２全体が封板７に刺さりガスボンベ５内に侵入した際は、ガスボンベ５内のガスが流れない。

【００６１】
ヘッド部３３の径は封板７の穴径より大きく設定することで、ヘッド部３３と封板７とが接触した時点でピストン３０の侵入を終了させ、また、ヘッド部３３とピン部３２とを溝３４で連通させることで、ガスボンベ５内のガスは、ガスボンベ５内に侵入したピン部３２の溝部３４からヘッド部３３の溝３４を介して流れる。つまりは、ピストン３０が復帰せずとも、ガスボンベ５内のガス噴出流路を確保できる。
なお、ピストン３０移動後は、ヘッド部３３の溝３４とホルダ２１のガス放出穴２４とが連通されることで、ガスボンベ５内のガスは、ホルダ２１のガス放出穴２４より噴出される。
よって、ホルダ２１に設けるガス放出穴２４は、ホルダ２１軸に対し上下左右１箇所もしくは上下左右対称に、移動後のピストン３０のヘッド部３３に設けた溝３４と連通する位置に設ける。なお、径としては３．０ｍｍ以上が望ましい。
【００６２】
また、ピストン３０が復帰しない場合でも、ガスボンベ５の封板７の開孔部径が大きくなるほど、ガスボンベ５内からのガス噴出量は増加する。
ガスボンベ５の封板７は、ピン部３２の形状に沿って開孔するが、ピン部３２の径が太くなるほど、ピン部３２が封板７に侵入した際、破断した封板７に対するピン部３２側面側へのひずみが大きく加わる。
そのため、図１８（ａ）～（ｃ）に示すように、ピン部３２の径が太くなるほど、封板７の開孔部７’の径が大きくなり、また、破断した封板７には亀裂が生じていく。
開孔部７’の径が大きくなるほど、封板７の亀裂も増加する。破断した封板７の亀裂が増加することで、ピン部３２と破断した封板７の隙間が多くなるため、ピストン３０が復帰しない場合でも、ガスボンベ５内のガス噴出流路は増加する結果となる。
【００６３】
以上より、本実施形態のピストン３０は、芯ずれ防止としてピン部３２の角度を設ける際に、可能な限り開孔部７’の径が大きくなるよう角度を設定することでも、ガスボンベ５内のガス噴出時間がより早くなるよう調整できる。
それに加えて、ピストン３０には、溝部３４も設けることになる。
なお、溝部３４は、ピストン３０へ加工可能な範囲内で設定することができる。
例えば、図１９に示すように、各種類毎のガスボンベ５の封板７穴径に対し、ピン部３２の角度、ヘッド部３３の径を決定したピストン３０に、径ｘｍｍ上の軸に径ｙｍｍの溝を角度Ｚ°おきに、加工可能な寸法で取ることができる。
【００６４】
径ｘ、径ｙ及び角度Ｚ°は、ピン部３２及びヘッド部３３の寸法により任意に変更できる。
角度Ｚ°を９０°とし溝３４を４箇所設ける場合もあれば、角度Ｚ°を１２０°とし溝３４を３箇所設けることも可能である。
また、溝３４に関しては、加工性を考慮し円形の例を示したが、円形に拘らず、任意の形状、例えば角状でも良い。
いずれの場合でも、可能な限り溝３４が大きくなるよう設定すれば、ガスボンベ５内のガス噴出時間はより早くなる。
【００６５】
第２に、ピン部３２にネジ切り加工を施し、ヘッド部３３に溝３４を設ける例について説明する。
図２０、図２１に示すように、ピン部３２にネジ切り加工を施し、ヘッド部３３に溝３４を設けたピストン３０も、ピストン３０移動後に復帰が生じなくとも、ガスボンベ５内のガス噴出流路を形成できる。
ヘッド部３３は封板７が接触した時点でピストン３０の侵入を終了させ、ガスボンベ５内のガスは、ガスボンベ５内に侵入したピン部３２のネジ切り加工部からヘッド部３３の溝３４を介して流れる。

つまりは、ピストン３０が復帰せずとも、ガスボンベ５内のガス噴出流路が確保できる。

なお、ネジ山の設定は、ピン部３２に加工可能な寸法内で任意に設けることができ、可能な限りガス噴出流路が最大になるよう設定すれば、ガスボンベ５内のガス噴出時間はより早くなる。

【００６６】

第３に、ピン部３２に中空穴３２ｂを設け、ヘッド部３３はピン部３２の中空穴３２ｂと垂直方向に貫通穴３３ａを設け、ピン部３２の中空穴３２ｂとヘッド部３３の貫通穴３３ａを連通させる。

先行技術（特許文献４）には、機械式のボンベ開封方法として、中空針にスリットを設けた針を使用する実施形態が挙げられている。

この形状のピストンを薬剤燃焼時のガスにより加圧しボンベ封板を開孔すると、中空部より圧漏れが生じる。

また、中空の針では、ガスボンベ開孔後ピストンが復帰しない場合、ガスボンベ内のガスは、ガス発生器側へ放出される。

【００６７】

これに対し、本実施形態のピストン３０は、図２２、図２３に示すように、ピン部３２に中空穴３２ｂを設け、ヘッド部３３にはピン部３２の中空穴３２ｂと垂直方向に貫通穴３３ａを設け、ピン部３２の中空穴３２ｂとヘッド部３３の貫通穴３３ａを連通させる構造とした。

ピン部３２に中空穴３２ｂを設け、ヘッド部３３にはピン部３２の中空穴３２ｂと垂直方向に貫通穴３３ａを設けることで、ピストン３０のＯリング装着部３５に貫通穴は生じないため、薬剤燃焼時のガスによりピストン３０は圧漏れが生じることなく加圧される。

また、ヘッド部３３は封板７が接触した時点でピストン３０の侵入を終了させ、ガスボンベ５内のガスは、ガスボンベ５内に侵入したピン部３２の中空穴３２ｂからヘッド部３３の貫通穴３３ａを介して流れる。つまりは、ピストン３０が復帰せずとも、ガスボンベ５内のガス噴出流路が確保できることになる。

【００６８】

なお、ピン部３２の中空穴３２ｂの穴径の設定は、ピン部３２に加工可能な寸法内で任意に設けることができる。

また、ヘッド部３３の貫通穴３３ａの設定も、貫通穴３３ａの穴径はヘッド部３３に加工可能な寸法内で任意に設けることができ、その穴数も１箇所に限らず、ヘッド部３３に加工可能な範囲内で、貫通穴３３ａが交差するよう数本設けることが可能である。

中空穴３２ｂ及び貫通穴３３ａの設定時も、可能な限りガス噴出流路が最大になるよう設定すれば、ガスボンベ５内のガス噴出時間はより早くなる。

【００６９】

次に、ヘッド部３３を設けない場合のピストン３０の形状について説明する。

先ず、ピン部３２の終端径をガスボンベ５の封板７の穴径以上に設定したピストン３０について説明する。

図２４は、ピン部３２に溝加工を施して溝３４を形成した例、図２５は、ピン部３２にネジ切り加工を施して螺旋部３２ｃを形成した例、図２６は、ピン部３２に中空穴３２ｄ、貫通穴３２ｅを形成した例を示す。

ピン部３２の終端径を封板７の穴径以上に設定することで、ピストン３０の侵入は、封板７の穴径以上のピン部３２の断面径の位置に達した時点で終了となる。

その際でも、ピン部３２に設ける溝３４や螺旋部３２ｃは、ピン部３２の終端部まで設ける。

【００７０】

また、ピン部３２に中空穴３２ｄ、貫通穴３２ｅを設ける場合は、初めにガスボンベ５内に侵入する位置まで中空穴３２ｄを設け、ガスボンベ５の外部に露出する位置へ、ガスボンベ５内侵入位置まで設けた中空穴３２ｄと垂直方向に中空穴３２ｅを設け、各中空穴

３２ｄ，３２ｅは連通させる構造とする。
ピン部３２の終端径を封板７の穴径以上に設定することで、図２７に示すように、ピストン３０の侵入はピン部３２の途中で終了する。
【００７１】
次に、ピン部３２の終端径をガスボンベ５の封板７の穴径以下に設定し、Ｏリング装着部３５の壁部３６を封板７の穴径以上に設定したピストン３０について説明する。
ピン部３２の終端径をガスボンベ５の封板７の穴径以下に設定することで、図２８に示すように、ピン部３２は完全にガスボンベ５内に侵入し、Ｏリング装着部３５の壁部３６を封板７の穴径以上に設定することで、ピストン３０の侵入は、ガスボンベ５の封板７とＯリング装着部３５の壁部３６が接触した時点で終了となる。
なお、この場合は、図２９に示すように、ピン部３２に溝３４を加工を施し、Ｏリング装着部３５の壁部３６には切欠部３６ａを設ける。或いは、図３１に示すように、ピン部３２から壁部３６に亘って中空穴３２ｆ、貫通穴３６ｂを設けることで、ガスボンベ５内のガス噴出流路を形成させる。
【００７２】
例えば、ピン部３２に溝３４を設ける場合は、図２９に示すように、ピン部３２に設けた溝３４と連通するように、Ｏリング装着部３５の壁部３６に切欠部３６ａを設ける。
また、例えば、図３０に示すように、ピン部３２にネジ切り加工を施して螺旋部３２ｃを形成した場合は、ピン部３２の螺旋部３２ｃと連通するようにＯリング装着部３５の壁部３６に切欠部３６ａを設ける。
一方で、図３１に示すように、ピン部３２に中空穴３２ｆを設けた場合は、ピン部３２の中空穴３２ｆと垂直方向にＯリング装着部３５の壁部３６に貫通穴３６ｂを設け、中空穴３２ｆ及び貫通穴３６ｂは連通させる構造とする。
【００７３】
以上の構造とすることで、Ｏリング装着部３５の壁部３６がガスボンベ５の封板７を塞いでも、ガスボンベ５内のガスは噴出させることが可能となる。
なお、切欠部３６ａの形状については、円形、角状を問わず、加工上可能な範囲で設定できる。
また切欠形状のみでなく、図３２に示すように、Ｏリング装着部３５の壁部３６に溝３６ｃを設ける加工でも良い。
Ｏリング装着部３５への溝３６ｃの設け方も、加工可能な範囲であれば、任意の形状にできる。
【００７４】
（実験例）
先行技術では、ホルダ２１のピストン案内穴２５よりピストン３０の外径を小さくすることで、ガス発生剤４４の圧力がホルダ２１のガス放出穴２４より噴出され、ピストン３０の復帰がスムースになると考えられている（ガス発生剤のガスが蓄圧されると、ピストンが戻りにくいとの考えより）。
そこで、先ず初めに、図３３に示すように、ガス抜き穴２６を設けずピストン案内穴２５の径を６ｍｍとしたステンレス製のホルダ２１Ａと、Ｏリング装着部３５を設けずピストン３０Ａの外径を５．８ｍｍとしたガスボンベ開孔装置１０Ａの作動確認を実施した。
ホルダ２１Ａのガス放出穴２４の径は３ｍｍである（以降の全試験、ホルダ２１Ａのガス放出穴２４の径は３ｍｍとなる）。
【００７５】
試験で使用したガスボンベ５は、日本炭酸瓦斯株式会社製のミニガスカートリッジ（型式：ＬＳ２０－１－１６ｇ）であり、ガスボンベ内には液化CO_2ガスが約１６ｇ充填されている（以降の全試験にて、同ガスボンベを使用している）。
ガスボンベ概要は、下記の通りである。
製品名：ミニガスカートリッジ、メーカー：日本炭酸瓦斯株式会社製、型番：ＬＳ２０－１－１６ｇ、CO_2質量：１６．０±１．０ｇ、封板厚さ：０．２３±０．０５ｍｍ

ガスボンベ５の封板７の穴最大径は３．５ｍｍであるため、封板７の開孔部径は最大でも３．５ｍｍとなる。

【００７６】

そこで、図３５に示すように、ステンレス製のピストン３０Ａのピン部３２は芯ずれが生じても封板７にピン部３２が刺さるよう、ピン部３２の先端から終端の角度は４６°に設定してピン部３２の先端を尖らせ、終端部径を３ｍｍとしたピストン３０Ａを用いた。

なお、試験時の非火薬ガス発生剤は、薬量０．１ｇと薬量０．２ｇの２水準について実施した。ただし、点火薬量は、０．１５ｇと固定している（以降の全試験、点火薬量は０．１５ｇとなる）。

シート２９は、ポリエステル樹脂で構成され、外径が５．５ｍｍ、厚さが０．３ｍｍである。

【００７７】

（１）確認方法

確認項目としては、装置作動後のピストン復帰状況、CO_2ガスの噴出時間、ガスボンベ５の封板７の開孔部径の測定を実施した。

CO_2ガス噴出時間は、ビデオカメラにて撮影した動画より、ガス噴出開始から噴出終了までの時間を計測した。

また、ガスボンベ５の封板７はピン形状に沿って開孔し、ピン部３２の先端側と終端側で封板７の開孔部径は異なるが、本試験ではピン部３２の先端側（ガスボンベ５内）の開孔部径を株式会社キーエンス製マイクロスコープＶＨＸ－１００にて測定した。

【００７８】

（２）確認結果

作動確認結果を表３に示す。

【表３】

薬量 (g)	ピストン 復帰状況	開孔部径 (mm)	ガス噴出時間 (ms)
0.1	復帰せず	0.92	噴出せず
0.2	復帰せず	1.14	噴出せず

【００７９】

本試験では、ピストン３０Ａのピン部３２が、ガスボンベ５内に完全に侵入していない状況であった。

ただし、ピン部３２が僅かではあるがガスボンベ５内に侵入はしたため、薬量０．１ｇ及び０．２ｇともに、ガスボンベ５の封板７は開孔した。また、薬量が多い方がピン部３２がより深くガスボンベ５内に侵入したため、封板７の開孔部径は大きくなった。封板７の関孔後、ピストン３０Ａは復帰せず、封板７の開孔部をピン部３２が塞いだため、CO_2ガスは噴出されない結果となった。

よって、ピストン案内穴２５よりピストン３０Ａの外径を小さくし、残圧を放出する構造にしても、ピストン３０Ａは復帰しないといえる。

【００８０】

ピストン３０Ａの復帰は、ガスの蓄圧のみでなく、ガス発生剤燃焼後に生じる固形残渣がピストン３０Ａの外周部に付着することで、復帰しにくい状況を作り出していると予測できる。

以上の結果より、ホルダ２１Ａのピストン案内穴２５よりピストン３０Ａの外径を小さくすることに効果はなく、寧ろ、ガス発生剤燃焼時にピストン３０Ａに作用する圧力がクリアランスより漏れることで、ピストン３０Ａを押す圧力が低下するデメリットの方が大

きいと考えられる。

【００８１】

次に、圧漏れの対策として、図３６、図３７に示すように、ピストン３０ＡにＯリング装着部３５を設け、サイズＳ４のＯリング３８を装着したピストン３０Ｂを用いた場合のガスボンベ開孔装置１０Ａの作動状況を確認した。

本試験と上記試験で異なる部品としては、ピストンのみである。

Ｏリング３８を装着したピストン３０Ｂについて、ガス発生剤薬量を０．２ｇとし、装置作動後のピン復帰状況、CO_2ガスの噴出時間、ガスボンベ５の封板７の開孔部径の測定を実施した。

なお、試験はＮ＝２確認を行った。

作動確認結果を表４に示す。

【００８２】

【表４】

薬量 (g)	試験No.	ピストン復帰状況	開孔部径 (mm)	ガス噴出時間 (ms)
0.2	1	復帰せず	1.65	1900.0
	2	復帰せず	1.60	噴出せず

【００８３】

Ｏリング３８を装着することで、ピストン３０Ｂのピン部３２が、ガスボンベ５内に完全に侵入し、封板７の開孔部径は大きくなった。

ガスボンベ５の封板７を径１．６ｍｍ開孔するのに必要な力Ｆは、打ち抜き力の計算式（Ｆ＝２π×打ち抜き半径ｒ×封板厚さｔ×封板材料せん断抵抗τ）より、３１．５ｋｇｆと求まる。

よって、ガスボンベ５の封板７を１．６ｍｍ開孔させるのに必要なピストン３０Ｂへ与える圧力Ｐは、ガスボンベ５の封板７を開孔させるのに必要な力Ｆをピストン３０Ｂの受圧面積で割ることで、１１９．３（ｋｇｆ／ｃｍ^2）となる。

この１１９．３（ｋｇｆ／ｃｍ^2）という圧力を発生させるのに必要なガス発生剤薬量は、ホルダ２１Ａのピストン案内穴２５の容積を加味し、最低０．１ｇ以上であれば十分である。

【００８４】

それに対し、ピストン３０ＢにＯリング３８を装着しない場合は、ガス発生剤薬量０．２ｇでもピストン３０Ｂのピン部３２が完全にガスボンベ５内には侵入せず、封板７の開孔部径は小さくなった。

一方で、ピストン３０ＢにＯリング３８を装着すれば、ピストン３０Ｂのピン部３２がガスボンベ５内に完全に侵入し、封板７の開孔部径としても適切な値が得られた。

よって、ピストン３０ＢにＯリング３８を装着しない場合は、ホルダ２１Ａのピストン案内穴２５とピストン３０Ｂとのクリアランス部より圧漏れが生じていると判断できる。

以上より、Ｏリング３８を装着することで、圧漏れが防止されピストン３０Ｂを押す圧力が向上した。

なお、本試験でも作動後にピストン３０Ｂが復帰することはなかったが、CO_2ガスが噴出される場合が観測された。

【００８５】

ここで、CO_2ガスが噴出したガスボンベ５を分解し、封板７の状況を観測した結果、「破断した封板に亀裂が生じている」といった特徴が確認できた。

Ｏリング３８を装着せずピン部３２が僅かしかガスボンベ５内に侵入しなかった条件に

比べ、本試験時はピン部３２が完全にガスボンベ５内に侵入したことで、ガスボンベ５内に侵入するピン部３２の断面径は大きくなる。よって、ピン部３２が封板７に侵入した際、破断した封板７へは、ピン側面側へのひずみがより大きく加わり、封板７の開孔部径が増加するとともに、破断した封板には亀裂が生じた。

上記の作用により、破断した封板７に亀裂が生じたため、ピン部３２と破断した封板７の間には隙間が生じ、CO_2ガスの噴出流路が形成された。

【００８６】

次に、ピストン形状による効果の確認について説明する。

ここまでの結果より、封板７の開孔部の径が大きくなれば、封板７に亀裂が大きく生じていき、ピン部３２と破断した封板７の隙間よりCO_2ガスの噴出流路が確保される。

また、封板７はピン形状に沿って開孔される。

よって、ピン部３２の径を太くするほど、封板７の開孔部径は大きくなり、破断した封板７にはより多くの亀裂が生じ、CO_2ガスの噴出には有利になる。

ただし、ピン部３２の径を太くするため、ピン部３２の先端側を尖らせず、ピン部３２の先端部から終端部までストレートの形状とした場合、封板７の穴径とピン部３２の径の設定次第では、ピストン移動時に芯ずれが生じた場合、ピン部３２が封板７の穴に刺さらず、ピストンが移動しない状況が生じる。

【００８７】

この問題に対しては、「ピン先端側には一定の角度を付ける」又は、「ピン先端側から終端側にかけてピン部全体的に一定の角度を付ける」或いは、「ピン先端側から一定の角度を付け、且つ、ピン部中間から終端部にかけて、ピン先端側に設けた角度より小さい角度を付ける」ことで、ピストンの芯ずれを修正できる。尚且つ、角度設定時は、ピン部径が大きくなるよう設定することで、封板開孔部径を大きくすることが可能である。

また、ピストンが復帰しなくとも、ピストンからホルダ２１Ａのガス放出穴２４にかけてCO_2ガス噴出流路が形成されれば、ピストンの復帰に依らず、CO_2ガスは噴出される。

以上の効果を得られるピン形状として、以下の２種類のピストンＡ，Ｂについて作動確認を実施した。

【００８８】

ピストンＡは、図３８、図３９に示すように、ピン部３２の先端は平坦形状とし、ピン部３２の終端部径を３ｍｍ、ピン部３２の先端部から終端部にかけて３７°の角度を付け、更にヘッド部３３を設け、ピン部３２の終端からヘッド部３３にかけて連通する溝３４を９０°おきに設けた。

ピストンＢは、図４０、図４１に示すように、ピン部３２の先端は平坦形状とし、ピン部３２の終端部径を３ｍｍ、ピン部３２の先端部から９０°の角度を付け、更にピン部３２の中間からピン部３２の終端部までは２３°の角度を付け、更にヘッド部３３を設け、ピン部３２の先端からヘッド部３３にかけて連通する溝３４を９０°おきに設けた。

２種類のピストンＡ，Ｂは、ピン部３２の先端が平坦形状である。

【００８９】

ピン部３２の先端が平坦になることで、ピン部３２の全長が短くなり、ピストンＡ，Ｂの小型化に繋がり、最終的にはガスボンベ開孔装置の小型化に繋がる。

また、振動や衝撃によりガスボンベ５の封板７を損傷する危険性を低下できる。

なお、ピン部３２の先端部径は１ｍｍであり、ガスボンベ５の封板７の穴最大径３．５ｍｍより小さいため、ピストン移動時に芯ずれが生じてもピン部３２の先端はガスボンベ５の封板７に刺さる。

また、ピン部３２の先端には傾斜を設けているため、ピストンＡ，Ｂの進行とともにピストンの芯ずれが修正される。

なお、ピストンＢは、ピストンＡと比較し、ピン部３２の終端側の角度は小さくなっている。

そのため、ピストンＢの方が、ガスボンベ５内に侵入するピン部３２の断面径は大きく

なることで、ガスボンベ５の封板７の開孔部径は大きくなる。

【００９０】

更に、２種類のピストンＡ，Ｂには、ピン部３２からヘッド部３３にかけて溝３４を設けた。

溝３４の寸法は、図１９に示す溝部寸法と同様に、ピストンＡ，Ｂともに、径ｘ＝４ｍｍ上の軸に、径ｙ＝２ｍｍの溝を、角度Ｚ＝９０°おきに４箇所設けている。

ピストンＡ，Ｂに設けたヘッド部３３は、封板７と接触した時点でピン部３２の侵入を終了させ、また、ヘッド部３３及びピン部３２の溝３４が連通しているので、ガスボンベ５内に侵入したピン部３２の溝３４からヘッド部３３の溝３４までCO_2ガスの流路が確保できる。

ピストン移動後は、ヘッド部３３の溝３４とホルダ２１Ａのガス放出穴２４が連通され、CO_2ガスは、ホルダ２１Ａのガス放出穴２４より噴出される。

【００９１】

また、２種類のピストンＡ，Ｂは、Ｏリング３８を取り付ける構造とした。

既に述べたとおり、ピストンＡ，ＢにＯリング３８を取り付けることで、非火薬ガス発生剤燃焼時の圧漏れを防ぎ、ピストンを押す圧力が向上する。

ただし、Ｏリング３８を設けた場合、ピストン移動後、非火薬ガス発生剤の残圧が開放されない状況が生じる。

そこで、図１、図２，図５に示すように、ホルダ２１にはピストン移動後の残圧開放として、ピストン移動後にＯリング３８直後方となる位置に、穴径１．０ｍｍのガス抜き穴２６を設けた。

【００９２】

（１）作動確認

ガス抜き穴２６を設けたホルダ２１を使用し、ピストンＡ及びＢを配置した装置の作動確認を実施した。

確認項目は、装置作動後のピストン復帰状況、ガスボンベ５の封板７の開孔部径（ｍｍ）の測定、CO_2ガスの噴出時間（ｍｓ）である。

封板７の開孔部径は、ピン先端側（ガスボンベ内）の関孔部径を株式会社キーエンス製マイクロスコープＶＨＸ－１００にて測定している。

CO_2ガス噴出時間は、高速度カメラにて撮影した動画より、ガス噴出開始から噴出終了までの時間を計測した。

ガス発生剤薬量は、０．１ｇと０．２ｇの２水準とし、各水準についてＮ＝３計測を行った。

【００９３】

（２）確認結果

計測結果を表５に示す。

【表５】

ピストン形式	薬量(g)	試験No.	ピストン復帰状況	開孔部径(mm)	ガス噴出時間(ms)
A	0.1	1	復帰	2.09	304.0
		2	復帰せず	2.10	612.0
		3	復帰	2.04	292.0
	0.2	1	復帰せず	2.13	613.0
		2	復帰せず	2.13	631.0
		3	復帰せず	2.19	627.0
B	0.1	1	復帰	2.38	249.0
		2	復帰	2.38	238.0
		3	復帰せず	2.39	586.0
	0.2	1	復帰せず	2.50	331.0
		2	復帰せず	2.58	330.0
		3	復帰せず	2.59	319.0

【００９４】

全試験試料において、ピストンＡ，Ｂのピン部３２はガスボンベ５内に完全に侵入した。

ガス発生剤薬量を０．２ｇとした場合、ピン部３２の先端とガスボンベ５の間に配置しているシート２９が、ガス発生剤薬量０．１ｇ時より多く潰れるため、ピン部３２がより深くガスボンベ５内に侵入し、封板７の開孔部径が増加する結果も得られた。

ガス発生剤薬量を０．１ｇとした場合は、ピストン３０が復帰し、ガス噴出時間が短くなることも確認できた。

これまでの試験と比較し、本試験時は、封板７の間孔部径が大きくなったため、ガスボンベ５内のガスがピストン３０を復帰させる方向へ強く働き、ピストン３０の復帰が生じるようになったと考えられる。

ただし、ガス発生剤薬量を増加させると、燃焼後の残渣量も増えるため、ピストン３０は復帰しなくなる。

【００９５】

ピストンＡとピストンＢとの封板７の開孔部径を見ると、ピストンＢの方がより大きな開孔部径となる結果であった。

よって、ピン部３２の終端側の角度は小さくすることで、より大きく封板７を開孔可能であることが実証できた。

更に、ピストンＡとピストンＢとのガス発生剤薬量０．２ｇ時の結果より、ピストン３０が復帰しなくとも、ガスボンベ５内のガス噴出時間は安定することも確認できた。

以上より、ピストン３０が復帰しなくとも、ピストン３０からホルダ２１のガス放出穴２４にかけてCO_2ガス噴出流路が形成されれば、ピストン３０の復帰に依らず、CO_2ガスは噴出される。

【００９６】

ピストンＢの方が、ガス噴出時間は早くなる。

その理由としては、ピストンＢの方がピン部３２の終端側の角度は小さく、封板７の開孔部径が大きくなり、破断した封板７にはより多くの亀裂が生じたため、ピストン３０の

溝３４の他に、破断した封板７とピン部３２との隙間が大きくなり、CO_2ガス噴出流路が増加したためと考えられる。

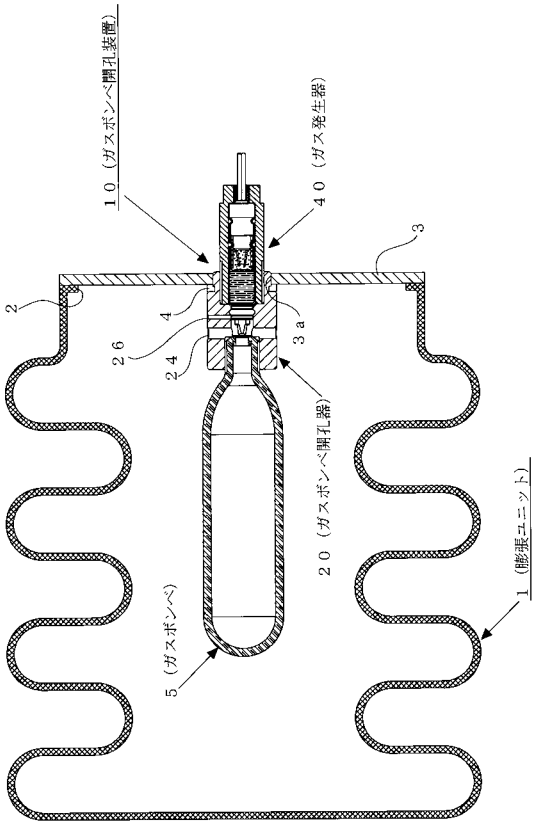
よって、ピストン３０は、芯ずれ修正としてピンに角度を設ける際に、可能な限り開孔部径が大きくなるよう角度を設定し、且つ、ピン部３２からヘッド部３３まで加工可能な範囲で噴出流路が大きくなるよう設定することにより、ピストン３０が復帰しなくとも、ガスボンベ５内のガス噴出時間がより早くなるよう調整できる。

【符号の説明】

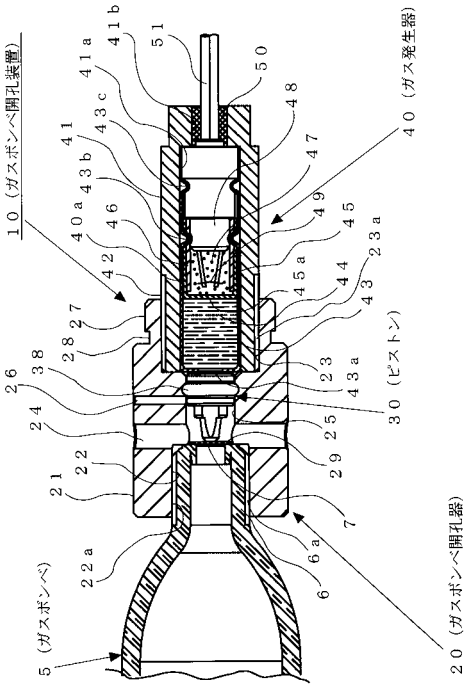
【００９７】

１　膨張ユニット
２　開口部
３　プレート
４　ワッシャ
５　ガスボンベ
６　口部
７　封板
１０　ガスボンベ開孔装置
２０　ガスボンベ開孔器
２１　ホルダ
２２　ガスボンベ取付穴
２３　ガス発生器取付穴
２４　ガス放出穴
２５　ピストン案内穴
２６　ガス抜き穴
２９　シート
３０　ピストン
３２　ピン部
３２ａ　ピン部３２の先端
３２ｂ，３２ｄ，３２ｆ　中空穴
３２ｃ　螺旋部
３２ｅ，３３ａ，３６ｂ　貫通穴
３３　ヘッド部
３４，３６ｃ　溝
３５　Ｏリング装着部
３６，３７　壁部
３６ａ　切欠部
３８　Ｏリング
４０　ガス発生器
４０ａ　ガス発生部
４１　ホルダ
４３　管体
４４　ガス発生剤
４５　キャップ
４６　点火薬ホルダ
４７　点火薬
４８　電橋線付塞栓
４９　電橋線
５０　シール剤

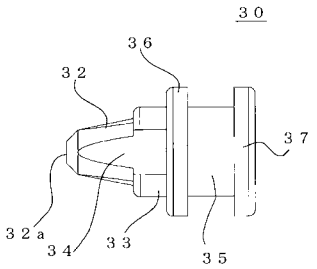
【図１】



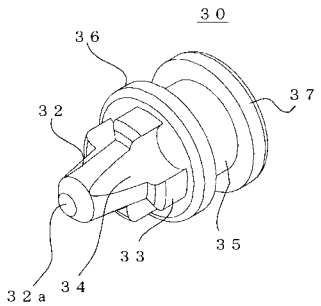
【図２】



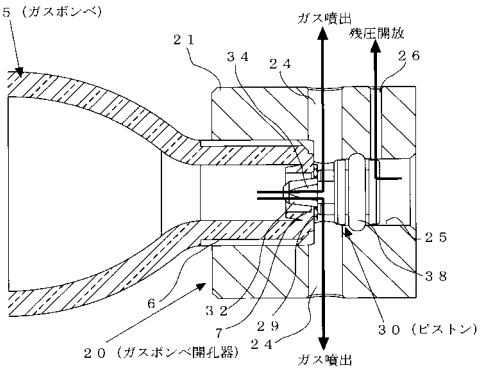
【図３】



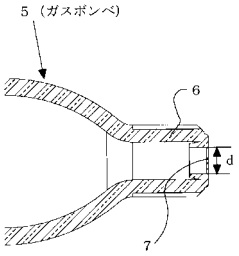
【図４】



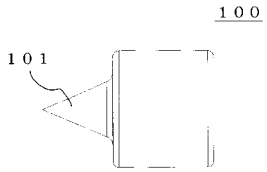
【図５】



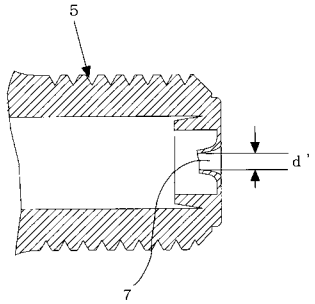
【図６】



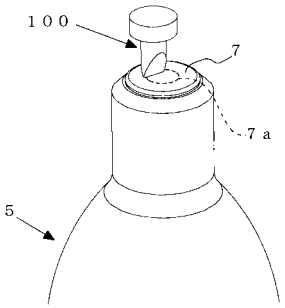
【図７】



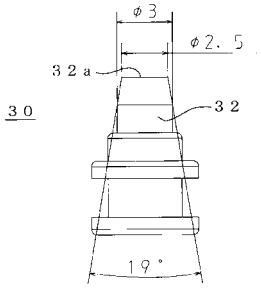
【図８】



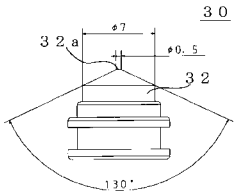
【図９】



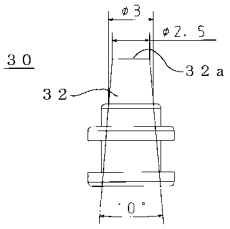
【図１０】



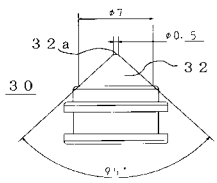
【図１１】



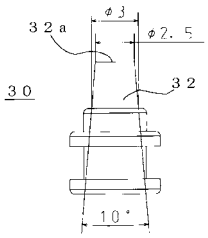
【図１２】



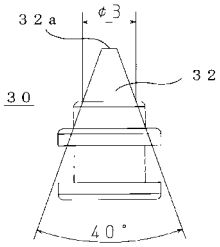
【図１３】



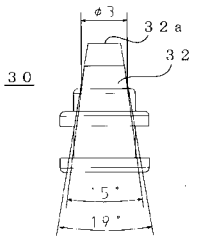
【図１４】



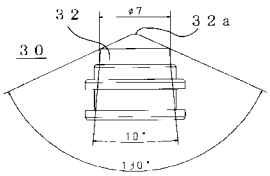
【図１５】



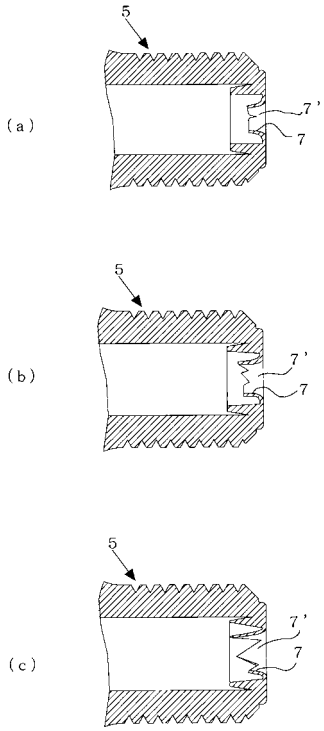
【図１６】



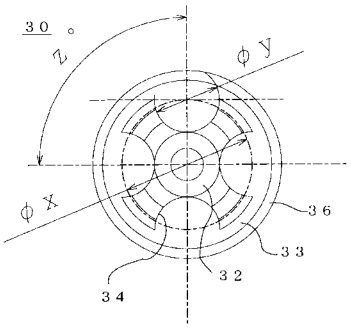
【図１７】



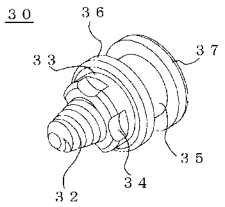
【図１８】



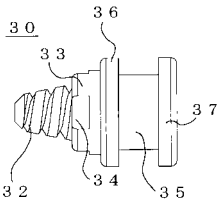
【図１９】



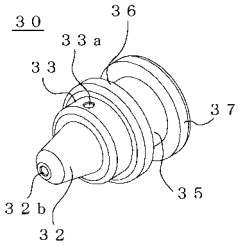
【図２０】



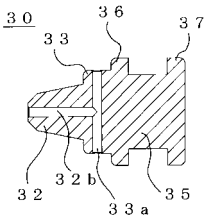
【図２１】



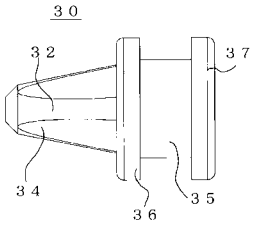
【図２２】



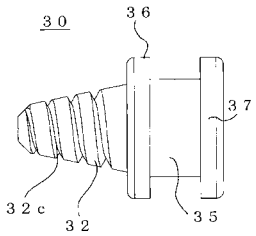
【図２３】



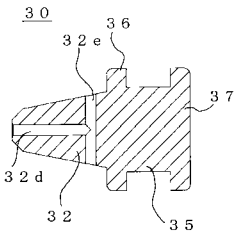
【図２４】



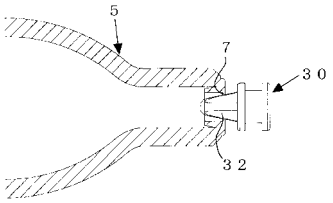
【図２５】



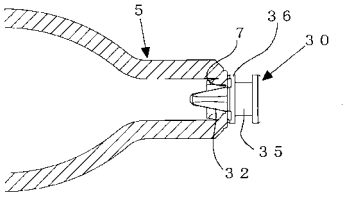
【図２６】



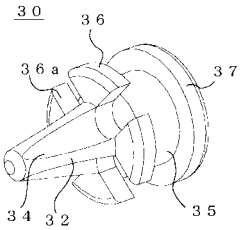
【図２７】



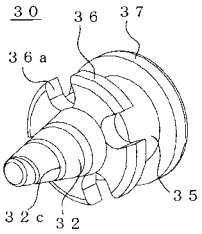
【図２８】



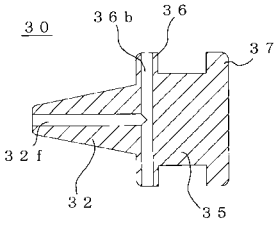
【図２９】



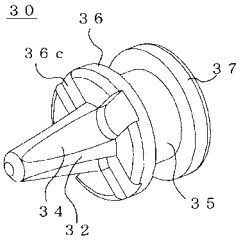
【図３０】



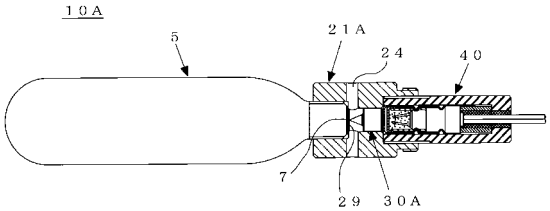
【図３１】



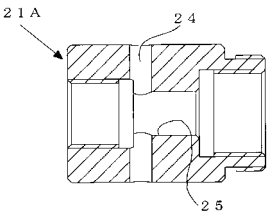
【図３２】



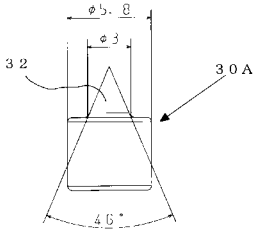
【図３３】



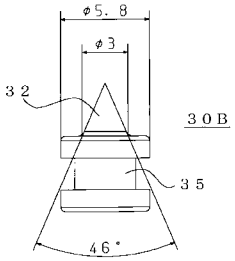
【図３４】



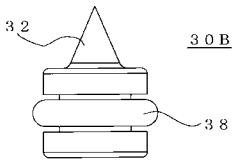
【図３５】



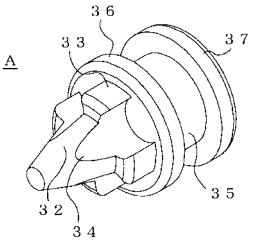
【図３６】



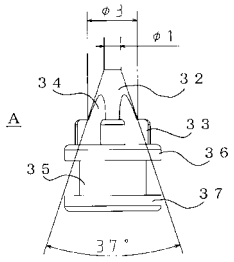
【図３７】



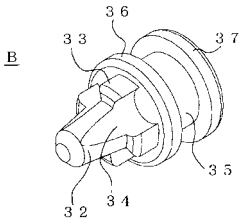
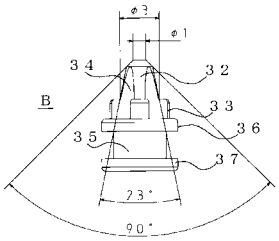
【図３８】



【図３９】



【図４０】



【図４１】