(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3623508号
(P3623508)
(45)発行日　平成17年2月23日(2005.2.23)　(24)登録日　平成16年12月3日(2004.12.3)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F42C 11/06　F42C 11/06

請求項の数 6　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平7-513724
(86)(22)出願日　平成7年3月27日(1995.3.27)
(65)公表番号　特表平9-503287
(43)公表日　平成9年3月31日(1997.3.31)
(86)国際出願番号　PCT/JP1995/000557
(87)国際公開番号　WO1996/003614
(87)国際公開日　平成8年2月8日(1996.2.8)
審査請求日　平成14年3月18日(2002.3.18)
(31)優先権主張番号　特願平6-177113
(32)優先日　平成6年7月28日(1994.7.28)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平6-213577
(32)優先日　平成6年9月7日(1994.9.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者
旭化成ケミカルズ株式会社
東京都千代田区有楽町１丁目１番２号
(74)代理人
弁理士　谷　義一
(72)発明者　坂元　緑
宮崎県延岡市桜ケ丘２―４９０―６
(72)発明者　西　政明
宮崎県延岡市桜カ丘３―７１０４―１
審査官　大山　健

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電子遅延式点火装置および電気雷管

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

外部電源による電圧印加により、発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、前記発火用コンデンサに蓄積されるエネルギにより駆動される、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、

前記出力信号に応答して前記発火に必要なエネルギを移送するスイッチング部と、

前記スイッチング部を介して移送された前記発火に必要なエネルギを受けてヒータを加熱することにより発火する点火薬を有する点火部と、

を具備する電子遅延式点火装置であって、

当該電子遅延式点火装置の点火検査時において、前記外部電源から印加される電圧は、前記点火部が発火するために必要な最小発火電圧より低く、且つ前記電子タイマ部を駆動して前記スイッチング部を作動させる検査をするために必要な電圧、である既定の点火検査電圧であって、該点火検査電圧は予め定められている点火検査電圧範囲内に含まれており、

当該電子遅延式点火装置の点火検査を安全に行うために必要な電圧安全度として、前記点火検査電圧範囲の各電圧と前記最小発火電圧との間には所定の差電圧を有し、

前記点火薬は、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウム及びヘキサシアノコバルト酸カリ

ウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有することによって、起爆秒時の絶対精度を±0.5ミリ秒以内に設定することを特徴とする電子遅延式点火装置。

【請求項２】

請求の範囲第１項において、前記電子タイマの該発火用コンデンサの静電容量をC_0ファラッドとすれば、該点火部の最小点火エネルギが、$12.5\times C_0$ジュールより大であることを特徴とする電子遅延式点火装置。

【請求項３】

請求の範囲第１項または第２項において、前記発火用コンデンサの静電容量C_0が、400×10^{-6}～1200×10^{-6}ファラッドであることを特徴とする電子遅延式点火装置。

【請求項４】

外部電源による電圧印加により、発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、
前記発火用コンデンサに蓄積されるエネルギにより駆動される、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、
前記出力信号に応答して前記発火に必要なエネルギを移送するスイッチング部と、
前記スイッチング部を介して移送された前記発火に必要なエネルギを受けてヒータを加熱することにより発火する点火薬を有する点火部と、
前記点火薬の発火により起爆する起爆部と、
を具備する電子遅延式電気雷管であって、
当該電子遅延式電気雷管の点火検査時において、前記外部電源から印加される電圧は、前記点火部が発火するために必要な最小発火電圧より低く、且つ前記電子タイマ部を駆動して前記スイッチング部を作動させる検査をするために必要な電圧、である既定の点火検査電圧であって、該点火検査電圧は予め定められている点火検査電圧範囲内に含まれており、
当該電子遅延式電気雷管の点火検査を安全に行うために必要な電圧安全度として、前記点火検査電圧範囲の各電圧と前記最小発火電圧との間には所定の差電圧を有し、
前記点火薬は、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウム及びヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有することによって、起爆秒時の絶対精度を±0.5ミリ秒以内に設定することを特徴とする電子遅延式電気雷管。

【請求項５】

請求の範囲第４項において、前記電子タイマの該発火用コンデンサの静電容量をC_0ファラッドとすれば、該点火部の最小点火エネルギが、$12.5\times C_0$ジュールより大であることを特徴とする電子遅延式電気雷管。

【請求項６】

請求の範囲第４項または第５項において、前記発火用コンデンサの静電容量C_0が、400×10^{-6}～1200×10^{-6}ファラッドであることを特徴とする電子遅延式電気雷管。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、高精度の遅延秒時を有する点火装置に関し、特に、主として岩石等を破壊するための爆薬を起爆する電子遅延式電気雷管に関する。

背景技術

電子遅延式点火装置は、従来の燃焼組成物を用いた化学反応型遅延手段に代わり、大幅に起爆時間精度を向上させる目的で考案された。このような電子遅延式点火装置としては、従来、USP4445435号、USP4586437号、USP4712477号、特公昭63－53479号公報、特開昭61－111989号公報、特開平４－16582号公報、特開平５－79797号等に開示された電子遅延式電気雷管が知られている。

これらの電子遅延式電気雷管は、電子タイマ部の遅延手段により、アナログタイプとデジタルタイプであり、概略以下の３つが知られている。
第１は、USP4712477号に開示されているCR回路を用いたアナログタイプの電子タイマである。第１図にCR回路を用いた電子遅延式点火装置のブロック図を示す。同図に示すように、この例では、抵抗１およびコンデンサ２が時定数回路３になっている。この時定数回路３には、コンデンサ２に蓄えられた電圧と既定電圧とを比較する比較回路４が接続されており、この比較回路４がコンデンサ２に蓄えられる電圧が既定電圧になるときを検出している。すなわち、このアナログ式の電子タイマは、図示しない発破器からエネルギが供給されてからコンデンサ２に所定の電圧が蓄えられるまでの所定時間を遅延時間とし、所定の遅延時間経過後出力パルスを出力するものである。一方、信号入力部には、入力抵抗５、整流器６および分圧抵抗7,8を有する回路が形成されている。発破用エネルギは、整流器６を介して一時的に、発火用コンデンサ９に蓄えられており、このエネルギは、上記遅延時間後に電子タイマから出力される出力パルスにより解放されるスイッチ回路を介して点火部に供給される。ここで、スイッチ回路はスイッチ10,11、ラッチ12およびスイッチ13からなり、また、点火部は、ヒータ14とこのヒータ14に接触した状態にある点火薬15とから構成される。なお、電子タイマの遅延時間は、抵抗１の抵抗値またはコンデンサ２の容量値を変化させることにより任意に設定可能である。
第２は、USP4586437号に開示されているCRパルス発振器を用いたデジタルタイプの電子タイマであり、第２図にCRパルス発振器を用いた電子遅延式点火装置のブロック図を示す。同図に示すように、この電子タイマの遅延手段は、電子タイマ回路21とこれに接続されたコンデンサ22および抵抗23とから構成され、コンデンサ22および抵抗23の組み合わせによりコンデンサ22の充放電繰り返しを行わせ、これにより発生させた所定の周波数を有するパルスを、電子タイマ回路に組み込まれた計数回路によりカウントして出力パルスを出力するように設計されている。なお、発破器からの信号入力部には、整流器24、発火用コンデンサ25および定電圧回路26が設けられている。また、発火用コンデンサ25に一時的に蓄えられていた発破用エネルギは、遅延時間経過後に電子タイマ回路から出力される上記出力パルスにより解放されるスイッチング部27を介してヒータ28および点火薬29から構成される点火部に供給される。
第３は、水晶発振子等の固体発振子を用いたデジタルタイプの電子タイマであり、USP4445435号、特公昭63－53479号公報、特開昭61－11198号公報、特開平４－16582号公報、特開平５－79797号等に開示されている。
以上説明した第１～第３の電子遅延式電気雷管の作動順序は、概略同様である。すなわち、発破器より所定のエネルギが発火用コンデンサに供給されると、電子タイマが作動を開始し、所定の秒時経過後、電子タイマ部（あるいは発破器）よりスイッチング部に出力パルス信号が出される。信号を受けるとスイッチング部は開放され、発火用コンデンサに蓄積されている電気エネルギが点火部に供給される。点火部は、ヒータとヒータに接触した点火薬により構成されており、発火用コンデンサに蓄積された電気エネルギが供給されるとヒータが加熱され、ヒータ表面温度が点火薬の発火温度に達すると点火薬は発火し、熱エネルギを起爆部に供給する。かくして、電子遅延型電気雷管は起爆される。
ここで、第１および第２の電子遅延式電気雷管の遅延手段の秒時精度は、電子遅延部だけを見ると、CRを用いたCR回路に依存する。このようなCRパルス発振回路の場合、秒時精度は、基本的に秒時を決定する時定数回路のコンデンサＣと抵抗Ｒの素子特性により決定されるため、素子の容量バラツキ等を許容せざるを得ず、例えば基準秒時1000msに対しては、±数ms～十数msの秒時精度である。
一方、第３の電子遅延式電気雷管は、固体発振子を用いている。この場合、固体発振子自体の発振精度が高いため、安定な発振状態を計数に利用することにより、基準秒時１秒に対しても±数十μｓ～数百μｓの秒時精度を得ることができる。
いずれにしろ、これらの遅延手段を有した電子遅延式電気雷管は、燃焼組成物を利用した従来の電気雷管が基準秒時に対して５～10%という大きなバラツキを有することを考慮すれば、かかる電気雷管と比較する限り十分差別化されるものであった。

ところで、このように電子遅延式電気雷管では、発火用コンデンサに蓄積された電気エネルギのみで、電子タイマ他の回路作動、および点火部の発火が行なわれる。従って、蓄電量を大きくするために出来るだけ大きな容量のコンデンサを用いて高電圧で蓄電することが好ましいが、実際の設計上は形状が大きくなり過ぎないよう適度な大きさの容量を選択せざるを得ない。また、多数発破等を行う場合にも、発破器の電圧、容量が過大にならぬよう発火用コンデンサの充電電圧は25V程度に抑えざるを得ない。従って、電子タイマ内の消費電流や点火部の点火エネルギは、出来るだけ低く抑えるのが通常であった。

電気雷管の場合、点火部の点火に要するエネルギ（最小点火エネルギ）は、迷走電流、漏洩電流のような外的電気的危険因子に対して、数種類のグレードがあるが、通常、エネルギの小さな約２～４ミリジュールのものが使われる。

一方、当然のことながらこのような点火装置には高い起爆信頼性が要求される。通常、電気雷管のような点火装置では、発破の直前に導通テストを実施し点火回路の異常の有無について確認することが法的に義務付けられているが、製造時においても最終工程で点火回路の導通（抵抗）を確認することが起爆信頼性上、特に重要である。

当然、電子遅延式点火装置においても起爆信頼性上、製造の最終段階で点火回路のチェックを行うことが必要となる。電子遅延式点火装置の場合、回路の特徴上、点火回路の検査をするためにはスイッチング部を動作させることが必要である。このような回路チェック装置として本発明者等は電子遅延式電気雷管用導通チェッカーを開発した（特開平５－99597号公報）。

電気雷管にしろ、電子遅延式電気雷管にしろ、点火装置の検査は、点火薬が付いた状態つまり最終製品形態で出来なければならない。電気雷管の点火回路の検査は導通チェックのみを行えば足り、通常10mA以下という低電流を用いて行われるため、ヒータが過熱して点火薬が暴発するという恐れは少ない。しかし、電子遅延式電気雷管の場合は、従来の電気雷管と点火回路機構が異なるため以下に述べる困難な問題が生ずる。

すなわち、電子遅延式電気雷管の点火回路の検査を行う場合は、電子タイマを所定時間作動させて出力信号を得、これによって、スイッチング部が作動することを確認せねばならず、そのためには発火用コンデンサに回路の作動電圧以上の電圧をかける必要がある。従って、スイッチング作動後、点火部に流れる電流は、コンデンサ容量、電圧、ヒータ抵抗などの値によって変化するため、場合によっては、かなり大きな電流が流れてしまい暴発を招く恐れがあった。

一方、近年、発破技術の進歩により、起爆時間で発破をコントロールしようとした場合には、単に従来の電気雷管に比べて秒時精度が大幅に改善されたというだけでは十分でなく、以下に述べるように±0.5msの精度が必要になってきた。

例えば、発破の場合、最適な起爆秒時差は、爆薬の爆発生成ガスによる圧力が隣り合うボアホールと相互作用する時間であるという考えの一説として次の推定式が知られている。

DT＝Ｌ×1000/（Ｖ×0.12）

DT:最適な起爆秒時差（ms）

Ｌ :孔間隔（ｍ）

Ｖ :切羽の弾性波速度（m/s）

つまり、爆発生成ガスの作用下で、次の孔を起爆するのが最も発破効果が良いとされている。そこで、この推定式を使って、明かるい場所の場合とトンネル内の場合との最適な起爆秒時を求めると次のようになる。

・明かるい場所の場合、孔間隔は３～5mとなるので、次式のようになる。

DT＝（３～５）×1000/（Ｖ×0.12）

＝８～20ms

ただし、Ｖ（石灰石）＝2000～30000m/s

・トンネル内の場合、孔間隔は概略1m以下となるので、次式のようになる。

DT＝１×1000/（Ｖ×0.12）

＝1.7～2.1ms

ただし、Ｖ（中硬岩）＝4000～5000m/s

したがって、現場の条件によってバラツクことは有り得るが、一般的には、明かるい場所の場合は８～20ms程度の秒時間隔が最適であり、ばらつきは±10%許容しても±2ms以下が必要である。さらに、トンネル内のような孔間隔が短く、特に硬岩の発破に至っては、ばらつきは絶対精度で±0.5ms以下しか許容できない。
かくして、発破コントロールを目的とする電子遅延式電気雷管においては、±0.5msという絶対精度が必要となる。
従って、この場合には、遅延手段としては固体発振子を用いたデジタルタイプの電子タイマを用いることが必須となる。しかしながら、デジタルタイマを用いただけでは必ずしも十分ではなく、発火用コンデンサの容量、電圧等の適当な値に対して精度の高い点火を達成するには点火薬の選択が極めて重要である。

発明の開示

本発明は、このような事情に鑑み、電子遅延式点火装置の点火回路の検査のために、電子タイマを作動させてスイッチング部が作動しても暴発しない安全な電子遅延式点火装置を提供することを目的とする。
また、本発明は、起爆秒時の精度が±0.5ms以内の高秒時精度を実現し、しかも起爆信頼性の高い、電子遅延式点火装置を提供することを目的とする。
また、本発明は、電子遅延式点火装置の点火回路の検査のために、電子タイマを作動させスイッチング部が作動しても暴発しない安全な電子遅延式電気雷管を提供することを目的とする。
さらに、本発明は、起爆秒時の精度が±0.5ms以内の高秒時精度を実現し、しかも起爆信頼性の高い電子遅延式電気雷管を提供することを目的とする。
前記目的を達成する本発明の第１の態様において、電子遅延式点火装置は、外部電源による電圧印加により発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、該発火用コンデンサに蓄積されるエネルギにより駆動される、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、該出力信号により前記発火エネルギを移送するスイッチング部と、該スイッチング部で移送された前記発火エネルギを受けて発火する点火薬を有する点火部とを具備する電子遅延式点火装置において、前記外部電源からの電圧印加領域に、前記電子タイマが駆動し、かつ前記スイッチング部が作動するが、このとき前記発火用コンデンサからのエネルギを受けても前記点火薬が発火しない、電圧印加領域があることを特徴とする。
ここで、前記電子タイマの該発火用コンデンサの静電容量をC_0ファラッドとすれば、該点火部の最小点火エネルギは、例えば、$12.5\times C_0$ジュール以上である。
また、前記発火用コンデンサの静電容量C_0は、例えば、400×16^{-6}～1200×10^{-6}ファラッドである。
また、前記点火薬は、例えば、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウム及びヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有する。
本発明の第２の態様において、電子遅延式点火装置は、発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、該出力信号により前記発火エネルギを移送するスイッチング部と、該スイッチング部で移送された前記発火エネルギを受けて発火する点火薬を有する点火部とを具備する電子遅延式点火装置において、前記点火薬は、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムとの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウムおよびヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有することを特徴とする。

本発明の第３の態様において、電子遅延式電気雷管は、外部電源による電圧印加により発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、該発火用コンデンサに蓄積されるエネルギにより駆動される、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、該出力信号により前記発火エネルギを移送するスイッチング部と、該スイッチング部で移送された前記発火エネルギを受けて発火する点火薬を有する点火部と、前記点火薬の発火により起爆する起爆部とを具備する電子遅延式電気雷管において、前記外部電源からの電圧印加領域に、前記電子タイマが駆動し、かつ前記スイッチング部が作動するが、このとき前記発火用コンデンサからのエネルギを受けても前記点火薬が発火しない、電圧印加領域があることを特徴とする。

ここで、前記電子タイマの該発火用コンデンサの静電容量をC_0ファラッドとすれば、該点火部の最小点火エネルギは、例えば、$12.5\times C_0$ジュール以上である。

また、前記発火用コンデンサの静電容量C_0は、例えば、400×10^{-6}～1200×10^{-6}ファラッドである。

また、前記点火薬は、例えば、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウム及びヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有する。

本発明の第４の態様において、電子遅式電気雷管は、外部電源による電圧印加により発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサと、固体発振子を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ部と、該出力信号により前記発火エネルギを移送するスイッチング部と、該スイッチング部で移送された前記発火エネルギを受けて発火する点火薬を有する点火部と、前記点火薬の発火により起爆する起爆部とを具備する電子遅延式電気雷管において、前記点火薬は、有効成分として、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムとの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウムおよびヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を含有することを特徴とする。

一般に、点火部のヒータに加えられるエネルギは、発火用コンデンサの容量をＣ、充電電圧をＶとすれば、$(1/2)CV^2$で与えられる。充電電圧は、点火回路の駆動のために低くても2.5Vが必要である。なお。充電電圧の上限は発火用コンデンサを充電する発破器の能力的制約から、高くても約25V程度に抑えねばならない。

実用的な電子遅延式点火装置を設計するには、まず、点火回路検査電圧を2.5～3.0Vとし、電圧安全度を約2V以上とすることが必要である。即ち、2.5V～5Vの範囲では、電子タイマが駆動し、かつスイッチング部が作動するが、この充電電圧では点火部が発火することがない。すなわち、このような電圧印加範囲を有することが本発明の特徴であるが、この電圧印加範囲は少なくとも約2V程度の電圧安全度を考慮した範囲であることが好ましい。

また、発破実施時の発火用コンデンサの充電電圧を一般的な充電電圧である電圧15～25Vとし、電圧余裕度を3V以上とする、即ち、発火用コンデンサの充電電圧が12V以上の電圧では点火されないことが無いようにすべきである。

ここで、電圧安全度とは、最小点火電圧と点火回路検査電圧との差電圧であり、電圧余裕度とは、発火用コンデンサの発破時の充電電圧と最小点火電圧との差電圧である。電子タイマを作動させて点火時間を遅延させる場合、回路駆動等により電圧が消費され発火用コンデンサ電圧が低下するため、3V程度以上の電圧余裕度があることが好ましい。

従って、最小点火エネルギは、

$(1/2)\times C_0\times5^2=12.5C_0$ジュール

以上であることが好ましく、かつ、一般的には、

$(1/2)\times C_0\times12^2=72C_0$ジュール

以上とすべきである。但し、ここで、C_0は発火用コンデンサの容量である。なお、この発火用コンデンサ容量C_0値は、コンデンサの大きさの制約から400～1200μＦとするのが適当である。

ところで、点火に必要な最小のエネルギは、ヒータおよび点火薬の組み合わせによって決まる。ヒータは、種々の線径の白金－イリジウム線、ニクロム線などを用いることが出来る。

また、点火部には発火時間のばらつきが特に少ないことが要求されるため、点火薬は短時間で反応が完結する起爆薬系の火薬を用いるのが良い。しかも、形状小型化により点火エネルギを与える発火用コンデンサの電圧、容量が限られるため、低電流で発火時間が短いことが特に重要である。

具体的には、ジアゾジニトロフェノール（DDNP）、テトラセン、スチフニン酸鉛、アジ化銀、アジ化鉛、塩基性ピクリン酸鉛、またはアセチレン銅から選ばれる少なくとも一種の点火薬、またはDDNPと塩素酸カリウムとの混合物、あるいはジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物、あるいはヘキサシアノ鉄酸カリウム（またはヘキサシアノコバルト酸カリウム）との過塩素酸カリウム（または重クロム酸カリウムとの混合物が挙げられる。この中で、特に好ましいのはスチフニン酸鉛であり、とくに150μｍ未満の粒径の細かい塩基性塩が低電流でも感度のばらつきも少なく有効である。

本発明者等は、以上述べたような態様によって、十分な電圧安全度をもって点火回路の検査を行うことが出来る電子遅延式点火装置及び電子遅延式電気雷管が得られることを見いだし、本発明をなすに至ったものである。

さらに、本発明者らは、電子タイマ部と点火部との関係について鋭意検討した結果、固体発振子を用いた電子タイマ部と上記（ａ）～（ｄ）の物質、すなわち、（ａ）スチフニン酸鉛、ジアゾジニトロフェノール、テトラセン、アジ化銀およびアジ化鉛からなる群から選ばれる少なくとも一種；（ｂ）ジアゾジニトロフェノールと塩素酸カリウムとの混合物；（ｃ）ジルコニウムと過塩素酸カリウムの混合物；または（ｄ）ヘキサシアノ鉄酸カリウム及びヘキサシアノコバルト酸カリウムの少なくとも一種と過塩素酸カリウムおよび重クロム酸カリウムの少なくとも一種との混合物、を点火薬の有効成分として用いた点火部とを組み合わせることによって、遅延秒時の長短にかかわらず±0.5msの精度を達成できることを見いだし本発明を完成するに至ったものである。なお、上記（ａ）～（ｄ）の物質を電子遅延式雷管の点火薬として用いた例は知られておらず、一部の物質について、起爆薬に用いた例（特開平４－16582号公報）、および遅延手段を全く有しない瞬発性の電気雷管の点火薬に用いた例（スチフニン酸鉛についてCA982596号、ヘキサシアノ酸鉄カリウムと過塩素酸カリウムとの混合物についてUSP3793100号など）が知られているにすぎない。

ここで、本発明で用いる（ａ）の物質は、それぞれ単独であるいは二種以上混合して点火薬の有効成分として用いることができる。なお、スチフニン酸鉛はその製造方法により中性スチフニン酸鉛および塩基性スチフニン酸鉛があるが、塩基性スチフニン酸鉛の方がより好ましい。$KClO_3$の割合は70重量％未満とするのが好ましい。これは、$KClO_3$の割合が70重量％を越えると、点火薬の反応性が低下する傾向があるからである。なお、両者の重量比が、4:6～6:4となる範囲が特に好ましい。

（ｃ）のZrと$KClO_4$との混合物の組成物を点火薬として用いる場合は、両者の重量比が、3:7～6:4となる範囲が好ましい。この範囲を外れると、点火薬の反応性が低下する傾向があるからである。

（ｄ）の$K_3Fe(CN)_6$および$K_3Co(CN)_6$の少なくとも一種と$K_2Cr_2O_7$との混合物を点火薬として用いる場合は、両者の重量比が、1:9～4:6となる範囲が好ましい。この範囲を外れると、点火薬の反応性が低下する傾向にあるからである。

また、（ｄ）の$K_3Fe(CN)_6$および$K_3Co(CN)_6$の少なくとも一種と$KClO_4$との混合物を点火薬として用いる場合は、両者の重量比が、3:7～5:5となる範囲が好ましい。この範囲を外れると、点火薬の反応性が低下する傾向があるからである。

本発明の上記（ａ）～（ｃ）の物質を用いる点火薬は、該当する物質をそのままあるいは

単に混合すればよいが、上記（ｄ）の物質を用いる点火薬は、上述した範囲の混合物を温湯に溶解した後、１－プロパノールまたは２－プロパノールなどのアルコールで再結晶して用いる必要がある。また、本発明の点火薬は、これらの物質（混合物）にバインダ（造粒剤）を添加したものでもよい。バインダとしては、例えばメチルセルロースを最大約0.01重量％程度用いればよい。なお、本発明で用いる点火薬は、上記（ａ）～（ｄ）の物質を有効成分として用いるが、本発明の効果を減縮しない範囲で他の添加物を添加してもよい。

上記（ａ）～（ｄ）を有効成分とした点火薬を用いた点火部は、遅延秒時の長短にかかわらず±0.5msの精度を達成できるものである。これは、従来においては達成できない精度であり、例えば、アンチモン（Sb）および過塩素酸カリウム（$KClO_4$）の混合物、またはロダン酸鉛および塩素酸カリウム（$KClO_3$）の混合物などからなる従来の点火薬を用いた点火部は、±0.5msの精度も達成することはできない。

【図面の簡単な説明】

第１図はアナログタイプの電子タイマを用いた電子遅延式点火装置の一例を示すブロック図、

第２図はCRパルス発振器を用いた電子遅延式点火装置の一例を示すブロック図、

第３図は本発明の一実施例にかかる電子遅延式点火装置および電気雷管の概略構成を示す断面図、

第４図は本発明の一実施例の点火装置のブロック図である。

発明の詳細な説明

以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

第３図は、一実施例に係る電子遅延式電気雷管の概略を示す断面図である。同図に示すように、ケース101内には、発火に必要なエネルギを蓄積する発火用コンデンサ102と、固体発信器を備えて予め設定された遅延時間後に出力信号を出力する電子タイマ103と、この電子タイマ103からの出力信号を受けて発火エネルギーを移送するスイッチング部104と、ヒータ105および点火薬106を有し、スイッチング部104により移送される発火エネルギーを受けて発火する点火部107とが納められている。これら発火用コンデンサ102、電子タイマ103、スイッチング部104および点火部107は、本発明の一実施例に係る電子遅延式点火装置を構成し、そのブロック図は第４図に示したとおりである。なお、点火装置の一対の入力端子となる脚線または外線108は、ケース101を封止する塞栓109を貫通してケース101外に突出している。また、かかるケース101内の先端部には起爆部110を保持する管体111が内包されている。管体111の先端部には添装薬112が充填され、さらに起爆薬113をその先端側および後端側から挟持する一対の内管114が設けられている。また、管体111の後端部は塞栓115により封止されており、上記点火部107は、塞栓115の先端に設けられたカップ116内に臨むように設けられている。

ここで、第４図に示すように、電子タイマ部103は、水晶発振子201、抵抗202およびコンデンサ203,204、発振回路205、デジタルタイマ206、および発振回路205が定常発振状態になるまでの立ち上がりの期間の間デジタルタイマ206内のカウンタ（図示せず）をリセットさせておくリセット保持回路207とからなり、このリセット保持回路207は、コンデンサ208、209および抵抗210からなる。この電子タイマ部103は、水晶発振子201で発生するパルスをデジタルタイマ206内に組込まれた計数回路でカウントし、所定値に達したときに出力パルスを出力するように設計されている。また、電子タイマ部103には、スイッチング部104を介して抵抗（ヒータ）105および点火薬106からなる点火部107が接続されている。かかるスイッチング部104は、サイリスタ211により構成され、電子タイマ部103からの出力パルスにより解放され、発火用コンデンサ102に蓄えられていた発破エネルギを点火部107に移送するように構成されている。なお、この電子タイマ部103は、デジタルタイマ206のカウント数の設定値を変えることにより遅延秒時を決定することができる。

また、この電子式遅延点火装置の信号入力部においては、入力端子212,213間に側路抵抗器214が接続されるとともに整流器215の入力側が接続される。整流器215の出力側の両端間に発火用コンデンサ102および放電抵抗器216が接続される。側路抵抗器214は、発破現

場で発生する迷走電流によって発火に至るまでの電圧が発火用コンデンサ102に充電されないようにし、また複数個の電子遅延式点火装置を直列に接続して発破する場合に発破電圧をある程度均等に分割して整流器215に印加するためのものである。整流器215は入力端子212,213間に印加される発破電力の極性に無関係に所定の極性で発火用コンデンサ102に発破電力を充電するためのものである。放電抵抗器216は、点火を中止する場合などに発火用コンデンサ102の電荷を放電するためのものである。

上述した点火部107および制御電極を有するスイッチング部104の直列回路は、発火用コンデンサ102の両端間に接続される。また、発火用コンデンサ102の両端に定電圧回路217の入力側が接続され、定電圧回路217の出力側にデジタルタイマ206が接続される。

また、デジタルタイマ206は発振回路205、その発振出力を計数するカウンタ、そのカウンタの計数値と設定値との一致を検出する一致検出回路とを基本構成とするが、さらに詳細には、例えば特開平５－79797号公報に示す構成をとることができる。この第４図ではデジタルタイマ206が集積回路として構成されている場合である。デジタルタイマ206の端子▲１▼，▲２▼が定電圧回路217の一対の出力端子に接続され、端子▲３▼，▲４▼間に水晶またはセラミックの振動子201が接続され、かつ端子▲３▼，▲４▼はコンデンサ203,204を通じて接地端子▲２▼接続され、13個の設定用端子▲５▼が接地端子▲２▼に接続され、端子▲６▼がサイリスタ211のゲートに接続されている。この13個の設定用端子▲５▼を接地端子▲２▼から選択的に切り離すことにより所期の遅延時間に対応する各種の数値に設定することができる。

振動子201および帰還用抵抗器202とデジタルタイマ206の内部回路とにより発振回路205が構成され、その発振回路205の発振出力が内部のカウンタで計数され、そのカウンタの計数値が設定値と一致すると内部の一致検出回路から端子▲６▼に一致検出出力を出し、サイリスタ211をオンに制御する。よって、発火用コンデンサ102に蓄積された発破電力が点火部107に供給され、点火薬106が発火する。

また、このように点火薬106が発火した場合、その熱エネルギは起爆部110に供給され、起爆薬113が起爆され、次いで添装薬112が爆発する。なお、添装薬112および起爆薬113としては、従来から通常用いられているものを用いればよい。添装薬112としては、テトリル、ペンスリットなどを挙げることができ、また、起爆薬113としては、ジアゾジニトロフェノール、アジ化鉛などを挙げることができる。

ところで、前述の如く、定電圧回路217から出力される電圧によって発振回路205とデジタルタイマ206とを駆動させるので、出力電圧は通常2.5～5Vとする必要があるが、この電圧は、設計上低い方が発火用コンデンサ102の蓄電エネルギを消耗させないので好ましい。

本実施例では、定電圧回路217の出力電圧を2.5Vに設定した。この出力電圧を得るには入力電圧として少なくとも2.8V以上の電圧を印加する必要があった。従って、点火回路の検査を行うための発火用コンデンサ102の充電電圧は、2.8V以上とする必要がある。本実施例では、これを3.0Vとして点火回路の検査を行うこととした。

また、電圧安全度は2V超として最小発火電圧は5V超となること、即ち、点火エネルギで言えば（1/2）×52×C_0＝12.5×C_0となることとした。

最小点火エネルギは、ヒータおよび点火薬の組み合わせによって決まるが、ヒータは、白金－イリジウム（Pt－Ir）線、ニクロム線などを用い、その線径を変えることによって、種々のヒータ抵抗を得た。

第１表にC_0が470μＦ及び1000μＦの電解コンデンサを用いた場合の点火部の仕様について例示する。なお、実験温度は常温（30℃）とした。また、比較のため、点火最小点火エネルギを（1/2）×32×C_0＝4.5C_0程度としたものを設計し、検査した結果を併せて第１表に示す。

第１表

No		発火用ｺﾝﾃﾞﾝｻ容量（μF）	点火部仕様 ヒータ（線径μm）	点火薬	最小点火ｴﾈﾙｷﾞｰ(mj)	*1 電圧安全度(V)	*2 電圧余裕度(V)	点火回路検査	起爆実験
実施例	1	470	ﾆｸﾛﾑ線 (50)	ﾃﾄﾗｾﾝ	7.6	2.7	9.3	○	○
	2	470	Pt-Ir 線(50)	ｽﾁﾌﾆﾝ 酸鉛	17.4	5.6	6.4	○	○
	3	470	Pt-Ir 線(50)	$Zr/KClO_4=4/6$	28.4	8.0	4.0	○	○
	4	1000	ﾆｸﾛﾑ線 (50)	DDNP	18.0	3.0	9.0	○	○
	5	1000	Pt-Ir 線(30)	$Zr/KClO_4=4/6$	13.5	2.2	9.8	○	○
	6	1000	Pt-Ir 線(50)	ｽﾁﾌﾆﾝ 酸鉛	19.2	3.2	8.8	○	○
	7	1000	Pt-Ir 線(50)	ｱｼﾞ化銀	36.1	5.5	6.5	○	○
	8	1000	Pt-Ir 線(60)	$Zr/KClO_4=4/6$	58.3	7.8	4.2	○	○
比較例	1	1000	ﾆｸﾛﾑ線 (30)	ﾃﾄﾗｾﾝ	3.7	−0.3	12.3	××	−
	2	1000	ﾆｸﾛﾑ線 (30)	ｽﾁﾌﾆﾝ 酸鉛	5.1	0.2	11.8	×	−

（＊１）：最終点火エネルギー（E_0）に対応する発火用コンデンサの充電電圧｛3V｝と点火回路検査電圧｛15V｝との差電圧。
$\{(2E_0/C_0)^{1/2}\}$

（＊２）：発破時の発火用コンデンサの充電電圧｛15V｝と最小点火エネルギに対応する発火用コンデンサの充電電圧との差電圧。

第１表に例示された仕様の点火部を用いた電子遅延式電気雷管の点火回路検査を、発火用コンデンサを3Vに充電して行ったが、各実施例の場合も十分な電圧安全度（4V以上）をもって検査を行うことが出来たが、比較例１においては、回路検査において、すべて発火してしまった。また、比較例２においては約２回に１回の割合で発火が起こった。さらに、各実施例の検査済みの電子遅延式電気雷管の起爆実験を発火用コンデンサを15Vに充電して行ったが、いずれの場合も、遅延時間を８秒とした場合にも確実な起爆が見られた。

第１図に示す電子遅延式点火装置において、発火用コンデンサ102の容量を1000μＦ、点火部107のヒータ105を、太さが30μｍのPt－Ir線（0.7オーム）とし、点火薬106として、本発明に係る種々の点火薬を用いて起爆試験を行った。なお、本実施例でも、定電圧回路217の出力電圧を2.5Vに設定し、3.0Vとして点火回路の検査を行った。

また、比較例として、点火薬106として、Sb－過塩素酸カリウム系点火薬およびロダン鉛－塩素酸カリウム系点火薬をそれぞれ用いて起爆試験を行った。かかる起爆試験では、その起爆秒時精度を測定した（繰り返し回数ｎ＝50）。なお、印加電圧は15Vとし、基準秒時は、1000、4000、8000msに設定した。これらの秒時精度の結果をバラツキ範囲として第２表に示す。なお、実施例で用いた塩基性スチフニン酸鉛は、苛性ソーダを溶解した温湯に、スチフニン酸を加え、ナトリウム塩とし、pHを苛性ソーダ水溶液で10～11に調整した後、硝酸鉛を加え、氷冷水で急冷することにより製造したものである。

第２表

点火薬の種類		電子遅延式点火装置の基準秒時		
		1000ms	4000ms	8000ms
実施例	塩基性ｽﾁﾌﾆﾝ 酸鉛	±0.1 ms	±0.1 ms	±0.1 ms
	DDNP	±0.2	±0.2	±0.3
	テトラセン	±0.2	±0.3	±0.3
	アジ化鉛	±0.3	±0.4	±0.3
	アジ化銀	±0.2	±0.3	±0.3
	DDNP/$KClO_3$＝50/50	±0.2	±0.2	±0.2
	Zr/$KClO_4$＝40/80	±0.3	±0.4	±0.4
	$K_3Fe(CN)_6$/$KClO_4$ ＝39/61	±0.3	±0.4	±0.3
比較例	Sb/$KClO_4$＝60/40	±1.1	±1.3	±1.5
	ﾛﾀﾞﾝ 酸鉛/$KClO_3$＝90/40	±1.0	±1.1	±1.2

第２表から明らかなように、本発明の点火薬を用いた場合には、基準秒時にかかわらず±0.5ms以内の精度が達成された。なかでもスチフニン酸鉛、DDNP/$KClO_3$（＝50/50）の場合が精度の上から特に好ましく、さらに塩基性スチフニン酸鉛を用いた場合は精度が±0.1ms以下となり最も好ましいものである。なお、従来の点火薬を用いた比較例は、実施例と比較して一桁程度精度が悪かった。

なお、以上説明した実施例では、点火装置および雷管の一例を示したが、これらの構造は

これは限定されるものではないことは言うまでもない。例えば、点火装置は、固体発振子を備えたデジタルタイマを備え、本発明の目的を達成できるものであればよい。また、この点火装置に起爆部を設けた雷管の構造も特に限定されず、点火薬の発火により起爆する起爆部を有するものであればよい。ここで、起爆部は、少なくとも起爆薬を有し、さらに必要に応じて添装薬を有するものをいう。

本発明の電子遅延式点火装置および電気雷管は、製品の段階での点火回路検査を安全にかつ確実に行うことができるため、信頼性の高い起爆システムを提供することができ、且つ市場使用に耐え得る小型化を実現することができ、さらに点火薬として特定の物質を用いることにより、起爆秒時の精度が±0.5msの電子遅延式点火装置および電気雷管が達成でき、精密で信頼性の高い発破コントロールが可能となる。

【図４】

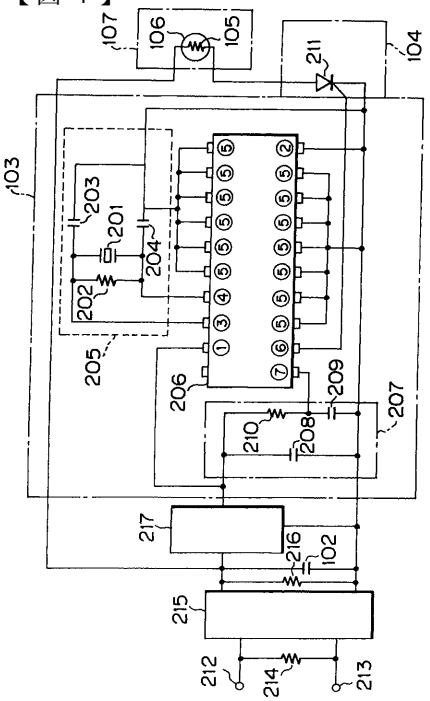

FIG.4

【図１】

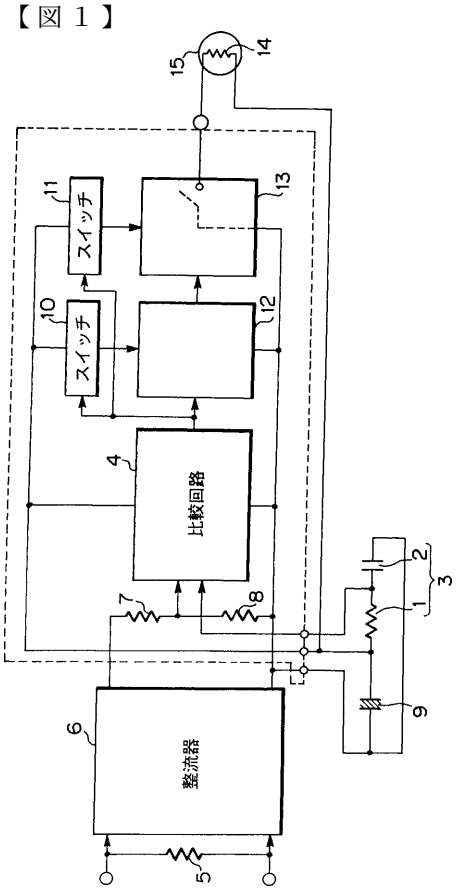

FIG.1

【図２】

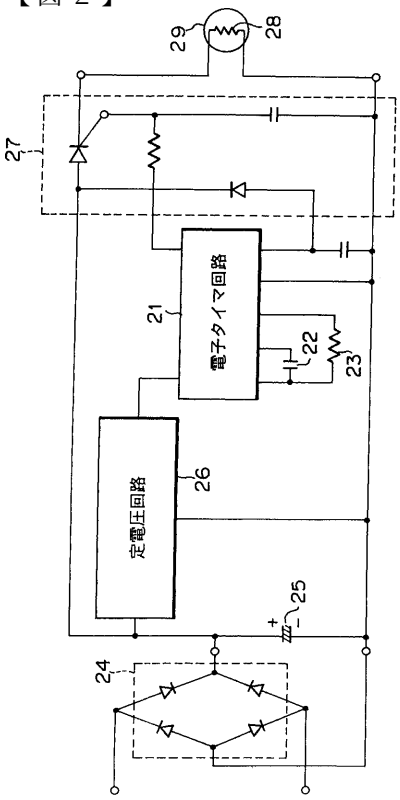

FIG.2

【図３】

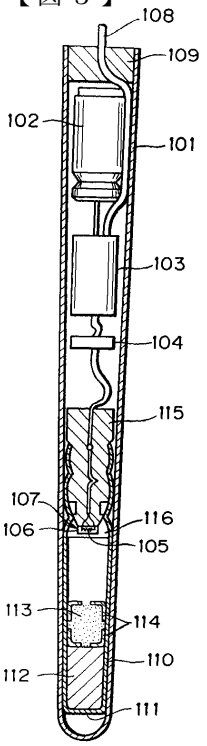

FIG.3

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－０９９５９７（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１０２３００（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０１６５８２（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－１３３９５６（ＪＰ，Ｕ）
実開平０５－０１２３１３（ＪＰ，Ｕ）
実開平０４－１６９７９８（ＪＰ，Ａ）
実開平０５－０９４０３２（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F42C 11/00,9/00
F42B 3/00