RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **226357**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **409750**

(22) Data zgłoszenia: **09.10.2014**

(51) Int.Cl.
G10K 15/06 (2006.01)
H01T 2/00 (2006.01)
B06B 1/00 (2006.01)

(54) **Sposób wytwarzania dźwięku oraz elektroiskrowe źródło dźwięku, zwłaszcza do akustycznych badań modelowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
11.04.2016 BUP 08/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.07.2017 WUP 07/17

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, KRAKÓW, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
DAMIAN PALA, Bystra, PL
TADEUSZ KAMISIŃSKI, Zabierzów, PL
PAWEŁ ZYDROŃ, Kraków, PL
JAROSŁAW RUBACHA, Kraków, PL

PL 226357 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania dźwięku oraz elektroiskrowe źródło dźwięku, zwłaszcza do akustycznych badań modelowych. Wytwarzane są impulsy akustyczne o szerokim widmie częstotliwościowym poprzez wyładowanie elektryczne w iskierniku trójelektrodowym. Sposób i urządzenie przeznaczone są do prowadzenia badań w dziedzinie wibroakustyki.

Znany jest z opisu patentowego PL154703 B1 Przetwornik elektrodynamiczny iskrowy do wzbudzania fali akustycznej w środowisku gazowym. Przetwornik ten zawiera korpus składający się z części mocującej elektrody i członu zasilania elektrycznego połączonego z przewodami doprowadzającymi energię do elektrod. Ma dwie elektrody główne oraz elektrodę zapłonową. Opisano konstrukcję tego przetwornika oraz układ do wytwarzania impulsów akustycznych zawierający ten przetwornik. Układ ten zawiera zasilacz, regulator napięcia, i system wyzwalania, które zapewniają stałą wartość energii podlegającą rozładowaniu na elektrodach przetwornika. Zasilacz zapewnia wytworzenie napięcia stałego ładującego baterię kondensatorów gromadzących energię wyładowania. Regulator napięcia ma za zadanie utrzymanie stałej wartości potencjału na kondensatorach oraz podanie sygnału wyzwalającego przy sterowaniu automatycznym. System wyzwala sygnał ręcznie lub automatycznie, powodując wytworzenie impulsu wysokonapięciowego, który doprowadzany jest w strefę elektrod głównych przetwornika poprzez elektrodę zapłonową.

Sposób, według wynalazku, jest sposobem generowania impulsów akustycznych o szerokim widmie częstotliwościowym. Realizowany jest w układzie będącym elektroiskrowym źródłem dźwięku zawierającym iskiernik trójelektrodowy, układ ładowania i kondensator impulsowy jako zbiornik energii oraz system wyzwalania.

Istotą jego jest to, że za pomocą układu ładowania sterowanego cyfrowo mikrokontrolerem, a przy użyciu energoelektronicznego przekształtnika w topologii FLYBACK, reguluje się napięcie prądu stałego w zakresie od około 200 V do około 1200 V, do którego ładowany jest kondensator impulsowy. Tak regulowane napięcie podaje się na główne elektrody iskiernika trójelektrodowego. W układzie zapłonowym wytwarza się napięcie o wartości około 12 kV, które podaje się na zapłonową elektrodę iskiernika trójelektrodowego wyzwalając wyładowanie elektryczne wytwarzające dźwięk. Układ zapłonowy sterowany jest za pomocą systemu wyzwalania. Zaś system wyzwalania jest sterowany przez mikrokontroler, za pomocą przekształtnika energoelektronicznego w topologii FLYBACK, zgodnie z założonym algorytmem.

Korzystnym jest, że w chwili wyzwalania wyładowania elektrycznego w iskierniku trójelektrodowym, mikrokontroler odłącza się galwanicznie od układu ładowania i od zasilania.

Korzystnym jest też, że mikrokontroler stale izoluje się galwanicznie od systemu wyzwalania.

Korzystnym jest też, że w systemie wyzwalania, za pomocą komparatora, monitoruje się poziom napięcia, do którego naładowany jest kondensator.

Korzystnym jest też, że algorytm wyzwalania wyładowania elektrycznego realizuje się w systemie wyzwalania, za pomocą przerzutnika J-K w połączeniu z komparatorem, dzięki czemu układ jest odporny na zakłócenia generowane podczas wyzwalania wyładowania.

Elektroiskrowe źródło dźwięku, według wynalazku, zawiera iskiernik trójelektrodowy, układ ładowania i kondensator impulsowy jako zbiornik energii oraz system wyzwalania.

Charakteryzuje się tym, że układ ładowania będący energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK sterowanym cyfrowo jest połączony z kondensatorem impulsowym, a okładki tego kondensatora połączone są z elektrodami głównymi iskiernika trójelektrodowego. Elektroda zapłonowa iskiernika połączona jest z układem zapłonowym, będącym energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK z wbudowanym powielaczem diodowo-kondensatorowym. Układ ładowania połączony jest za pośrednictwem linii sterującej z mikrokontrolerem. Natomiast system wyzwalania połączony jest z układem zapłonowym oraz, za pośrednictwem linii sterującej, z mikrokontrolerem. Ponadto układ ładowania, system wyzwalania, układ zapłonowy i mikrokontroler połączone są z układem zasilania.

Korzystne jest, że system wyzwalania zawiera komparator monitorujący poziom napięcia do którego naładowany jest kondensator impulsowy oraz zawiera przerzutnik J-K, który w połączeniu z komparatorem realizuje algorytm wyzwalania wyładowania elektrycznego.

Korzystne jest też, że układ zapłonowy jest energoelektronicznym wysokonapięciowym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK połączonym z diodowo-kondensatorowym powielaczem napięcia.

Korzystne jest też, że w chwili wyzwalania wyładowania elektrycznego w iskierniku trójelektrodowym mikrokontroler, odłącza się galwanicznie, za pomocą przekaźników elektronicznych, od układu ładowania i od zasilania.

Korzystne jest też, że mikrokontroler stale izolowany jest galwanicznie, za pomocą transoptorów, od systemu wyzwalania.

Dzięki zastosowaniu energoelektronicznych przekształtników DC/DC w topologii FLYBACK sterowanych cyfrowo uzyskano regulowaną zmianę energii generowanych impulsów akustycznych, dostosowaną do potrzeb badań modelowych. Zastosowano podnoszący odporność na zakłócenia dwumodułowy system wyzwalania impulsów, w którym w procedurze wyzwalania uczestniczy kilka elementów półprzewodnikowych, natomiast nadzór nad poprawnością działania urządzenia sprawuje mikrokontroler, izolowany galwanicznie od urządzenia na czas generacji wyładowania elektrycznego.

Galwaniczne izolowanie mikrokontrolera od reszty urządzenia na czas wyzwalania wyładowania oraz zastosowanie w nim systemu podtrzymywania zasilania, zapewnia ciągłość wykonywania programu obsługi urządzenia.

Dzięki zastosowaniu układu zapłonowego wytwarzającego napięcie prądu stałego o wartości około 12 kV uzyskano bardzo wysoką skuteczność inicjacji wyładowania elektrycznego pomiędzy głównymi elektrodami iskiernika trójelektrodowego.

Sposób objaśniono na przykładowym wykonaniu elektroiskrowego źródła dźwięku, pokazanym na rysunku, będącym schematem blokowym układu.

Rozwiązanie to zawiera iskiernik trójelektrodowy (3), układ ładowania (1) i kondensator impulsowy (2) jako zbiornik energii oraz system wyzwalania (7).

Układ ładowania (1) jest energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK sterowanym cyfrowo. Jest on połączony z kondensatorem impulsowym (2), a okładki tego kondensatora połączone są z elektrodami głównymi (4) iskiernika trójelektrodowego (3). Elektroda zapłonowa (5) iskiernika połączona jest z układem zapłonowym (6), będącym energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK z wbudowanym powielaczem diodowo-kondensatorowym. Układ ładowania (1) połączony jest za pośrednictwem linii sterującej z mikrokontrolerem (10). Natomiast system wyzwalania (7) połączony jest z układem zapłonowym (6) oraz, za pośrednictwem linii sterującej, też z mikrokontrolerem (10). Ponadto układ ładowania (1), system wyzwalania (7), układ zapłonowy (6) i mikrokontroler (10) połączone są z układem zasilania (11).

System wyzwalania (7) zawiera komparator napięcia (8) monitorujący poziom napięcia do którego naładowany jest kondensator impulsowy (2) oraz zawiera przerzutnik J-K (9), który w połączeniu z komparatorem napięcia (8) realizuje algorytm wyzwalania wyładowania elektrycznego.

Układ zapłonowy (6) jest energoelektronicznym wysokonapięciowym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK połączonym z diodowo-kondensatorowym powielaczem napięcia.

W chwili wyzwalania wyładowania elektrycznego w iskierniku trójelektrodowym (3) mikrokontroler (10), odłączony jest galwanicznie, za pomocą przekaźników elektronicznych, od układu ładowania (1) i od zasilania (11).

Mikrokontroler (10), natomiast stale izolowany jest galwanicznie, za pomocą transoptorów, od systemu wyzwalania (7).

W przykładowym rozwiązaniu za pomocą układu ładowania (1) sterowanego cyfrowo mikrokontrolerem (10), a przy użyciu energoelektronicznego przekształtnika w topologii FLYBACK, reguluje się napięcie, do którego ładowany jest kondensator impulsowy (2). Zakres regulacji wynosi od 200 V do 1200 V prądu stałego. Tak regulowane napięcie podaje się na główne elektrody (4) iskiernika trójelektrodowego (3). Na zapłonową elektrodę (5) iskiernika trójelektrodowego (3) podaje się napięcie o wartości około 12 kV. Napięcie to wytwarza się w układzie zapłonowym (6) sterowanym za pomocą systemu wyzwalania (7). System ten jest sterowany przez mikrokontroler (10) zgodnie z założonym algorytmem, za pomocą przekształtnika energoelektronicznego w topologii FLYBACK. W chwili podania napięcia na elektrodę zapłonową (5) iskiernika wyzwala się wyładowanie elektryczne wytwarzające dźwięk.

Poniżej opisano szczegółowo sposób wytwarzania dźwięku do akustycznych badań modelowych, za pomocą elektroiskrowego źródła dźwięku.

Działanie urządzenia polega na generowaniu impulsu akustycznego o szerokim widmie częstotliwościowym poprzez wyładowanie elektryczne w powietrzu. Urządzenie może być zasilane z sieci elektroenergetycznej lub wbudowanego akumulatora. W układzie ładowania (21) następuje przekształcenie napięcia prądu stałego z poziomu około 12 V, które jest dostarczane z układu zasilania (11),

na napięcie regulowane w zakresie od około 200 V do ok. 1200 V. Do układu ładowania przyłączony jest kondensator impulsowy (2), w którym następuje gromadzenie energii elektrycznej. Okładki kondensatora impulsowego połączone są z głównymi elektrodami (4) iskiernika trójelektrodowego (3), natomiast układ zapłonowy (6) połączony jest z elektrodą zapłonową (5) iskiernika. Mikrokontroler (10) zapewnia kontrolę nad procesem ładowania kondensatora poprzez cyfrowe sterowanie układem ładowania (1). System wyzwalania (7), który także sterowany jest przez mikrokontroler zapewnia poprawną realizację algorytmu wyzwalania wyładowania elektrycznego przez układ zapłonowy (4). Po ustawieniu odpowiedniego poziomu ładowania i wciśnięciu przycisku ładowania na panelu kontrolnym urządzenia następuje ładowanie kondensatora. Wciśnięcie przycisku generowania wyładowania pobudza układ zapłonowy (6), poprzez mikrokontroler (10) i system wyzwalania (7), do wytwarzania wysokiego napięcia o wartości około 12 kV wyzwalającego wyładowanie elektryczne pomiędzy głównymi elektrodami (4) iskiernika trójelektrodowego (3). Głównymi elementami systemu wyzwalania (7) są komparator napięcia (8) i przerzutnik J-K (9). Komparator monitoruje poziom napięcia na kondensatorze impulsowym (2) i sygnalizuje jego spadek poniżej zadanej wartości, co wskazuje na rozładowanie kondensatora. Przerzutnik zastosowany jest w celu zapamiętywania stanów wyjściowych i umożliwia realizację algorytmu wyzwalania. W stanie normalnym, gdy kondensator jest rozładowany, na wejściu ustawiającym przerzutnika, które połączone jest z komparatorem panuje stan wysoki, na wejściu kasującym stan niski oraz na wyjściu prostym przerzutnika występuje stan wysoki, który przekazywany jest do tranzystora obsługującego przekaźniki oraz tranzystora z układem opóźniającym, wyzwalającego układ zapłonowy. W stanie wysokim wyjścia prostego przerzutnika przekaźniki są wyłączone a układ zapłonowy jest nieaktywny. Po rozpoczęciu ładowania kondensatora następuje zmiana stanu wyjścia komparatora na niski po przekroczeniu poziomu 200 V, czyli tym samym zmiana stanu wejścia ustawiającego przerzutnika na stan niski, brak jest zmiany stanu wyjścia prostego. Po wciśnięciu przycisku wyzwalania następuje zmiana stanu wejścia kasującego przerzutnika na wysoki, co implikuje zmianę stanu wyjścia prostego przerzutnika na niski. Następuje załączenie przekaźników oraz wyzwolenie układu zapłonowego z opóźnieniem, które jest niezbędne ze względu na czas reakcji przekaźników. Gdy dojdzie do wyładowania elektrycznego, co jest sygnalizowane przez komparator napięcia monitorujący napięcie na kondensatorze impulsowym (2), następuje przywrócenie systemu wyzwalania (7) do stanu normalnego. Nadzór nad pracą systemu wyzwalania prowadzi mikrokontroler (10). Po zmianie stanu wyjścia prostego przerzutnika na stan niski następuje załączenie przekaźników, które odłączają zasilanie oraz pozostałe sygnały wejściowe od mikrokontrolera, dzięki czemu mikrokontroler wraz z pozostałymi elementami elektronicznymi czułymi na zakłócenia elektromagnetyczne jest izolowany galwanicznie od reszty układu. Izolacja galwaniczna podczas generowania wyładowania elektrycznego jest niezbędna do prawidłowego i skutecznego działania całego urządzenia. Mikrokontroler jest także wyposażony w układ podtrzymujący zasilanie na czas generacji wyładowania.

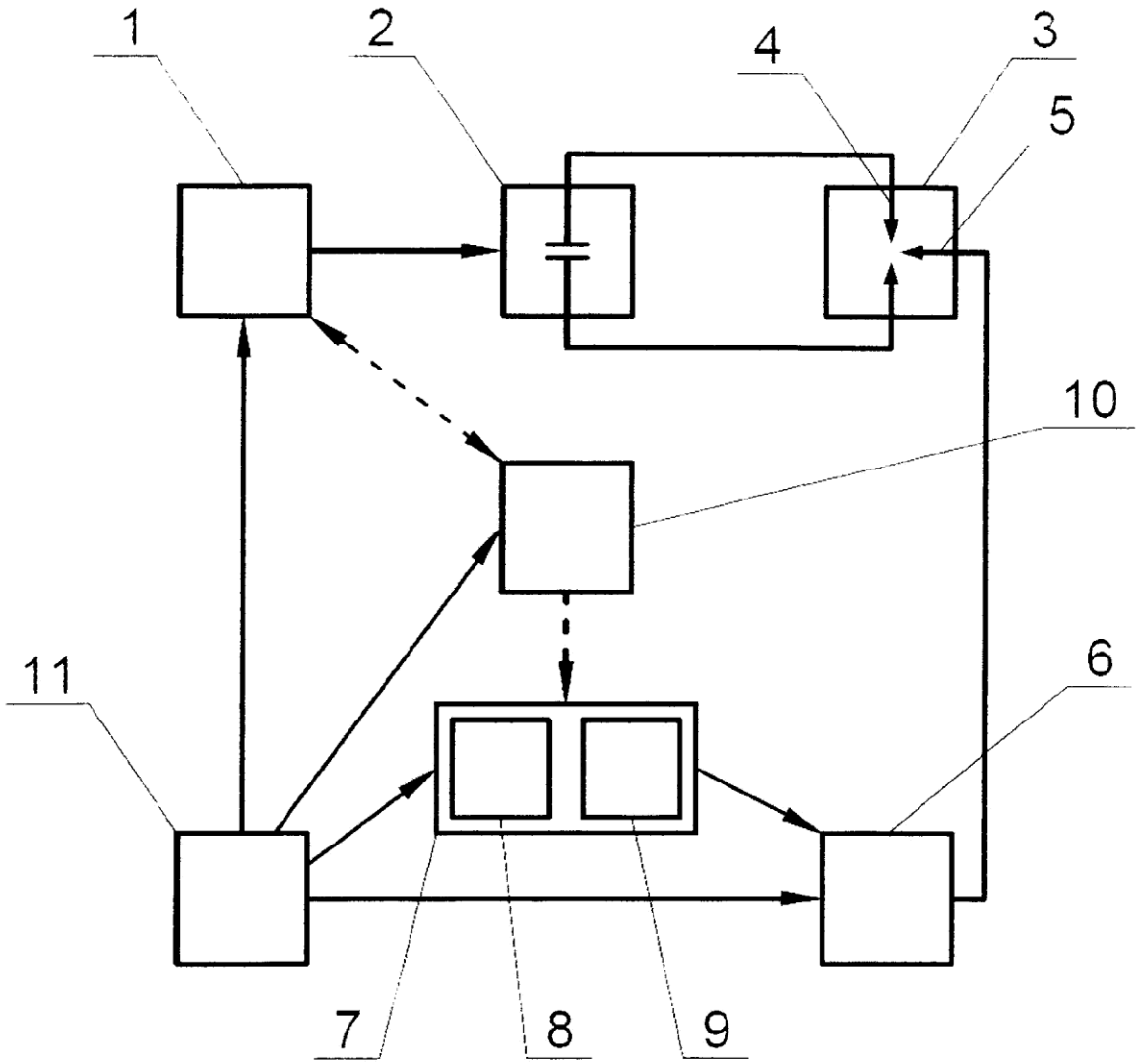
Energia elektryczna zgromadzona w kondensatorze przekształcana jest więc na energię fali akustycznej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania dźwięku, zwłaszcza do akustycznych badań modelowych, w elektroiskrowym źródle dźwięku zawierającym iskiernik trójelektrodowy, układ ładowania i kondensator impulsowy jako zbiornik energii oraz system wyzwalania, a polegający na generowaniu impulsu akustycznego o szerokim widmie częstotliwościowym, **znamienny tym**, że za pomocą układu ładowania (1) sterowanego cyfrowo mikrokontrolerem (10), a przy użyciu energoelektronicznego przekształtnika w topologii FLYBACK, reguluje się napięcie prądu stałego w zakresie od około 200 V do około 1200 V, do którego ładowany jest kondensator impulsowy (2), i tak regulowane napięcie podaje się na główne elektrody (4) iskiernika trójelektrodowego (3), natomiast w układzie zapłonowym (6) sterowanym za pomocą systemu wyzwalania (7), który to system jest sterowany przez mikrokontroler (10) zgodnie z założonym algorytmem, za pomocą przekształtnika energoelektronicznego w topologii FLYBACK wytwarza się napięcie o wartości około 12 kV, które podaje się na zapłonową elektrodę (5) iskiernika trójelektrodowego (3) wyzwalając wyładowanie elektryczne wytwarzające dźwięk.

2. Sposób wytwarzania dźwięku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w chwili wyzwalania wyładowania elektrycznego w iskierniku trójelektrodowym (3), mikrokontroler (10) odłącza się galwanicznie od układu ładowania (1) i od zasilania (11).
3. Sposób wytwarzania dźwięku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że mikrokontroler (10) stale izoluje się galwanicznie od systemu wyzwalania (11).
4. Sposób wytwarzania dźwięku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w systemie wyzwalania (7), za pomocą komparatora napięcia (8), monitoruje się poziom napięcia, do którego naładowany jest kondensator impulsowy (2).
5. Sposób wytwarzania dźwięku, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że algorytm wyzwalania wyładowania elektrycznego realizuje się w systemie wyzwalania (7), za pomocą przerzutnika J-K (9) w połączeniu z komparatorem napięcia (8).
6. Elektroiskrowe źródło dźwięku, zwłaszcza do akustycznych badań modelowych, zawierające iskiernik trójelektrodowy, układ ładowania i kondensator impulsowy jako zbiornik energii oraz system wyzwalania, **znamienne tym**, że układ ładowania (1) będący energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK sterowanym cyfrowo jest połączony z kondensatorem impulsowym (2), którego okładki połączone są z elektrodami głównymi (4) iskiernika trójelektrodowego (3), natomiast elektroda zapłonowa (5) iskiernika trójelektrodowego (3), połączona jest z układem zapłonowym (6), będącym energoelektronicznym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK z wbudowanym powielaczem diodowo-kondensatorowym, przy czym układ ładowania (1) połączony jest za pośrednictwem linii sterującej z mikrokontrolerem (10), natomiast system wyzwalania (7) połączony jest z układem zapłonowym (6) oraz, za pośrednictwem linii sterującej, z mikrokontrolerem (10), a ponadto układ ładowania (1), system wyzwalania (7), układ zapłonowy (6) i mikrokontroler (10) połączone są z układem zasilania (11).
7. Elektroiskrowe źródło dźwięku, według zastrz. 3, **znamienne tym**, że układ zapłonowy (6) jest energoelektronicznym wysokonapięciowym przekształtnikiem DC/DC w topologii FLYBACK z wbudowanym diodowo-kondensatorowym powielaczem napięcia.
8. Elektroiskrowe źródło dźwięku, według zastrz. 3, **znamienne tym**, że system wyzwalania (7) zawiera komparator napięcia (8) monitorujący poziom napięcia do którego naładowany jest kondensator impulsowy (2) oraz zawiera przerzutnik J-K (9), który w połączeniu z komparatorem napięcia (8) realizuje algorytm wyzwalania wyładowania elektrycznego.
9. Elektroiskrowe źródło dźwięku, według zastrz. 3, **znamienne tym**, że w chwili wyzwalania wyładowania elektrycznego w iskierniku trójelektrodowym (3) mikrokontroler (10), odłączony jest galwanicznie, za pomocą przekaźników elektronicznych, od układu ładowania (1) i od zasilania (11).
10. Elektroiskrowe źródło dźwięku, według zastrz. 3, **znamienne tym**, że mikrokontroler (10) stale izolowany jest galwanicznie, za pomocą transoptorów, od systemu wyzwalania (7).

Rysunek



Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)