



República Federativa do Brasil
Ministério de Desenvolvimento, Indústria,
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0808771-7 A2



* B R P I 0 8 0 8 7 7 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 11/03/2008
(43) Data da Publicação: 16/09/2014
(RPI 2280)

(51) Int.Cl.:
F42B 3/18
F42B 3/185

(54) Título: CIRCUITO DE PROTEÇÃO DA IGNIÇÃO DE UM DETONADOR (57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 12/03/2007 US 60/894,324

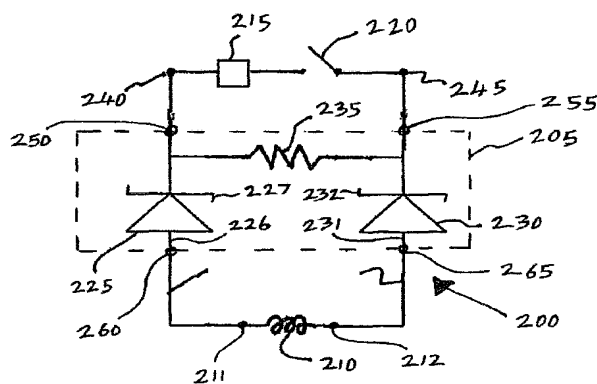
(73) Titular(es): Dyno Nobel INC.

(72) Inventor(es): Eldon K. Hurley

(74) Procurador(es): Maria Pia Carvalho Guerra

(86) Pedido Internacional: PCT US2008003241 de 11/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/112234de 18/09/2008



CIRCUITO DE PROTEÇÃO DA IGNIÇÃO DE UM DETONADOR

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a detonadores elétricos e eletrônicos e, mais concretamente, a tipos de detonadores que são protegidos contra ignição inadvertida causada por correntes parasitas ou correntes elétricas induzidas, campos magnéticos e similares.

10 A patente US 5.179.248 (patente '248), emitida em 12 de janeiro de 1993, concedida a J. Keith Hartman et al., intitulada "Zener Diode For Protection of Semiconductor Explosive Bridge", revela a proteção de uma ponte semicondutora contra ignição inadvertida ao conectar um diodo zener através de bordas de metais condutores que fazem parte da ponte semicondutora. Como explicado na coluna 3, linha 14 e seguintes, um dispositivo de ponte semicondutora inclui um par de bordas metálicas separadas, dispostas em contato ôhmico sobre uma capa de semicondutores neutralizada com uma
15 separação entre as bordas. Em resposta a uma voltagem ou corrente igual ou superior a um nível e a uma duração predeterminados, aplicada à separação entre as bordas, se forma um plasma na separação com energia suficiente para iniciar um explosivo disposto na separação. O dispositivo de prevenção de descarga acidental inclui, e de preferência contém, um diodo zener e cátodos de eletrodo, respectivamente conectados à primeira e à segunda bordas do dispositivo de ponte semicondutora.
20

A patente US 5.309.841 (patente '841), emitida em 10 de maio de 1994, concedida a J. Keith Hartan et al. e intitulada "Zener Diode for Protection of Integrated Circuit Explosive Bridge" amplia a revelação da patente '248, incluindo a revelação de circuitos que contêm um condensador e uma fonte de energia em paralelo com o diodo zener e incorporando os elementos em um circuito integrado.
25

Como revelado na patente '248 (coluna 6, linha 56 até a coluna 7, linha 7; figura 3), a proteção contra ignição prematura de uma ponte explosiva semicondutora ocorre por meio de formas de onda sem cume mediante o diodo zener protetor.

Embora os esquemas de proteção existentes para dispositivos detonadores possam ser adequados para sua finalidade prevista, ainda há uma necessidade na técnica de esquemas de proteção melhorados que facilitem a proteção melhorada contra possíveis condições de voltagem com efeito parasita que poderiam produzir a ignição imprevista de um detonador.
30

35 BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Uma aplicação da invenção inclui um circuito de ignição para um detonador que

inclui um inflamador que tem um primeiro terminal e, do lado oposto, um segundo terminal, um primeiro diodo conectado eletricamente em série ao inflamador no primeiro terminal, um segundo diodo conectado eletricamente em série ao inflamador no segundo terminal. O primeiro e o segundo diodos, cada um, têm um terminal de ânodo e um terminal de cátodo, nos quais os terminais similares do primeiro e do segundo diodos estão conectados eletricamente ao inflamador definindo, dessa forma, os terminais proximais próximos ao inflamador e os terminais distais em um lado oposto de cada diodo respectivo. Uma fonte de energia e um comutador estão conectados eletricamente em série entre si e estão conectados eletricamente através dos terminais distais. O fluxo de corrente é inibido através do inflamador, o suficiente para ligar o inflamador, até que não se aplique uma voltagem de ignição aos terminais distais que seja igual ou maior à voltagem de ruptura inversa do primeiro diodo ou do segundo diodo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Com referência aos desenhos, que pretender oferecer exemplos e não limitações, sendo que os elementos são numerados de forma similar nas figuras:

A figura 1 descreve em uma vista esquemática transversal, o corpo de um detonador para uso de acordo com uma aplicação da invenção;

A figura 2 descreve um esquema de um exemplo de circuito de ativação de acordo com uma aplicação da invenção; e

A figura 3 descreve um inflamador alternativo ao descrito na figura 2 para uso de acordo com uma aplicação da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Uma aplicação da invenção, como mostrada e descrita nas diferentes figuras e no texto em anexo, apresenta um esquema de proteção para impedir o início imprevisto de um detonador que pode ser usado para exploração sísmica, estimulação de poços de petróleo/gás ou para explodir entornos perigosos, facilitando ao mesmo tempo a voltagem de ignição suficiente para um inflamador em particular sem incremento substancial da quantidade de energia que uma fonte de energia deve ser capaz de administrar ao detonador para ignição retardada.

Com relação à figura 1, um exemplo de detonador 100 é descrito em vista esquemática transversal que tem uma carcaça de detonador 105 que abriga um conector de entrada 110 que tem pinos de entrada 115 e pinos de saída 120, um circuito de proteção 125 (a ser discutido mais detalhadamente abaixo, em relação à figura 2), um conector de saída 130 que tem pinos de entrada 135 e pinos de saída 140, uma região de ignição 145,

uma carga de detonador de primeiro estágio 150, uma carga de detonador de segundo estágio 155 e uma carga de detonador de terceiro estágio 160. O recebimento de uma voltagem de ignição planejada nos pinos de entrada 115 é transferida para o circuito de proteção 125 através dos pinos de saída 120, que adequadamente passa através do circui-
5 to de proteção 125 de maneira a ser discutida em maiores detalhes abaixo para causar uma reação em cadeia começando com a ignição de um inflamador 210 (discutido abaixo com referência à figura 2) disposta dentro da região de ignição 145, que sucessivamente causa ativação da carga do detonador do primeiro estágio 150, da carga do detonador do segundo estágio 155 e, em seguida, da carga do detonador do terceiro estágio 160. Em
10 uma aplicação, a carcaça do detonador 105 é uma carcaça de detonador comercial padrão que tem 0,25 polegada (6,5 mm) de abertura de diâmetro nominal, a primeira carga do detonador 150 é diazo (diazo dinitrito fenol, normalmente chamado de DDNP), a carga do detonador de segundo estágio 155 é PETN (tetrinitrato de pentaeritritol, também conhecido como pentrita) solto e a carga do detonador do terceiro estágio 160 é PETN
15 prensado.

Com relação à figura 2, ela representa um exemplo de circuito 200 de ignição que tem um circuito 205 de proteção, um inflamador 210 que tem um primeiro 211 e um segundo 212 terminais, uma fonte 215 de energia elétrica e um comutador 220. Em uma aplicação, o circuito 205 de proteção inclui um primeiro diodo 225 que tem ânodo 226 e
20 cátodo 227, um segundo diodo 230 que tem ânodo 231 e cátodo 232 e um resistor 235 opcional. Como ilustrado, o primeiro diodo 225 está conectado eletricamente em série ao inflamador 210 no primeiro terminal 211 e o segundo diodo 230 está conectado eletricamente em série ao inflamador 210 no segundo terminal 212 oposto, nos quais terminais similares (ânodos 226 e 231, por exemplo) do primeiro e do segundo diodos 226, 230
25 estão conectados eletricamente ao inflamador 210, que definem assim os terminais proximais próximos ao inflamador e os terminais distais no lado oposto de cada respectivo diodo. Como também é ilustrado, a fonte 215 de energia e o comutador 220 estão conectados eletricamente em série entre si e conectados eletricamente através dos terminais distais do primeiro e segundo diodos 225, 230.

Relacionando a figura 2 à figura 1, os pontos de contato 240, 245 na figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de entrada 115 na figura 1, os pontos de contato 250, 255 na figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de saída 120 na figura 1, os pontos de contato 260, 265 na Figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de entrada 135 na figura 1 e os terminais 211, 212 na figura 2 são eletricamente sinônimos
35 com os pinos de saída 140 da figura 1, será notado pela descrição e ilustração reveladas aqui que a fonte de energia 215 e interruptor 220 ilustrados na figura 2 estão conectados

aos pontos 115 do detonador 100 na figura 1 (sinônimo com os pontos de contato 240, 245 da figura 2), fornecendo assim a energia necessária, os meios de interrupção e a voltagem de ignição para ativar o inflamador 210 disposto na região de ignição 145. Em uma aplicação, a fonte de energia 215 é uma bateria, um capacitor carregado ou qualquer outra fonte de energia adequada para os propósitos aqui revelados e o interruptor 220 é um dispositivo de interrupção eletrônico ou qualquer outros dispositivo de interrupção adequado para os propósitos aqui revelados, onde o interruptor 220 é um componente separado ou integrado em um módulo de retardo de tempo.

Como mencionado anteriormente, o resistor 235 pode estar disposto opcionalmente em conexão elétrica através dos terminais distais dos diodos 225, 230 e em paralelo com a fonte 215 de energia e o comutador 220 conectados em série. Quando está presente, o resistor 235 facilita uma via elétrica oposta aos diodos 225, 230 para provar previamente a integridade das conexões elétricas da estação de ignição (não ilustrada) até o circuito 205 de proteção e o inflamador 210 e para proteger o circuito 205 contra voltagens estáticas e dispersas.

De acordo com uma aplicação da invenção, o fluxo de corrente é interrompido através do inflamador 210, o suficiente para ligar o inflamador 210, até que não se aplique uma voltagem de ignição aos terminais distais (250, 255, por exemplo) dos diodos 225, 230 que seja igual ou maior do que a voltagem de ruptura inversa do primeiro diodo 225 ou do segundo diodo 230.

Em uma aplicação, o primeiro e o segundo diodo 225, 230 são diodos zener que têm a mesma classificação de voltagem de ruptura inversa de 20 volts e estão dispostos de maneira tal que seus ânodos 226, 231 sejam os terminais proximais (ou seja, ânodos 226, 231) que estão conectados eletricamente ao inflamador 210. Em outra aplicação, o primeiro e o segundo diodos 225, 230 são diodos zener que têm a mesma classificação de voltagem de ruptura inversa de 200 volts.

Em uma aplicação, o inflamador 210 é um condutor de ponte projetado para entrar em contato (por exemplo, estar embutido) com um dispositivo explosivo (por exemplo, a carga do detonador de primeiro estágio 150) com um par de fios guia estendendo-se a partir do condutor de ponte. Entretanto, será observado que outros inflamadores adequados para as finalidades aqui reveladas podem ser empregados no lugar do condutor de ponte, como uma ponte semicondutora 300, por exemplo, em geral descrita na figura 3, que tem regiões 305, 310 em contato elétrico com uma camada semicondutora 315, disposta sobre um substrato 320, com a carga do detonador de primeiro estágio 150 sendo disposta entre as regiões 305, 310 e a camada semicondutora 315. A operação de tal ponte semicondutora 300 no campo de detonadores explosivos é bem conhecida na

técnica e não discutida adicionalmente aqui.

Em uma aplicação, o primeiro diodo 225, o segundo diodo 230 e, opcionalmente, o resistor 235 estão todos montados em superfície sobre uma placa de circuitos representada em geral pelo número 205 de referência e a caixa associada representada graficamente com uma linha tracejada na figura 2. A combinação da placa 205 de circuitos com os diodos 225, 230 e o resistor 235 montados na superfície (denominados coletivamente componentes montados na superfície) está dimensionada para poder inseri-la através do espaço definido pela abertura do cartucho 105 do detonador que, em uma aplicação, é um cartucho de detonador padrão comercial que tem uma abertura de diâmetro nominal de 0,25 polegadas (6,35 mm). Quando a placa de circuitos com os componentes montados na superfície está situada dentro do cartucho do detonador, a voltagem de ruptura do dielétrico situado entre qualquer dos componentes montados na superfície e a parede interna do cartucho do detonador é maior do que a voltagem de ruptura inversa de cada um dos primeiro diodo 225 e segundo diodo 230.

Após o fechamento do comutador 220 (ignição prevista), não somente a fonte 215 de energia tem energia suficiente para gerar uma voltagem nos terminais 250, 255 distais superior à voltagem de ruptura inversa do primeiro diodo 225 ou do segundo diodo 230 para gerar fluxo suficiente de corrente e ligar o inflamador 210, mas também a fonte 215 de energia tem energia suficiente para danificar permanentemente um de polaridade inversa dos primeiro e segundo diodos 225, 230. Considerando que o detonador 100 é um dispositivo projetado como autodestrutivo, não há necessidade de que qualquer dos diodos 225, 230 seja projetado para a passagem de uma corrente inversamente predisposta muito inferior à corrente eficaz passada, sendo totalmente auto-suficiente para os propósitos revelados na presente, permitindo-se o uso de diodos pequenos em um desenho compacto do circuito 205 de proteção.

Em uma aplicação e caso o comutador 220 esteja fechado, a fonte 215 de energia tem energia suficiente para gerar uma voltagem de ignição para ligar o inflamador 210 igual ou maior que 1,1 vez a voltagem de ruptura inversa de qualquer dos primeiro diodo 225 e segundo diodo 230. E, caso o comutador 220 esteja aberto, cada um dos diodos 225, 230 primeiro e segundo têm uma voltagem de ruptura inversa suficiente para impedir que o inflamador 210 seja ligado após produzir-se uma voltagem dispersa nos terminais distais (250, 255, por exemplo) menor que a voltagem de ruptura inversa do diodo associado alimentado inversamente.

Apesar de se ter descrito na presente aplicações da invenção empregando uma placa 205 de circuitos com diodos 225, 230 e um resistor 235 montados na superfície da mesma, pode-se notar que é possível empregar outras configurações de montagem para

os propósitos revelados na presente, tais como diodos 225, 230 e o resistor 235, que se moldam integralmente em uma cavilha, novamente representada de forma geral pelo número 205 de referência e a caixa associada representada graficamente com linha tracejada da figura 2, onde a cavilha 205 com os diodos 225, 230 e o resistor 235 moldados integralmente está dimensionada para poder inserir-se através do espaço definido pela abertura de um cartucho de detonador 105 de tamanho padrão com abertura de diâmetro de 0,25 polegada (6,35 mm).

Apesar de se ter descrito na presente aplicações da invenção que têm ânodos 226, 231 do primeiro diodo 225 e do segundo diodo 230, respectivamente, que estão conectados ao inflamador 210, pode-se observar que o âmbito da invenção também engloba uma configuração onde ambos os diodos estão invertidos de forma que seus cátodos 227, 232 se conectam ao inflamador 210, durante o tempo em que ambos os diodos estiverem orientados na mesma direção de forma que não se pode passar nenhuma corrente através do inflamador 210 se for aplicada uma voltagem imprevista inferior à voltagem de ruptura do diodo através dos pontos 250, 255 de contato do circuito 205.

Um exemplo do circuito ilustrado na figura 2 foi construído utilizando diodos zener de 20 volts como diodos 225 e 230, um resistor de 68 quilo-ohm como resistor 235 e um condutor ponte padrão utilizado em um detonador supersísmico fabricado pela Dyno Nobel Inc. de Salt Lake City, Utah, EUA, como inflamador 210.

Foi realizada uma série de testes em que se aplicaram ao circuito diferentes níveis de voltagem através dos pontos 240, 245 de contato. Todos os testes foram realizados administrando-se energia (fonte 215 de energia, por exemplo) de um condensador de 250 microfarads carregado na voltagem especificada na Tabela 1 abaixo, que tabula os resultados do teste.

Tabela 1

Teste n°.	Voltagem (em volts)	
	Não ligou	Ligou
1	10	36
2	15, 19	24
3	10, 15, 19	22
4	19, 19,8, 20,5	28
5	19	22
6	19,5, 20, 21,7	22
7	21	22
8	21,	22
9	21, 21,7	29,5
10	20, 21, 21,7	21,9

Como mostrado nos dados da Tabela 1, a aplicação de voltagens de teste inferiores ou inclusive ligeiramente superiores à classificação em diodos zener 20 volts, excluiu o inflamador do condutor ponte. Por exemplo, voltagens altas como 19 volts (testes 2 e 3), 19,8 e 20,5 volts (teste 4), 19,5, 20 e 21,7 volts (teste 6) e 20, 21 e 21,7 volts (testes 7-10) todas excluíram o inflamador do condutor ponte. Por outro lado, as voltagens mais significativamente superiores às da classificação de 20 volts do diodo zener apresentaram uma ignição coerente. Por exemplo, os testes 3 e 5-8 mostraram ignição a 22 volts. O teste 10, que não mostrou nenhum acendimento a 21,7 volts, mostrou que o acendimento se produzia a 21,9 volts. As voltagens significativamente maiores tais como 36 volts (teste 1) e 29,5 volts (teste 9) foram satisfatórios. Os dados dos testes mostram claramente a confiabilidade do diodo zener que protege o condutor ponte do inflamador inclusive com voltagens altas como 21,7 volts.

Devido ao fato dos diodos 225 e 230 estão orientados na mesma direção ilustrada na figura 2, ou seja, os diodos estão voltados um para o outro em suas direções à frente, uma voltagem aplicada através do circuito nos pontos 240, 245 de contato interrompe o fluxo de corrente até e a menos que a voltagem supere a voltagem de ruptura dos diodos. Uma vez superada a voltagem de ruptura, a corrente fluirá continuamente para energizar o condutor ponte.

Se forem utilizados diodos zener como diodos 240, 245, sua voltagem de ruptura pode especificar com precisão e é possível estabelecer facilmente um valor de todos os acendimentos/nenhum acendimento específico para o detonador protegido por diodo utilizando os procedimentos e cálculos muito conhecidos dos versados na técnica. Como exposto anteriormente, os diodos orientados, por exemplo, diodos zener orientados, junto com os outros componentes do circuito, pode ser situado facilmente sobre uma pequena placa ou moldadas em uma cavilha, qualquer uma das quais pode encaixar-se facilmente no diâmetro interior, de aproximadamente 0,25 polegada (6,35 mm), de um cartucho de detonador comercial padrão. O detonador revelado é resistente às correntes parasitas produzidas por energia de radiofrequência, estática e qualquer outra energia elétrica que não supere a voltagem de ruptura do diodo.

Observa-se em uma aplicação onde o primeiro e o segundo diodos 225, 230 são diodos zener que têm, cada um, uma voltagem de ruptura inversa de 200 volts, se facilita suficiente proteção para o inflamador 210 contra uma voltagem padrão de 120 V CA nos pinos 115 de entrada que tenham uma voltagem de pico de aproximadamente 170 volts. Empregando diodos zener que têm 200 volts de voltagem de ruptura inversa (primeiro e segundo diodos 225, 230 na aplicação em questão) e uma classificação de corrente muito pequena (inferior a 2 miliamperes, por exemplo), um pulso de energia maciço de 4-8

joules de um sistema de acendimento por descarga de condensador de 400 volts dá lugar a uma vida útil dos diodos 225,230 que podem falhar no modo de execução. Dado que os diodos 225, 230 precisam trabalhar somente uma vez, dita produção de falha no modo de execução é perfeitamente aceitável para os propósitos revelados na presente. Um
5 exemplo de diodo zener disponível comercialmente, adequado para os propósitos revelados na presente, é o número de peça 1SMB5956BT3G fabricado pela Oakley Telecom, LC, que tem uma voltagem zener inversa nominal de 200 volts com uma corrente inversa de 1,9 miliampere.

A precisão da temporização da iniciação de cargas explosivas individuais em um
10 sistema de explosão de cargas múltiplas deve se controlar de perto para realizar a fragmentação desejada do mineral e da rocha e para reduzir a influência da explosão sobre as estruturas exteriores na zona de explosão. A precisão na temporização da iniciação de cargas individuais controla a efetividade da explosão permitindo a distribuição requerida das ondas de choque induzidas pela explosão. Em aplicações da invenção, dispõe-se de
15 detonadores que podem usar para controlar de perto a temporização da iniciação de cargas explosivas individuais em operações de explosão de cargas explosivas múltiplas. Por exemplo, com retardo eletrônico do detonador 100, a voltagem de teste estipulada para os pontos 250, 255 de contato do circuito 200 de ignição poderia elevar-se de maneira segura até um nível imediatamente abaixo da voltagem de ruptura dos diodos 225,
20 230 sem temer acendimento prematuro do inflamador 210, com consumo muito baixo de energia, permitindo dessa forma uma melhor comunicação com os outros detonadores conectados no sistema de explosão de cargas múltiplas. Além disso, há uma diferença em relação aos outros sistemas de explosão que empregam um resistor conectado em série para proteger o inflamador que, inerentemente, dá lugar a uma perda de energia de I^2R
25 através do resistor conectado em série durante a ignição, as aplicações da invenção não têm este tipo de perda de energia e, portanto, têm mais energia disponível da fonte 215 de energia para uso pelo circuito de retardo eletrônico, comunicações e controles do sistema de explosão.

Embora tenha sido descrito na invenção com relação aos exemplos de aplicações,
30 os versados na técnica devem entender que é possível fazer várias trocas e que é possível substituir por elementos equivalentes sem sair do âmbito da invenção. Além disso, é possível fazer muitas modificações para adaptar uma situação ou material concreto aos ensinamentos da invenção sem sair do âmbito essencial da mesma. Consequentemente, pretende-se que a invenção não se limite a uma aplicação concreta revelada, considerada
35 como a melhor ou o único modo para realizar a invenção, mas que a invenção incluirá todas as aplicações que estão dentro do âmbito das reivindicações em anexo. Da mesma

forma, nos desenhos e na descrição, se revelam exemplos de aplicações da invenção e, embora possam ter sido empregados termos específicos, se utilizam, a menos que especificado em contrário, somente em sentido genérico e descritivo e não com propósitos limitadores; conseqüentemente não se limita ao âmbito da invenção. Além disso, o uso dos termos primeiro, segundo, etc. não denota ordem nem importância, mas os termos primeiro, segundo, etc. se usam para distinguir um elemento de outro. Além disso, o uso dos termos um, uma, etc. não denota uma limitação de quantidade, mas denota a presença de ao menos um dos elementos referenciados.

REIVINDICAÇÕES

1. Circuito de ignição para um detonador, que compreende:
 - 5 um inflamador que tem um primeiro terminal e, no lado oposto, um segundo terminal;
 - um primeiro diodo conectado eletricamente em série com o inflamador no primeiro terminal;
 - um segundo diodo conectado eletricamente em série com o inflamador no
 - 10 segundo terminal;
 - tendo o primeiro e o segundo terminais, cada um, um terminal de ânodo e um terminal de cátodo,
 - no qual os terminais similares do primeiro e do segundo diodos estão conectados eletricamente ao inflamador, definindo, assim, os terminais proximais próximos ao
 - 15 inflamador e os terminais distais em um lado posto de cada respectivo diodo;
 - uma fonte de energia e um comutador conectados eletricamente em série entre si e conectados eletricamente através dos terminais distais;
 - um resistor conectado eletricamente através dos terminais distais e em paralelo com a fonte de energia e o comutador conectado em série;
 - 20 ele interrompe o fluxo de corrente através do inflamador, o suficiente para acender o inflamador, até que não se aplique uma voltagem de ignição aos terminais distais que seja igual ou maior à voltagem de ruptura inversa do primeiro diodo ou do segundo diodo.
- 25 2. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo diodos são diodos zener.
3. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro e o segundo diodos têm a mesma voltagem de ruptura inversa.
- 30 4. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os terminais de ânodo do primeiro e do segundo diodos são os terminais proximais.
5. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o inflamador
- 35 compreende um condutor ponte.

6. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o inflamador compreende uma ponte semicondutora.
7. Circuito de ignição da reivindicação 1, que compreende também:
 - 5 um resistor conectado eletricamente através dos terminais distais e em paralelo com a fonte de energia e o comutador conectados em série: caracterizado pelo fato de que os primeiro e segundo diodos são diodos de zener que têm uma mesma voltagem de ruptura inversa.
- 10 8. Circuito de ignição da reivindicação 1, que compreende também:
 - uma placa de circuitos que tem o primeiro e o segundo diodos montados na superfície da mesma; caracterizado pelo fato de que a placa de circuitos com os diodos montados na superfície está dimensionada para poder ser inserida através do espaço definido pela abertura de um cartucho de detonador de tamanho padrão de um quarto de polegada (0,635 cm).
- 15 9. Circuito de ignição da reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a voltagem de ruptura do dielétrico localizado entre os diodos montados na superfície e a parede interior do cartucho do detonador é maior do que a voltagem de ruptura inversa de cada um dos primeiro e segundo diodos.
- 20 10. Circuito de ignição da reivindicação 9, que compreende também:
 - um resistor conectado eletricamente através dos terminais distais e em paralelo com a fonte de energia e o comutador conectados em série. caracterizado pelo fato de que o resistor está montado na superfície da placa de circuito.
- 25 11. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que após o fechamento do comutador, a fonte de energia tem energia suficiente para gerar uma voltagem nos terminais distais superiores à voltagem de ruptura inversa do primeiro diodo ou do segundo diodo e para gerar fluxo de corrente o suficiente para ligar o inflamador.
- 30 12. Circuito de ignição da reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que, após o fechamento do comutador, a fonte de energia tem energia suficiente para tam-
- 35

bém danificar permanentemente um dos primeiro e segundo diodos de polaridade inversa.

- 5 13. Circuito de ignição da reivindicação 11 caracterizado pelo fato de que, no caso de o comutador estar fechado, a fonte de energia tem também energia suficiente para gerar uma voltagem de ignição para ligar o inflamador que seja igual ou maior de 1,1 vez a voltagem de ruptura inversa de qualquer dos diodos primeiro e segundo.
- 10 14. Circuito de ignição da reivindicação 13 caracterizado pelo fato de que, no caso de o comutador estar aberto, cada um dos diodos primeiro e segundo tem uma voltagem de ruptura inversa o suficiente para impedir que o inflamador se acenda após produzir uma voltagem de efeito parasita nos terminais distais igual ou menor que a voltagem de ruptura inversa do diodo associado de polaridade inversa.
- 15 15. Circuito de ignição da reivindicação 1, que compreende também:
uma cavilha que tem o primeiro e o segundo diodos moldados integralmente em seu interior;
20 caracterizado pelo fato de que a cavilha com os diodos moldados integralmente está dimensionada para poder inseri-la através do espaço definido pela abertura de um cartucho de detonador de tamanho padrão de um quarto de polegada (0,635 cm) de diâmetro.
- 25 16. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada um dos primeiro e segundo diodos tem uma voltagem de ruptura inversa de 200 volts.

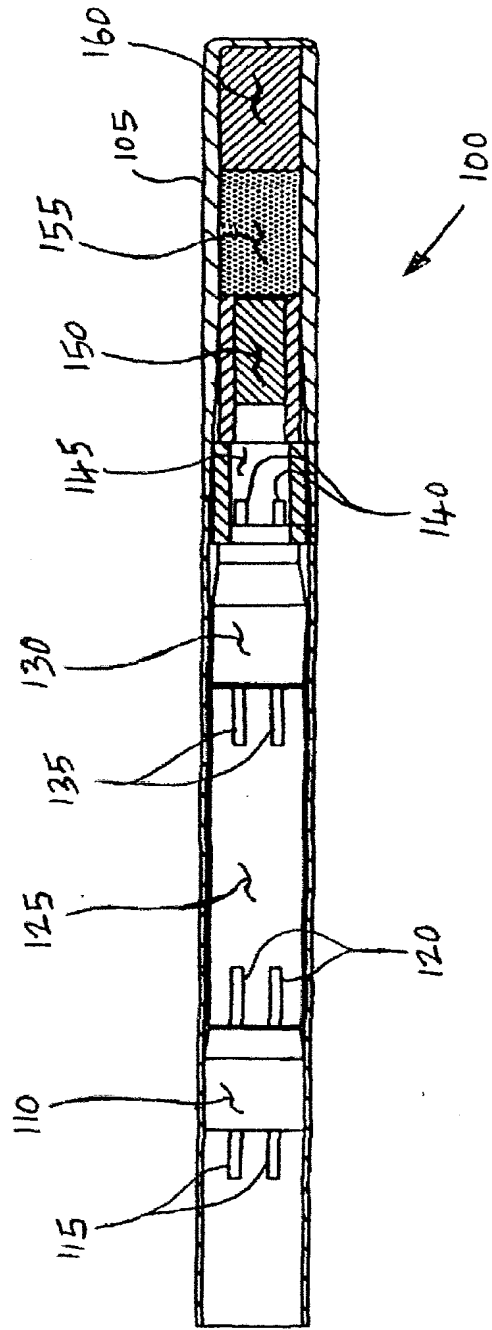


FIG. 1

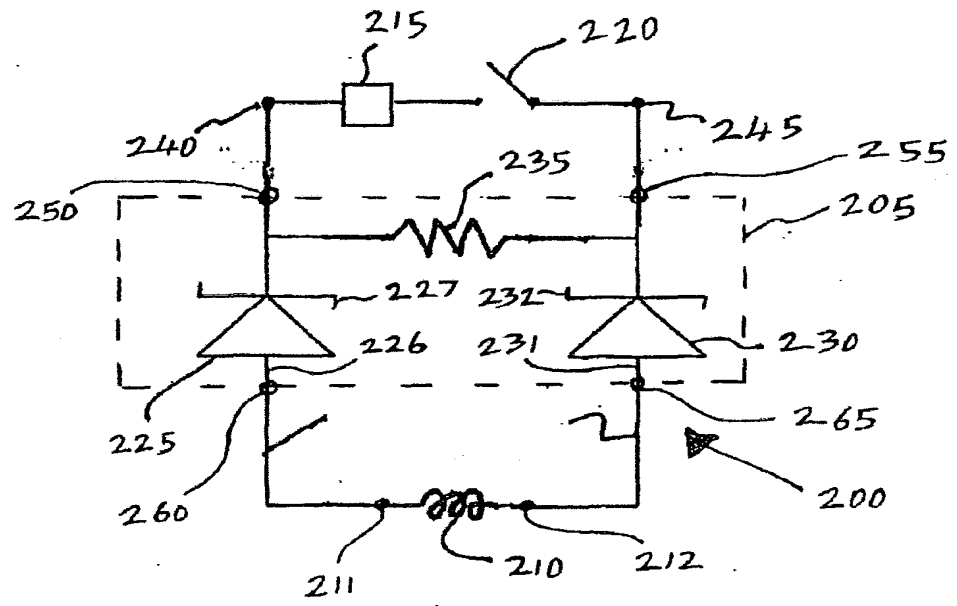


FIG. 2

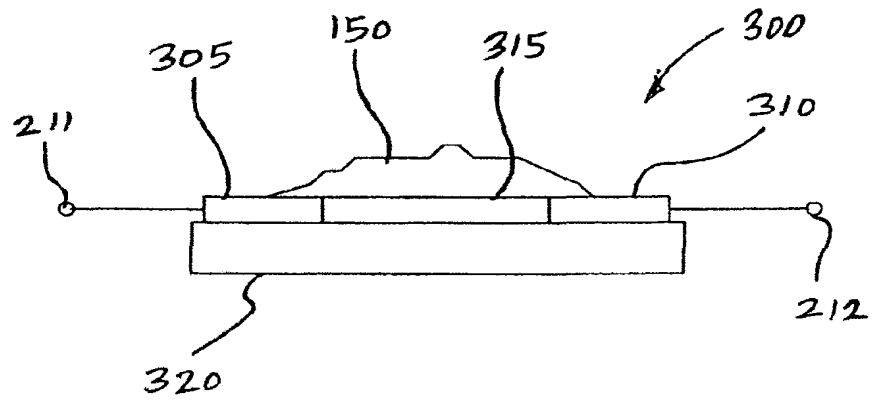


Fig. 3

CIRCUITO DE PROTEÇÃO DA IGNIÇÃO DE UM DETONADOR**RESUMO DA INVENÇÃO**

5
Revela-se um circuito (200) de ignição para um detonador (100). O circuito inclui: um
inflamador (210) que tem um primeiro terminal (211) e, no lado oposto, um segundo
terminal (212), um primeiro diodo (225) conectado eletricamente em série com o infla-
10 mador (210) no primeiro terminal (211) e um segundo diodo (230) conectado eletrica-
mente em série como inflamador (210) no segundo terminal (212). Os primeiro e segun-
do diodos (225, 230) têm cada um terminal (226, 231) de ânodo e um terminal (227, 232)
de cátodo, caracterizado pelo fato de que os terminais similares dos primeiro e segundo
diodos (225, 230) estão conectados eletricamente ao inflamador (210), definindo assim
15 os terminais proximais próximos ao inflamador (210) e terminais distais no lado oposto
de cada respectivo diodo (225, 230). Uma fonte (215) de energia e um comutador (220)
estão conectados eletricamente em série entre si e estão conectados eletricamente através
dos terminais distais. Interrompe-se o fluxo de corrente através do inflamador (210), o
suficiente para ligar o inflamador (210), desde que não se aplique uma voltagem de
20 ignição aos terminais distais que seja igual ou maior que a voltagem de ruptura inversa
do primeiro diodo (225) ou do segundo diodo (230).