

REPETERBAR PLASMAGENERATOR OCH METOD DÄRFÖR

Föreliggande uppfinning avser en förbättrad plasmagenerator för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, exempelvis vid utskjutning av projektiler från ett eldrörsvapen, genom elektrisk urladdning i en brännkamaromslutning innefattande en brännkammarkanal och ett brännkamarämne anordnade i anslutning till en drivladdning, samt ett förfarande därför.

Uppfinningen avser även en ammunitionsenhet innefattande en repeterbar plasmagenerator för initiering av drivladdningar vid utskjutning av projektiler från ett eldrörsvapen.

Ett konventionellt eldrörsvapen avser här ett vapen av typen artilleripjäs, marinpjäs, eller stridsvagnspjäs eller annan pjäs innefattande ett eldrör i vilken en projektil avfyras och framdrivs genom eldröret av en drivladdning som tänds med hjälp av en pyroteknisk tändare, exempelvis en tändskruv, tändpatron etc. Drivladdningen, även benämnt drivämne, avser här ett krut i fast form, vilket under förbränning avger gaser som under högt tryck inne i eldröret driver projektilen framåt mot eldrörsmynningen. Drivämnet kan även vara av annan typ än fast krut.

Högt gastryck under lång tid medför att en hög mynningshastighet för projektilen kan uppnås. Hög mynningshastighet för projektilen utnyttjas för att exempelvis öka vapnets räckvidd, förbättra projektilens penetrationsförmåga respektive minska en projektilbanas tidsförlopp.

En tryckkurva för ett optimalt förbränningsförlopp, och därmed hög utskjutningshastighet, bör uppvisa en i det närmaste omedelbar tryckhöjning till $P_{\max}$, därefter en varaktig platåfas med ett bibehållet konstant eldrörstryck vid $P_{\max}$ under hela den tid drivladdningen brinner inne i eldröret, för att sedan omedelbart falla till noll då projektilen lämnar eldröret. All drivladdning skall då normalt ha brunnit upp.

Oavsett val av drivladdning är tändförloppet av stor relevans för tryckförloppet och därmed är tändaren och tändsystemet kritiskt för att nå hög utskjutningshastighet.

Samtidigt som så hög utskjutningshastighet som möjligt önskas finns ett behov av att minska känsligheten på drivämnet. Drivämnen av denna typ benämns lågkänsliga, på

- engelska LOVA (LOw VulnerABility). Lågkänsliga drivämnen är svåra att antända vilket minskar risken för oavsiktligt initiering av drivämne i risksituationer, exempelvis då ett stridsfordon blir beskjutet med fientlig eld. Den minskade känsligheten medför även ökade krav på tändarna. Tändarna måste då generera en ökad mängd energi och/eller förhöjt tryck för att skapa tändförloppet. Tändarna består normalt av ett lättinitierat tändämne och om mängden tändämne ökas så står det i direkt motsatsförhållande till att införa drivämne av typ LOVA. Principiellt sker tändning genom en tändkedja där en mycket liten mängd känsligt tändämne, benämnd primärsats, exempelvis blyazid eller silverazid, antänds genom mekanisk chock eller elektrisk puls.
- Primärsatsen antänder därefter tändarens sekundärsats, vanligen svartkrut, varvid drivämnet initieras. Genom att ersätta den pyrotekniska tändaren eller hela tändkedjan med en plasmatändare så minskas systemets känslighet för oavsiktlig initiering. Samtidigt möjliggörs en ökad dynamik för att generera de kraftigare tändpulser som krävs för att tända drivämnena med låg känslighet (LOVA).
- Konventionella tändare innefattar även ett logistiskt och tekniskt problem. För eldrörsvapen som använder drivladdningar separerade från projektilerna som exempelvis artilleri och grövre fartygskanoner används ofta en separat tändpatron för initiering av drivladdningen. För varje avfyrning används en tändpatron. Det krävs således ett mekaniskt system monterat på kanonen för magasinering, laddning och borttagning av tändpatronen. Genom att använda plasmatändare undviks de logistiska problemen runt tändpatron. Ett vanligt förekommande problem är att tändpatronen fastnar i patronläge. Tändpatronen expanderar vid avfyrning av vapensystemet varpå tändpatronen kilar fast i patronläget och eldabrott inträder. Genom införandet av en plasmatändare undviks eldabrott och funktionssäkerheten ökar.
- Plasmatändare för initiering av drivladdningar finns, exempelvis, beskrivna i patentdokumenten US-5,231,242 (A) och US-6,703,580 (B2). Plasmatändarna bygger på principen med exploderande trådar, det vill säga en elektriskt ledande tråd som värms upp, förgasas och delvis joniseras av en elektrisk ström. Nackdelen är att tråden förbrukas och måste ersättas med en ny inför varje avfyrning. Plasmatändaren är således av engångstyp.
- Repetierbara plasmatändare är kända, exempelvis, genom patentdokumenten DE-103 35 890 (A1) och DE-40 28 411 (A1). Plasmatändarna bygger på principen att en elektriskt ledande vätska sprutas in mellan två elektroder med en elektrisk potentialskillnad varvid den elektriska kretsen kortsluts och genererar en urladdning och

plasmagenerering. Användning av vätskor innebär komplicerade anordningar för dosering och tillförsel samt även problem med eventuellt toxiska, energetiska eller lättantändliga ämnen. Användning av vätskor kräver även en komplicerad logistik för hantering av vätskor.

5

Den svenska patentansökan SE 1001194-8 visar en plasmatändare med joniseringselektroder för jonisering av ett brännkammarämne där joniseringen medför att ett elektriskt överslag mellan två elektroder möjliggörs. Den föreslagna plasmatändaren är enbart delvis anpassningsbar för olika längder på plasmatändaren och

10

Ett ändamål med föreliggande uppfinning är att lösa ovan identifierade problem.

15 Ett ytterligare ändamål med föreliggande uppfinning är en förbättrad metod för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, där komplicerad dosering och tillförsel av vätskor mellan elektroder undviks.

20 Ett ytterligare ändamål med föreliggande uppfinning är en förbättrad plasmagenerator för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, där komplicerade anordningar för dosering och tillförsel av vätskor mellan elektroder undviks.

25 Ett ytterligare ändamål med föreliggande uppfinning är en förbättrad plasmagenerator för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, där plasmageneratorns längd och tändenergi kan anpassas.

Ytterligare ändamål med föreliggande uppfinning är en ammunitionsenhet innefattande nämnda förbättrade plasmagenerator.

30 Nämnda ändamål, samt andra här ej uppräknade syften, bemöts på ett tillfredställande sätt inom ramen för vad som anges i de föreliggande patentkraven.

35 Således har man enligt föreliggande uppfinning åstadkommit ett förbättrat förfarande för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, exempelvis vid utskjutning av en projektil från en utskjutningsanordning, genom elektrisk urladdning i en brännkammarkanal innefattande ett brännkammarämne.

Uppfinningen avser ett förfarande för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, exempelvis vid utskjutning av projektiler från ett eldrörsvapen, genom elektrisk urladdning mellan en bakre elektrod och en främre elektrod i en med fyllnadsgas fylld brännkammarkanal innefattande ett brännkammarämne där

5 fyllnadsgasen i brännkammarkanalen joniseras via en högspänningspotential från minst en joniseringselektrod, vilken jonisering ökar den elektriska ledningsförmågan i brännkammarkanalen så att ett elektriskt överslag, genom elektrisk urladdning via en högspänningsgenerator mellan den bakre elektroden och den främre elektroden, genereras från den bakre elektroden via minst en joniseringselektrod vidare till den

10 främre elektroden vilket medför att het tändgas med plasmaliknande tillstånd drivs ur brännkammarkanalen.

Enligt ytterligare aspekter för det förbättrade förfarandet för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem enligt uppfinningen gäller;

15 att det elektriskt överslaget, genom elektrisk urladdning via högspänningsgeneratoren mellan den bakre elektroden och den främre elektroden, genereras från den bakre elektroden via minst en joniseringselektrod vidare till den främre elektroden genom att de stegvisa elektriska överslagen, från den bakre elektroden via joniseringselektrodena

20 till den främre elektroden, initierar det nästkommande överslaget genom vidare jonisering av fyllnadsgasen av UV-ljus skapat av nämnda elektriska överslaget tillsammans med förskjutning av det elektriska fältet från den bakre elektroden mot den främre elektroden via joniseringselektrodena.

25 att den elektriska urladdningen genom brännkammarkanalen fortplantas genom plasmageneratoren;

(a) från den bakre elektroden till den första joniseringselektroden,

(b) från första joniseringselektroden till den andra joniseringselektroden,

(c) från den andra joniseringselektroden till den tredje joniseringselektroden,

30 (d) från den tredje joniseringselektroden till den fjärde joniseringselektroden,

(e) från den fjärde joniseringselektroden till den främre elektroden.

att den elektrisk urladdning av den elektriska energin i högspänningsgeneratoren sker mellan den bakre elektroden och den främre elektroden och till fyllnadsgasen i

35 brännkammarkanalen genom att fyllnadsgasen joniseras av den elektriska urladdningen.

att den elektriska urladdningen från högspänningsgeneratoren sker då ledningsförmågan i brännkammarkanalen är tillräcklig för att generera ett elektriskt överslag.

att joniseringselektroden är resistivt anslutna mot jord.

5

Den neutrala fyllnadsgasen kan utgöras av atmosfärsgas eller residualgas från föregående avfyrning. Den elektriska urladdningen kan utgöras av ett ytöverslag, volymsöverslag eller en övergång från ytöverslag från bundna laddningar i ytan av brännkammarämnet vilket övergår till volymsöverslag i brännkammarkanalen.

- 10 Volymöverslaget i brännkammarkanalen och den därpå följande effektutvecklingen höjer gastrycket i brännkammaren och energi avges via rekombination mellan fria elektroner och joner samt neutraler till fotoner som dissocierar och joniserar fyllnadsgasen samt brännkammarämnets yta. Denna yta avger därmed gas till brännkammarkanalen vilket ytterligare höjer trycket och tillför ytterligare neutraler till
- 15 volymen, vilket har en bromsande verkan på den impedans-kollaps som sker i brännkammarkanalen och ökar andelen elektrisk effekt i brännkammaren då impedansen inte går mot noll likt det hos gasurladdningar i öppen geometri. Tryck och temperaturhöjningen i brännkammaren driver ut het tändgas med plasmaliknande och elektriskt ledande karakteristik ur den ena terminalens genomföring för att nå
- 20 drivmedlet som skall initieras.

- Vidare så har man enligt föreliggande uppfinning åstadkommit en förbättrad plasmagenerator för repeterbar initiering av drivladdningar i ett vapensystem, exempelvis vid utskjutning av projektiler från ett eldrörsvapen, genom elektrisk
- 25 urladdning mellan en bakre elektrod och en främre elektrod i en i ett brännkammarämne innefattad och med fyllnadsgas fylld brännkammarkanal anordnade i anslutning till en drivladdning där plasmageneratoren innefattar minst en joniseringselektrod ansluten till en initieringskrets för jonisering av fyllnadsgasen i brännkammarkanalen, samt en andra högspänningsgenerator anordnad för elektrisk urladdning i den elektriskt ledande gasen
- 30 från den bakre elektroden via minst en joniseringselektrod vidare till den främre elektroden så att het tändgas under högt tryck bildas.

Enligt ytterligare aspekter för den förbättrade plasmageneratoren enligt uppfinningen gäller;

35

att initieringskretsen innefattar minst en första högspänningsgenerator och minst en brytare ansluten till den första terminalen på minst en kondensator, varvid

joniseringselektroden är ansluten till den andra terminalen på nämnda kondensator genom en i en elektrisk krets innefattande, minst en, resistor.

5 att initieringskretsen förutom den till den andra terminalen på kondensator anslutna resistorn innefattar minst en induktor ansluten mellan joniseringselektroden och resistorn.

10 att joniseringselektroden är fast anordnade till brännkammarämnet, varvid joniseringselektroden är i öppen kontakt mot brännkammarkanalens och elektriskt anslutna till initieringskretsen.

att joniseringselektroden är fördelade med inbördes lika avstånd i brännkammarkanalens axiella led.

15 att joniseringselektroden är fördelade med lika avstånd runt brännkammarkanalens centrumaxel.

att joniseringselektroden är fyra stycken.

20 att den på brännkammarkanalens bakre ände anordnade bakre elektroden är elektriskt ansluten till den andra högspänningsgeneratoren och att den på brännkammarkanalens främre ände är anordnade främre elektroden är ansluten till jord, vilken bakre och främre elektroden är utförda i ett elektriskt ledande material, och att det i den främre elektroden är anordnat ett gasutlopp som mynnar ut mot drivladdningen.

25 att gasutloppet är en konvergent dysa.

att gasutloppet är en divergent dysa.

30 att gasutloppet är en konvergent-divergent dysa.

att brännkammarämnet är utfört i ett material som inte förbrukas vid initiering av plasmageneratoren.

35 Vidare så har man enligt föreliggande uppfinning åstadkommit en förbättrad ammunitionsenhet innefattande en granathylsa, en projektil, en drivladdning och en tändanordning, vilken tändanordningen utgörs av en plasmagenerator.

Uppfinningen kommer i det följande att beskrivas närmare under hänvisning till de bifogade figurerna där:

5

Fig. 1 visar schematiskt ett längdsnitt av en repeterbar plasmagenerator enligt uppfinningen.

10

Fig. 2 visar ett kretsschema över inkopplingen av elektroderna enligt uppfinningen.

Fig. 3 visar ett alternativt kretsschema över inkopplingen av elektroderna enligt uppfinningen.

15

Fig. 4 visar en detaljförstoring av brännkamarämnet i Fig. 1 enligt uppfinningen.

Fig. 5 visar schematiskt ett snitt av en ammunitionsenhet innefattande en plasmagenerator enligt uppfinningen.

20

Plasmageneratoren 1 som visas i Fig. 1 innefattar en främre elektrod 21, ett brännkamarämne 30 innefattande en brännkammarkanal 3 samt en bakre elektrod 22. Vidare innefattar plasmageneratoren 1 ett antal, i figuren fyra, joniseringselektroder 100, 101, 102 och 103. Joniseringselektroderna är anslutna till initieringskretsen 99, ej visad i Fig. 1.

25

Brännkamarämnet 30, företrädesvis rörformat, är en del av plasmageneratoren 1 och bildar plasmagenerators brännkammarkanal 3. Brännkammarkanalens 3 sträcker sig axiellt genom plasmageneratoren mellan en främre elektrod 21 och en bakre elektrod 22. Brännkammarkanalens 3 främre del, d.v.s. plasmagenerators 1 gasutlopp 24 är företrädesvis utformad som en dysa monterad eller direkt bearbetad i den främre elektroden 21. Den främre elektroden 21 är ansluten till elektrisk jord 4. Den bakre elektroden 22 är elektriskt ansluten till en högspänningsgenerator 5, även benämnd den andra högspänningsgeneratoren, och monterad mot brännkamarämnet 30. En eller flera joniseringselektroder 100, 101, 102 och 103, helt eller delvis omslutande

35

brännkammarkanalens 3, är anslutna till en extern initieringskrets 99 innefattande en extern högspänningsgenerator 2, även benämnd den första högspänningsgeneratoren. Joniseringselektroderna 100, 101, 102 och 103 kan vara placerade i rad efter varandra

I Fig. 3 visas ett alternativt kretsschema för extern initieringskrets 99' över en inkoppling av joniseringselektroder 100, 101, 102, 103. I alla elektriska kretsar förekommer en viss induktans, även kallade ströinduktanser, där induktanserna i kretsen påverkar hur de elektriska signalerna i kretsen fortplantas. Genom att införa induktanser 140 i kretsen från de joniseringselektroder som befinner sig på ett längre avstånd från den bakre elektroden 22 kan det elektriska överslaget i brännkammarkanalen 3 kontrolleras. De införda induktanserna 140 är företrädesvis större än de i kretsen förekommande ströinduktanserna.

Brännkammarämnet 30 enligt Fig. 4 är företrädesvis utformat för att förbrukas skiktvis genom successiv förbränning av de i Fig. 4 visade tre ämnesskikten 32, 33 och 34. Ytterligare ämnesskikt kan naturligtvis förekomma. Vid varje initiering förbrukas ett skikt, varvid varje ny energipuls mot den i brännkammarkanalen 3 exponerade ytan på kroppen 31 förgasar ytan helt eller delvis och genererar ett plasma skapat av den elektriska urladdningen mellan den bakre elektroden 22 och den främre elektroden 21. Den första pulsen förgasar ämnesskiktet 34, varvid ämnesskiktet 33 friläggs mot brännkammarkanalen 3. Därefter kommer nästa puls att förgasa nästa skikt 33 osv. Förgasningen kan ske skiktvis i såväl axiell led som radiell led men kan även ske genom en ökad förbrukning av material runt joniseringselektroder 100, 101, 102, 103 och avtagande mot den främre elektroden 21 och den bakre elektroden 22. Även andra förbrukningssätt är möjliga. Helt eller delvis förbrukat brännkammarämnet 30 kan enkelt bytas ut mot ett nytt vid behov.

Brännkammarämnet 30 kan utformas genom t.ex. lamineringsteknik där ett bestämt antal skikt eller lager sammanfogas motsvarande det antal tändpulser som plasmageneratoren 1 är dimensionerad till att generera. Brännkammarämnet 30 kan även utföras i ett homogent material eller i homogent material i en kombination med laminering, eller genom sintring, pressning eller annan sammanfogningsteknik som är lämplig för förening av metalliska och polymera material varvid andelen metalliskt material utgör i storleksordningen 10-50 vikts-% och andelen polymert material utgör i storleksordningen 50-90 vikts-%. Variation av energimängden till plasmageneratoren kan även användas för att förgasa ett eller flera lager i ett laminerat brännkammarämne 30 eller en varierad massa i det brännkammarämne 30 som är utförd i ett homogent material.

Fyllnadsgasen i brännkammarkanalen 3 joniseras med joniseringselektroder 100, 101, 102 och 103, vilket ökar ledningsförmågan och möjliggör den med bestämd tidslängd,

amplitud och form mellan främre elektroden 21 och bakre elektroden 22 utlösta, mycket kraftiga, elektriska energipulsen, som får ytskiktet att upphettas, förgasas och joniseras helt eller delvis, skiktvis eller lager för lager till plasma, varm gas och varma partiklar varvid ett förutbestämt plasma fås att flöda ut genom ändmynningsöppningen 24 med
 5 ett mycket högt tryck och vid en mycket hög temperatur och med en stor mängd gas och varma partiklar.

Brännkammarrämnet 30 innefattar företrädesvis minst ett offermaterial som åtminstone i det bildade plasmat sönderfaller till molekyler, atomer eller joner. Ett sådant
 10 offermaterial innehåller lämpligen exempelvis väte och kol. För generering av varma partiklar kan även metalliska material i kombination med exempelvis väte och kol vara en del av brännkammarrämnet 30. Brännkammarrämnet 30 i beskrivna utförandeformer innefattas av minst ett dielektriskt polymermaterial, företrädesvis en plast med hög smälttemperatur (företrädesvis över 150°C), hög förgasningstemperatur (över 550°C,
 15 företrädesvis över 800°C) och låg värmeledningsförmåga (företrädesvis under 0,3 W/mK). Speciellt lämpliga plaster innefattar termoplaster eller hårdplaster, exempelvis polyeten, fluorplast (såsom polytetrafluoretylen, etc.), polypropen etc., respektive polyester, epoxi eller polyimider etc. för åstadkommande av att endast ett ytskikt eller lager 32, 33, 34 av brännkammarrämnet 30 förgasas för varje energipuls.

20 Offermaterialet i brännkammarrämnet 30 bör, företrädesvis, även vara sublimerande, dvs. gå direkt från fast form till gasform. Det är även tänkbart att anordna olika lager av material, tjocklek etc. till ett laminerat brännkammarrämne 30 för åstadkommande av nämnda skiktvisa 32, 33, 34 förgasning av laminatet i brännkammarrämnet 30. Eller
 25 genom sintring, pressning eller annan sammanfogningsteknik förena metalliska och/eller polymera material till ett brännkammarrämne 30 för åstadkommande av nämnda skiktvisa 32, 33, 34 förgasning av laminatet i brännkammarrämnet 30.

Den inre och yttre radien på brännkammarrämnet 30 är så beräknad, dimensionerad och
 30 tillverkad att endast det yttersta, dvs. det ut från brännkammarkanalerna 3 exponerade ytan av brännkammarrämnet 30, mellan den främre elektroden 22 och den bakre elektroden 21 vända fria, ytskiktet eller lagret 32, 33, 34 förgasas vid varje elektrisk puls. Optimalt får brännkammarrämnet 30 vara förbrukat vid det sista för plasmageneratorn 1 tänkta plasmagenereringen.

35 Då förbrukningen av brännkammarrämnet kan tänkas vara dynamiskt föränderlig mellan varje användning, beroende på utförandet av exempelvis drivämnet, projektilen,

omgivningstemperaturen eller målets beskaffenhet, tillverkas brännkammarämnet 30 med en viss marginal för att kunna fungera inom de av tillämpningen tänkbara utföranden.

- 5 Brännkammarämnet 30 kan även vara utfört i exempelvis en keram, halvledande keram, eller annat material så som en plast eller annat ämne som inte förbrukas vid initiering av plasmageneratoren 1. Vid initiering av en plasmagenerator 1 med ett icke förbrukande brännkammarämne 30 kommer den i brännkammarkanalen 3 innehållna fyllnadsgasen att joniseras vid den elektriska urladdningen. Med ett brännkammarämne 30 utfört i ett
10 icke förbrukande material behövs ej brännkammarämnet 30 ersättas vid upprepad användning.

- Fig. 5 visar en hylsförsedd ammunitionsenhet 13 med integrerad plasmagenerator. Plasmageneratoren 1 är monterad i en patronhylsa 10, tillsammans med en drivladdning
15 11 och en projektil 12. Drivladdningen 11 kan exempelvis vara ett fast krut innefattande minst en laddningsenhet i form av en eller flera cylindriska stavar, skivor, block etc. Laddningsenheterna är multiperforerade med ett större antal brännkanaler så att ett s.k. månghålskrut erhålles. Alternativa utföringsformer av drivladdningen 11 är naturligtvis möjliga.
20

Funktionen och användningen av plasmageneratoren 1 enligt uppfinningen är enligt följande.

- 25 Vid avfyrning och initiering av plasmageneratoren 1 bringas de av högspänningsgeneratoren 2 laddade kondensatorerna 120, 121 att urladdas genom brytaren 130. Kondensatorerna 120, 121 är anslutna till joniseringselektroderna 100, 101, 102, 103, och laddningsomfördelningen vid urladdning av kondensatorerna medför
30 att plasmagenerering kan initieras så bringas den andra högspänningsgeneratoren 5 att avge en kraftig elenergipuls innefattande en hög strömstyrka och/eller en hög spänning, båda med en viss bestämd amplitud och pulslängd anpassad efter de för det aktuella vapnet, temperaturen, drivladdningen, projektilens, målet omgivningens etc. gällande egenskaper. Plasmagenerators 1 impedans är vid aktivt tillstånd, dvs. under
35 plasmagenerering, låg varför företrädesvis en hög ström genereras från den andra högspänningsgeneratoren 5, i storleksordning 10 – 100 kA, för att lyckas med övertändning krävs dock en hög spänning, i storleksordning 4 - 10 kV. För att

åstadkomma ett effektivt plasma, för övertändning av drivmedelsbädd, bör varje energipuls överstiga 1 kJ, men kan uppgå till 30 kJ, och tillföras plasmat med en pulslängd på mellan 1 μ s – 10 ms.

- 5 Utförandet med flera efter varandra i brännkammarkanalen 3 följande joniseringselektroder 100, 101, 102 och 103 får det elektriska överslaget mellan den bakre elektroden 22 och den främre elektroden 24 att stegvis förflytta sig mellan joniseringselektroderna. Vid det första överslaget eller urladdningen från den bakre elektroden 22 till den första joniseringselektroden 100 kommer UV-ljus från
- 10 urladdningen jonisera fyllnadsgasen. Vidare flyttar sig det elektriska fältet från den bakre elektroden 22 till den första joniseringselektroden 100 vilket underlättar nästkommande urladdning från joniseringselektrod 100 till joniseringselektrod 101. Även vid urladdningen mellan joniseringselektroderna 100 till 101 skapas UV-ljus för vidare jonisering samt ytterligare en förflyttning av det elektriska fältet. På samma sätt
- 15 fortgår det elektriska överslaget fram till den främre elektroden 21. En mycket begränsad ström kommer att gå i joniseringselektroderna mot jord då resistansen mot jord är hög. Huvuddelen av den elektriska energin i högspänningsgeneratoren 5 kommer att laddas ut från den bakre elektroden 22 till den främre elektroden 21 och till fyllnadsgasen i brännkammarkanalen 3. Resistorerna har i storleksordningen 100 kOhm
- 20 i resistans för att begränsa den del av strömmen som går från högspänningsgeneratoren 5 till jord via joniseringselektroderna 100, 101, 102, 103. När initieringen av plasmageneratoren 1 sker genom att brytare 130 sluts kommer en laddad spänning i kondensatorerna 120 och 121 att laddas ut dels genom brytaren 130 till jord samtidigt som det sker en laddningsomfördelning från joniseringselektroderna 100, 101, 102 och
- 25 103 och kondensatorerna 120 och 121. Laddningsomfördelningen från joniseringselektrod 100 sker genom resistorn 111 och laddningsomfördelningen från joniseringselektrod 103 sker genom resistorn 112.

- 30 Den kraftiga elenergipulsen kommer att generera ett elektriskt överslag, nedan även kallat bågurladdning, mellan den bakre elektroden 22, och den främre elektroden 21, via joniseringselektroderna 100, 101, 102, 103 och i den plasmakanal som bågurladdningen skapar blir det en så hög temperatur att det yttersta ytskiktet/lagret av brännkammarämnet 30 smälter, förgasas och slutligen joniseras till ett mycket hett plasma. I ett alternativt utförande kan ett tillfört ämne till brännkammarkanalen 3 vara
- 35 en del av det ämne som bildar plasma i samband med bågurladdningen. Det kan även vara så att enbart fyllnadsgasen joniseras, i detta fall förbrukas inget av brännkammarämnet 30. Genererad plasmaliknande gas bringas, på grund av det höga

tryck som förgasningen genererar i brännkammarkanalen 3, att spruta ut genom gasutloppet 24, vilket gasutlopp 24 är formad som en dysa. Pulslängd, pulsform, strömstyrka och spänning kan varieras efter aktuella förhållanden vid avfyrningstillfället, såsom omgivningens temperatur, luftfuktighet etc. och för föreliggande vapensystems och ammunitions- respektive projektiltyps speciella egenskaper samt den aktuella måltypen, inklusive avståndet till nämnda mål.

En plasmagenerator med variabel tändenergi möjliggör momentan övertändning av hela drivladdningen och därmed möjliggörs omedelbar tryckhöjning. En plasmagenerator har även fördelen av att tändenergin kan varieras över tid till skillnad från en pyroteknisk tändare. Variabel tändenergi innebär att tändenergin kan anpassas till olika typer och storlekar av drivladdningar, för att variera projektilens skjutavstånd, och även för att kompensera för drivladdningens temperaturberoende. Den energimängd som högspänningsgenerators 5 laddas med anpassas utifrån plasmageneratorns 1 storlek och prestanda. Då impedansen i det elektriska överslaget mellan den bakre elektroden 22, via joniseringselektrodena 100, 101, 102, 103, till den främre elektroden 21 närmar sig noll så tillförs inte längre någon elektrisk energi till plasmakanalen. Då ingen energi tillförs plasmakanalen så kan pulsen från högspänningsgenerators 5 brytas, avslutas eller företrädesvis så anpassas energimängden i högspänningsgenerators 5 så att då impedansen i det elektriska överslaget närmar sig noll så är även högspänningsgenerators 5 urladdad. På detta sätt energioptimeras plasmagenerators 1.

Vapensystem kan enklare och säkrare tändas med föreslagen repeterbar plasmagenerator. Undvikandet av känsliga tändämnen och tändpatroner medför att fullständig användning av drivämnen av låg känslighet kan införas. Problem med känslig mekanik som mekanism för byte av tändpatron eller doseringsutrustning för vätskor kan undvikas. Tekniken medför ökad styrning av tändpulsen avseende parametrar som energiinnehåll, pulslängd och upptändningstid. Tändpulsen kan adaptivt anpassas till drivladdningens storlek beroende på mängden drivämne, drivämnets känslighet och omgivande temperatur.

Exempel på en plasmagenerator enligt uppfinningen, avsedd för användning i ett artillerisystem som ersättning för konventionell tändpatron är brännkammarämne 30 dimensionerad till en tjocklek på ca 1-30 mm, varmed skiktvis förgasning av brännkammarämnets uppnåddes vid en energipuls på ca 1 - 10 kJ med varaktigheten någon millisekund och spänningen i intervallet 5 - 10 kV. Strömstyrka i intervallet 1 -

50 kA. Avstånd mellan främre elektrod 21 och bakre elektrod 22 var i storleksordningen 20 - 100 mm.

- 5 Uppfinningen är inte begränsad till de speciellt visade utföringsformerna utan kan varieras på olika sätt inom patentkravens ram.

Det inses exempelvis att antalet, storleken, materialet och formen av de i
ammunitionsenheten och plasmagenerators ingående elementen och detaljerna anpassas
10 efter det eller de vapensystem och övriga konstruktionsegenskaper som för tillfället
föreligger.

Det inses att ovan beskrivna ammunitionsutförande kan innefatta flera olika
dimensioner och projektiltyper beroende på användningsområde och eldrörsvidd. Här
15 ovan avses dock åtminstone de idag vanligaste förekommande projektilerna på mellan
ca 25 mm – 160 mm.

Vid de ovan beskrivna utföringsformerna innefattar plasmagenerators endast ett främre
gasutlopp, men det faller inom uppfinningstanken att anordna fler dylika öppningar
20 utmed brännkammarkanalens yta eller flera öppningar i den främre öppningen 24.

Plasmagenerators är repeterbar men kan även användas i engångsutförande, exempelvis
i en ammunitionsapplikation, tändare för en stridsdel eller initiering av raketmotorer.