



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 13 286 B3** 2005.01.20

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 13 286.4**

(22) Anmeldetag: **25.03.2003**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.01.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H03B 11/02**
H01T 9/00, H01Q 3/26, G01S 7/03

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

**Diehl Munitionssysteme GmbH & Co. KG, 90552
Röthenbach, DE**

(72) Erfinder:

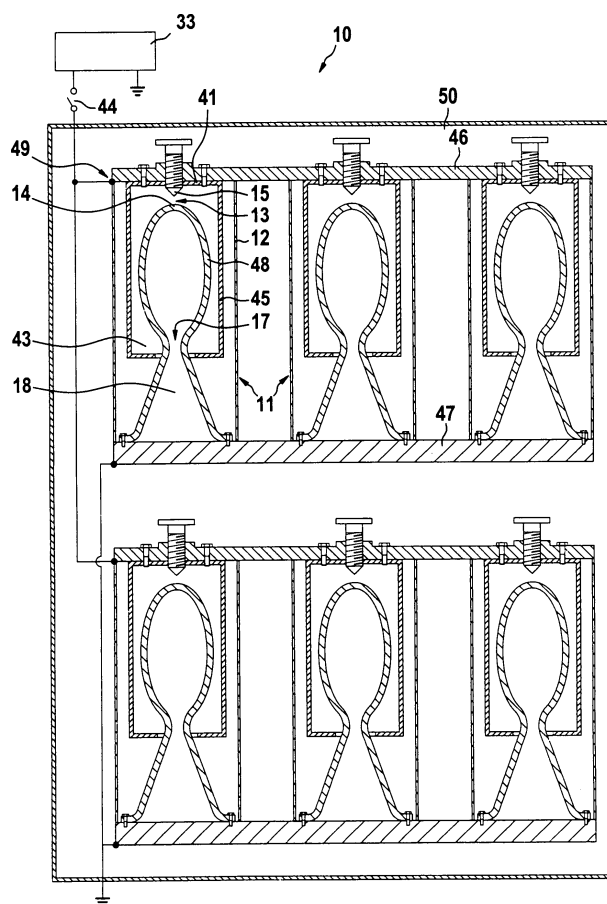
**Staines, Geoffrey, Dr.-Ing., 90552 Röthenbach, DE;
Dommer, Josef, Dipl.-Ing. (FH), 90451 Nürnberg,
DE; Hofmann, Helmut, 91322 Gräfenberg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 35 28 338 C1
DE 101 51 565 A1
US 58 35 545 A
US 48 45 378
US 47 60 311
US 37 48 528

(54) Bezeichnung: **Mikrowellengenerator**

(57) Zusammenfassung: Die Überlagerung der Mikrowellenfelder eines Arrays (10) von Mikrowellengeneratoren (11), mit selbstzündenden Funkenstrecken (13) zur Entladung von auf Hochspannung aufgeladenen Speichern (43), führt zu einer Feldstärkenerhöhung sowie zur Beeinflussbarkeit des Frequenzspektrums des abgestrahlten hochenergetischen Hochfrequenzfeldes und dessen Abstrahlrichtung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mikrowellengenerator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Die Funktion eines solchen Generators beruht darauf, dass eine Hochspannungsquelle, etwa eine gemäß dem Prinzip der Marx'schen Stoßspannungsschaltung parallel aufgeladene und dann in Serie geschaltete Kondensatorbatterie, über eine Funkenstrecke entladen wird. Solch ein Entladungsvorgang führt zu einem steil einsetzenden und stark oszillierenden Stromfluss und damit zu einer entsprechend breitbandigen Abstrahlung eines Mikrowellenspektrums so hoher Energiedichte, daß in der näheren Umgebung eines solchen Mikrowellengenerators der Funkverkehr zumindest beeinträchtigt und eine elektronische Schaltungen insbesondere eingangsseitig gestört oder sogar zerstört werden kann.

[0003] Etwa aus der US 4,845,378 A ist es bekannt, als Hochspannungsquelle, dort zum Generieren eines elektromagnetischen Pulses für die Simulation eines realen nuklear ausgelösten Impulses, Kondensatorbatterien über Funkenstreckenschalter umzuschalten. Um dagegen Mikrowellenenergie in einen Hohlleiter einzustrahlen, ist es aus der US 3,748,528 A bekannt, eine im Umriss ballig flaschenförmige Elektrode mit ihrem konvexen bodenseitigen Stirnende quer in den Hohlleiter hineinragen zu lassen, um mit dem ihr gegenüberliegenden Wandungsbereich des Hohlleiters eine Funkenstrecke zu bilden. Das dagegen flache Stirnende des Flaschenhalses ragt als Elektrode einer weiteren, als Pulsformer ausgelegten Funkenstrecke in einen mit Schutzgas gefüllten Hohlraum hinein. Deren ebenfalls ebene Gegenelektrode bildet das Stirnende des Innenleiters eine Koaxialanordnung, die quer zur Längserstreckung des Hohlleiters auf diesen montiert ist. Deren Innenleiter wird der Funkenstrecke gegenüberliegend mittels einer als Schalter dienenden zusätzlichen Funkenstrecke und über einen Pulsformer sowie einen Vorwiderstand aus einer Hochspannungs-Gleichstromquelle aufgeladen, um bei Entladung zunächst die pulsformende Funkenstrecke und dann die Mikrowellen generierende Funkenstrecke ansprechen zu lassen.

[0004] Gemäß der US 4,760,311 A wird die Entwicklung einer steilen Spannungswellenfront mit Elektronenstrahlen beeinflusst. Die DE 35 28 338 C1 beschreibt eine schnelle explosivstoffbetriebene Magnetfeldkompression zur Stromverstärkung für ein nichtletal waffenwirksames Magnetfeld. Eine vergleichbare Technik wird in der US 5,835,545 A für eine kompakte intensive Strahlungsquelle eingesetzt. Wegen der Beeinflussungsmöglichkeit von Funkverbindungen wird der Effekt einer intensiven

Mikrowellenabstrahlung als nichtletale Waffe gegen gegnerische Kommunikationssysteme propagiert (vgl. DER SPIEGEL, Heft 7/1997, S. 53 ff, dort Ende des 3. Absatzes der linken Spalte von Seite 54).

Aufgabenstellung

[0005] Im Rahmen vorliegender Erfindung geht es um breitbandig hochenergetische Wirkungen einer Funkenstrecke, die zum Abstrahlen von Mikrowellenenergie in einen Freiraum einen günstigeren Wirkungsgrad als etwa der Einsatz eines mit Explosivstoff betriebenen magneto-hydrodynamischen Generators verspricht. Vorliegender Erfindung liegt insbesondere die technische Problemstellung zugrunde, einen Mikrowellengenerator (auch als HPMW-Generator bezeichnet) anzugeben, der hinsichtlich seiner Energieversorgung autark und hinsichtlich seiner Abmessungen unproblematisch handhabbar aber doch und vor allem hinsichtlich Störstrahlungsspektrums, Reichweite und Energiedichte besonders universell und wirkungsvoll einsetzbar ist.

[0006] Diese Aufgabe ist durch die im Hauptanspruch angegebene Kombination der wesentlichen erfindungsgemäßen Merkmale gelöst, wonach die Energie aus einer Kondensatorbatterie in mehrere dann selbsttriggernd kurzzuschließende Ladungsspeicher überführt wird, so daß die durch die starken Kurzschlußströme ausgelösten Mikrowellenfelder der einzelnen Strahler einander überlagert werden, um eine größere Energiedichte und somit Reichweite zu erzielen. Wenn diese Überlagerung phasenverschoben erfolgt, stellt sich eine entsprechende Richtwirkung der Abstrahlung ein. Bei Anordnung der Strahler vor einer (bevorzugt ebenen, oder auch flach-kastenförmigen) Reflektor-Platte erfolgt über den lichten Abstand der Platte zu den Strahlern und die Größe der Platte eine Frequenzselektion für die abgestrahlte Mikrowellenenergie; außerdem wird dann die Abstrahlung im wesentlichen auf denjenigen Halbraum vor der Platte begrenzt, in dem die Strahler vor der Reflektor-Platte angeordnet sind, so daß hinter der Platte betriebene elektronische Anlagen gegen unmittelbare Beeinflussung durch die auf der anderen Seite erzeugten Mikrowellenfelder recht wirksam geschützt sind.

[0007] Da also jeder Strahler der Gruppenanordnung über seine eigene selbsttriggernde Funkenstrecke gespeist wird, entfällt der funktionskritische steuerungstechnische und schaltungstechnische Aufwand für eine externe Triggerung durch eine zusätzliche Schaltstrecke oder durch eine Laserbeeinflussung von Kurzschluß-Funkenstrecken. Das Ansprechverhalten der selbsttriggernden Funkenstrecken kann über eine Justage der Elektrodenabstände dieser Kurzschluß-Funkenstrecken beeinflusst werden. Wie in unserer Patentanmeldung DE 101 51 565.0 konstruktiv näher dargestellt, kann außerdem

der für das Frequenzspektrum der Mikrowellenabstrahlung maßgebliche Resonanzraum in seinem Volumen verändert werden, um das abgestrahlte Frequenzgemisch hinsichtlich seines spektralen Schwerpunktes zu optimieren.

[0008] Zur näheren Erläuterung der Erfindung und der durch sie eröffneten Möglichkeiten sowie hinsichtlich weiterer Vorteile und Abwandlungen der vorstehend beschriebenen Lösung wird auf die weiteren Ansprüche verwiesen, sowie auf nachstehende Beschreibung eines in der Zeichnung unter Beschränkung auf das Wesentliche stark abstrahiert und nicht ganz maßstabsgerecht skizzierten bevorzugten Realisierungsbeispiels zur Erfindung. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt in Frontansicht bei axial geschnittenen Mikrowellengeneratoren deren Gruppenanordnung vor einer Reflektor-Platte.

Ausführungsbeispiel

[0009] Die beispielhaft skizzierte Strahler-Gruppe **10** besteht aus mehreren Mikrowellengeneratoren **11**. Die weisen jeweils coaxial in einem hohlzylindrischen Gehäuse **12** aus elektrisch isolierendem Material eine Schalt-Funkenstrecke **13** zwischen einer hohlkugelformigen Elektrode **14** (von einem Durchmesser in der Größenordnung des Durchmessers des Gehäuses **12**) und einer ihr coaxial außerhalb axial gegenüber angeordneten, dagegen spitzen Elektrode **15** auf. Die konvexe Elektrode **14** stellt gewissermaßen den ausgebauchten Boden einer auch im übrigen bauchig flaschenförmigen Elektrode **48** innerhalb einer sie zylindrisch umgebenden topfförmigen Elektrode **45** dar. Die flaschenhalsförmige Verjüngung **17** der inneren Elektrode **48** schließt an die kleine Basis eines spitzwinklig hohlkegelstumpfförmigen Strahlers **18** an, der infolge dieser Trichterform zugleich als Impedanzwandler für das Abstrahlen des Hochfrequenzgemisches wirkt, wenn die beiden Elektroden **45/48** zum Entladen des zwischen ihnen bestehenden Ladungsspeichers **43** kurzgeschlossen werden.

[0010] Die Elektrode **15** der Funkenstrecke **13** zum Kurzschluß-Entladen des Speichers **43**, die im Gegensatz zur großvolumig balligen Gegenelektrode **14** spitzenförmig ausgebildet ist, ist coaxial zum Zentrum dieser Gegenelektrode **14** im Zentrum des Bodens **41** der topfförmigen Elektrode **45** gehalten, der die flaschenförmige Elektrode **48** mit der Gegenelektrode **14** konzentrisch umgibt und axial bis in den Bereich deren Verjüngung **17** reicht. Diese Anordnung **45-48** bildet also den Ladungsspeicher **43**, der über einen – vorzugsweise als Funkenstrecke ausgebildeten – Schalter **44** an eine aufgeladene Kondensatorbatterie **33** einer Stoßspannungsschaltung gelegt werden kann. Nach Übernahme deren Ladung entlädt sich der Speicher **43** infolge Kurzschlusses über die selbsttriggernde Funkenstrecke **13**, deren An-

sprechverhalten abgesehen von der gegenseitigen Oberflächengeometrien ihrer Elektroden **14-15** von deren Abstand zueinander beeinflusst ist. Dieser Abstand kann durch Anordnung der beiden Elektroden **14-15** mit dem Aufbau des Ladungsspeichers **43** fest vorgegeben sein; oder die Elektrode **15** ist gegenüber der gerätefesten Elektrode **14** axial einstellbar, etwa wie skizziert über ein Feingewinde nach Art einer Mikrometerschraube, die z.B. von anfänglicher Anlage der Elektroden **14-15** gegeneinander auf einen definiert vorgegebenen lichten Abstand zurückgeschraubt wird. Der bestimmt dann das Ansprechverhalten der Funkenstrecke **13** zum Einleiten der kräftig oszillierenden Kurzschlußströme beim Entladen des Speichers **43**, die nach Impedanzanpassung im hohlkegelstumpfförmigen Strahler **18** von diesem emittiert werden.

[0011] Mehrere solche Mikrowellengeneratoren **11** sind unter Parallelschaltung ihrer Ladungsspeicher **43** zeilen- und spaltenförmig als Strahler-Gruppe **10** angeordnet. Über elektrisch leitende Konsolen **46** bzw. **47** sind deren später kurzzuschließenden Ladungsspeicher etwa wie skizziert zugleich mechanisch gehalten und elektrisch zusammengeschaltet sowie an die Kondensatorbatterie **33** geführt. Einerseits sind die Außenelektroden **45** über deren Böden **41** und andererseits über ihre Strahler **18** die Innenelektroden **48** der Speicher **43** einander parallelgeschaltet.

[0012] Wenn alle Funkenstrecken **13** gleichzeitig zünden, strahlen die Mikrowellengeneratoren **11** im wesentlichen phasengleiche Spektren ab, die sich in Richtung quer zur Montageebene der Mikrowellengeneratoren **11** überlagern und deshalb unter Erhöhung der Wirkreichweite konzentrieren. Wenn dagegen beispielsweise nur die spaltenförmig übereinander angeordneten Mikrowellengeneratoren **11** gleichzeitig und die spaltenmäßig dagegen versetzten Mikrowellengeneratoren zeitlich verzögert zünden, ergibt die Überlagerung der von den Strahlern **18** ausgehenden Mikrowellenspektren eine aus der Normalen auf die Montageebene heraus verschwenkte Überlagerungscharakteristik der Mikrowellenabstrahlung (wie es etwa zum Bündeln und Verschwenken der Sende- bzw. Empfangskeulen von phasengesteuerten Gruppenradaranlagen als solches bekannt ist).

[0013] Ein gezielter Phasenversatz zwischen dem Ansprechen einzelner der Mikrowellengeneratoren **11** lässt sich in erster Linie über das selbsttätige Ansprechverhalten, also insbesondere die Länge der Funkenstrecke **13** und die Geometrie ihrer Elektroden **14-15** zum Entladen der Kapazität **43** einstellen; aber auch durch die Größe der Kapazität **43** aufgrund des Abstandes zwischen ihrer Außen- und ihrer Innenelektrode **45-48** und deren aufeinander projizierbaren Flächenabmessungen konstruktiv vorgeben. Eine weitere Möglichkeit zum Erzielen einer be-

stimmt Überlagerungscharakteristik, die vom Lot auf die Befestigungsebene der Mikrowellengeneratoren **11** abweicht, ist eine phasenverschobene Speisung der einzelnen Ladungsspeicher **43** aus der Kondensatorbatterie **33** über gestaffelte Induktivitäten. Schon die in der Zeichnung skizzierte exzentrische Einspeisung der elektrischen Energie aus der Kondensatorbatterie **33** in die Speicher **43** von einem Außenpunkt der Konsolen **46/47** her bewirkt aufgrund des induktiven Verhaltens der elektrischen Verbindungen über die Konsolen **46/47** ein zeitverzögertes Aufladen der Speicher **43** mit dem Anwachsen ihres Abstands von einer seitlichen Einspeisestelle **49**. Eine Vergrößerung dieses Laufzeiteffektes beim seriellen Aufladen der Speicher **43** ist dadurch erzielbar, dass einzelne elektrisch voneinander isolierte Konsolen **46/47** für die Halterung der einzelnen Mikrowellengeneratoren **11** vorgesehen werden, zwischen denen Kopplungen höherer (und durch beispielsweise die Spulenlänge veränderbarer) Induktivität bestehen.

[0014] Wenn dieses Array **10** von Hochleistungs-Mikrowellenquellen **11** vor einer elektrisch leitenden, ebenen oder wie skizziert flach-kastenförmigen (also von einem schmalen Rand umgebenen) Reflektor-Platte **50** angeordnet ist, dann erfolgt die Abstrahlung der Mikrowellenenergie von den Hohlkegelstümpfen **18** ohne Laufzeiteffekte im wesentlichen in Richtung der bestückungsseitigen Normalen auf die Platte **50**, aber nicht durch die Reflektor-Platte **50** hindurch auch in die Gegenrichtung; dort betriebene hochfrequenztechnische Anlagen bleiben von der störenden oder gar zerstörenden HPMW-Wirkung deshalb weitgehend verschont. Der Abstand der einzelnen Strahler **18** von der Platte **50** beeinflusst den wirksamen spektralen Schwerpunkt im jeweils abgestrahlten Mikrowellenspektrum. Unterschiedliche Abstände der einzelnen nebeneinander angeordneten Strahler **18** zur Reflektorplatte **50** sind ebenfalls von Einfluss auf die Überlagerung deren einzelner Felder und damit auf die insgesamt wirksame Abstrahlung nach Spektralverteilung, Intensität und Richtung.

[0015] So führt die erfindungsgemäße Überlagerung der Mikrowellenfelder eines Arrays **10** von Mikrowellengeneratoren **11**, mit selbstzündenden Funkenstrecken **13** zur Entladung von auf Hochspannung aufgeladenen Speichern **43**, zu einer Feldstärkerhöhung sowie zur Beeinflussbarkeit des Frequenzspektrums des abgestrahlten hochenergetischen Hochfrequenzfeldes und dessen Abstrahlrichtung.

Patentansprüche

1. Mikrowellengenerator (**11**) mit Kurzschluß-Funkenstrecke (**13**) zwischen kollinear angeordneten Funkenstrecken-Elektroden (**14–15**), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funkenstrecke

(**13**) als ungetriggelter Kurzschluß-Schalter mit einer spitzen Elektrode (**15**) gegenüber einer kugelhalsförmigen Elektrode (**14**) ausgelegt ist, über den ein Ladungsspeichers (**43**) entladbar ist, der eine topfförmige Außenelektrode (**45**) aufweist, deren Boden (**41**) von der spitzen Elektrode (**15**) durchragt wird, und konzentrisch dazu eine flaschenförmig-ballige Innenelektrode (**48**), deren Boden die kugelhalsförmige Elektrode (**14**) ist und die über ihre flaschenhalsförmige Verjüngung (**17**) kollinear an einen im wesentlichen außerhalb der Außenelektrode (**45**) gelegenen hohlkegelstumpfförmigen Strahler (**18**) angeschlossen ist, wobei mehrere derartige Mikrowellengeneratoren (**11**) in einer Gruppe (**10**) angeordnet und mit ihren Ladungsspeichern (**43**) elektrisch einander parallel geschaltet sind.

2. Mikrowellengenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenelektrode (**48**) sich über eine flaschenhalsförmige Verjüngung (**18**) an die kleinere Basis des Strahlers (**18**) anschließt und bis in den Bereich der Verjüngung (**17**) zwischen die Außenelektrode (**45**) eintaucht.

3. Mikrowellengenerator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene der Funkenstrecken (**13**) auf gegeneinander unterschiedliches Ansprechverhalten eingestellt sind.

4. Mikrowellengenerator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Ladungsspeicher (**43**) auf unterschiedliche Kapazitäten eingestellt sind.

5. Mikrowellengenerator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne der Ladungsspeicher (**43**) anderen gegenüber induktiv verzögert aus einer Kondensatorbatterie (**33**) aufladbar sind.

6. Mikrowellengenerator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahler (**18**) in lichtem Abstand vor einer gemeinsamen Reflektorplatte (**50**) angeordnet sind.

7. Mikrowellengenerator nach dem vorangehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass einzelne Strahler (**18**) in unterschiedlichen Abständen vor der Reflektorplatte (**50**) angeordnet sind.

8. Mikrowellengenerator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die spitze Elektrode (**15**) der Funkenstrecke (**13**) durch den Boden (**41**) der topfförmigen Außenelektrode (**45**) hindurch der balligen Elektrode (**14**) gegenüber einstellbar ist.

9. Mikrowellengenerator nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenelektroden (**45**) über ihre Böden (**41**) und

die Innenelektroden (**48**) über die Strahler (**18**) an Konsolen (**46** bzw. **47**) konstruktiv gehalten und elektrisch einander parallel geschaltet sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

