



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.02.2018 Patentblatt 2018/06

(51) Int Cl.:
F41H 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17001096.1**

(22) Anmeldetag: **28.06.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **04.08.2016 DE 102016009408**

(71) Anmelder: **TDW Gesellschaft für verteidigungstechnische Wirksysteme mbH**
86529 Schrobenhausen (DE)

(72) Erfinder:
• **Graswald, Markus**
85276 Pfaffenhofen an der Ilm (DE)
• **Rahael, Gutser**
86391 Stadtbergen (DE)

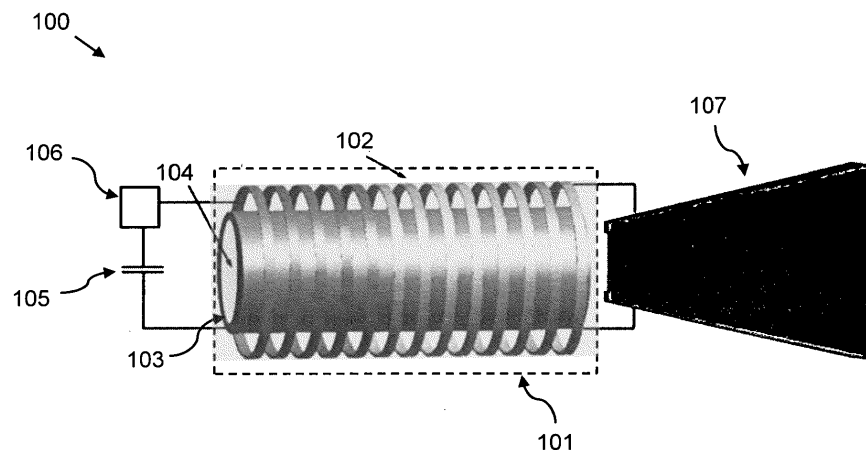
(74) Vertreter: **Krebs, Jörg**
Airbus Defence and Space GmbH
Patentabteilung
81663 München (DE)

(54) **ELEKTROMAGNETISCHES MOBILES WIRKSYSTEM**

(57) Es wird ein elektromagnetisches mobiles Wirksystem (100) zur Unterbringung in einem Flugkörper mit einem detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor (101) angegeben. Der Magnetfeldkompressor weist wenigstens eine Statorspule (102) auf. Weiter weist der Magnetfeldkompressor wenigstens eine Armaturhülle (103) auf. Die Armaturhülle ist wenigstens teilweise von der Statorspule umgeben und von dieser radial beabstandet. Der Magnetfeldkompressor weist weiter wenigstens eine Sprengladung auf. Die Sprengladung ist in der Armaturhülle eingebettet. Genauer gesagt, ist die Sprengladung von der Armaturhülle wenigstens größtenteils umgeben.

Der Magnetfeldkompressor weist wenigstens eine Stromquelle auf. Zur Aktivierung der Detonation der Sprengladung ist weiter ein Triggersystem (106) vorgesehen. Das Triggersystem ist durch einen Strompuls aus der Stromquelle abhängig von einem von dem Flugkörper zugeführten Signal steuerbar. Durch die Detonation ist in der Statorspule eine hohe elektrische Energie erzeugbar. Zur gerichteten Abstrahlung der durch die Detonation der Sprengladung erzeugten elektrischen Energie weist das Wirksystem wenigstens eine Richtantenne auf.

Figur 1



Beschreibung

[0001] Verschiedene Ausführungsformen betreffen allgemein ein elektromagnetisches mobiles Wirksystem zur Unterbringung in einem Flugkörper mit einem detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor.

[0002] In modernen Waffen- und Aufklärungs- und Kommunikationssystemen und dazugehörigen Plattformen werden zunehmend hochintegrierte elektrische und elektronische Komponenten eingesetzt. Genannt sei hierfür das Konzept eines All-Electric Ships, das neben Energieverteilungssystemen über elektronische Sensoren (z.B. Überwachungs- und Feuerleiträume), Kommunikationseinrichtungen und elektrische Antriebe verfügt sowie künftige Waffensysteme wie Hochenergielaser und sogenannte Railguns verfügen wird. Ein aktuelles Beispiel sind die neuen amerikanischen Zerstörer der Zumwalt-Klasse. Ähnliches gilt auch für stationäre landbasierte Systeme wie Radarsysteme, Führungswaffeneinsatzsysteme (Command and Control-Systeme / C2-Systeme) und Flugabwehrstellungen. Eine Besonderheit stellen die derzeit in Russland entwickelten, hochmobilen T-14 Armata Kampfpanzer dar, die neben passivem und reaktivem Schutz auch über moderne aktive Schutzsysteme verfügen können.

[0003] Aktivschutzsysteme auf Hard-Kill-Basis wie zum Beispiel AFGANIT benutzen Radarsysteme mit mehreren am Turm installierten aktiven Phasengitter-Antennen, die mehrere Ziele gleichzeitig erfassen und verfolgen können. Über das Führungswaffeneinsatzsystem sind Waffen wie beispielsweise Multi-EFP-Wirkladungen und eine 12,7-mm-Schnellfeuerkanone eingebunden. Hinzu können weitere Sensorsysteme zur Detektion anfliegender Bedrohungen und für Wetterdaten sowie Kommunikationseinrichtungen kommen. Daneben können weitere elektro-optische Schutzsysteme wie beispielsweise SHTORA-1 mit Lasersensoren, Sensoren für die Erkennung der Strahlung des Steuerkanals von Panzerabwehrflugkörpern und Infrarotscheinwerfer integriert sein.

[0004] Daraus ergibt sich ein breites Anwendungsfeld für elektromagnetische Wirksysteme. Die hohe Packungsdichte heutiger elektronischer Systeme erhöht zudem die Empfindlichkeit gegen elektromagnetische Angriffe deutlich im Vergleich zu früheren analogen Schaltungen.

[0005] Konventionelle, elektrische Systeme auf Basis von hochperformanten Marxgeneratoren zum Dauerbetrieb erlauben beispielsweise die zeitweise Störung elektronischer Bauelemente in vergleichsweise geringen Abständen von einigen Metern. Hauptnachteil solcher Systeme ist, dass die erzeugten Feldstärken zu gering sind, um beispielsweise Sensoren und elektronische Komponenten dauerhaft zu zerstören. Dies gilt umso mehr für gehärtete Elektronik. Sie eignen sich beispielsweise auch nicht zur mobilen Verbringung mit Flugkörpern oder UAV (Unmanned Aerial Vehicle), da beispielsweise der Platzbedarf zur Energieerzeugung zu groß ist.

[0006] Sprengstoff-basierte Systeme durch Magnetfeldkompression erzeugen zwar einen elektromagnetischen Puls mit Hilfe von Sprengladungen, weisen jedoch den Nachteil auf, dass eine praktikable militärische Nutzung nicht möglich ist.

[0007] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Wirksystem anzugeben, das die genannten Nachteile verbessert.

[0008] Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. einem Verfahren nach Anspruch 15 gelöst. Beispielhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Merkmale der Ausführungsbeispiele der Vorrichtungen auch für Ausführungsformen des Verfahrens sowie Anordnung der Vorrichtung gelten und umgekehrt.

[0009] Es wird ein elektromagnetisches mobiles Wirksystem zur Unterbringung in einem Flugkörper mit einem detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor angegeben. Der Magnetfeldkompressor weist wenigstens eine Statorspule auf. Weiter weist der Magnetfeldkompressor wenigstens eine Armaturhülle auf. Die Armaturhülle ist wenigstens teilweise von der Statorspule umgeben und von dieser radial beabstandet. Der Magnetfeldkompressor weist weiter wenigstens eine Sprengladung auf. Die Sprengladung ist in der Armaturhülle eingebettet. Genauer gesagt, ist die Sprengladung von der Armaturhülle wenigstens größtenteils umgeben. Der Magnetfeldkompressor weist wenigstens eine Stromquelle auf. Zur Aktivierung der Detonation der Sprengladung ist weiter ein Triggersystem vorgesehen. Das Triggersystem ist durch einen Strompuls aus der Stromquelle abhängig von einem von dem Flugkörper zugeführten Abstandssignal steuerbar. Durch die Detonation ist in der Statorspule eine hohe elektrische Energie erzeugbar. Zur gerichteten Abstrahlung der durch die Detonation der Sprengladung erzeugten elektrischen Energie weist das Wirksystem wenigstens eine Richtantenne auf.

[0010] Die Statorspule und die Armaturhülle, als Stator, bilden ein elektromagnetischen Generator bzw. Kompressor. Durch eine Stromquelle wird in der Statorspule ein Magnetfeld aufgebaut.

[0011] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass durch die Detonation der Sprengladung eine Magnetfeldänderung in der Statorspule erfolgt und dadurch eine hohe elektrische Energie in der Spule induziert wird. Diese hohe elektrische Energie wird über die Richtantenne gerichtet auf ein Ziel abgegeben. Die Detonation erfolgt auf ein Abstandssignal hin, das dem Wirksystem durch beispielsweise einen Abstandssensor des Flugkörpers, in dem das Wirksystem eingebaut ist, bereitgestellt wird. Durch die Unterbringung des Wirksystems in einem mobilen Flugkörper und die Abstandswirkung ist eine militärische Nutzung erst sinnvoll möglich.

[0012] Abmessungen, Volumen, Massen und Energiebedarf der Vorrichtung sind vorzugsweise so zu bemessen, dass sich die Vorrichtung zur mobilen Verbringung mit Flugkörpern, UAVs oder ähnlichen mobilen Systeme

men an Land oder Unterwasser eignet. Durch eine hinreichende Miniaturisierung aller Komponenten des elektromagnetischen Wirksystems hinsichtlich des Bau- raums, Massen und Energiebedarf ist erst eine Integra- tion in mobile Systeme möglich.

[0013] Aufgrund des $1/R^2$ -Gesetzes führt eine omnidi- rektionale Abstrahlung der elektromagnetischer Wellen mit zunehmenden Abständen zu drastisch reduzierten Leistungen im Ziel. Mittels beispielsweise entsprechen- der Antennen können Systeme zur Fokussierung durch Richtwirkung zu einer deutlichen Erhöhung der Stör- oder Wirkentfernung führen. Hierbei sind beispielsweise entweder der Flugkörper / UAV selbst und / oder die Richtantenne zum Ziel auszurichten. Elektromagneti- sche Systeme bieten unter anderem den Vorteil in einem urbanen Umfeld, im maritimen küstennahen Gebiet und/ oder in Hafenanlagen, in denen der Einsatz klassischer konventioneller Waffensysteme mit großen kollateralen Schäden an unbeteiligten Zivilpersonen, Fahrzeugen und Gebäuden einhergehen kann. Die Wirkung gerichteter elektromagnetischer Wirksysteme richtet sich da- gegen in erster Linie gegen elektrische und elektronische Bauteile, so dass man je nach eingesetztem Konzept von nicht oder gering letalen Systemen sprechen kann.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung weist die Statorspule eine hohe Duktilität auf. Durch eine hohe Duktilität lässt sich die mechani- sche Integrität der Statorspule während der Detonation der Sprengladung und der anschließenden Expansion möglichst lange aufrechterhalten.

[0015] Der radiale Abstand der Armaturhülle zur Sta- torspule hat den Vorteil, eine hinreichende Aufweitung der Statorspule infolge der detonativen Umsetzung zu ermöglichen, so dass möglichst lange über die Magnet- feldänderung ein Strom in der Spule induziert werden kann. Dazu sollte die Spule so lang wie möglich intakt bleiben (hier im Mikrosekundenbereich).

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung weist die Statorspule wenigstens eine Wicklung auf. Die Statorspule weist beispielsweise Kup- fer oder ein anderes Material aufweist, das eine hohe elektrische Leitfähigkeit aufweist.

[0017] Alternativ kann die Statorspule und/ oder die Armaturhülle Kupfer, Gold, Aluminium oder vergleichba- re Materialien, oder eine Legierung mit einem oder meh- reren der zuvor genannten Materialien aufweisen. Dies hat den Vorteil, dass die Duktilität der Statorspule sehr hoch ist und die Stromführung zwischen der Statorspule und der Armaturhülle während der Detonation möglichst lange erhalten bleiben kann.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Armaturhülle beispielsweise Vertiefungen, Ker- ben oder dergleichen auf, durch die eine kontrollierte Zer- legung der Armaturhülle möglich ist. Gemäß einer be- vorzugten Ausführungsform können die Armaturhülle und/ oder die Statorspule durch inerte, nichtmetallische Materialien wie Kunststoffe, wie beispielsweise PVC, PTFE oder andere, und/ oder Verbundwerkstoffe, wie

beispielsweise CFK, GFK oder andere, umgeben sein. Dies hat den Vorteil, dass sich der Kollateralschadens- bereich durch Splitterwirkung beispielsweise kontrollie- ren und dadurch auch reduzieren lässt.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Statorspule eine einlagige oder mehrlagige Wicklung auf. Der Abstand der Wicklungen der Stator- spule nimmt vorzugsweise in Richtung Wirksystemfront wenigstens teilweise zu. Mit der Wirksystemfront nimmt ausgehend von dem Ort der Initiierung der Detonation der Strom in der Statorspule zu, so dass die Statorspule mit der Richtung der Wirksystemfront vorzugsweise eine höhere Wicklungsdichte aufweist. Durch einen hetero- genen Aufbau der Statorspule kann beispielsweise ein Überzünden verhindert werden.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Stromquelle einen Marxgenerator, Konden- satorbänke, einen dielektrischen Generator und/ oder einen ferroelektrischen Generator. Vorzugsweise ist die Stromquelle eine hoch performante, gepulste Stromquel- le, die die initiale magnetische Flussdichte für die Stator- spule bereitstellt.

[0021] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Sprengladung einen Detonator auf. Vorzugs- weise weist die Sprengladung eine Sprengstoffmischung basierend auf RDX (1,3,5-Trinitro-1,3,5-triazacyclohe- xan), HMX (1,3,5,7-Tetranitro-1,3,5,7-tetraazacyclooc- tan), CL-20 (2,4,6,8,10,12-Hexanitro-2,4,6,8,10,12-he- xaza-isowurtzitan), TKX-50 (5,50-Bistetrazol-1,10-dio- lat), FOX-7 (1,1-Diamino-2,2-dinitroethylen), TATB (Tri- aminotrinotrobenzol), PETN (Nitropenta bzw. Pentaery- thrityltetranitrat) und/ oder TNT (Trinitrotoluol bzw. 2-Me- thyl-1,3,5-trinitrobenzol) oder vergleichbaren Spreng- stoffen mit vorzugsweise hoher Detonationsgeschwin- digkeit auf.

[0022] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Wirksystem wenigstens eine Schaltvorrichtung auf. Die Schaltvorrichtung ist vorzugsweise eingerichtet, die durch die Detonation in der Statorspule erzeugte elektrische Energie an die Richtantenne weiterzuleiten.

[0023] Weiter weist das Wirksystem gemäß einer be- vorzugten Ausführungsform eine Kaskadenschaltung und Triggerung zur gezielten Erzeugung einer zielange- passsten Wellenform auf.

[0024] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform dient die Richtantenne zur Erhöhung der Abstandswir- kung, die die vom Magnetfeldkompressor erzeugte Lei- stung durch elektromagnetische Wellen konzentriert ge- gen ein in einer Entfernung befindliches Ziel abstrahlt. Die durch den Sprengstoff in kurzer Zeit freigesetzte elektrische Leistung wird vorzugsweise in entsprechen- den Pulsen abgegeben. Hierzu ist eine dementsprechen- de Schaltvorrichtung bzw. Leistungselektronik von Vor- teil, die einen kurzzeitigen und hohen Strompuls konver- tieren kann.

[0025] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist das von dem Flugkörper zugeführte Abstandssignal in Abhängigkeit eines vorbestimmten Abstandes des Wirk-

systems zum Ziel ausgelöst wird. Durch die Triggerung der Detonation in einem vorbestimmten Abstand zum Ziel kann die elektromagnetische Wirkung entsprechend dem zu bekämpfenden Ziel optimal genutzt werden. Hierbei kann je nach der Art des Ziels durch die Wahl des Abstands die Wirkung von einer kurzzeitigen Störung des elektrischen Systems bis zu einer nahezu vollständigen Zerstörung reichen.

[0026] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Abstand zwischen dem Wirksystem und dem Ziel, bei dem das Wirksystem die Detonation der Sprengladung auslöst, zwischen 5 und 100 Metern. Vorzugsweise beträgt der Abstand mindestens 5 bis 100 Metern, vorzugsweise mindestens 10 Meter und, besonders bevorzugt mindestens 30 Meter. Je nach zu bekämpfenden Ziel kann der maximale Abstand auch über 100 Meter hinaus erfolgen. Dies ist jeweils Abhängig von der Menge der eingesetzten Sprengladung und der Art des zu bekämpfenden Ziels. Bei einem Abstand der Detonation zwischen 5 und 100 Metern können beispielsweise die Sensoriken moderner aktiver Schutzsysteme zerstört oder zumindest effektiv geschädigt werden, um beispielsweise ein modernes Waffensystem wie einen Kampfpanzer erblinden zu lassen. Dies erfolgt vorzugsweise außerhalb der Bekämpfungsentfernung moderner Aktivschutzsysteme. Mit beispielsweise einem nachfolgenden Salvenschuss durch einen Panzerabwehrflugkörper oder Multi-Rollen-Flugkörper lassen sich dann beispielsweise moderne Reaktivschutzsysteme und der passive Panzerschutz überwinden.

[0027] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Wirksystem wenigstens eine Ausbringungseinrichtung auf. Die Ausbringungseinrichtung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den durch die Detonation erzeugten elektromagnetischen Puls durch leitenden Kontakt oder Funkenschlag direkt oder über Entfernungen von beispielsweise bis zu 5 Metern in ein Ziel abzugeben. Beispielsweise kann die Ausbringungsvorrichtung eine oder mehrere aufgerollte elektrisch leitfähige Drahtspule aufweisen die mit einem Ende mit dem Wirksystem verbunden sind und am anderen Ende beispielsweise eine Pfeilspitze aufweisen. Kurz vor dem Ziel werden die Pfeilspitzen auf das Ziel abgeschossen und stellen über den elektrisch leitfähigen Draht eine elektrische Verbindung zu dem Wirksystem bereit. Dies hat den Vorteil, dass sich durch Variation des Wirkabstandes zum Ziel beispielsweise Eskalationstaktiken in Zeiten zunehmender politischer und militärischer Spannungen realisieren lassen.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Sprengladung in Form einer Hohlladung angeordnet. Alternativ und/ oder ergänzend weist die Sprengladung Mittel zur Erzeugung einer Blastwirkung und/ oder Splitterwirkung auf. Dies hat den Vorteil, dass die Gesamtleistung des Wirksystems gesteigert werden kann.

[0029] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Wirksystem eine elektrisch isolierte Hülle auf. Die Hülle weist vorzugsweise ein magnetisiertes und/

oder magnetisierbares Material auf. Dies hat den Vorteil, dass der magnetische Fluss im System und damit der Gesamtleistung des Wirksystems gesteigert werden können.

[0030] Weiter wird eine Wirksystem-Anordnung angegeben, die wenigstens zwei zuvor beschriebene Wirksysteme aufweist. Die Wirkungen der wenigstens zwei Wirksysteme sind vorzugsweise gleichzeitig für einen kumulierenden Effekt abrufbar. Weiter vorzugsweise sind die wenigstens zwei Wirksysteme zeitlich kurz nacheinander für einen multiplen Effekt zündbar.

[0031] Eine Kaskadierung und entsprechende Triggerung ermöglicht beispielsweise eine Anpassung der Wellenform an den durch die Sensorik suszeptiblen Bereich. Durch kumulierende Effekte multipler elektromagnetischer Wirkkladungen lassen sich beispielsweise Eskalationstaktiken in Zeiten zunehmender politischer und militärischer Spannungen realisieren. Die Kaskadierung mehrerer Generatoren hat daher beispielsweise den Vorteil, sowohl den potenziellen Wirkungsbereich signifikant zu steigern als auch, um die Einstellung einer anwendungsspezifischen elektromagnetischen Wellenform zur ermöglichen.

[0032] Weiter wird ein Flugkörper aufweisend wenigstens ein zuvor beschriebenes Wirksystem oder eine zuvor beschriebene Wirksystem-Anordnung angegeben.

[0033] Weiter wird ein Verfahren zur Skalierbarkeit einer erzeugten elektromagnetischen Wirkung im Ziel angegeben. Das Verfahren weist den Schritt des Erzeugens einer elektromagnetischen Wirkung durch Detonation wenigstens einer Sprengladung in einem zuvor beschriebenen Wirksystem auf. Weiter weist das Verfahren den Schritt des Auslösens einer oder mehrerer Sprengladungen zeitgleich oder in kurzem zeitlichen Abstand hintereinander auf. Die Detonation wird vorzugsweise in Abhängigkeit eines vorbestimmten Abstands des Wirksystems vom dem Ziel ausgelöst. Die Menge der wenigstens einen eingesetzten Sprengladung wird vorzugsweise in Abhängigkeit des zu treffenden Ziels vorausgewählt.

[0034] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens erfolgt nachfolgend ein Salvenschuss mittels wenigstens eines Panzerabwehrflugkörpers und/ oder Multi-Rollen-Flugkörpers. Mit beispielsweise einen Panzerabwehrflugkörper oder Multi-Rollen-Flugkörper lassen sich dann beispielsweise moderne Reaktivschutzsysteme und der passive Panzerschutz überwinden.

[0035] In den Zeichnungen beziehen sich im Allgemeinen gleiche Bezugszeichen auf die gleichen Teile über die verschiedenen Ansichten hinweg. Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu; Wert wird stattdessen im Allgemeinen auf die Veranschaulichung der Prinzipien der Erfindung gelegt. In der folgenden Beschreibung werden verschiedene Ausführungsformen der Erfindung beschrieben unter Bezugnahme auf die folgenden Zeichnungen, in denen:

FIG. 1 eine erste Ausführungsform des elektromag-

- netischen Wirksystems zeigt;
- FIG. 2 eine weitere detailliertere Ausführungsform des elektromagnetischen Wirksystems zeigt;
- Fig. 3 schematisch die Einwirkung einer Ausführungsform des elektromagnetischen Wirksystems auf ein Ziel zeigt;
- FIG. 4 schematisch einen Wirkungsplot des Schadensbereichs eines elektromagnetischen Wirksystems zeigt; und
- Fig. 5 schematisch ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Skalierbarkeit einer erzeugten elektromagnetischen Wirkung im Ziel zeigt.

[0036] Die folgende detaillierte Beschreibung nimmt Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, welche zur Erläuterung spezifische Details und Ausführungsformen zeigen, in welchem die Erfindung praktiziert werden kann.

[0037] Das Wort "beispielhaft" wird hierin verwendet mit der Bedeutung "als ein Beispiel, Fall oder Veranschaulichung dienend". Jede Ausführungsform oder Ausgestaltung, die hierin als "beispielhaft" beschrieben ist, ist nicht notwendigerweise als bevorzugt oder vorteilhaft gegenüber anderen Ausführungsformen oder Ausgestaltungen auszulegen.

[0038] In der folgenden ausführlichen Beschreibung wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Teil dieser Beschreibung bilden und in denen zur Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen gezeigt sind, in denen die Erfindung ausgeübt werden kann. Es versteht sich, dass andere Ausführungsformen benutzt und strukturelle oder logische Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Es versteht sich, dass die Merkmale der hierin beschriebenen verschiedenen beispielhaften Ausführungsformen miteinander kombiniert werden können, sofern nicht spezifisch anders angegeben. Die folgende ausführliche Beschreibung ist deshalb nicht in einschränkendem Sinne aufzufassen, und der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung wird durch die angefügten Ansprüche definiert.

[0039] Im Rahmen dieser Beschreibung werden die Begriffe "verbunden", "angeschlossen" sowie "gekoppelt" verwendet zum Beschreiben sowohl einer direkten als auch einer indirekten Verbindung, eines direkten oder indirekten Anschlusses sowie einer direkten oder indirekten Kopplung. In den Figuren werden identische oder ähnliche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, soweit dies zweckmäßig ist.

[0040] Bei den hier beschriebenen Verfahren können die Schritte in nahezu jeder beliebigen Reihenfolge ausgeführt werden, ohne von den Prinzipien der Erfindung abzuweichen, wenn nicht ausdrücklich eine zeitliche

oder funktionale Abfolge aufgeführt ist. Wenn in einem Patentanspruch dargelegt wird, dass zuerst ein Schritt ausgeführt wird und dann mehrere andere Schritte nacheinander ausgeführt werden, so ist dies so zu verstehen, dass der erste Schritt vor allen anderen Schritten durchgeführt wird, die anderen Schritte jedoch in jeder beliebigen geeigneten Reihenfolge durchgeführt werden können, wenn nicht innerhalb der anderen Schritte eine Abfolge dargelegt ist. Teile von Ansprüchen, in denen beispielsweise "Schritt A, Schritt B, Schritt C, Schritt D und Schritt E" aufgeführt sind, sind so zu verstehen, dass Schritt A zuerst ausgeführt wird, Schritt E zuletzt ausgeführt wird und die Schritte B, C und D in jeder beliebigen Reihenfolge zwischen den Schritten A und E ausgeführt werden können, und dass die Abfolge in den formulierten Schutzzumfang des beanspruchten Verfahrens fällt. Des Weiteren können angegebene Schritte gleichzeitig ausgeführt werden, wenn nicht eine ausdrückliche Formulierung im Anspruch darlegt, dass sie separat auszuführen sind. Beispielsweise können ein Schritt zum Ausführen von X im Anspruch und ein Schritt zum Ausführen von Y im Anspruch gleichzeitig innerhalb eines einzelnen Vorgangs durchgeführt werden, und der daraus resultierende Prozess fällt in den formulierten Schutzzumfang des beanspruchten Verfahrens.

[0041] In Figur 1 ist eine erste Ausführungsform des elektromagnetischen Wirksystems 100 gezeigt. Das Wirksystem 100 weist einen detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor 101 auf. Der Magnetfeldkompressor 101 weist in der dargestellten Ausführungsform eine Statorspule 102 und eine Armaturhülle 103 auf. Die Armaturhülle 103 ist in der dargestellten Ausführungsform von der Statorspule 102 umgeben ist und von dieser radial beabstandet. Gemäß einer nicht dargestellten Ausführungsform kann eine oder mehrere Statorspulen die Armaturhülle auch nur teilweise umgeben. In der Armaturhülle 103 ist eine Sprengladung 104 eingebettet. Der Magnetfeldkompressor 101, bzw. die Statorspule 102 ist elektrisch mit einer Stromquelle 105 verbunden. Zur Detonation der Sprengladung 104 ist ein Triggersystem 106 vorgesehen, wobei das Triggersystem 106 durch einen Strompuls aus der Stromquelle 105 abhängig von einem von dem Flugkörper (nicht dargestellt) zugeführten Signal steuerbar ist. Durch die Detonation der Sprengladung 104 wird in der Statorspule 102 eine hohe elektrische Energie erzeugt. Genauer gesagt erfolgt durch die Detonation der Sprengladung 104 eine schnelle Änderung des in der Statorspule 102 durch die Stromquelle 105 aufgebauten Magnetfeldes. Das Wirksystem 100 weist in der dargestellten Ausführungsform eine Richtantenne 107 zur gerichteten Abstrahlung der durch die Detonation der Sprengladung 104 erzeugten elektrischen Energie auf.

[0042] In Figur 2 ist eine weitere detailliertere Ausführungsform eines elektromagnetischen Wirksystems 200 dargestellt. Das Wirksystem 200 weist einen detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor 201 auf. Der Magnetfeldkompressor 201 weist eine mit einer Sprengla-

dung 204 gefüllte Armatrhülle 203 auf, die von einer Statorspule 202 umgeben ist. Der Magnetfeldkompressor 201 ist mit einer Stromquelle 205, beispielsweise einer Kondensatorbank gekoppelt, durch die in der Statorspule 202 ein Magnetfeld induzierbar ist. Der Magnetfeldkompressor 201 ist weiter mit einem Triggersystem 206 verbunden. Auf ein vorbestimmtes Signal hin wird über das Triggersystem 206 die Sprengladung 204 initiiert. Das Triggersystem 206 kann beispielsweise eine Delayfunktion aufweisen. Die Initiierung des Magnetfelds in der Statorspule 204 kann beispielsweise ebenfalls über das Triggersystem 206 gesteuert werden. Durch die Detonation der Sprengladung 204 wird eine Änderung des in der Statorspule 202 aufgebauten Magnetfeldes bewirkt, die schlagartig eine große Menge an elektrischer Energie erzeugt. Diese Energie wird über eine Schaltvorrichtung 208, beispielsweise durch eine entsprechende Leistungselektronik, zu einem Sender 209 geleitet, hierzu ist die Statorspule 202 elektrisch mit der Schaltvorrichtung 208 verbunden und der Sender 209 ist elektrisch an die Schaltvorrichtung gekoppelt. Der Sender 209 erzeugt eine elektromagnetische Strahlung, die durch die Richtantenne 207 auf ein Ziel abgestrahlt wird.

[0043] In Figur 3 ist schematisch die Einwirkung 300 einer Ausführungsform des elektromagnetischen Wirksystems 301 auf ein Ziel 302 gezeigt. Das Wirksystem 301 ist in der dargestellten Ausführungsform in einem Flugkörper 303 untergebracht. Das Wirksystem 301 weist einen detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor 304 auf, der bei Detonation einer Sprengladung über eine Richtantenne 305 im Flugkörper 303 eine elektromagnetische Strahlung 306 an das zu bekämpfende Ziel 302 abgibt. Die Detonation der Sprengladung erfolgt in einem vorbestimmten Abstand D des Flugkörpers 303 zu dem Ziel 302.

[0044] Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform des Wirksystems können wenigstens zwei oder mehrere zuvor beschriebene Wirksysteme vorgesehen sein, wobei die Wirkungen der Wirksysteme gleichzeitig für einen kumulierenden Effekt abrufbar sind oder zeitlich kurz nacheinander für einen multiplen Effekt zündbar sind. Hierbei können einzelne Komponenten, wie beispielsweise die Stromquelle, die Schaltvorrichtung, das Triggersystem und die Richtantenne auch gemeinsam für mehrere Wirksysteme vorgesehen sein. Beispielsweise können zwei oder mehrere Wirksysteme eine gemeinsame Stromquelle aufweisen, über die das Magnetfeld in der Statorspule induziert wird. Beispielsweise kann das Triggersystem dazu eingerichtet sein mehrere Sprengladungen gleichzeitig oder kurz nacheinander zu zünden. Hierbei können beispielsweise bei einer Mehrzahl von Sprengladungen einige Sprengladungen gleichzeitig und weitere Sprengladungen zeitlich anschließend nacheinander gezündet werden.

[0045] Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform des Wirksystems kann beispielsweise eine Ausbringungseinrichtung vorgesehen sein, die eingerichtet ist, den durch die Detonation erzeugten elektromagnetischen

Puls durch leitenden Kontakt oder Funkenschlag direkt oder über Entfernungen bis zu 5 Metern in das Ziel D abzugeben.

[0046] Ein detonationsbetriebener Magnetfeldkompressor 304 mit ca. 8 kg hochenergetischem Sprengstoff, ist beispielsweise für Anwendungen mit ca. 12 bis 18 kg Wirksystemmasse zur Bekämpfung spezifischer Sensoren geeignet. Ein detonationsbetriebener Magnetfeldkompressor 304 mit ca. 50 kg hochenergetischem Sprengstoff in Kaskadenschaltung, ist beispielsweise für Anwendungen mit bis zu ca. 120 kg Wirksystemmasse geeignet.

[0047] Ziel ist beispielsweise die Bekämpfung anspruchsvoller Ziele mit komplexen Sensorsystemen deren Elektronik durch die bei der Detonation der Sprengladung erzeugt elektromagnetische Strahlung 306 zerstört oder wenigstens zeitweise gestört wird. Die Wirkungen der Wirksysteme sind hierbei gleichzeitig für einen kumulierenden Effekt abrufbar oder zeitlich kurz nacheinander für einen multiplen Effekt zündbar.

[0048] In Figur 4 ist schematisch einen Wirkungsplot 400 des Schadensbereichs eines elektromagnetischen Wirksystems dargestellt. Hierbei ist auf der X-Achse die Entfernung des Wirksystems zu dem zu bekämpfenden Ziel dargestellt. Auf der Y-Achse ist schematisch das Ausmaß des Schadensbereichs dargestellt. Bei einem Ziel 1 401 erfolgt die Initiierung der Detonation der Sprengladung in geringen Abstand vom Ziel. Bei dem Ziel 2 402 erfolgt die Initiierung der Detonation der Sprengladung in einem vergleichsweise großen Abstand.

[0049] Bei Ziel 1 401 und Ziel 2 402 wurden hierbei unterschiedliche Zerstörungsgrenzen angenommen (z. B. die größere Ellipse des Schadenbereichs 2 404 mit 50% und die kleinere Ellipse des Schadenbereichs 1 403 mit 100% Zerstörungs- bzw. Schadenwahrscheinlichkeit). Als Wirkungskriterien können neben beispielsweise einer physikalischen Zerstörung der Elektronikbauteile auch elektrisches Versagen durch Kurzschlüsse oder eine reine Störung durch Interferenzen infolge der Störstrahlung herangezogen werden.

[0050] In Figur 5 ist schematisch ein Ablaufdiagramm 500 eines Verfahrens zur Skalierbarkeit einer erzeugten elektromagnetischen Wirkung im Ziel gezeigt.

[0051] Das Verfahren zur Skalierbarkeit einer erzeugten elektromagnetischen Wirkung im Ziel weist den Schritt auf, Erzeugen einer elektromagnetischen Wirkung durch Detonation wenigstens einer Sprengladung in einem Wirksystem gemäß einem der vorherstehenden Ansprüche 501. Weiter weist das Verfahren den Schritt auf, Auslösen einer oder mehrerer Sprengladungen zeitgleich oder in kurzem zeitlichen Abstand hintereinander 502. Die Detonation wird in Abhängigkeit eines vorbestimmten Abstands des Wirksystems vom dem Ziel ausgelöst wird. Die Menge der wenigstens einen eingesetzten Sprengladung wird in Abhängigkeit des zu treffenden Ziels vorausgewählt.

[0052] Obwohl die Erfindung vor allem unter Bezug-

nahme auf bestimmte Ausführungsformen gezeigt und beschrieben worden ist, sollte von denjenigen, die mit dem Fachgebiet vertraut sind, verstanden werden, dass zahlreiche Änderungen bezüglich Ausgestaltung und Details daran vorgenommen werden können, ohne vom Wesen und Bereich der Erfindung, wie durch die angefügten Ansprüche definiert, abzuweichen. Der Bereich der Erfindung wird somit durch die angefügten Ansprüche bestimmt, und es ist daher beabsichtigt, dass sämtliche Änderungen, welche unter den Wortsinn oder den Äquivalenzbereich der Ansprüche fallen, umfasst werden.

Bezugszeichenliste

[0053]

100, 200, 301	Wirksystem
101, 201, 304	Magnetfeldkompressor
102, 202	Statorspule
103, 203	Armaturhülle
104, 204	Sprengladung
105, 205	Stromquelle
106, 206	Triggersystem
107, 207, 305	Richtantenne
208	Schaltvorrichtung
209	Sender
300	Anordnung
302	Ziel
303	Flugkörper
306	elektromagnetische Strahlung
400	Wirkungsplot
401	Ziel 1
402	Ziel 2
403	Schadensbereich 1
404	Schadensbereich 2
500	Ablaufdiagramm
501, 502	Verfahrensschritte
D	Abstand

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches mobiles Wirksystem (100) zur Unterbringung in einem Flugkörper mit einem detonationsbetriebenen Magnetfeldkompressor (101) aufweisend:

wenigstens eine Statorspule (102);
 wenigstens eine Armaturhülle (103) wobei die Armaturhülle (103) von der Statorspule (102) wenigstens teilweise umgeben ist und von dieser radial beabstandet ist; und
 wenigstens eine Sprengladung (104), wobei die Sprengladung (104) in der Armaturhülle (103) eingebettet ist;
 wenigstens eine Stromquelle (105);
 ein Triggersystem (106) zur Detonation der

Sprengladung (104), wobei das Triggersystem (106) durch einen Strompuls aus der Stromquelle (105) abhängig von einem von dem Flugkörper zugeführten Abstandssignals steuerbar ist; wobei durch die Detonation in der Statorspule (102) eine hohe elektrische Energie erzeugbar ist; und
 wenigstens eine Richtantenne (107) zur gerichteten Abstrahlung der durch die Detonation der Sprengladung (104) erzeugten elektrischen Energie.

2. Wirksystem nach Anspruch 1, wobei die Statorspule (102) eine hohe Duktilität aufweist, um die mechanische Integrität der Statorspule (102) während der Detonation der Sprengladung (104) und der anschließenden Expansion möglichst lange aufrecht zu erhalten.
3. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Statorspule (102) wenigstens eine Wicklung aufweist, und wobei die Statorspule (102) Kupfer, Gold, Aluminium oder ein anderes Material aufweist, das eine hohe elektrische Leitfähigkeit und mechanische Eigenschaften aufweist, um die Stromführung zwischen der Statorspule (102) und der Armaturhülle (104) während der Detonation möglichst lange zu erhalten; und/ oder wobei die Armaturhülle (104) Vertiefungen, Kerben oder dergleichen zur kontrollierte Zerlegung der Armaturhülle aufweist.
4. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Statorspule (102) eine einlagige oder mehrlagige Wicklung aufweist und wobei der Abstand der Windungen der Statorspule (102) in Richtung Wirksystemfront wenigstens teilweise zunimmt.
5. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Stromquelle (105) einen Marxgenerator, Kondensatorbänke, einen dielektrischen Generator und/ oder einen ferroelektrischen Generator umfasst.
6. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Sprengladung (104) einen Detonator aufweist und eine Sprengstoffmischung basierend auf HMX, TKX-50, CL-20, RDX, FOX-7, TATB, PETN und/ oder TNT mit hoher Detonationsgeschwindigkeit aufweist.
7. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche,

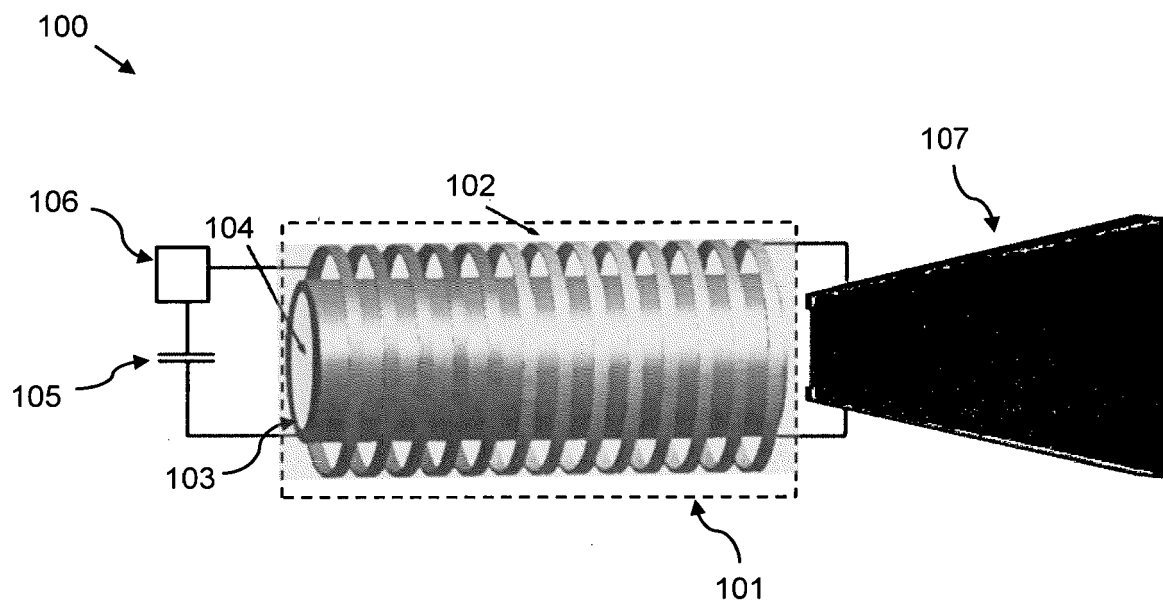
aufweisend wenigstens eine Schaltvorrichtung (208), die eingerichtet ist, die durch die Detonation in der Statorspule (202) erzeugte elektrische Energie an die Richtantenne (207) weiterzuleiten.

8. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
wobei das Abstandssignal in Abhängigkeit eines vorbestimmten Abstandes (D) des Wirksystems (301) zum Ziel (302) ausgelöst wird. 5
9. Wirksystem nach Anspruch 8,
wobei der Abstand (D) zwischen dem Wirksystem (301) und dem Ziel (302) zwischen 5 und 100 Metern beträgt. 10
10. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
aufweisend wenigstens eine Ausbringungseinrichtung, die eingerichtet ist, den durch die Detonation erzeugten elektromagnetischen Puls durch leitenden Kontakt oder Funkenschlag direkt oder über Entfernungen bis zu 5 Metern in ein Ziel (D) abzugeben. 15
11. Wirksystem nach einem der vorherstehenden Ansprüche,
wobei die Sprengladung (104) in Form einer Hohlladung angeordnet ist und/ oder Mittel zur Erzeugung einer Blastwirkung und/ oder Splitterwirkung aufweist; und/ oder 20
aufweisend eine elektrisch isolierte Hülle, wobei die Hülle ein magnetisiertes und/ oder magnetisierbares Material aufweist. 25
12. Wirksystem-Anordnung, 30
aufweisend wenigstens zwei Wirksysteme nach einem der vorherstehenden Ansprüche, wobei die Wirkungen der wenigstens zwei Wirksysteme gleichzeitig für einen kumulierenden Effekt abrufbar sind oder die zeitlich kurz nacheinander für einen multiplen Effekt zündbar sind. 35
13. Flugkörper (303) aufweisend wenigstens ein Wirksystem (301) oder eine Wirksystem-Anordnung nach einem der vorherstehenden Ansprüche. 40
14. Verfahren (400) zur Skalierbarkeit einer erzeugten elektromagnetischen Wirkung im Ziel, aufweisend die Schritte: 45
50
Erzeugen einer elektromagnetischen Wirkung durch Detonation wenigstens einer Sprengladung in einem Wirksystem gemäß einem der vorherstehenden Ansprüche (401); und
Auslösen einer oder mehrerer Sprengladungen zeitgleich oder in kurzem zeitlichen Abstand hintereinander (402); 55
wobei die Detonation in Abhängigkeit eines vor-

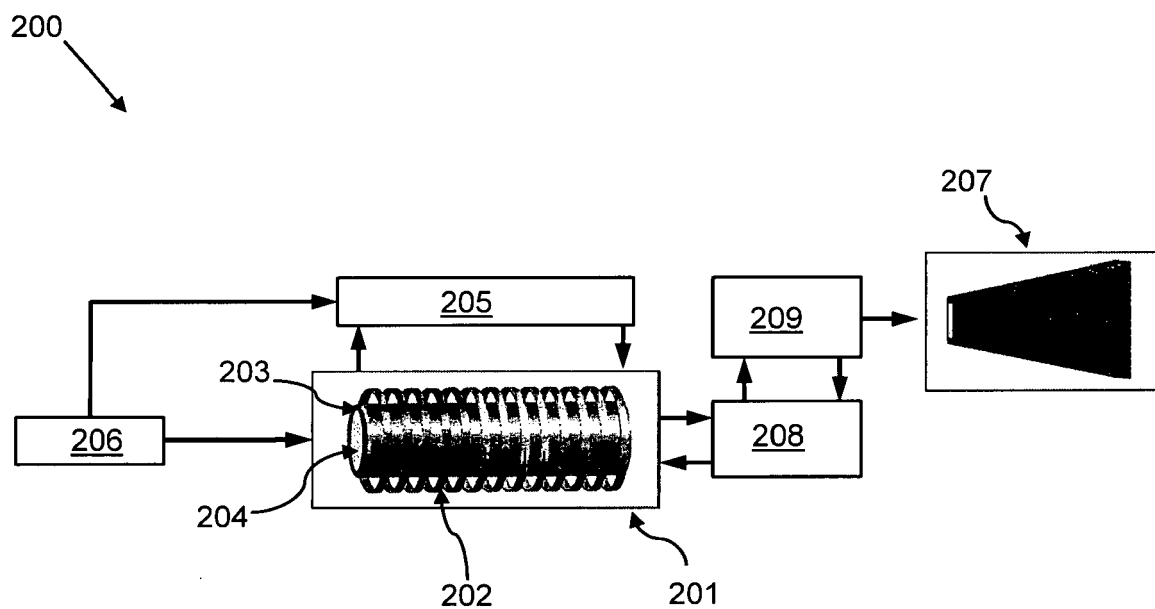
bestimmten Abstands des Wirksystems vom dem Ziel ausgelöst wird; und
wobei die Menge der wenigstens einen eingesetzten Sprengladung in Abhängigkeit des zu treffenden Ziels vorausgewählt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14,
wobei nachfolgend ein Salvenschuss mittels wenigstens eines Panzerabwehrflugkörpers und/ oder Multi-Rollen-Flugkörpers erfolgt.

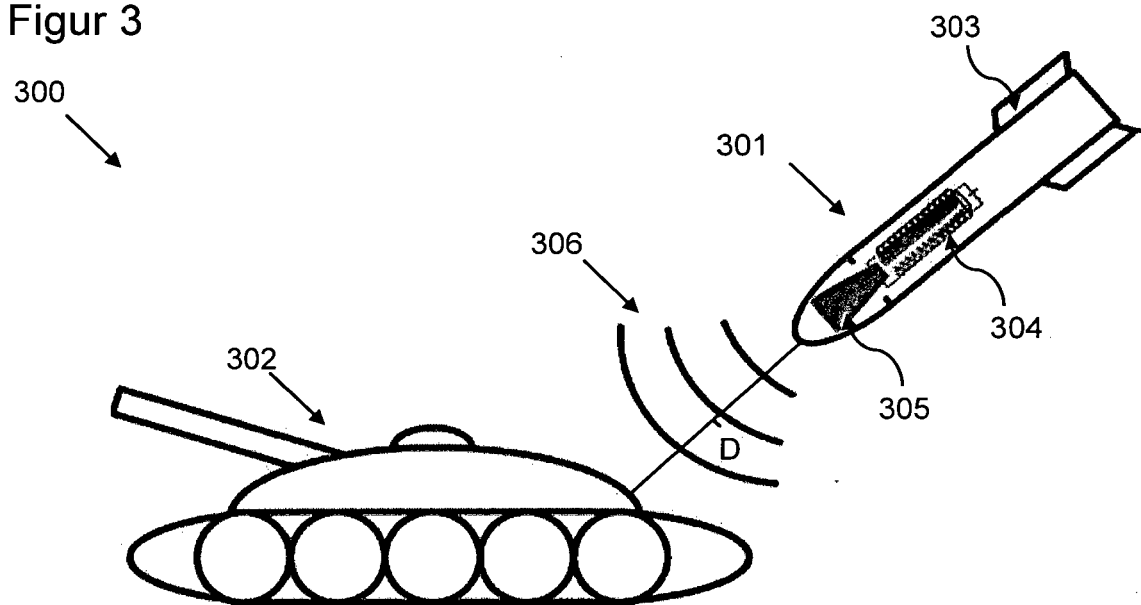
Figur 1



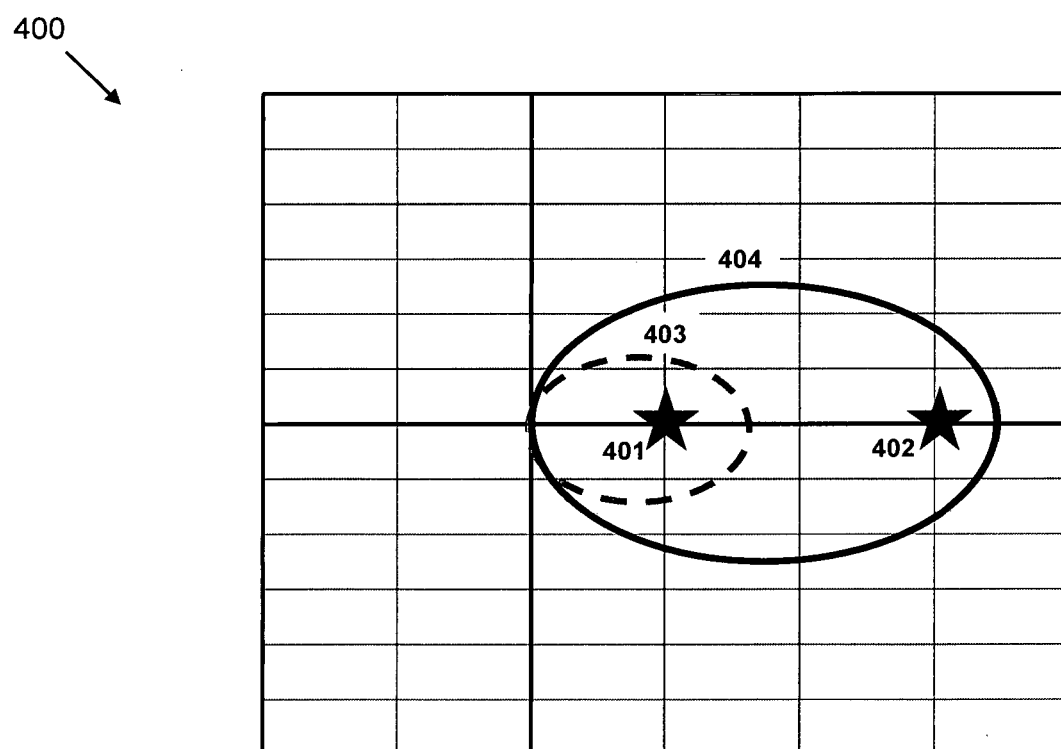
Figur 2



Figur 3

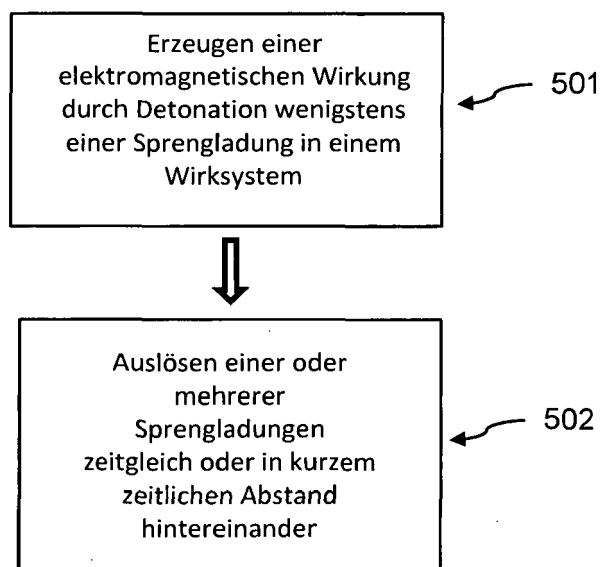


Figur 4



Figur 5

500





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 00 1096

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 195 28 112 C1 (DAIMLER BENZ AEROSPACE AG [DE]) 19. Dezember 1996 (1996-12-19)	1,12-14	INV. F41H13/00
A	* Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 24 - Zeile 55 * * Ansprüche 1,2 * * Abbildungen *	2-11,15	
X	DE 199 16 952 A1 (DIEHL STIFTUNG & CO [DE]) 17. Juli 2003 (2003-07-17)	1,12-14	
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0018] - Absatz [0021] * * Ansprüche *	2-11,15	
X	DE 35 28 338 C1 (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 28. Januar 1993 (1993-01-28)	1,12-14	
A	* Zusammenfassung * * Anspruch 1 * * Abbildungen *	2-11,15	
X	EP 1 189 492 A1 (RHEINMETALL W & M GMBH [DE]) 20. März 2002 (2002-03-20)	1,12-14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	* Zusammenfassung * * Absatz [0010] * * Abbildungen *	2-11,15	F41H
A	EP 2 472 215 A1 (THALES SA [FR]) 4. Juli 2012 (2012-07-04)	1-15	
	* Zusammenfassung * * Absatz [0041] - Absatz [0043] * * Abbildungen *		
A	EP 3 038 207 A1 (THALES SA [FR]) 29. Juni 2016 (2016-06-29)	1-15	
	* Zusammenfassung * * Absatz [0011] - Absatz [0015] * * Abbildungen *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. Dezember 2017	Prüfer Vermander, Wim
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 00 1096

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-12-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 19528112	C1	19-12-1996	DE 19528112 C1		19-12-1996
				EP 0757224 A1		05-02-1997
15	DE 19916952	A1	17-07-2003	DE 19916952 A1		17-07-2003
				FR 2846082 A1		23-04-2004
				GB 2449220 A		19-11-2008
				SE 523520 C2		27-04-2004
				US 6679179 B1		20-01-2004
20	DE 3528338	C1	28-01-1993	DE 3528338 C1		28-01-1993
				FR 2682467 A1		16-04-1993
				GB 2265972 A		13-10-1993
				US 5251550 A		12-10-1993
25	EP 1189492	A1	20-03-2002	DE 10044867 A1		21-03-2002
				EP 1189492 A1		20-03-2002
				US 2002035918 A1		28-03-2002
30	EP 2472215	A1	04-07-2012	EP 2472215 A1		04-07-2012
				FR 2970072 A1		06-07-2012
				US 2012212363 A1		23-08-2012
	EP 3038207	A1	29-06-2016	EP 3038207 A1		29-06-2016
				FR 3030904 A1		24-06-2016
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82