



(10) **DE 10 2017 123 398 B3** 2018.11.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 398.9**
(22) Anmeldetag: **09.10.2017**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.11.2018**

(51) Int Cl.: **G21F 3/00 (2006.01)**
G21F 1/00 (2006.01)
B64G 1/54 (2006.01)
H01L 23/552 (2006.01)
H01F 7/06 (2006.01)
H01F 3/00 (2006.01)
H01B 1/04 (2006.01)
H05K 9/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Airbus Defence and Space GmbH, 82024
Taufkirchen, DE**

(74) Vertreter:

**Elbpatent - Marschall & Partner PartGmbH, 22767
Hamburg, DE**

(72) Erfinder:

**Sebald, Johannes, 28199 Bremen, DE; Kesuma,
Hendra, 28199 Bremen, DE**

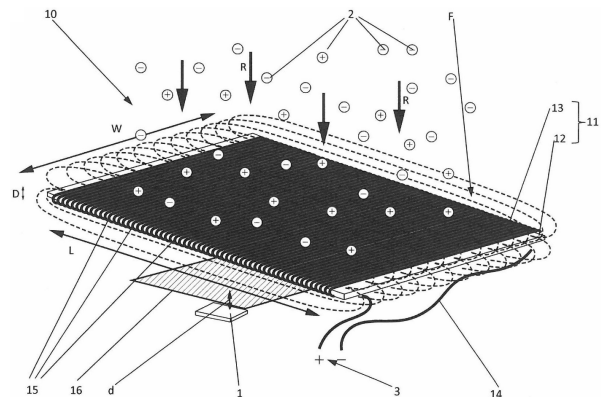
(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	8 405 057	B1
US	8 575 580	B1
US	2011 / 0 049 303	A1
US	2013 / 0 037 656	A1
US	2014 / 0 234 552	A1
US	2017 / 0 121 038	A1

(54) Bezeichnung: **Aktiver Schutz vor Strahlung**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine Vorrichtung (10) zum Schutz vor Strahlung. Die Vorrichtung umfasst einen Elektromagneten (11) mit einem Kern (12) und einer sich um den Kern windenden, an eine Spannungsquelle (3) anzuschließenden Spule (13). Die Spule ist dabei aus einem Nanokohlenstoffdraht (14) gebildet.

Offenbart ist ferner Verfahren zum Schutz vor Strahlung. Das Verfahren umfasst ein Überdecken mindestens eines Teils einer Oberfläche eines zu schützenden Bauteils mit einer Vorrichtung (10), die einen Elektromagneten (11) umfasst, dessen Spule (13) aus einem Nanokohlenstoffdraht (14) gebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Schutz vor Strahlung, insbesondere vor ionisierender, beispielsweise kosmischer Strahlung.

[0002] Im Allgemeinen werden zwei Gruppen von Strahlung unterschieden, nämlich ionisierende Strahlung einerseits und nicht-ionisierende Strahlung andererseits.

[0003] Während der Energiegehalt der ionisierenden Strahlung ausreicht, Elektronen aus den Schalen neutraler Atome zu entfernen und diese zu ionisieren (Beispiel: schwere Ionen), kann nicht-ionisierende Strahlung keine geladenen Atome (Ionen) erzeugen. Gleichwohl können die Atome durch nicht-ionisierende Strahlung zu Vibrations- und Translations-Bewegungen angeregt werden (Beispiel: Funkwellen, Mikrowellen, sichtbares Licht).

[0004] Die ionisierende Strahlung wird in die drei Strahlungstypen Alpha-Strahlung, Beta-Strahlung und Gamma-Strahlung eingeteilt:

[0005] Alpha-Strahlung besteht aus zweifach positiv geladenen Heliumkernen, die beim radioaktiven Zerfall schwerer Elemente freigesetzt werden. Beispiele für Alphastrahler sind Radium, Radon, Uran und Thorium. In Luft hat Alpha-Strahlung nur eine Reichweite im Zentimeterbereich, bei ausreichendem Abstand stellt sie somit für den Menschen keine Gefahr dar. Insbesondere ist Alpha-Strahlung normalerweise nicht in der Lage, menschliche Haut oder Kleidung zu durchdringen. Alphaemittierende Materialien können jedoch für den Menschen gefährlich sein, wenn sie durch Einatmen, Verschlucken oder durch offene Wunden aufgenommen werden. In diesem Fall kann nämlich Alpha-Strahlung im Körper lokal freigesetzt werden, was Wechselwirkungen mit dem jeweils umgebenden Gewebe zur Folge haben kann.

[0006] Beta-Strahlung ist eine aus Elektronen bestehende Strahlung, die bei Kernzerfallsprozessen (β - Zerfall) entsteht. Beispiele für Betastrahler sind Strontium-90, Kohlenstoff-14, Tritium und Schwefel-35. Beta-Strahlung hat in der Luft eine Reichweite im Meterbereich. Sie kann in die menschliche Haut bis auf die Keimschicht eindringen, in der neue Hautzellen entstehen. Kleidung bietet einen gewissen Schutz gegen Beta-Strahlung .

[0007] Gamma-Strahlung besteht aus sehr kurzwelliger, hochenergetischer elektromagnetischer Strahlung, die häufig zusammen mit der Emission von Alpha- und Beta-Strahlung während des radioaktiven Zerfalls von Atomen auftritt. Gamma-Strahlung hat in Luft eine Reichweite von mehreren Metern und kann mehrere Zentimeter in menschliches Gewebe

eindringen. Zur Abschirmung von Gamma-Strahlung werden je nach Material erhebliche Schichtdicken benötigt. Kleidung bietet wenig Abschirmung von dieser Strahlung.

[0008] Bekannte Vorrichtungen zur Strahlungsabschirmung können mehrere Schichten unterschiedlicher Materialien umfassen. Jedes Material ist dabei zur Abschirmung jeweils einer Strahlungsart besonders geeignet. Zur signifikanten Abschirmung von Alpha- Strahlung kann beispielsweise Papier mit einer Dicke von ca. 10 cm verwendet werden, für die Abschirmung von Beta-Strahlung etwa 3 cm dickes Holz. Selbst eine etwa 30 cm dicke Bleischicht genügt nicht, hochenergetische Gammastrahlung vollständig abzuschirmen.

[0009] Auch wenn theoretisch alle Materialien für den Strahlenschutz verwendet werden könnten, ergeben sich somit abhängig von Strahlungsart und Material zum Teil erhebliche erforderliche Schichtdicken. Blei wird allgemein wegen seiner Dichte, seiner hohen Ordnungszahl, hoher Stabilität, einfacher Herstellung-Verfahren, hoher Flexibilität in der Anwendung und seiner Verfügbarkeit eingesetzt.

[0010] Obwohl Blei viele Vorteile hat, erfordert seine durch die hohe Dichte ($11,34 \text{ g/cm}^3$) bedingte hohe Masse insbesondere bei Transport und Montage jedoch einen hohen Aufwand, beispielsweise in Bezug auf die aufzubringende Energie. Beispielsweise in der Raumfahrt, wo speziell Einwirkungen von Strahlung des Weltraums auf verschiedene Objekte vermieden werden müssen, ist dies besonders nachteilig, weil die Transportkapazität des Trägers begrenzt ist.

[0011] Die vorliegende Erfindung hat die Aufgabe, eine Technik bereitzustellen, die unter geringem Masseaufwand einen effektiven Strahlungsschutz ermöglicht.

[0012] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 10. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und der Figur offenbart.

[0013] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung dient dem Schutz (eines jeweiligen Objektes) vor Strahlung, insbesondere vor ionisierender Strahlung. Sie umfasst einen Elektromagneten mit einem Kern und einer um den Kern gewundenen, an eine Spannungsquelle anzuschließenden Spule. Diese ist dabei aus einem Nanokohlenstoffdraht gebildet. Insbesondere kann der Nanokohlenstoffdraht als (vorzugsweise einwandige) Kohlenstoffnanoröhre ausgebildet sein oder mindestens teilweise aus einem Garn, das aus Kohlenstoffnanoröhren gesponnen ist, bestehen.

[0014] Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient dem Schutz (eines jeweiligen Objektes) vor Strahlung. Es umfasst ein Überdecken mindestens eines Teils einer Oberfläche eines zu schützenden Objekts mit einer erfindungsgemäßen, gemäß einer der in dieser Schrift offenbarten Ausführungsformen ausgebildeten Vorrichtung. Das Verfahren kann insbesondere im Weltraum angewandt werden. Das zu schützende Objekt kann beispielsweise ein elektronisches Bauteil sein, insbesondere ein elektronisches Bauteil, das ein Element einer Weltraumanwendung ist, beispielsweise in einer Rakete oder in einer Raumstation.

[0015] Hochenergetisch geladene Teilchen wie Protonen, Deuteronen oder Alpha-Teilchen werden in magnetischen Feldern durch die Lorentzkraft in ihrer Geschwindigkeit und Richtung beeinflusst. Der Radius r der durch die Lorentzkraft erzwungenen Kreisbewegung der Teilchen ist von deren Ladung q , Geschwindigkeit v und Masse m sowie von der magnetischen Flussdichte B des jeweiligen Magnetfeldes ab-

hängig, genügt nämlich der Gleichung
$$r = \frac{mv}{qB}.$$

[0016] Für eine effiziente Abschirmung gegen die Teilchen ist ein möglichst kleiner Radius r erstrebenswert, was somit durch eine möglichst große Flussdichte B realisiert werden kann.

[0017] Nach dem Ampereschen Gesetz gilt nun für Elektromagneten, deren Spulendraht von Strom der Stärke I durchflossen wird, die Gleichung $B = \mu n I$. Dabei bezeichnet n die Windungszahl der Spule, und μ ist eine Permeabilitätskonstante des Kerns (der von dessen Material abhängt).

[0018] Um ein Magnetfeld mit möglichst großer Flussdichte B zu erzeugen, gilt es also, einen Elektromagneten zu verwenden, bei dem das Produkt μn besonders groß ist, der also aus einem Material mit möglichst großer Permeabilitätskonstante μ besteht und dessen Spule eine möglichst große Windungszahl n hat. Zudem ist die Verwendung eines Drahtes mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit und damit einem geringen Widerstand vorteilhaft, weil damit bei vorgegebener Spannung eine besonders große Stromstärke I erreicht wird.

[0019] Dies wird durch die erfindungsgemäße Verwendung eines Nanokohlenstoffdrahtes erreicht: Der kleine Durchmesser von Nanokohlenstoffdraht (vorzugsweise im Bereich von weniger als 10 nm) ermöglicht bei fester Spulengröße eine besonders hohe Windungszahl n . Zudem weist ein derartiger Draht bei einer Dichte von $0,03 \text{ g/cm}^3$ eine Leitfähigkeit von $1.000.000 \text{ S/m}$ ($= 10^6 \text{ S/m}$) auf (zum Vergleich hat beispielsweise Kupfer mit derselben Dichte lediglich eine Leitfähigkeit von 197.500 S/m). Die ballistische elektrische Leitfähigkeit von Nanokohlenstoffdraht ist vergleichbar mit Supraleitung. Insbesondere weist

der Nanokohlenstoffdraht bei Raumtemperatur vorzugsweise eine ballistische Leitfähigkeit auf.

[0020] Die vorliegende Erfindung bietet so einen effektiven und dauerhaften aktiven (d.h. über die Stromzufuhr einstellbaren) Schutzmechanismus gegen hochenergetische bewegte Ladungen, wie insbesondere Protonen, Deuteronen oder Alphateilchen. Aufgrund des enthaltenen Nanokohlenstoffdrahtes hat die Vorrichtung einen niedrigen Energiebedarf und kann zudem sehr dünn und leicht realisiert sein, was eine einfache Positionierung und einen geringen erforderlichen Energieaufwand beim Transport ermöglicht.

[0021] Das zu schützende Objekt kann insbesondere ein elektronisches Bauteil sein. Es kann beispielsweise einen Chip mit elektronischen Schaltungen umfassen. Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung können so Wechselwirkungen von Strahlung mit einem derartigen elektronischen Bauteil reduziert oder sogar verhindert werden.

[0022] Die Windungszahl der Spule beträgt vorzugsweise mindestens 10^{12} , bevorzugter mindestens $25 \cdot 10^{12}$.

[0023] Die Dicke der Spule, also ihre Abmessung in einer vorgesehenen Strahlungsrichtung, beträgt vorzugsweise höchstens 1mm, bevorzugter höchstens 5mm.

[0024] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist der Kern eine magnetische Permeabilität von mindestens 100.000, bevorzugter mindestens 150.000 auf. So kann eine besonders große Flussdichte durch den Elektromagneten realisiert werden.

[0025] Insbesondere vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei welcher der Kern mindestens teilweise aus Supermalloy, d.h. einer Legierung mit 70% Nickel, 16% Eisen und 5% Molybdän gebildet ist: Mit einem derartigen Material kann eine besonders hohe Permeabilitätszahl μ von mindestens 100.000 (oder sogar mindestens 500.000) bis 1.000.000 erzielt werden. Zudem kann ein solcher Kern besonders dünn ausgeführt werden, so dass die Vorrichtung gut zu handhaben ist. Insbesondere kann der Kern als flexible Folie ausgebildet und der Elektromagnet damit insgesamt biegsam gestaltet sein, was eine einfaches Abschirmen des zu schützenden Objekts in mehrere Richtungen ermöglicht.

[0026] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der vorliegenden Erfindung hat ein mit dem Nanokohlenstoffdraht umwickelter Abschnitt des Kerns eine Fläche von mindestens $0,25 \text{ cm}^2$ oder vorzugsweise mindestens $0,5 \text{ cm}^2$ und/oder eine Stärke, die höchstens 5 mm, bevorzugter höchstens 2 mm beträgt. Die Fläche kann insbesondere rechteckig mit Seitenab-

messungen W und L ausgebildet sein, wobei $L \geq W$ gilt und W daher hier als „Breite“ und L als „Länge“ bezeichnet wird. Vorteilhaft ist insbesondere eine Ausführungsvariante, bei der die Windungen des Nanokohlenstoffdrahtes jeweils (zumindest abschnittsweise, vorzugsweise überwiegend) in Richtung der Breite W verlaufen: Entlang der Länge $L \geq W$ können damit nebeneinander besonders viele Windungen angeordnet werden, so dass die Spule auch bei geringerer Dicke (d.h. Abmessung in vorgesehener Strahlungsrichtung), also ohne dass dafür eine Anzahl an Lagen übereinander geführter Windungen groß gewählt werden müsste, eine besonders große Windungszahl hat.

[0027] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante weist die Spule höchstens 500.000 Lagen übereinander gewickelter Windungen des Nanokohlenstoffdrahtes, bevorzugter sogar höchstens 100.000 Lagen auf. Die Spule und damit die Vorrichtung kann so besonders dünn realisiert werden.

[0028] Die Vorrichtung kann mindestens ein Mu-Metall zur Abschirmung eines zu schützenden Objekts gegen ein vom Elektromagneten erzeugtes Magnetfeld aufweisen; analog kann ein erfindungsgemäßes Verfahren ein Anordnen eines Mu-Metalls zwischen dem zu schützenden Objekt und dem Elektromagneten umfassen. So kann ein schädlicher Einfluss des starken Magnetfelds auf das Objekt verhindert oder zumindest reduziert werden. Das Mu-Metall kann vorzugsweise als Platte oder Folie ausgebildet sein. Ein Abstand d zwischen dem zu schützenden Objekt und dem Mu-Metall beträgt dabei vorzugsweise höchstens das 2-fache der Dicke des Elektromagneten (d.h. seiner Abmessung in vorgesehener Strahlungsrichtung, die vorzugsweise normal zur Oberfläche des Kerns verläuft) und/oder wenigstens die Hälfte einer derartigen Abmessung.

[0029] Gemäß einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird das zu schützende Objekt von mehreren Seiten durch eine oder mehrere erfindungsgemäße Vorrichtungen (nach einer in dieser Schrift offenbarten Ausführungsform) Vorrichtung abgeschirmt. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn das Objekt von mehreren Seiten einer Bestrahlung ausgesetzt ist, beispielsweise bei wenn sich das Objekt in einer Weltraumanwendung (z.B. einer Rakete oder einer Weltraumstation) befindet.

[0030] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Es versteht sich, dass einzelne Elemente und Komponenten auch anders kombiniert werden können als dargestellt.

[0031] Es zeigt schematisch:

Fig. 1: eine Vorrichtung gemäß einer exemplarischen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0032] Die **Fig. 1** zeigt schematisch (und nicht maßstabsgerecht) eine exemplarische erfindungsgemäße Vorrichtung **10**, die in der dargestellten Situation zum Schutz eines elektronischen Bauteils **1** vor Strahlung verwendet wird, insbesondere vor hochenergetischer bewegter Ladung **2** wie beispielsweise Alpha-Teilchen, Protonen und/oder Deuteronen, die sich in der angegebenen vorgesehenen Strahlungsrichtung R bewegen.

[0033] Die Vorrichtung **10** umfasst im vorliegenden Beispiel einen Elektromagneten **11** mit einem Kern **12** und einer um den Kern gewundenen Spule **13**. Diese ist aus einem Nanokohlenstoffdraht **14** gebildet, dessen Enden an eine Spannungsquelle **3** angeschlossen werden können. Bei Stromdurchfluss ergibt sich ein magnetisches Feld F , das - wie oben beschrieben - aufgrund der Lorentzkraft auf die bewegte Ladung **2** wirkt und so das Bauteil **1** vor dieser schützt.

[0034] Im gezeigten Beispiel ist der Kern **12** als Folie ausgebildet. Ein mit dem Nanokohlenstoffdraht **14** umwickelter Abschnitt ist rechteckig mit einer Breite W und einer Länge L , wobei $W \leq L$ gilt. Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform gilt für die Fläche des Abschnitts $LW \leq 0,5 \text{ cm}^2$ (oder sogar $LW \leq 0,25 \text{ cm}^2$) und/oder $LW \geq 0,1 \text{ cm}^2$ (oder sogar $LW \geq 0,05 \text{ cm}^2$).

[0035] Die Windungen **15** der Spule bzw. des Nanokohlenstoffdrahtes **14** verlaufen jeweils senkrecht zur Länge L (bzw. überwiegend in Richtung der Breite W). Da $W \leq L$ gilt, kann auf diese Weise eine besonders große Anzahl an nebeneinander angeordneten (also einer gemeinsamen Wicklungslage zugehörigen) Windungen erzeugt werden, so dass insgesamt eine große Windungszahl der Spule auch mit wenigen Wicklungslagen erzeugt werden kann. Die Spule kann so auch bei sehr geringer Dicke D (in Richtung R der vorgesehenen Strahlung) besonders effektiv ausgebildet werden; vorzugsweise gilt $D \leq 5 \text{ mm}$ oder sogar $D \leq 2 \text{ mm}$.

[0036] In der Figur ist schematisch lediglich eine einzige Wicklungslage dargestellt, die Spule kann jedoch mehrere derartige Lagen umfassen, vorzugsweise höchstens 100.000 Lagen oder höchstens 500.000 Lagen.

[0037] Insgesamt weist die Spule so eine Windungszahl auf, die vorzugsweise mindestens 10^{12} , bevorzugter mindestens $25 \cdot 10^{12}$ beträgt.

[0038] Die in der **Fig. 1** gezeigte Vorrichtung **10** weist weiterhin ein Mu-Metall **16** auf, das vorzugsweise als Blech oder Folie ausgebildet ist und zwischen dem Elektromagneten **11** und dem zu schützenden

Bauteil **1** angeordnet ist. Das Mu-Metall **15** schützt das Bauteil **1**, von dem es vorliegend einen Abstand d hat, vor Einflüssen des Magnetfeldes F des Elektromagneten **11**; das Magnetfeld F ist in der Figur durch gestrichelte Feldlinien veranschaulicht. Vorzugsweise gilt $d \geq D/2$, ist also der Abstand mindestens so groß wie die Hälfte der Dicke D des Elektromagneten (d.h. dessen Abmessung in Richtung R der vorgesehenen Strahlung) und/oder höchstens doppelt so groß wie die Dicke D .

[0039] Offenbart ist eine Vorrichtung **10** zum Schutz vor Strahlung. Die Vorrichtung umfasst einen Elektromagneten **11** mit einem Kern **12** und einer sich um den Kern windenden, an eine Spannungsquelle **3** anzuschließenden Spule **13**. Die Spule ist dabei aus einem Nanokohlenstoffdraht **14** gebildet.

[0040] Offenbart ist ferner Verfahren zum Schutz vor Strahlung. Das Verfahren umfasst ein Überdecken mindestens eines Teils einer Oberfläche eines zu schützenden Objekts mit einer Vorrichtung **10**, die einen Elektromagneten **11** umfasst, dessen Spule **13** aus einem Nanokohlenstoffdraht **14** gebildet ist.

Bezugszeichenliste

1	Bauteil
2	Ladung
3	Spannungsquelle
10	Vorrichtung zum Schutz vor Strahlung
11	Elektromagnet
12	Kern
13	Spule
14	Kohlenstoffnanodraht
15	Windung der Spule 13 bzw. des Kohlenstoffnanodrahtes 14
16	Mu-Metall
d	Abstand des Mu-Metalls 15 vom Bauteil 1
D	Dicke des Elektromagneten in der vorgesehenen Strahlungsrichtung R
F	Magnetfeld
L	Länge eines umwickelten Abschnitts des Kerns
R	vorgesehene Strahlungsrichtung
W	Breite eines umwickelten Abschnitts des Kerns

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Schutz vor Strahlung, wobei die Vorrichtung einen Elektromagneten (11) mit einem Kern (12) und einer um den Kern gewundenen, an eine Spannungsquelle (3) anzuschließenden Spule (13) umfasst, wobei die Spule aus einem Nanokohlenstoffdraht (14) gebildet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei ein mit dem Nanokohlenstoffdraht (14) umwickelter Abschnitt des Kerns eine Fläche von mindestens $0,25 \text{ cm}^2$ oder mindestens $0,5 \text{ cm}^2$ hat und/oder eine Stärke aufweist, die höchstens 5 mm, bevorzugter höchstens 2 mm beträgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Fläche im Wesentlichen rechteckig mit einer Breite (W) und einer Länge (L) ausgebildet ist, wobei die Breite höchstens so groß wie die Länge ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Nanokohlenstoffdraht (14) in jeder seiner Windungen (15) in Richtung der Breite (W) der Fläche verläuft.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kern (12) eine magnetische Permeabilität von mindestens 100.000, bevorzugter mindestens 150.000 aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kern (12) ganz oder teilweise aus Supermalloy gebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Windungszahl der Spule (13) mindestens 10^{12} , bevorzugter mindestens $25 \cdot 10^{12}$ beträgt.

8. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spule (13) eine Dicke (D) in Richtung einer vorgesehenen Strahlungsrichtung (R) aufweist, die höchstens 1mm, bevorzugter höchstens 5mm beträgt.

9. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung mindestens ein Mu-Metall (16) zur Abschirmung eines zu schützenden Objekts (1) umfasst.

10. Verfahren zum Schutz vor Strahlung, das ein Überdecken mindestens eines Teils einer Oberfläche eines zu schützenden Objekts mit einer Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei die Vorrichtung gemäß Anspruch 8 ausgebildet ist und das mindestens eine Mu-Metall (16) zwischen dem zu schützenden Objekt (1) und der Spule (11) angeordnet wird.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei je mindestens eine Vorrichtung (10)

gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 an mehreren Seiten des zu schützenden Objekts angeordnet wird.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das zu schützende Objekt ein elektronisches Bauteil (1) ist.

14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das zu schützende Objekt sich im Welt- raum befindet.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

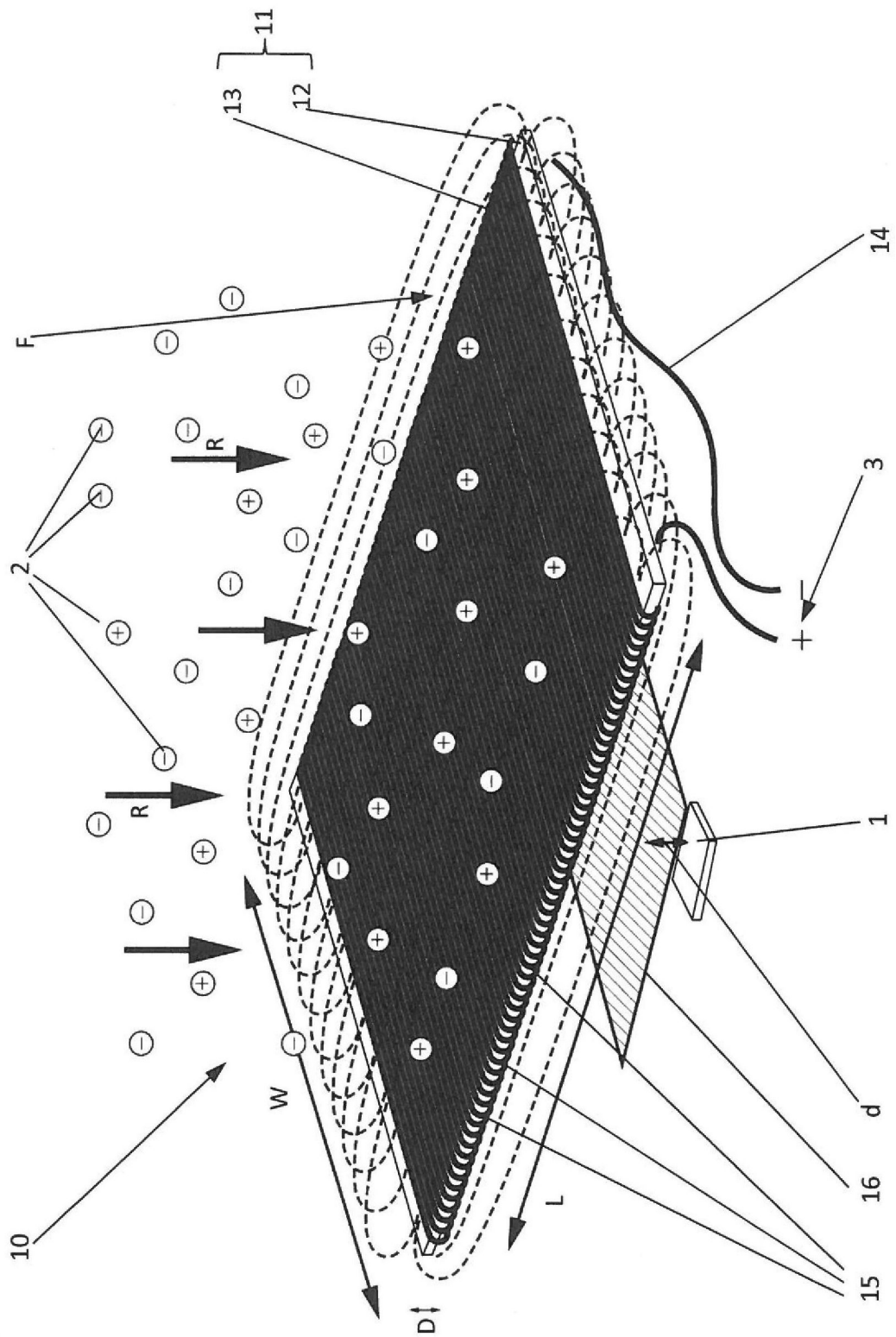


Fig 1: