



(10) **DE 10 2023 133 088 B3** 2024.12.05

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 133 088.8**  
(22) Anmeldetag: **27.11.2023**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **05.12.2024**

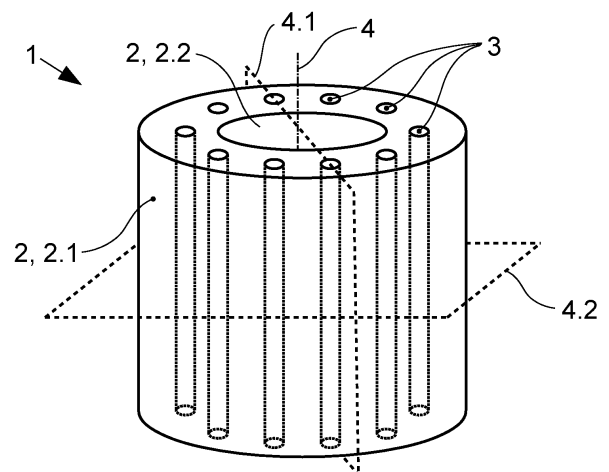
(51) Int Cl.: **G01S 7/03 (2006.01)**  
**H01Q 17/00 (2006.01)**  
**F41C 27/00 (2006.01)**  
**F41G 3/26 (2006.01)**  
**F41G 3/00 (2006.01)**

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: <b>Girlich, Dieter, 50935 Köln, DE; Mikrometal s.r.o., Praha, CZ</b>	(72) Erfinder: <b>Bastian, Raimund, Praha, CZ; Girlich, Dieter, Dr., 50935 Köln, DE</b>
(74) Vertreter: <b>KAUFMANN Patent- und Rechtsanwälte, 01309 Dresden, DE</b>	(56) Ermittelter Stand der Technik: <b>DE 10 2019 108 741 A1</b> <b>DE 23 12 065 A</b>

(54) Bezeichnung: **Rauschfilter für Radarmesssysteme, Radarmesssystem sowie Abschussvorrichtung mit Radarmesssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen passiv wirksamen Rauschfilter (1) für Radarmesssysteme zur Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses. Der Rauschfilter (1) umfasst einen drehsymmetrischen Hohlkörper (2), dessen Hohlkörperwandung (2.1) aus einem für Radiowellen durchlässigem Grundmaterial aufgebaut ist, wobei in der Hohlkörperwandung (2.1) stabförmige Abschirmein-sätze (3) eingelassen sind, die aus einem für Radiowellen undurchlässigem Abschirmmaterial bestehen. Das mit dem Rauschfilter (1) versehene Radarmesssystem eignet sich insbesondere als Anbaueinheit für Abschussvorrichtungen (6) zur Flugbahnüberwachung von Geschossen und Projektilen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Rauschfilter zur Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses für mittels elektromagnetischer Radiowellen arbeitender Radarmesssysteme. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Radarmesssystem mit einem derartigen Rauschfilter sowie eine Abschussvorrichtung mit dem Radarmesssystem. Der Rauschfilter dient zur Verbesserung der Empfangssensitivität von Radarmesssystemen beim Empfang elektromagnetischer Radiowellen, insbesondere im Wellenlängenbereich von 100 MHz bis circa 500 GHz.

**[0002]** Mess- bzw. Detektionsverfahren unter Verwendung elektromagnetischer Wellen besitzen den Vorteil, dass durch entsprechende Festlegung der Wellenlänge der verwendeten elektromagnetischen Wellen eine Sichtbarmachung der zu detektierenden bzw. zu untersuchenden Objekte unter unterschiedlichsten Bedingungen durchführbar ist. So ist zum Beispiel bei Sichtbehinderung durch Dämpfe im Bereich der sichtbaren Wellenlängen durch ein Ausweichen auf niederfrequente Wellen ein Durchdringen der Dämpfe ermöglicht.

**[0003]** Bekannt ist die Erfassung von (metallischen) Objekten mittels Radarwellen, das heißt elektromagnetischen Wellen im Radiobereich - bei zivilen wie bei militärischen Anwendungen. Die bekannten Radarmesssysteme emittieren Radiowellen, die an (bewegten) Objekten diffus, das heißt in alle Richtungen verteilt, reflektiert werden, und erfassen die von den Objekten reflektierten Radiowellen. Damit kann die Existenz, die Entfernung, die Richtung und die Geschwindigkeit der Objekte erfasst bzw. nachgewiesen werden. Infolge konstanter Geschwindigkeit und geradliniger Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen kann die Entfernung und die Geschwindigkeit solcher Objekte exakt gemessen werden. Durch die Wahl der Radiowellenlänge ist zudem eine Anpassung an die geometrischen Dimensionen des zu messenden Objekts möglich.

**[0004]** DE 23 12 065 A beschreibt einen Wellenleiter-Modenfilter, der zur Unterstützung der Ausbreitung von zirkularen, elektrischen Wellenmoden in einem Hohlzylinder, die Anbringung mehrerer in Längsrichtung angeordneter Widerstandsstreifen an der Innenfläche der Hohlleiterauskleidung zum Absorbieren der Energie unerwünschter Moden vorsieht.

**[0005]** Die Genauigkeit der Entfernungsmessung und damit der erfassten Geschwindigkeit ist im Wesentlichen vom Signal-Rausch-Verhältnis abhängig. Je weniger das empfangene Echosignal durch Störsignale (Rauschen) überlagert wird, desto genauer die Messung.

**[0006]** Bei kleinen Objekten, wie zum Beispiel bei Gewehrprojektilen, ist die effektive Rückstreuläche gering. Zudem wird die an dem zu messenden Objekt ankommende Sendeleistung in alle Richtungen reflektiert. Von dieser reflektierten Leistung wird von dem Radarmesssystem im Regelfall nur ein geringer Anteil empfangen.

**[0007]** Zudem ist die Auflösung des erfassten Abbildes - nicht zuletzt aufgrund der im Vergleich zu Lichtwellen deutlich längeren Wellenlänge der Radiowellen - begrenzt, sodass insbesondere bei größeren Messabständen Details der mittels Radiowellen detektierten Objekte kaum oder gar nicht sichtbar werden.

**[0008]** Auch beeinflusst die Leistung der emittierten Radiowellen das Signal-Rausch-Verhältnis und hierdurch die maximal mögliche Auflösung. Die Tendenz, Radiowellenemitter von Radarmesssystemen immer weiter zu miniaturisieren, führt zwangsläufig auch zu verringerter Emissionsleistung und damit zu einer verschlechterten Auflösung bzw. einem reduzierten Signal-Rausch-Verhältnis.

**[0009]** Vorzugsweise erfolgt die Rauchunterdrückung bzw. -filterung zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses passiv, das heißt ohne zusätzliche Energieversorgung bzw. ohne aufwendige Regelungskomponenten. Aus DE 10 2019 108 741 A1 ist eine Rauschunterdrückungsvorrichtung für elektromagnetische Messsysteme zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses in Form eines an einem Radiowellenemitter anbringbaren Hohlzylinders aus einem metallischen Schaum bekannt.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die oben genannten Nachteile, wie eine schlechte Auflösung der Abbilder von mittels langwelliger elektromagnetischer Wellen erfassten Objekte insbesondere bei Verwendung von Radiowellenemittern mit niedriger Sendeleistung, zu vermeiden, wobei ein verbesserter Rauschfilter für Radarmesssysteme bereit gestellt werden soll, der es ermöglicht, Radarmesssysteme, die auf der Basis elektromagnetischer Radiowellen - insbesondere im Wellenlängenbereich von 100 MHz bis 500 GHz - arbeiten, zu realisieren, wobei der Rauschfilter unter Verzicht auf elektronische Bauteile eine Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses sowie die räumliche Auflösung bei einer Messung ermöglichen soll.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch einen Rauschfilter mit den Merkmalen nach Patentanspruch 1 sowie ein Radarmesssystem mit den Merkmalen nach Patentanspruch 8 gelöst; zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen. Eine vorteilhafte Integration des Radarmesssystems

in eine Abschussvorrichtung ist in Patentanspruch 10 beschrieben.

**[0012]** Nach Maßgabe der Erfindung wird ein Rauschfilter für ein elektromagnetische Radiowellen emittierendes und das reflektierte Signal derselben erfassendes Radarmesssystem bereitgestellt, wobei der Rauschfilter einen Hohlkörper aufweist, der zu einer Hohlkörperachse des Hohlkörpers dreh-symmetrisch ausgebildet und entlang der Hohlkörperachse über eine axiale Gesamtlänge ausgedehnt ist. Der Hohlkörper des Rauschfilters besitzt einen entlang der Hohlkörperachse erstreckten, axial durchgängigen, von einer Hohlkörperwandung ummantelten Hohlraum.

**[0013]** Unter Drehsymmetrie wird vorliegend verstanden, dass Körper oder Anordnungen (hier zum Beispiel der Hohlkörper) bei Drehung um gewisse Winkel um eine Achse (hier die Hohlkörperachse) auf sich selbst abgebildet werden. Die Selbstabbildung bei Drehung um  $120^\circ$  wird beispielsweise als dreizählige Drehsymmetrie und die Selbstabbildung bei Drehung um  $60^\circ$  als sechszählige Drehsymmetrie bezeichnet. Die Sonderform der Drehsymmetrie, bei der eine Selbstabbildung bei Drehung um beliebige Winkel erfolgt, wird zur Unterscheidung vorliegend als Rotationssymmetrie bezeichnet.

**[0014]** Der Hohlkörper weist vorzugsweise die Form eines beidseitig offenen, geraden Hohlzylinders auf, wobei unter dem Begriff des Hohlzylinders jeder Formkörper verstanden wird, der eine zentral angeordnete Durchgangsöffnung besitzt. Die Grundfläche des Hohlzylinders kann eine beliebige Form aufweisen, bevorzugt ist sie jedoch rechteckig oder oval (einschließlich kreisförmig).

**[0015]** Ebenso kann die Querschnittsfläche des von der Hohlkörperwandung umschlossenen Hohlraums eine beliebige Form aufweisen, wobei die Form der Hohlraum-Querschnittsfläche entlang der Hohlkörperachse veränderlich sein kann, im Regelfall aber gleich bleibt.

**[0016]** Der Hohlkörper besitzt in seiner Ausbildung als Hohlzylinder bezüglich der Hohlkörperwandung und des Hohlraums bevorzugt eine entlang der Hohlkörperachse unveränderliche Querschnittsgeometrie. Er kann aber beispielsweise auch die geometrische Form eines Hohlkegel- oder Hohlpyramidenstumpfes aufweisen.

**[0017]** Der Rauschfilter weist ferner mehrere über die Gesamtlänge des Hohlkörpers erstreckte, in die Hohlkörperwandung eingelassene, jeweils gerade ausgebildete stabförmige Abschirmeinsätze auf. Jeder der Abschirmeinsätze verläuft bzw. liegt in einer die Hohlkörperachse beinhaltenden Axialebene des Hohlkörpers. Die Hohlkörperwandung

besitzt den Abschirmeinsätzen formentsprechende Einsatzdurchbrüche bzw. Einsatzausnehmungen, in die die Abschirmeinsätze eingesetzt sind. Sind die Abschirmeinsätze zum Beispiel als Rundstäbe ausgeführt, sind die Einsatzdurchbrüche dementsprechend angepasste Bohrungen. Im Regelfall besitzen die stabförmigen Abschirmeinsätze über ihre gesamte Erstreckung bzw. Stablänge eine gleichbleibende Querschnittsgeometrie.

**[0018]** Die Abschirmelemente sind erfindungsgemäß mit einer mindestens dreizähligen Drehsymmetrie zur Hohlkörperachse in der Hohlkörperwandung angeordnet. Die Anordnung der Abschirmelemente besitzt bezüglich der Hohlkörperachse vorzugsweise eine vier-, fünf- oder höherzählige Drehsymmetrie, insbesondere eine sechs- oder achtzählige Drehsymmetrie.

**[0019]** Die Hohlkörperwandung des Hohlkörpers ist erfindungsgemäß aus einem für elektromagnetische Radiowellen durchlässigen Grundmaterial aufgebaut; die Abschirmelemente sind dagegen jeweils aus einem für elektromagnetische Radiowellen undurchlässigen Abschirmmaterial gebildet. Das Grundmaterial ist vorzugsweise ein kompaktes Material bzw. ein Vollmaterial.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Radarmesssystem umfasst - in grundsätzlich bekannter Weise - einen Radiowellenemitter zur Emission der Radiowellen und einen Radiowellenempfänger zum Empfang der (reflektierten) Radiowellen. Der Radiowellenemitter und der Radiowellenempfänger können zum Beispiel in einem Radarmesssystem-Chip integriert sein. Der Rauschfilter ist, wie beispielsweise in DE 10 2019 108 741 A1 beschrieben, am Radarmesssystem-Chip angebracht, das heißt als Auf- oder Vorsatz vor dem Radiowellenempfänger installiert. Der Rauschfilter mit den beschriebenen Merkmalen ist also vor dem Radiowellenemitter (auch Radarwellenemitter) bzw. Radiowellenempfänger (auch Radarwellenempfänger) des Radarmesssystems in der Art angeordnet, dass die emittierten bzw. zu detektierenden Radiowellen durch den Hohlraum hindurch vom Radiowellenemitter bzw. zum Radiowellenempfänger laufen. Vorzugsweise ist die Hohlkörperachse hierbei parallel zu den vom Radiowellenemitter des Radarmesssystems emittierten elektromagnetischen Radiowellen ausgerichtet.

**[0021]** Die Wellenlänge der vom Radiowellenemitter emittierten Radiowellen liegt bevorzugt im Wellenlängenbereich von 100 MHz bis 500 GHz.

**[0022]** Der Radiowellenemitter des Radarmesssystems ist vorzugsweise zur Emission elektromagnetischer Radiowellen mit einer vorgegebenen Radiowellenlänge ausgebildet. Die Anordnung der Abschirmelemente ist in geeigneter Weise auf diese

vorgegebene Radiowellenlänge abgestimmt. Hierzu sind die Abschirmelemente im Hohlkörper des Rauschfilters zum Beispiel so angeordnet, dass in jeder senkrecht zur Hohlkörperachse liegenden Radialebene des Hohlkörpers jedes der Abschirmelemente zu seinem jeweils benachbart angeordneten Abschirmelement einen Abstand aufweist, der im Bereich von 50 %  $\pm$  10 % der vorgegebenen Radiowellenlänge liegt.

**[0023]** Insbesondere kann das Radarmesssystem einen Radarmesssystem-Chip in Form eines Halbleiterchips umfassen bzw. als ein solcher Halbleiterchip ausgebildet sein, wobei die Fläche des Halbleiterchips vorzugsweise 100 Quadratzentimeter nicht übersteigt.

**[0024]** Es hat sich gezeigt, dass der als durchbrochener, symmetrischer Hohlkörper aufgebaute Rauschfilter, wenn er vor dem Radiowellenemitter bzw. Radiowellenempfänger des Radarmesssystems angeordnet ist, das Signal-Rausch-Verhältnis signifikant verbessern und die Auflösung des mit dem Radarmesssystem erfassten Bildes um Größenordnungen verbessern kann.

**[0025]** Die symmetrische Anordnung der um den Hohlraum platzierten stabförmigen Abschirmelemente fungiert als käfigartige, seitliche Einhausung des Radiowellenemitters bzw. des Radiowellenempfängers. Es wird insofern das Rauschen durch seitliche, einfallende Streuwellen gedämpft. Die erfindungsgemäße Ausrichtung der stabförmigen Abschirmelemente lässt die Radiowellen, die in Richtung der Hohlraumachse ausgerichtet sind, das heißt die Radiowellen, die die primären Signalträger sind, bevorzugt zum Radiowellenempfänger durchtreten.

**[0026]** Zu den Vorteilen des erfindungsgemäßen Rauschfilters zählen bei bestimmungsgemäßem Einsatz im Radarmesssystem der einfache, kompakte Aufbau, die Realisierbarkeit geringer Bauteilgrößen sowie der Verzicht auf fehleranfällige, stromverbrauchende elektronische Bauteile.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Radarmesssystem ist unter anderem verwendbar beim Fügen von Werkstücken oder bei der Reparatur von Stahlkonstruktionen mittels Schweißens. Das Radarmesssystem erlaubt ein Erfassen von Kanten der Werkstücke bzw. des zu verschweißenden Spaltes, eine Bestimmung der Größe und/oder der Lage des Spaltes sowie ein Erfassen der Positionierung und Ausrichtung der zu fügenden Werkstücke im Raum bzw. zueinander. Da sich beim Schweißen oftmals Rauchgase entwickeln, ist mittels des Radarmesssystems eine zuverlässige Erfassung der vorgenannten Größen durch die Rauchgase hindurch ermöglicht. Ebenso ist es beim Unterwasserschweißen einsetz-

bar, wenn die Sicht durch trübes Wasser oder Dampfbildung behindert ist.

**[0028]** Ein weiterer zweckmäßiger Einsatzbereich des Radarmesssystems ist die Flugbahnüberwachung von Geschossen oder Projektilen, wobei Parameter, wie zum Beispiel Entfernung, Richtung und Geschwindigkeit der Geschosse oder Projektile, mittels des Radarmesssystems erfassbar sind.

**[0029]** Erfindungsgemäß wird demnach eine einen Lauf zum Abschuss von Geschossen oder Projektilen aufweisende Abschussvorrichtung bereitgestellt, die das beschriebene Radarmesssystem umfasst, wobei die Hohlkörperachse des Hohlkörpers des Rauschfilters vorzugsweise parallel zum Lauf der Abschussvorrichtung ausgerichtet ist. Das Radarmesssystem kann zum Beispiel am Schaft oder an Zieloptiken einer als Gewehr ausgebildeten Abschussvorrichtung angebracht sein. Auch die Installation des Radarmesssystems mit einem koaxial an der Mündung des Laufs angeordneten Hohlkörpers des Rauschfilters ist möglich. Durch Integration des Radarmesssystems in die Abschussvorrichtung für Geschosse oder Projektile kann durch die verbesserte Parametererfassung die Zielgenauigkeit - zum Beispiel durch Nachjustierung - erhöht werden. So sind die erfassten Informationen insbesondere im Sportschützenbereich zur Optimierung der Schießleistung beim Schießtraining nutzbar.

**[0030]** Gemäß einer bevorzugten Ausführung des Rauschfilters ist das Grundmaterial der Hohlkörperwandung ein nicht metallisches Material, zum Beispiel ein Kunststoff oder ein keramisches Material.

**[0031]** Das Abschirmmaterial, aus dem die Abschirmelemente gebildet sind, ist vorzugsweise ein metallisches Material, zum Beispiel ein Aluminium-, ein Kupfer- oder ein Eisenwerkstoff.

**[0032]** Die Abschirmelemente können beispielsweise aus einem drahtförmigen Abschirmmaterial bestehen, das heißt, die Abschirmelemente sind als Drähte aus kompaktem Material ausgebildet.

**[0033]** Alternativ kann das Abschirmmaterial ein pulverförmiges Material sein, das in den Einsatzdurchbrüchen bzw. Einsatzausnehmungen der Hohlkörperwandung eingebracht und hierin fixiert ist. In ähnlicher Weise kann das Abschirmmaterial ein pulverbasiertes Material, zum Beispiel ein Sinterwerkstoff, sein. Pulverförmige und pulverbasierte Werkstoffe bieten aufgrund der höheren inneren Oberfläche eine verbesserte Filterwirkung.

**[0034]** Ferner kann vorgesehen sein, dass die Abschirmelemente innerhalb ihrer Gesamtheit oder innerhalb jeder von mehreren Teilmengen in einer

senkrecht zur Hohlkörperachse liegenden Radialebene des Hohlkörpers jeweils die gleiche Querschnittsgeometrie aufweisen. Einerseits können also alle Abschirmelemente, das heißt die Gesamtheit der Abschirmelemente, die gleiche Querschnittsgeometrie aufweisen. Andererseits bzw. alternativ können die Abschirmelemente in Teilmengen unterteilt sein, wobei nur innerhalb der Teilmenge die gleiche Querschnittsgeometrie in einer senkrecht zur Hohlkörperachse liegenden Radialebene des Hohlkörpers vorliegt; die Querschnittsgeometrie der Abschirmelemente aus unterschiedlichen Teilmengen kann sich dagegen unterscheiden. Auf diese Weise ist es zum Beispiel möglich, bestimmte besonders filterwirksame symmetrische Anordnungsmuster der Abschirmelemente in der Hohlkörperwandung zu realisieren.

**[0035]** Gemäß vorstehend beschriebener Ausgestaltung können die Abschirmelemente mit gleicher Querschnittsgeometrie zudem in jeder senkrecht zur Hohlkörperachse liegenden Radialebene des Hohlkörpers auf einem konzentrisch zur Hohlkörperachse liegenden Kreis gleichmäßig beabstandet zueinander angeordnet sein. Hierdurch wird im Regelfall ein drehsymmetrischer Stabkäfig ausgebildet, im einfachsten Fall mit einer zur Hohlkörperachse koaxialen Anordnung der stabförmigen Abschirmelemente.

**[0036]** Die Erfindung ist nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die schematischen Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche oder ähnliche Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen sind; dazu zeigen:

**Fig. 1:** eine erste Ausführung des Rauschfilters in perspektivischer Ansicht,

**Fig. 2:** eine zweite Ausführung des Rauschfilters in perspektivischer Ansicht,

**Fig. 3:** eine dritte Ausführung des Rauschfilters in perspektivischer Ansicht,

**Fig. 4:** das Radarmesssystem mit einer vierten Ausführung des Rauschfilters in perspektivischer Ansicht,

**Fig. 5:** ein Jagdgewehr mit möglichen Installationspositionen des Radarmesssystems im Längsprofil, und

**Fig. 6:** einen Sportschützen beim Training mit einem das Radarmesssystem umfassenden Kleinkalibergewehr in perspektivischer Ansicht.

**[0037]** Der Rauschfilter 1 gemäß **Fig. 1** besitzt einen als einen beidseitig offenen, geraden Hohlkreiszyylinder ausgebildeten Hohlkörper 2 mit der den inneren Hohlraum 2.2 umschließenden, aus einem Kunststoff bestehenden Hohlkörperwandung 2.1. In die Hohlkörperwandung 2.1 sind acht Kreiszyliner-

stabförmige, metallische Abschirmeinsätze 3 eingelassen. Jeder der Abschirmeinsätze 3 verläuft in Längsrichtung in einer die Hohlkörperachse 4 beinhaltenden Axialebene 4.1 des Hohlkörpers 2. Die stabförmigen Abschirmeinsätze 3 gemäß der ersten Ausführung des Rauschfilters 1 nach **Fig. 1** sind parallel zur Hohlkörperachse 4 ausgerichtet. Zudem sind die Abschirmeinsätze 3, die alle die gleiche Querschnittsgeometrie aufweisen, in jeder senkrecht zur Hohlkörperachse 4 liegenden Radialebene 4.2 auf einem konzentrisch zur Hohlkörperachse 4 liegenden Kreis gleichmäßig beabstandet zueinander angeordnet. Diese Anordnung der Abschirmeinsätze 3 gemäß **Fig. 1** besitzt bezüglich der Hohlkörperachse 4 mithin eine achtsymmetrische Drehsymmetrie. Zur Veranschaulichung der Lage bzw. Ausrichtung der Axialebenen 4.1 und der Radialebenen 4.2 des Hohlkörpers 2 sind in **Fig. 1** beispielhaft eine Axialebene 4.1 und eine Radialebene 4.2 des Hohlkörpers 2 gezeigt; die Abschirmeinsätze 3 sind zum besseren Verständnis teilweise mit verdeckten Kanten dargestellt.

**[0038]** Die zweite Ausführung des Rauschfilters 1 gemäß **Fig. 2** besitzt ebenfalls einen als einen beidseitig offenen, geraden Hohlkreiszyylinder ausgebildeten Hohlkörper 2. Er umfasst 18 stabförmige Abschirmeinsätze 3, die aus zwei Teilmengen mit jeweils unterschiedlicher Querschnittsgeometrie bestehen. Die Abschirmeinsätze 3 sind parallel zur Hohlkörperachse 4 in einer sechszähligen Drehsymmetrie bezüglich der Hohlkörperachse 4 angeordnet. Die querschnittsgrößereren Abschirmeinsätze 3 sind in jeder der senkrecht zur Hohlkörperachse 4 liegenden Radialebene 4.2 auf einem konzentrisch zur Hohlkörperachse 4 liegenden Kreis gleichmäßig beabstandet zueinander angeordnet. Zwischen zwei querschnittsgrößereren Abschirmeinsätzen 3 sind jeweils zwei querschnittskleinere Abschirmeinsätze 3 angeordnet, wobei diese zwei jeweils zwischen zwei benachbarten querschnittsgrößereren Abschirmeinsätzen 3 liegenden querschnittskleinere Abschirmeinsätze 3 in einer Axialebene 4.1 verlaufen. In den Radialebenen 4.2 liegen die querschnittskleinere Abschirmeinsätze 3 auf zwei konzentrischen Kreisen.

**[0039]** Die dritte Ausführung des Rauschfilters 1 gemäß **Fig. 3** entspricht bezüglich der Abschirmeinsätze 3 bzw. deren Anordnung der ersten Ausführung gemäß **Fig. 1**, besitzt jedoch im Unterschied zur ersten Ausführung einen in der Außenkontur quaderförmigen Hohlkörper 2 mit einem kreiszylinderförmigen Hohlraum 2.2.

**[0040]** Der Rauschfilter 1 gemäß der vierten Ausführung nach **Fig. 4** besitzt einen als einen beidseitig offenen, geraden Hohlkegelstumpf ausgebildeten Hohlkörper 2. Die stabförmigen Abschirmeinsätze 3 sind wiederum jeweils in einer die Hohlkörperachse 4

beinhaltenden Axialebene 4.1 des Hohlkörper 2 angeordnet; sie folgen den Mantellinien des Hohlkegelstumpfes, wobei sie in etwa wanddickenmittig in der Hohlkörperwandung 2.1 verlaufen.

[0041] Ferner zeigt Fig. 4 den Rauschfilter 1 gemäß der vierten Ausführung als Teil des erfindungsgemäßen Radarmesssystems: Der Rauschfilter 1 mit dem konisch ausgebildeten Hohlkörper 2 ist auf dem Radarmesssystem-Chip 5, der den Radiowellenemitter und den Radiowellenempfänger beinhaltet, so angebracht, dass die vom Radiowellenemitter emittierten Radiowellen parallel zur Hohlkörperachse 4 durch den Hohlraum 2.2 des Hohlkörper 2 verlaufen.

[0042] Die Fig. 5 zeigt anhand der Ausführung der Abschussvorrichtung 6 in Form eines Jagdgewehrs zwei mögliche Positionen zum Anbringen des Radarmesssystems, nämlich einerseits eine Position im Mündungsbereich des Laufs 6.1 und andererseits eine Position an der Zieloptik des Jagdgewehrs.

[0043] Eine weitere Anbringposition des Radarmesssystems veranschaulicht die Fig. 6, in der ein Sportschütze mit einer Abschussvorrichtung 6 in Form eines Kleinkalibergewehrs beim Schießtraining dargestellt ist. Das Radarmesssystem ist hier am Vorderschaft des Kleinkalibergewehrs befestigt. Mittels des Radarmesssystems ist es möglich, die Parameter des mittels des Kleinkalibergewehrs abgeschossenen Projektils zur erfassen. Auf Basis der genauen Kenntnisse der Projektilparameter kann die Schießleistung von Athleten gezielt optimiert werden.

#### Bezugszeichenliste

1	Rauschfilter
2	Hohlkörper
2.1	Hohlkörperwandung
2.2	Hohlraum
3	Abschirmeinsatz
4	Hohlkörperachse
4.1	Axialebene des Hohlkörpers
4.2	Radialebene des Hohlkörpers
5	Radarmesssystem-Chip
6	Abschussvorrichtung
6.1	Lauf

#### Patentansprüche

1. Rauschfilter (1) für ein mittels elektromagnetischer Radiowellen arbeitendes Radarmesssystem, der einen Hohlkörper (2) aufweist, der zu einer Hohlkörperachse (4) des Hohlkörpers (2) drehsymmet-

risch ausgebildet und entlang der Hohlkörperachse (4) über eine axiale Gesamtlänge ausgedehnt ist, wobei der Hohlkörper (2) einen entlang der Hohlkörperachse (4) erstreckten, axial durchgängigen, von einer Hohlkörperwandung (2.1) ummantelten Hohlraum (2.2) aufweist, und wobei die Hohlkörperwandung (2.1) aus einem für elektromagnetische Radiowellen durchlässigen Grundmaterial aufgebaut ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rauschfilter (1) mehrere über die Gesamtlänge des Hohlkörpers (2) erstreckte, in die Hohlkörperwandung (2.1) eingelassene, jeweils gerade ausgebildete stabförmige Abschirmeinsätze (3) aufweist, die jeweils aus einem für elektromagnetische Radiowellen undurchlässigen Abschirmmaterial gebildet sind, wobei jeder der Abschirmeinsätze (3) in einer die Hohlkörperachse (4) beinhalten Axialebene (4.1) des Hohlkörpers (2) verläuft, und wobei die Abschirmelemente (3) mit einer mindestens dreizähligen Drehsymmetrie zur Hohlkörperachse (4) in der Hohlkörperwandung (2.1) angeordnet sind.

2. Rauschfilter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Grundmaterial der Hohlkörperwandung (2.1) ein nicht metallisches Material ist.

3. Rauschfilter (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abschirmmaterial, aus dem die Abschirmelemente (3) gebildet sind, ein metallisches Material ist.

4. Rauschfilter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschirmelemente (3) aus einem drahtförmigen, aus einem pulverförmigen oder aus einem pulverbasierten Abschirmmaterial gebildet sind.

5. Rauschfilter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hohlkörper (2) ein gerader Hohlzylinder ist.

6. Rauschfilter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschirmelemente (3) innerhalb ihrer Gesamtheit oder innerhalb jeder von mehreren Teilmengen in einer senkrecht zur Hohlkörperachse (4) liegenden Radialebene (4.2) des Hohlkörpers (2) jeweils die gleiche Querschnittsgeometrie aufweisen.

7. Rauschfilter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschirmelemente (3) mit gleicher Querschnittsgeometrie in jeder senkrecht zur Hohlkörperachse (4) liegenden Radialebene (4.2) des Hohlkörpers (2) auf einem konzentrisch zur Hohlkörperachse (4) liegenden Kreis, gleichmäßig beabstandet zueinander angeordnet sind.

8. Radarmesssystem, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Rauschfilter (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist, wobei die Hohlkörperachse (4) parallel zu den von einem Radiowellene-mitter des Radarmesssystems emittierten elektro-magnetischen Radiowellen ausgerichtet ist.

9. Radarmesssystem nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Radiowellene-mitter des Radarmesssystems zur Emission elektro-magnetischer Radiowellen mit einer vorgegebenen Radiowellenlänge ( $\lambda$ ) ausgebildet ist, wobei die die Abschirmelemente (3) im Hohlkörper (2) des Rauschfilters (1) so angeordnet sind, dass in jeder senkrecht zur Hohlkörperachse (4) liegenden Radialebene (4.2) des Hohlkörpers (2) jedes der Abschirmelemente (3) zu seinem jeweils benachbart angeordneten Abschirmelement (3) einen Abstand aufweist, der im Bereich von 40 % bis 60 % der Radiowellenlänge liegt.

10. Abschussvorrichtung (6), aufweisend einen Lauf (6.1) zum Abschuss von Geschossen oder Pro-jektilen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschussvorrichtung (6) ein Radarmesssystem nach Anspruch 8 oder 9 umfasst, wobei die Hohlkör-perachse (4) parallel zum Lauf (6.1) der Abschuss-vorrichtung (6) ausgerichtet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

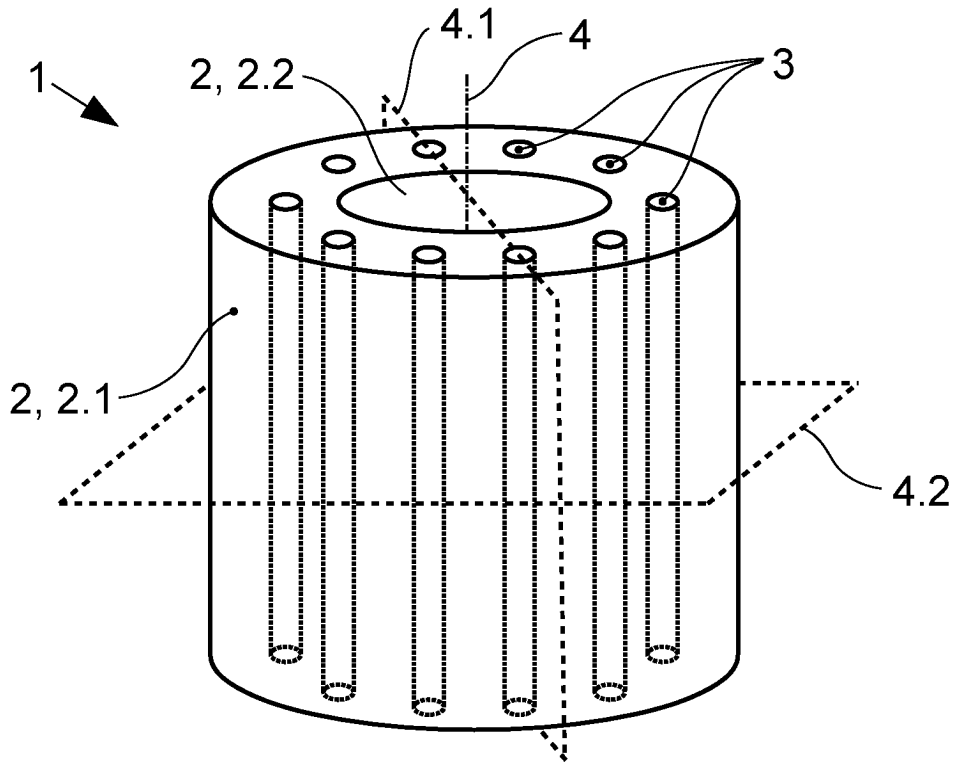


FIG. 1

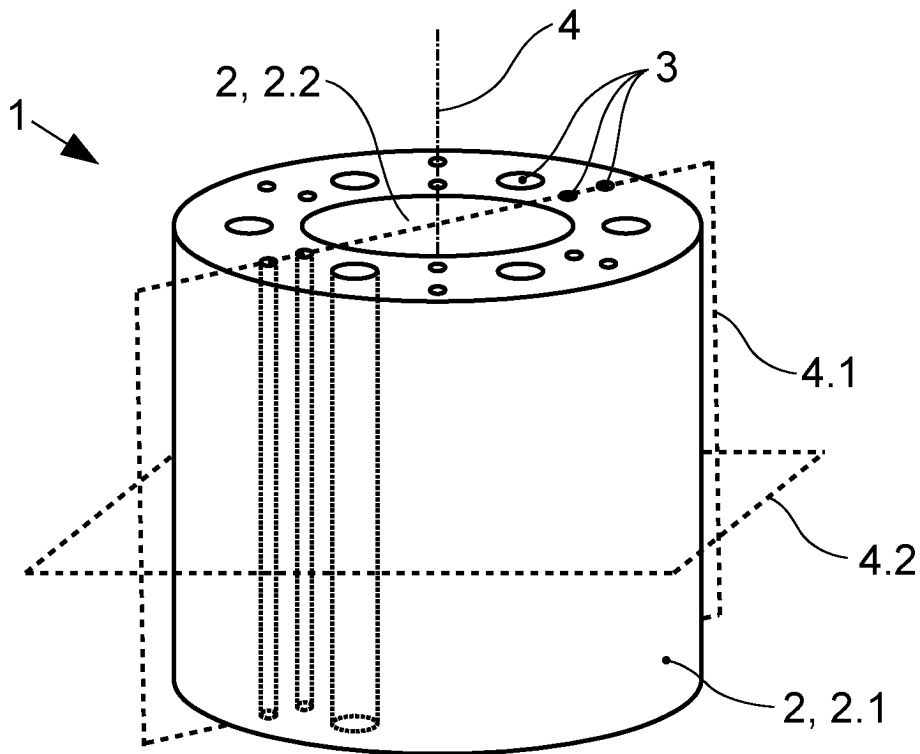
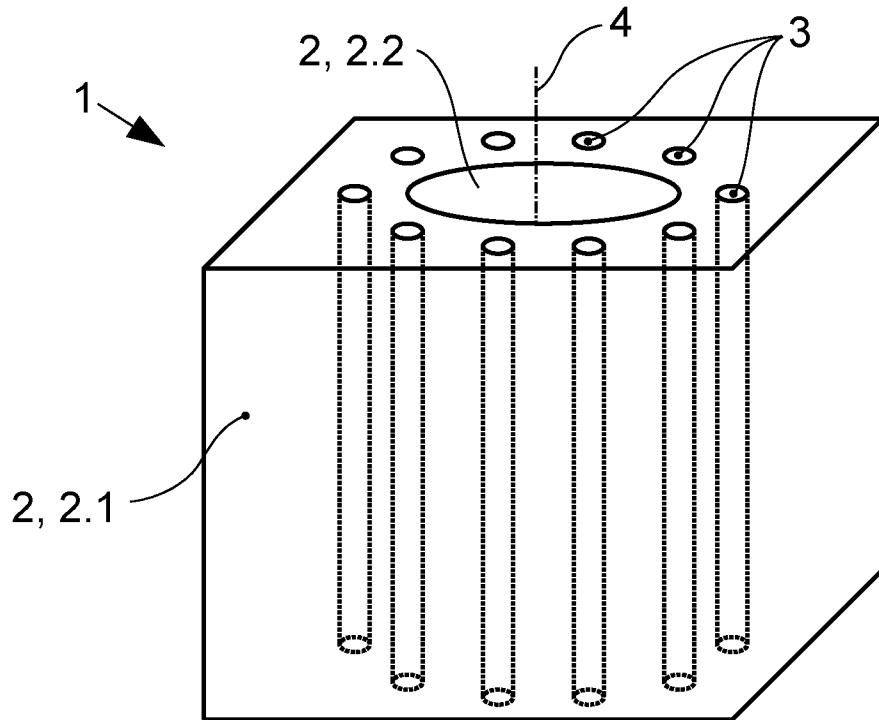
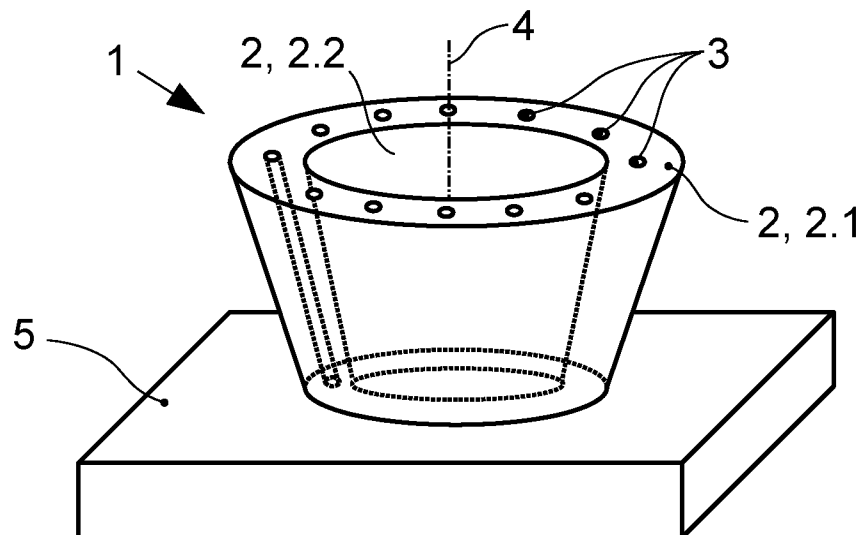


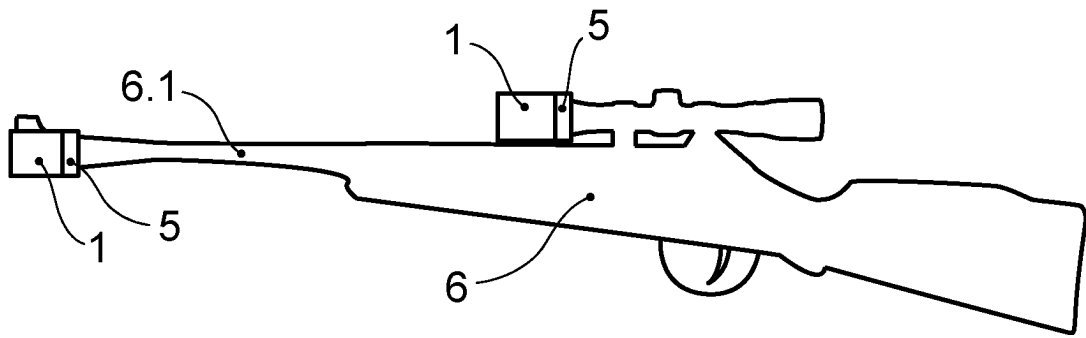
FIG. 2



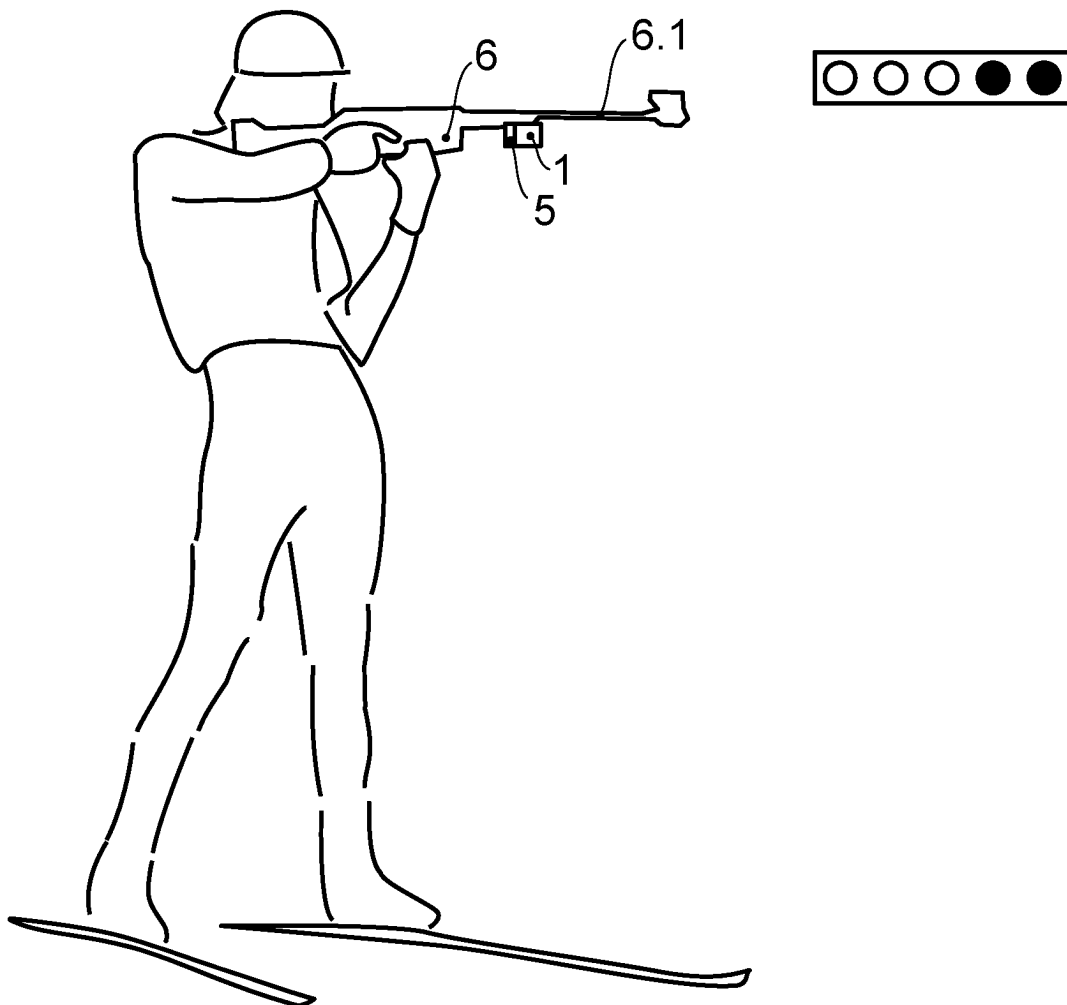
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**