



(11)

EP 3 591 331 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
20.01.2021 Patentblatt 2021/03

(51) Int Cl.:
F42B 12/06 ^(2006.01) **F42B 12/08** ^(2006.01)
F42B 12/20 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19178715.9**

(22) Anmeldetag: **06.06.2019**

(54) **PENETRATOR**

PENETRATOR

PÉNÉTRATEUR

(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**

(30) Priorität: **06.07.2018 DE 102018005405**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.01.2020 Patentblatt 2020/02

(73) Patentinhaber: **TDW Gesellschaft für
verteidigungstechnische
Wirksysteme mbH
86529 Schrobenhausen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Breiner, Jakob
86529 Schrobenhausen (DE)**

- **Baur, Martin
86554 Handzell (DE)**
- **Graswald, Markus
85276 Paffenhofen (DE)**

(74) Vertreter: **Isarpatent
Patent- und Rechtsanwälte Behnisch Barth
Charles
Hassa Peckmann & Partner mbB
Friedrichstrasse 31
80801 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2013/150511 DE-A1-102011 013 261
US-A- 3 002 453**

EP 3 591 331 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Penetrator. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere einen Penetrator für einen überschallfähigen Flugkörper wie einen Lenkflugkörper, eine gelenkte oder ungelenkte Rakete, und/oder ein (ballistisches) Geschoss oder dergleichen zur Einwirkung auf Ziele aus ultrahochfestem Zielmaterial.

[0002] In den letzten Jahren ist die Leistungsfähigkeit von Panzerungen aus Beton, Stahlbeton, Stahlfaserbeton oder anderen bewehrten Materialien immer weiter erhöht worden. Ein derartiges Material stellt beispielsweise Ultrahochleistungsbeton (englisch: "Ultra High Performance Concrete", UHPC) dar, ein Werkstoff mit duktilem Verhalten, welcher sich durch besonders hohe Dichtigkeit, Festigkeit und Schlagzähigkeit auszeichnet. Hierbei werden Stahlfasern als hochfeste Bestandteile beigemischt, wodurch eine stark erhöhte Druckfestigkeit des Betons von bis zu 200 MPa erreicht werden kann. Ebenfalls beigemischte Polypropylenfasern verbessern zusätzlich den Brandwiderstand und verhindern, dass der UHPC bei einer Brandbeaufschlagung aufgrund eines sehr hohen Dampfdrucks schlagartig versagt.

[0003] Um Panzerungen aus derartigen Materialien wirksam zu durchbrechen, werden unter anderem Penetratoren mit sehr hohen Aufprallgeschwindigkeiten vorgeschlagen. Die hierdurch auftretenden hohen Einschlagskräfte bedingen jedoch, dass die inneren Komponenten des Penetrators einschließlich der elektronischen Elemente und insbesondere der Wirkladung gegenüber den extrem hohen mechanischen Stoßlasten geschützt werden. Davon unabhängig werden generell höhere Anforderungen an die mechanische Widerstandsfähigkeit des Penetrators und insbesondere an dessen Gehäuse gestellt, damit dieser das Zielmaterial ohne frühzeitiges Strukturversagen möglichst vollständig durchschlagen kann. Zudem kann die hohe Druckfestigkeit derartiger Betonmaterialien das Querschlägerisiko bei schrägem Auftreffen erhöhen.

[0004] Die Druckschriften WO 2013/150511 A1, US 4,488,487 A und DE 40 33 754 A1 beschreiben Geschosse mit meißelartigen Elementen im Bereich einer Geschosspitze.

[0005] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, Lösungen für überschallfähige Penetratoren mit verbesserter Wirksamkeit zu finden.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch einen Penetrator mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0007] Demgemäß ist ein Penetrator vorgesehen. Der Penetrator umfasst eine Penetratorspitze und einen Meißelkranz, welcher eine Vielzahl von Meißelelementen aufweist, die radial versetzt um die Penetratorspitze herum angeordnet sind, wobei die Meißelelemente axial zurückgelagert gegenüber der Penetratorspitze positioniert sind, und wobei die Meißelelemente jeweils eine

radial ausgerichtete Radialschneide und eine azimuthal ausgerichtete Azimutalschneide aufweisen.

[0008] Eine der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, die Wirksamkeit eines Penetrators, d.h. eines Wirksystems für einen Flugkörper, eine Rakete und/oder ein Geschoss oder dergleichen, durch eine innovative äußere Formgestaltung erheblich zu verbessern, indem speziell ausgebildete Meißelelemente mit einer vorgelagerten Penetratorspitze kombiniert werden. Der Erfindung liegt hierbei insbesondere die Idee zugrunde, das Durchschlagsvermögen des Penetrators mittels eines mehrstufigen Penetrationsprozesses zu verbessern. Die Penetratorspitze des Penetrators kann beispielsweise eine gestufte und/oder spitzbogenförmige Nasenform (englisch: "ogive shape") aufweisen, die speziell für die Eindringung in ultrahochfestes Zielmaterial optimiert sein kann, z.B. eine Nasenform mit hohem "Caliber-Radius-Head"-Verhältnis oder dergleichen. Durch die Vorlagerung der Penetratorspitze gegenüber den Meißelelementen prallt der Penetrator zunächst mit dieser auf ein Zielobjekt auf. Die Penetratorspitze erzeugt hierbei eine radiale Vorschädigung des Zielobjektes im Aufprallbereich, wobei sich insbesondere erste Risse von dem Aufprallpunkt ausbreiten können. Anschließend treffen die Meißelelemente des Meißelkranzes auf das Ziel auf, wobei die vorgeschädigte Aufprallstelle zwischen den Meißelelementen und der Penetratorspitze gewissermaßen zertrümmert wird. Hierbei vermindern die Azimutalschneiden aufgrund ihrer Ausrichtung das Querschlägerverhalten des Penetrators, da sie diesen gegenüber schrägen Aufprallwinkeln stabilisieren. Anders ausgedrückt sorgen die Meißelschneiden dafür, dass sich der Penetrator unter flachen Aufprallwinkeln gewissermaßen in das Ziel hineinkrallt, wodurch ein Impuls erzeugt wird, der den Penetrator in das Ziel hineintreibt. Die Radialschneiden wiederum zertrennen Verstärkungsstrukturen innerhalb des Zielobjekts wie beispielsweise Stahlelemente und/oder Verstärkungsfasern. Allgemein können die Meißelelemente aufgrund ihrer Formgestaltung Kavitationseffekte (englisch: "cavitation effects") innerhalb des Panzermaterials begünstigen und dadurch die Wirksamkeit des Penetrators weiter verbessern. Gleichzeitig können die entstehenden Trümmer zwischen den Meißelelementen ungehindert abfließen. Durch das gezielte Abschneiden bzw. Zertrennen der Verstärkungsstrukturen des Zielobjekts kann insbesondere im Falle von UHPC als Panzermaterial ausgenutzt werden, dass das zugrundeliegende Betonmaterial grundsätzlich, d.h. ohne die Verstärkungsstrukturen, empfindlich gegenüber Scherlasten ist. Sobald eine kritische Eindringtiefe erreicht ist, kann eine Rückseite des Panzermaterials aufgrund eines massiven Scherversagens des Betons abgestoßen werden (englisch: "Scabbing").

[0009] Die vorliegende Erfindung stellt somit ein effizientes, hochwirksames Penetratorsystem bereit, welches auch Einschläge mit Überschallgeschwindigkeit auf ultrahochfeste Betonziele und/oder Mehrschicht- bzw. Massivziele überstehen kann. Hierbei werden für die Ge-

staltung des Penetratorkopfes die Versagensmechanismen derartiger Materialien, insbesondere von UHPC, berücksichtigt.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den weiteren Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung kann die Radialschneide radial von der Penetratorspitze abstehen. Die Radialschneide ist somit entlang der sich von dem Aufprallpunkt der Penetratorspitze ausbreitenden Primärrisse ausgerichtet und kann derart ideal in das vorgeschädigte Zielmaterial eindringen und dort befindliche Verstärkungselemente zertrennen.

[0012] Gemäß einer Weiterbildung kann die Azimutalschneide radial außen auf der Radialschneide aufsitzen. Die äußere Anordnung der Azimutalschneiden gegenüber den Radialschneiden verstärkt die Wirkung der Azimutalschneiden zur Verminderung des Querschlagerrisikos, da die Hebelwirkung der Anordnung ausgenutzt wird.

[0013] Gemäß einer Weiterbildung kann die Radialschneide axial zurückgelagert gegenüber der Azimutalschneide positioniert sein. In dieser vorteilhaften Weiterbildung wird somit insbesondere sichergestellt, dass die Meißelelemente zuerst mit den Azimutalschneiden auf das Zielobjekt auftreffen. Die Azimutalschneiden können hierzu insbesondere radial außen auf der Radialschneide aufsitzen. Die Meißelelemente greifen somit mit den Azimutalschneiden zunächst in das Betonmaterial eines Ziels ein, bevor das Material von den Radialschneiden zwischen der Penetratorspitze und den Azimutalschneiden weiter zertrümmert wird.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung können die Meißelelemente von der Azimutalschneide über die Radialschneide axial schräg nach hinten auf die Penetratorspitze zulaufen. Die Schneiden der Meißelelemente bilden im Zusammenspiel somit gewissermaßen einen kranzförmigen Greifarm, welcher zunächst mit den vorgelagerten Azimutalschneiden in das Zielobjekt hineingreift und aufgrund des Penetratorimpulses in dieses hineingetrieben wird, wobei die rückgelagerten Radialschneiden jegliches dazwischenliegendes Material zerkleinern.

[0015] Gemäß einer Weiterbildung kann die Radialschneide zweiseitig geschliffen ausgebildet sein. Gemäß einer Weiterbildung kann die Azimutalschneide einseitig geschliffen ausgebildet sein. Die zweiseitige Schleifung der Radialschneiden verhindert unter anderem, dass ein axiales Rotationsmoment um die Penetratorachse entsteht. Gleichzeitig unterstützt die zur Penetratorachse gerichtete Schneide der Azimutalschneiden das Eingreifen der Meißelelemente in das Zielobjekt, sodass das Querschlagerrisiko weiter verbessert wird. Alternativ oder zusätzlich können die Radialschneiden und/oder die Azimutalschneiden wärmebehandelt sein (z.B. mittels Vakuumhärten, Einsatzhärten, Induktionshärten, Flammhärten, Nitrieren usw.), um die Verschleißbeständigkeit der Schneiden zu verbessern.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung können zwischen drei und zwölf Meißelelemente vorhanden sein. Beispielsweise können drei, vier, fünf oder mehr Meißelelemente vorhanden sein.

[0017] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetrator weiterhin einen Penetratorkopf aufweisen. Auf dem Penetratorkopf kann die Penetratorspitze zusammen mit dem Meißelkranz aufsitzen. Der Penetratorkopf kann einen größeren radialen Durchmesser als der Meißelkranz aufweisen. Die Krafteinwirkungsfläche des Meißelkranzes kann somit dazu ausgelegt werden, eine möglichst große Zerstörung pro Flächeneinheit zu erreichen. Zertrümmertes Material kann anschließend von dem rückgelagerten größer ausgelegten Penetratorkopf verdrängt werden. Hierdurch kann insbesondere der Effekt des Scabbings verstärkt werden.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetrator weiterhin einen zylindrischen Penetratorrumpf aufweisen. Der Penetratorrumpf kann eine Vielzahl von axial ausgerichteten Gleitschienen und/oder eine Vielzahl von axial ausgerichteten Trümmerkanälen aufweisen. Die Gleitschienen dienen insbesondere dazu, den Penetrator möglichst gerade in ein Ziel hinein zu führen. Gleichzeitig verbessern axial ausgerichtete Gleitschienen die Biegesteifigkeit des Penetrators, d.h. die elastische Verformbarkeit des Penetrators während des Eindringens. Darüber hinaus definieren die Gleitschienen Kontaktflächen für das Panzermaterial. Über die konkrete geometrische Ausgestaltung der Gleitschienen können Reibungsverluste vermindert werden. Dies kann unterstützt werden durch speziell ausgewählte Beschichtungsmaterialien, welche zudem die Verschleißbeständigkeit bzw. Verschleißfestigkeit des Penetrators stärken können. Beispielsweise können die Gleitschienen als axial ausgerichtete Stege auf einer Außenseite des Penetratorrumpfes ausgebildet sein. Die Trümmerkanäle wiederum sorgen für einen hydraulischen Druckausgleich beim Eindringen des Penetrators in ein Panzermaterial, sodass Trümmermaterial ungehindert nach hinten abgeführt werden kann. Beispielsweise können die Trümmerkanäle als Vertiefungen und/oder Taschen in eine Außenseite des Penetratorrumpfes gefräst oder anderweitig eingearbeitet werden. Gleichzeitig können die Trümmerkanäle derart ausgebildet sein, dass Reibungsverluste aufgrund einer reduzierten Beton-Kontaktfläche weiter reduziert werden.

[0019] Gemäß einer Weiterbildung können die Gleitschienen und die Trümmerkanäle azimuthal alternierend angeordnet sein.

[0020] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetratorkopf, die Penetratorspitze und/oder der Meißelkranz eine schwermetallbasierte Legierung, insbesondere mit einem keramischen Anteil in einer duktilen Matrix, aufweisen.

[0021] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetratorkopf, die Penetratorspitze und/oder der Meißelkranz ein wolframbasiertes Vollhartmetall aufweisen. Das wolframbasierte Vollhartmetall, z.B. eine Wolfram- und/oder

Wolframcarbit-Legierung, kann in eine Cobaltmatrix eingebettet sein. Insbesondere kann der Penetratorkopf, die Penetratorspitze und/oder der Meißelkranz aus einem derartigen Material gefertigt sein. Cobalt als Bindemittel kann hierbei unter anderem die Zähigkeit des Materials optimieren. Generell kann derart eine hohe Festigkeit und Steifigkeit erreicht werden, was zu weniger Verschleiß und Verformungen und damit letztendlich zu einer verbesserten Eindringtiefe führt. Somit wird die Überlebensfähigkeit des Penetrators beim Einschlag auf hochfeste Materialien mit Überschallgeschwindigkeiten verbessert.

[0022] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetratorkopf integral mit der Penetratorspitze und dem Meißelkranz gebildet sein. Der Penetratorkopf kann somit einstückig mit der Penetratorspitze und dem Meißelkranz gefertigt sein, z.B. aus einem wolframbasierten Vollhartmetall mit Cobaltmatrix.

[0023] Gemäß einer Weiterbildung kann der Penetratorrumpf einen Kaltarbeitsstahl aufweisen. Insbesondere kann der Penetratorrumpf aus einem Kaltarbeitsstahl gefertigt sein. Der Penetratorrumpf ist typischerweise hohen Stoßlasten und Biegebelastungen sowie starkem Verschleiß bzw. Erosion aufgrund der Wechselwirkung beispielsweise mit Beton(-schutt) ausgesetzt. Moderne Kaltarbeitsstähle zeigen überragendes Festigkeits- und Zähigkeitsverhalten und sind damit ideal geeignet, um einen Penetratorrumpf zu verstärken.

[0024] Sowohl der Penetratorkopf samt der Penetratorspitze und den Meißelelementen als auch der Penetratorrumpf, insbesondere die Gleitschienen können mit einer geeigneten reibungsarmen und/oder verschleißfesten Beschichtung versehen sein. Derartige Beschichtungen können insbesondere dahingehend ausgewählt sein, dass eine ausreichende Oberflächenhärte zur Vermeidung von abrasivem Verschleiß, eine deutliche Reduzierung der Reibung, korrosiver Schutz, hohe Haftkräfte für große Oberflächenbelastungen etc. gegeben sind. Insbesondere können Mehrkomponenten- und/oder Mehrlagenbeschichtungssysteme genutzt werden.

[0025] Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale der Erfindung. Insbesondere wird dabei der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der vorliegenden Erfindung hinzufügen.

[0026] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen dabei:

Fig. 1 schematische perspektivische Ansicht eines Penetrators von schräg vorne gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 schematische perspektivische Detailansicht eines Penetratorkopfes des Penetrators aus Fig. 1;

5 Fig. 3 schematische perspektivische Seitenansicht des Penetratorkopfes aus Fig. 2;

Fig. 4 schematische perspektivische Ansicht des Penetratorkopfes aus Fig. 2 von schräg hinten;

10 Fig. 5 schematische perspektivische Seitenansicht des Penetrators aus Fig. 1; und

15 Fig. 6 schematische perspektivische Ansicht des Penetrators aus Fig. 1 von schräg vorne mit einem eingebauten Stoßdämpfer.

[0027] Die beiliegenden Figuren sollen ein weiteres Verständnis der Ausführungsformen der Erfindung vermitteln. Sie veranschaulichen Ausführungsformen und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsformen und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die Zeichnungen. Die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander gezeigt.

[0028] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nichts anderes ausgeführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0029] Figur 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Penetrators 10 von schräg vorne gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

[0030] Der Penetrator 10 ist für den Einsatz mit Überschallgeschwindigkeiten, z.B. Mach 2 oder mehr, speziell zur Einwirkung auf Ziele aus ultrahochfestem Zielmaterial wie beispielsweise Ultrahochleistungsbeton (UHP) ausgebildet. Bei einem Aufprall mit einer derartigen Geschwindigkeit auf ein solches Material muss der Penetrator in typischen Anwendungen Stoßlasten von mehr als 300.000 m/s² standhalten, die in Zeiträumen unter einer Millisekunde wirken. Um diesen extremen Einsatzbedingungen gerecht zu werden und um derartige hochfeste Ziele durchschlagen zu können, werden in dem gezeigten Penetrator mehrere unterschiedliche Techniken miteinander verknüpft, wie im Folgenden detailliert erläutert wird. Bisherige, bekannte Systeme sind dem entgegen häufig nicht in der Lage einen Einschlag mit Überschallgeschwindigkeit zu überstehen, z.B. aufgrund von strukturellem Versagen, Zerstörung der Elektronik, verfrühter Schockinitiation der Sprengladung usw. Zudem sind herkömmliche System vielfach ineffizient bezüglich Versagensmechanismen, Reibung etc.

[0031] Auch wenn sich im Folgenden mit der Anwendung im Überschallbereich beschäftigt wird, ist die Erfindung grundsätzlich nicht auf diesen Anwendungsfall beschränkt, sondern kann ebenso im Unterschallbereich genutzt werden. Weiterhin kann der Penetrator zur Be-

kämpfung von Zielen aus anderen Materialien als UHPC ausgebildet werden.

[0032] Der Penetrator 10 der Fig. 1 umfasst einen Penetratorkopf 6 und einen Penetratorrumpf 7, welche modular ausgebildet sind und aneinander lösbar befestigt werden können. Der Penetratorkopf 6 dient somit gewissermaßen als Aufsatz, welcher für bestimmte Anwendungsfälle konfektioniert werden kann. Zwischen dem Penetratorkopf 6 und dem Penetratorrumpf 7 kann eine Dämpfung vorgesehen sein, wie sie mit Bezug auf Fig. 6 weiter unten näher erläutert wird.

[0033] Detailansichten des Penetratorkopfes 6 sind in Fig. 2 bis 5 dargestellt, insbesondere in Fig. 2. Der Penetratorkopf 6 ist integral mit einer Penetratorspitze 1 und einem Meißelkranz 2 aus einem wolframbasierten Vollhartmetall mit Cobaltmatrix gefertigt. Allgemein können diese Komponenten in anderen Ausführungen jedoch eine beliebige schwermetallbasierte Legierung, insbesondere mit einem keramischen Anteil in einer duktilen Matrix, aufweisen. Die Penetratorspitze 1 weist eine spitzbogenförmige (ogive) Nasenform auf und ist gegenüber dem Meißelkranz 2 axial vorgelagert (vgl. z.B. Fig. 5). Der Meißelkranz weist fünf Meißelelemente 3 auf, die radial versetzt um die Penetratorspitze 1 herum mit regelmäßigen azimuthalen Abständen zueinander angeordnet sind. Aufgrund der Vorlagerung der Penetratorspitze 1 sind die einzelnen Meißelelemente 3 axial zurückgelagert gegenüber der Penetratorspitze 1 positioniert. Jedes Meißelelement 3 weist eine radial ausgerichtete Radialschneide 4 und eine azimuthal ausgerichtete Azimutalschneide 5 auf (vgl. Fig. 3). Hierbei steht jede Radialschneide 4 radial von der Penetratorspitze 1 ab. Die jeweilige Azimutalschneide 5 sitzt wiederum radial außen auf der zugehörigen Radialschneide 4 auf. Hierbei sind die Radialschneiden 4 axial zurückgelagert gegenüber den Azimutalschneiden 5 angeordnet, wobei die Meißelelemente 3 konkret von der Azimutalschneide 5 über die Radialschneide 4 axial schräg nach hinten unter einem Winkel von etwa 60° auf die Penetratorspitze 1 zulaufen. Jede Radialschneide 4 ist hierbei zweiseitig geschliffen ausgebildet, während die Azimutalschneiden 5 einseitig geschliffen mit einer axial nach hinten zulaufenden Schneide ausgebildet sind.

[0034] Die Penetratorspitze 1 und der umliegende Meißelkranz 2 des gezeigten Penetrators 10 sind derart geometrisch gestaltet und angeordnet, dass ein mehrstufiger Penetrationsprozess entsteht, durch den ein stark erhöhtes Durchschlagsvermögen gegenüber herkömmlichen Penetratoren bei Anwendung auf Panzerungen aus UHPC erreicht wird. Der Penetrator 10 prallt zunächst mit der vorgelagerten Penetratorspitze 1 auf ein Zielobjekt auf, wobei eine sich radial ausbreitende Vorschädigung des Zielobjektes im Aufprallbereich entsteht. Anschließend treffen die Meißelelemente 3 des Meißelkranzes 2 mit den Azimutalschneiden 5 auf das Ziel auf und greifen in dieses klauenartig ein. Sowohl die einseitige Schneidenform als auch die Anordnung der Azimutalschneiden 5 verringern hierbei das Risiko von Querschlä-

gern unter schrägen Einschlagswinkeln. Aufgrund des vorhandenen Impulses wird der Penetrator 10 anschließend weiter in das Ziel hineingetrieben. Hierbei zertrümmern die Radialschneiden 4 die vorgeschädigte Aufprallstelle zwischen den Azimutalschneiden 5 und der Penetratorspitze 1, wobei insbesondere Verstärkungselemente wie beispielsweise Stahlbewehrungen oder Stahlfasern von den Radialschneiden 4 durchtrennt bzw. durchschnitten werden. Die zweiseitige Ausführung der Radialschneiden 4 verhindert hierbei, dass eine ungewünschte Rotation des Penetrators 10 generiert wird. Gleichzeitig können entstehende Trümmer zwischen den Meißelelementen 3 ungehindert abfließen. Der Penetratorkopf 6 weist einen größeren radialen Durchmesser als der Meißelkranz 2 auf (vgl. Fig. 5), sodass das Trümmermaterial im Anschluss nach Außen verdrängt wird. Sobald eine kritische Eindringtiefe erreicht ist, kann eine Rückseite des Panzermaterials aufgrund eines massiven Scherversagens des Panzermaterials abgestoßen werden (englisch: "Scabbing"). Die Empfindlichkeit des Panzermaterials gegenüber Scherlasten wurde zuvor aufgrund des gezielten Zertrennens der Verstärkungsstrukturen erheblich vergrößert.

[0035] Der Penetratorrumpf 7 weist eine zylindrische Grundform auf, entlang derer insgesamt vier axial ausgerichtete Gleitschienen 8 und vier ebenfalls axial ausgerichtete Trümmerkanäle 9 azimuthal alternierend angeordnet sind. Die Trümmerkanäle 9 dienen hierbei der Weiterleitung von Trümmermaterial, welches entlang des Penetratorkopfes 6 abgeführt wird. Hierzu sind die Trümmerkanäle 9 als Vertiefungen in den Penetratorrumpf 7 eingefräst worden. Die Trümmerkanäle 9 sorgen somit für einen hydrostatischen Druckausgleich während des Eindringens des Penetrators 10 in das Zielobjekt. Die Gleitschienen 8 hingegen versteifen den Penetrator 10 gegenüber Biegungen und führen diesen gleichzeitig weiter in das Zielobjekt hinein. Sowohl der Penetratorkopf 6 als auch der Penetratorrumpf 7, insbesondere die Penetratorspitze 1 und/oder die Gleitschienen 8, können mit einer geeigneten reibungsarmen und/oder verschleißfesten Beschichtung versehen sein, um das Eindringen des Penetrators 10 weiter zu verbessern. Um den Penetratorrumpf 7 mit einer ausreichenden Festigkeit und Steifigkeit zu versehen, ist dieser in dieser Ausführung aus einem Kaltarbeitsstahl gefertigt.

[0036] Aus Fig. 4 und 5 kann entnommen werden, dass in dem Penetratorrumpf 7 und dem Penetratorkopf 6 radiale Befestigungsbohrungen 11 ausgebildet sind. Hierbei sind die radialen Befestigungsbohrungen 11 des Penetratorrumpfes 7 in einen Befestigungssockel 15 des Penetratorrumpfes 11 eingearbeitet, über den der Penetratorrumpf 7 in eine komplementär geformte Aufnahmevertiefung 16 des Penetratorkopfes 6 einsteckbar ist. Der Penetratorkopf 6 weist wiederum einen Befestigungskragen 17 auf, durch den dessen radiale Befestigungsbohrungen 11 hindurchführen. Zur Montage können der Penetratorrumpf 7 und der Penetratorkopf 6 somit derart zusammengesteckt werden, dass die Befestigungsboh-

rungen 11 zueinander ausgerichtet werden und anschließend entsprechende Schrauben, Bolzen oder ähnliche Befestigungsmittel eingeführt werden können.

[0037] Fig. 6 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht des Penetrators aus Fig. 1 von schräg vorne mit einem eingebauten Stoßdämpfer 12.

[0038] Der Stoßdämpfer 12 ist flächig zwischen dem Penetratorrumpf 7 und dem Penetratorkopf 6 dazu ausgebildet, Stoßlasten des Penetratorkopfs 6 auf den Penetratorrumpf 7 zu dämpfen, die während des Aufpralls auf bzw. des Eindringens in ein Zielobjekt entstehen. Hierzu umfasst der Stoßdämpfer 12 eine erste Dämpfungsscheibe 13, die geschlossen als Kreisscheibe ausgebildet und axial angeordnet ist. Ferner umfasst der Stoßdämpfer 12 eine zweite Dämpfungsscheibe 14, die als Ringscheibe axial konzentrisch versetzt bezüglich der ersten Dämpfungsscheibe 13 ausgebildet ist. Die erste Dämpfungsscheibe 13 liegt hierbei auf dem Befestigungssockel 15 des Penetratorrumpfes 7 innerhalb der Aufnahmevertiefung 16 des Penetratorkopfes 6 auf. Die zweite Dämpfungsscheibe 14 ist um den Befestigungssockel 15 herum auf dem Penetratorrumpf 7 gegenüber von dem Befestigungskragen 17 des Penetratorkopfes 6 angeordnet. Die Geometrien des Penetratorkopfes 6 sowie des Penetratorrumpfes 7 gewährleisten hierbei eine lineare Führung dieser Körper zueinander, wodurch unter anderem ein Einknicken bzw. Umbiegen des Gesamtsystems unterbunden werden kann. Ferner wird hierdurch eine gleichmäßige Belastung der Dämpfungsscheiben 13, 14 erreicht.

[0039] Die Dämpfungsscheiben 13, 14 können aus einem Vollmaterial wie beispielsweise einer Aluminiumlegierung oder einem faserverstärktem Kunststoff gefertigt sein. Grundsätzlich können jedoch ebenso komplexere Dämpfungsmaterialien bzw. Dämpfungssysteme zur Anwendung kommen, z.B. Wabenstrukturen, Wellenstrukturen und/oder dergleichen. Weiterhin können die Dämpfungsscheiben 13, 14 mehrschichtig ausgebildet sein, um Stoßlasten schrittweise und/oder progressiv aufzufangen. Prinzipiell sind in anderen Ausführungen auch allgemeine komplexe Innengeometrien bzw. Innentstrukturen der Dämpfungsscheiben 13, 14 vorgesehen.

[0040] Die gezeigte modulare Ausbildung des Penetrators 10 bietet konstruktionsbedingt zwischen dem Penetratorrumpf 7 und dem Penetratorkopf 6 einen vorteilhaften Anbringungsbereich für den Stoßdämpfer 12. Der Stoßdämpfer 12 ist flächig ausgeführt, um den benötigten Installationsraum einerseits so gering wie möglich zu halten und um die Dämpfungswirkung andererseits gegenüber einer Druckbeanspruchung zu maximieren. Mittels der Dämpfung können stoßempfindliche Komponenten des Penetrators 10 wie beispielsweise elektronische Bauteile, Wirkladungen oder dergleichen geschützt werden, die z.B. in dem Penetratorrumpf 7 untergebracht sein können (nicht eingezeichnet). Die Dämpfung bietet insbesondere einen zusätzlichen Schutz des Systems gegen beispielsweise eine Detonation einer möglichen Vorhohlladung oder dergleichen. Dies ist ein erheblicher

Vorteil, da die auftretenden Schocklasten grundsätzlich eine technische Herausforderung beispielsweise für einen Zündelektronik darstellen können. Beispielsweise kann derart eine ungewünschte verfrühte Detonation einer Sprengladung vermieden werden. Darüber hinaus kann die Ausfall- und/oder Defektwahrscheinlichkeit beim Einsatz des Penetrators 10 gesenkt werden. Dies macht den Penetrator 10 besonders geeignet für die angesprochenen Anwendungen gegen UHPC-Panzerungen. Aufgrund der modularen Aufteilung des Penetrators 10 ist es weiterhin möglich eine Wirkladung auf die beiden Module des Penetrators 10 aufzuteilen, welcher insbesondere unabhängig voneinander oder zeitlich versetzt zueinander zündbar sein können, um die Wirksamkeit des Penetrators 10 weiter zu verbessern. Vorteilhafterweise sind die Befestigungsbohrungen 11 in der gezeigten Ausführung als Langlöcher mit einem verbreiterten axialen Durchmesser entlang der Penetratorachse ausgebildet, sodass die Befestigungsmittel ausreichend Spiel bei einem Aufschlag des Penetrators 10 und einem daraus resultierenden Einfedern des Penetratorkopfes 6 auf den Penetratorrumpf 7 aufweisen.

[0041] Zusammenfassend wird mit dem gezeigten Penetrator ein effizientes, hochwirksames und überschallfähiges System mit verbesserter Einschlagsdämpfung für die Einwirkung auf ultra-hochfeste Ziele beispielsweise aus UHPC bereitgestellt. Aufgrund der modularen Gestaltung ist das System besonders flexibel, schnell und zielangepasst umrüstbar.

[0042] In der vorangegangenen detaillierten Beschreibung sind verschiedene Merkmale zur Verbesserung der Stringenz der Darstellung in einem oder mehreren Beispielen zusammengefasst worden. Es sollte dabei jedoch klar sein, dass die obige Beschreibung lediglich illustrativer, keinesfalls jedoch beschränkender Natur ist. Sie dient der Abdeckung aller Alternativen, Modifikationen und Äquivalente der verschiedenen Merkmale und Ausführungsbeispiele. Viele andere Beispiele werden dem Fachmann aufgrund seiner fachlichen Kenntnisse in Anbetracht der obigen Beschreibung sofort und unmittelbar klar sein.

[0043] Die Ausführungsbeispiele wurden ausgewählt und beschrieben, um die der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis bestmöglich darstellen zu können. Dadurch können Fachleute die Erfindung und ihre verschiedenen Ausführungsbeispiele in Bezug auf den beabsichtigten Einsatzzweck optimal modifizieren und nutzen. In den Ansprüchen sowie der Beschreibung werden die Begriffe "beinhaltend" und "aufweisend" als neutralsprachliche Begrifflichkeiten für die entsprechenden Begriffe "umfassend" verwendet. Weiterhin soll eine Verwendung der Begriffe "ein", "einer" und "eine" eine Mehrzahl derartig beschriebener Merkmale und Komponenten nicht grundsätzlich ausschließen.

Bezugszeichenliste**[0044]**

1	Penetratorspitze
2	Meißelkranz
3	Meißelement
4	Radialschneide
5	Azimutalschneide
6	Penetratorkopf
7	Penetratorrumpf
8	Gleitschiene
9	Trümmerkanal
10	Penetrator
11	Radialbohrung
12	Stoßdämpfer
13	erste Dämpfungsscheibe
14	zweite Dämpfungsscheibe
15	Befestigungssockel
16	Aufnahmevertiefung
17	Befestigungskragen
D1	Durchmesser Meißelkranz
D2	Durchmesser Penetratorkopf
D3	Durchmesser Penetratorspitze

Patentansprüche**1. Penetrator (10), mit:**

einer Penetratorspitze (1); und
einem Meißelkranz (2), welcher eine Vielzahl
von Meißelementen (3) aufweist, die radial
versetzt um die Penetratorspitze (1) herum an-
geordnet sind;
wobei die Meißelemente (3) axial zurückgela-
gert gegenüber der Penetratorspitze (1) posi-
tioniert sind, und
wobei die Meißelemente (3) jeweils eine radial
ausgerichtete Radialschneide (4) und eine azi-
mutal ausgerichtete Azimutalschneide (5) auf-
weisen.

2. Penetrator (10) nach Anspruch 1, wobei die Radial-
schneide (4) radial von der Penetratorspitze (1) ab-
steht.

3. Penetrator (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
Azimutalschneide (5) radial außen auf der Radial-
schneide (4) aufsitzt.

4. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei die Radialschneide (4) axial zurückgelagert
gegenüber der Azimutalschneide (5) positioniert ist.

5. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Meißelemente (3) von der Azimutal-
schneide (5) über die Radialschneide (4) axial

schräg nach hinten auf die Penetratorspitze (1) zu-
laufen.

6. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei die Radialschneide (4) zweiseitig geschliffen
und/oder die Azimutalschneide (5) einseitig geschlif-
fen ausgebildet ist.

7. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei zwischen drei und zwölf, insbesondere fünf,
Meißelemente (3) vorhanden sind.

8. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
weiterhin mit:
einem Penetratorkopf (6), auf dem die Penetrator-
spitze (1) zusammen mit dem Meißelkranz (2) auf-
sitzt, wobei der Penetratorkopf (6) einen größeren
radialen Durchmesser als der Meißelkranz (2) auf-
weist.

9. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
weiterhin mit:
einem zylindrischen Penetratorrumpf (7), welcher ei-
ne Vielzahl von axial ausgerichteten Gleitschienen
(8) und/oder eine Vielzahl von axial ausgerichteten
Trümmerkanälen (9) aufweist.

10. Penetrator (10) nach Anspruch 9, wobei die Gleit-
schienen (8) und die Trümmerkanäle (9) azimuthal
alternierend angeordnet sind.

11. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
wobei zumindest eines von dem Penetratorkopf (6),
der Penetratorspitze (1) und dem Meißelkranz (2)
eine schwermetallbasierte Legierung, insbesondere
mit einem keramischen Anteil in einer duktilen Ma-
trix, aufweist.

12. Penetrator (10) nach Anspruch 11, wobei zumindest
eines von dem Penetratorkopf (6), der Penetrator-
spitze (1) und dem Meißelkranz (2) ein wolframba-
siertes Vollhartmetall aufweist, welches insbeson-
dere in eine Cobaltmatrix eingebettet ist.

13. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
wobei der Penetratorkopf (6) integral mit der Pene-
tratorspitze (1) und dem Meißelkranz (2) gebildet ist.

14. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
wobei der Penetratorrumpf (7) einen Kaltarbeitsstahl
aufweist.

15. Penetrator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
wobei zumindest eines von dem Penetratorkopf (6),
der Penetratorspitze (1), dem Meißelkranz (2) und
dem Penetratorrumpf (7), insbesondere die Gleit-
schienen (8), eine reibungsreduzierte Beschichtung
aufweist.

Claims

1. Penetrator (10), comprising:
 - a penetrator tip (1); and
 - a chisel wreath (2) which has a plurality of chisel elements (3) which are arranged radially offset about the penetrator tip (1);
 - wherein the chisel elements (3) are positioned axially set back with respect to the penetrator tip (1), and
 - wherein the chisel elements (3) each have a radially orientated radial blade (4) and an azimuthally orientated azimuthal blade (5).
2. Penetrator (10) according to claim 1, wherein the radial blade (4) protrudes radially from the penetrator tip (1).
3. Penetrator (10) according to either claim 1 or claim 2, wherein the azimuthal blade (5) sits radially externally on the radial blade (4).
4. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 3, wherein the radial blade (4) is positioned axially set back with respect to the azimuthal blade (5).
5. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 4, wherein the chisel elements (3) converge from the azimuthal blade (5) via the radial blade (4) axially obliquely to the rear onto the penetrator tip (1).
6. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 5, wherein the radial blade (4) is formed polished on two sides and/or the azimuthal blade (5) is formed polished on one side.
7. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 6, wherein there are between three and twelve chisel elements (3), in particular five.
8. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 7, further comprising:
 - a penetrator head (6), on which the penetrator tip (1) sits together with the chisel wreath (2), wherein the penetrator head (6) has a larger radial diameter than the chisel wreath (2).
9. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 8, further comprising:
 - a cylindrical penetrator body (7), which has a plurality of axially orientated slide rails (8) and/or a plurality of axially orientated debris ducts (9).
10. Penetrator (10) according to claim 9, wherein the slide rails (8) and the debris duct (9) are arranged alternating azimuthally.

11. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 10, wherein at least one of the penetrator head (6), the penetrator tip (1) and the chisel wreath (2) comprises a heavy-metal-based alloy, in particular having a ceramic portion in a ductile matrix.
12. Penetrator (10) according to claim 11, wherein at least one of the penetrator head (6), the penetrator tip (1) and the chisel wreath (2) comprises a tungsten-based solid carbide, which in particular is embedded in a cobalt matrix.
13. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 12, wherein the penetrator head (6) is formed integral with the penetrator tip (1) and the chisel wreath (2).
14. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 13, wherein the penetrator body (7) comprises a cold-work steel.
15. Penetrator (10) according to any of claims 1 to 14, wherein at least one of the penetrator head (6), the penetrator tip (1), the chisel wreath (2) and the penetrator body (7), in particular the slide rails (8), comprises a friction-reducing coating.

Revendications

1. Pénétrateur (10), comportant :
 - une pointe de pénétrateur (1) ; et
 - une couronne de ciseaux (2) comprenant une pluralité d'éléments ciseau (3) qui sont disposés de manière décalée radialement autour de la pointe de pénétrateur (1) ;
 - dans lequel les éléments ciseau (3) sont positionnés axialement en retrait par rapport à la pointe de pénétrateur (1), et
 - dans lequel les éléments ciseau (3) présentent chacun un tranchant radial (4) orienté radialement et un tranchant azimuthal (5) orienté azimuthalement.
2. Pénétrateur (10) selon la revendication 1, dans lequel le tranchant radial (4) fait saillie radialement de la pointe de pénétrateur (1).
3. Pénétrateur (10) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le tranchant azimuthal (5) repose radialement vers l'extérieur sur le tranchant radial (4).
4. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le tranchant radial (4) est positionné axialement en retrait par rapport au tranchant azimuthal (5).
5. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à

- 4, dans lequel les éléments ciseau (3) s'étendent depuis le tranchant azimutal (5) via le tranchant radial (4) axialement en biais vers l'arrière en direction de la pointe de pénétrateur (1).
- 5
6. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel le tranchant radial (4) est affûté des deux côtés et/ou le tranchant azimutal (5) est affûté d'un seul côté.
- 10
7. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel entre trois et douze, en particulier cinq éléments ciseau (3) sont présents.
- 15
8. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 7, comportant en outre :
- 20
- une tête de pénétrateur (6) sur laquelle la pointe de pénétrateur (1) est placée avec la couronne de ciseaux (2), dans lequel la tête de pénétrateur (6) présente un diamètre radial plus grand que la couronne de ciseaux (2).
- 25
9. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 8, comportant en outre : un corps de pénétrateur cylindrique (7) qui présente une pluralité de rails de glissement (8) orientés axialement et/ou une pluralité de canaux à débris (9) orientés axialement.
- 30
10. Pénétrateur (10) selon la revendication 9, dans lequel les rails de glissement (8) et les canaux à débris (9) sont disposés en alternance azimutalement.
- 35
11. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 10, dans lequel au moins un élément parmi la tête de pénétrateur (6), la pointe de pénétrateur (1) et la couronne de ciseaux (2) est constitué d'un alliage à base de métal lourd, en particulier avec une proportion de céramique dans une matrice ductile.
- 40
- 45
12. Pénétrateur (10) selon la revendication 11, dans lequel au moins un élément parmi la tête de pénétrateur (6), la pointe de pénétrateur (1) et la couronne de ciseaux (2) présente un carbure monobloc à base de tungstène, qui est en particulier incorporé dans une matrice de cobalt.
- 50
13. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 12, dans lequel la tête de pénétrateur (6) est formée d'un seul tenant avec la pointe de pénétrateur (1) et la couronne de ciseaux (2) .
- 55
14. Pénétrateur (10) selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel le corps de pénétrateur (7) est constitué d'un acier pour travail à froid.
- 16
- 14, dans lequel au moins un élément parmi la tête de pénétrateur (6), la pointe de pénétrateur (1), la couronne de ciseaux (2) et le corps de pénétrateur (7), en particulier les rails de glissement (8), présente un revêtement à frottement réduit.

Fig. 1

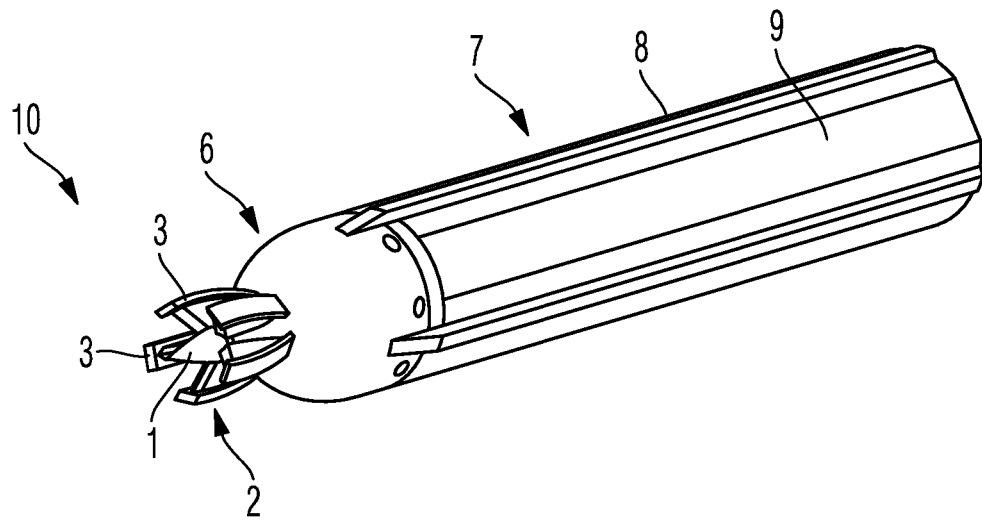


Fig. 2

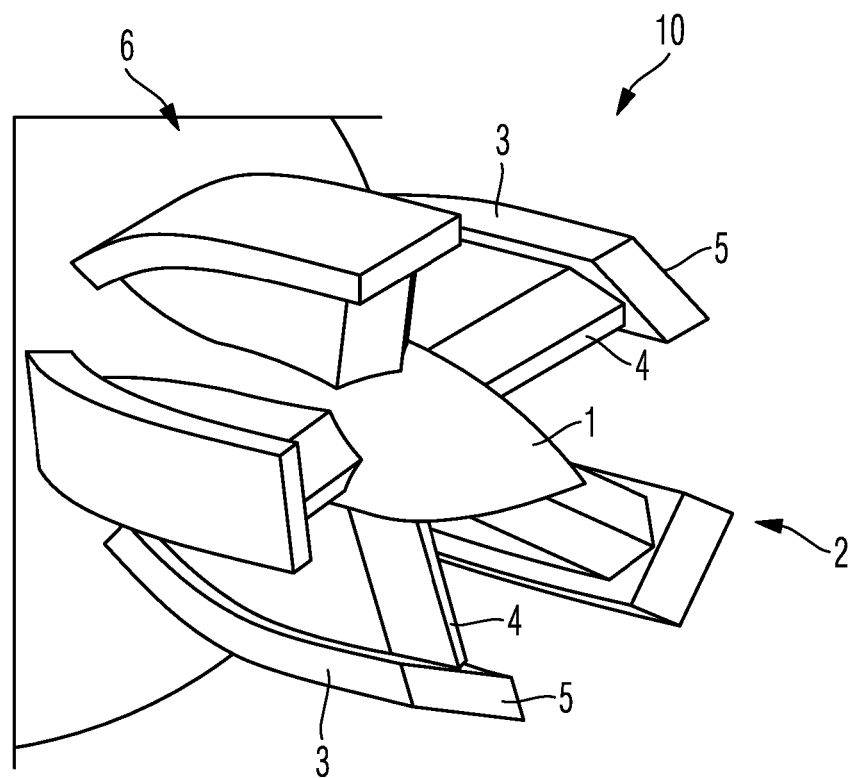


Fig. 3

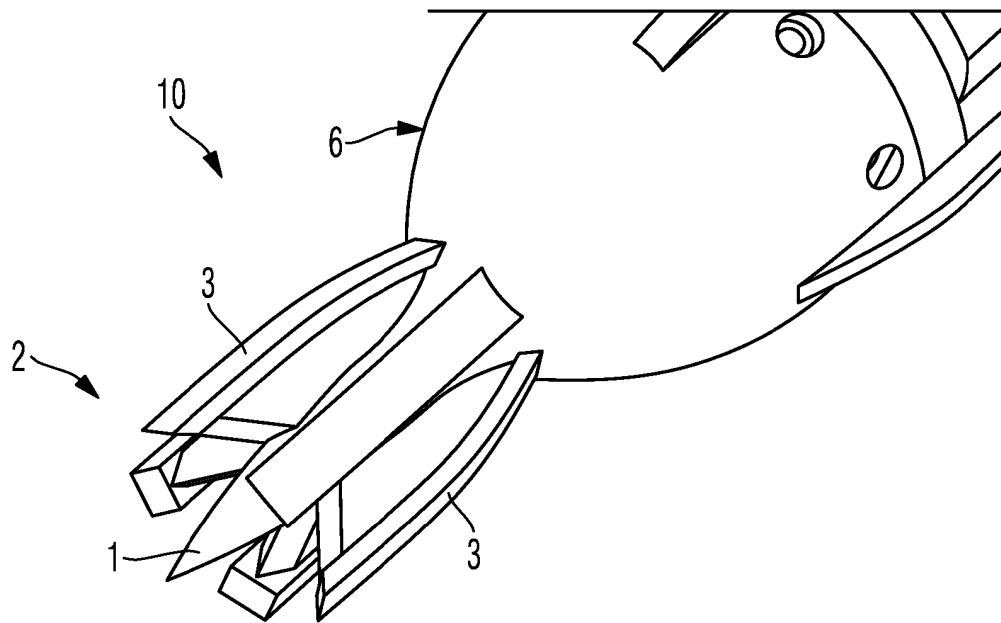


Fig. 4

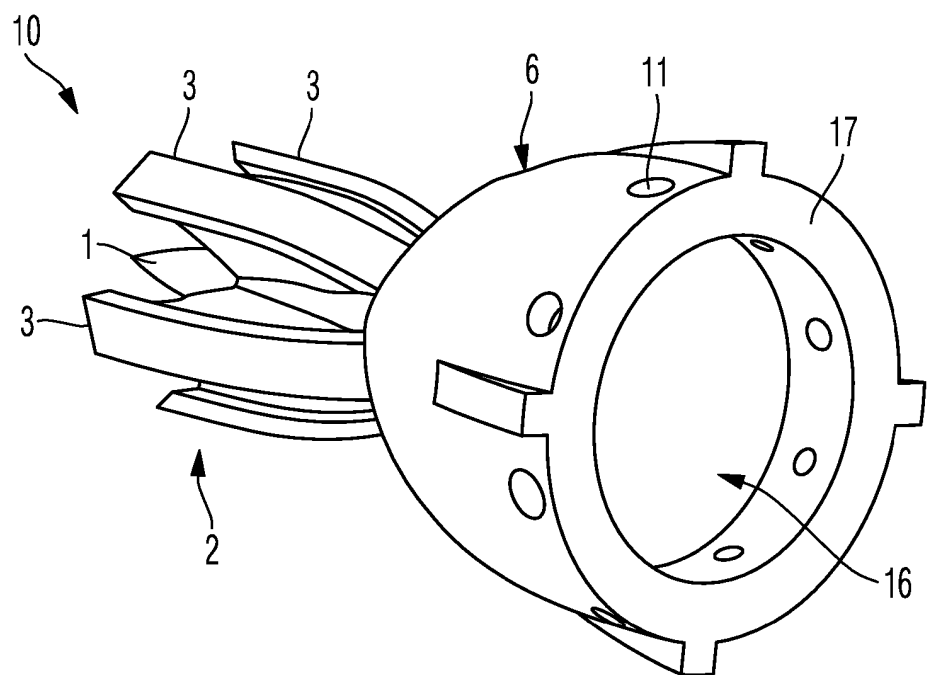


Fig. 5

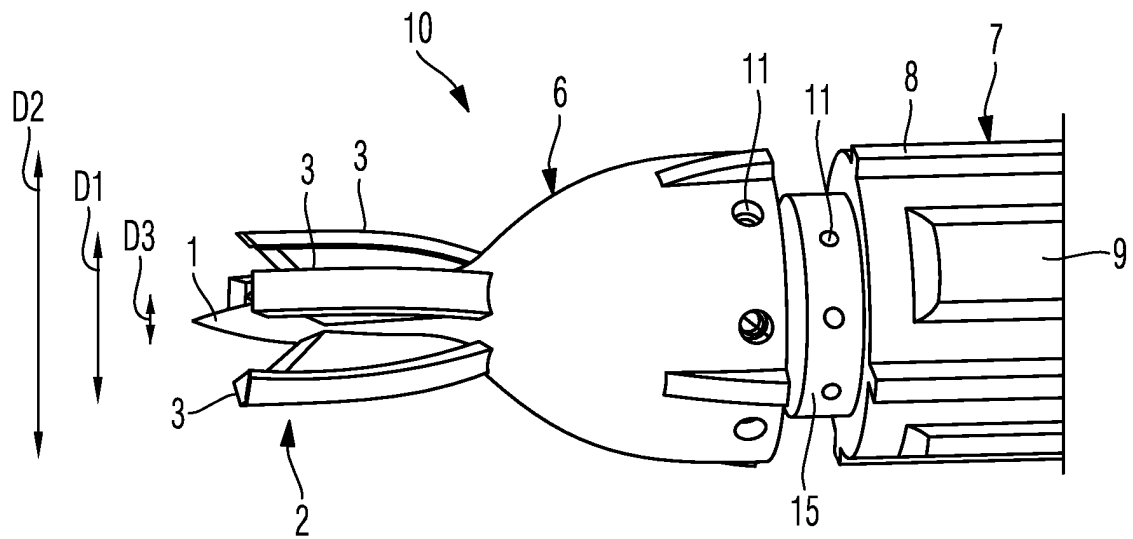
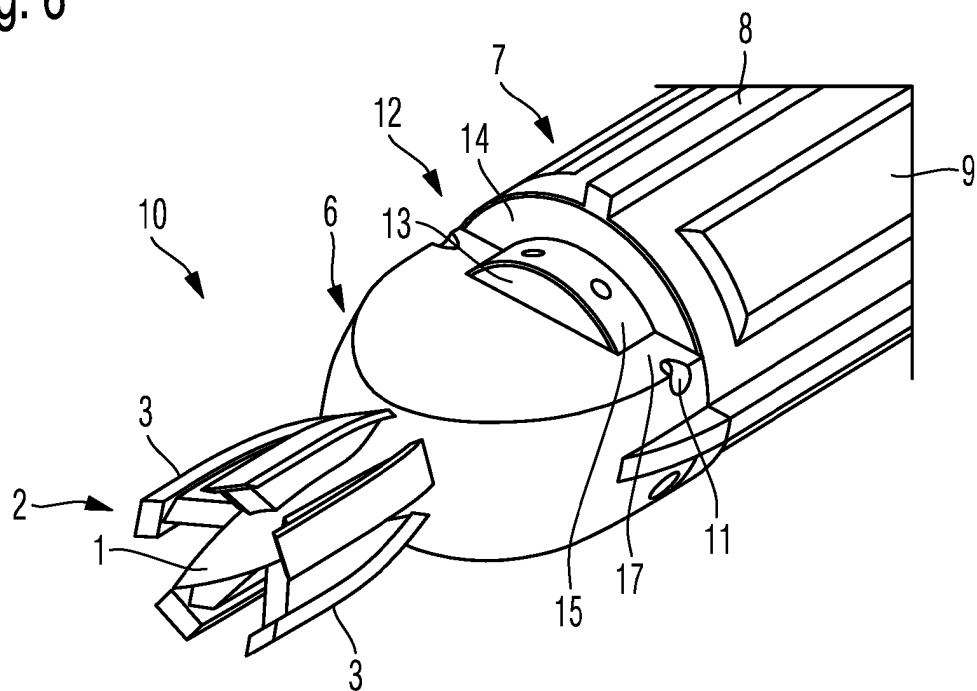


Fig. 6



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2013150511 A1 [0004]
- US 4488487 A [0004]
- DE 4033754 A1 [0004]