



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2023 Patentblatt 2023/15

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F42B 12/36 ^(2006.01) **F42B 12/44** ^(2006.01)
F42B 33/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21200833.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F42B 12/36; F42B 12/44; F42B 33/00

(22) Anmeldetag: **05.10.2021**

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

(72) Erfinder:
• **Dr. Gutser, Raphael**
86391 Stadtbergen (DE)
• **Breiner, Jakob**
86165 Augsburg (DE)

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

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

(54) **VERFAHREN ZUR NACHBEARBEITUNG EINER BASISKOMPONENTE UND BAUTEIL MIT EINER DERART NACHBEARBEITETEN BASISKOMPONENTE**

(57) Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Nachbearbeitung einer Basiskomponente (1) eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, mit den Schritten: Bereitstellen (S1) einer Basiskomponente (1); und Aufbringen (S2) eines reaktiven Materials (2) mit einer durch einen vorbestimmten Reiz aktivierbaren Materi-

aleigenschaft auf einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich (3) der Basiskomponente (1) derart, dass das reaktive Material (2) stoffschlüssig mit der Basiskomponente (1) verbunden wird. Ferner schafft die vorliegende Erfindung ein Bauteil (10) mit einer Basiskomponente (1) und einem reaktiven Material (2).

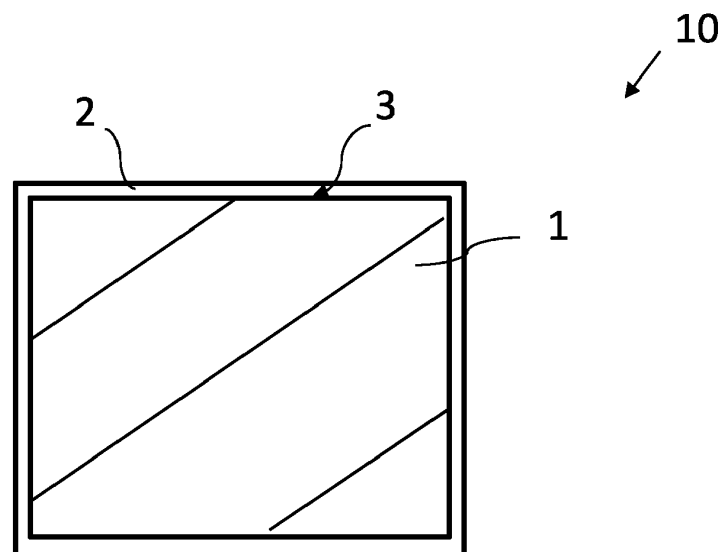


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Nachbearbeitung einer Basiskomponente eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, sowie ein Bauteil eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, mit einer derart nachbearbeiteten Basiskomponente.

[0002] Für militärische Anwendungen kommen unter anderem bei Munition neben Komponenten aus herkömmlichen inerten Materialien auch immer mehr Komponenten aus reaktiven Materialien zum Einsatz. Reaktive Materialien enthalten ein Oxidationsmittel, z. B. ein Fluorpolymer, und ein Metall. Daraus wurden beispielsweise Auskleidungen oder Fragmente in Sprengköpfen hergestellt. Durch die Verwendung reaktiver Materialien in solchen Komponenten kann die bei der Detonation des Sprengkopfes verfügbare Energie erhöht werden.

[0003] Die Druckschrift AU 2015 255003 A1 beispielsweise beschreibt einen reaktiven Verbundwerkstoff zur Verwendung in einer Munition mit einer Metallgitterstruktur mit Zwischenräumen und einem Pulver in diesen Zwischenräumen. Das Pulver umfasst dabei mindestens ein Metallpulver und/oder mindestens ein halogenhaltiges Polymerpulver.

[0004] Jedoch sind der finanzielle und technische Aufwand bei der Herstellung von derartigen Komponenten aus reaktivem Material zum Teil sehr groß. Ferner können bestimmte Komponenten aus Festigkeitsgründen nicht aus einem reaktiven Material hergestellt werden. Hinzu kommt, dass die Herstellung von neuen Komponenten aus reaktivem Material in vielen Fällen eine Neuauslegung der Schnittstellen zu anderen Komponenten des Sprengkopfes mit sich bringt. Diesen Mehraufwand gilt es zu vermeiden.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein alternatives Verfahren zur Schaffung von Bauteilen mit ähnlichen Eigenschaften bereitzustellen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe jeweils durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.

[0007] Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Nachbearbeitung einer Basiskomponente eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, vorgesehen. Das Verfahren umfasst die Schritte Bereitstellen einer Basiskomponente und Aufbringen eines reaktiven Materials mit einer durch einen vorbestimmten Reiz aktivierbaren Materialeigenschaft auf einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich der Basiskomponente derart, dass das reaktive Material stoffschlüssig mit der Basiskomponente verbunden wird.

[0008] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist ein Bauteil eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, vorgesehen. Das Bauteil umfasst eine Basiskomponente mit einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich. Fer-

ner weist das Bauteil ein reaktives Material auf, welches eine durch einen vorbestimmten Reiz aktivierbare Materialeigenschaft aufweist, wobei das reaktive Material auf dem Bearbeitungsbereich aufgebracht und stoffschlüssig mit der Basiskomponente verbunden ist.

[0009] Eine der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee besteht darin, eine bereits bestehende Komponente, im Folgenden als Basiskomponente bezeichnet, deren Eigenschaften und/oder deren Produktlebensdauerverhalten bekannt beziehungsweise getestet sind, mit einem reaktiven Material zu versehen, um die Eigenschaften, beispielsweise die Temperaturbeständigkeit oder die chemische Reaktionsfähigkeit, dieser Basiskomponente zu erweitern beziehungsweise zu verändern. Dabei kann auf der Basis einer bewährten Komponentenstruktur der Basiskomponente, insbesondere einer Schnittstelle, wie etwa einem Befestigungsgewinde, aufgebaut werden. Auf diese Weise können umfangreiche Neuauslegungen, wie sie für eine neu hergestellte Komponente aus einem alternativen Material, insbesondere aus einem reaktiven Material, mit vergleichbaren Eigenschaften wie die erweiterten Eigenschaften der mit reaktivem Material versehenen Basiskomponente notwendig wären, verringert werden.

[0010] Ferner vereinfacht die vorliegende Erfindung die Erzeugung eines bestimmten Bauteils mit Eigenschaften eines reaktiven Materials, wobei dieses Bauteil aus einem rein reaktiven Material nicht oder nur mit sehr großem Aufwand erzeugbar wäre. Die erfindungsgemäße Nachbearbeitung muss nicht direkt nach der Herstellung der Basiskomponente ausgeführt werden, sondern kann zu jedem Produktlebenszeitpunkt der Basiskomponente, zum Beispiel auch an einer bereits abgenutzten Basiskomponente angewendet werden.

[0011] Ein Geschoss im Sinne der vorliegenden Erfindung entspricht einer Sammelbezeichnung für alle Arten von waffentechnischen Wurf-/Geschoss-/Flugkörpern, welche mittels einer Fernwaffe verschossen werden können. Dazu gehören insbesondere ein Lenkflugkörper, ein Gefechtskopf, eine Abwurfmunition und eine Munition zum Verschluss.

[0012] Der Bearbeitungsbereich im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet die Gesamtheit an Abschnitten der Basiskomponente, welche geeignet sind, mit einem reaktiven Material versehen zu werden. Dazu gehören unter anderem die Oberfläche, Zwischenräume, Hinterschnitte und Aussparungen der Basiskomponente.

[0013] Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den auf die unabhängigen Ansprüche rückbezogenen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Basiskomponente als Strukturbauteil ausgebildet. Das Strukturbauteil weist dabei beispielsweise eine Gitterstruktur, eine Wabenstruktur oder eine vergleichbare Struktur auf. Strukturbauteile zeichnen sich gegenüber sogenannten Sekundärbauteilen durch spezielle Steifig-

keits- und/oder Festigkeitsanforderungen aus, um mögliche äußere Belastungen aufzunehmen und/oder andere Bauteile, zumeist Sekundärbauteile zu tragen. Vorzugsweise ist die Basiskomponente als Gehäuse oder Strukturrahmen ausgebildet. Auf diese Weise kann eine besonders relevante Komponente eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition durch das reaktive Material funktionalisiert werden. Als besonders relevante Komponente kommt insbesondere eine Komponente in Frage, die elementare Funktionen bewirkt und daher nicht ohne weiteres weggelassen werden kann. Insofern kann eine derartige Komponente mit einem reaktiven Material versehen werden, um ein Sekundärbauteil und folglich Gewicht und/oder Bauraum einzusparen.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung enthält das reaktive Material Hafnium, Kupferoxid, Molybdän, Molybdänoxid, Titan, Aluminium, Magnesium, Zirkonium, Wolfram, Legierungen daraus oder dergleichen. Dabei kommen auch eine Oxidator-Reduktionsmittel-Kombination, wie Thermit oder Nanothermit, oder ein sonstiges Werkstoffgemisch in Betracht, welches eines der zuvor aufgeführten Werkstoffe enthält. Somit kann das reaktive Material ein beherrschbares metastabiles Material bilden.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das reaktive Material eine Metallkomponente auf, wobei zumindest Zirkonium und/oder Wolfram in der Metallkomponente enthalten sind. Die Metallkomponente kann eine intermetallische Verbindung, eine Legierung, ein Metall und/oder eine Mischung davon sein. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Metallkomponente eine intermetallische Verbindung aus Zirkonium und Wolfram. Eine intermetallische Verbindung (auch intermetallische Phase oder intermediäre Phase genannt) ist eine homogene chemische Verbindung aus mindestens zwei Metallen. Die intermetallische Verbindung zeigt im Unterschied zu Legierungen Gitterstrukturen, die sich von denen der konstituierenden Metalle unterscheiden. In ihrem Gitter herrscht eine Mischung, aus einem metallischen Bindungsanteil und geringeren Atombindungs- bzw. Ionenbindungsanteilen.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform besteht die Metallkomponente aus einem zweiphasigen Gefüge aus den Metallen Zirkonium und Wolfram. In bestimmten Ausführungsformen besteht das reaktive Material aus der Metallkomponente. Durch die Metallkomponente kann das reaktive Material eine größere Härte oder Festigkeit und eine höhere chemische Beständigkeit, insbesondere Korrosionsbeständigkeit, als die kommerziell üblichen Werkstoffe aufweisen.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung liegt in der Metallkomponente der Massenanteil von Zirkonium in einem Bereich von etwa 100 Gew.-% bis etwa 50 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Metallkomponente. Insbesondere liegt der Massenanteil von Zirkonium in der Metallkomponente in einem Bereich von etwa 95 Gew.-% bis etwa 70 Gew.-%, bezogen auf das

Gesamtgewicht der Metallkomponente. In bestimmten Ausführungsformen besteht die Metallkomponente aus Wolfram und Zirkonium, wobei sich die Anteile an Wolfram und Zirkonium in der Metallkomponente auf 100 Gew.-% ergänzen. Auf diese Weise kann das reaktive Material mit den meisten Werkstoffen der Basiskomponente stoffschlüssig verbunden werden, wobei die kombinierten Eigenschaften je nach Materialkombination zwischen Basiskomponente und reaktivem Material nur geringfügig variieren.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird beim Aufbringen des reaktiven Materials ein thermisches Spritzen oder ein Verpressen verwendet. Vorzugsweise wird beim Aufbringen des reaktiven Materials ein Kaltgasspritzen verwendet, da das Kaltgasspritzen im Vergleich zu anderen thermischen Spritzverfahren die geringste Oxidation aufweist. Alternativ wird beim Aufbringen des reaktiven Materials vorzugsweise ein Heißisostatisches Pressen verwendet. Somit wirkt beim Heißisostatischen Pressen der Druck derart von allen Seiten auf das Bauteil, dass das Bauteil isotrope Eigenschaften erhalten kann.

[0020] Gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens wird das Kaltgasspritzen durch eine entsprechende Kaltgasspritzvorrichtung mit einem Arbeitsdruck von etwa 20 bar bis etwa 60 bar und mit einer Arbeitstemperatur im Bereich von etwa 400 °C bis etwa 600 °C angewendet.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Basiskomponente aus Stahl, Aluminium, Titan, Magnesium, Zirkonium, Wolfram, Molybdän, Kupfer, Legierungen daraus oder dergleichen hergestellt. Die Basiskomponente ist dabei nicht auf einen reinen oder einen dominanten Werkstofftyp beschränkt, sondern kann auch ein Werkstoffgemisch mit zumindest einem der zuvor genannten Materialien bilden. Somit kommen alle im Bereich der Luft- und Raumfahrt sowie Wehrtechnik gebräuchlichen Werkstoffe in Betracht. Die Basiskomponente kann auch aus einem reaktiven Material, wie vorstehend aufgeführt, hergestellt sein. Gemäß einigen Ausführungsformen unterscheidet sich die Zusammensetzung der Basiskomponente von der Zusammensetzung des reaktiven Materials. Beispielsweise kann das Basismaterial aus den gleichen Bestandteilen wie das reaktive Material bestehen, allerdings in einer anteilmäßig unterschiedlichen Zusammensetzung.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist der vorbestimmte Reiz ein thermischer, mechanischer und/oder elektrischer Reiz. Beispielsweise kann dabei eine vorbestimmte Temperatur oder eine vorbestimmte Last an einer definierten Stelle des reaktiven Materials eingestellt sein, bei deren Überschreiten das reaktive Material eine stark exotherme Reaktion, wie etwa eine Explosion, ausführt. Auf diese Weise kann das reaktive Material in seinem metastabilen Zustand gehalten werden bis durch ein definiertes Ereignis in Form des Reizes die chemische Energie des reaktiven Materials freigesetzt wird.

[0023] Gemäß einer Ausführungsform weist das Ver-

fahren ferner den Schritt des Festlegens einer aufzubringenden Masse des reaktiven Materials und deren Verteilung über den Bearbeitungsbereich auf. Um die gewünschten Eigenschaften zu erhalten, kann die hierfür benötigte Masse des reaktiven Materials beispielsweise durch Simulations-/Berechnungsprogramme oder empirische Versuchsmodelle bestimmt werden. Dabei spielt auch die Verteilung der Masse über den Bearbeitungsbereich eine Rolle, da die Verteilung prinzipiell ohne Beschränkung sein kann. Das bedeutet, dass zum Beispiel die Schichtstärke des reaktiven Materials in einem Abschnitt des Bearbeitungsbereichs dicker ist als in einem anderen Abschnitt. Dies schließt jedoch eine gleichmäßige Verteilung der Masse des reaktiven Materials nicht aus, sondern umfasst diese mit. Somit kann die BasisKomponente entsprechend individueller Anforderungen derart mit dem reaktiven Material versehen werden, dass sich zum Beispiel der Schwerpunkt verschiebt oder die chemische Reaktion in bestimmten Bereichen stärker beziehungsweise schwächer ausfällt.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das reaktive Material in dem Bearbeitungsbereich zumindest abschnittsweise als Beschichtung ausgebildet. Insbesondere ist das reaktive Material in dem Bearbeitungsbereich zumindest abschnittsweise als mehrlagige Beschichtung ausgebildet. Somit kann das reaktive Material bis zu seiner Aktivierung insbesondere als Korrosionsschutzschicht, elektrische Leitungsschicht/Nicht-Leitungsschicht oder thermische Schutzschicht ausgebildet sein.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das reaktive Material in dem Bearbeitungsbereich zumindest abschnittsweise als Füllung ausgebildet. Als Füllung im Sinne der vorliegenden Erfindung zählen ausgefüllte Zwischenräume, Rillen, Hinterschneidungen, Aussparungen, Löcher und dergleichen. Auf diese Weise können Lücken geschlossen werden und beispielsweise somit die Aerodynamik verbessert werden.

[0026] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das reaktive Material derart aufgebracht, dass das reaktive Material bei seiner Aktivierung zunächst in Einzelteile zerfällt und anschließend chemisch umgesetzt wird. Das heißt das reaktive Material ist nach der Aktivierung beispielsweise zunächst pulverförmig und verteilt sich in der Umgebung wie Staub bevor es mit einer nahezu maximalen Kontaktfläche zur Umgebung oxidiert. Beim Zerfall in Einzelteile kann das reaktive Material auch Fragmente der BasisKomponente ablösen. Somit ist das reaktive Material in der Lage die chemische Umsetzung zu verstärken, da mehr Sauerstoff zur Oxidation und/oder zusätzliche Brandmasse durch die abgelösten Fragmente zur Verfügung stehen.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist das reaktive Material derart aufgebracht, dass das reaktive Material bei seiner Aktivierung mit einem Werkstoff der BasisKomponente chemisch reagiert. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die BasisKomponente auch ein reaktives Material enthält oder aus die-

sem besteht. Das bedeutet, dass das reaktive Material beispielsweise aufgrund seiner Aktivierung chemisch reagiert und dabei Bedingungen an der BasisKomponente entstehen, die eine chemische Reaktion des Materials der BasisKomponente mit dem aktivierten reaktiven Material auslöst. Somit kann die chemische Reaktion verstärkt werden.

[0028] Die obigen Ausführungsformen und Weiterbildungen lassen sich, sofern sinnvoll, beliebig miteinander kombinieren. Weitere mögliche Ausführungsformen, 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.

[0029] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren der Zeichnungen näher erläutert. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Nachbearbeitung einer BasisKomponente gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Bauteils im Schnitt mit einem als Beschichtung ausgebildeten reaktiven Material gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 3 eine isometrische Ansicht eines Bauteils mit einem teilweise als Beschichtung ausgebildeten und teilweise als Füllung ausgebildeten reaktiven Material gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0030] In den Figuren der Zeichnung sind gleiche, funktionsgleiche und gleich wirkende Elemente, Merkmale und Komponenten - sofern nichts Gegenteiliges ausgeführt ist - jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0031] Obwohl vorliegend spezifische Ausführungsformen und Weiterbildungen dargestellt und beschrieben sind, wird der Fachmann bevorzugen, dass eine Vielzahl von alternativen und/oder gleichartigen Ausführungen die dargestellten und beschriebenen spezifischen Ausführungsbeispiele ersetzen können, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Diese Anmeldung soll allgemein alle Abwandlungen oder Änderungen der hierin beschriebenen spezifischen Ausführungsbeispiele abdecken.

[0032] Die beiliegenden Figuren sollen ein weiteres Verständnis von Ausführungsformen der Erfindung vermitteln und dienen im Zusammenhang mit der Beschreibung der Erklärung von Prinzipien und Konzepten der Erfindung. Andere Ausführungsbeispiele und viele der genannten Vorteile ergeben sich im Hinblick auf die

Zeichnungen. Die Zeichnungen sind lediglich als schematische Zeichnungen zu verstehen und die Elemente der Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu zueinander dargestellt. Richtungsangebende Terminologie wie etwa "oben", "unten", "links", "rechts", "über", "unter", "horizontal", "vertikal", "vorne", "hinten" und ähnliche Angaben werden lediglich zu erläuternden Zwecken verwendet und dienen nicht der Beschränkung der Allgemeinheit auf spezifische Ausgestaltungen wie in den Figuren gezeigt.

[0033] Fig. 1 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Nachbearbeitung einer Basiskomponente 1. Die Basiskomponente 1 ist ein Teil eines Geschosses.

[0034] Das Verfahren weist zunächst einen ersten Schritt des Bereitstellens S1 einer Basiskomponente 1 auf. Dabei ist die Basiskomponente 1 beispielhaft als Gehäuse oder als Strukturrahmen ausgebildet. Als Werkstoff für die Basiskomponente 1 kommt insbesondere Stahl, Aluminium, Titan, Magnesium, Wolfram, Molybdän, Kupfer, eine Legierung daraus oder ein vergleichbarer Werkstoff in Frage.

[0035] Darüber hinaus umfasst das Verfahren einen zweiten Schritt des Aufbringens S2 eines reaktiven Materials 2 auf einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich 3 der Basiskomponente 1. Das reaktive Material 2 wird derart aufgebracht, dass es stoffschlüssig mit der Basiskomponente 1 verbunden wird. Eine hinreichende Verbindungsqualität der stoffschlüssigen Verbindung wird insbesondere dann erreicht, wenn beim zweiten Schritt des Aufbringens S2 des reaktiven Materials 2 ein thermisches Spritzen oder ein Verpressen verwendet wird. Vorzugsweise wird gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ein Kaltgasspritzen verwendet, das durch eine entsprechende Kaltgasspritzvorrichtung mit einem Arbeitsdruck von etwa 20 bar bis etwa 60 bar und mit einer Arbeitstemperatur im Bereich von etwa 400 °C bis etwa 600 °C angewendet wird.

[0036] Das reaktive Material 2 enthält erfindungsgemäß eine aktivierbare Materialeigenschaft, welche durch einen vorbestimmten Reiz aktiviert werden kann. Dieser vorbestimmte Reiz ist beispielsweise ein thermischer, mechanischer und/oder elektrischer Reiz. Für den thermischen Reiz kommt insbesondere ein Laserstrahl in Betracht, der das reaktive Material 2 durch seinen Wärmeenergieeintrag aktiviert. Alternativ oder zusätzlich kommt für den mechanischen Reiz die an dem reaktiven Material 2 verrichtete Verformungsarbeit durch den Aufprall des Geschosses in Betracht. Weiter alternativ oder zusätzlich wird der vorbestimmte Reiz durch einen elektrischen Impuls oder einen elektrischen Stromfluss durch das reaktive Material 2 hindurch mittels eines elektronischen Steuerelements aktiviert.

[0037] Ferner weist das Verfahren optional einen dritten Schritt des Festlegens S3 einer aufzubringenden Masse des reaktiven Materials 2 und deren Verteilung über den Bearbeitungsbereich 3 auf. Vorzugsweise entspricht die Masse des aufzubringenden reaktiven Materials 2 höchstens der halben Masse der Basiskomponen-

te 1. Somit kann die Stabilität eines Bauteils mit der Basiskomponente 1 und dem reaktiven Material 2 trotz des erhöhten Eigengewichts auf der Basis der Stabilitätsauslegung der Basiskomponente 1 gewährleistet werden. Beispielhaft wird die Masse des reaktiven Materials 2 gleichmäßig über den gesamten Bearbeitungsbereich 3 der Basiskomponente 1 verteilt, um zum Beispiel den Schwerpunkt der Basiskomponente 1 auch für das Bauteil beizubehalten.

[0038] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Bauteils 10 im Schnitt mit einem als Beschichtung ausgebildeten reaktiven Material 2.

[0039] Das Bauteil 10 ist ein Teil eines Geschosses im Sinne der vorliegenden Erfindung. Das heißt das Bauteil 10 ist zum Beispiel ein Bestandteil eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition. Somit kann das Bauteil 10 auch als Träger und/oder als Quelle für Splitter des Gefechtskopfes dienen.

[0040] Das Bauteil 10 weist eine Basiskomponente 1 auf. Diese Basiskomponente 1 enthält einen vorab festgelegten Bearbeitungsbereich 3. Beispielhaft entspricht der Bearbeitungsbereich 3 der äußeren Oberfläche der Basiskomponente 1. Dabei weist die Basiskomponente 1 mechanische Schnittstellen, beispielsweise Befestigungsösen, Gewinde oder dergleichen (nicht dargestellt) auf, die von dem Bearbeitungsbereich 3 einzeln ausgeschlossen sein können. Wahlweise ist die Basiskomponente 1 aus Stahl, Aluminium, Titan, Magnesium, Wolfram, Molybdän, Kupfer, Legierungen daraus oder ähnlichen Werkstoffen hergestellt.

[0041] Des Weiteren weist das Bauteil 10 gemäß Fig. 2 ein reaktives Material 2 auf. Das reaktive Material 2 enthält erfindungsgemäß in Übereinstimmung mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 eine aktivierbare Materialeigenschaft, welche durch einen vorbestimmten Reiz aktiviert werden kann. Dabei ist das reaktive Material 2 auf dem Bearbeitungsbereich 3 aufgebracht und stoffschlüssig mit der Basiskomponente 1 verbunden. Beispielhaft ist das reaktive Material 2 auf der äußeren Oberfläche der Basiskomponente 1 als Beschichtung ausgebildet. Das reaktive Material 2 enthält dabei vorzugsweise ein Thermit aus Kupferoxid-Aluminium (CuO/Al) oder Molybdänoxid-Aluminium (Mo₂O₃/Al).

[0042] In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist das reaktive Material 2 derart aufgebracht, dass das Thermit 2 bei seiner Aktivierung mit dem Werkstoff der Basiskomponente 1 chemisch reagiert. Dadurch kann zum Beispiel der unmittelbare Blast des Geschosses erhöht werden oder eine sonstige chemische oder thermische Wirkung erzielt werden.

[0043] Fig. 3 zeigt eine isometrische Ansicht eines Bauteils 10 mit einem teilweise als Beschichtung 2a ausgebildeten und teilweise als Füllung 2b ausgebildeten reaktiven Material 2. Das Bauteil 10 ist ein Teil eines Geschosses im Sinne der vorliegenden Erfindung.

[0044] Das dargestellte Bauteil 10 weist eine Basiskomponente 1 auf, wobei die Basiskomponente 1 als hohlzylindrisches Strukturbauteil ausgebildet ist. Bevor-

zugt ist das Strukturbauteil aus einem Stahl, insbesondere aus einem hochfesten Stahl, hergestellt. Beispielfähig enthält das hohlzylindrische Strukturbauteil Rillen, insbesondere kreuzweise angeordnete Rillen, auf der Außenseite des Strukturbauteils. Diese Rillen enthalten das reaktive Material 2 als Füllung 2b.

[0045] Ferner ist das reaktive Material 2 auf der Oberfläche der Außenseite des Strukturbauteils abschnittsweise als Beschichtung 2a ausgebildet.

[0046] Das reaktive Material 2 umfasst dabei vorzugsweise eine Metallkomponente bestehend aus Zirkonium und Wolfram. Dabei liegt in der Metallkomponente der Massenanteil von Zirkonium in einem Bereich von etwa 95 Gew.-% bis etwa 70 Gew.-%, während der Massenanteil von Wolfram in einem Bereich von etwa 5 Gew.-% bis etwa 30 Gew.-% liegt.

[0047] Optional ist die Metallkomponente aus Zirkonium und Wolfram derart aufgebracht, dass dieses reaktive Material 2 bei seiner Aktivierung zunächst in Einzelteile zerfällt und anschließend chemisch umgesetzt wird. Auf diese Weise kann das reaktive Material 2 das hohlzylindrische Strukturbauteil 10 insbesondere entlang der Rillen zerteilen. Dadurch können aus dem Bauteil 10 zahlreiche Fragmente entstehen, welche zum Beispiel als Splitter dienen können. Folglich kann das zusätzliche Aufbewahren von vorgefertigten Splittern in dem Geschoss verringert und das Gesamtgewicht des Geschosses reduziert werden.

[0048] 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.

[0049] 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

[0050]

1	Basiskomponente
2	reaktives Material
2a	Beschichtung
2b	Füllung
5	3 Bearbeitungsbereich
10	Bauteil
S1	erster Schritt des Bereitstellens
S2	zweiter Schritt des Aufbringens
10	S3 dritter Schritt des Festlegens

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zur Nachbearbeitung einer Basiskomponente (1) eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, mit den Schritten:
 - 20 Bereitstellen (S1) einer Basiskomponente (1); und
 - Aufbringen (S2) eines reaktiven Materials (2) mit einer durch einen vorbestimmten Reiz aktivierbaren Materialeigenschaft auf einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich (3) der Basiskomponente (1) derart, dass das reaktive Material (2) stoffschlüssig mit der Basiskomponente (1) verbunden wird.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Basiskomponente (1) als Strukturbauteil, insbesondere als Gehäuse oder Strukturrahmen, ausgebildet ist.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das reaktive Material (2) Hafnium, Kupferoxid, Molybdän, Molybdänoxid, Titan, Aluminium, Magnesium, Zirkonium, Wolfram oder Legierungen daraus enthält.
- 35 4. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das reaktive Material (2) eine Metallkomponente aufweist, wobei zumindest Zirkonium und/oder Wolfram in der Metallkomponente enthalten sind.
- 40 5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei in der Metallkomponente der Massenanteil von Zirkonium in einem Bereich von etwa 100 Gew.-% bis etwa 50 Gew.-%, insbesondere in einem Bereich von etwa 95 Gew.-% bis etwa 70 Gew.-%, liegt, bezogen auf das Gesamtgewicht der Metallkomponente.
- 45 6. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei beim Aufbringen (S2) des reaktiven Materials (2) ein thermisches Spritzen, insbesondere ein Kaltgasspritzen, oder ein Verpressen, insbesondere ein Heißisostatisches Pressen, verwendet wird.
- 50 55

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Kaltgasspritzen durch eine entsprechende Kaltgasspritzvorrichtung mit einem Arbeitsdruck von etwa 20 bar bis etwa 60 bar und mit einer Arbeitstemperatur im Bereich von etwa 400 °C bis etwa 600 °C angewendet wird. 5
8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Basiskomponente (1) aus Stahl, Aluminium, Titan, Magnesium, Zirkonium, Wolfram, Molybdän, Kupfer oder Legierungen daraus hergestellt wird. 10
9. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der vorbestimmte Reiz ein thermischer, mechanischer und/oder elektrischer Reiz ist. 15
10. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend den Schritt des Festlegens (S3) einer aufzubringenden Masse des reaktiven Materials (2) und deren Verteilung über den Bearbeitungsbereich (3). 20
11. Bauteil (10) eines Geschosses, insbesondere eines Lenkflugkörpers, eines Gefechtskopfes oder einer Munition, mit: 25

einer Basiskomponente (1) mit einem vorab festgelegten Bearbeitungsbereich (3); und

einem reaktivem Material (2), welches eine durch einen vorbestimmten Reiz aktivierbare Materialeigenschaft aufweist, wobei das reaktive Material (2) auf dem Bearbeitungsbereich (3) aufgebracht und stoffschlüssig mit der Basiskomponente (1) verbunden ist. 30 35
12. Bauteil nach Anspruch 11, wobei das reaktive Material (2) in dem Bearbeitungsbereich (3) zumindest abschnittsweise als Beschichtung (2a), insbesondere als mehrlagige Beschichtung, ausgebildet ist. 40
13. Bauteil nach Anspruch 11 oder 12, wobei das reaktive Material (2) in dem Bearbeitungsbereich (3) zumindest abschnittsweise als Füllung (2b) ausgebildet ist. 45
14. Bauteil nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei das reaktive Material (2) derart aufgebracht ist, dass das reaktive Material (2) bei seiner Aktivierung zunächst in Einzelteile zerfällt und anschließend chemisch umgesetzt wird. 50
15. Bauteil nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei das reaktive Material (2) derart aufgebracht ist, dass das reaktive Material (2) bei seiner Aktivierung mit einem Werkstoff der Basiskomponente (1) chemisch reagiert. 55

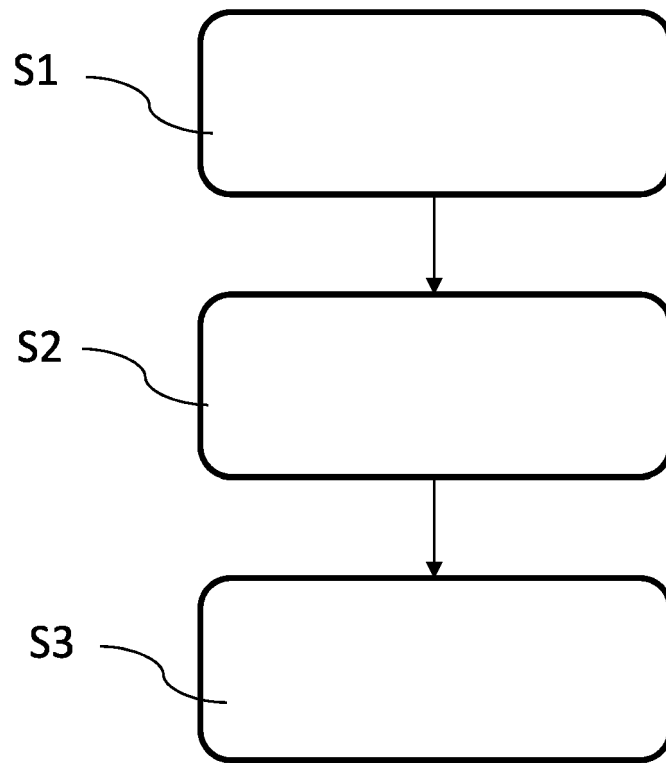


Fig. 1

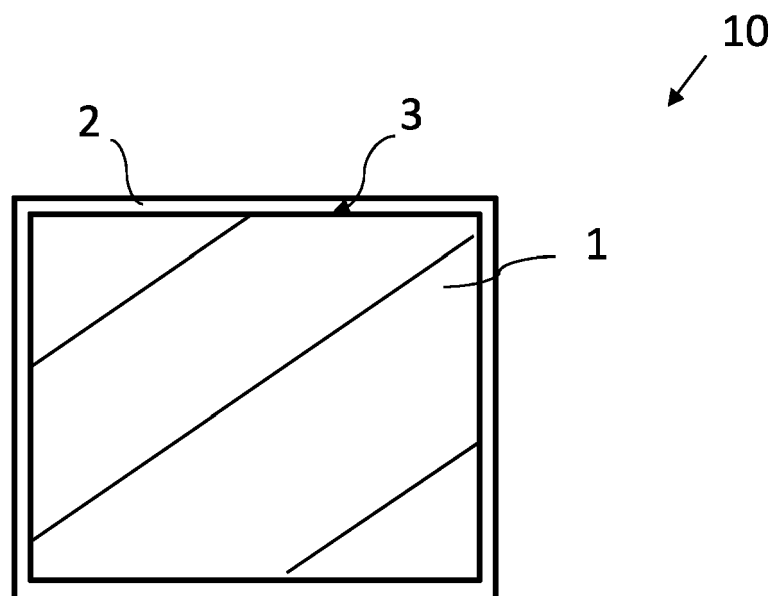


Fig. 2

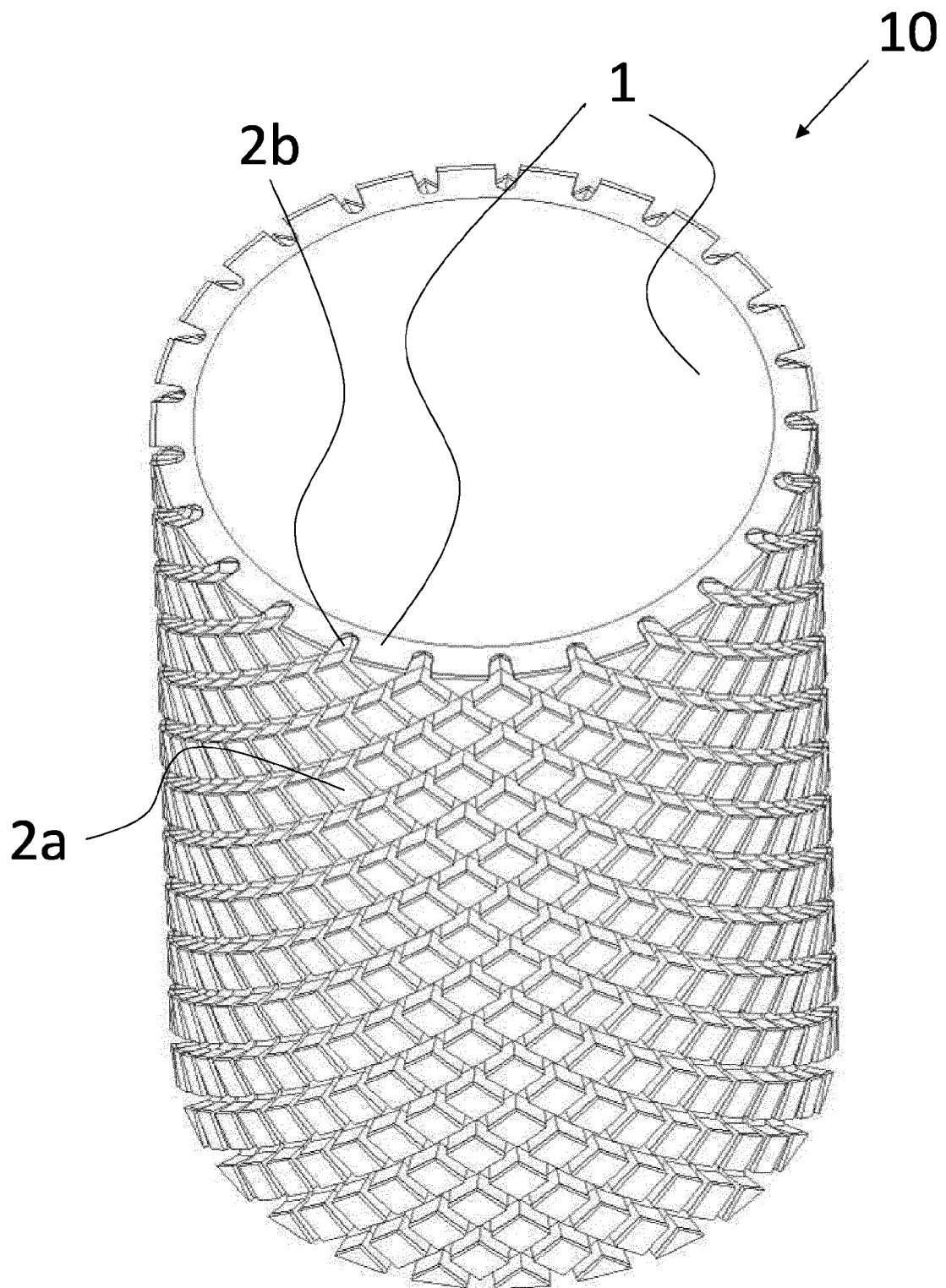


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 20 0833

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 736 524 A1 (RUAG AMMOTEC AG [CH]) 11. November 2020 (2020-11-11)	1-12, 14	INV. F42B12/36
Y	* Absätze [0001], [0003], [0008] - [0012], [0015] * -----	4, 5, 13-15	F42B12/44 F42B33/00
X	EP 3 312 546 A1 (RUAG AMMOTEC AG [CH]) 25. April 2018 (2018-04-25)	1-3, 6-13, 15	
Y	* Absätze [0026] - [0030], [0034]; Ansprüche 1, 4; Abbildung 1 * -----	4, 5, 13, 14	
X	US 5 096 507 A (LOHBERGER CLAUS [DE] ET AL) 17. März 1992 (1992-03-17)	1-3, 6-15	
Y	* Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 34 * * Spalte 6, Zeile 23 - Spalte 7, Zeile 60 * * Spalte 8, Zeile 7 - Zeile 18 * * Spalte 9, Zeile 25 - Zeile 32 * * Spalte 11, Zeile 33 - Zeile 40 * -----	15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F42B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 15. März 2022	Prüfer Seide, Stephan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 21 20 0833

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

15-03-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3736524 A1	11-11-2020	EP 3338050 A1	27-06-2018
		EP 3736524 A1	11-11-2020
		WO 2017029303 A1	23-02-2017

EP 3312546 A1	25-04-2018	EP 3312546 A1	25-04-2018
		EP 3514479 A1	24-07-2019
		HR P20190745 T1	14-06-2019
		HU E044204 T2	28-10-2019
		SI 3312546 T1	30-08-2019

US 5096507 A	17-03-1992	DE 3934148 C1	03-01-1991
		IL 95943 A	11-11-1994
		US 5096507 A	17-03-1992

EPO FORM P0461

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

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

- AU 2015255003 A1 [0003]