

(19)



(11)

EP 3 270 093 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.01.2018 Patentblatt 2018/03

(51) Int Cl.:
F41H 5/04 (2006.01) B22D 19/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17180907.2**

(22) Anmeldetag: **12.07.2017**

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

(71) Anmelder: **Craco GmbH**
57629 Atzelgift (DE)

(72) Erfinder: **Schönenberg, Erich**
57629 Limbach (DE)

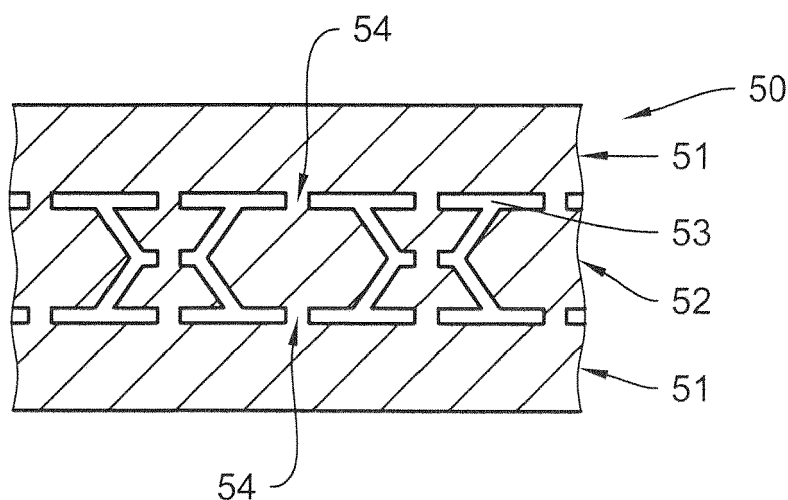
(74) Vertreter: **advotec.**
Patent- und Rechtsanwälte
Bahnhofstrasse 4
57072 Siegen (DE)

(30) Priorität: **15.07.2016 DE 102016008522**
12.09.2016 DE 102016117071

(54) VERBUNDPANZERUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Verbundpanzerung (50) sowie ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundpanzerung, insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse, wobei die Verbundpanzerung aus wenigstens einer Metallschicht (51) und wenigstens einer Verbundschicht (52) ausgebildet ist, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet ist, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur (53) ausbildet,

und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet ist, wobei das Matrixmaterial aus Stahlguss ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet ist, wobei der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan enthält, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist.

Fig. 15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verbundpanzerung, insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse, und ein Verfahren zur Herstellung einer Verbundpanzerung sowie eine Verwendung eines Gussstahls, wobei die Verbundpanzerung aus wenigstens einer Metallschicht und wenigstens einer Verbundschicht ausgebildet ist, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet ist, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur ausbildet, und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet ist.

[0002] Derartige Verbundpanzerungen, die aus verschiedenen Schichten von Materialien ausgebildet sind, sind hinreichend bekannt und sollen einen ausreichenden Schutz gegen Angriffe mit panzerbrechender Munition, wie beispielsweise Hohlladungs- und Wuchtgeschossen, Quetschkopfmunition und Panzerabwehrminen bieten. Verbundpanzerungen werden nicht nur bei militärischen Fahrzeugen, wie Panzern zum Schutz gegen Geschosse eingesetzt, sondern auch bei zivilen Fahrzeugen, wie beispielsweise PKW, die einem bestimmten Schutz bedürfen. Verbundpanzerungen können prinzipiell auch für Personenschutzwesten oder den Objektschutz im Allgemeinen eingesetzt werden. Bei einem Beschuss der Verbundpanzerung soll diese in jedem Fall immer einen Durchschuss verhindern, wobei als ein Durchschuss bereits eine Öffnung in einer einer Beschussrichtung abgewandten Rückseite der Verbundpanzerung angesehen wird.

[0003] Bei mit keramischem Material ausgebildeten Verbundpanzerungen reagiert das keramische Material bei dem Auftreffen eines Geschosses mit einer Rissbildung, da das keramische Material sehr spröde ist und nicht elastisch nachgeben kann, wobei ein erheblicher Teil einer Aufprallenergie absorbiert oder verbraucht wird. Auch ist das keramische Material gegen sehr hohe Temperaturen, wie sie beispielsweise bei Hohlladungen auftreten, widerstandsfähig. Eine Zerstörung des keramischen Materials beziehungsweise der Struktur muss jedoch nicht auf den unmittelbaren Bereich der Einschlagstelle beschränkt sein. Es kann auch durch eine sogenannte Schockübertragung zu einer großflächigen Zerstörung der räumlichen Struktur des keramischen Materials kommen. Auch können Körner der Keramik in einen Metallstachel einer Hohlladung oder in ein Wuchtgeschoss eindringen und dessen Fortkommen wirksam behindern. Beispielsweise ist es bekannt, auf eine Metallschicht aus einer gehärteten Stahlplatte Keramikschalen aufzukleben. Weiter ist es bekannt, in einer Stahlplatte Sacklöcher auszubilden und in diese Keramikelemente einzusetzen und gegebenenfalls die Sacklöcher zu verschweißen. Dadurch wird ein Zersplittern der Keramikelemente behindert, was eine Schutzwirkung verbessert. Bei dieser Art der Verbundpanzerung bildet die Stahlplatte folglich ein Matrixmaterial für das keramische Material aus. Nachteilig ist hier jedoch, dass zwischen

dem keramischen Material und dem Matrixmaterial Fugen existent sind, die, um ein Zersplittern des keramischen Materials zu verhindern, möglichst klein sein sollten. Weiter kann eine Schicht aus Faserverbundwerkstoff oder eine Metallschicht vorgesehen sein, die als eine Rückenplatte zur Stützung der Verbundschicht fungiert. Diese Metallschicht kann die Verbundschicht bei einem Einschlag eines Geschosses stützen, so dass die Verbundschicht nicht durch hohe Biegemomente belastet wird. Derartige Verbundpanzerungen sind jedoch nur vergleichsweise kostenaufwendig herzustellen.

[0004] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Verbundpanzerung und ein Verfahren zu dessen Herstellung vorzuschlagen, die beziehungsweise das ein Verhältnis von Schutzwirkung zu Gewicht und Herstellungskosten verbessert.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Verbundpanzerung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 23 sowie eine Verwendung mit den Merkmalen des Anspruchs 27 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße Verbundpanzerung, insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse, ist aus einer Metallschicht und wenigstens einer Verbundschicht ausgebildet, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet ist, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur ausbildet, und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet ist, wobei das Matrixmaterial Stahlguss ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet ist, wobei der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan (Mn) enthält, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist.

[0007] Das Material der Metallschicht ist folglich Stahlguss beziehungsweise Gussstahl und das Material der Verbundschicht das in flüssigen Stahl formstabile Material, welches mit dem Stahlguss kombiniert ist. Der Stahlguss der Verbundschicht fungiert dann als das Matrixmaterial, welches Hohlräume der räumlichen Struktur zumindest teilweise und bevorzugt vollständig ausfüllt. Die Verbundpanzerung kann prinzipiell jede beliebige geometrische Form aufweisen, die durch Gießen hergestellt werden kann. Das in flüssigen Stahl formstabile Material beziehungsweise die räumliche Struktur des formstabilen Materials kann dann ebenfalls eine entsprechende geometrische Form annehmen. Eine Herstellung von zumindest der Verbundschicht erfolgt dadurch, dass das in flüssigen Stahl formstabile Material beziehungsweise die von dem formstabilen Material ausgebildete räumliche Struktur, in der Gussform angeordnet wird und durch Gießen von Stahl in die Gussform mit dem Stahl beziehungsweise Matrixmaterial infiltriert wird. Die Gussform wird vollständig mit dem flüssigen Stahl ausgegossen, so dass die räumliche Struktur in dem Matrixmaterial bezie-

hungsweise dem dann erstarrten Stahlguss aufgenommen ist. Fugen zwischen dem formstabilen Material und dem Stahlguss können so vermieden werden, wodurch das formstabile Material bei einem Beschuss formstabiler ist und weniger zum Zersplittern neigt. Auch ist eine Ausbildung von beispielsweise Sacklochbohrungen und keramischen Einsätzen mit engen Toleranzen nicht mehr erforderlich, wodurch die Verbundpanzerung kostengünstiger herstellbar wird.

[0008] Dadurch, dass der Stahlguss einen Mangangehalt von 4 bis 30 Masseprozent aufweist, kann leicht ein bainitisches oder austenitisches Gefüge des Stahlgusses erhalten werden. Weiter ist es möglich, durch Wärmebehandlung des Stahlgusses ein martensitisches Gefüge auszubilden. Das jeweilige Gefüge liegt dann im abgekühlten beziehungsweise gebrauchsfertigen Zustand der Verbundpanzerung vor. Dabei überwiegt das betreffende Gefüge mögliche andere Gefüge des Stahlgusses mit einem Anteil von > 50 Masseprozent. Insbesondere austenitischer beziehungsweise bainitischer Stahlguss verfestigt bei Kaltverformung stark, so dass der Stahlguss schwer zu verarbeiten ist. Durch das Vergießen der räumlichen Struktur mit dem Stahlguss ist jedoch eine besondere Bearbeitung des Stahlgusses nicht mehr erforderlich.

[0009] Bei einem Auftreffen eines Geschosses auf die Metallschicht wird der Stahlguss plastisch verformt und zumindest teilweise kaltverfestigt, wobei eine Festigkeit beziehungsweise Zugfestigkeit und Härte des Stahlgusses in unterschiedlichem Maße zunimmt. Im Gegensatz dazu nimmt eine Dehnung und Kerbschlagzähigkeit ab. Es hat sich gezeigt, dass eine Zunahme an Festigkeit abhängig ist von der aufgebrachten kinetischen Energie, mit der sich die Verformung vollzieht sowie von der Veranlagung des Stahlgusses zum Kaltverfestigen. Eine hohe Kaltverfestigungsgeschwindigkeit bedeutet eine schnelle Erhöhung der Festigkeit im Verhältnis zur abnehmenden Verformungsgeschwindigkeit. Diese Verfestigung im Oberflächenbereich der Verbundpanzerung oder auch innerhalb der Verbundpanzerung erfolgt durch eine Umwandlung des austenitischen Gefüges oder einer mechanisch instabilen Austenit-Phase des bainitischen Gefüges in martensitisches Gefüge. Damit kommt es zu einer Härtesteigerung des Stahlgusses, was seine Durchschlagfestigkeit erhöht.

[0010] So kann beispielsweise auch schon eine Kaltverfestigung der Metallschicht erfolgen, wenn ein Geschoss auf der einer Beschussrichtung zugewandten Verbundschicht auftrifft und in diese eindringt. Auch kann die Verbundpanzerung bei einer großen Härte noch eine vergleichsweise hohe Zähigkeit aufweisen. Weiter ist es möglich, den Stahlguss je nach Zugabe von Mangan oder weiterer Legierungsbestandteile so auszubilden, dass er neben dem austenitischen Gefüge ein überwiegend martensitisches Gefüge aufweist. Das martensitische Gefüge kann auch durch eine Temperaturbehandlung erhalten werden, wobei dann auf eine aufgehärtete Schicht des Stahlgusses eine Schicht mit hoher Zähigkeit

aus bainitischen oder austenitischen Gefüge folgen kann. Insbesondere bei dem bainitischen Gefüge wird eine Umwandlung von Restaustenit in Martensit bei einer Verformung durch eine hohe Kohlenstoffkonzentration begünstigt. Beispielsweise kann auch eine besonders hohe Bruchdehnung bei einer Menge von Restaustenit von 33 bis 57 Volumenprozent erzielt werden. Das bainitische Gefüge kann auch vorteilhaft einer Wärmebehandlung unterzogen werden, da diese mit nur vergleichsweise kleinen Volumenänderungen einhergeht.

[0011] Das in flüssigen Stahl formstabile Material, kann jedes Material sein, dass eine räumliche Struktur ausbildet, und beim Gießen von Stahl bzw. Stahlguss in eine Gussform in der Gussform anordbar ist, ohne dass die räumliche Struktur durch die im flüssigen Stahl bedingte Temperaturerhöhung verformt wird. Eine Erweichungstemperatur des formstabilen Materials liegt daher über einer Liquidustemperatur des flüssigen Stahls. Das formstabile Material kann beispielsweise auch Stahl, insbesondere eine Legierung mit Chrom, Wolfram oder ein anderes Metall sein.

[0012] Die Metallschicht und die Verbundschicht können zusammen durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet sein. Folglich können die Metallschicht und die Verbundschicht in einem Guss ausgebildet mit dem gleichen Stahl werden. Die Metallschicht ist dann die Schicht der Verbundpanzerung, innerhalb der keine räumliche Struktur angeordnet ist. Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, die Metallschicht unabhängig von der Verbundschicht in einem gesonderten Gießverfahren auszubilden und die Metallschicht dann mit der Verbundschicht beispielsweise zu verkleben oder zu verschweißen.

[0013] Die Verbundschicht kann aus einem keramischen Material und dem Matrixmaterial ausgebildet sein. Vorzugsweise kann das keramische Material durch Sintern ausgebildet sein.

[0014] Das keramische Material kann aus Aluminiumoxid, Siliziumcarbid oder Bohrcarbid ausgebildet sein. Das keramische Material kann vollständig aus einem dieser Materialien oder auch aus einer Mischung dieser Materialien ausgebildet sein, wobei zumindest eines dieser Materialien mit einem überwiegenden Anteil vorliegt.

[0015] Das keramische Material kann aus einem ersten Bestandteil mit einer Basis aus Aluminiumoxid in α -Form und mit einem zweiten Bestandteil mit einer Basis, welche eine vorzugsweise eutektische Zusammensetzung aus Aluminiumoxid in α -Form und Zirkoniumdioxid enthält, wobei der erste und der zweite Bestandteil mittels eines Bindemittels, vorzugsweise eines metallischen Bindemittels oder Silicaten verbunden sein kann. Wie sich herausgestellt hat, weist dieses keramische Material eine große Härte und eine hohe Festigkeit auf.

[0016] Die vorzugsweise eutektische Zusammensetzung kann 57 bis 63 Gewichtsprozent Aluminiumoxid in α -Form und 37 bis 43 Gewichtsprozent Zirkoniumdioxid enthalten. Das keramische Material kann dann auch ein

poröses oder schwammartiges Gefüge aufweisen, in welches geschmolzenes Metall eindringen kann. Dadurch wird es möglich, das keramische Material besonders innig mit dem Stahlguss zu verbinden und in der Verbundschicht zu verankern, was eine Durchschlagsfestigkeit erhöht.

[0017] Der Stahlguss kann als ein Legierungsbestandteil 0,01 bis 2, vorzugsweise 0,3 bis 1,5 Masseprozent Kohlenstoff enthalten. Insbesondere ein höherer Kohlenstoffgehalt begünstigt bei einem Mangangehalt von über 4 Prozent die Ausbildung eines austenitischen Gefüges. Mit einem niedrigeren Kohlenstoffgehalts wird es möglich, eher ein bainitisches Gefüge zu erhalten. Gleichzeitig bildet Kohlenstoff eine wichtige Rolle bei der Umwandlung des austenitischen Gefüges in martensitisches Gefüge, weshalb der Stahlguss vorteilhaft zumindest 0,2 Prozent Kohlenstoff enthalten kann.

[0018] Weiter kann der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 0,4 bis 3,5, vorzugsweise 1 bis 2,5 Masseprozent Chrom enthalten. Zunächst wird es dadurch möglich, eine höhere Härte und Korrosionsbeständigkeit des Stahlgusses zu erzielen. Neben einer Steigerung der Zugfestigkeit kann mittels des Chroms das austenitische Gefüge auch bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen ausgebildet werden.

[0019] Auch kann der Stahlguss vergütet sein, vorzugsweise durch Abschrecken in einem Salzbad und/oder durch Temperierung in einem Ofen in einer Luftatmosphäre. Durch die Vergütung kann beispielsweise ein bainitisches oder martensitisches Gefüge ausgebildet werden. Weiter kann vorgesehen sein, dass diese Gefüge lediglich in einer Randzone der Verbundpanzerung ausgebildet sind. Durch die Temperierung in dem Ofen kann auch ein bainitisches oder austenitisches Gefüge erhalten werden, welches eine mechanisch instabile Austenit-Phase aufweist, die bei dem Eindringen eines Geschosses vergleichsweise schnell zu einem martensitischen Gefüge umwandelbar ist.

[0020] Die Verbundpanzerung kann in Form einer Platte ausgebildet sein. Eine derartige Platte beziehungsweise Panzerplatte ist durch Gießen besonders einfach herstellbar. Vorzugsweise kann die Verbundschicht in Richtung einer Beschussrichtung angeordnet sein, wobei dann die Metallschicht eine von der Beschussrichtung abgewandte Rückseite der Verbundpanzerung ausbildet. Optional ist es auch möglich, die Metallschicht in Richtung einer Beschussrichtung anzuordnen, wenn dies zum Schutz gegen bestimmte Geschosse sinnvoll ist.

[0021] Die Verbundpanzerung kann eine weitere Metallschicht aufweisen, wobei dann die Verbundschicht zwischen zwei Metallschichten aufgenommen sein kann. Die Schichten können jeweils gleich dick oder auch unterschiedlich dick ausgebildet sein, wobei die in einer Beschussrichtung angeordnete Metallschicht vor einem Eindringen in die Verbundschicht eine kinetische Energie eines Geschosses absenken kann. Die eine Rückseite ausbildende Metallschicht kann dann eine stützende Rück-

ckenplatte für die Verbundschicht ausbilden.

[0022] Auch können zwei Metallschichten zwei Drittel und eine Verbundschicht ein Drittel einer Dicke der Verbundpanzerung ausbilden. Weiter ist es auch möglich, dass die Verbundpanzerung Variationen von Dicken der jeweiligen Schichten aufweist, die voneinander verschiedenen sind.

[0023] Die Verbundpanzerung kann auch zwei Verbundschichten aufweisen, die durch eine Metallschicht voneinander getrennt sind. Prinzipiell können auch mehr als zwei Verbundschichten vorhanden sein. Die Verbundschichten können dann ihrerseits auch von weiteren Metallschichten abgedeckt sein. Weitere Kombinationen von Schichten sind ebenfalls möglich.

[0024] Die Verbundpanzerung kann eine Zwischenschicht aufweisen, die zwischen der Metallschicht und der Verbundschicht angeordnet und aus einem Material ausgebildet sein kann, welches vergleichsweise eine größere Härte und eine höhere Dichte aufweist. Die Zwischenschicht kann beispielsweise aus Uran oder Wolfram bestehen beziehungsweise diese Stoffe enthalten. Optional ist es auch möglich, die Zwischenschicht aus Gummi auszubilden, wobei dann die Härte und Dichte der Zwischenschicht vergleichsweise gering ist. Mit einer Zwischenschicht kann ein Schutz gegen Wuchtgeschosse weiter verbessert werden.

[0025] Die räumliche Struktur kann eine Wabenstruktur mit vorzugsweise 6 oder 8 Ecken, rechteckig oder quaderförmig sein. Die räumliche Struktur beziehungsweise geometrische Struktur kann dann mit den Waben, Rechtecken oder Quadern Hohlräume ausbilden, die mit Stahlguss im Wesentlichen vollständig gefüllt sind.

[0026] Alternativ kann die räumliche Struktur aus einer Mehrzahl von plattenförmigen Schichten aus dem formstabilen Material ausgebildet sein.

[0027] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die räumliche Struktur beziehungsweise die geometrische Struktur orthogonal zu einer Beschussrichtung verlaufend innerhalb der Verbundschicht angeordnet ist. Von dem formstabilen Material ausgebildete Hohlräume können auch hier mit flüssigem Stahl leicht infiltriert und vollständig ausgefüllt werden. Wesentlich ist, dass das formstabile Material dann quer zu der Beschussrichtung verläuft beziehungsweise in der Verbundschicht angeordnet ist, so dass ein Geschoss in jedem Fall in das formstabile Material eindringen muss. Die räumliche Struktur kann auch Hohlräume ausbilden, die Kanäle oder Öffnungen aufweisen, wobei die Hohlräume mit dem Stahlguss infiltriert und vorzugsweise vollständig ausgefüllt sind. Das formstabile Material kann auch eine geometrisch unstrukturierte Struktur mit unterschiedlich großen Hohlräumen ausbilden. Diese Struktur kann in Art eines Schwamms ausgebildet oder auch durch Sintern von keramischem Material ausgebildet werden. Prinzipiell kann das formstabile Material in jeder beliebigen denkbaren Struktur ausgebildet sein, wobei die Hohlräume dann auch durch unregelmäßige Spalten in einer zufälligen beziehungsweise unstrukturierten räumlichen Struktur beziehungs-

weise Verteilung des formstabilen Materials ausgebildet sein können.

[0028] Weiter kann die räumliche Struktur von Kanälen oder Öffnungen durchzogen sein, die eine Infiltration der Hohlräume der räumlichen Struktur ermöglichen beziehungsweise begünstigen. Beispielsweise kann dann eine Wabenstruktur vollständig von dem flüssigen Stahl bei einem Gießen der Verbundschicht und gegebenenfalls der Metallschicht ausgefüllt werden. Auch können dann Metallschichten beiderseits der Verbundschicht über die Kanäle und Öffnungen unmittelbar miteinander verbunden sein. Die Öffnungen können beispielsweise Bohrungen oder jede andere Art von Öffnungen sein, die gewährleisten, dass die räumliche Struktur vollständig mit Metall beziehungsweise Stahl infiltriert werden kann.

[0029] Je nach Anordnung der räumlichen Struktur in einer Gussform kann die Struktur vollständig von dem Stahlguss umgeben sein oder teilweise eine Außenfläche der Verbundpanzerung ausbilden. Beispielsweise kann die räumliche Struktur Abstandshalter zur Anordnung in der Gussform ausbilden, die nach einem Gießen noch an der Außenfläche der Verbundpanzerung sichtbar sind. Vorzugsweise ist jedoch vorgesehen, dass die Außenfläche zu einem überwiegenden Anteil von Stahlguss ausgebildet ist.

[0030] Die Verbundpanzerung kann eine Befestigungsvorrichtung ausbilden, wobei die Verbundpanzerung dann mittels der Befestigungsvorrichtung kraft- und/oder formschlüssig an einer Befestigungsbasis befestigbar ist. Beispielsweise kann dann eine Aufhängung der Verbundpanzerung beziehungsweise Panzerplatte an einer Befestigungsbasis, welche von einem Fahrzeug, insbesondere Landfahrzeug, wie Schienenfahrzeug, Straßenfahrzeug, Geländefahrzeug, Wasserfahrzeug, Luftfahrzeug, wie Hubschrauber, Propellerflugzeug, Strahlflugzeug, und Raumfahrzeug, ausgebildet sein kann, leicht befestigt werden. Durchgangsbohrungen in der Verbundpanzerung zur Befestigung derselben sind nicht vorgesehen, können aber prinzipiell auch vorhanden sein. Die Befestigungsvorrichtung kann als ein Fortsatz an der Verbundpanzerung angeformt sein, wobei die Befestigungseinrichtung vorzugsweise auf einer Rückseite der Verbundpanzerung, einer Beschussrichtung abgewandt, ausgebildet sein kann.

[0031] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Verbundpanzerung, insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse, wird die Verbundpanzerung aus wenigstens einer Metallschicht und wenigstens einer Verbundschicht ausgebildet, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet wird, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur ausbildet, und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet wird, wobei das Matrixmaterial Stahlguss ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet wird, ausgebildet wird, wobei der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, vor-

zugsweise bis 21 Masseprozent Mangan enthält, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist. Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens betreffend wird auf die Vorteilsbeschreibung der erfindungsgemäßen Verbundpanzerung verwiesen.

[0032] Um das betreffende Gefüge zu erhalten ist es vorteilhaft, wenn beim Gießen eine Temperatur des Gussstahls in einem Bereich von +/- 1 bis 5 Grad Celsius konstant ist.

[0033] Weiter kann vorgesehen sein, den Stahlguss der Metallschicht einer Kaltverformung zu unterziehen. Mit der Kaltverformung kann dann ein bainitisches oder austenitisches Gefüge in vorteilhafter Weise aufgehärtet und gegebenenfalls in ein martensitisches Gefüge umgewandelt werden.

[0034] Dabei kann die Kaltverformung so erfolgen, dass die Metallschicht, bezogen auf eine Schichtdicke der Metallschicht, zumindest teilweise kaltverfestigt wird. Ein erste Schicht der Metallschicht kann dann vergleichsweise hart, und eine zweite Schicht der Metallschicht vergleichsweise zäh ausgebildet werden.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich aus den auf den Vorrichtungsanspruch 1 rückbezogenen Unteransprüchen.

[0036] Erfindungsgemäß wird Stahlguss mit 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan als ein Legierungsbestandteil und mit einem überwiegend bainitischem, austenitischem und/oder martensitischem Gefüge zur Ausbildung einer Metallschicht einer Verbundpanzerung verwendet. Hierdurch ergibt sich eine vollkommen neue Verwendungsmöglichkeit des betreffenden Stahlgusses, insbesondere für Panzerplatten zum Schutz gegen Geschosse.

[0037] Weiter kann der Stahlguss zur Ausbildung der Metallschicht und wenigstens einer Verbundschicht der Verbundpanzerung verwendet werden, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur ausbildet, und dem Stahlguss als Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet sein kann, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet sein kann.

[0038] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

[0039] Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform einer Verbundpanzerung;

Fig. 2 eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform einer Verbundpanzerung;

Fig. 3 eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform einer Verbundpanzerung;

Fig. 4 eine Schnittansicht einer vierten Ausführungsform einer Verbundpanzerung;

- rungsform einer Verbundpanzerung;
- Fig. 5** eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform einer Befestigungsvorrichtung;
- Fig. 6** eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform einer Befestigungsvorrichtung;
- Fig. 7** eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform einer Befestigungsvorrichtung;
- Fig. 8** eine Schnittansicht einer vierten Ausführungsform einer Befestigungsvorrichtung;
- Fig. 9** eine Schnittansicht einer fünften Ausführungsform einer Befestigungsvorrichtung;
- Fig. 10** eine Schnittansicht einer ersten Ausführungsform einer räumlichen Struktur;
- Fig. 11** eine Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform einer räumlichen Struktur;
- Fig. 12** eine Schnittansicht einer dritten Ausführungsform einer räumlichen Struktur;
- Fig. 13** eine Schnittansicht einer vierten Ausführungsform einer räumlichen Struktur;
- Fig. 14** eine Schnittansicht einer fünften Ausführungsform einer räumlichen Struktur;
- Fig. 15** eine Schnittansicht einer fünften Ausführungsform einer Verbundpanzerung;
- Fig. 16** ein Mangan-Kohlenstoff-Diagramm.

[0040] Die **Fig. 1** zeigt eine Schnittansicht einer Verbundpanzerung 10, die in Form einer Platte 11 ausgebildet ist. Die Verbundpanzerung 10 ist aus einer Metallschicht 12 und einer Verbundschicht 13 ausgebildet. Die Verbundschicht 13 ist gegenüber einer Beschussrichtung 14 angeordnet. Die Metallschicht 12 bildet folglich eine Rückseite 15 der Verbundpanzerung 10 aus. Die Metallschicht 12 ist aus Stahlguss ausgebildet und die Verbundschicht 13 aus einem hier nicht dargestellten keramischen Material, welches eine räumliche Struktur ausbildet, sowie aus Stahlguss als ein Matrixmaterial. Der Stahlguss der Verbundschicht 13 und der Stahlguss der Metallschicht 12 sind dabei identisch, was jedoch nicht zwangsläufig der Fall sein muss. Die Verbundpanzerung 10 wird dadurch erhalten, dass das keramische Material in eine hier nicht dargestellte Gussform eingesetzt beziehungsweise in dieser angeordnet wird, wobei die Gussform mit Stahl ausgegossen wird. Das Prinzip der Herstellung von Verbundmaterialien durch Vergießen mit Stahlguss ist in der WO 2014/041409 A2 beschrieben, welche ein abweichendes Sachgebiet betrifft.

Wesentlich ist, dass der Stahlguss der Verbundpanzerung 10 als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, im dargestellten Beispiel 10 Masseprozent Mangan enthält. Der Stahlguss weist ein überwiegend austenitisches Gefüge auf, welches durch das Auftreffen eines Geschosses in ein martensitisches Gefüge umgewandelt wird. Die Umwandlung erfolgt durch eine plastische Verformung des Stahlgusses und einer zumindest teilweisen Kaltverfestigung desselben, was eine Zugfestigkeit und Härte des Stahlguss erhöht. Weiter wird das keramische Material der Verbundschicht 13 bei einem Eindringen eines Geschosses in die Verbundschicht 13 zersplittert, wobei ein erheblicher Teil einer Aufprallenergie absorbiert oder verbraucht wird. Eine Zerstörung des keramischen Materials muss jedoch nicht auf eine eventuelle Einschlagstelle beschränkt sein. Es kann auch durch eine sogenannte Schockübertragung zu einer großflächigen Zerstörung der räumlichen Struktur kommen. Gleichzeitig erfolgt die zuvor beschriebene Aufhärtung der Metallschicht 12 im Bereich der Einschlagstelle. Dabei ist eine Kerbschlagzähigkeit um die Einschlagstelle herum nicht wesentlich herabgesetzt, da hier kaum eine Aufhärtung erfolgt. Eine Durchschlagfestigkeit der Verbundpanzerung 10 gegen Geschosse kann so wesentlich verbessert werden.

[0041] Die **Fig. 2** zeigt eine Verbundpanzerung 16 bei der im Unterschied zu der Verbundpanzerung aus **Fig. 1** die Verbundschicht 13 zwischen zwei Metallschichten 12 aufgenommen ist.

[0042] Die **Fig. 3** zeigt eine Verbundpanzerung 17 mit zwei Verbundschichten 13 die jeweils zwischen Metallschichten 12 aufgenommen sind.

[0043] Die **Fig. 4** zeigt eine Verbundpanzerung 18 bei der im Unterschied zu der Verbundpanzerung aus **Fig. 2** eine weitere Metallschicht 19 dicker ausgebildet ist als die Metallschicht 12.

[0044] Die **Fig. 5** zeigt eine schematische Schnittansicht einer Verbundpanzerung 20, wobei auf einer Rückseite 21 der Verbundpanzerung 20 eine Befestigungsvorrichtung 22 als ein Vorsprung 23 ausgebildet ist. Der Vorsprung 23 ist hakenförmig ausgebildet, so dass er in eine ebenfalls hakenförmig ausgebildete Befestigungsbasis 24 eingehängt werden kann.

[0045] Die **Fig. 6** zeigt eine Befestigungsvorrichtung 25 die im Unterschied zu der Befestigungsvorrichtung aus **Fig. 5** einen weiteren, hakenförmigen Vorsprung 26 aufweist.

[0046] Die **Fig. 7** zeigt eine Befestigungsvorrichtung 27 mit einem T-förmig ausgebildeten Vorsprung 28.

[0047] Die **Fig. 8** zeigt eine Befestigungsvorrichtung 29 mit einem schwalbenschwanzförmig ausgebildeten Vorsprung 30.

[0048] Die **Fig. 9** zeigt eine Befestigungsvorrichtung 31 mit Vorsprüngen 32, die eine im Wesentlichen halbkreisförmige Ausnehmung 33 aufweisen.

[0049] Die **Fig. 10** zeigt eine räumliche Struktur 34 aus einem keramischen Material, insbesondere aus Aluminiumoxid. Das keramische Material ist dabei aus einem

ersten Bestandteil mit einer Basis aus Aluminiumoxid in α -Form und mit einem zweiten Bestandteil mit einer Basis, welche eine eutektische Zusammensetzung aus Aluminiumoxid in α -Form und Zirkoniumdioxid enthält, ausgebildet, wobei der erste und der zweite Bestandteil mittels eines Bindemittels, vorzugsweise eines metallischen Bindemittels oder Silicaten, verbunden sind. Weitere Ausführungsformen sowie eine Herstellung des keramischen Materials sind aus der EP 1 663 548 B1 bekannt, welche ein abweichendes Sachgebiet betrifft.

[0050] Die räumliche Struktur 34 bildet eine Wabenstruktur 35 aus, die quer beziehungsweise orthogonal zu einer Beschussrichtung einer hier nicht näher dargestellten Verbundpanzerung verläuft. Die räumliche Struktur 34 aus dem keramischen Material bildet Hohlräume 36 und 37 aus, die zur Ausbildung der Verbundschicht mit Stahlguss infiltriert und vorzugsweise vollständig ausgefüllt werden.

[0051] Die Fig. 11 zeigt eine räumliche Struktur 38 aus keramischem Material, welche aus plattenförmigen Schichten 39 ausgebildet ist, wobei zwischenliegend den Schichten 39 Hohlräume 40 zur Ausfüllung mit Stahlguss ausgebildet sind.

[0052] Die Fig. 12 zeigt eine räumliche Struktur 41, die quaderförmige Hohlräume 42 ausbildet.

[0053] Die Fig. 13 zeigt eine räumliche Struktur 43 die Hohlräume 44 in Form jeweils einer Bohrung 45 aufweist.

[0054] Die Fig. 14 zeigt eine räumliche Struktur 46, die in Art eines Schwamms 47 beziehungsweise durch Sintern von keramischem Material ausgebildet ist. Unregelmäßig große Zwischenräume 48 der räumlichen Struktur 46 bilden entsprechende Hohlräume 49 aus.

[0055] Die Fig. 15 zeigt eine Verbundpanzerung 50 mit zwei Metallschichten 51 und einer Verbundschicht 52, die zwischen den zwei Metallschichten 51 aufgenommen ist. Ein keramisches Material der Verbundschicht 52 bildet dabei eine räumliche Struktur 53, ähnlich der in Fig. 10 gezeigten räumlichen Struktur, aus. In der räumlichen Struktur 53 sind Öffnungen 54 ausgebildet, so dass die räumliche Struktur 53 vollständig von dem Stahlguss der Metallschichten 51 durchdrungen beziehungsweise bei einem Gießen ausgefüllt werden kann. Die Metallschichten 51 sind demnach unmittelbar miteinander verbunden. Die Öffnungen 54 können beispielsweise eine Bohrung oder jede andere Art von Öffnung sein, die gewährleistet, dass die räumliche Struktur 53 vollständig mit Stahlguss infiltriert werden kann.

[0056] Die Fig. 16 zeigt ein Mangan-Kohlenstoff-Diagramm aus dem ersichtlich ist, bei welchen Gehalten an Mangan und Kohlenstoff ein austenitisches, bainitisches oder martensitisches Gefüge von Stahlguss einer Verbundpanzerung ausgebildet werden kann.

Patentansprüche

1. Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50), insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschos-

se, wobei die Verbundpanzerung aus wenigstens einer Metallschicht (12, 19, 51) und wenigstens einer Verbundschicht (13, 52) ausgebildet ist, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet ist, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) ausbildet, und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Matrixmaterial Stahlguss ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet ist, wobei der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan (Mn) enthält, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist.

2. Verbundpanzerung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Metallschicht (12, 19, 51) und die Verbundschicht (13, 52) zusammen durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) angeordnet ist, ausgebildet sind.

3. Verbundpanzerung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verbundschicht aus einem keramischen Material und dem Matrixmaterial ausgebildet ist.

4. Verbundpanzerung nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass das keramische Material aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), Siliziumcarbid (SiC) oder Bohrcarbid (B_4C) ausgebildet ist.

5. Verbundpanzerung nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass keramische Material aus einem ersten Bestandteil mit einer Basis aus Aluminiumoxid in α -Form ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) und mit einem zweiten Bestandteil mit einer Basis, welche eine vorzugsweise eutektische Zusammensetzung aus Aluminiumoxid in α -Form ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) und Zirkoniumdioxid (ZrO_2) enthält, wobei der erste und der zweite Bestandteil mittels eines Bindemittels, vorzugsweise eines metallischen Bindemittels oder Silicaten, verbunden sind.

6. Verbundpanzerung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die vorzugsweise eutektische Zusammensetzung 57 bis 63 Gewichtsprozent Aluminiumoxid in α -Form ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) und 37 bis 43 Gewichtsprozent Zirkoniumdioxid (ZrO_2) enthält.

7. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden

- Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 0,01 bis 2, vorzugsweise 0,3 bis 1,5 Masseprozent Kohlenstoff (C) enthält.
8. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 0,4 bis 3,5, vorzugsweise 1 bis 2,5 Masseprozent Chrom (Cr) enthält.
9. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der der Stahlguss vergütet ist, vorzugsweise durch Abschrecken in einem Salzbad und/oder durch Temperierung in einem Ofen in einer Luftatmosphäre.
10. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) in Form einer Platte (11) ausgebildet ist.
11. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundschicht (13, 52) in Richtung einer Beschussrichtung (14) angeordnet ist.
12. Verbundpanzerung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Metallschicht (12, 19, 51) in Richtung einer Beschussrichtung (14) angeordnet ist.
13. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) eine weitere Metallschicht (12, 19, 51) aufweist, wobei die Verbundschicht (13, 52) zwischen zwei Metallschichten aufgenommen ist.
14. Verbundpanzerung nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwei Metallschichten (12, 19, 51) zwei Drittel und eine Verbundschicht (13, 52) ein Drittel einer Dicke der Verbundpanzerung (17, 18, 20, 50) ausbilden.
15. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundpanzerung zwei Verbundschich-
- ten (13) aufweist, die durch eine Metallschicht (12) voneinander getrennt sind.
16. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) eine Zwischenschicht aufweist, die zwischen der Metallschicht (12, 19, 51) und der Verbundschicht (13, 52) angeordnet und aus einem Material ausgebildet ist, welches vergleichsweise eine größere Härte und eine höhere Dichte aufweist.
17. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die räumliche Struktur (34, 41, 53) eine Wabenstruktur mit vorzugsweise sechs oder acht Ecken, rechteckig oder quaderförmig ist.
18. Verbundpanzerung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die räumliche Struktur (38) aus einer Mehrzahl von plattenförmigen Schichten (39) aus dem formstabilen Material ausgebildet ist.
19. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) orthogonal zu einer Beschussrichtung (14) verlaufend angeordnet ist.
20. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) Hohlräume (36, 37, 40, 42, 49) ausbildet die Kanäle oder Öffnungen (54) aufweisen, wobei die Hohlräume mit dem Stahlguss infiltriert und vorzugsweise vollständig ausgefüllt sind.
21. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) vollständig von dem Stahlguss umgeben ist oder teilweise eine Außenfläche der Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) ausbildet.
22. Verbundpanzerung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) eine Befestigungsvorrichtung (22, 25, 27, 29, 31) ausbildet, wobei die Verbundpanzerung mittels der Befestigungsvorrichtung kraft- und/oder formschlüs-

sig an einer Befestigungsbasis (24) befestigbar ist.

23. Verfahren zur Herstellung einer Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50), insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse, wobei die Verbundpanzerung aus wenigstens einer Metallschicht (12, 19, 51) und wenigstens einer Verbundschicht (13, 52) ausgebildet wird, wobei die Metallschicht aus Stahlguss ausgebildet wird, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, welches eine räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) ausbildet, und einem Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet wird, 5
- dadurch gekennzeichnet,** 10
- dass** das Matrixmaterial Stahlguss ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet wird, ausgebildet wird, wobei der Stahlguss als ein Legierungsbestandteil 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan (Mn) enthält, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist. 15
24. Verfahren nach Anspruch 23, 20
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** beim Gießen eine Temperatur des Stahlgusses in einem Bereich von +/- 1 bis 5 Grad Celsius konstant ist. 25
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, 30
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** der Stahlguss der Metallschicht kaltverformt wird. 35
26. Verfahren nach Anspruch 25, 40
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die Metallschicht, bezogen auf eine Schichtdicke der Metallschicht, zumindest teilweise kaltverfestigt wird. 45
27. Verwendung von Stahlguss mit 4 bis 30, vorzugsweise bis 21 Masseprozent Mangan (Mn) als ein Legierungsbestandteil, wobei der Stahlguss ein überwiegend bainitisches, austenitisches und/oder martensitisches Gefüge aufweist, zur Ausbildung einer Metallschicht (12, 19, 51) einer Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50), insbesondere Panzerplatte zum Schutz gegen Geschosse. 50
28. Verwendung nach Anspruch 27, 55
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass** der Stahlguss zur Ausbildung der Metallschicht (12, 19, 51) und wenigstens einer Verbundschicht (13, 52) der Verbundpanzerung (10, 16, 17, 18, 20, 50) verwendet wird, wobei die Verbundschicht aus einem in flüssigen Stahl formstabilen Material, wel-

ches eine räumliche Struktur (34, 38, 41, 43, 46, 53) ausbildet, und dem Stahlguss als Matrixmaterial, welches die räumliche Struktur ausfüllt, ausgebildet ist, wobei die Verbundschicht durch Gießen von Stahl in eine Gussform, in welcher die räumliche Struktur angeordnet ist, ausgebildet ist.

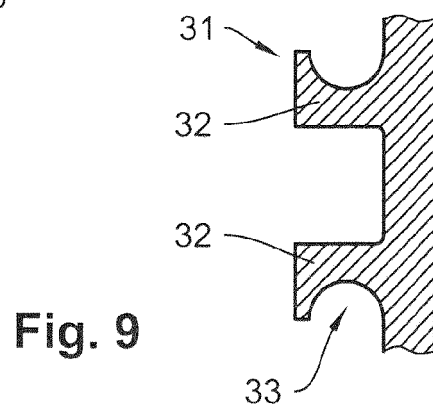
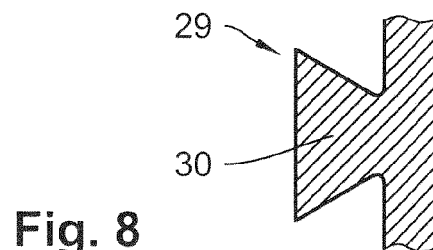
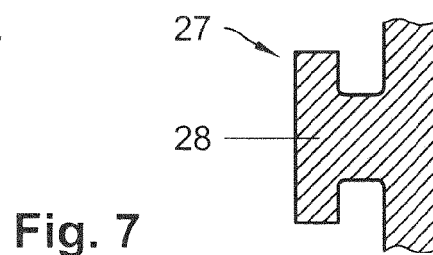
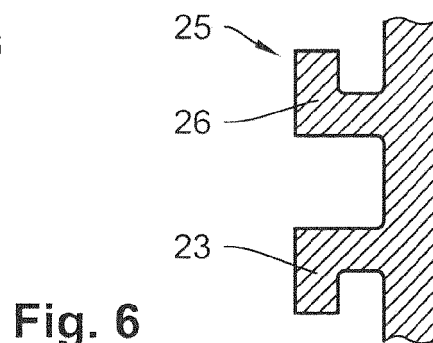
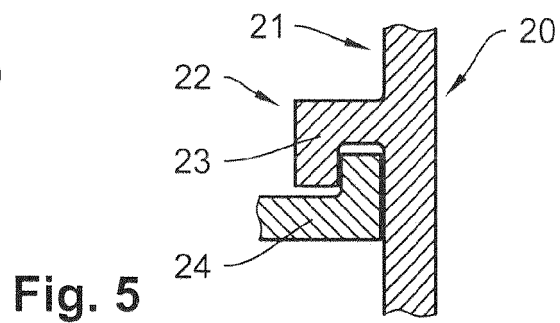
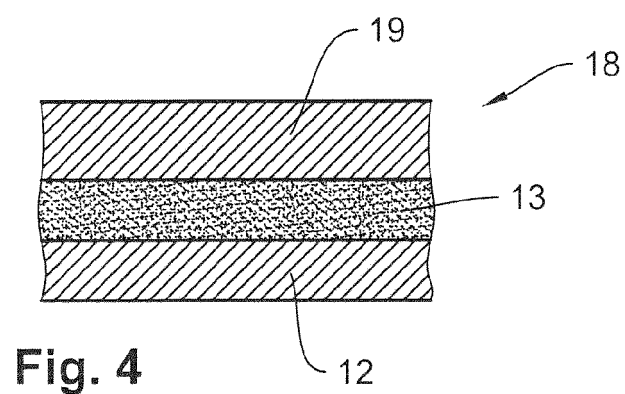
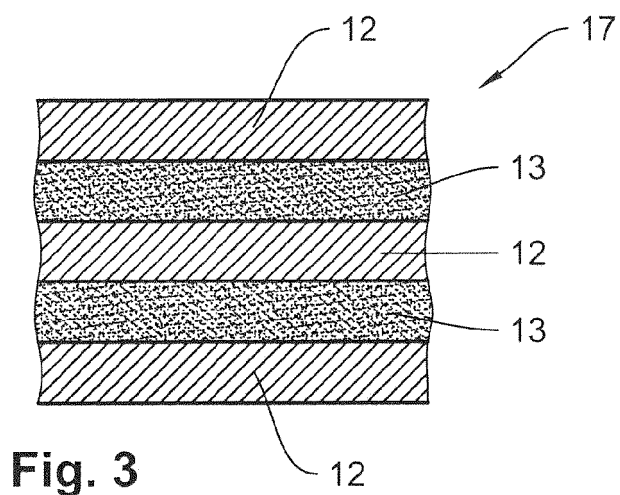
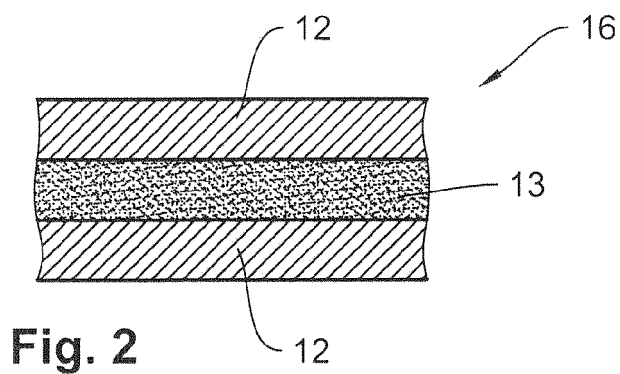
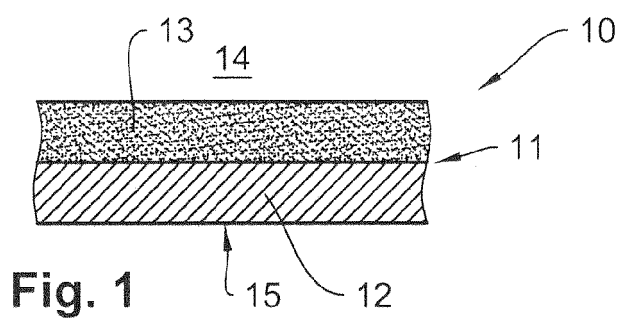


Fig. 10

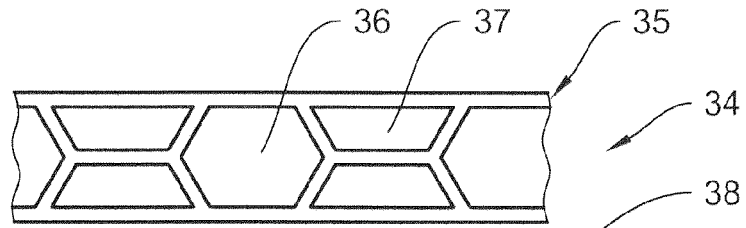


Fig. 11

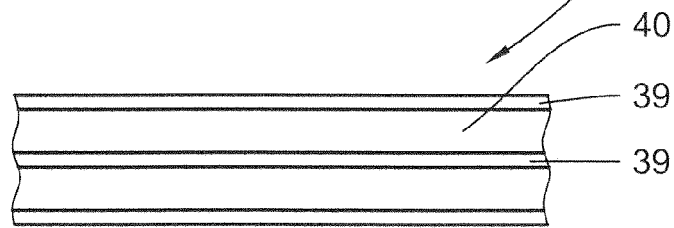


Fig. 12

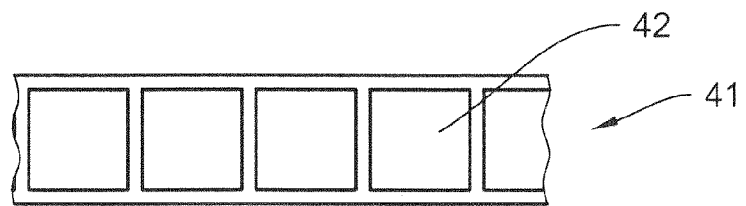


Fig. 13

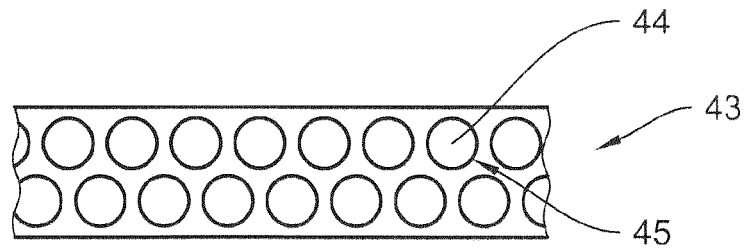


Fig. 14

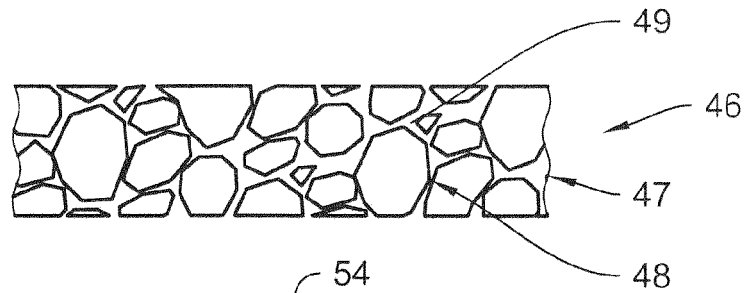
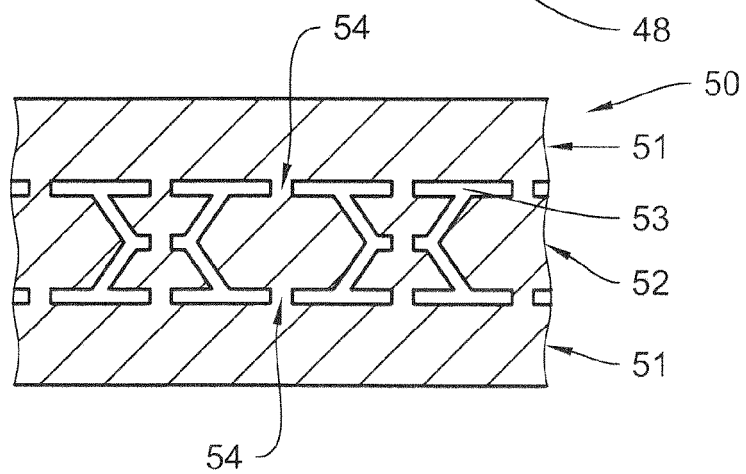


Fig. 15



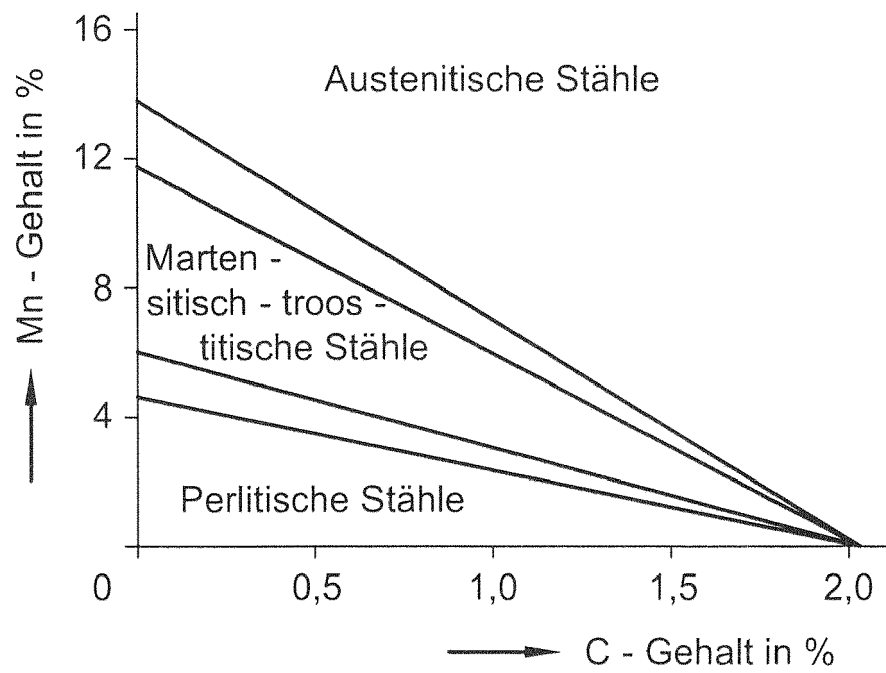


Fig. 16



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 18 0907

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2002/136857 A1 (FRANCOIS HUBERT [BE]) 26. September 2002 (2002-09-26)	1-4,7-28	INV. F41H5/04 B22D19/02
Y	* Absätze [0002], [0008], [0017], [0037]; Abbildungen 1-3; Beispiel 2 *	14-16, 18,19	
Y	WO 03/078158 A1 (LIQUIDMETAL TECHNOLOGIES [US]; COLLIER STEVEN [US]; PEKER ATAKAN [US]) 25. September 2003 (2003-09-25) * Seite 5, Zeile 5 - Zeile 9; Ansprüche 1,12,23-25,35,37,; Abbildung 3 *	14-16, 18,19	
Y	WO 2013/022490 A2 (SPOKANE IND [US]; TENOLD TYRUS NEIL [US]; TENOLD GREGORY GEORGE [US];) 14. Februar 2013 (2013-02-14) * Absätze [0034] - [0048]; Ansprüche 1-5,12-15,19-28,31-34; Abbildungen 1-4 *	1-28	
Y	CN 101 214 539 A (UNIV JILIN [CN]) 9. Juli 2008 (2008-07-09) * Abbildung 1; Beispiele 1-4 *	1-28	
Y	US 2012/247312 A1 (ADAMS RICHARD W [US] ET AL) 4. Oktober 2012 (2012-10-04) * Absätze [0024], [0025], [0035]; Abbildung 1 *	1,3,10, 12,17, 20,21, 23,27,28	B22D F41H
Y	FR 2 711 782 A1 (CREUSOT LOIRE [FR]; MICROFUSION SA) 5. Mai 1995 (1995-05-05)	1,3,4, 21,23, 27,28	
A	* Ansprüche 1,4,5,6,8,9 *	7,8	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. November 2017	Prüfer Giesen, Maarten
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 18 0907

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2016/008970 A1 (MAGOTTEAUX INT [BE]) 21. Januar 2016 (2016-01-21)	5,6	
A	* Seite 16, Zeile 18 - Seite 18, Zeile 17 * * Seite 24; Ansprüche 17-22 * -----	1,17,20, 21,23,28	
A	DE 43 32 744 A1 (FRIATEC RHEINHUETTE GMBH & CO [DE]) 30. März 1995 (1995-03-30) * Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 34; Abbildung 3 * -----	1-28	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. November 2017	Prüfer Giesen, Maarten
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

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

EP 17 18 0907

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-11-2017

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002136857 A1	26-09-2002	AT 195895 T	15-09-2000
		AU 723329 B2	24-08-2000
		BR 9712188 A	25-01-2000
		CA 2266475 A1	16-04-1998
		CN 1232416 A	20-10-1999
		CZ 9901116 A3	11-08-1999
		DE 69702988 D1	05-10-2000
		DE 69702988 T2	01-03-2001
		EE 9900139 A	15-12-1999
		EP 0930948 A1	28-07-1999
		ES 2150278 T3	16-11-2000
		HU 9904505 A2	28-05-2000
		ID 17782 A	29-01-1998
		JP 2001504036 A	27-03-2001
		KR 20000048806 A	25-07-2000
		KR 20060013699 A	13-02-2006
		MY 128314 A	31-01-2007
		PL 189446 B1	31-08-2005
		PT 930948 E	31-01-2001
		RU 2177389 C2	27-12-2001
		SK 40299 A3	08-11-1999
		TR 9900645 T2	21-07-1999
		UA 46124 C2	15-05-2002
		US RE39998 E	08-01-2008
		US 6399176 B1	04-06-2002
		US 2002136857 A1	26-09-2002
		WO 9815373 A1	16-04-1998

WO 03078158 A1	25-09-2003	AU 2003213841 A1	29-09-2003
		US RE45830 E	29-12-2015
		US 2006269765 A1	30-11-2006
		US 2009239088 A1	24-09-2009
		WO 03078158 A1	25-09-2003

WO 2013022490 A2	14-02-2013	AU 2012294889 A1	26-09-2013
		BR 112013024118 A2	13-12-2016
		CA 2830277 A1	14-02-2013
		NZ 615318 A	31-07-2015
		PE 11442014 A1	30-08-2014
		WO 2013022490 A2	14-02-2013

CN 101214539 A	09-07-2008	KEINE	

US 2012247312 A1	04-10-2012	KEINE	

FR 2711782 A1	05-05-1995	KEINE	

EPO FORM P0461

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

55

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

EP 17 18 0907

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.

09-11-2017

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2016008970 A1	21-01-2016	AU 2015289119 A1	23-02-2017
		CA 2955295 A1	21-01-2016
		CN 107074661 A	18-08-2017
		EP 3169646 A1	24-05-2017
		JP 2017524641 A	31-08-2017
		KR 20170059968 A	31-05-2017
		US 2017157667 A1	08-06-2017
		WO 2016008970 A1	21-01-2016
DE 4332744 A1	30-03-1995	KEINE	

15

20

25

30

35

40

45

50

EPO FORM P0461

55

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

- WO 2014041409 A2 [0040]
- EP 1663548 B1 [0049]