(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
04. Juni 2020 (04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/109018 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B22F 7/08 (2006.01) *B23K 20/227* (2006.01)
B23K 20/04 (2006.01) *B32B 15/01* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/081356

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2019 (14.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 220 222.2
26. November 2018 (26.11.2018) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG** [DE/DE]; Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 47166 Duisburg (DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **BECKER, Jens-Ulrik**; Zieglerstraße 26, 47058 Duisburg (DE). **KALLABIS, Sebastian**; Glockensprung 12, 41812 Erkelenz (DE).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG**; TIS-IN-PAT, Kaiser-Wilhelm-Straße 100, 47166 Duisburg (DE).

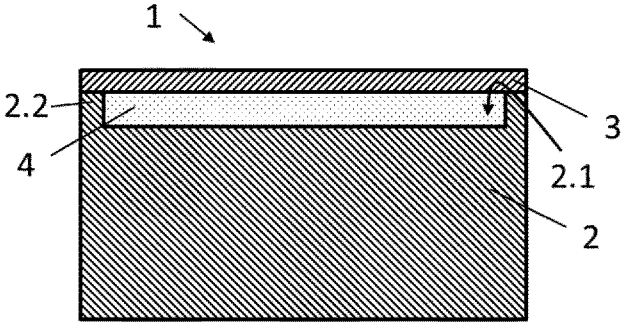
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING A MATERIAL COMPOSITE, MATERIAL COMPOSITE AND USE THEREOF

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKSTOFFVERBUNDES, WERKSTOFFVERBUND UND SEINE VERWENDUNG



Figur 1)

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a material composite (1'), to a correspondingly produced material composite (1') and to a use of the material composite (1') produced according to said method.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffverbundes (1´), ein entsprechend hergestellter Werkstoffverbund (1´) und eine Verwendung des erfindungsgemäß hergestellten Werkstoffverbundes (1´).

WO 2020/109018 A1

Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffverbundes, Werkstoffverbund und seine Verwendung

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffverbundes, ein erfindungsgemäß hergestellter Werkstoffverbund und eine Verwendung des erfindungsgemäß hergestellten Werkstoffverbundes.

Technischer Hintergrund

Bei der Herstellung von besonders verschleißfesten Stahlwerkstoffen in Form von Blechen, Platten oder Bändern sind oberhalb der 650 HV-Härteklasse schnell technische Grenzen erreicht, insbesondere was die technische Herstellbarkeit auf den Anlagen zur Stahlherstellung und zum Warmwalzen, und ggf. auch etwaiger Zwischenschritte bzw. weiterer Verarbeitungsschritte, wie z. B. Kaltwalzen, Beschichten, etc., anbelangt. Dies gilt gleichermaßen auch für Weiterverarbeitungsprozesse zur Herstellung von Bauteilen mittels z. B. Formen, Ziehen und/oder Abkanten.

Die Gründe für die eingeschränkte, technische Herstellbarkeit von Blechen, Platten oder Bändern besonders harter verschleißfester Stahlwerkstoffe sind der Tatsache geschuldet, dass besonders verschleißbeständige Legierungen ihren Verschleißwiderstand aus der Härte der in der Regel martensitischen Metallmatrix einerseits und dem insbesondere hohen Gehalt an harten Karbiden, Nitriden und/oder Boriden der Elemente Eisen, Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Niob, Titan, Hafnium und/oder Tantal erzielen. Herstellungsprobleme können des Weiteren bedingt sein durch: hohe Schmelztemperaturen; hohe Legierungsgehalte; spröde Phasen, insbesondere Sprödigkeit des Werkstoffs allgemein, was mit einer schlechten bis eingeschränkten Bieg- und/oder Verformbarkeit einhergeht; hohe Härte mit negativen Auswirkungen beim Walzen, insbesondere beim Führen des Bandes, usw.; Empfindlichkeit gegen Risse, beispielsweise Kantenrisse, Seigerungsrisse, usw.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass besonders verschleißfeste Werkstoffe respektive Bauteile oftmals pulvermetallurgisch hergestellt werden. Dabei wird ein Pulver, welches aus reinem Metall, einer Mischung reiner Metalle oder auch aus einer individuell zusammengestellten Metalllegierung bestehen kann, über verschiedene Verfahrensrouten in der Regel zum fertigen Bauteil oder Bauteilrohling oder Halbzeug prozessiert. Wesentliche Kernprozesse der genannten Verfahrensrouten sind immer einerseits das Zusammenpressen des Metallpulvers (Kom-

paktieren) und andererseits die Herstellung einer festen Bindung zwischen den Bestandteilen des Pulvers unter Temperatureinfluss (Sintern).

Der Vorteil bei den pulvermetallurgischen Routen ist, dass oftmals, insbesondere wenn ein Vergleichsprodukt über die Schmelz-Walz/Schmiederoute überhaupt herstellbar ist, bessere Materialeigenschaften erreicht werden können. Nachteilig hingegen ist jedoch, dass über die Prozesse Kompaktieren und Sintern in der Regel nur eine Dichte von bis zu 99 % hergestellt werden können, wobei eine vollständige Verdichtung einen zusätzlichen Schritt einer Nachbearbeitung in Form von Walzen und/oder Schmieden erfordert.

Bleche, Platten oder Bänder lassen sich pulvermetallurgisch nur aufwendig bzw. eingeschränkt herstellen. Dies gilt gleichermaßen auch für die im Stand der Technik bekannten Mehrlagenwerkstoffe, bei denen eine pulvermetallurgische Schicht auf einem Substrat, oftmals einem zähen und/oder kostengünstigen Stahl aufgebracht wird, um Materialkosten zu sparen. Gängige Verfahren zur Herstellung solcher Halbzeuge bzw. Bauteile aus Mehrlagenwerkstoffen, welche in der Regel aus zwei Lagen bestehen, sind Verfahren wie thermisches Spritzen oder HIP-Cladding. Beim HIP-Cladding wird eine Schicht durch heiß-isostatisches Pressen (HIP) auf ein Substrat aufgebracht.

Zusammenfassung der Erfindung

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem ein insbesondere blech-, platten- oder bandförmiger Werkstoffverbund relativ einfach hergestellt werden kann, insbesondere unter Nutzung von Anlagen für die Stahlherstellung, sowie einen entsprechend hergestellten Werkstoffverbund und eine Verwendung des Werkstoffverbundes anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Erfindungsgemäß umfasst das Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffverbundes folgende Schritte: - Bereitstellen einer metallischen Trägerschicht, - Bereitstellen einer metallischen Schutzschicht, - Bereitstellen eines metallischen Pulvers, - Anordnen des Pulvers zwischen der

Trägerschicht und der Schutzschicht zur Erzeugung eines Vorproduktes, - Erwärmen und Warmwalzen des Vorproduktes zur Erzeugung eines blech-, platten- oder bandförmigen Werkstoffverbundes, wobei das Pulver während des Erwärmens und Warmwalzens in eine pulvermetallurgische Schicht umgewandelt wird.

Da ein Werkstoff in Blech-, Platten- oder Bandform pulvermetallurgisch nur aufwendig bzw. eingeschränkt herstellbar ist, wird erfindungsgemäß ein mehrlagiger Aufbau gewählt, der aus verschiedenen Schichten besteht, die unterschiedliche Funktionen haben. Der wesentliche Bestandteil in dem erfindungsgemäßen Werkstoffverbund ist dabei das metallische Pulver respektive die aus dem metallischen Pulver umgewandelte pulvermetallurgische Schicht, die sich im Zuge des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des Werkstoffverbundes ausbildet. Dadurch weist erfindungsgemäß der Werkstoffverbund, welcher blech-, platten- oder bandförmig ausgebildet ist, mindestens drei metallische Schichten auf, wobei mindestens eine der Schichten aus einer pulvermetallurgischen Schicht gebildet ist.

Eben jene pulvermetallurgische Schicht kann dabei über den Querschnitt bzw. die Längs- und/oder Quererstreckung des Werkstoffverbundes einen Gradienten aufweisen, welcher beispielsweise infolge einer gezielten Schüttung Einfluss auf die Materialeigenschaft durch ein variierendes Konzentrationsprofil auf den Anwendungsfall angepasst bzw. die Verbundbildung optimieren werden kann.

Die Bestandteile des metallischen Pulvers und die aus dem metallischen Pulver umgewandelte pulvermetallurgische Schicht werden gemäß den Anforderungen des Anwendungsfalls zusammengestellt. Das metallische Pulver kann aus reinem Metall, einer Mischung reiner Metalle oder aus einer individuell zusammengestellten Metalllegierung bestehen. Durch die beim Warmwalzen eintretende Dickenreduzierung und den dabei herrschenden hohen Temperaturen wird durch Kompaktieren und Sintern, eine insbesondere homogene, dichte und kompakte Schicht ausgebildet.

Die metallische Trägerschicht ermöglicht zum einen die Prozessierbarkeit des Vorproduktes zu einem blech-, platten- oder bandförmigen Werkstoffverbund im Zuge des Warmwalzprozesses und zum anderen die Prozessierbarkeit des Werkstoffverbundes zu einem Bauteil in einem oder mehreren nachgelagerten Weiterverarbeitungsschritten. Durch den Warmwalzprozess kommt es analog zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Warmwalzplattieren zu einer festen metallischen Bindung zwischen der Trägerschicht, der pulvermetallurgischen Schicht und der

Schutzschicht. Bevorzugt nimmt die Trägerschicht mehr als 50 % der Gesamtdicke des Vorproduktes respektive Werkstoffverbundes ein, sodass im Wesentlichen gute Verarbeitungseigenschaften durch die Trägerschicht respektive die sich durch das Warmwalzen ergebende Schicht sichergestellt sind. Die metallische Trägerschicht bzw. die nach dem Warmwalzen resultierende Schicht trägt quasi die pulvermetallurgische Schicht, welche anfangs pulverförmig und nach dem Warmwalzen kompakt ausgebildet ist. Die metallische Trägerschicht bzw. die nach dem Warmwalzen resultierende Schicht schirmt zudem die pulvermetallurgische Schicht zumindest zu einer Seite hin ab.

Die metallische Schutzschicht bzw. die nach dem Warmwalzen resultierende Schicht sorgt dafür, dass zunächst das auf der metallischen Trägerschicht angeordnete metallische Pulver zumindest zu einer Seite, insbesondere auf der der Trägerschicht abgewandten Seite abgedeckt und damit geschützt ist, dass zum einen das metallische Pulver respektive pulvermetallurgische Schicht in Position gehalten wird und ein Auseinanderreißen oder Beschädigen im Warmwalzprozess des Vorproduktes vermieden wird, zum anderen das metallische Pulver respektive pulvermetallurgische Schicht keinen negativen Einfluss auf Anlagenkomponenten, wie z. B. Komponenten in der Warmwalz- und/oder Fertigungsstraße, nehmen, weil die Komponenten nicht in direkten Kontakt zu dem metallischen Pulver respektive zu der pulvermetallurgischen Schicht gelangen, diese quasi zumindest einseitig abschirmen und dadurch Anhaftungen und/oder Verschleiß an bzw. der Anlagenkomponenten vermieden werden können. Ebenso wird durch die Schutzschicht eine zusätzliche Oxidation des Pulvers beispielsweise durch Vermeidung eines Eintretens von Ofenatmosphäre während einer vorzugsweisen Erwärmung in einem Ofen verhindert, sodass eine negative Wirkung oxidierter Pulverpartikel auf den Sinterprozess minimiert werden kann. Des Weiteren garantiert die metallische Schutzschicht bzw. die nach dem Warmwalzen resultierende Schicht eine gute Oberflächenqualität, insbesondere am erfindungsgemäßen Werkstoffverbund respektive am daraus gefertigten Bauteil. Die metallische Trägerschicht und die metallische Schutzschicht ermöglichen zusammen den Durchsatz des bzw. der sonst nicht prozessierbaren metallischen Pulvers bzw. pulvermetallischen Schicht, schirmen bzw. decken diese beidseitig, insbesondere nach oben und nach unten hin ab. Gemäß einer Ausgestaltung weist die metallische Trägerschicht im Vergleich zur metallischen Schutzschicht eine Dicke auf, welche mindestens um Faktor 2, insbesondere mindestens um Faktor 4, vorzugsweise mindestens um Faktor 7 dicker ist.

Die metallische Trägerschicht und die metallische Schutzschicht des Vorproduktes werden vorzugsweise zumindest lokal miteinander verbunden, vorzugsweise stoffschlüssig, um eine Pro-

zessierbarkeit sicherzustellen, ohne dass sich die metallischen Schichten des Vorproduktes vor dem Warmwalzen voneinander lösen.

In Abhängigkeit des Werkstoffs, der für die metallische Trägerschicht und/oder metallische Schutzschicht verwendet wird, erfolgt eine Erwärmung vor dem Warmwalzen auf eine Temperatur, die insbesondere unterhalb der Temperatur des eingesetzten Werkstoffs ist, welche die niedrigere Schmelztemperatur hat. Die Erwärmung erfolgt vorzugsweise auf eine Temperatur die gleich oder höher als eine Warmwalzanfangstemperatur des eingesetzten Werkstoffs ist. Die Dauer der Erwärmung richtet sich nach der Dicke des Vorproduktes respektive der Dicke der metallischen Trägerschicht, insbesondere um zumindest sicherzustellen, dass sich infolge der Erwärmung in der bzw. den metallischen Schichten ein vollständig homogenes (Erwärmungs-) Gefüge ausbildet. Durch die Erwärmung wird insbesondere ein partielles Aufschmelzen der Pulverpartikel begünstigt, um eine für den Sinterprozess vorzugsweise notwendige Brückenbildung zwischen den Körnern respektive den Partikeln des Pulvers zu aktivieren. Vorzugsweise weist das metallische Pulver eine höhere Schmelztemperatur als der eingesetzte Werkstoff der metallischen Schicht(en) auf.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung bestehen die metallische Schutzschicht und die metallische Trägerschicht jeweils aus einem Stahlwerkstoff. Da die Auslegung der pulvermetallurgischen Schicht in Verbindung mit ihrer Dicke und/oder mit ihren Legierungselementen insbesondere die Verwendung des Werkstoffverbundes definiert, können im Vergleich zur pulvermetallurgischen Schicht niedriglegierte, kostengünstig und einfach herstellbare Stahlwerkstoffe verwendet werden, welche die mechanischen Eigenschaften im Werkstoffverbund definieren, u. a. die Festigkeit, Zähigkeit etc. Beispielsweise können Stahlwerkstoffe verwendet werden, welche eine Härte unterhalb von 600 HV, insbesondere unterhalb von 500 HV, vorzugsweise unterhalb von 400 HV, bevorzugt unterhalb 300 HV, besonders bevorzugt unterhalb 200 HV aufweisen, um insbesondere eine einfache Prozessierbarkeit zu gewährleisten. Gemäß einer weiter bevorzugten Ausführung weist der Stahlwerkstoff der metallischen Schutzschicht im Vergleich zum Stahlwerkstoff der Trägerschicht die gleiche oder eine geringere Härte auf. Für die Herstellung des erfindungsgemäßen Werkstoffverbundes eignen sich somit konventionelle Anlagen für die Stahlherstellung.

HV ist die Härte nach Vickers und wird gemäß DIN EN ISO 6507-1 ermittelt.

Gemäß einer Ausgestaltung sind die metallischen Schichten (Trägerschicht-pulvermetallurgische Schicht-Schutzschicht) im Werkstoffverbund asymmetrisch verteilt, und insbesondere liegt

die pulvermetallurgische Schicht als Kernschicht vor, welche eine Dicke aufweist, die kleiner ist als die Hälfte, insbesondere kleiner ist als ein Drittel der Gesamtdicke des Werkstoffverbundes.

Gemäß einer Ausgestaltung ist das metallische Pulver ein eisenbasiertes Pulver. Insbesondere in Verbindung mit dem Einsatz von Stahlwerkstoffen als metallische Trägerschicht und Schutzschicht, wobei die Stahlwerkstoffe einen überwiegenden Anteil an Eisen aufweisen, wird eine metallische Bindung während des Warmwalzens zwischen dem zwischen den metallischen Schichten angeordneten Pulver und den metallischen Schichten begünstigt. Da die Bestandteile des metallischen Pulvers und anschließend die Umwandlung des Pulvers in eine pulvermetallurgische Schicht mittels Wärme und Druck die Eigenschaft des Werkstoffverbundes definieren, insbesondere um eine im Vergleich zu den metallischen Schichten kompakte Schicht mit einer vorzugsweise höheren Härte im Werkstoffverbund auszubilden, enthält das eisenbasierte metallische Pulver gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung mindestens ein Element aus der Gruppe C, N, B und mindestens ein Element aus der Gruppe Cr, W, Mo, V, Ni, Ti, Hf, Ta. Um eine extrem hohe Härte respektive Verschleißfestigkeit im Werkstoffverbund zu erreichen, welches als Band, Platte oder Blech bereitgestellt werden kann, müssen Legierungen zum Einsatz kommen, die durch einen hohen Kohlenstoffgehalt und/oder Stickstoffgehalt und/oder Borgehalt in Verbindung mit einem hohen Anteil von Elementen, welche harte Karbide, Nitride und/oder Boride ausbilden gekennzeichnet sind. Karbid-, Nitrid-, Borid-Bildner sind neben Eisen beispielsweise die Elemente Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Niob, Titan, Hafnium und/oder Tantal. Bevorzugt stellt die pulvermetallurgische Schicht die Verschleißfestigkeit bereit und wird in ihrer Dicke gemäß den Anforderungen des Anwendungsfalls dimensioniert. Aufgrund der Legierungsbestandteile kann das Pulver sehr teuer sein, so dass die pulvermetallurgische Schicht so dick wie nötig und so dünn wie möglich ausgelegt wird. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung enthält die pulvermetallurgische Schicht des Werkstoffverbundes mindestens ein Element aus der Gruppe Cr, W, Mo, V, Ni, Ti, Hf, Ta, welches in Verbindung mit mindestens einem der Elemente aus der Gruppe C, N, B in Form von Karbiden, Nitriden und/oder Boriden in einer eisenbasierten Metallmatrix vorliegt. Weitere Basislegierungen mit Matrizes, insbesondere nickelbasierte oder wolframbasierte Pulver, können ebenfalls eingesetzt werden, um beispielsweise eine verschleißbeständige pulvermetallurgische Schicht zu erhalten.

Die Zusammensetzung des metallischen Pulvers orientiert sich vorzugsweise an kommerziell erhältlichen Metallpulvern, insbesondere für ballistische Anwendungen oder Verschleißanwendungen, kann aber auch individuell ausgelegt bzw. gemischt werden. Soll der erfindungsgemä-

ße Werkstoffverbund zur Herstellung eines Bauteils für eine verschleißfeste Anwendung verwendet werden, so wird die metallische Schutzschicht nur während der Prozessierung im Zuge des Warmwalzens und bei Bedarf bei der Fertigung benötigt. Unter Einsatzbedingungen wird sie sehr schnell verschleißen und ist dann nicht mehr vorhanden.

Bevorzugt ist die Dicke der pulvermetallurgischen Schicht in Abhängigkeit vom Gesamtwalzgrad, insbesondere von der Gesamtdickenabnahme des Vorproduktes und der zur Verdichtung des metallischen Pulvers notwendigen Dickenabnahme anzupassen.

Gemäß einer Ausgestaltung weist die metallische Trägerschicht eine Vertiefung zur Aufnahme des Pulvers mit einer im Wesentlichen umlaufenden Berandung, auf welcher die metallische Schutzschicht angeordnet wird, auf. Um sicherzustellen, dass das zwischen der metallischen Trägerschicht und metallischen Schutzschicht angeordnete metallische Pulver, welches durch Wärme und Druck zur kompakten pulvermetallurgischen Schicht verpresst, gesintert und verdichtet wird, insbesondere seitlich nicht entweichen kann, ist ein Einbringen einer Vertiefung mit einer im Wesentlichen umlaufenden Berandung in der späteren der pulvermetallurgischen Schicht zugewandten Oberfläche der Trägerschicht vorgesehen. Beispielsweise erfolgt das Einbringen der Vertiefung mechanisch, insbesondere spanend. Die Berandung kann zudem zur zumindest bereichsweisen Verbindung mit der metallischen Schutzschicht dienen. Insbesondere können die beiden metallischen Schichten des Vorproduktes zumindest abschnittsweise, im Wesentlichen umlaufend, beispielsweise gasdicht miteinander verbunden werden.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung können zusätzliche metallische Stege, vorzugsweise vier Stege, bereitgestellt werden, welche in Form eines um das Vorprodukt im Wesentlichen umlaufenden Rahmens am Vorprodukt angeordnet werden. Um sicherzustellen, dass das zwischen der metallischen Trägerschicht und metallischen Schutzschicht angeordnete metallische Pulver, welches durch Wärme und Druck zur kompakten pulvermetallurgischen Schicht verpresst, gesintert und verdichtet wird, insbesondere seitlich nicht entweichen kann, ist ein Rahmenaufbau mit seitlichen, metallischen Stegen vorgesehen. Über die seitlichen, metallischen Stege können die metallische Trägerschicht und die metallische Schutzschicht zumindest bereichsweise miteinander verbunden werden. Die seitlichen, metallischen Stege können jeweils mit der metallischen Trägerschicht und metallischen Schutzschicht zumindest abschnittsweise, im Wesentlichen umlaufend, beispielsweise gasdicht miteinander verbunden werden. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung kann eine weitere metallische Schicht bereitgestellt werden, welche auf der der Schutzschicht abgewandten Seite des Vorprodukts angeordnet und in Kontakt

mit der Trägerschicht gebracht wird, insbesondere wenn der Aufbau des Vorproduktes, beispielsweise zur Vereinfachung des Prozesses dies erfordert. Gemäß einer weiteren Ausgestaltung können die weitere metallische Schicht und/oder die zusätzlichen metallischen Schichten (seitliche Schichten) dem Werkstoff der metallischen Trägerschicht oder der metallischen Schutzschicht oder aus einer Kombination aus Trägerschicht und Schutzschicht entsprechen. Dadurch können insbesondere von allen Seiten gleiche Bedingungen bereitgestellt werden.

Gemäß einer Ausgestaltung ist mindestens ein Mittelsteg zwischen der metallischen Trägerschicht und der metallischen Schutzschicht vorgesehen, welche je nach Positionierung des mindestens einen Mittelstegs zunächst von einer oder beiden Seiten mit metallischem Pulver in Kontakt gelangt. Dadurch kann im Wesentlichen die Schweißbarkeit optimiert werden, indem die Position und/oder Breite des oder der Mittelstege so ausgelegt werden, dass sich diese im Endprodukt als Schweißbereiche eignen bzw. Bereiche mit optimierter Schweißbarkeit darstellen. Alternativ oder zusätzlich besteht im Wesentlichen die Möglichkeit den Gesamtaufbau respektive die Position des Paketes und des oder der Mittelstege so auszulegen, dass das Endprodukt vorzugsweise als Spaltband mit beispielsweise symmetrischem Aufbau und/oder Randbereichen ausgelegt werden kann.

Gemäß einer Ausgestaltung wird der erfindungsgemäße Werkstoffverbund einer Wärmebehandlung unterzogen, um die Eigenschaften des Werkstoffverbundes an den Anwendungsfall individuell anzupassen, beispielsweise in Form eines Vergütens, Härtens und/oder Anlassens.

Besonders bevorzugt werden erfindungsgemäß hergestellte Werkstoffverbunde zur Herstellung von Bauteilen für verschleißfeste oder ballistische Anwendungen verwendet. Vorzugsweise erfährt der Werkstoffverbund im Zuge der Herstellung des Bauteils eine Wärmebehandlung, durch welche in mindestens einer der Schichten (Trägerschicht, pulvermetallurgischer Schicht, Schutzschicht, weitere Schicht) eine vorgegebene Mindesthärte und/oder ein vorgegebenes Zielgefüge eingestellt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Gleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Im Einzelnen zeigen:

Fig. 1) eine schematische Schnittansicht eines Vorproduktes zur Herstellung eines Werkstoffverbundes gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 2) eine schematische Schnittansicht eines Vorproduktes zur Herstellung eines Werkstoffverbundes gemäß einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 3) eine schematische Schnittansicht eines Vorproduktes zur Herstellung eines Werkstoffverbundes gemäß einer dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 4) eine schematische Schnittansicht eines Vorproduktes zur Herstellung eines Werkstoffverbundes gemäß einer vierten erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 5) einen metallographischen Schliff eines erfindungsgemäß hergestellten Werkstoffverbundes und

Fig. 6) einen gemessenen Härteverlauf über die Gesamtdicke des Werkstoffverbundes gemäß Fig. 5).

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

In den Figuren 1 bis 4 sind unterschiedliche schematische Schnittansichten von Vorprodukten (1) zur Herstellung von erfindungsgemäßen Werkstoffverbunden (1') dargestellt. Zur Erzeugung eines Vorproduktes (1) werden eine metallische Trägerschicht (2), eine metallische Schutzschicht (3) und ein metallisches Pulver (4) bereitgestellt. Das metallische Pulver (4) wird zwischen der metallischen Trägerschicht (2) und der metallischen Schutzschicht (3) angeordnet. Als metallische Schichten (2, 3) werden vorzugsweise Stahlwerkstoffe verwendet. Die metallischen Schichten (2, 3) weisen jeweils eine Längserstreckung und eine Quererstreckung auf, wobei die Längserstreckung in der Erstreckung länger ist als die Quererstreckung. Die metallischen Schichten (2, 3) können Brammen oder Platten aus Stahl sein.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel weist die metallische Trägerschicht (2) eine Vertiefung (2.1) zur Aufnahme des metallischen Pulvers (4) mit einer im Wesentlichen umlaufenden Berandung (2.2) auf, auf welcher die metallische Schutzschicht (3) angeordnet wird, so dass sichergestellt werden kann, dass das zwischen der metallischen Trägerschicht (2) und metallischen Schutzschicht (3) angeordnete metallische Pulver (4) in seiner Position verbleibt und insbesondere seitlich nicht entweichen kann. Über die Berandung (2.2) kann die metallische Schutzschicht (3) zumindest bereichsweise mit der metallischen Trägerschicht verbunden werden, s. Figur 1.

Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel werden zusätzliche, metallische Stege (5), vorzugsweise vier Stege (5), bereitgestellt, welche in Form eines um das Vorprodukt (1) im Wesentlichen umlaufenden Rahmens am Vorprodukt (1) angeordnet werden, so dass sichergestellt werden kann, dass das zwischen der metallischen Trägerschicht (2) und metallischen Schutzschicht (3) angeordnete metallische Pulver (4) in seiner Position verbleibt und insbesondere seitlich nicht entweichen kann. Über die zusätzlichen, metallischen Stege (5) oder auch seitlichen Stege (5) können die metallische Trägerschicht (2) und die metallische Schutzschicht (3) zumindest bereichsweise miteinander verbunden werden. Die seitlichen Stege (5) können dem Werkstoff, vorzugsweise Stahlwerkstoff der metallischen Trägerschicht (2) oder dem der metallischen Schutzschicht (2) entsprechen. Alternativ kann auch eine Kombination, falls unterschiedliche Werkstoffe für die Trägerschicht (2) und Schutzschicht (3) verwendet werden, aus seitlichen Stegen (5) bereitgestellt werden, wobei zwei seitliche Stege (5) in Längserstreckung beispielsweise dem Werkstoff der Trägerschicht (2) und zwei Stege (5) in Quererstreckung beispielsweise dem Werkstoff der Schutzschicht (3) entsprechen, s. Figur 2.

Gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel wird neben den zusätzlichen, metallischen Stegen (5) eine weitere, metallische Schicht (6) bereitgestellt, welche auf der der metallischen Schutzschicht (3) abgewandten Seite des Vorprodukts (1) angeordnet und in Kontakt mit der metallischen Trägerschicht (2) gebracht wird, und sich dadurch dieses vom zweiten Ausführungsbeispiel unterscheidet. Die zusätzlichen, metallischen Stege (5), die einen im Wesentlichen umlaufenden Rahmen definieren, und die weitere, metallische Schicht (6) bilden eine Art Einhausung des Vorproduktes (1), wobei die metallische Schutzschicht (3) die Einhausung nach oben hin (ab)schließt. Die weitere, metallische Schicht (6) und die zusätzlichen, metallischen Stege (5) können dem Werkstoff der metallischen Trägerschicht (2) oder der metallischen Schutzschicht (3) oder aus einer Kombination aus Trägerschicht (2) und Schutzschicht (3) entsprechen. Beispielsweise weisen die metallischen Schichten (3, 6) und Stege (5) den gleichen Werkstoff, vorzugsweise Stahlwerkstoff auf, so dass von allen Seiten gleiche Bedingungen herrschen, s. Figur 3.

Gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel ist im Unterschied zum dritten Ausführungsbeispiel mindestens ein Mittelsteg (7), in diesem Ausführungsbeispiel sind es genau drei Mittelstege (7), zwischen der metallischen Trägerschicht (2) und der metallischen Schutzschicht (3) vorgesehen, welche jeweils von beiden Seiten mit metallischem Pulver (4) in Kontakt stehen, s. Figur 4. Dadurch können u. a. Schweißbereiche im späteren Werkstoffverbund bereitgestellt werden.

In Abhängigkeit des Werkstoffs, der für die metallische Trägerschicht (2) und/oder metallische Schutzschicht (3) verwendet wird, erfolgt eine Erwärmung vor dem Warmwalzen auf eine Temperatur, die insbesondere unterhalb der Temperatur des eingesetzten Werkstoffs ist, welche die niedrigere Schmelztemperatur hat. Die Erwärmung erfolgt vorzugsweise auf eine Temperatur die gleich oder höher als eine Warmwalzanfangstemperatur des eingesetzten Werkstoffs ist. Beispielsweise beträgt die Temperatur, auf die das Vorprodukt (1) erwärmt werden soll, mindestens 900°C, insbesondere mindestens 950°C, vorzugsweise mindestens 1000°C. Die Dauer der Erwärmung richtet sich nach der Dicke des Vorproduktes (1) respektive der Dicke der metallischen Trägerschicht (2), insbesondere um zumindest sicherzustellen, dass sich infolge der Erwärmung in der bzw. den metallischen Schichten (2, 3, 6) und Stegen (5) ein vollständig homogenes (Erwärmungs-) Gefüge ausbildet, insbesondere ein vollaustenitisches Gefüge. Ebenso soll sichergestellt werden, dass insbesondere die Pulverpartikel partiell aufschmelzen und die für den Sinterprozess vorzugsweise notwendige Brückenbildung zwischen den Körnern oder Partikeln des Pulvers aktiviert wird. Auch die vorzugsweise notwendige Diffusion zwischen pulvermetallurgischer Schicht, Trägerschicht und Schutzschicht wird durch eine höhere Temperatur begünstigt. Die maximale Temperatur beträgt beispielsweise 1350°C.

Im Rahmen einer Untersuchung wurde beispielhaft ein Werkstoffverbund (1‘) mit einer pulvermetallurgischen Schicht (4‘) für verschleißfeste Anwendungen erprobt, wobei ein Aufbau des Vorprodukts (1) gemäß Figur 3 umgesetzt wurde. Als metallische Trägerschicht (2) wurde ein Stahlwerkstoff mit der Bezeichnung S355 mit einer Dicke von 65 mm und als metallische Schutzschicht (3) ein Stahlwerkstoff mit der Bezeichnung DC06 mit einer Dicke von 10 mm bereitgestellt. Auch die zusätzlichen, metallischen Stege (5) und die weitere, metallische Schicht (6) wurden aus einem Stahlwerkstoff mit der Bezeichnung DC06 und jeweils einer Dicke von 10 mm bereitgestellt. Als metallisches Pulver (4) wurden mehrere Pulver untersucht, sechs eisenbasierte Pulver (I-VI), ein wolframbasiertes (VII) und ein nickelbasiertes (VIII) Pulver, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt sind:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
C	2,5	2,3	4,5	2,3	2,3	0,65	5,2	0,75
N	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	3,3
Cr	4,5	5	13	4,2	4,2	3	-	14
W	-	5	-	7	6,5	-	bal.	-
Mo	1	-	1	7	7	3	-	-

V	10	5	15	6,5	6,5	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	bal.
TiC	-	-	-	-	-	33	-	-
Si	1	1,2	1	-	-	-	-	4,5
Mn	1		1	-	-	-	-	-
Ta	-	-	-	-	-	-	-	-
Hf	-	-	-	-	-	-	-	-
Co	-	-	-	10,5	10,5	-	17	-
Fe	bal.	bal.	bal.	bal.	bal.	bal.	-	4,5

Tabelle 1, Angaben in Gew.-%

Stellvertretend ist hier nur das Ergebnis des eisenbasierten Pulvers (I) angegeben, welches in Gewichtsprozent eine Mischung aus folgenden Elementen enthielt: C= 2,5%, Si= 1,0%, Mn= 1,0%, Cr= 4,5%, Mo= 1,0%, V= 10,0%, Rest Fe und unvermeidbare Verunreinigungen. Das Pulver (4) wies im Gesamtquerschnitt einen Dickenanteil von 10% auf. Das Vorprodukt (1) inkl. weiterer Schicht (6) wies eine Gesamtdicke von 95 mm auf.

Das Vorprodukt (1) inkl. Stege (5) und Schicht (6) wurde in einem Ofen unter Schutzgas für 90 Minuten bei ca. 1250 °C erwärmt und anschließend von 95 mm auf 4 mm zu einem bandförmigen Werkstoffverbund (1‘) warmgewalzt. Durch die Erwärmung und das Warmwalzen wurde das Vorprodukt (1) eine Kombination der Prozesse Kompaktieren, Sintern und Verdichten beim Warmwalzen respektive Warmwalzplattieren unterzogen und es entstand einerseits eine kompakte, dichte pulvermetallurgische Schicht (4‘) aus einem ehemaligen metallischen Pulver (4) und andererseits entstand eine stoffschlüssige Verbindung zwischen den in Kontakt stehenden Schichten (2‘, 3‘, 4‘, 6‘). Die Verbundbildung wurde ebenso durch eine Ultraschallprüfung bestätigt.

Einen exemplarischen metallographischen Schliff zeigt Figur 5. Die Darstellung ist ein Auszug aus einem Lichtmikroskop eines 4 mm dicken Werkstoffverbundes (1‘) mit einer 25 fachen Vergrößerung. Bei näherer Betrachtung sind die einzelnen Schichten (2‘, 3‘, 4‘, 6‘) des Werkstoffverbundes (1‘) aus der vorausgegangenen Schutzschicht (3), des Pulvers (4), der Trägerschicht (2) und der weiteren Schicht (6) gut zu erkennen. Auch wurde der Härteverlauf über die Gesamtdicke des Werkstoffverbundes (1‘) gemessen, s. Figur 6. Die Härtemessung erfolgte nach DIN EN ISO 6507-1. Aufgrund der Bestandteile des eisenbasierten Pulvers (4) konnte eine pulvermetallurgische Schicht (4‘) durch Temperatur und Druck erzeugt werden, in welcher sich eine Härte von bis zu 800 HV einstellte. Die Übergangsbereiche zwischen den Schichten (2‘, 3‘)

und der pulvermetallurgischen Schicht (4') sind strichliniert in Figur 6 dargestellt. Bisherige technische Grenzen für Bänder, Platten oder Bleche bis ca. 650 HV können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren überwunden werden.

Die Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsformen beschränkt, sondern die einzelnen Merkmale sind beliebig miteinander kombinierbar, sofern dies technisch möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Werkstoffverbundes (1‘) umfassend folgende Schritte:
   - Bereitstellen einer metallischen Trägerschicht (2),
   - Bereitstellen einer metallischen Schutzschicht (3),
   - Bereitstellen eines metallischen Pulvers (4),
   - Anordnen des Pulvers (4) zwischen der Trägerschicht (2) und der Schutzschicht (3) zur Erzeugung eines Vorproduktes (1),
   - Erwärmen und Warmwalzen des Vorproduktes (1) zur Erzeugung eines blech-, platten- oder bandförmigen Werkstoffverbundes (1‘), wobei das Pulver (4) während des Erwärmens und Warmwalzens in eine pulvermetallurgische Schicht (4‘) umgewandelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das metallische Pulver (4) ein nickelbasiertes, wolframbasiertes oder eisenbasiertes Pulver (4) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das eisenbasierte metallische Pulver (4) mindestens ein Element aus der Gruppe C, N, B und mindestens ein Element aus der Gruppe Cr, W, Mo, V, Ni, Ti, Hf, Ta enthält.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die metallische Schutzschicht (3) und die metallische Trägerschicht (2) jeweils aus einem Stahlwerkstoff bestehen.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Stahlwerkstoff der metallischen Schutzschicht (3) im Vergleich zum Stahlwerkstoff der metallischen Trägerschicht (2) die gleiche oder eine geringere Härte aufweist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die metallische Trägerschicht (2) im Vergleich zur Schutzschicht (3) eine Dicke aufweist, welche mindestens um Faktor 2, insbesondere mindestens um Faktor 4, vorzugsweise mindestens um Faktor 7 dicker ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die metallische Trägerschicht (2) eine Vertiefung (2.1) zur Aufnahme des Pulvers (4) mit einer umlaufenden Berandung (2.2), auf welcher die metallische Schutzschicht (3) angeordnet wird, aufweist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zusätzliche, metallische Stege (5), vorzugsweise vier Stege (5), bereitgestellt werden, welche in Form eines um das Vorprodukt (1) umlaufenden Rahmens am Vorprodukt (1) angeordnet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei eine weitere, metallische Schicht (6) bereitgestellt wird, welche auf der der metallischen Schutzschicht (3) abgewandten Seite des Vorprodukts (1) angeordnet und in Kontakt mit der metallischen Trägerschicht (2) gebracht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die weitere, metallische Schicht (6) und/oder die zusätzlichen, metallischen Stege (5) dem Werkstoff der metallischen Trägerschicht (2) oder der metallischen Schutzschicht (3) oder aus einer Kombination aus Trägerschicht (2) und Schutzschicht (3) entsprechen.

11. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, wobei der Werkstoffverbund (1‘) einer Wärmebehandlung unterzogen wird, insbesondere in Form eines Vergütens, Härtens und/oder Anlassens.

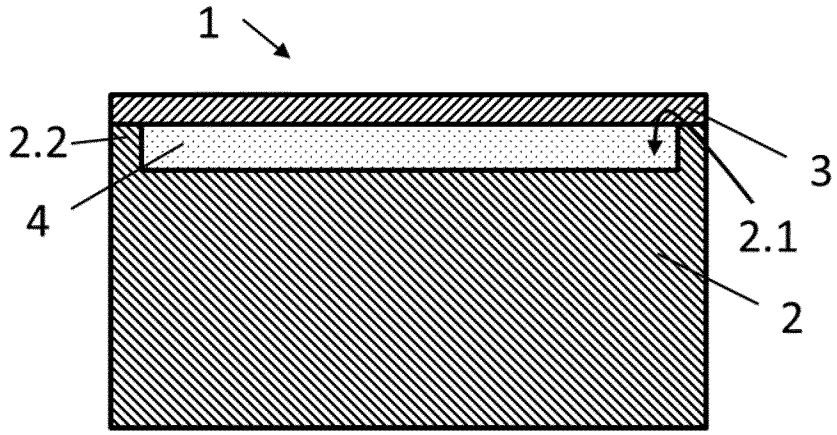
12. Werkstoffverbund (1‘), insbesondere hergestellt nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend mindestens drei metallische Schichten (2‘, 3‘, 4‘, 6‘), welcher blech-, platten- oder bandförmig ausgebildet ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens eine der Schichten (4‘) aus einer pulvermetallurgischen Schicht (4‘) gebildet ist.

13. Werkstoffverbund nach Anspruch 12, wobei die pulvermetallurgische Schicht (4‘) mindestens ein Element aus der Gruppe Cr, W, Mo, V, Ni, Ti, Hf, Ta enthält, welches in Verbindung mit mindestens einem der Elemente aus der Gruppe C, N, B in Form von Karbiden, Nitriden und/oder Boriden in einer eisenbasierten Metallmatrix vorliegt.

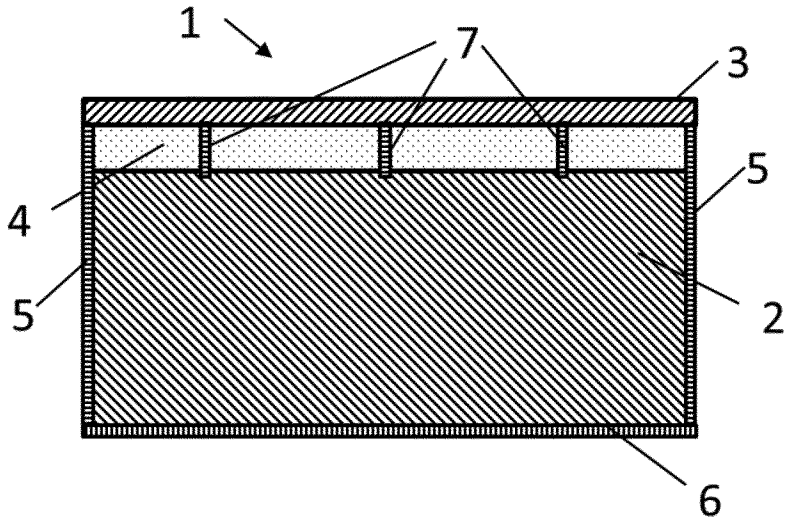
14. Werkstoffverbund nach einem der Ansprüche 12 oder 13, wobei die metallischen Schichten (2‘, 3‘, 4‘, 6‘) asymmetrisch verteilt sind, und insbesondere die pulvermetallurgische Schicht (4‘) als Kernschicht vorliegt, welche eine Dicke aufweist, die kleiner ist als die Hälfte der Gesamtdicke des Werkstoffverbundes (1‘).

15. Verwendung eines Werkstoffverbundes (1‘) nach einem der Ansprüche 12 bis 14 zur Herstellung eines Bauteils für verschleißfeste oder ballistische Anwendungen.

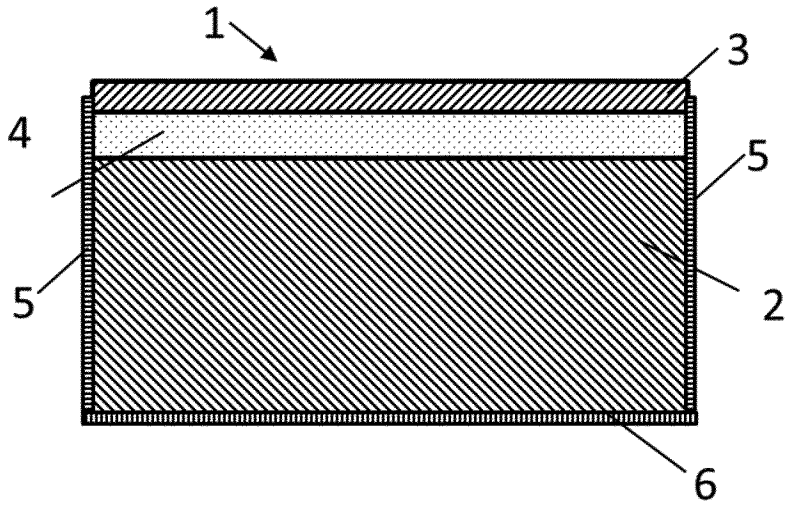
16. Verwendung nach Anspruch 15, wobei der Werkstoffverbund (1‘) im Zuge der Herstellung des Bauteils eine Wärmebehandlung erfährt, durch welche in mindestens einer der Schichten (2‘, 3‘, 4‘, 6‘) eine vorgegebene Mindesthärte und/oder ein vorgegebenes Zielgefüge eingestellt wird.



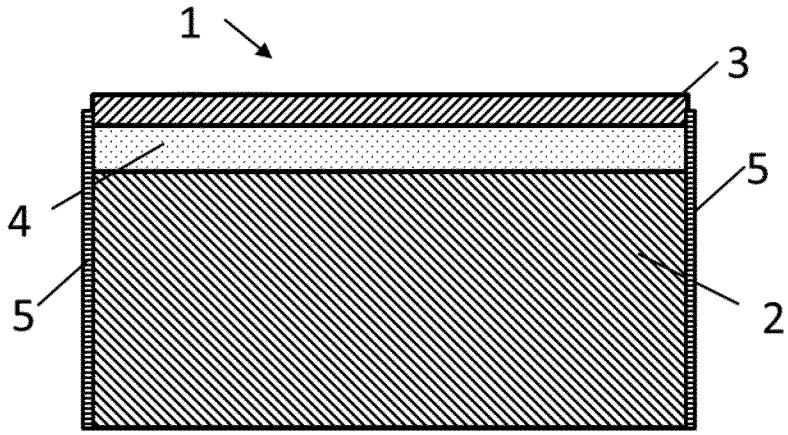
Figur 1)



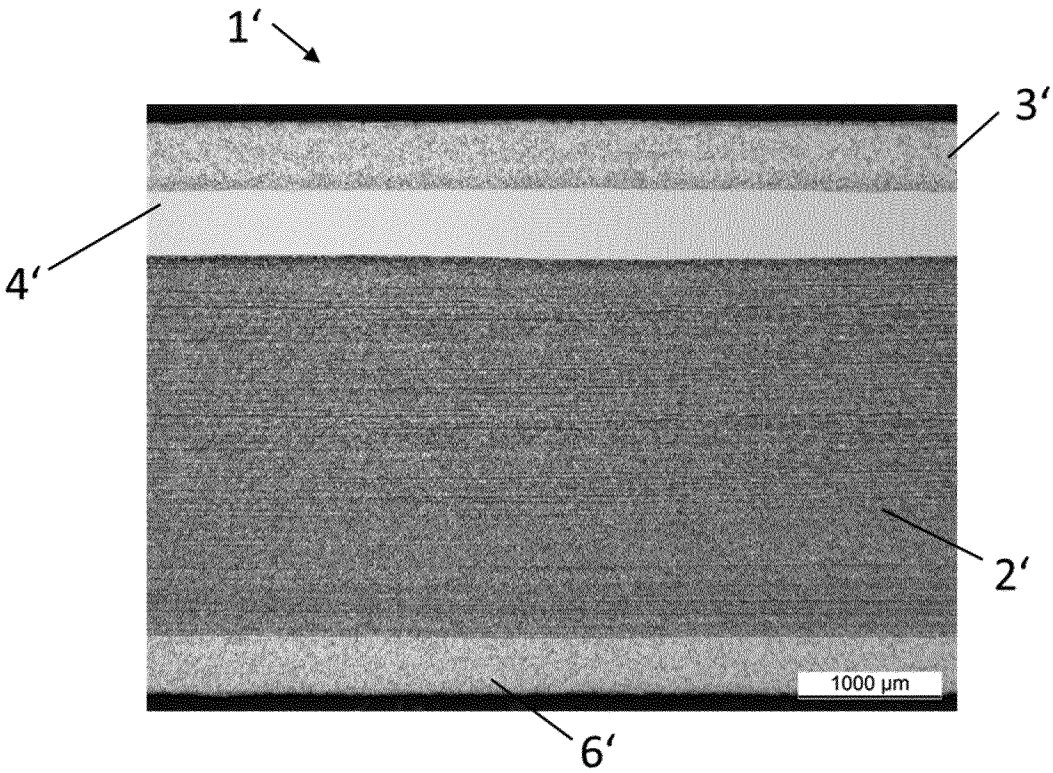
Figur 2)



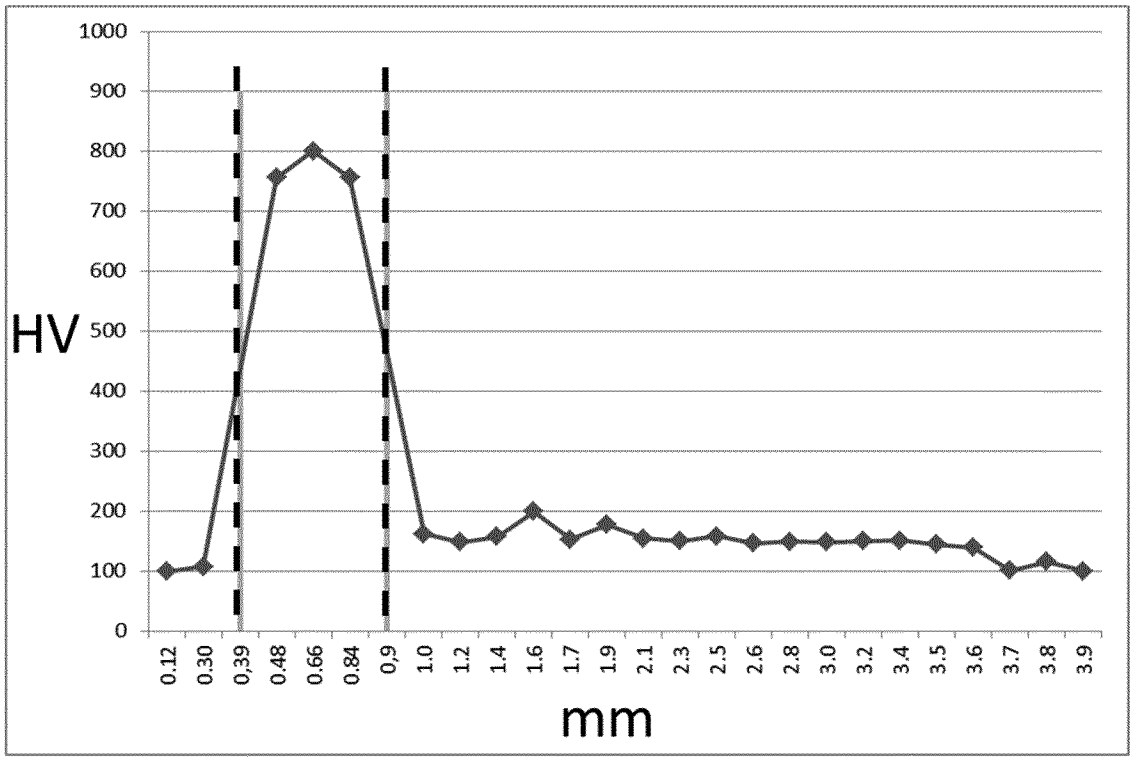
Figur 3)



Figur 4)



Figur 5)


HV
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0.12
0.30
0,39
0.48
0.66
0.84
0,9
1.0
1.2
1.4
1.6
1.7
1.9
2.1
2.3
2.5
2.6
2.8
3.0
3.2
3.4
3.5
3.6
3.7
3.8
3.9
mm

Figur 6)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/081356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B22F 7/08(2006.01)i; ***B23K 20/04***(2006.01)i; ***B23K 20/227***(2006.01)i; ***B32B 15/01***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B22F; B23K; B32B; C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2686439 A (ESKIL TOBERT SVEN) 17 August 1954 (1954-08-17) column 1, lines 1-5 column 1, lines 21-33 column 1, line 49 - column 2, line 46 column 3, line 36 - column 4, line 23 figures 1-10	1-16
X	US 3898729 A (GREENE CHARLES H) 12 August 1975 (1975-08-12) column 1, lines 17-26 column 1, line 66 - column 5, line 12 figures 1-4	1-5,11-13,15,16

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 December 2019	**13 December 2019**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Stocker, Christian** Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2372607 A (PAUL SCHWARZKOPF) 27 March 1945 (1945-03-27) page 1, column 1, lines 1-25 page 1, column 2, lines 25-31 page 1, column 2, line 53 - page 2, column 1, line 19 page 2, column 2, lines 20-74 page 3, column 2, line 7 - page 4, column 1, line 56 page 4, column 2, line 23 - page 5, column 1, line 42 figures 1-7	1-6,11-13,15,16
X	JP S6284885 A (KUBOTA LTD; ASAHI GLASS CO LTD) 18 April 1987 (1987-04-18) abstract figures 1-6,10	1-5,12,13,15
A	JP H08215860 A (JAPAN STEEL WORKS LTD) 27 August 1996 (1996-08-27) abstract figures 1-5	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/081356

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2686439	A	17 August 1954	NONE			
US	3898729	A	12 August 1975	NONE			
US	2372607	A	27 March 1945	NONE			
JP	S6284885	A	18 April 1987	JP	H0363472	B2	01 October 1991
				JP	S6284885	A	18 April 1987
JP	H08215860	A	27 August 1996	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/081356

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B22F7/08 B23K20/04 B23K20/227 B32B15/01
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B22F B23K B32B C22C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 686 439 A (ESKIL TOBERT SVEN) 17. August 1954 (1954-08-17) Spalte 1, Zeilen 1-5 Spalte 1, Zeilen 21-33 Spalte 1, Zeile 49 - Spalte 2, Zeile 46 Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 23 Abbildungen 1-10 -----	1-16
X	US 3 898 729 A (GREENE CHARLES H) 12. August 1975 (1975-08-12) Spalte 1, Zeilen 17-26 Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 5, Zeile 12 Abbildungen 1-4 -----	1-5, 11-13, 15,16
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. Dezember 2019	13/12/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Stocker, Christian

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/081356

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 372 607 A (PAUL SCHWARZKOPF) 27. März 1945 (1945-03-27) Seite 1, Spalte 1, Zeilen 1-25 Seite 1, Spalte 2, Zeilen 25-31 Seite 1, Spalte 2, Zeile 53 - Seite 2, Spalte 1, Zeile 19 Seite 2, Spalte 2, Zeilen 20-74 Seite 3, Spalte 2, Zeile 7 - Seite 4, Spalte 1, Zeile 56 Seite 4, Spalte 2, Zeile 23 - Seite 5, Spalte 1, Zeile 42 Abbildungen 1-7	1-6, 11-13, 15,16

X	JP S62 84885 A (KUBOTA LTD; ASAHI GLASS CO LTD) 18. April 1987 (1987-04-18) Zusammenfassung Abbildungen 1-6,10	1-5,12, 13,15

A	JP H08 215860 A (JAPAN STEEL WORKS LTD) 27. August 1996 (1996-08-27) Zusammenfassung Abbildungen 1-5	1-16

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/081356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2686439 A	17-08-1954	KEINE	
US 3898729 A	12-08-1975	KEINE	
US 2372607 A	27-03-1945	KEINE	
JP S6284885 A	18-04-1987	JP H0363472 B2 JP S6284885 A	01-10-1991 18-04-1987
JP H08215860 A	27-08-1996	KEINE	