

(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
16. November 2023 (16.11.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/217542 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B28D 1/26 (2006.01) *B25D 17/02* (2006.01)
E21B 10/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/061090

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. April 2023 (27.04.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
22172528.6 10. Mai 2022 (10.05.2022) EP

(71) Anmelder: **HILTI AKTIENGESELLSCHAFT** [LI/LI];
Feldkircherstrasse 100, 9494 Schaan (LI).

(72) Erfinder: **HORVÁTH, Árpád**; Izsaki street 4, 6000 Kecskemét (HU). **KECSKÉS, Bertalan**; Háromszék street 12, 6034 Helvécia (HU). **RAKONCZAI, Gabor**; 6. Rózsa utca, 6042 Fülöpháza (HU). **TAJTHI, Norbert**; Kiskorösi Út 8/b FSZ. 4 a, 6000 Kecskemét (HU).

(74) Anwalt: **HILTI AKTIENGESELLSCHAFT**; Corporate Intellectual Property, Feldkircherstrasse 100, 9494 Schaan (LI).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

(54) Title: CHISEL WITH LONG SERVICE LIFE, AND METHOD FOR PRODUCING SUCH A CHISEL

(54) Bezeichnung: MEIßEL MIT LANGER STANDZEIT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SOLCHEN MEIßELS

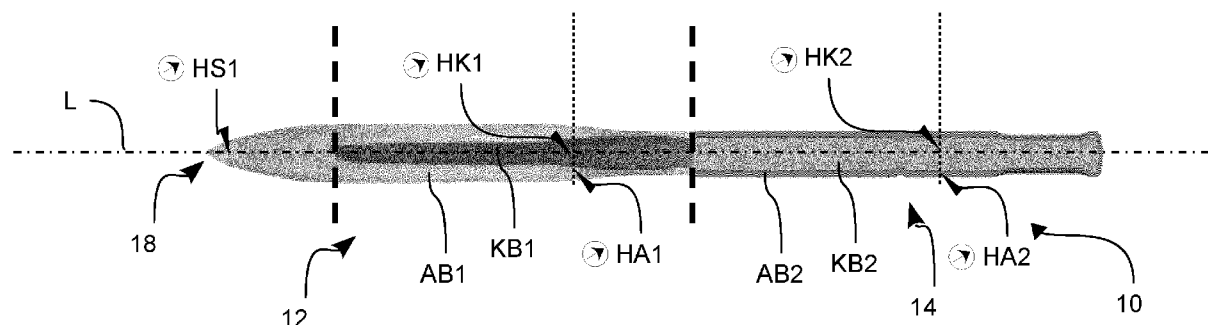


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a chisel (10) that has a working portion (12), a shank portion (14), an impact surface (16), and a longitudinal axis (L) extending through the working portion (12), the shank portion (14) and the impact surface (16). The chisel is characterised in that, in a cross-section of the working portion (12) extending transverse to the longitudinal axis (L), a first structural core region (KB1) has a first core hardness (HK1) that is much lower than a first outer hardness (HA1) in a first outer region (AB1) outside the first structural core region (KB1) of the same cross-section. A method (1000) for producing a chisel (10) of this type is also disclosed. The chisel (10) is distinguished by a particularly long durability.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Meißel (10), der einen Arbeitsabschnitt (12), einen Schaftabschnitt (14), eine Schlagfläche (16) und eine durch den Arbeitsabschnitt (12), den Schaftabschnitt (14) und die Schlagfläche (16) verlaufende Längsachse (L) aufweist. Er ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem quer zur Längsachse (L) verlaufenden Querschnitt des Arbeitsabschnitts (12) ein erster struktureller Kernbereich (KB1) eine erste Kern-Härte (HK1) aufweist, die wesentlich geringer ist als eine erste Außen-Härte (HA1) in einem ersten Außenbereich (AB1) außerhalb des ersten strukturellen Kernbereichs (KB1) des selben Querschnitts. Ferner wird ein Verfahren (1000) zur Herstellung eines solchen Meißels (10) vorgestellt. Der Meißel (10) zeichnet sich durch eine besonders lange Langlebigkeit aus.

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)

Meißel mit langer Standzeit und Verfahren zur Herstellung eines solchen Meißels

Beschreibung

- 5 Die Erfindung geht aus von einem Meißel, der einen Arbeitsabschnitt, einen Schaftabschnitt und eine Schlagfläche und eine durch den Arbeitsabschnitt, den Schaftabschnitt und die Schlagfläche verlaufende Längsachse aufweist.

- Solche Meißel werden auf Baustellen zur meißelnden Bearbeitung von mineralischem Gestein, beispielsweise Beton, eingesetzt. Während des Einsatzes nutzt sich der Arbeitsabschnitt ab, sodass sich aus der kumulierten Nutzung von einem ersten Einsatz bis zu einem letzten möglichen Einsatz, nachdem der Arbeitsabschnitt maximal abgenutzt ist, eine theoretisch maximal mögliche Nutzungsdauer, also die maximale, theoretische Standzeit, ergibt.

- 15 Insbesondere bei intensivem Einsatz solcher Meißel in stark armierten Stahlbeton können die Meißel brechen, sodass sich ihre maximale, tatsächliche Standzeit in diesen Fällen erheblich verkürzt.

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, gattungsgemäße Meißel mit einem geringen Bruchrisiko anzubieten. Weiter ist ein Verfahren zur Herstellung solcher Meißel wünschenswert.

- Gelöst wird die Aufgabe durch einen Meißel, der einen Arbeitsabschnitt, einen Schaftabschnitt, eine Schlagfläche und eine durch den Arbeitsabschnitt, den Schaftabschnitt und die Schlagfläche verlaufende Längsachse aufweist. In einem quer zur Längsachse verlaufenden Querschnitt des Arbeitsabschnitts weist ein erster struktureller Kernbereich eine erste Kern-Härte auf, die wesentlich geringer ist als eine erste Außen-Härte in einem ersten Außenbereich außerhalb des ersten strukturellen Kernbereichs des selben Querschnitts.

- Somit kann der Meißel im Bereich des Arbeitsabschnitts Material unterschiedlicher Härten aufweisen. Insbesondere kann der Meißel im Bereich des Arbeitsabschnitts im Inneren weicher als an seiner Oberfläche sein.

Im Gegenzug kann im Inneren, insbesondere im ersten strukturellen Kernbereich, eine höhere Zähigkeit vorliegen als an der Oberfläche und / oder im ersten Außenbereich.

- 5 In Untersuchungen der Anmelderin hat sich gezeigt, dass bei solchen Meißeln das Risiko von Brüchen äußerst gering ist.

Unter einem „wesentlichen“ Unterschied zweier Werte einer Messgröße kann dabei ein Unterschied von wenigstens 10%, insbesondere von wenigstens 20%, verstanden werden.

10

Dementsprechend kann unter einem unwesentlichen Unterschied der zwei Werte eine Abweichung von beispielsweise weniger als 10 Prozent, insbesondere von weniger als 5%, verstanden werden.

- 15 Als Längsachse kann auch, beispielsweise bei einem nicht rotationssymmetrischen Meißel wie beispielsweise einem Kanalmeißel, eine Längsebene des Meißels angesehen werden.

Der Arbeitsabschnitt kann Stege, Vorsprünge und / oder dergleichen aufweisen. Diese können eingerichtet sein, das Risiko eines Festsetzens in einem zu bearbeiteten Untergrund zu

- 20 verringern.

Härteangaben können insbesondere im Verfahren gemäß Vickers bestimmt sein. Alternativ oder ergänzend können Härteangaben auch nach Rockwell, beispielsweise gemäß Skala C, bestimmt sein.

25

In einem Querschnitt des Schaftabschnitts kann ein zweiter struktureller Kernbereich eine zweite Kern-Härte aufweisen.

Die zweite Kern-Härte kann wesentlich geringer sein als eine zweite Außen-Härte in einem

30

zweiten Außenbereich außerhalb des zweiten Kernbereichs des selben Querschnitts.

Insbesondere kann somit der Schaftabschnitt einen im Verhältnis zu seiner Oberfläche weichen Kern aufweisen.

- 35 Die erste Kern-Härte kann wesentlich größer sein als die zweite Kern-Härte, sodass der

Arbeitsabschnitt insgesamt härter ist als der Schaftabschnitt. Der Arbeitsabschnitt und damit der Meißel kann somit weiterhin eine hohe theoretisch maximal mögliche Standzeit aufweisen.

Die erste Kern-Härte kann wesentlich geringer sein als die zweite Außen-Härte.

5

Der erste strukturelle Kernbereich kann Anlassmartensit aufweisen, insbesondere aus Anlassmartensit bestehen. Die Anlassmartensit-enthaltende Mikrostruktur kann durch wenigstens zweifache Wärmebehandlung, insbesondere unter anderem unter Verwendung von wenigstens einer Schock-Induktionswärmebehandlung, erzeugt sein.

10

Der erste Außenbereich kann Martensit aufweisen, insbesondere aus Martensit bestehen. Die Mikrostruktur kann durch wenigstens eine Induktionswärmebehandlung erzeugt sein.

Der den ersten Außenbereich und den ersten strukturellen Kernbereich umfassende Querschnitt des Meißels kann einen geometrischen Kernbereich aufweisen, der durch die flächengrößte, in den Querschnitt einbeschriebene Ellipse definiert ist.

15

Besonders bruchfeste Meißel können dann ein Flächenverhältnis des ersten strukturellen Kernbereichs zum geometrischen Kernbereich im Bereich von 40 bis 80 % aufweisen.

20

In den Rahmen der Erfindung fällt des Weiteren ein **Verfahren** zur Herstellung eines Meißels mit dem vorangehend und / oder nachfolgend beschriebenen Merkmalen, wobei ein Meißelrohling, der einen Arbeitsabschnitt, einen Schaftabschnitt und eine Schlagfläche und eine durch den Arbeitsabschnitt, den Schaftabschnitt und die Schlagfläche verlaufende Längsachse aufweist, bearbeitet wird.

25

Der Meißelrohling kann noch nicht wärmebehandelt sein.

Das Verfahren umfasst eine Induktionswärme-Behandlung des Arbeitsabschnitts, wobei sowohl der erste Außenbereich als auch der erste Kernbereich gehärtet werden, und eine Induktionswärme-Schockbehandlung des Arbeitsabschnitts, sodass der erste Außenbereich eine wesentlich größere Härte aufweist als der erste Kernbereich.

30

Vorzugsweise wird dabei zunächst die Induktionswärme-Behandlung und anschließend die Induktionswärme-Schockbehandlung durchgeführt.

35

Die Induktionswärme-Schockbehandlung kann sich über den gesamten Meißel, insbesondere über den Arbeitsabschnitt und den Schaftabschnitt, erstrecken.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten

- 5 Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, anhand der Figuren der Zeichnung, die erfindungswesentliche Einzelheiten zeigt, sowie aus den Ansprüchen. Die dort gezeigten Merkmale sind nicht notwendig maßstäblich zu verstehen und derart dargestellt, dass die erfindungsgemäßen Besonderheiten deutlich sichtbar gemacht werden können. Die verschiedenen Merkmale können je einzeln für sich oder zu mehreren in beliebigen
- 10 Kombinationen bei Varianten der Erfindung verwirklicht sein.

In der schematischen Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

15 **Es zeigen:**

- Fig. 1 einen Meißel,
 Fig. 2 ein Härtediagramm eines Meißels,
 Fig. 3 einen schematischen Längsschnitt durch einen Meißel,
 Fig. 4a und 4b schematische Querschnitte verschiedener Meißel mit Markierungen von
 20 geometrischen und strukturellen Kernbereichen,
 Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Verfahrens, und
 Fig. 6a und 6b Diagramme experimentell ermittelter Standzeiten von Meißeln.

- In der nachfolgenden Beschreibung der Figuren werden zur Erleichterung des Verständnisses
 25 der Erfindung für gleiche oder sich funktional entsprechende Elemente jeweils die gleichen Bezugszeichen verwendet.

- Fig. 1** zeigt einen Meißel **10**. Der Meißel **10** ist als Spitzmeißel ausgebildet. Er weist einen Arbeitsabschnitt **12**, einen Schaftabschnitt **14** und eine Schlagfläche **16** auf. An dem freien Ende
 30 seines Arbeitsabschnitts **12** weist der Meißel **10** eine Spitze **18** auf.

Durch den Arbeitsabschnitt **12**, den Schaftabschnitt **14** und die Schlagfläche **16** verläuft eine Längsachse **L**.

Der Meißel 10 kann durch Schläge auf seine Schlagfläche 16, beispielsweise mithilfe einer im Bereich der Schlagfläche 16 montierten Werkzeugmaschine (in Fig. 1 nicht dargestellt), in einen Untergrund 20 getrieben werden. Der Untergrund 20 ist im Beispiel gemäß Fig. 1 ein mineralischer Untergrund, beispielsweise Stahlbeton.

5

Im in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel des Meißels 10 weist der Arbeitsabschnitt 12 mehrere Rippen 22 auf. Zur Vereinfachung der Darstellung ist in Fig. 1 lediglich eine der Rippen 22 mit einem Bezugszeichen versehen. Die Rippen 22 können eingerichtet sein, ein Festsetzen des Meißels im Untergrund 20 zu verhindern oder zumindest das Risiko eines solchen

10 Festsetzens zu reduzieren.

Über die Lebensdauer des Meißels 10 hinweg nutzt sich üblicherweise der Arbeitsabschnitt 12, aber nicht oder allenfalls in unwesentlichem Maße der Schaftabschnitt 14 ab. Der Meißel 10 erreicht sein maximales Nutzungsende, wenn der Arbeitsabschnitt 12 vollständig oder

15 zumindest bis zu einem bestimmten Minimum verkürzt, ist, sofern es nicht zuvor zu einem Bruch oder einer ähnlich schweren Beschädigung des Meißels 10 kommt.

Am Schaftabschnitt 14 ist ein Einsteckende 24 ausgebildet. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel kann das Einsteckende 24 als Sechskant ausgebildet sein und / oder einen solchen umfasst. Denkbar ist alternativ auch, dass das Einsteckende 24 einem anderen Standard, beispielsweise einem gewöhnlich als „SDS-Plus“ oder „SDS-Max“ bezeichneten Standard, entspricht.

20

Fig. 2 zeigt ein Härtediagramm zu lokalen Härten des Meißels 10 entlang seiner Längsachse L.

25 Im Diagramm entspricht die Abszisse der jeweiligen Position entlang der Längsachse L.

In Fig. 2 ist dabei jeweils ein Verlauf von Härten in Außenbereichen so wie in Kernbereichen entsprechend der jeweiligen Position x bzw. dem jeweiligen Querschnitt an der Position x entlang der Längsachse L abgebildet.

30

Fig. 3 zeigt eine schematische Längsschnittansicht des Meißels 10 entlang der Längsachse L, sodass zu erkennen ist, auf welche Abschnitte sich die Härten gemäß Fig. 2 jeweils beziehen.

In Fig. 3 sind ein erster struktureller Kernbereich **KB1**, ein erster, radial um den ersten strukturellen Kernbereich KB1 umlaufender, erster Außenbereich **AB1** sowie ein zweiter struktureller Kernbereich **KB2** mit einem um diesen radial umlaufenden zweiten Außenbereich **AB2** abgebildet.

5

Der Meißel 10 weist im Bereich seines Arbeitsabschnitts 12 in dem ersten strukturellen Kernbereich KB1 als Härte eine erste Kernhärte **HK1** auf. Die erste Kernhärte HK1 ist wesentlich geringer als eine Härte in dem ersten Außenbereich AB1, im Folgenden als erste Außenhärte **HA1** bezeichnet, außerhalb des ersten strukturellen Kernbereichs KB1 innerhalb des selben Querschnitts des Arbeitsabschnitts 12. Die erste Kernhärte HK1 beträgt zwischen 50 und 80 Prozent, beispielsweise zwischen 60 und 70 Prozent, der ersten Außenhärte HA1. Beispielsweise kann die erste Kernhärte HK1 im Bereich von 400 und 450 HV sein. Die erste Außenhärte HA1 kann im Bereich von 600 bis 650 HV sein.

10

Ein zweiter struktureller Kernbereich **KB2**, der entlang des Schaftabschnitts 14 ausgebildet ist, weist zumindest in einem Querschnitt eine Härte, im Folgenden als zweite Kernhärte **HK2** bezeichnet, auf. Diese ist wesentlich geringer als eine zweite Außenhärte **HA2** in einem zweiten Außenbereich AB2 außerhalb des zweiten strukturellen Kernbereichs KB2 des selben Querschnitts des Schaftabschnitts 14.

20

Wie in Fig. 2 zu erkennen, ist die Kernhärte HK1 wesentlich grösser als die zweite Kernhärte HK2.

In den Außenbereichen AB1 und AB2 können die Härten entlang der Längsachse L konstant oder zumindest im Wesentlichen konstant sein. Insbesondere können die erste Außenhärte HA1 und die zweite Außenhärte HA2 gleich oder zumindest im Wesentlichen gleich sein.

25

Fig. 2 zeigt ferner, dass die erste Kernhärte HK1 wesentlich geringer ist als die erste Außenhärte HA1. Sie ist zudem, insbesondere dann, wenn die erste und die zweite Außenhärte HA1 und HA2 gleich oder zumindest im Wesentlichen gleich sind, wesentlich geringer als die zweite Außenhärte HA2.

30

Aus Fig. 3 ist ferner entnehmbar, dass sich die Mikrostruktur des ersten Außenbereichs AB1 von der des ersten strukturellen Kernbereichs KB1 unterscheidet.

35

Der erste Außenbereich AB1 ist aus Martensit ausgebildet. Er kann vollständig gehärtet sein. Dagegen ist der erste strukturelle Kernbereich KB1 aus Anlassmartensit ausgebildet.

Die Spitze 18 kann ebenfalls aus Martensit ausgebildet sein. Denkbar ist jedoch auch,

- 5 insbesondere nach einer gewissen Abnutzung des Meißels 10 und insbesondere der Spitze 18, wenn der erste strukturelle Kernbereich KB1 bis in die Spitze 18 reicht, dass die Spitze 18 alternativ oder ergänzend Anlassmartensit aufweist.

Im Inneren des Schaftabschnitts 14, insbesondere im zweiten strukturellen Kernbereich KB2,

- 10 können andere Mikrostrukturen, insbesondere Perlit und / oder Ferrit, vorliegen.

Fig. 4a und **Fig. 4b** zeigen beispielhaft Querschnitte verschiedener Meißel 10. Die Querschnitte stammen jeweils aus jeweiligen Arbeitsabschnitten 12 (siehe Fig. 1). Fig. 4a zeigt Querschnitte von Spitzmeißeln, wohingegen Fig. 4b Querschnitte von Flachmeißeln zeigt.

15

In den einzelnen Beispielquerschnitten sind jeweils die jeweiligen ersten Kernbereiche KB1 markiert sowie zugehörige geometrische Kernbereiche **KG**. Die geometrischen Kernbereiche KG sind dabei definiert als flächengrößte, in den jeweiligen Querschnitt des Arbeitsabschnitts 12 eingeschriebene Ellipsen.

20

Die Flächenverhältnisse der jeweils ersten strukturellen Kernbereiche KB1 zu den jeweils zu diesen zugehörigen geometrischen Kernbereichen KG liegt im Bereich von 30 bis 90 Prozent, insbesondere im Bereich 40 bis 80 Prozent. Beispielsweise ist das Verhältnis des Durchmessers **dKB1** des im Querschnitt kreisförmigen ersten strukturellen Kernbereichs KB1 zum

- 25 Durchmesser **dAB1** des zugehörigen Außenbereichs AB1 bei dem ersten Spitzmeißel von links in Fig. 4a ca. 63%, sodass sich ein Flächenverhältnis von 0,4, entsprechend also $4 \cdot 10^1$ Prozent, ergibt.

Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens **1000** zur Herstellung eines Meißels 10.

30

In einer Vorbereitungsphase **1010** wird zunächst ein Meißelrohling hergestellt, der einen Arbeitsabschnitt 12, einen Schaftabschnitt 14 und eine Schlagfläche 16 aufweist.

Der herzustellende Meißelrohling weist eine längliche Form auf, so dass durch dessen

- 35 Arbeitsabschnitt 12, den Schaftabschnitt 14 und die Schlagfläche 16 eine Längsachse L verläuft.

In einer Wärmephase **1020** wird der Arbeitsabschnitt 12 wärmebehandelt mittels Induktionswärme. Bei diesem ersten Aufheizen erreichen sowohl der erste Außenbereich AB1 als auch der erste strukturelle Kernbereich KB1 eine homogene Austenitisierungstemperatur.

- 5 Infolge hinreichend schneller Abkühlung wird der volle Querschnitt des Arbeitsabschnitts 12 gehärtet. Dabei wird somit sowohl der erste Außenbereich AB1 als auch der erste strukturelle Kernbereich KB1 zu Martensit umgewandelt und entsprechend gehärtet.

In einer nachfolgenden Schockwärmephase **1030** wird nun der Arbeitsabschnitt 12

- 10 Schock-wärmebehandelt mit Hilfe einer Induktionswärme-Schockbehandlung. Dadurch wird der erste Außenbereich AB1 weiter gehärtet. Dadurch erhält der erste Außenbereich AB1 eine wesentlich größere Härte als der ersten strukturellen Kernbereich KB1. Im ersten strukturellen Kernbereich KB1 hingegen kommt es durch die Schock-Wärmebehandlung allenfalls zu einem geringeren Temperaturanstieg als im ersten Außenbereich AB1. Insbesondere kann ein
- 15 Erreichen einer Austenitisierungstemperatur vermieden werden, sodass zumindest im Wesentlichen keine weitere allotrope Umwandlung mehr stattfindet. Im ersten strukturellen Kernbereich KB1 kann sich eine Phase umfassend $\alpha + \text{Fe}_3\text{C}$ ausbilden.

Der Schaftabschnitt 14 kann vor der Schock-Wärmebehandlung wärmebehandelt werden.

20

Die Anmelderin hat Vergleichsuntersuchungen zur Lebensdauer von Meißeln 10, insbesondere hergestellt gemäß dem Verfahren 1000, im Vergleich zu bereits bekannten Vergleichsmeißeln angestellt.

- 25 Dazu sind in einer ersten Versuchsreihe mit einem handelsüblichen Meißelhammer mit einer Schlagenergie im Bereich von 25 bis 30 J pro Schlag zu prüfende Meißel über bis zu sechs Stunden in stark armiertem, Stahlbeton, insbesondere mit dreilagigen Stahllarmierungen mit Durchmesser 16 mm und Teilungen von 150 x 150 mm, und Beton der Klasse C25/30 GK32, getestet worden.

30

Bei insgesamt 10 Vergleichsmeißeln ergab sich eine Ausfallrate von ca. 50 % innerhalb der Testdauer von höchstens sechs Stunden. Dagegen ergab sich unter 40 Meißeln 10 kein einziger Ausfall über die jeweilige Höchstdauer der Testungen von sechs Stunden.

35

Im Rahmen einer zweiten Versuchsreihe wurden Rotationsbiegetests durchgeführt und die Anzahlen der Zyklen erfasst, die der jeweils getestete Meißel Stand hält. Ein Zyklus entspricht dabei einer vollständigen Umdrehung.

5

Wie dem Diagramm gemäß **Fig. 6a** zu entnehmen ist, erreichten von den Vergleichsmeißeln **BM1, BM2, BM3, BM4** und **BM5** lediglich zwei Meißel eine Lebensdauer von wenigstens 100.000 Zyklen. Keiner der Vergleichsmeißel überstand mehr als 150.000 Zyklen. Zwei der fünf Vergleichsmeißel erreichten nicht einmal 100.000 Zyklen.

10

Hingegen überstanden alle getesteten Meißel 10 wie im Diagramm gemäß **Fig. 6b** dargestellt, 150.000 Zyklen. Einzelne der Meißel 10 erreichten sogar Lebensdauern bis knapp unter 500.000 Zyklen.

15 Somit ist das Bruchrisiko der getesteten Meißel 10 gegenüber den getesteten Vergleichsmeißeln erheblich gesenkt.

Bezugszeichenliste

	10	Meißel
5	12	Arbeitsabschnitt
	14	Schaftabschnitt
	16	Schlagfläche
	18	Spitze
	20	Untergrund
10	22	Rippe
	24	Einsteckende
	1000	Verfahren
	1010	Vorbereitungsphase
	1020	Wärmephase
15	1030	Schockwärmephase
	AB1	Außenbereich
	AB2	Außenbereich
	HA1	Außenhärte
	HA2	Außenhärte
20	HK1	Kernhärte
	HK2	Kernhärte
	KB1	struktureller Kernbereich
	KB2	struktureller Kernbereich
	KB2	struktureller Kernbereich
25	KG	geometrischer Kernbereich
	L	Längsachse
	dAB1	Durchmesser
	dKB1	Durchmesser
	x	Position
30		

Patentansprüche

1. **Meißel** (10), der einen Arbeitsabschnitt (12), einen Schaftabschnitt (14), eine Schlagfläche (16) und eine durch den Arbeitsabschnitt (12), den Schaftabschnitt (14) und die Schlagfläche (16) verlaufende Längsachse (L) aufweist,
5 **dadurch gekennzeichnet,**
dass in einem quer zur Längsachse (L) verlaufenden Querschnitt des Arbeitsabschnitts (12) ein erster struktureller Kernbereich (KB1) eine erste Kern-Härte (HK1) aufweist, die wesentlich geringer ist als eine erste Außen-Härte (HA1) in einem ersten Außenbereich (AB1) außerhalb des ersten strukturellen Kernbereichs (KB1) des selben Querschnitts.
10
2. Meißel nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Querschnitt des Schaftabschnitts (14) ein zweiter struktureller Kernbereich (KB2) eine zweite Kern-Härte (HK1) aufweist, die wesentlich geringer ist als eine zweite Außen-Härte (HA2) in einem zweiten Außenbereich (AB2) außerhalb des zweiten strukturellen Kernbereichs (KB2) des selben Querschnitts.
15
3. Meißel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kern-Härte (HK1) wesentlich größer ist als die zweite Kern-Härte (HK2).
- 20 4. Meißel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Kern-Härte (HK1) wesentlich geringer ist als die zweite Außen-Härte (HA2).
5. Meißel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste strukturelle Kernbereich (KB1) Anlassmartensit aufweist, insbesondere aus
25 Anlassmartensit besteht.
6. Meißel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Außenbereich (AB1) Martensit aufweist, insbesondere aus Martensit besteht.
- 30 7. Meißel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der den ersten Außenbereich (AB1) und den ersten strukturellen Kernbereich (KB1) umfassende Querschnitt des Meißels (10) einen geometrischen Kernbereich (KG) aufweist, der durch die flächengrößte, in den Querschnitt einbeschriebene Ellipse definiert ist, wobei das Flächenverhältnis des ersten strukturellen Kernbereichs (KB1) zum geometrischen

Kernbereich (KG) im Bereich von 40 bis 80 % beträgt.

8. **Verfahren (1000)** zur Herstellung eines Meißels (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Meißelrohling, der einen Arbeitsabschnitt (12), einen Schaftabschnitt (14) und eine Schlagfläche (16) und eine durch die den Arbeitsabschnitt (12), den Schaftabschnitt (14) und die Schlagfläche (16) verlaufende Längsachse (L) aufweist, bearbeitet wird, umfassend
- eine Induktionswärme-Behandlung des Arbeitsabschnitts (12), wobei sowohl der erste Außenbereich (AB1) als auch der erste Kernbereich (KB1) gehärtet werden, und
 - eine Induktionswärme-Schockbehandlung des Arbeitsabschnitts (12), sodass der erste Außenbereich (AB1) eine wesentlich größere Härte aufweist als der erste Kernbereich (KB1).

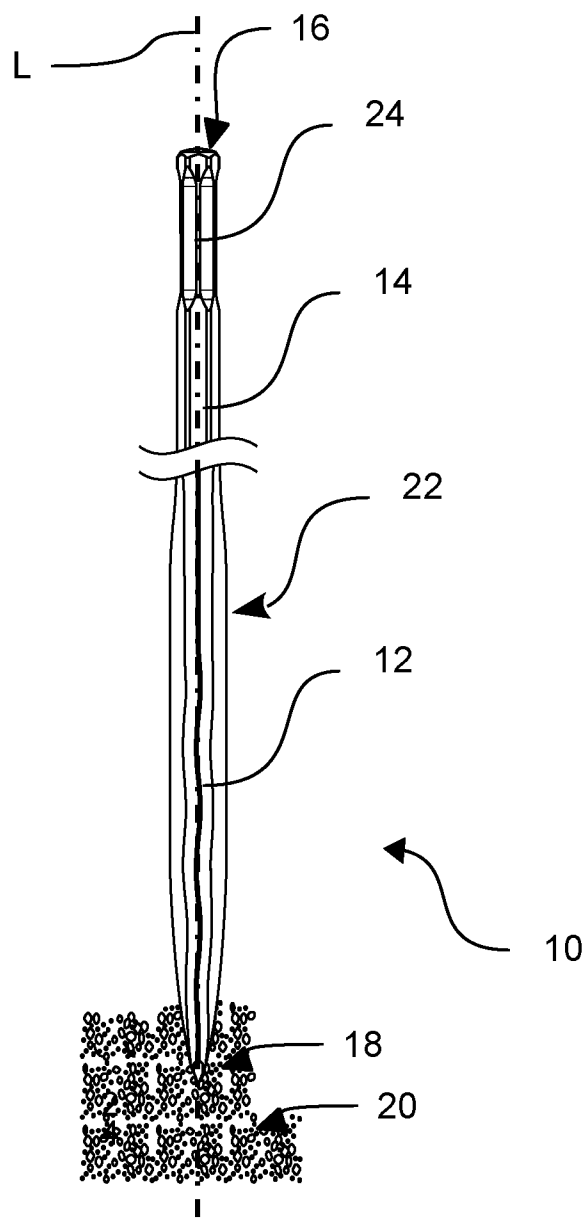


Fig. 1

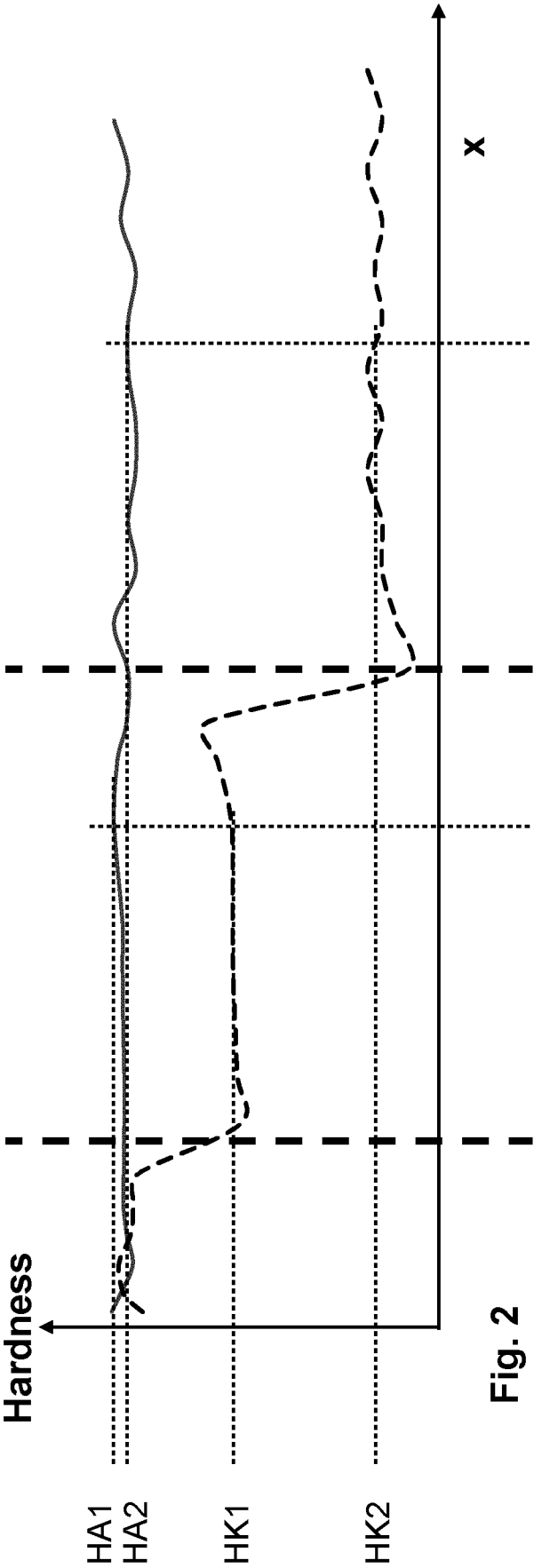


Fig. 2

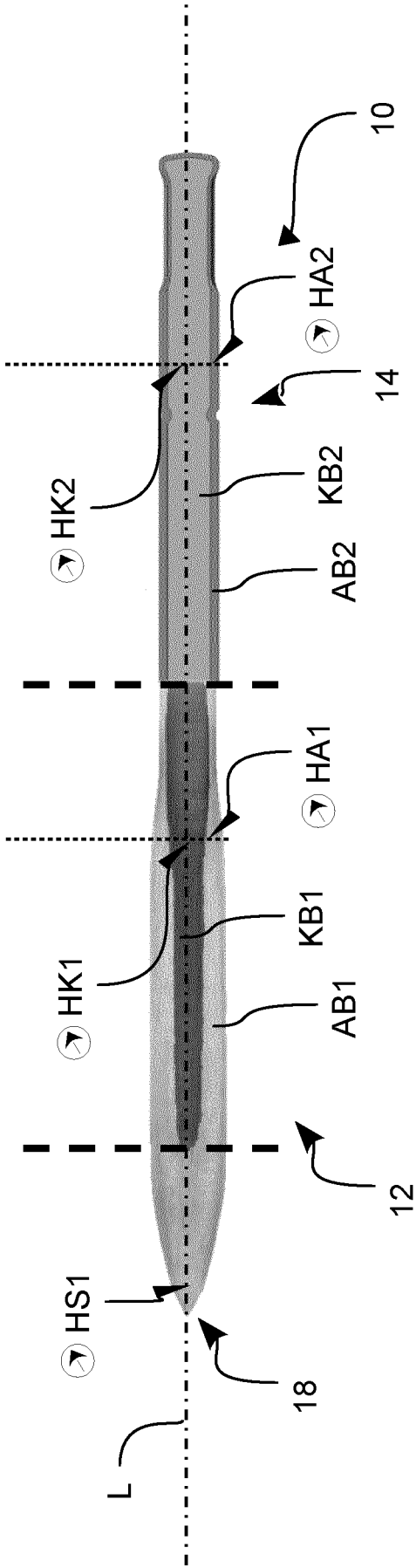
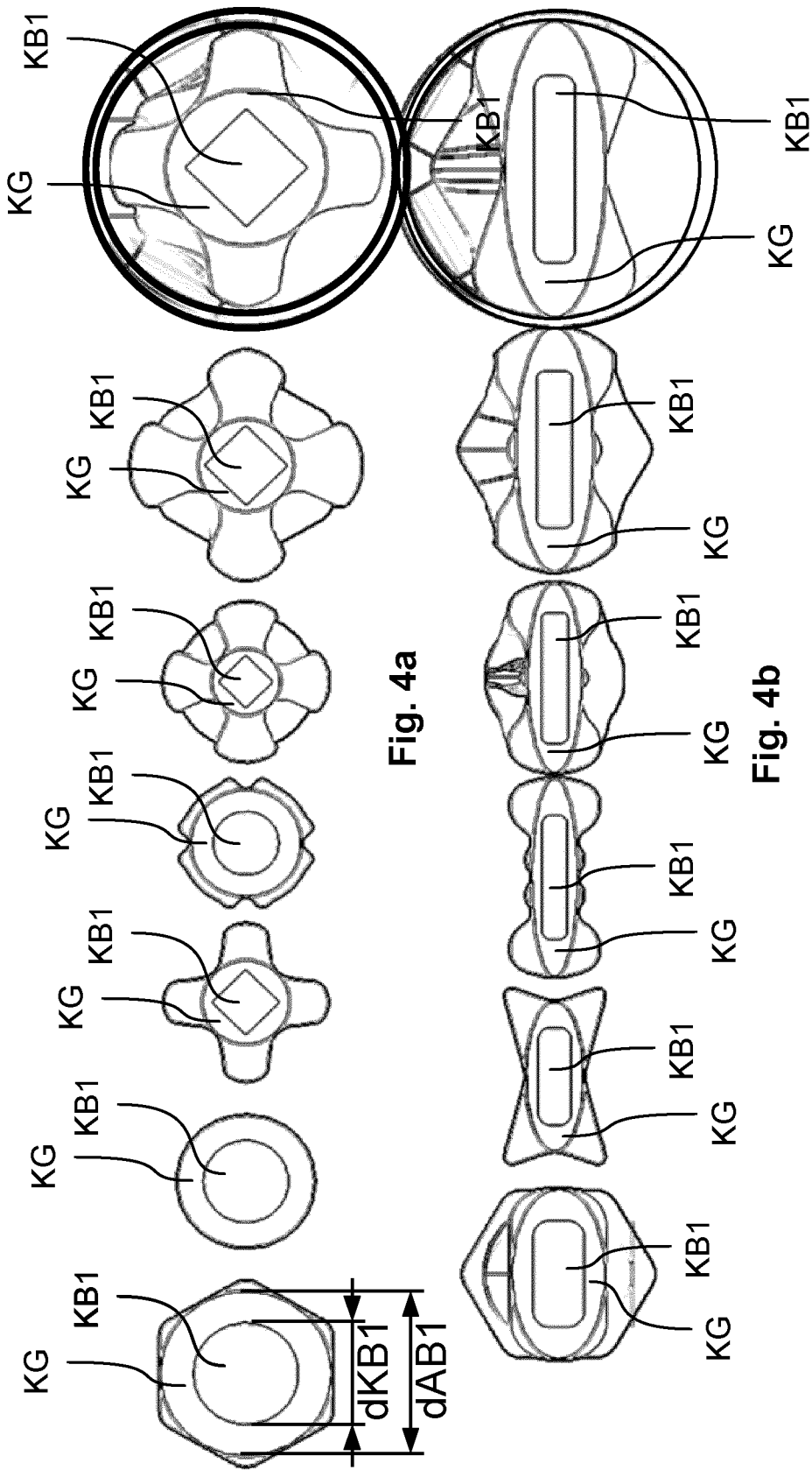


Fig. 3



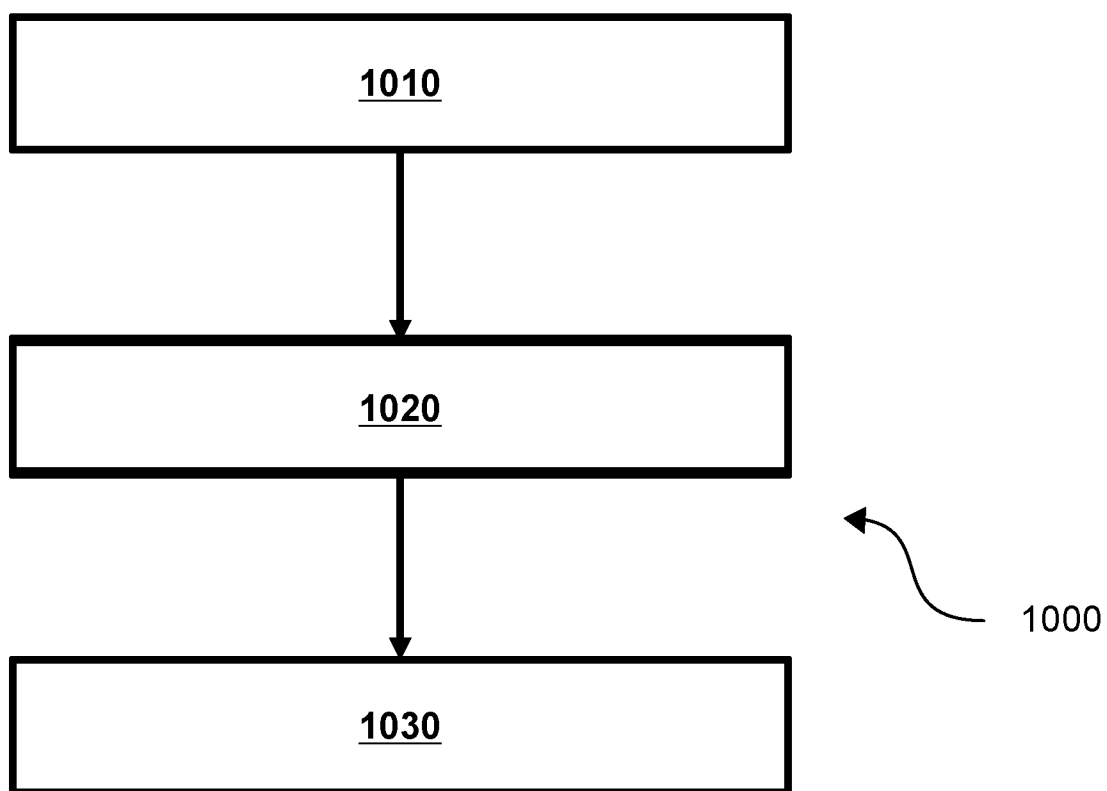


Fig. 5

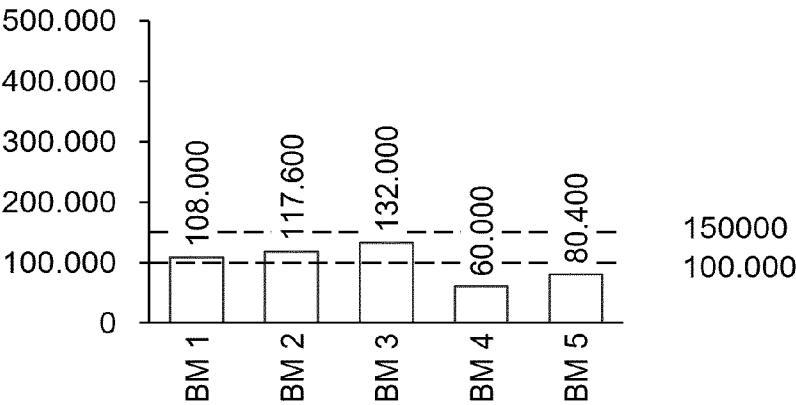


Fig. 6a

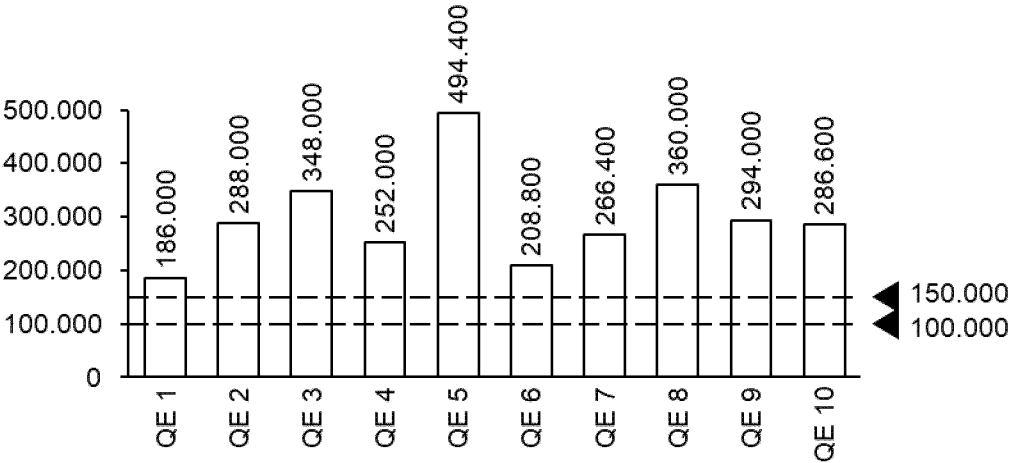


Fig. 6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/061090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B28D 1/26**(2006.01)i; **E21B 10/36**(2006.01)i; **B25D 17/02**(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)

B28D; B25D; E21B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2019111488 A1 (OHISHI MASAYUKI [JP] ET AL) 18 April 2019 (2019-04-18)	1, 7
Y	paragraphs [0068], [0069], [0072], [0102]; figure 8	8
A		3, 4
X	US 2021252686 A1 (REDONDI PAOLO [IT]) 19 August 2021 (2021-08-19)	1, 7
Y	paragraphs [0035], [0039] - [0040]; figures 1a, 1b	2, 5
A		3, 4
X	US 2011174550 A1 (COLIN CHRISTOPHE [FR] ET AL) 21 July 2011 (2011-07-21)	1, 7
Y	paragraphs [0052], [0060], [0069]; figure 6	8
X	US 2018087137 A1 (KOMATSU MFG CO LTD [JP]) 29 June 2018 (2018-06-29)	1, 6, 7
	paragraph [0012]; figure 4	
Y	EP 0925881 A1 (HILTI AG [LI]) 30 June 1999 (1999-06-30)	2, 8
A	paragraphs [0005], [0012], [0013], [0015]	3, 4
Y	US 2004047757 A1 (TAKAYAMA TAKEMORI [JP]) 11 March 2004 (2004-03-11)	5, 8
	paragraphs [0085], [0090], [0091]	



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

20 July 2023

Date of mailing of the international search report

31 July 2023

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

Beltzung, J

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/061090

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019111488	A1	18 April 2019	AU	2017267771	A1	11 October 2018
				CN	109072591	A	21 December 2018
				DE	112017001563	T5	13 December 2018
				JP	6690991	B2	28 April 2020
				JP	2017206852	A	24 November 2017
				US	2019111488	A1	18 April 2019
				WO	2017199922	A1	23 November 2017
US	2021252686	A1	19 August 2021	CN	113276068	A	20 August 2021
				DE	102020202079	A1	19 August 2021
				US	2021252686	A1	19 August 2021
US	2011174550	A1	21 July 2011	CN	102282278	A	14 December 2011
				EP	2347025	A1	27 July 2011
				FR	2936817	A1	09 April 2010
				JP	5622731	B2	12 November 2014
				JP	2012505306	A	01 March 2012
				US	2011174550	A1	21 July 2011
				WO	2010040953	A1	15 April 2010
US	2018087137	A1	29 June 2018	CN	107532256	A	02 January 2018
				DE	112016001868	T5	04 January 2018
				JP	6055577	B1	27 December 2016
				JP	WO2016170866	A1	27 April 2017
				KR	20170125976	A	15 November 2017
				US	2018087137	A1	29 March 2018
				WO	2016170866	A1	27 October 2016
EP	0925881	A1	30 June 1999	CN	1220935	A	30 June 1999
				DE	19757271	A1	24 June 1999
				EP	0925881	A1	30 June 1999
				HU	9802993	A2	28 June 1999
				JP	H11245222	A	14 September 1999
US	2004047757	A1	11 March 2004	JP	4812220	B2	09 November 2011
				JP	2003328078	A	19 November 2003
				US	2004047757	A1	11 March 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. B28D1/26 E21B10/36 B25D17/02		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B28D B25D E21B		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2019/111488 A1 (OHISHI MASAYUKI [JP] ET AL) 18. April 2019 (2019-04-18)	1, 7
Y	Absätze [0068], [0069], [0072], [0102];	8
A	Abbildung 8	3, 4

X	US 2021/252686 A1 (REDONDI PAOLO [IT]) 19. August 2021 (2021-08-19)	1, 7
Y	Absätze [0035], [0039] - [0040];	2, 5
A	Abbildungen 1a, 1b	3, 4

X	US 2011/174550 A1 (COLIN CHRISTOPHE [FR] ET AL) 21. Juli 2011 (2011-07-21)	1, 7
Y	Absätze [0052], [0060], [0069];	8
	Abbildung 6	

X	US 2018/087137 A1 (KOMATSU MFG CO LTD [JP]) 29. Juni 2018 (2018-06-29)	1, 6, 7
	Absatz [0012]; Abbildung 4	

		-/-
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
20. Juli 2023		31/07/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Beltzung, J

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 925 881 A1 (HILTI AG [LI]) 30. Juni 1999 (1999-06-30)	2, 8
A	Absätze [0005], [0012], [0013], [0015] -----	3, 4
Y	US 2004/047757 A1 (TAKAYAMA TAKEMORI [JP]) 11. März 2004 (2004-03-11)	5, 8
	Absätze [0085], [0090], [0091] -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/061090

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019111488 A1	18-04-2019	AU 2017267771 A1	11-10-2018
		CN 109072591 A	21-12-2018
		DE 112017001563 T5	13-12-2018
		JP 6690991 B2	28-04-2020
		JP 2017206852 A	24-11-2017
		US 2019111488 A1	18-04-2019
		WO 2017199922 A1	23-11-2017
US 2021252686 A1	19-08-2021	CN 113276068 A	20-08-2021
		DE 102020202079 A1	19-08-2021
		US 2021252686 A1	19-08-2021
US 2011174550 A1	21-07-2011	CN 102282278 A	14-12-2011
		EP 2347025 A1	27-07-2011
		FR 2936817 A1	09-04-2010
		JP 5622731 B2	12-11-2014
		JP 2012505306 A	01-03-2012
		US 2011174550 A1	21-07-2011
		WO 2010040953 A1	15-04-2010
US 2018087137 A1	29-06-2018	CN 107532256 A	02-01-2018
		DE 112016001868 T5	04-01-2018
		JP 6055577 B1	27-12-2016
		JP WO2016170866 A1	27-04-2017
		KR 20170125976 A	15-11-2017
		US 2018087137 A1	29-03-2018
		WO 2016170866 A1	27-10-2016
EP 0925881 A1	30-06-1999	CN 1220935 A	30-06-1999
		DE 19757271 A1	24-06-1999
		EP 0925881 A1	30-06-1999
		HU 9802993 A2	28-06-1999
		JP H11245222 A	14-09-1999
US 2004047757 A1	11-03-2004	JP 4812220 B2	09-11-2011
		JP 2003328078 A	19-11-2003
		US 2004047757 A1	11-03-2004