

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50900/2022 (51) Int. Cl.: **F16D 11/10** (2006.01)  
(22) Anmeldetag: 25.11.2022 **F16D 11/14** (2006.01)  
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2023 **B22F 5/08** (2006.01)

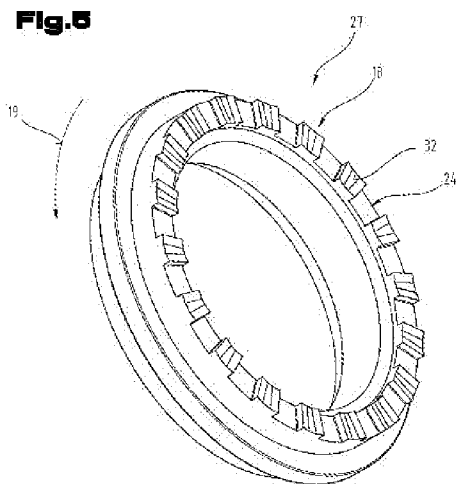
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 19514349 A1  
WO 2021084107 A1  
DE 102022110166 A1

(71) Patentanmelder:  
Miba Sinter Austria GmbH  
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Kupplungselement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend die Schritte: Pressen eines Pulvers in einer Form zu einem Kupplungselementkörper-Grünling (27) mit einer ersten Stirnfläche (15), wobei auf der ersten Stirnfläche (15) in der Form mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) mit einer ersten und einer zweiten Seitenwand (20, 21) und einer zweiten Stirnfläche (22) zwischen der ersten und der zweiten Seitenwand (20, 21) ausgebildet werden, und wobei zwischen den Zähnen (18) Zahnlücken (24) ausgebildet werden, Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) zum Kupplungselement (10), wobei die zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) im an die erste Seitenwand (20) anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung (28) und/oder an die zweite Seitenwand (21) anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung (29) hergestellt werden, und die erste und/oder die zweite Überhöhung (28, 29) nach dem Sintern in der Axialrichtung (14) verdrückt wird/werden.



## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend die Schritte: Pressen eines Pulvers in einer Form zu einem Kupplungselementkörper-Grünling (27) mit einer ersten Stirnfläche (15), wobei auf der ersten Stirnfläche (15) in der Form mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) mit einer ersten und einer zweiten Seitenwand (20, 21) und einer zweiten Stirnfläche (22) zwischen der ersten und der zweiten Seitenwand (20, 21) ausgebildet werden, und wobei zwischen den Zähnen (18) Zahnlücken (24) ausgebildet werden, Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) zum Kupplungselement (10), wobei die zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) im an die erste Seitenwand (20) anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung (28) und/oder an die zweite Seitenwand (21) anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung (29) hergestellt werden, und die erste und/oder die zweite Überhöhung (28, 29) nach dem Sintern in der Axialrichtung (14) verdrückt wird/werden.

Fig. 5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Kupplungselements umfassend die Schritte: Pressen eines, insbesondere metallischen, Pulvers in einer Form zu einem Kupplungselementkörper-Grünling mit einer ersten Stirnfläche, wobei auf der ersten Stirnfläche in der Form mehrere, in der Axialrichtung über die erste Stirnfläche vorragende Zähne mit einer ersten und einer zweiten Seitenwand und einer zweiten Stirnfläche zwischen der ersten und der zweiten Seitenwand ausgebildet werden, und wobei zwischen den Zähnen Zahn-lücken ausgebildet werden, Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings zum Kupplungselement, gegebenenfalls Kalibrieren des Kupplungselements in einem Kalibrierwerkzeug.

Weiter betrifft die Erfindung ein Kupplungselement umfassend einen Kupplungselementkörper, der eine erste Stirnfläche aufweist, wobei auf der ersten Stirnfläche mehrere, in der Axialrichtung über die erste Stirnfläche vorragende Zähne angeordnet sind, zwischen denen Zahn-lücken ausgebildet sind, wobei die Zähne jeweils eine erste Seitenwand, eine zweite Seitenwand und eine zwischen der ersten und zweiten Seitenwand angeordnete zweite Stirnfläche aufweisen.

Zudem betrifft die Erfindung ein Werkzeug mit einem mehrteiligen, Formflächen aufweisenden Werkzeugkörper zur Herstellung eines Kupplungselements umfassend einen Kupplungselementkörper, der eine erste Stirnfläche aufweist, wobei auf der ersten Stirnfläche mehrere, in der Axialrichtung über die erste Stirnfläche vorragende Zähne angeordnet sind, zwischen denen Zahn-lücken ausgebildet sind, wobei die Zähne jeweils eine erste Seitenwand, eine zweite Seitenwand und eine zwischen der ersten und zweiten Seitenwand angeordnete zweite Stirnfläche aufweisen.

Hybridfahrzeuge zeichnen sich dadurch aus, dass im Antriebsstrang ein Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor kombiniert ist. Bekannt sind im Stand der Technik unterschiedlichste Architekturen, wobei häufig der Elektromotor vom Antriebsstrang abkoppelbar ausgeführt ist. Dafür kann beispielsweise eine sogenannte Disconnect Einheit verbaut sein. Die Zu- und Abschaltung erfolgt mit einem Kupplungselement, mit dem eine formschlüssige Verbindung mit dem Gegenkörper zur Leistungsübertragung ermöglicht wird.

Auch in batterieelektrischen Fahrzeugen kommen Disconnect Einheiten zur Anwendung, wenn diese mit einem Allradantrieb ausgestattet sind. Hierfür kommen E-Achsen in der Antriebseinheit zum Einsatz, wobei es meist üblich ist, dass auf der Vorderachse und der Hinterachse je eine E-Achse verbaut ist. Wenn es aus der Fahrsituation nicht nötig ist, beide Achsen anzutreiben, gibt es die Möglichkeit eine E-Achse wegzuschalten, um Energie zu sparen. Das Zu und Wegschalten einer E-Achse kann durch eine Disconnect Einheit realisiert werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Herstellung eines Kupplungselements für eine Disconnect Einheit zu vereinfachen bzw. ein entsprechendes Kupplungselement bereitzustellen.

Zur Lösung der Aufgabe ist bei dem Verfahren nach der Erfindung vorgesehen, dass die Stirnflächen der Zähne des Kupplungselementkörper-Grünlings im an die erste Seitenwand anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung und/oder an die zweite Seitenwand anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung hergestellt werden, und dass die erste und/oder die zweite Überhöhung nach dem Sintern des Kupplungselements zur Ausbildung von hinterschnittenen Zahnluken in der Axialrichtung verdrückt werden.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Kupplungselement gelöst, bei dem die ersten Seitenwände und/oder zweiten Seitenwände in einem Winkel kleiner  $90^\circ$  zu Bodenflächen der Zahnluken verlaufend umgeformt sind.

Zudem wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Werkzeug gelöst, bei dem an dem Werkzeugkörper in den Zahnluken des Kupplungselementes anordenbare fingerförmige Formelemente angeordnet sind, wobei die Formelemente jeweils ein erstes Anlageelement zur Anlage an die ersten Seitenwände der Zähne des Kupplungselements, ein zweites Anlageelement zur Anlage an die zweiten Seitenwände der Zähne des Kupplungselements und ein in der Axialrichtung verstellbares Spreizelement, das zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement angeordnet ist, aufweist.

Von Vorteil ist dabei, dass die Hinterschneidungen an den Zähnen rein durch Umformen hergestellt werden können, sodass eine spanende Bearbeitung hierfür nicht notwendig ist. Darüber hinaus wird mit der Erfindung ein Kupplungselement aus einem Sintermaterial zur Verfügung gestellt, womit das Schaltelement für die Disconnect Einheit des Antriebs von E-Fahrzeugen beim Schalten ein besseres NHV-Verhalten (Noise, Vibration, Harshness) aufweist. Das Sintermaterial wirkt beim Schalten dämpfend. Über die Hinterschneidungen an den Zähnen kann die Drehmomentübertragung verbessert werden, wenn das Kupplungselement mit einem weiteren Kupplungselement der Disconnect Einheit verbunden ist. Mit der dreigeteilten Ausführung der Formelemente des Werkzeugs kann eine einfachere Entformung des Kupplungselementes erreicht werden.

Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste und/oder die zweite Überhöhung beim oder nach dem Kalibrieren des Kupplungselements zur Ausbildung von hinterschnittenen Zahnluken in der Axialrichtung verdrückt werden. Durch das Verdrücken beim Kalibrieren kann ein Arbeitsschritt eingespart werden. Andererseits weist das Kupplungselement nach dem Kalibrieren zumindest in oberflächennahen Bereichen eine höhere Dichte auf, womit Materialausbrüche sicherer vermieden werden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante kann/können die erste und/oder die zweite Überhöhung keilförmig ausgebildet werden. Das Verdrücken des „Überschussmaterials“ kann damit vereinfacht werden.

Vorzugsweise werden gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung die Hinterschneidungen durch eine Schrägstellung der Seitenwände der Zähne erzeugt, sodass zur Ausbildung der Hinterschneidungen die ersten und/oder die zweiten Seitenwände in einem Winkel kleiner  $90^\circ$  zu Bodenflächen der Zahnlücken verlaufend ausgebildet werden. Mit dieser Ausführungsvariante kann nicht nur das Wegdrücken der Überhöhungen vereinfacht werden, sondern kann damit auch das Werkzeug für die Herstellung der Hinterschneidungen einfacher ausgeführt werden, womit auch die Entformung des Kupplungselementes einfacher durchgeführt werden kann.

Zur weiteren Verbesserung dieser Effekte kann entsprechend einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass zumindest 90 % jeder der ersten Seitenwände und/oder zumindest 90 % jeder der zweiten Seitenwände in dem Winkel von kleiner  $90^\circ$  zu den Bodenflächen der Zahnlücken verlaufend ausgebildet werden.

Eine einfachere Entformung des Kupplungselementes und in weiterer Folge auch eine Verbesserung im in der Zu- und Abschaltung einer mit dem Kupplungselement versehenen E-Achse bzw. E-Antriebes kann erreicht werden, wenn Übergangsbereiche zwischen den ersten Seitenwänden und den zweiten Stirnflächen der Zähne und/oder Übergangsbereiche zwischen den zweiten Seitenwänden und den zweiten Stirnflächen der Zähne gerundet oder gefast ausgebildet werden.

Für eine bessere axiale Verschiebbarkeit der Spreizelemente kann entsprechend einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung bei dem Werkzeug vorgesehen sein, dass die Spreizelemente zumindest in einem vorderen Abschnitt keilförmig ausgebildet sind.

Ebenfalls zur Verbesserung der axialen Verschiebbarkeit der Spreizelemente kann entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass die ersten Anlageelemente und /oder die zweiten Anlageelemente in einem vorderen Abschnitt in Richtung auf das Spreizelement vorragende Vorsprünge aufweisen. Es ist damit möglich, in den Bereichen unterhalb der Vorsprünge für die Axialbewegung der Spreizelemente mehr Raum zur Verfügung zu stellen.

Entsprechend einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Spreizelemente auf einem gemeinsamen Halteelement angeordnet sind. Durch diese Ausbildung kann die Kalibrierzeit verkürzt werden, wenngleich damit die Variabilität des Werkzeugs verringert wird.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs;
- Fig. 2 eine E-Achse;
- Fig. 3 ein Kupplungselement;
- Fig. 4 einen Ausschnitt aus dem Kupplungselement nach Fig. 3;
- Fig. 5 einen Kupplungselementkörper-Grünling;
- Fig. 6 einen Ausschnitt aus einem Kupplungselementkörper-Grünling;
- Fig. 7 einen Ausschnitt aus einem Kalibrierwerkzeug;
- Fig. 8 ein Werkzeug zum Umformen des Kupplungselements;
- Fig. 9 ein Detail des Werkzeugs nach Fig. 7.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In Fig. 1 ist ein Antriebsstrang 1 eines Kraftfahrzeugs mit zwei Antrieben, insbesondere mit einem Verbrennungsmotor 2 und mit einem Elektromotor 3 (ein sogenannter Plug-In Hybrid) schematisch dargestellt. Der Elektromotor 3 wird mittels einer Kupplung 4 bedarfsweise zu- oder weggeschaltet. Der Antriebsstrang kann aber anstelle des Verbrennungsmotors 2 oder zusätzlich dazu auch einen zweiten Elektromotor aufweisen. Neben den genannten Bestandteilen sind in Fig. 1 weiter ein Leistungselektronikmodul 5, ein Akkumulator 6 und ein Kraftstofftank 7, der bei Anordnung von zwei Elektromotoren auch entfallen kann, dargestellt.

Die Kupplung 4 dient insbesondere der Zu- oder Abschaltung des Elektromotors 3 zum Antrieb des Kraftfahrzeugs. Dazu kann die Kupplung 1 in einer sogenannten Disconnect-Einheit angeordnet sein.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die in Fig. 1 dargestellte Ausführung eines Hybrid-Antriebs nur beispielhaft zu verstehen ist, da aus dem Stand der Technik auch andere Hybrid-Antriebe für Kraftfahrzeuge bekannt sind.

Weiter kann die Kupplung 4 auch anders eingesetzt werden, beispielsweise zum Zu- oder Abschalten eines Allradantriebes, etc. Dazu ist in Fig. 2 eine sogenannte E-Achse 8 eines Elektrofahrzeugs vereinfacht und beispielhaft dargestellt. Die E-Achse 8 umfasst neben einem Elektromotor 3 und dem Leistungselektronikmodul 5 auch ein Planetengetriebe 9. Das Kraftfahrzeug kann zwei dieser E-Achsen aufweisen, die über die Kupplung 4 (siehe Fig. 1) miteinander verbindbar oder voneinander trennbar sind.

Die Kupplung 4 umfasst ein Kupplungselement 10, das beispielhaft in Fig. 3 dargestellt ist. Das Kupplungselement 10 steht mit einem weiteren, nicht weiter dargestellten Kupplungselement der Kupplung 4 bedarfsweise in Wirkverbindung.

Das Kupplungselement 10 umfasst einen Kupplungselementkörper 11. Bevorzugt ist der Kupplungselementkörper 11 (zumindest annähernd) zylinderförmig ausgebildet. An einer inneren Mantelfläche 12 kann der Kupplungselementkörper 11 eine Innenverzahnung 13 aufweisen. Über diese Innenverzahnung 13 kann das Kupplungselement 10 in einer Axialrichtung 14 verschiebbar in der Kupplung 4,

d.h. auf einem weiteren Element der Kupplung 4, angeordnet sein. Alternativ dazu kann auch vorgesehen sein, dass die Innenverzahnung 13 eine Steckverzahnung ist, mit der das Kupplungselement 10 auf einer Achse bzw. Welle drehfest angeordnet ist (drehfeste Welle-Nabe-Verbindung).

Der Kupplungselementkörper 11 ist in der Axialrichtung 14 von einer ersten Stirnfläche 15 und einer weiteren Stirnfläche 16 begrenzt. Auf der ersten Stirnfläche 15 und über diese in der Axialrichtung 14 vorragend ist eine weitere Verzahnung 17 mit Zähnen 18 angeordnet bzw. ausgebildet. Es sei darauf hingewiesen, dass die in Fig. 3 dargestellte Anzahl an Zähnen 18 nur beispielhaften Charakter hat. Es können auch mehr oder weniger Zähne 18 an dem Kupplungselement 10 vorhanden sein. Vorzugsweise sind jedoch die Zähne 18 in einer Umfangsrichtung 19 gleichmäßig verteilt auf der ersten Stirnfläche 15 angeordnet.

Die Zähne 18 weisen in der Umfangsrichtung 19 betrachtet eine erste Seitenwand 20 und eine zweite Seitenwand 21 auf. Zwischen den ersten und zweiten Seitenwänden 20, 21 sind zweite Stirnflächen 22 ausgebildet. Vorzugsweise erstrecken sich die ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 und die zweiten Stirnfläche 22 in einer Radialrichtung 23 über die gesamte radiale Breite der Zähne 18.

Zwischen den Zähnen 18 sind Zahnlücken 24 ausgebildet. Die Zahnlücken 24 werden einerseits durch die ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 und andererseits durch Bodenflächen 25 begrenzt. Vorzugsweise werden die Bodenflächen 25 durch die erste Stirnfläche 15 des Kupplungselementkörpers 11 gebildet.

Wie besser aus Fig. 4 ersichtlich ist, die einen Ausschnitt aus dem Kupplungselement 10 im Bereich der Verzahnung 17 zeigt, sind die ersten Seitenwände 20 und/oder zweiten Seitenwände 21 in einem Winkel 26 kleiner  $90^\circ$  zur Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 verlaufend umgeformt bzw. ausgebildet. Somit weisen die Zähne 18 Hinterlegungen, d.h. Hinterschneidungen, auf. Die Querschnittsfläche der Zähne 18 (deren Breite in Umfangsrichtung 19) in der Axialrichtung 14 betrachtet ist somit an den zweiten Stirnflächen 22 größer als an den Zahnfüßen.

Es kann nur jeweils eine der ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 in dem Winkel 26 kleiner  $90^\circ$  zur Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 verlaufend umgeformt bzw. ausgebildet sein. Vorzugsweise sind sowohl die ersten als auch die zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 in dem Winkel 26 kleiner  $90^\circ$  zur Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 verlaufend umgeformt bzw. ausgebildet. Dabei ist bevorzugt, wenn die ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 den gleichen Wert für den Winkel 26 aufweisen. Die ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 können aber auch mit unterschiedlichen Neigungen (Winkeln 26) gegen die Bodenflächen 25 geneigt sein.

Das Kupplungselement 10 wird mit einem pulvermetallurgischem Verfahren hergestellt. Derartige Verfahren an sich sind aus dem Stand der Technik bekannt, so dass zu weiteren Einzelheiten dazu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen sei.

Das Verfahren kann folgende Verfahrensschritte umfassen:

- Bereitstellung eines Pulvers oder einer Pulvermischung zur Herstellung des Kupplungselements 10 in einem Formhohlraum einer Form;
- Pressen des Pulvers oder der Pulvermischung zu einem Kupplungselementkörper-Grünling 27 (siehe Fig. 5) in der Form;
- gegebenenfalls Grünbearbeitung des Kupplungselementkörper-Grünlings 27;
- Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings 27 zum Kupplungselement 10;
- gegebenenfalls Kalibrieren des gesinterten Kupplungselements 10;
- gegebenenfalls materialabtragendes Nachbearbeiten des Kupplungselements 10;
- gegebenenfalls Härten des Kupplungselements 10;
- gegebenenfalls Waschen und Verpacken.

Die Form ist insbesondere eine Matrize, kann aber zur Herstellung einer Vorform für den Kupplungselementkörper-Grünling 27 z.B. auch eine Strangpressform sein.

Das Pulver bzw. die Pulvermischung kann beispielsweise ein Stahlpulver sein bzw. umfassen, wobei auch andere (vorlegierte) Pulver einsetzbar sind. Weiter kann das Pulver die üblichen Zusätze aufweisen, wie beispielsweise Schmiermittel, etc.

Das Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings 27 kann ein- oder mehrstufig dem Stand der Technik entsprechend erfolgen. Die Temperatur beim Sintern kann beispielsweise zwischen 750 °C und 1350°C betragen. Der Kupplungselementkörper-Grünling 27 kann zwischen 10 Minuten und 120 Minuten auf dieser Temperatur gehalten werden.

Das Grünbearbeiten bzw. das materialabtragende Nachbearbeiten kann beispielsweise durch Schleifen, Läppen, Honen, etc. erfolgen.

Zur Herstellung der hinterschnittenen Zähne 18 ist vorgesehen, dass die zweiten Stirnflächen 22 der Zähne 18 des Kupplungselementkörper-Grünlings 27 im an die erste Seitenwand 20 anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung 28 und/oder an die zweite Seitenwand 21 anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung 29 hergestellt werden, wie dies besser aus Fig. 6 ersichtlich ist, die einen Ausschnitt aus dem Kupplungselementkörper-Grünling 27 nach Fig. 5 zeigt.

Für den Fall, dass nur die ersten Seitenwände 20 oder nur die zweiten Seitenwände 21 der Zähne 18 geneigt ausgeführt werden, werden nur die Überhöhungen 28 oder die Überhöhungen 29 ausgebildet.

Die ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 werden bevorzugt bereits beim Pressen des Pulvers zum Kupplungselementkörper-Grünling 27 mitausgebildet, sodass die Form (insbesondere der Oberstempel oder der Unterstempel der Pulverpresse) mit entsprechend geformte Vertiefungen in den Zahnluken ausgebildet sind. Es ist jedoch auch möglich, wenngleich nicht bevorzugt, dass die Überhöhungen 28, 29 erst nachträglich durch Materialentfernung hergestellt werden.

Vorzugsweise erstrecken sich die erste Überhöhung 28 und/oder die zweite Überhöhung 29 über die gesamte Breite der Zähne 18 in der Radialrichtung 23. Sie können sich aber auch nur über einen Teilbereich dieser Breite erstrecken, wobei

in diesem Fall das Pulver beim nachstehend noch näher erläuterten Verdrücken nicht nur in der Axialrichtung 14, sondern auch in der Radialrichtung 23 verdrückt werden kann.

Für den Fall, dass erste und zweite Überhöhungen 28, 29 vorgesehen sind, sind diese vorzugsweise gleich bzw. spiegelbildlich zueinander ausgeführt. Die ersten und zweiten Überhöhungen 28, 29 können aber auch verschiedenen Formen aufweisen.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass vorzugsweise alle Zähne 18 des Kupplungselements 10 gleich ausgeführt sind, sodass auch die ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 für alle Zähne 18 gleich ausgeführt werden. Im Rahmen der Erfindung besteht aber die Möglichkeit, dass zumindest einzelne der Zähne 18 zu den restlichen Zähnen 18 unterschiedlich ausgeführt sind, sodass gegebenenfalls auch die ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 für diese einzelnen Zähne 18 unterschiedlich zu den restlichen ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 ausgebildet sein können.

Wie insbesondere aus Fig. 6 ersichtlich ist, können die ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 keilförmig ausgebildet sein, wobei die Höhe der ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 in der Umfangsrichtung 19 und in Richtung auf die ersten und/oder zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 zunimmt.

Die ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 können aber auch anders ausgeführt sein, beispielsweise mit einem – in der Axialrichtung 14 betrachtet – runden, insbesondere konvexen oder konkaven, oder einem polygonalen, beispielsweise vier- oder fünf- oder sechseckigen, Querschnitt, etc.

Der Kupplungselementkörper-Grünling 27 wird mit ersten und/oder zweiten Seitenwänden 20, 21 der Zähne 18 hergestellt, die einen Winkel 30 von  $90^\circ$  mit den Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 einschließen, oder anders ausgedrückt, die rechtwinkelig zu den Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 verlaufend ausgebildet sind. Dieser Winkel 30 kann aber auch größer als  $90^\circ$  sein, wobei in diesem Fall der Winkel 30 vorzugsweise einen Wert von maximal  $95^\circ$  annimmt.

Prinzipiell können die hinterschnittenen Zähne 18 mit dem nachstehend genannten Werkzeug 31 (siehe Fig. 8) bereits während dem Pulverpressen zum Kupplungselementkörper-Grünling 27 ausgebildet werden. In diesem Fall müssen die ersten und zweiten Überhöhungen 28, 29 nicht zwingend vorgesehen werden. Bevorzugt erfolgt der Einsatz dieses Werkzeugs 31 aber erst nach dem Sintern, insbesondere im oder besonderes bevorzugt nach dem Kalibrierschritt. Dabei werden die ersten und/oder die zweiten Überhöhungen 28, 29 zur Ausbildung von hinterschnittenen Zahnluken 24 in der Axialrichtung 14 verdrückt, wie dies nachstehend noch näher erläutert wird. Die Bauteildichte ist nach dem Kalibrieren bei Kupplungselementkörpern 11 aus einem Stahlpulver bei größer  $7,1 \text{ g/cm}^3$ , insbesondere bei größer  $7,3 \text{ g/cm}^3$ .

Wie bereits voranstehend zum Kupplungselement 10 ausgeführt, können zur Ausbildung der Hinterschneidungen die ersten und/oder die zweiten Seitenwände 20, 21 in dem Winkel 26 kleiner  $90^\circ$  zu den Bodenflächen 25 der Zahnluken 24 verlaufend ausgebildet werden. Vorzugsweise kann dieser Winkel 26 zwischen  $80^\circ$  und  $89,5^\circ$ , insbesondere zwischen  $85^\circ$  und  $89^\circ$ , betragen. Die Größe des Winkels 26 wird einerseits über das Werkzeug 31 bzw. die Stellung von dessen Elementen und andererseits über die Menge an zu verdrückenden Material bzw. die Höhe der ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 bestimmt. Je mehr Material zu verdrücken ist, desto kleiner kann der Winkel 26 (bei gleicher Verdichtung) sein.

Die Hinterschneidungen können gestuft ausgeführt sein, sodass sich für die ersten und/oder zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 eine gestufter Verlauf (in der Axialrichtung 14 betrachtet) ergibt. Mit einer entsprechenden Ausführung des Werkzeugs 31 können also in den ersten und/oder zweiten Seitenwänden 20, 21 der Zähne 18 rückspringende Wandabschnitte ausgebildet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante kann vorgesehen werden, dass zumindest  $90\%$ , insbesondere zumindest  $95\%$ , vorzugsweise zumindest  $99\%$ , jeder der ersten Seitenwände 20 und/oder zumindest  $90\%$ , insbesondere zumindest  $95\%$ , vorzugsweise zumindest  $99\%$ , jeder der zweiten Seitenwände 21 in

dem Winkel 26 von kleiner  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $80^\circ$  und  $89,5^\circ$ , insbesondere zwischen  $85^\circ$  und  $89^\circ$ , zu den Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 verlaufend ausgebildet werden, wie dies auch aus den Fig. 5 und 6 ersichtlich ist. Die ersten und/oder zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 weisen also bevorzugt in diesem Ausmaß einen ebenflächigen Verlauf auf bzw. sind ebenflächig ausgebildet.

Der Wert „zumindest 99 %“ (also nicht zwingend 100 %) ist so zu verstehen, dass nach einer weiteren Ausführungsvariante des Kupplungselementes 10 vorgesehen sein kann, dass Übergangsbereiche 32 zwischen den ersten Seitenwänden 20 und den zweiten Stirnflächen 22 der Zähne 18 und/oder Übergangsbereiche 32 zwischen den zweiten Seitenwänden 21 und den zweiten Stirnflächen 22 der Zähne 18 gerundet oder gefast ausgebildet werden. Die ersten und/oder zweiten Seitenwände 20, 21 können aber auch zu 100 % gegen die Bodenflächen 25 geneigt ausgeführt sein.

Ebenso können Übergangsbereiche 33 zwischen den ersten Seitenwänden 20 der Zähne 18 und den Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 und/oder Übergangsbereiche 33 zwischen den zweiten Seitenwänden 21 der Zähne 18 und den Bodenflächen 25 der Zahnlücken 24 gerundet oder abgeschrägt ausgebildet werden.

Die Rundungen oder Fasen oder Abschrägungen der Übergangsbereiche 32, 33 werden vorzugsweise ebenfalls während des Kalibrierens des Kupplungskörpers 10 erzeugt.

In den Fig. 7 bis 9 ist das voranstehend genannte Werkzeug 31 (zum Teil ausschnittsweise) dargestellt. Die Fig. 7 zeigt dabei einen Ausschnitt aus einer Vorrichtung 34 im Längsschnitt mit einem Unterstempel 35, der in das Werkzeug 31 hineinragend angeordnet ist. Das Werkzeug 31 ist den Unterstempel umgebend angeordnet. Zur besseren Darstellbarkeit des Werkzeugs 31 wurde auf die Darstellung des Oberstempels und der Kalibriermatrize in Fig. 7 verzichtet.

Das Werkzeug 31 weist einen Werkzeugkörper 36 auf, der besser aus Fig. 8 ersichtlich ist. An dem Werkzeugkörper 36 sind Formflächen 37, 38 vorgesehen. Die Formflächen 37, 38 sind im vorderen Endbereich von fingerförmigen Formelementen 39 angeordnet, und dienen der Anlage an die ersten bzw. zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 beim Kalibrieren. Die fingerförmigen Formelemente 39 weisen dazu fingerförmige erste und zweite Anlageelemente 40, 41 auf, die auf einem, insbesondere ringförmigen, Halteelement 42 angeordnet sind, insbesondere starr damit verbunden sind. Jeweils ein Paar aus einem ersten Anlageelement 40 und einem zweiten Anlageelement 41 bildet ein Formelement 39 und ist dafür vorgesehen, in einer der Zahnlücken 24 des Kupplungselements 10 angeordnet zu werden.

Das Werkzeug 31 weist weiter in der Axialrichtung 14 verstellbare, insbesondere fingerförmige, Spreizelemente 43 auf. Pro Paar aus erstem und zweitem Anlageelement 40, 41 ist jeweils ein Spreizelement 43 vorgesehen. Die Spreizelemente 43 sind zwischen den ersten und zweiten Anlageelementen 40, 41 angeordnet. Durch die Verstellbarkeit der Spreizelemente 43 in der Axialrichtung 14 entsprechend dem in Fig. 9 dargestellten Doppelpfeil 44 werden die Anlageelemente 40, 41 beim Einschieben der Spreizelemente 43 entsprechend den Doppelpfeilen 45 in der Umfangsrichtung 19 auseinandergedrückt und zur Anlage an die ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 gebracht. Bei Zurückschieben der Spreizelemente 43 aus dieser Arbeitsstellung in die Ruhestellung kehren auch die Anlageelemente 40, 41 wieder in ihre Ausgangsposition zurück, womit die Entformung des Kupplungselements 10 mit den umgeformten Zähnen 18 erleichtert wird.

Die Umformung der Zähne 18, d.h. das Verdrücken der ersten und/oder zweiten Überhöhungen 28, 29 erfolgt mittels Druckausübung auf diese mit einem Oberstempel und dem Unterstempel 35 in der Arbeitsstellung der Spreizelemente 43 und an den ersten und zweiten Seitenwände 20, 21 der Zähne 18 anliegenden Formflächen 37, 38 der ersten und zweiten Anlageelemente 40, 41. Das Kupplungselement 10 liegt dazu bevorzugt mit den Überhöhungen auf dem Unterstempel 35 auf, sodass der Oberstempel auf die weitere Stirnfläche 16 (siehe Fig. 3)

des Kupplungselements 10 drückt. Es ist aber auch die umgekehrte Anordnung möglich.

Obwohl nicht bevorzugt, besteht auch die Möglichkeit, dass das Einfahren der Spreizelemente 43 zwischen die Anlageelemente 40, 41 nicht ausschließlich in der Axialrichtung 14 erfolgt, sondern alternativ oder zusätzlich dazu in der Radialrichtung 23.

Wenngleich die Spreizelemente 43 alle einzeln aus der Ruheposition in die Arbeitsstellung verbracht werden können, ist nach einer Ausführungsvariante des Werkzeugs 31 bevorzugt, wenn die Spreizelemente auf einem gemeinsamen, entsprechend der Verstellrichtung der Spreizelemente 43 verstellbaren, insbesondere ringförmigen, Halteelement 46 angeordnet sind, insbesondere starr damit verbunden sind, wie dies in Fig. 7 angedeutet ist.

Im Werkzeug 31 sind somit bevorzugt die ersten und zweiten Anlageelemente 40, 41 stillstehend und die Spreizelemente 43 dazu relativ verstellbar angeordnet. Es besteht auch die Möglichkeit der umgekehrten Ausbildung mit stillstehenden Spreizelementen 43 und dazu relativ verstellbaren ersten und zweiten Anlageelementen 40, 41.

Die Spreizelemente 43 können beispielsweise quaderförmig ausgebildet sein. Nach einer Ausführungsvariante des Werkzeugs 31 kann jedoch vorgesehen sein, dass die Spreizelemente 43 zumindest in einem vorderen Abschnitt keilförmig, insbesondere doppelkeilförmig mit zwei schrägen Ebenen, ausgebildet sind, wie dies aus Fig. 9 ersichtlich ist.

Weiter kann vorgesehen sein, dass die ersten Anlageelemente 40 und /oder die zweiten Anlageelemente 41 in einem vorderen Abschnitt in Richtung auf das jeweilige Spreizelement 43 vorragende Vorsprünge 47 aufweisen. Diese Vorsprünge 47 können ebenfalls keilförmig ausgebildet sein, mit in Richtung auf das Halteelement 42 kleiner werdendem Querschnitt, wie dies in Fig. 9 dargestellt ist. Die Vorsprünge 47 können aber auch eine andere Form aufweisen, beispielsweise eine gerundete oder polygonale, etc.

Das Werkzeug 31 kann ein gesondertes Werkzeug oder ein Kalibrierwerkzeug sein. In letzterem Fall kann die Vorrichtung 34 eine Kalibriervorrichtung sein.

Das Kupplungselement 10 dient dem Zu- und Wegschalten von Einheiten, wie beispielsweise einem Allradantrieb oder einem Elektromotor bei einem Hybridantrieb. Das Kupplungselement 10 kann dazu axial verschoben werden, wodurch dieses in ein Gegenelement mit einer entsprechenden Gegenverzahnung eingreifen und so die Zu- und Wegschaltung des jeweiligen Aggregats realisieren kann.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten des Kupplungselements 10 bzw. des Werkzeugs 31, wobei auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Kupplungselements 10 bzw. des Werkzeugs 31 nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt sind.

## Bezugszeichenliste

1	Antriebsstrang	30	Winkel
2	Verbrennungsmotor	31	Werkzeug
3	Elektromotor	32	Übergangsbereich
4	Kupplung	33	Übergangsbereich
5	Leistungselektronikmodul	34	Vorrichtung
6	Akkumulator	35	Unterstempel
7	Kraftstofftank	36	Werkzeugkörperteil
8	E-Achse	37	Formfläche
9	Planetengetriebe	38	Formfläche
10	Kupplungselement	39	Formelement
11	Kupplungselementkörper	40	Anlageelement
12	Mantelfläche	41	Anlageelement
13	Innenverzahnung	42	Halteelement
14	Axialrichtung	43	Spreizelement
15	Stirnfläche	44	Doppelpfeil
16	Stirnfläche	45	Doppelpfeil
17	Verzahnung	46	Halteelement
18	Zahn	47	Vorsprung
19	Umfangsrichtung		
20	Seitenwand		
21	Seitenwand		
22	Stirnfläche		
23	Radialrichtung		
24	Zahnlücke		
25	Bodenfläche		
26	Winkel		
27	Kupplungselementkörper- Grünling		
28	Überhöhung		
29	Überhöhung		

## Patentansprüche

1. Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend die Schritte:
  - Pressen eines, insbesondere metallischen, Pulvers in einer Form zu einem Kupplungselementkörper-Grünling (27) mit einer ersten Stirnfläche (15), wobei auf der ersten Stirnfläche (15) in der Form mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) mit einer ersten und einer zweiten Seitenwand (20, 21) und einer zweiten Stirnfläche (22) zwischen der ersten und der zweiten Seitenwand (20, 21) ausgebildet werden, und wobei zwischen den Zähnen (18) Zahnlücken (24) ausgebildet werden,
  - Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) zum Kupplungselement (10),
  - gegebenenfalls Kalibrieren des Kupplungselements (10) in einem Kalibrierwerkzeug, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) im an die erste Seitenwand (20) anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung (28) und/oder an die zweite Seitenwand (21) anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung (29) hergestellt werden, und dass die ersten und/oder die zweiten Überhöhungen (28, 29) nach dem Sintern in der Axialrichtung (14) verdrückt werden.
  
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Überhöhung (28, 29) beim oder nach dem Kalibrieren des Kupplungselements (10) zur Ausbildung von hinterschnittenen Zahnlücken (24) in der Axialrichtung (14) verdrückt werden.
  
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder die zweiten Überhöhungen (28, 29) keilförmig ausgebildet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung der Hinterschneidungen die ersten und/oder die zweiten Seitenwände (20, 21) in einem Winkel kleiner  $90^\circ$  zu Bodenflächen (25) der Zahnlücken (24) verlaufend ausgebildet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest 90 % jeder der ersten Seitenwände (20) und/oder zumindest 90 % jeder der zweiten Seitenwände (21) in dem Winkel von kleiner  $90^\circ$  zu den Bodenflächen (25) der Zahnlücken (24) verlaufend ausgebildet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Übergangsbereiche (32) zwischen den ersten Seitenwänden (20) und den zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) und/oder Übergangsbereiche (32) zwischen den zweiten Seitenwänden (21) und den zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) gerundet oder gefast ausgebildet werden.

7. Kupplungselement (10) umfassend einen Kupplungselementkörper (11), der eine erste Stirnfläche (15) aufweist, wobei auf der ersten Stirnfläche (15) mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) angeordnet sind, zwischen denen Zahnlücken (24) ausgebildet sind, wobei die Zähne (18) jeweils eine erste Seitenwand (20), eine zweite Seitenwand (21) und eine zwischen der ersten und zweiten Seitenwand (20, 21) angeordnete zweite Stirnfläche (22) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Seitenwände (20) und/oder zweiten Seitenwände (21) in einem Winkel kleiner  $90^\circ$  zu Bodenflächen (25) der Zahnlücken (24) verlaufend umgeformt sind.

8. Werkzeug (31) mit einem mehrteiligen, Formflächen (37, 38) aufweisenden Werkzeugkörper zur Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend einen Kupplungselementkörper (11), der eine erste Stirnfläche (15) aufweist, wobei auf der ersten Stirnfläche (15) mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) angeordnet sind, zwischen denen Zahnlücken (24) ausgebildet sind, wobei die Zähne (18) jeweils eine erste Seitenwand

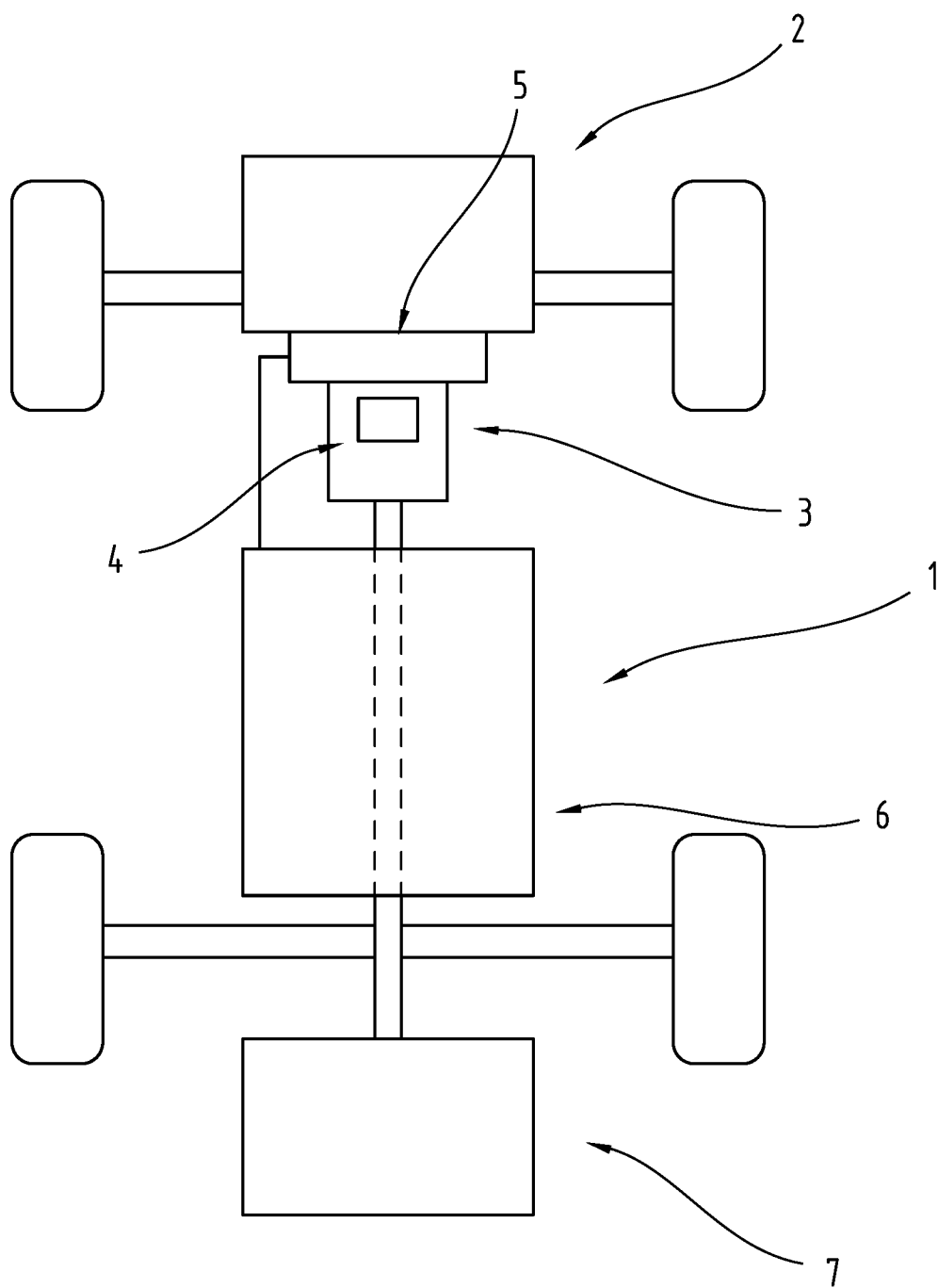
(20), eine zweite Seitenwand (21) und eine zwischen der ersten und zweiten Seitenwand angeordnete zweite Stirnfläche (22) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Werkzeugkörper in den Zahnlücken (24) des Kupplungselementes (10) anordenbare fingerförmige Formelemente (39) angeordnet sind, wobei die Formelemente (39) jeweils ein erstes Anlageelement (40) zur Anlage an die ersten Seitenwände (10) der Zähne (18) des Kupplungselements (10), ein zweites Anlageelement (41) zur Anlage an die zweiten Seitenwände (21) der Zähne (18) des Kupplungselements (10) und ein in der Axialrichtung (14) verstellbares Spreizelement (43), das zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement (40, 41) angeordnet ist, aufweist.

9. Werkzeug (31) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizelemente (43) zumindest in einem vorderen Abschnitt keilförmig ausgebildet sind.

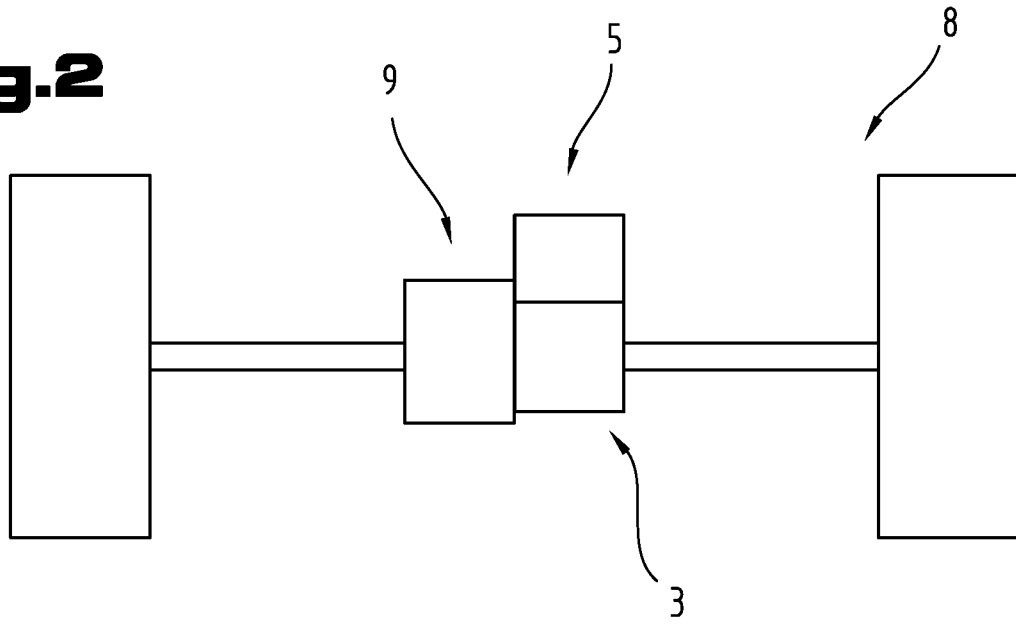
10. Werkzeug (31) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Anlageelemente (40) und /oder die zweiten Anlageelemente (41) in einem vorderen Abschnitt in Richtung auf das jeweilige Spreizelement (43) vorragende Vorsprünge (47) aufweisen.

11. Werkzeug (31) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizelemente (43) auf einem gemeinsamen Halteelement (46) angeordnet sind.

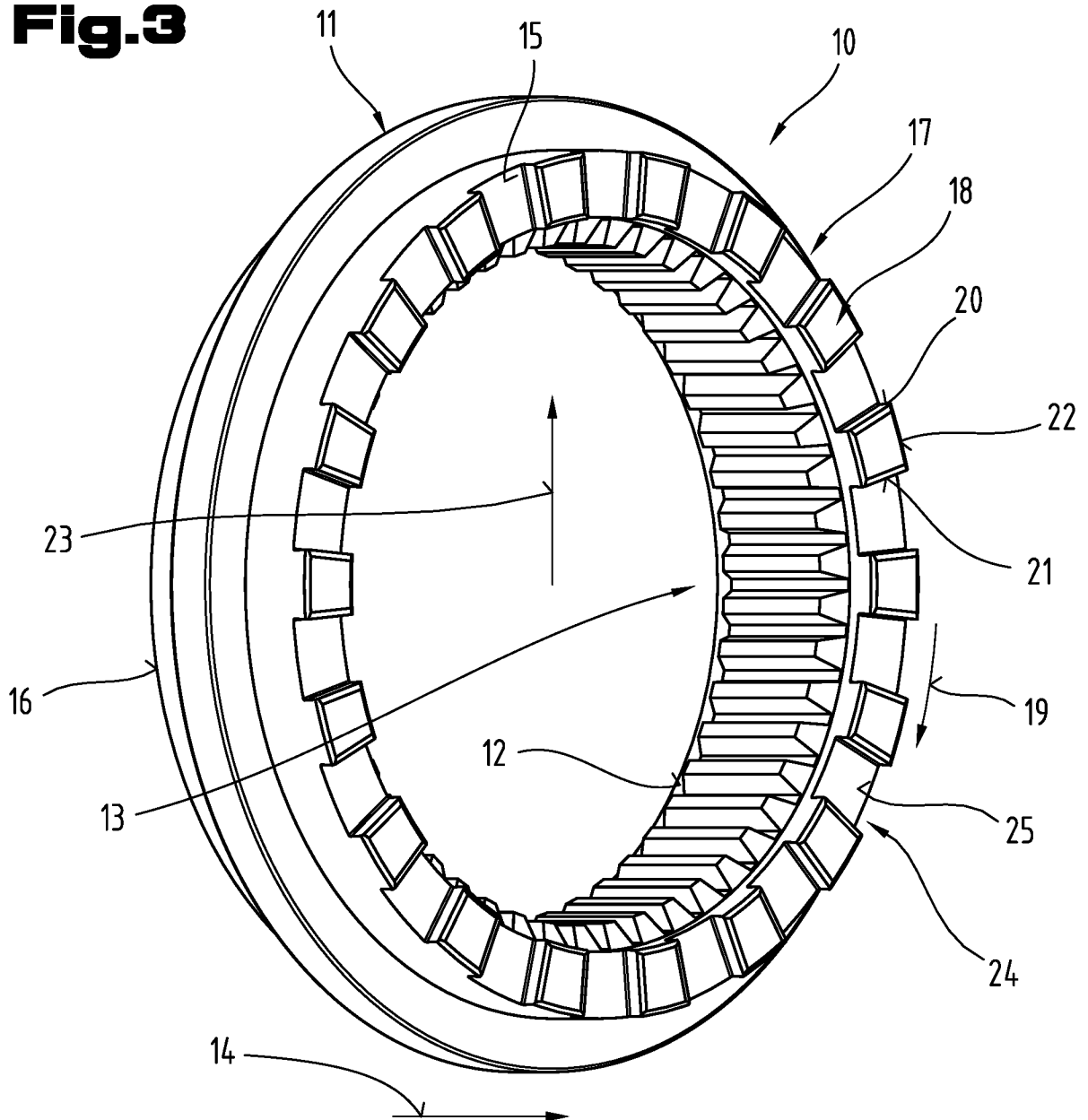
**Fig.1**



**Fig.2**

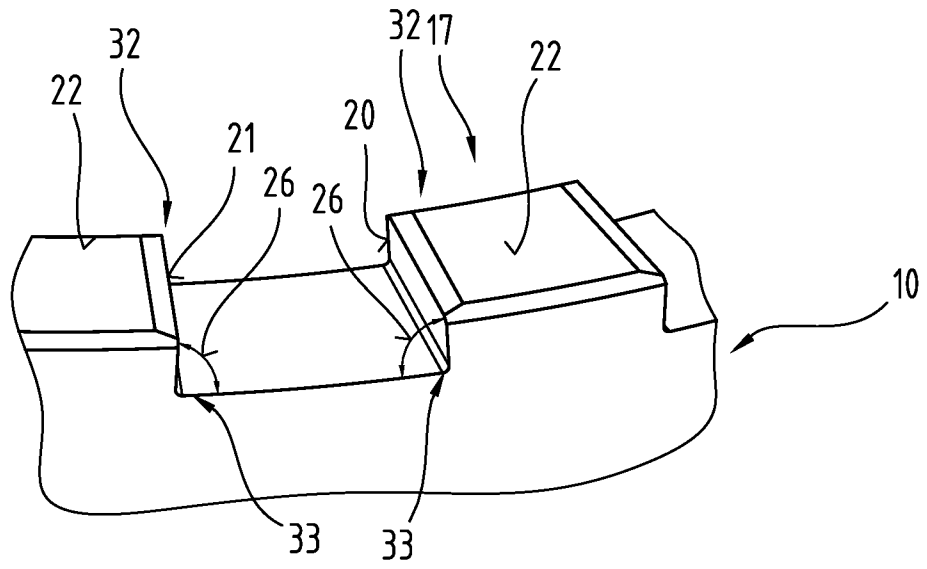


**Fig.3**

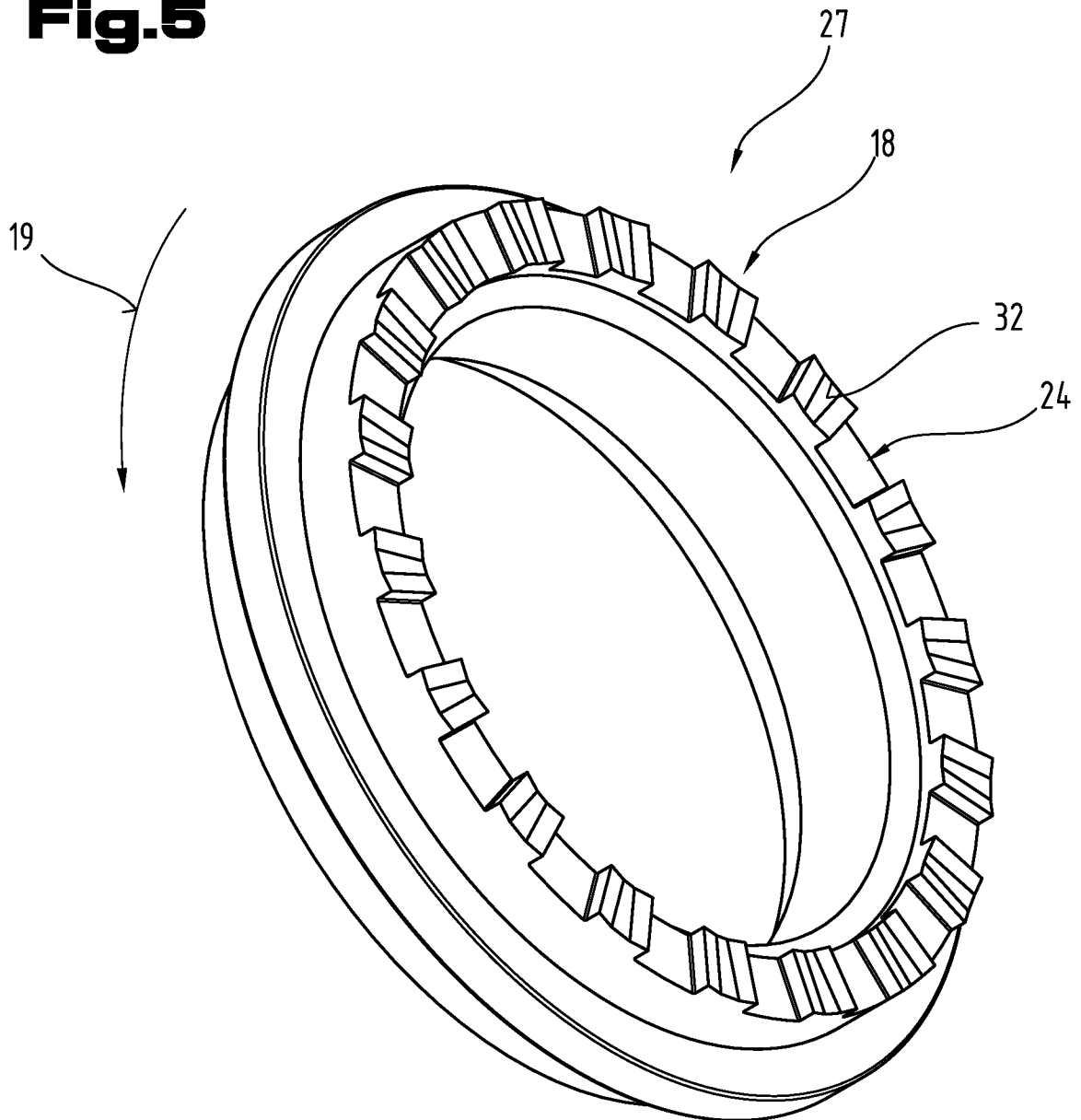


Miba Sinter Austria GmbH

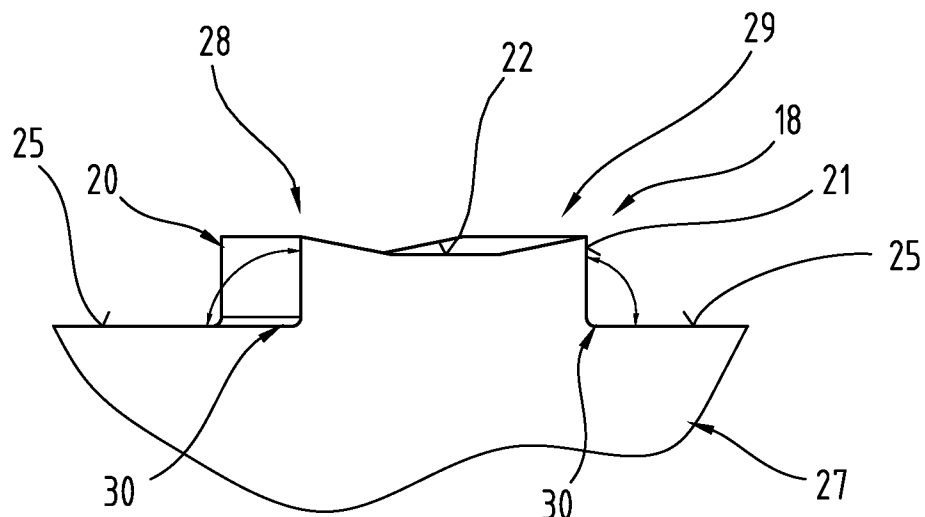
**Fig.4**



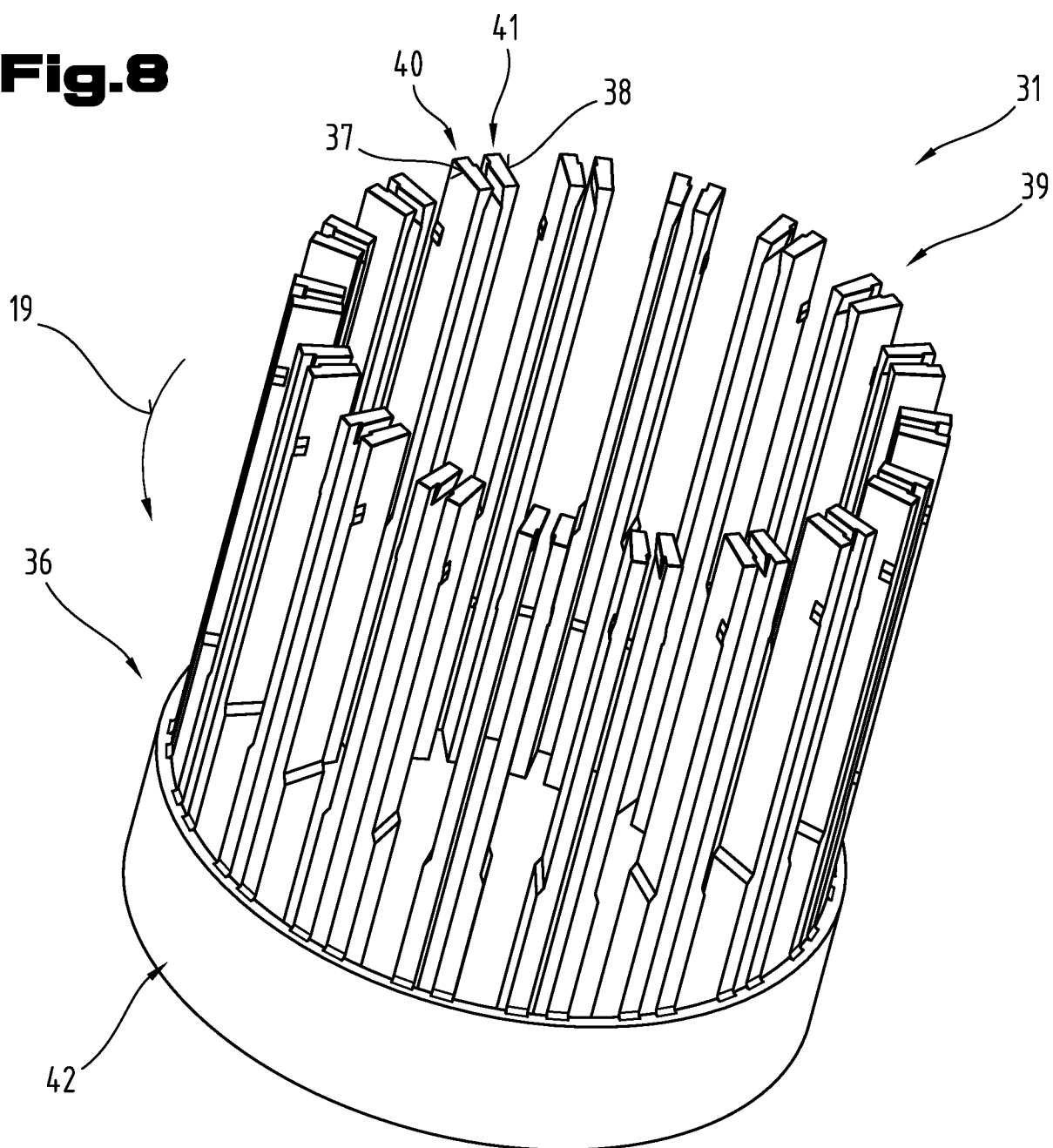
**Fig.5**



**Fig.6**

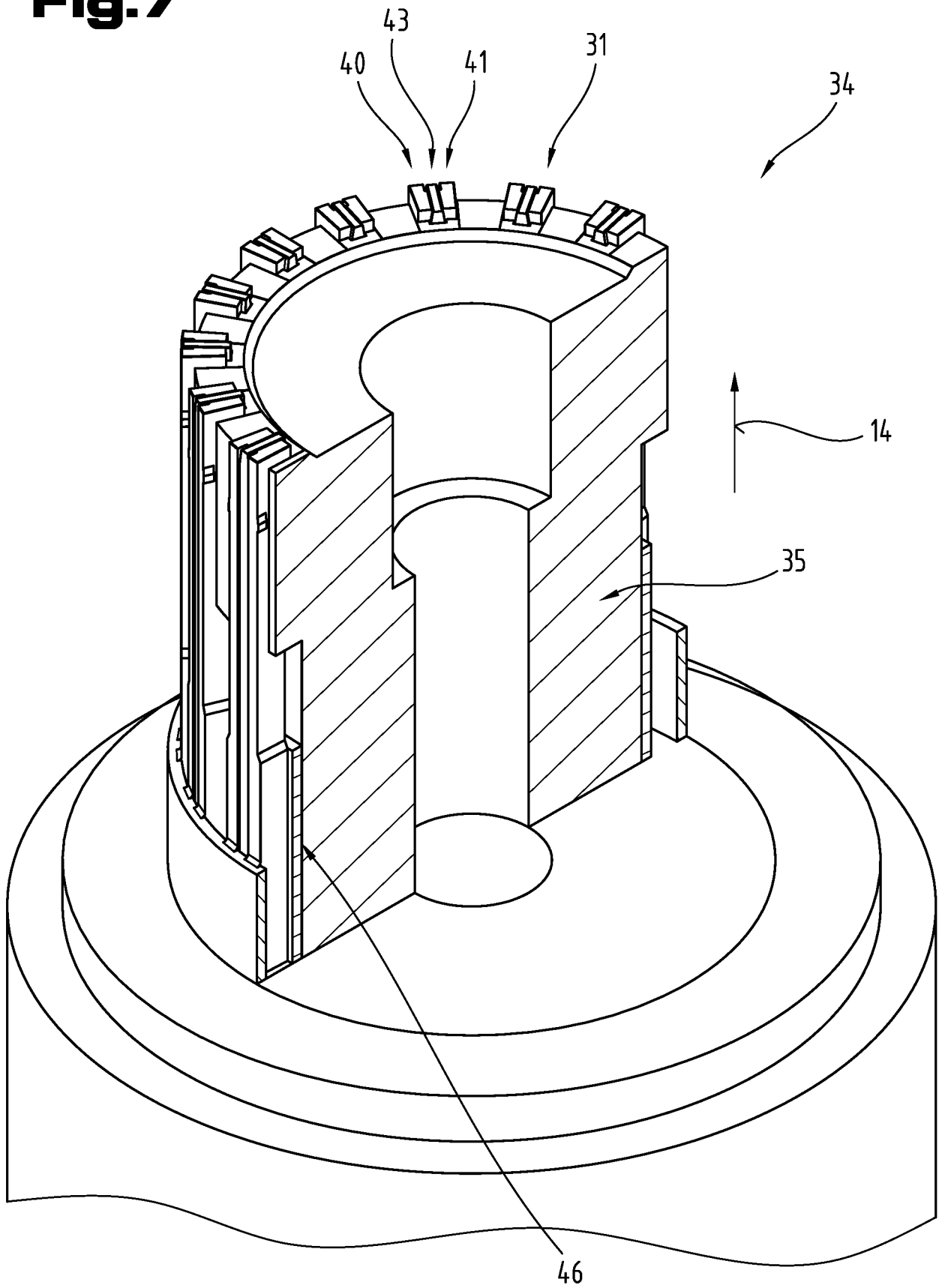


**Fig.8**

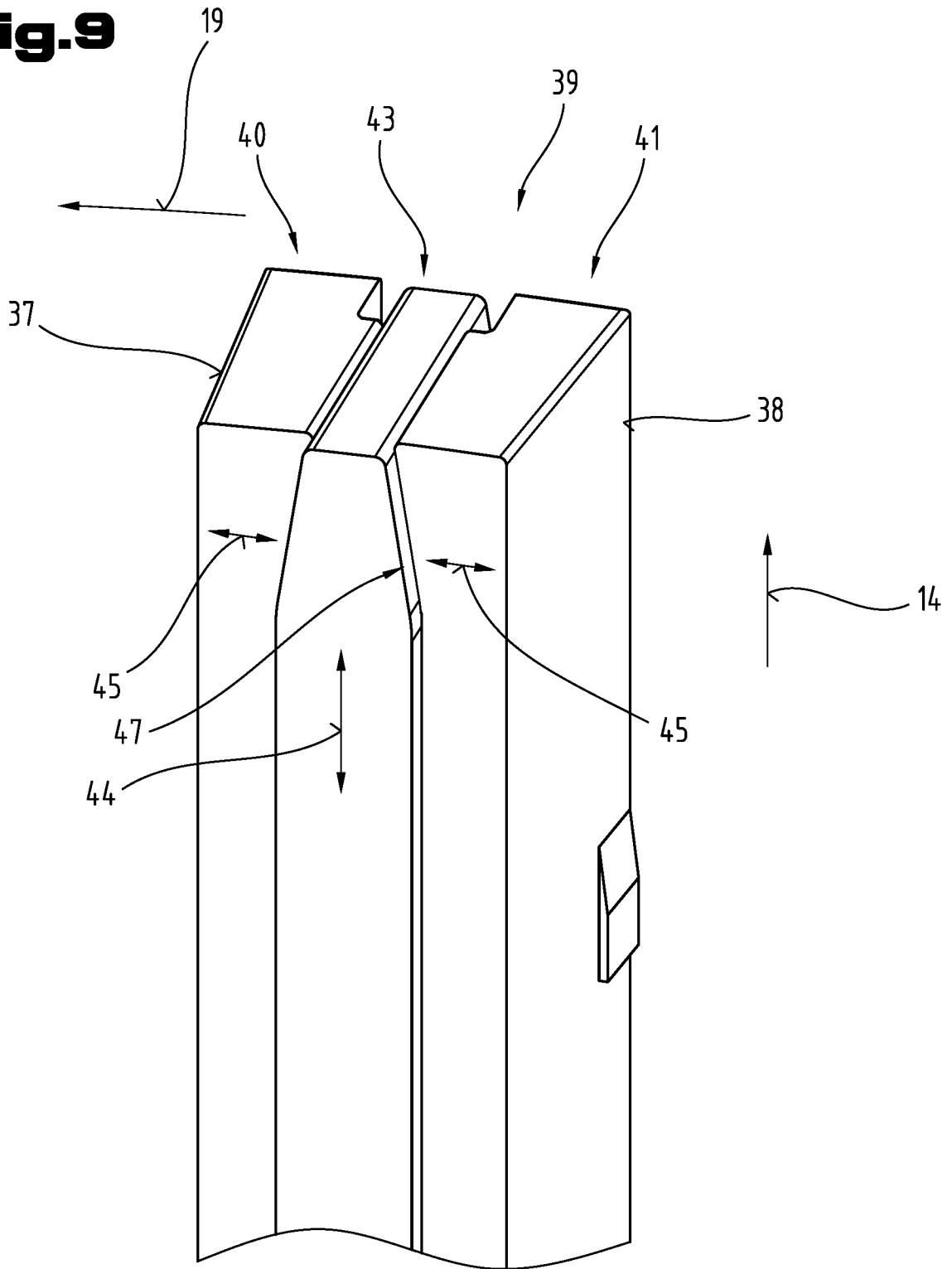


Miba Sinter Austria GmbH

**Fig.7**



**Fig.9**



## Patentansprüche

1. Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend die Schritte:
  - Pressen eines, insbesondere metallischen, Pulvers in einer Form zu einem Kupplungselementkörper-Grünling (27) mit einer ersten Stirnfläche (15), wobei auf der ersten Stirnfläche (15) in der Form mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) mit einer ersten und einer zweiten Seitenwand (20, 21) und einer zweiten Stirnfläche (22) zwischen der ersten und der zweiten Seitenwand (20, 21) ausgebildet werden, und wobei zwischen den Zähnen (18) Zahnlücken (24) ausgebildet werden,
  - Sintern des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) zum Kupplungselement (10),
  - gegebenenfalls Kalibrieren des Kupplungselements (10) in einem Kalibrierwerkzeug, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) des Kupplungselementkörper-Grünlings (27) im an die erste Seitenwand (20) anschließenden Abschnitt mit einer ersten Überhöhung (28) und/oder an die zweite Seitenwand (21) anschließenden Abschnitt mit einer zweiten Überhöhung (29) hergestellt werden, und dass die ersten und/oder die zweiten Überhöhungen (28, 29) nach dem Sintern in der Axialrichtung (14) verdrückt werden.
  
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Überhöhung (28, 29) beim oder nach dem Kalibrieren des Kupplungselements (10) zur Ausbildung von hinterschnittenen Zahnlücken (24) in der Axialrichtung (14) verdrückt werden.
  
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder die zweiten Überhöhungen (28, 29) keilförmig ausgebildet werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung der Hinterschneidungen die ersten und/oder die zweiten Seitenwände (20, 21) in einem Winkel kleiner  $90^\circ$  zu Bodenflächen (25) der Zahnlücken (24) verlaufend ausgebildet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest 90 % jeder der ersten Seitenwände (20) und/oder zumindest 90 % jeder der zweiten Seitenwände (21) in dem Winkel von kleiner  $90^\circ$  zu den Bodenflächen (25) der Zahnlücken (24) verlaufend ausgebildet werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Übergangsbereiche (32) zwischen den ersten Seitenwänden (20) und den zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) und/oder Übergangsbereiche (32) zwischen den zweiten Seitenwänden (21) und den zweiten Stirnflächen (22) der Zähne (18) gerundet oder gefast ausgebildet werden.
7. Werkzeug (31) mit einem mehrteiligen, Formflächen (37, 38) aufweisenden Werkzeugkörper zur Herstellung eines Kupplungselements (10) umfassend einen Kupplungselementkörper (11), der eine erste Stirnfläche (15) aufweist, wobei auf der ersten Stirnfläche (15) mehrere, in der Axialrichtung (14) über die erste Stirnfläche (15) vorragende Zähne (18) angeordnet sind, zwischen denen Zahnlücken (24) ausgebildet sind, wobei die Zähne (18) jeweils eine erste Seitenwand (20), eine zweite Seitenwand (21) und eine zwischen der ersten und zweiten Seitenwand angeordnete zweite Stirnfläche (22) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Werkzeugkörper in den Zahnlücken (24) des Kupplungselementes (10) anordenbare fingerförmige Formelemente (39) angeordnet sind, wobei die Formelemente (39) jeweils ein erstes Anlageelement (40) zur Anlage an die ersten Seitenwände (10) der Zähne (18) des Kupplungselements (10), ein zweites Anlageelement (41) zur Anlage an die zweiten Seitenwände (21) der Zähne (18) des Kupplungselements (10) und ein in der Axialrichtung (14) verstellbares Spreizelement (43), das zwischen dem ersten und dem zweiten Anlageelement (40, 41) angeordnet ist, aufweist.

8. Werkzeug (31) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizelemente (43) zumindest in einem vorderen Abschnitt keilförmig ausgebildet sind.
9. Werkzeug (31) nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Anlageelemente (40) und /oder die zweiten Anlageelemente (41) in einem vorderen Abschnitt in Richtung auf das jeweilige Spreizelement (43) vorragende Vorsprünge (47) aufweisen.
10. Werkzeug (31) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Spreizelemente (43) auf einem gemeinsamen Halteelement (46) angeordnet sind.