



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 09 039 B4** 2007.08.16

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 09 039.0**
(22) Anmeldetag: **04.03.1998**
(43) Offenlegungstag: **09.09.1999**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **16.08.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B21K 1/30** (2006.01)
B21J 5/12 (2006.01)
B22F 5/08 (2006.01)
F16D 23/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

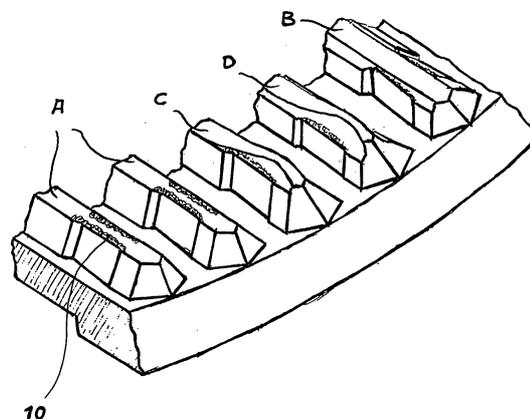
(73) Patentinhaber:
PMG Füssen GmbH, 87629 Füssen, DE

(72) Erfinder:
Stein, Franz, 87629 Füssen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 38 39 800 C2
DE 33 25 037 C1
DE 22 12 512 C
DE 20 40 413 C
DE 20 04 455 C3
DE 196 04 386 A1
DE 44 18 632 A1
DE 39 08 989 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung für Kfz-Schaltgetriebe, mit den Fertigungsabschnitten Bauteilvorformen und anschließendes Anbringen von als Auszugssperre dienenden Hinterschneidungen an einzelnen Zahnflanken der Innenverzahnung mittels plastischer Umformung räumlicher Verdrängung des metallischen Werkstoffes durch Hinterrollen und/oder Drücken, dadurch gekennzeichnet, dass an der einzelnen zu hinterschneidenden Zahnflanke sowohl Teilflächen mit, als auch an erstere angrenzende Teilflächen ohne Auszugssperrfunktion vorgeformt werden und dass beim Hinterschneiden plastifizierter Werkstoff aus den Bereichen der Teilflächen mit Sperrfunktion heraus- und in als Ausnehmung oder Flächenrücknahme ausgebildete Teilflächen ohne Sperrfunktion hineingedrückt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schalt- bzw. Schiebemuffe mit Innenverzahnung für Kfz-Schaltgetriebe. Das Verfahren ist unterteilt in ein Bauteilvorformen und ein anschließendes Hinterschneiden einzelner Zahnflanken, wobei die Hinterschneidungen als axiale Auszugssperre für paarweise im Eingriff stehende Zahnräder dienen und mittels plastischer Umformung mit räumlicher Werkstoff-Verdrängung durch Hinterrollen und/oder Drücken angebracht werden. Ein gattungsgemäßes Verfahren ist in DE 196 04 386 A1 beschrieben.

[0002] Schiebemuffen werden überwiegend aus einem gedrehten, geschmiedeten oder gewalzten Stahlrohling mittels maschineller Zerspanungsverfahren hergestellt. Die Fertigstellung der Innenverzahnung erfolgt ebenfalls durch spanabhebende Bearbeitung, in der Regel durch Räumen der Vorform. Die Innenverzahnung von Schiebemuffen entspricht in der Regel einer verkürzten Evolventen-Verzahnung mit regelmäßiger Geometrie und gleicher Zahnbreite. Letztere Ausgestaltung gilt auch für Ausführungen, bei denen einzelne Zähne, so genannte Führungszähne, einen erhöhten Zahnkopf, das heißt größere radiale Zahnhöhe aufweisen.

[0003] Alternativ zur zerspanenden Fertigbearbeitung werden Zahnflanken durch plastische Umformung, z.B. durch Hinterrollen, hinterschnitten. Unter Hinterschneiden bei Schiebemuffen-Innenverzahnung ist konkret das Anbringen von Ausnehmungen bzw. Haltetaschen zu verstehen, wobei die Hinterschneidungen wahlweise als Taschen mit parallel zur Zahnflanke gleichbleibender "Tiefe" ausgebildet sind, meist jedoch in Form sich zum Bauteilinneren hin verjüngender Zahnflankenabschnitte. Diese Funktionsflächen dienen der Vermeidung von "Gangspringern", d.h. zur Schaffung einer axialen Auszugssperre für paarweise im Eingriff stehende Zahnkränze von Schiebemuffe und Gangrad-Kupplungskörper.

[0004] Mit wachsenden Prozentanteilen an der Gesamtfertigung werden heute Schiebemuffen auch auf pulvermetallurgischem Wege durch Pressen und Sintern metallischer Pulver hergestellt. Hinterschneidungen lassen sich jedoch presstechnisch in Innenverzahnungen von Schiebemuffen nicht zufrieden stellend realisieren, so dass auch in diesen Fällen eine Hinterschneidung entsprechender Zahnflanken entweder mittels Zerspanung oder mittels plastischen Umformens, d.h. mittels Hinterrollen oder Drücken erzeugt wird.

[0005] Das Ausformen von Hinterschneidungen in Zahnflanken bei Innenverzahnungen mittels Zerspanung erfordert aufwendige Spezialmaschinen und ist ein sehr kostenintensives Fertigungsverfahren. Hin-

terschnittene Flanken von Innenverzahnungen lassen sich zwar durch Hinterrollen preisgünstiger herstellen, doch dieses Verfahren erfordert bis heute in der Regel eine mechanische Nachbearbeitung, d.h. ein Entgraten des Randbereiches von hinterschnittenen Flächen.

[0006] Beim Hinterschneiden kommt es zu einer plastischen Umformung des Werkstoffes mit zumindest teilweise Verdrängen überschüssigen Werkstoffes aus dem durch die Hinterschneidung freigelegten Raum. Das Material wird an den Rand der Hinterschneidungsfläche, vornehmlich Richtung Zahnkopf verdrängt, bildet dort einen Werkstoff-Aufwurf und dieser muss in einer die Fertigung wesentlich vertuernden Nachbearbeitung mechanisch abgetragen werden, um eine störungsfreie Funktion der Schiebemuffe zu gewährleisten.

[0007] Ein zum Hinterrollen alternatives Verfahren zur Anbringung bzw. Ausbildung von Hinterschneidungen an Innenverzahnungen von Schiebemuffen ist das Anstauchen der Zähne von der axialen Stirnseite aus und das Ausbilden eines Wulstes auf der Zahnflanke, wie dies in der DE 196 04 386 A1 beschrieben ist. Nachteile dieses Verfahrens betreffen die Ausbildung des Materialwulstes selbst. Ein dem Zweck angemessen gut ausgeprägter Wulst verursacht vielfach Risse im verformten Werkstoff, sowie eine nicht hinnehmbare Reduzierung der mechanischen Werkstoff-Festigkeit im Wulstbereich.

[0008] Der entscheidende Nachteil jenes Verfahrens liegt aber darin, dass der Rücken/die Rückenfläche des gestauchten Wulstes verfahrensbedingt maßlich ungenau ausgeformt ist und eben diese Fläche die für den Zweck der Auszugssperre und somit für die Funktionssicherheit maßgebende Fläche darstellt. Die Funktionstüchtigkeit derartig geformter Flächen ist aber stark eingeschränkt.

[0009] Aus der DE 39 08 989 C1 ist seit längerem für pulvermetallurgisch gefertigte Kupplungskörper in Kfz-Schaltgetrieben das spanlose Ausformen von Hinterschneidungen in Zahnflanken mittels speziell ausgestalteter Kalibrierwerkzeuge bekannt. Je mehr die Restporosität im Sinterwerkstoff abnimmt, desto weniger lässt sich der mechanisch verformte Werkstoff selbst noch weiter verdichten. Er muss daher räumlich umverteilt werden. Der praktischen Umsetzung dieses Prozesses sind jedoch auf das Volumen des zu verdrängenden Werkstoffes bezogene enge Grenzen gesetzt.

[0010] Die Aufgabe des Verfahrens nach vorliegender Erfindung besteht demzufolge darin, beim Hinterrollen von Zahnflanken in Schiebemuffen mit Innenverzahnung die Nachbehandlung, d.h. das Entgraten bzw. das Entfernen des sich bisher durch plastische Umformung vornehmlich an den Zahnspitzen erge-

benden Werkstoff-Aufwurfes überflüssig zu machen und damit die Ausformung von Hinterschneidungen mittels Hinterrollen bzw. Drücken kostengünstiger zu gestalten. Daneben und ergänzend soll die bisher gegebene Gefahr von Rissbildung im Werkstoff, verbunden mit einem eventuell unkontrollierten Ablösen von Werkstoffpartikeln verhindert werden. Das gilt vor allem in den Fällen, in denen Zähne unterschiedlicher radialer Höhe bzw. unterschiedlicher Flankenflächen auf gleiche "Tiefe" der Hinterschneidung umgeformt werden müssen.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 angegeben.

[0012] Die erfinderische Lösung geht von der praktischen Erfahrung aus, dass das Anbringen von Hinterschneidungen mittels plastischer Umformung und lokaler Werkstoffverdrängung in nur eingeschränktem Umfang möglich ist. Das gilt bei besonders harten Werkstoffen, wie hochfesten Stählen, die üblicherweise zur Herstellung von Schiebemuffen verwendet werden.

[0013] Pulvermetallurgisch gefertigte Schiebemuffen besitzen zwar im Unterschied zu solchen aus erschmolzenen Werkstoffen ein restliches Porenvolumen, das beim Hinterrollen mit Werkstoff gefüllt und verschlossen werden kann. Doch sind dieser Möglichkeit Grenzen gesetzt, so dass in der Praxis auch für sintermetallurgisch gefertigte Schiebemuffen eine Werkstoffverdrängung aus dem Hinterschneidungsbereich heraus unverzichtbar ist.

[0014] Für die Durchführung des erfinderischen Verfahrens sind folgende, durch den Stand der Technik nicht vorgegebene oder nahe liegende Überlegungen und Maßnahmen erfolgsbestimmend.

[0015] Es wurde bisher gar nicht in Frage gestellt, eine an der Zahnflanke anzubringende Hinterschneidung über die gesamte Zahnflankenbreite anzulegen. Es hat sich gezeigt, dass tatsächlich auch verkleinerte Hinterschneidungsflächen diese Aufgabe ohne Funktionsstörungen übernehmen können. Entsprechend lassen sich Teilflächen einzelner Zahnflanken von dieser funktionalen Ausgestaltung ausnehmen und als Nicht-Funktionalflächen derart mit Ausnehmungen bzw. als Flächenrückversetzungen vorformen, dass der beim plastischen Umformen verdrängte Werkstoffe in für die Auszugssperrfunktion des Gesamtbauteiles unschädlicher Weise in diese Teilflächen hingedrückt werden kann.

[0016] Damit werden, bezogen auf die gesamte Flankenfläche, die tatsächlich zu hinterrollenden Teilflächen verkleinert. Das bedeutet weniger und auf kürzere Distanz zu verdrängender Werkstoff, damit

weniger Fertigungsaufwand und schließlich auch eine geringere Gefahr von Werkstoff-Rissen in den Umformungsbereichen.

[0017] Darüber hinaus bietet das erfinderische Verfahren den Vorteil einer größeren geometrischen Gestaltungsvielfalt der Hinterschneidungsflächen, insbesondere die Ausgestaltung tieferer, das heißt den einzelnen Zahn stärker verjüngender "Taschen" und damit eine erhöhte Funktionssicherheit der Auszugssperre. Dieser Gesichtspunkt ist im vorliegenden Fall der Schiebemuffen von besonderer praktischer Bedeutung, weil diese aus hochfesten, durch plastisches Umformen nur wenig gestaltbaren Stählen gefertigt werden.

[0018] Unter Teilflächen ohne spätere Auszugssperrfunktion sind alle jene Ausgestaltungsvarianten zu verstehen, die sicherstellen, dass der beim plastischen Verformen in diese hineingedrängte Werkstoff für die Schiebemuffen-Funktion, das heißt für das störungsfreie Ineinandergreifen der Zahnkränze zweier Bauteile und die axiale Auszugssperre für paarweise im Eingriff stehende Zahnkränze solcher Bauteile, unschädlich ist.

[0019] Die Teilflächen ohne spätere Auszugssperrfunktion können als gekrümmte oder ebene, einbereichige oder unterteilte Flächen ausgestaltet sein. Sie werden vorzugsweise als in Richtung Schiebemuffenachse längsgestreckte Flächen ausgeführt sein, um kurze Verschiebewege des beim plastischen Umformen zu verdrängenden Werkstoffes zu gewährleisten. Die einzelnen Teilflächen können scharfkantig oder auch mit fließendem Übergang aneinandergrenzen.

[0020] Dem erfindungsgemäßen Verfahren kommt bei der Fertigung pulvermetallurgisch gefertigter Schiebemuffen mit Innenverzahnung und Zähnen unterschiedlicher radialer Zahnhöhe bzw. bei Innenverzahnung unter Ausgestaltung einzelner Zähne mit erhöhtem Zahnkopf besondere Bedeutung zu.

[0021] Wurde bisher in diesen Fällen das Hinterschneiden durch plastische Umformung durchgeführt, so war eine Gefügeschädigung im Bereich der erhöhten Zahnköpfe kaum vermeidbar und das nachträgliche, mechanische Entfernen des Werkstoff-Aufwurfes praktisch unverzichtbar.

[0022] Die sachliche Begründung hierfür liegt in dem notwendigerweise regelmäßigen Aufbau eines Rollwerkzeuges und in der bis heute konstruktiv unterschiedlichen Ausgestaltung der Zahnflanken von Zähnen unterschiedlicher Bauhöhe. Die Folge sind stark unterschiedliche Werkstoffverdrängungen an hohen und niedrigen Zähnen, konkret, eine deutlich verstärkte Umformung und erhöhte Materialverdrängung an den Zahnköpfen der radial höheren Zähne.

[0023] Abweichend von den zuvor beschriebenen Ausführungen sind auch Ausgestaltungen von Schiebemuffen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, insbesondere solche für Ringfedersynchronisierungen denkbar, bei denen das Anbringen der Hinterschneidungen auf einzelne Zähne mit gegenüber der Mehrzahl der Zähne überhöhtem radialen Zahnkopf beschränkt ist.

[0024] Nach einer bevorzugten Ausführung wird zumindest eine gegen den Bereich mit Auszugssperrfunktion abgegrenzte Teilfläche der Zahnflanke als eine Art Ausnehmung in der Zahnflankenfläche ausgebildet, wobei die Vorform geometrisch so dimensioniert auszuführen ist, dass der Charakter einer Ausnehmung auch nach dem Hinterschneidungsprozess gegenüber der Fläche mit Auszugssperrfunktion gegeben ist.

[0025] Von der Erfindung mit umfasst sind auch solche Ausführungen, bei denen der nicht als Auszugssperre dienende Flankenbereich zum Zweck der Verkleinerung der dann tatsächlich hinterschnittenen Bereiche der Zahnflanke gegen diese zurückversetzt ausgeführt werden.

[0026] Diese Ausführung kommt insbesondere bei Schiebemuffen mit Zähnen unterschiedlicher Flankenhöhe im Innenzahnkranz zum Tragen, um einen einheitlichen Hinterschneidungsprozess mit gleichem Ergebnis für alle Zähne zu gewährleisten.

[0027] Das erfinderische Verfahren wird anhand der nachfolgenden [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) näher beschrieben.

[0028] [Fig. 1](#) zeigt in einer Schrägansicht einen Ringabschnitt einer Schiebemuffe, in welchem in Prinzipdarstellung einzelne Zähne einer Innenverzahnung, einmal nach dem Stand der Technik (A), zum anderen entsprechend der erfindungsgemäßen Ausführung von [Fig. 2](#) als Ausführung (B), von [Fig. 3](#) als Ausführung (C) und von [Fig. 4](#) als Ausführung (D) dargestellt sind.

[0029] [Fig. 2](#) zeigt in einem Radialschnitt eine bevorzugte Ausgestaltung der Flanken eines einzelnen Zahnes im Innenzahnkranz einer Schiebemuffe in Anwendung des erfinderischen Verfahrens.

[0030] [Fig. 3](#) zeigt in einem Radialschnitt eine erfindungsgemäße Ausgestaltung der Zahnflanken bei Innenverzahnungen mit Zähnen unterschiedlicher radialen Bauhöhe.

[0031] [Fig. 4](#) zeigt eine gegenüber [Fig. 2](#) abgewandelte Ausführung, ebenfalls mit Zähnen verschiedener radialer Höhe.

[0032] Die Prinzipdarstellung von Zahnausformungen entsprechend dem Stand der Technik und ent-

sprechend einzelner Beispiele des erfinderischen Verfahrens gemäß [Fig. 1](#) macht die unterschiedliche Platzierung des beim plastischen Verformen anfallenden Werkstoff-Aufwurfes -10- auf den unterschiedlich gestalteten Zahnflanken sichtbar. Die Platzierung des Werkstoff-Aufwurfes erfolgt

- gemäß Stand der Technik (Variante A) auf der als verkürzter Zahnkopf ausgeformten Fläche, welche beim Ineinandergreifen der Zahnkränze zweier Bauteile als Kontakt- und Gleitfläche dient und daher frei von Unebenheiten und Rauigkeiten zu sein hat
- gemäß Erfindung (Varianten B, C, D) auf den als Ausnehmungen bzw. Flächenrücknahmen ausgestalteten Flächen, die keine Funktions- oder Kontaktflächen sind.

[0033] Die Ausführungsvariante B zeigt einen Zahn niedriger Höhe, die Ausführungsvariante D einen Zahn großer radialer Zahnhöhe. Ungeachtet der unterschiedlichen Gesamtzahnhöhe sind die Zahnflanken-Teilflächen mit späterer Auszugssperrfunktion bei beiden Zähnen in Radialrichtung gleich hoch, da die solcherart nicht funktionalen Teilflächen unterschiedlich ausgeführt sind. Damit ist gewährleistet, dass beim plastischen Umformen an allen Zahnflanken gleiche Werkstoff-Volumina aus dem Hinterschneidungsbereich verdrängt werden.

[0034] [Fig. 2](#) zeigt eine bevorzugte Ausgestaltung der Zahnform von Schiebemuffen-Innenverzahnungen. Das ist ein verkürzter bzw. abgeflachter Zahnkopf und zwei schräg gestellte, seitliche Zahnflanken. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren werden beim Vorformen alle Teilflächen als achsparallele Teilflächen entsprechend der ausgezogenen Begrenzungslinie -2- ausgebildet. Durch das anschließende Hinterschneiden mittels plastischer Umformung wird in dem dafür vorbestimmten Flankenbereich der Werkstoff bis zur gestrichelt dargestellten Linie -2a- aus der entsprechenden Teilfläche herausgedrängt und gleichzeitig als Aufwurf -4- in die als Ausnehmung ausgebildete Teilfläche -3- hineingedrückt. Die Größe der durch die Teilfläche -3- geschaffenen Ausnehmung ist so bemessen, dass der verdrückte Werkstoffwulst -4- die unterschiedlichen Funktionen der Schiebemuffe nicht beeinträchtigt und daher mechanisch nicht nachbearbeitet werden muss.

[0035] Die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) sind zwei bevorzugte Ausführungsformen von Schiebemuffen-Innenverzahnungen mit Zähnen unterschiedlicher radialer Zahnhöhen. Die Zahnflanken der vergleichsweise höheren Zähne werden beim Vorformen geometrisch so gegen die übrige Zahnflankenfläche abgesetzt bzw. gegen diese zurückgenommen, dass beim anschließenden Hinterschneiden der Zahnflanken etwa gleiche geometrische Umformungsverhältnisse und ein vergleichbares Volumen an zu verdrängenden Werkstoff bei den kurzen und bei den langen

Zähnen gegeben ist. Bei der Darstellung ist zur Wahrung der Übersichtlichkeit darauf verzichtet worden, solche nicht als Auszugssperre dienende Teilflächen darzustellen, in welche der aus dem Hinterschneidungsbereich verdrängte Werkstoff hineingedrückt wird. Die Ausformung einer geometrisch als Ausnahme erkennbaren Teilfläche ist bei den Zähnen mit größerer radialer Höhe vorteilhaft, aber wegen der zurückversetzten Teilflächen im Bereich des Zahnkopfes nicht zwingend erforderlich. Bei den dargestellten kurzen Zähnen ist das Ausgestalten von Ausnehmungen oder zurückgenommenen Teilflächen ohne Sperrfunktion unverzichtbar und kann beispielsweise analog [Fig. 2](#) erfolgen.

[0036] Die Ausgestaltung des erfinderischen Verfahrens ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So können beispielsweise anstelle der dort gezeigten, sich zum Ringinneren hin verjüngenden hinterschnittenen Zahnflanken als alternative Ausführung "Hinterschneidungstaschen" konstanter Tiefe ausgeformt werden, wie dies beispielsweise in [Fig. 1](#) in einem der beiden Ausführungsbeispiele zum Stand der Technik gezeigt ist.

Patentansprüche

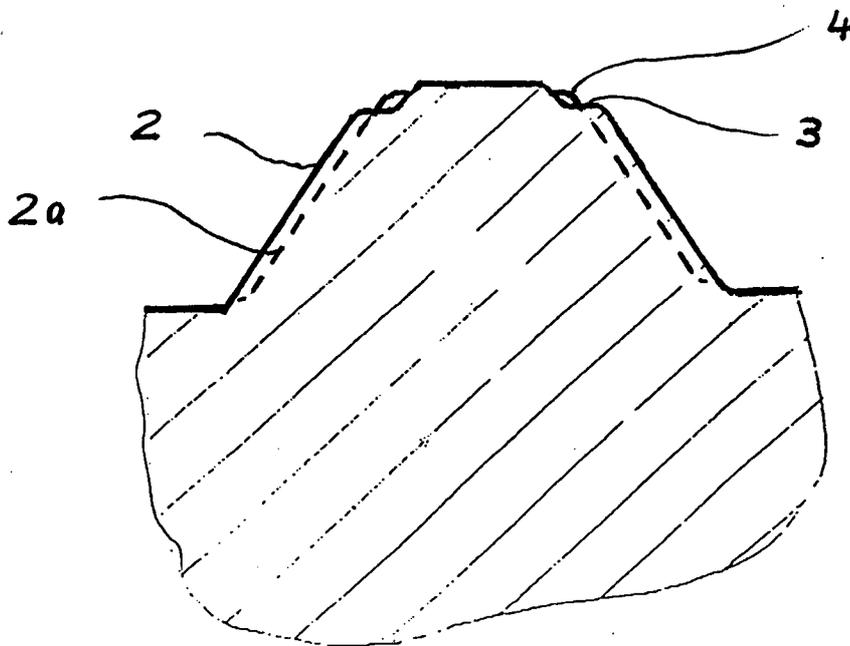
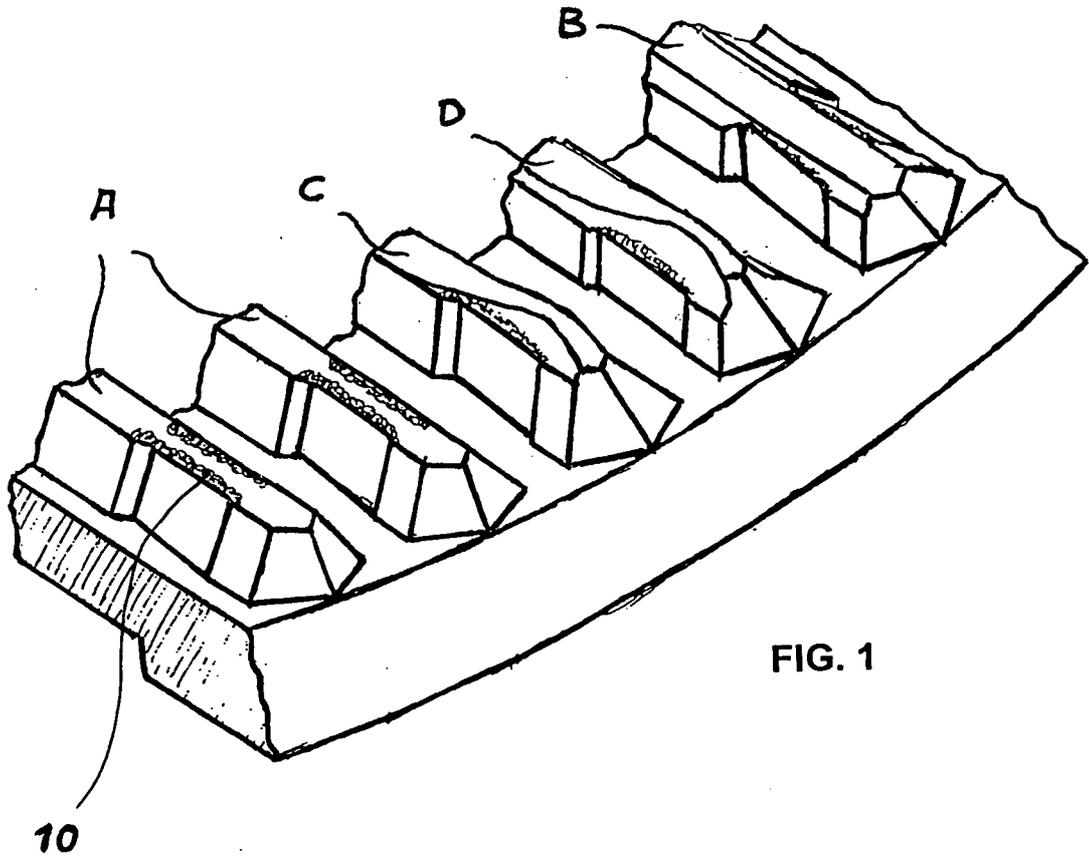
1. Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung für Kfz-Schaltgetriebe, mit den Fertigungsabschnitten Bauteilvorformen und anschließendes Anbringen von als Auszugssperre dienenden Hinterschneidungen an einzelnen Zahnflanken der Innenverzahnung mittels plastischer Umformung räumlicher Verdrängung des metallischen Werkstoffes durch Hinterrollen und/oder Drücken, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der einzelnen zu hinterschneidenden Zahnflanke sowohl Teilflächen mit, als auch an erstere angrenzende Teilflächen ohne Auszugssperrfunktion vorgeformt werden und dass beim Hinterschneiden plastifizierter Werkstoff aus den Bereichen der Teilflächen mit Sperrfunktion heraus- und in als Ausnahme oder Flächenrücknahme ausgebildete Teilflächen ohne Sperrfunktion hineingedrückt wird.

2. Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Innenverzahnung Zähne unterschiedlicher radialer Höhe vorgeformt und hinterschnitten werden.

3. Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den Zahnflanken der höheren Zähne diejenigen Teilflächen gegenüber den übrigen Flächen zurückgesetzt ausgeformt werden, die über den Begrenzungsradius der niedrigeren Zähne hinausragen.

4. Verfahren zur Herstellung einer metallischen Schiebemuffe mit Innenverzahnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die metallische Schiebemuffe mittels sintermetallurgischer Verfahren vorgeformt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



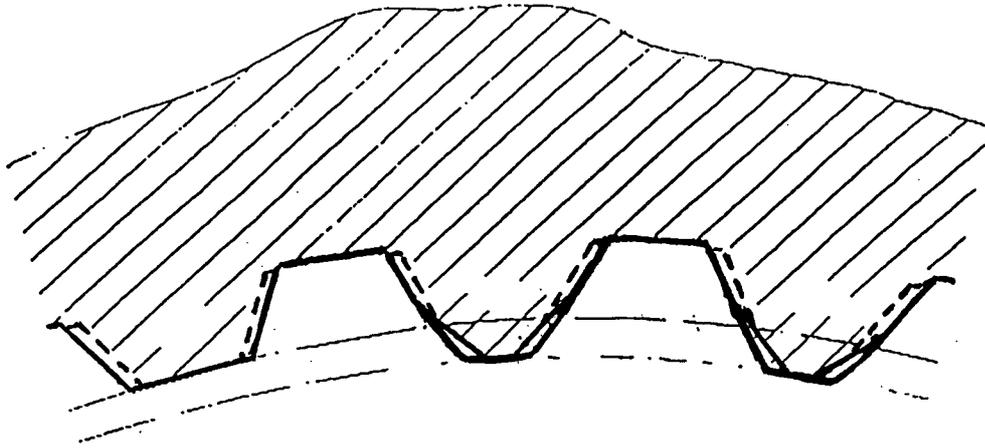


FIG. 3

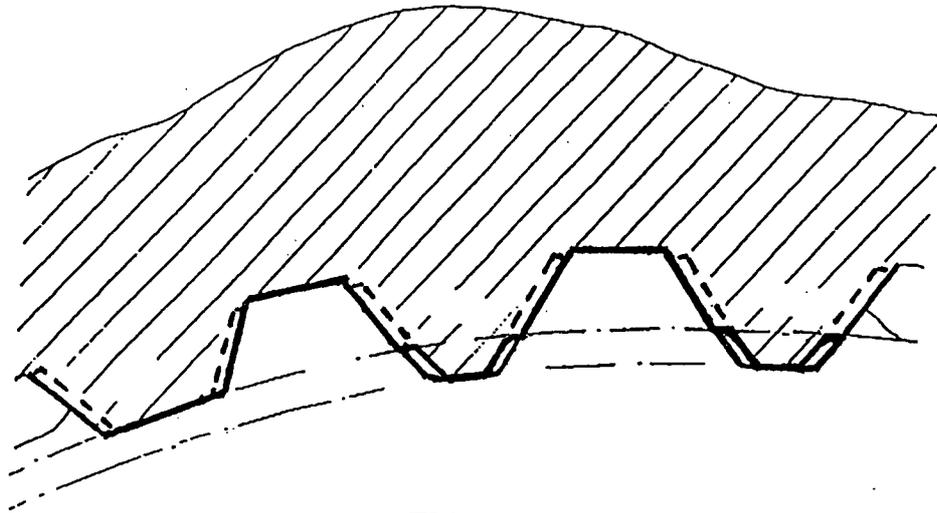


FIG. 4