

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50319/2017
(22) Anmeldetag: 20.04.2017
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2018

(51) Int. Cl.: **F16H 55/06** (2006.01)
F16H 55/18 (2006.01)
F16H 57/12 (2006.01)
B05D 3/04 (2006.01)
B05D 3/06 (2006.01)
B05D 5/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 506908 A1
DE 10062241 A1
DE 19955474 C1
EP 2171314 A2

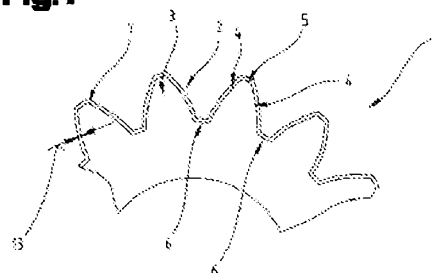
(71) Patentanmelder:
High Tech Coatings GmbH
4663 Laakirchen (AT)

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

(54) **Verfahren zur Einstellung eines Zahnflankenspiels**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines gewünschten Zahnflankenspiels von wenigstens zwei miteinander kämmenden, jeweils eine Verzahnung mit Zahnflanken (4) aufweisenden Zahnrädern, umfassend die Schritte zumindest teilweises Beschichten der Zahnflanken (4) zumindest eines der Zahnräder mit einer abreibbaren Beschichtung (7), in Kontakt bringen der beiden Verzahnungen der Zahnräder und Einstellen eines Zahnflankenspiels von Null, Abwälzen der bei den Verzahnungen aneinander zum zumindest teilweisen Abreiben der Beschichtung (7), dadurch gekennzeichnet, dass als Beschichtung (7) ausschließlich ein Polymer oder ein Gemisch ausschließlich bestehend aus zumindest zwei Polymeren verwendet wird.

Fig.1



Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines gewünschten Zahnflankenspiels von wenigstens zwei miteinander kämmenden, jeweils eine Verzahnung mit Zahnflanken (4) aufweisenden Zahnrädern, umfassend die Schritte zumindest teilweises Beschichten der Zahnflanken (4) zumindest eines der Zahnräder mit einer abreibbaren Beschichtung (7), in Kontakt bringen der beiden Verzahnungen der Zahnräder und Einstellen eines Zahnflankenspiels von Null, Abwälzen der beiden Verzahnungen aneinander zum zumindest teilweisen Abreiben der Beschichtung (7), dadurch gekennzeichnet, dass als Beschichtung (7) ausschließlich ein Polymer oder ein Gemisch ausschließlich bestehend aus zumindest zwei Polymeren verwendet wird.

Fig. 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einstellung eines gewünschten Zahnflankenspiels von wenigstens zwei miteinander kämmenden, jeweils eine Verzahnung mit Zahnflanken aufweisenden Zahnrädern, umfassend die Schritte zumindest teilweises Beschichten der Zahnflanken zumindest eines der Zahnräder mit einer abreibbaren Beschichtung, in Kontakt bringen der beiden Verzahnungen der Zahnräder und Einstellen eines Zahnflankenspiels von Null, Abwälzen der beiden Verzahnungen aneinander zum zumindest teilweisen Abreiben der Beschichtung.

Weiter betrifft die Erfindung ein Zahnrad mit einer Verzahnung die Zahnflanken aufweist, wobei zumindest ein Teil der Zahnflanken eine im Betrieb des Zahnrades abreibbare Beschichtung aufweist.

Zudem betrifft die Erfindung die Verwendung eines Dimers oder Oligomers hergestellt aus chemischen Verbindungen ausgewählt aus einer Gruppe umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus.

Die Einstellung des Zahnflankenspiels zwischen zwei miteinander kämmenden Verzahnungen eines Zahnradtriebs mit einer im Betrieb abreibbaren Beschichtung ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt. So beschreibt die DE 100 62 241 A1 die Verwendung einer Beschichtung die ein Gemisch aus einem Bindemittel und einem Füllstoff aufweist. Der Füllstoff kann unter anderem ein Festschmierstoff sein.

Aus der DE 199 55 474 C1 ist ein Verfahren zur Einstellung eines Zahnflankenspiels in einem Zahnrad-Getriebe bekannt, wobei mindestens einem um eine gehäusefeste Achse drehbaren ersten Zahnrad bei der Montage mit Einstellung ei-

nes Zahnflankenspiels ein zweites Zahnrad achsparallel verschiebbar zugeführt wird, und zur Einstellung des Zahnflankenspiels eine zwischen Zahnflanken ineinandergreifender Zähne der kämmenden Zahnräder entfernbare angeordnete Zwischenlage verwendet wird. Als Zwischenlage wird zumindest bei einem der Zahnräder vor dessen Montage eine die Zahnflanken vorbestimmter Zähne bedeckende, am gewählten Zahnrad fixierte Auflage angeordnet. Das Zahnrad wird mit fixiert angeordneter Auflage bzw. Zwischenlage bei der Montage mit einer vorbestimmten Kraft mit korrespondierenden Zahnflanken des anderen Zahnrades in spielfreien Eingriff gebracht wird, wobei die Zwischenlage nach Zahnspieleinstellung der Zahnräder durch laufbedingten Abrieb der Auflage oder durch eine gezielte mechanische Abnahme entfernt wird.

Entfernbarer Zwischenlagen zur Einstellung des Zahnflankenspiels sind ferner aus EP 2 171 314 B1 bekannt. Nach dieser EP-B1 wird die Zwischenlage aufgeklebt, womit ein entsprechend hoher Manipulationsaufwand im Vergleich zu mittels Sprüh- oder Streichverfahren hergestellten Zwischenlagen verbunden ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit für eine verbesserte Einstellung des Zahnflankenspiels von miteinander kämmenden Verzahnungen zur Verfügung zu stellen.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren dadurch gelöst, dass für die Beschichtung ausschließlich ein Polymer oder ein Gemisch ausschließlich bestehend aus zumindest zwei Polymeren verwendet wird.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Zahnrad gelöst, bei dem die Beschichtung ausschließlich aus einem Polymer oder ausschließlich aus einem Gemisch aus zumindest zwei Polymeren besteht.

Zudem wird die Aufgabe der Erfindung durch die Verwendung des voranstehend genannten Dimers und/oder Oligomers zur Herstellung einer abreibbaren Beschichtung auf den Zahnflanken eines Zahnrades zur Einstellung des Zahnflankenspiels gelöst.

Von Vorteil ist dabei, dass durch die füllstofffreie Formulierung der Beschichtung deren Zusammensetzung einfacher wird, insbesondere in Hinblick auf eine homogene Verteilung der Beschichtung über die gesamte beschichtete Oberfläche des Zahnrades. Es ist damit eine bessere Präzision mit geringeren Schichtdickentoleranzen der Beschichtung erreichbar. Dies wiederum ist von Vorteil in Hinblick auf eine hohe Präzision des Zahnflankenspiels der miteinander kämmenden Zahnräder.

In der bevorzugten Ausführungsvariante des Verfahrens wird zur Herstellung der Beschichtung eine dimere oder oligomere Vorstufe des Polymers eingesetzt, die bei erhöhter Temperatur in das Monomer aufgespalten wird, wobei das Monomer danach auf den Zahnflanken aus der Gasphase abgeschieden und polymerisiert wird. Es kann damit die Beschichtung in einem einzigen Arbeitsschritt ohne vorherige Aufbereitung der Rohstoffe in gesonderten Arbeitsschritten erfolgen. Die Beschichtung kann beginnend mit den Rohstoffen mit nur einer Beschichtungsanlage aufgebracht werden. Es ist also mit dieser Ausführungsvariante des Verfahrens eine Vereinfachung der Prozesskette möglich. Durch die Gasphasenabscheidung können im Vergleich mit der nasschemischen Abscheidung auch komplexere Geometrien einfacher beschichtet werden.

Als Dimer oder Oligomer wird vorzugsweise eine Verbindung eingesetzt, die ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus. Es kann damit ein Zahnrad hergestellt werden, dessen abreibbare Beschichtung aus einem Polymer besteht, das hergestellt ist aus einer chemischen Verbindungen ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend Poly-p-Xylylen, halogenierte Poly-p-Xylylene, Cyclohexen-Derivate, Toluolen-Derivate, Acetylen, Alkohole, Butadien. Insbesondere mit diesen Dimeren bzw. Oligomeren können Beschichtungen hergestellt werden, die einerseits eine entsprechende Haftfestigkeit auf dem Zahnrad aufweisen, die aber andererseits keine so hohe Haftfestigkeit aufweisen, dass die Beschichtung nicht mehr abreibbar ist. Darüber hinaus ist deren Aufspaltung in Monomere einfacher durchzuführen.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Beschichtung nach der Abscheidung auf den Zahnflanken einer thermischen Nachbehandlung bei einer Temperatur zwischen 100 °C bis 200°C, insbesondere zwischen 100 °C und 160 °C, und/oder einer Behandlung mit UV-Licht unterzogen wird. Es kann damit das Ablöseverhalten der Beschichtung verbessert werden, indem sich die Beschichtung in Form kleiner Partikel ablöst. Im Vergleich zu größeren abgelösten Platten haben kleine Partikel den Vorteil, dass sie den Ölkreislauf eines Getriebes, in dem das beschichtete Zahnrad eingebaut ist, nicht stören. Zudem kann damit die Beschichtung auch so eingestellt werden, dass sie sich bereits innerhalb kurzer Zeit nach der Inbetriebnahme des Zahnrades ablöst, sofern die Ablösezeit der Beschichtung nach dem Aufpolymerisieren auf das Zahnrad zu lange sein sollte.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Beschichtung mit einer Schichtdicke zwischen 15 µm und 80 µm hergestellt wird. Unterhalb von 15 µm wäre das sich einstellende Zahnflankenspiel zu gering. Die obere Grenze von 80 µm hat den Vorteil, dass es damit möglich ist, die Beschichtung in nur einem einzigen Durchgang herzustellen.

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

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Zahnrad mit einer auf den Zahnflanken der Zähne aufgetragenen abreibbaren Beschichtung;

Fig. 2 eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

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 bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In Fig. 1 ist ein Ausschnitt aus einem Zahnrad 1 dargestellt. Das Zahnrad 1 weist an seinem radial äußeren Umfang eine Stirnverzahnung 2 mit Zähnen 3 in Form einer Geradverzahnung auf. Die Zähne 3 weisen jeweils Zahnflanken 4, Zahnköpfe 5 und Zahnfüße 6 auf. Dies ist an sich bekannt, sodass nicht weiter darauf eingegangen werden muss.

Zumindest ein Teil der Zahnflanken 4, insbesondere auf alle Zahnflanken 4, ist/sind zumindest teilweise, insbesondere zur Gänze, mit einer abreibbaren Beschichtung 7 versehen. Die Beschichtung 7 kann sich beispielsweise nur auf den im Betrieb des Zahnrades 1 voreilenden Zahnflanken 4 aufgebracht sein.

Es ist weiter möglich, dass auch die Zahnköpfe 6 und/oder die Zahnfüße 7 mit der abreibbaren Beschichtung 7 versehen sind, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Es können also sämtliche radial äußeren Stirnflächen der Verzahnung mit der abreibbaren Beschichtung 7 versehen sein.

Generell können auch die Verzahnungen anderer Verzahnungselemente mit der abreibbaren Beschichtung 7 versehen sein.

Weiter kann die Verzahnung auch anders ausgeführt sein, beispielsweise als Schrägverzahnung, etc.

Das Verzahnungselement, also insbesondere das Zahnrad 1, ist aus einem metallischen Werkstoff hergestellt bzw. besteht aus diesem.

Das Zahnrad 1 wird in einem Zahnradtrieb mit einem weiteren Zahnrad eingesetzt, beispielsweise in einem Getriebe, wie z.B. einem Kfz-Getriebe. Dazu kämmt die Verzahnung des Zahnrades 1 mit der Verzahnung des weiteren Zahnrades, wie dies an sich bekannt und in den voranstehend zitierten Druckschriften zum Stand der Technik dargestellt ist, auf die in diesem Zusammenhang verwiesen wird.

Die abreibbare Beschichtung 7 ist bevorzugt direkt auf der Verzahnung angeordnet, also ohne Zwischenschicht, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist. Es ist aber mög-

lich, derartige Zwischenschichten anzuordnen, um die Haftfestigkeit oder das Ab lösenverhalten der abreibbaren Beschichtung 7 zu beeinflussen.

Die abreibbare Beschichtung 7 wird zur Einstellung eines gewünschten Zahnflankenspiels zwischen den beiden kämmenden Verzahnungen des Zahnrades 1 bzw. generell des Verzahnungselementes, mit dem weiteren Zahnrad bzw. generell einem weiteren Verzahnungselement **verwendet**. **Da der Begriff „Zahnflankenspiel“ im Stand der Technik eine eindeutige Bedeutung hat**, die dem Fachmann bekannt ist, wird auf eine Definition desselben verzichtet. Es sei dazu auch auf die voranstehend zitierten Druckschriften verwiesen.

Obwohl es für die Einstellung eines gewünschten, vorgebbaren Zahnflankenspiels ausreichend ist, wenn eine der beiden miteinander kämmenden Verzahnungen mit der abreibbaren Beschichtung 7 versehen wird, ist es auch möglich, beide miteinander in kämmbaren Eingriff bringbare Verzahnungen mit der abreibbaren Beschichtung 7 zu versehen. In diesem Fall werden vorzugsweise die abreibbaren Beschichtungen 7 jeweils mit einer Schichtdicke hergestellt, die der Hälfte des gewünschten Zahnflankenspiels entspricht.

Die abreibbare Beschichtung 7 besteht aus einem Polymer oder aus einem Gemisch aus Polymeren. Jedenfalls enthält die abreibbare Beschichtung 7 keine Füllstoffe.

Die abreibbare Beschichtung 7 kann aus einer homogenen Polymerverbindung uniformer Zusammensetzung bestehen.

Zur Einstellung des gewünschten Zahnflankenspiels der miteinander kämmenden Zahnräder bzw. Verzahnungselemente wird das mit der Beschichtung 7 versehene Zahnrad 1 bzw. Verzahnungselement zum dem weiteren Zahnrad bzw. Verzahnungselement, das gegebenenfalls ebenfalls mit der Beschichtung 7 versehen ist, so zugestellt, dass die beiden Verzahnungselemente bzw. Zahnräder in direktem Kontakt miteinander stehen. Das Zahnflankenspiel ist somit unmittelbar nach der Zustellung Null. Durch das Abgleiten der Zähne der beiden Verzahnungselemente bzw. Zahnräder wird die Beschichtung 7 zumindest teilweise, insbesondere

zur Gänze von den Zähnen entfernt und es stellt sich damit im Betrieb der beiden Verzahnungselemente bzw. Zahnräder das gewünschte Zahnflankenspiel ein.

Zur Abscheidung der Beschichtung 7 auf den Zahnflanken 4 zumindest einer Seite der Zähne 3 zumindest eines der Verzahnungselemente, insbesondere des Zahnrades 1, kann eine Vorrichtung 8 verwendet werden, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Vorrichtung 8 kann drei Bereiche umfassen. Vorzugsweise wird zur Herstellung der Beschichtung 7 eine dimere oder oligomere Vorstufe des Polymers verwendet. Diese Vorstufe, die flüssig oder fest eingesetzt werden kann, wird in einem ersten Bereich 9 verdampft. Aus diesem Dampf, also aus der in die Gasphase überführten Vorstufe, wird in einem zweiten Bereich 10, der insbesondere unmittelbar an den ersten Bereich 9 anschließt, das Monomer erzeugt, aus dem das Polymer hergestellt wird. Dazu wird der zweite Bereich 10 bei einer höheren Temperatur betrieben als der erste Bereich 9. Die Temperatur ist dabei so hoch zu wählen, dass die in die Gasphase überführte dimere oder oligomere Vorstufe zum Monomer pyrolysiert wird. In einem dritten Bereich 11, der vorzugsweise unmittelbar an den zweiten Bereich 10 anschließt, erfolgt schließlich die Abscheidung und Polymerisation des Monomers auf den Zahnflanken 4 des Zahnrades 1 bzw. generell des Verzahnungselementes.

Die Vorrichtung 8 wird insbesondere unter Vakuum betrieben. Dazu kann die Vorrichtung 8 mit einer Vakuumpumpe 12 verbunden sein. Der Druck innerhalb der Vorrichtung 8 kann ausgewählt sein aus einem Bereich von 2 Pa bis 20 Pa, insbesondere aus einem Bereich von 5 Pa bis 10 Pa.

Die Temperaturen des ersten und des zweiten Bereichs 9, 10 richten sich nach dem eingesetzten Dimer bzw. Oligomer. Generell kann die Temperatur im ersten Bereich 9 zwischen 80 °C und 200 °C, insbesondere zwischen 100 °C und 150 °C, die Temperatur im zweiten Bereich 10 zwischen 500 °C und 950 °C, insbesondere zwischen 600 °C und 800 °C, betragen. Jedenfalls sind die Temperaturen im ersten Bereich 9 und im zweiten Bereich 10 so zu wählen, dass die dimere oder oligomere Vorstufe des herzustellenden Polymeres im ersten Bereich 9 verdampft und im zweiten Bereich 10 in das Monomer aufgespalten wird.

Die Temperatur im dritten Bereich 11, in dem das Monomer auf den Zahnflanken 4 abgeschieden und polymerisiert wird, entspricht der Raumtemperatur, also insbesondere zwischen 20 °C und 25 °C. Dieser dritte Bereich 11 kann zwar auch eine höhere Temperatur von bis zu 50 °C aufweisen, allerdings wird damit die Abscheiderate des Monomers auf den Zahnflanken 4 verringert. Gegebenenfalls kann das Verzahnungselement während der Abscheidung der Monomere auf den Zahnflanken 4 gekühlt werden.

Die Polymerisation des auf den Zahnflanken 4 des Verzahnungselementes abgeschiedenen Monomers erfolgt bevorzugt durch Plasmapolymerisation. Dabei entstehen durch die Aktivierung plasmaionisierte bzw. -aktivierte Moleküle, aus denen in der Folge die Beschichtung 7 durch Polymerisation gebildet wird.

In der bevorzugten Ausführungsvariante des Verfahrens wird als Dimer oder als Oligomer eine Verbindung eingesetzt, die hergestellt sind aus chemischen Verbindungen ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus oder umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus. Es können aber auch Monomere verwendet werden, die ausgewählt sind aus einer Gruppe bestehend aus oder umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus.

Der ungesättigte Kohlenwasserstoff kann ausgewählt werden aus einer Gruppe bestehend aus oder umfassend Butadiene, Acetylen, Alkohole.

Der aromatische ungesättigte Kohlenwasserstoff kann ausgewählt werden aus einer Gruppe bestehend aus oder umfassend P-Xylol, halogeniertes P-Xylol, mono- oder di-chlorierte p-Xylole, Tetra-fluoro-paraxylol.

Der fluorhaltige Kohlenwasserstoff kann beispielsweise Tetrafluorobutatriene sein.

Die organische Siliziumverbindung kann ausgewählt sein aus einer Gruppe bestehend aus oder umfassend Ethylpolysilikate, Tetraethylorthosilikat.

Neben den genannten monomeren Verbindungen können auch daraus hergestellte (Homo)-Polymere eingesetzt werden.

Generell können auch andere chemisch reaktive Dimere oder Oligomere eingesetzt werden, die zu den genannten Verbindungen ähnlich bzw. verwandt sind.

Die Beschichtung 7 besteht aus einem Polymer bzw. einem Polymergemisch, das ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend oder bestehend aus Poly-p-Xylen, insbesondere Parylene-N oder Parylen C, Polytetraflourbutadien.

Bevorzugt wird ein Parylen C als Beschichtung 7 eingesetzt. Das Parylen C hat vorzugsweise ein mittleres Molekulargewicht zwischen 250.000 g/mol und 350.000 g/mol, bestimmt mittels Gelpermeationschromatographie.

In der bevorzugten Ausführungsvariante erfolgt die Herstellung der Beschichtung 7 zumindest auf den Zahnflanken 4 in nur einem einzigen Durchgang. Vorzugsweise wird die Beschichtung 7 mit einer Schichtdicke 13 (Fig. 1) erzeugt, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 15 µm bis 80 µm, insbesondere aus einem Bereich von 30 µm bis 70 µm.

Nach der Herstellung der Beschichtung 7 zumindest auf den Zahnflanken 4 des Verzahnungselementes kann diese aus den voranstehend genannten Grünen noch einer thermischen Nachbehandlung bei einer Temperatur zwischen 100 °C bis 200°C, insbesondere zwischen 120 °C und 150 °C, und/oder einer Behandlung mit UV-Licht unterzogen werden. Es wird vorzugsweise Licht mit einer Wellenlänge zwischen 280 nm und 400 nm eingesetzt.

Generell können nicht zu beschichtende Bereiche des Verzahnungselementes bzw. des Zahnrades 1 mit einer Maske oder auf andere geeignete Weise abgedeckt werden.

Im Zuge der Evaluierung der Beschichtung 7 wurden Zahnräder 1 wie folgt beschichtet.

Metallische Zahnräder 1 können gegebenenfalls einer Vorreinigung mit üblichen Reinigungsmitteln unterzogen werden.

Die Zahnräder 1 wurden in jenen Bereichen, in denen keine Beschichtung 7 erzeugt werden soll, mit einer handelsüblichen Lötdeckmasse auf Acrylbasis maskiert. Danach erfolgte eine in-situ Plasmareinigung (O_2+CF_4 -Plasma bei 50 Pa) in der Vorrichtung 8 im Bereich 11.

Optional kann ein Haftvermittler zur Verbesserung der Haftfestigkeit der Beschichtung 7 auf dem Zahnrad 1 oder ein Haftverminderer zur Reduktion der Haftfestigkeit der Beschichtung 7 auf dem Zahnrad 1 aufgebracht werden. Der Haftvermittler kann ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend oder bestehen aus Silane, SiO_2 . Der Haftverminderer kann eine teflonbasierte Beschichtung sein.

Als Dimer wurde Dichloro-[2,2]-Paracyclophan eingesetzt. Dieses pulverförmige Dimer wurden in einem geeigneten Gefäß, z.B. einem Verdampferschiffchen, in den Bereich 9 der Vorrichtung 8 eingeführt. Es wurde eine Menge von 0,6 g verwendet. Es sei dazu darauf hingewiesen, dass die Menge abhängig ist von der Größe des zu beschichtenden Zahnrades 1 und daher keinen einschränkenden Charakter hat.

Das Dimer wurde bei einer Temperatur zwischen 100 °C und 150 °C verdampft und anschließend bei einer Temperatur zwischen 600 °C und 800 °C im Bereich 10 in das Monomer gespalten, aus dem das Polymer der Beschichtung 7 hergestellt wird.

Die Abscheidung auf den Zahnrädern 1, d.h. deren Verzahnungen, erfolgte bei Raumtemperatur im Bereich 11 der Vorrichtung 8.

Während des gesamten Herstellungsprozesses herrschte in der Vorrichtung 8 ein Druck zwischen 5 Pa und 10 Pa vor.

Es wurden Beschichtungen 7 mit Schichtstärken 13 zwischen 30 µm und 70 µm erzeugt.

Mit den beschichteten Zahnrädern 1 wurde anschließend ein weiteres Zahnrad in Kontakt gebracht, um die Zahnflankenspieleinstellung zu testen.

Die Versuche wurden wiederholt und die Beschichtungen 7 danach einer Nachbehandlung bei einer Temperatur zwischen 120 °C und 160 °C unterzogen. Alternativ wurden Versuche mit UV-Licht Bestrahlung durchgeführt. Es zeigte sich, dass sich die Beschichtungen 7 in Form kleinerer Partikel ($< 1 \text{ mm}^2$) ablöste.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten, wobei auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus diese Zahnrades 1 bzw. der Vorrichtung 8 diese nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt wurden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|----|-----------------|
| 1 | Zahnrad |
| 2 | Stirnverzahnung |
| 3 | Zahn |
| 4 | Zahnflanke |
| 5 | Zahnkopf |
| 6 | Zahnfuß |
| 7 | Beschichtung |
| 8 | Vorrichtung |
| 9 | Bereich |
| 10 | Bereich |
| 11 | Bereich |
| 12 | Vakuumpumpe |
| 13 | Schichtdicke |

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Einstellung eines gewünschten Zahnflankenspiels von wenigstens zwei miteinander kämmenden, jeweils eine Verzahnung mit Zahnflanken (4) aufweisenden Zahnrädern, umfassend die Schritte zumindest teilweises Beschichten der Zahnflanken (4) zumindest eines der Zahnräder mit einer abreibbaren Beschichtung (7), in Kontakt bringen der beiden Verzahnungen der Zahnräder und Einstellen eines Zahnflankenspiels von Null, Abwälzen der beiden Verzahnungen aneinander zum zumindest teilweisen Abreiben der Beschichtung (7), dadurch gekennzeichnet, dass als Beschichtung (7) ausschließlich ein Polymer oder ein Gemisch ausschließlich bestehend aus zumindest zwei Polymeren verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung der Beschichtung (7) eine dimere oder oligomere Vorstufe des Polymers eingesetzt wird, die bei erhöhter Temperatur in das Monomer aufgespalten wird, und das Monomer danach auf den Zahnflanken (4) aus der Gasphase abgeschieden und polymerisiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Dimer oder Oligomer eine Verbindung eingesetzt wird, die ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (7) nach der Abscheidung auf den Zahnflanken (4) einer thermischen Nachbehandlung bei einer Temperatur zwischen 100 °C bis 200°C und/oder einer Behandlung mit UV-Licht unterzogen wird.

5. Verfahren nach einer der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (7) mit einer Schichtdicke (13) zwischen 15 μm und 80 μm hergestellt wird.
6. Zahnrad (1) mit einer Verzahnung die Zahnflanken (4) aufweist, wobei zumindest ein Teil der Zahnflanken (4) eine im Betrieb des Zahnrades (1) abreibbare Beschichtung (7) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (7) ausschließlich aus einem Polymer oder ausschließlich aus einem Gemisch aus zumindest zwei Polymeren besteht.
7. Zahnrad (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Polymer ausgewählt ist aus einer Gruppe umfassend Poly-p-Xylylen, halogenierte Poly-p-Xylylene.
8. Verwendung eines Dimers oder Oligomers hergestellt aus chemischen Verbindungen ausgewählt aus einer Gruppe umfassend ungesättigte Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe, fluorhaltige Kohlenwasserstoffe, organische Siliziumverbindungen oder Mischungen daraus, zur Herstellung einer abreibbaren Beschichtung (7) auf den Zahnflanken (4) eines Zahnrades (1) zur Einstellung des Zahnflankenspiels.

Fig.1

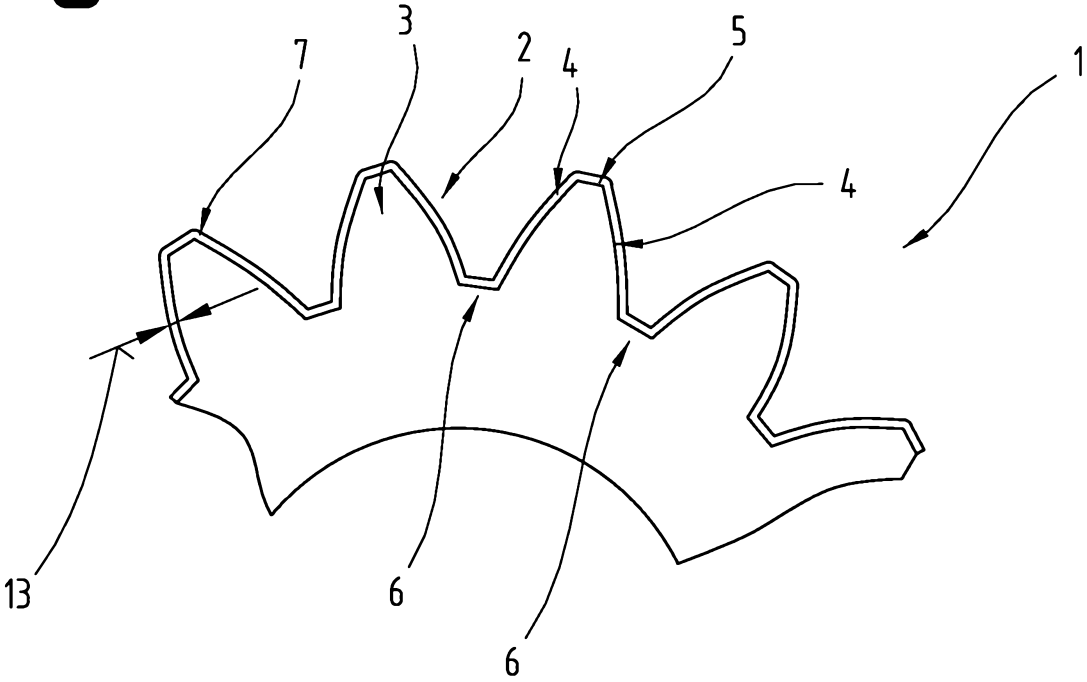
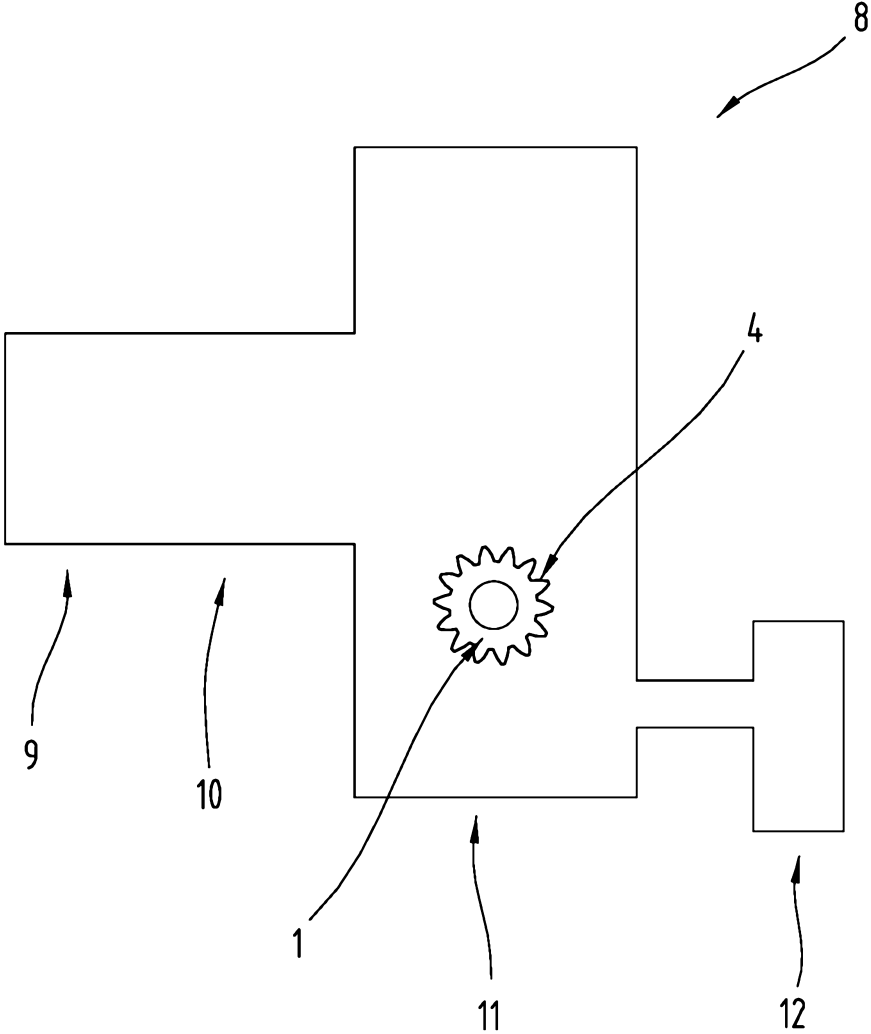


Fig.2



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

F16H 55/06 (2006.01); F16H 55/18 (2006.01); F16H 57/12 (2006.01); B05D 3/04 (2006.01); B05D 3/06 (2006.01); B05D 5/00 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

F16H 55/06 (2013.01); F16H 55/18 (2013.01); F16H 57/12 (2013.01); B05D 3/04 (2013.01); B05D 3/061 (2013.01); B05D 5/00 (2013.01); F16H 2055/185 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

F16H, B05D

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPI, XFULL

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **20.04.2017** eingereichten Ansprüchen **1 - 8** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	AT 506908 A1 (HIGH TECH COATINGS GMBH) 15. Dezember 2009 (15.12.2009) Fig. 1 - 10; Seiten 12 - 14; Ansprüche	1, 4 - 6

Datum der Beendigung der Recherche:

04.10.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

THALHAMMER Christian

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.