



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 00 321 T2** 2005.12.29

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 400 660 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 00 321.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 021 106.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **19.09.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.03.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.02.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.12.2005**

(51) Int Cl.⁷: **F01L 1/34**

C22C 33/02, C23C 8/26

(30) Unionspriorität:

2002275411 20.09.2002 JP

(73) Patentinhaber:

Mitsubishi Materials Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITLE, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CZ, DE, FR, GB

(72) Erfinder:

Harakawa, Toshiro, Niigata-ken, JP

(54) Bezeichnung: **Gesintertes integriertes Zahnrad und Gehäuse mit Nitridbeschichtung und dessen Herstellungsverfahren**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Feld der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen integrierten Zahnkranz und ein Gehäuse, welches insbesondere in einem variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus verwendet wird, und welches einen Zahnkranz-Anteil beinhaltet, der in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form ausgeformt ist, und der Zähne an seinem äußeren Umfang aufweist, sowie einen Gehäuse-Anteil, der innerhalb des Zahnkranz-Anteils angeordnet ist und der Aufnahmen in seiner Innenseite aufweist. Die vorliegende Erfindung bezieht sich ebenso auf ein Verfahren zur Erzeugung eines integrierten Zahnkranzes und Gehäuses. Die US-B1-6 314 929 zeigt beispielhaft einen gesinterten Zahnkranz sowie eine Gehäuse-Anordnung.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] In Verbrennungsmotoren, die in Automobilen installiert sind, wurden bisher variable Ventilsteuerungs-Mechanismen, durch die die Steuerung des Öffnens und Schließens (Ventilsteuerung) verändert wird, eingesetzt, um die Effizienz der Verbrennung im Bereich niedriger Umdrehungen sowie in einem Bereich hoher Umdrehungen zu verbessern und ebenso die Menge an Abgas zu verringern.

[0003] Ein Typus eines variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus ist aus dem Stand der Technik bekannt, der einen ersten drehbaren Körper (einen inneren Rotor) beinhaltet, der mit einer Nockenwelle derart verbunden ist, dass er sich dreht, sowie einen zweiten drehbaren Körper (ein Gehäuse) der coaxial mit dem ersten drehbaren Körper angeordnet ist, und der mit einer Nockenwelle derart verbunden ist, dass er sich mit einem Zahnkranz (einem Antriebsritzel) dreht, wobei eine Drehphase durch Drehen des ersten und zweiten drehbaren Körpers in Bezug aufeinander derart verändert wird, dass sich die Ventilsteuerung ändert (siehe beispielsweise die japanische ungeprüfte Patentanmeldung, 1. Anmeldung-Nummer Hei 11-93628).

[0004] In diesem Fall sind, um die ersten und zweiten drehbaren Körper (d.h. den inneren Rotor und das Gehäuse) in Bezug aufeinander zu drehen, Druckkammern innerhalb des Gehäuses ausgeformt, wobei jede durch zwei Leitschaufeln begrenzt ist, die vom äußeren Umfang des inneren Rotors sowie einer inneren umfänglichen Wand des Gehäuses hervorstehen, wobei eine Druckdifferenz zwischen den zwei Druckkammern erzeugt wird, so dass die zwischen den zwei Druckkammern angeordnete Leitschaufel bewegt wird, während sie entlang der inneren um-

fänglichen Wand des Gehäuses gleitet. Als Ergebnis dessen wird die Drehphase zwischen der Nockenwelle und der Kurbelwelle so verändert, dass sich die Ventilsteuerung verändert.

[0005] Bei einem solchen variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus muss der Zahnkranz, der durch eine Kette angetrieben wird, eine hohe Oberflächen-druck-Widerstandsfähigkeit, eine hohe Zähigkeit sowie eine hohe Härte zusätzlich zu einem niedrigen Reibverhalten aufweisen. Auf der anderen Seite muss das Gehäuse, an dem die Leitschaufeln gleiten, eine hohe Formgenauigkeit, exzellente Abrieb-Widerstandsfähigkeit sowie ein niedriges Reibverhalten aufweisen.

[0006] Der Zahnkranz und das Gehäuse drehen sich zusammen; jedoch sind ihre Erfordernisse sowie die oben beschriebenen mechanischen Eigenschaften unterschiedlich. Daher werden üblicherweise der Zahnkranz und das Gehäuse separat aus unterschiedlichen Materialien sowie durch Aufbringen unterschiedlicher Oberflächenbehandlungen erzeugt und anschließend zusammengesetzt.

[0007] Eine Leitschaufel für einen Dreh-Kompressor, ein Element, welche eine exzellente Abrieb-Widerstandsfähigkeit aufweisen muss, ist in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, 1. Veröffentlichungsnummer 2001-342981 offenbart. Die Leitschaufel ist durch Pulverausformen und Sintern eines eisenhaltigen Pulvermaterials erzeugt, welches eine ausreichende Härte aufweist, sowie durch verschiedene nachfolgende Behandlungen.

[0008] Nach dem Anheben der Festigkeit durch Abschrecken und Glühen nach dem Sintern wird die Leitschaufel einer Bedampfungs-Behandlung unterzogen, um das Abdicht-Verhalten zu verbessern, und wird des Weiteren einer Nitrierbehandlung (einer Gas-Weich-Nitrierbehandlung) unterzogen, um die Abrieb-Widerstandsfähigkeit zu verbessern. Nach der Bedampfungs-Behandlung und der Nitrierbehandlung wird die Oberfläche abschließend durch Anschleifen fertiggestellt, um die Oberflächenrauheit und Formgenauigkeit zu verbessern.

[0009] Im Bereich der variablen Ventilsteuerungs-Mechanismen sind Reduzierungen bei der Herstellungszeit und den Herstellungskosten durch Reduzieren der Zusammensetzungs-Schritte erforderlich und es ist wünschenswert, das Gehäuse und den Zahnkranz durch Pulverausformen und Sintern integral zu erzeugen.

[0010] Jedoch tritt dabei ein Problem dahingehend auf, dass es schwierig ist, ein Gehäuse, welches mit einer präzisen Form erzeugt werden muss, durch Aufbringen verschiedener Behandlungen auf einen gesinterten Kompaktkörper, der konventionell herge-

stellt wurde, zu erzeugen, da die Dimensions-Steuerung schwierig ist.

[0011] Wie oben erwähnt, muss das Gehäuse, welches eine Gleitoberfläche für die Gleitschaukel aufweist, ein niedriges Reib-Verhalten, exzellente Abrieb-Widerstandsfähigkeit sowie hohe Formgenauigkeit aufweisen. Auf der anderen Seite muss der Zahnkranz, der mittels einer Kette angetrieben wird, ebenso eine hohe Festigkeit aufweisen. Wenn der Zahnkranz und das Gehäuse, die konventionell separat durch jeweils bevorzugte Verfahren erzeugt werden, integral erzeugt werden, können die Erfordernisse sowie die Festigkeit, Genauigkeit und niedrige Reibung nicht gleichzeitig befriedigt werden, da unterschiedliche Erfordernisse für unterschiedliche Abschnitte gewünscht werden.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die oben beschriebenen Umstände erdacht und es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen integrierten Zahnkranz und ein Gehäuse zur Verfügung zu stellen, die die Erfordernisse hinsichtlich der Festigkeit, Genauigkeit und niedrigen Reibung zur gleichen Zeit erfüllen.

[0013] Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Erzeugung eines integrierten Zahnkranzes und Gehäuses zur Verfügung zu stellen.

[0014] Um das oben beschriebene Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung einen integrierten Zahnkranz und Gehäuse zur Verwendung in einem variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus zur Verfügung, wobei der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse umfassen: einen Zahnkranz-Anteil, der in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form ausgeformt ist und der Zähne an seinem äußeren Umfang aufweist; und einen Gehäuse-Anteil, der integral mit dem Zahnkranz-Anteil als ein aus einem eisenhaltigen Pulvermaterial erzeugter gesinterter Körper ausgeformt ist, so dass er innerhalb des Zahnkranz-Anteils, der von einem inneren Umfang des Gehäuse-Anteils sich erstreckende Aufnahme aufweist, ausgeformt ist, wobei die vollständigen Oberflächen des Zahnkranz-Anteils und des Gehäuse-Anteils mit einer Dampf-Oxidschicht, welche durch eine Bedampfungs-Behandlung ausgeformt ist, sowie mit einer Nitridschicht, welche durch eine Gas-Weich-Nitrierbehandlung im Anschluss an die Bedampfungs-Behandlung ausgeformt ist, bedeckt sind.

[0015] Gemäß dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse der vorliegenden Erfindung wird der Zusammenbau-Prozess vereinfacht, da der Zahnkranz-Anteil und der Gehäuse-Anteil integral ausgeformt sind. Zusätzlich weist die Nitridschicht, die ausgeformt

wird, nachdem die Poren mit der Dampf-Oxidschicht gefüllt wurden, eine Dicke auf, die geringer als die der Dampf-Oxidschicht ist, wobei der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse aufgrund der Nitridschicht, die eine geeignete Dicke aufweist, vorzugsweise ein niedriges Reibungs-Verhalten sowie Festigkeit aufweist.

[0016] In dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse können die Zähne des Zahnkranz-Anteils mit einer ausgehärteten Schicht bedeckt sein, die durch einen Hochfrequenz-Induktionshärte-Prozess ausgeformt ist, bei dem die Zähne auf eine Temperatur aufgeheizt werden, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt.

[0017] Gemäß dem oben beschriebenen integrierten Zahnkranz und Gehäuse wird, da die ausgehärtete Schicht nur auf der Oberfläche der Zähne ausgeformt ist, der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse mit Zähnen zur Verfügung gestellt, die eine hohe Festigkeit aufweisen, ohne Deformationen in der Gleitoberfläche, die eine hohe Formgenauigkeit aufweisen muss, aufzuweisen. Zusätzlich wird, da der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess, bei dem die Zähne auf eine Temperatur aufgeheizt werden, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt, nur auf die Zähne in dem Zahnkranz-Anteil angewandt wird, die Form über alles des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses nicht durch die Hitze beeinflusst, wodurch eine hohe Formgenauigkeit beibehalten werden kann.

[0018] In dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse kann die Dampf-Oxidschicht vorzugsweise mittels der Nitridschicht bedeckt sein.

[0019] In dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse kann die Dicke der Dampf-Oxidschicht vorzugsweise in einem Bereich von 3 bis 8 μm sein. Die Dicke der Nitridschicht kann vorzugsweise in einem Bereich von 2 bis 5 μm sein. Die Nitridschicht kann vorzugsweise dünner als die Dampf-Oxidschicht ausgeformt sein.

[0020] Die vorliegende Erfindung stellt ebenso ein Verfahren zur Erzeugung eines integrierten Zahnkranzes und Gehäuses zur Verfügung, welches die folgenden Schritte beinhaltet: Ausformen eines Grünlings aus einem eisenhaltigen Pulvermaterial, der einen Zahnkranz-Anteil der Zähne an seinem äußeren Umfang aufweist, sowie einem Gehäuse-Anteil, der innerhalb des Zahnkranz-Anteils angeordnet ist, und der Aufnahmen aufweist, die sich von einem inneren Umfang des Gehäuse-Anteils erstrecken, beinhaltet; Sintern des Grünlings, um einen gesinterten Körper zu erhalten; Unterziehen des gesinterten Körpers einer Bedampfungs-Behandlung, bei der ein überhitzter Dampf verwendet wird; Unterziehen des gesinterten Körpers einer Gas-Weich-Nitrierbehandlung, in

der ein Ammoniumgas verwendet wird; und Unterziehen der Zähne einer Hochfrequenz-Induktions-Härtebehandlung.

[0021] In dem oben beschriebenen Verfahren können die Bedingungen der Hochfrequenz-Induktions-Härtebehandlung vorzugsweise so bestimmt werden, dass die Zähne auf eine Temperatur aufgeheizt werden, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt. Die Temperatur des überhitzten Dampfes kann vorzugsweise in einem Bereich von 550°C bis 600°C eingestellt sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0022] [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht, die einen integrierten Zahnkranz und Gehäuse gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0023] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht, die einen Abschnitt des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses insbesondere in der Nachbarschaft der Oberfläche hiervon, die eine Abdeckschicht aufweist, zeigt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0024] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt die Form eines integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** gemäß der vorliegenden Erfindung. Der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse **10**, die in einem variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus eines Verbrennungsmotors, der in einem Automobil installiert ist, verwendet wird, ist als gesinterter Körper ausgeformt, der integral aus einem eisenhaltigen Pulvermaterial zusammengesetzt ist. Der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse **10**, die in einer im Wesentlichen zylindrischen Form ausgeformt sind, beinhaltet einen Zahnkranz-Anteil **11**, der in dem äußeren umfänglichen Bereich hiervon angeordnet ist, sowie einen Gehäuse-Anteil **12**, der im Inneren des Zahnkranz-Anteils **11** angeordnet ist.

[0026] Der Zahnkranz-Anteil ist als ein Antriebs-Energieübertragungsanteil ausgeformt, der bei der Verwendung eine Rollenkette ergreift. Der Zahnkranz-Anteil **11** beinhaltet Zähne **11a**, die am äußeren Umfang **11b** hiervon ausgeformt sind; daher wird bei Verwendung ein Oberflächendruck sowie Reibung von der Rollenkette auf die Zähne **11a** aufgebracht.

[0027] Der Gehäuse-Anteil beinhaltet Aufnahmen **13** (vier Aufnahmen sind in dieser Ausführungsform ausgebildet), die sich jeweils radial und vom inneren Umfang **12a** des Gehäuse-Anteils nach außen erstrecken. Wie in [Fig. 1](#) durch die doppelt gepunktete Linie angezeigt, ergreift ein Rotor **20** den inneren

Umfang **12a** in einer solchen Weise, dass eine relative Drehung zwischen dem Gehäuse-Anteil **12** und dem Rotor **20** ermöglicht wird. Der Rotor **20** weist Leitschaukeln **21** auf (vier Leitschaukel sind in dieser Ausführungsform ausgebildet), von denen sich jede radial und von dem äußeren Umfang **20a** hiervon nach außen erstreckt. Jede der Leitschaukeln **21** ist in jeder der Aufnahme **13** angeordnet und der Spitzenabschnitt **21a** der Leitschaukel berührt die zylindrische innere Oberfläche **13a** der Aufnahme **13** derart, dass sie die Aufnahme **13** in der umfänglichen Richtung in zwei Teile unterteilt, und somit werden die Druckkammern **13A** und **13B** ausgeformt, von denen jede durch den integrierten Zahnkranz und Gehäuse **10** und den Rotor **20** begrenzt wird.

[0028] Wenn der Druck in den Druckkammern **13A** und **13B** beibehalten wird, drehen sich der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse **10** und der Rotor **20** miteinander. Auf der anderen Seite bewegen sich, wenn eine Druckdifferenz zwischen den Druckkammern **13A** und **13B** erzeugt wird, die Leitschaukeln **21** in den Aufnahmen **13**, während diese entlang der zylindrischen inneren Oberflächen **13a** der Aufnahmen **13** entlang gleiten, so dass sich der integrierte Zahnkranz und Gehäuse **10** und der Rotor **20** in Bezug aufeinander drehen, wodurch die Phase zwischen dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse **10** sowie dem Rotor **20** verändert werden kann.

[0029] Eine exzellente Abrieb-Widerstandsfähigkeit und hohe Belastungs-Kapazität (d.h. hohe Festigkeit) sind für den integrierten Zahnkranz und das Gehäuse **10**, insbesondere am Zahnkranz-Anteil **11**, durch den Antriebsenergie unter Verwendung einer Kette übertragen wird, erforderlich. Auf der anderen Seite sind eine exzellente Abrieb-Widerstandsfähigkeit sowie ein niedriges Reibverhalten und eine Form-Genauigkeit für den Gehäuse-Anteil **12**, der die Druckkammern **13A** und **13B** beinhaltet, und entlang dem die Leitschaukeln **21** des Rotors **20** gleiten, erforderlich.

[0030] Der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse **10** sind durch die Schritte des Ausformens eines Grünlings unter Verwendung eines eisenhaltigen Pulvermaterials (beispielsweise Fe-(1-4)Cu-(0,2-0,9)C, Fe-(0,6-1,6)Mo-(0,2-0,7)C) ausgeformt, sowie Sintern des Grünlings unter einer normalen Sintertemperatur, um einen gesinterten Körper zu erhalten, sowie Aufbringen verschiedener Behandlungen auf den gesinterten Körper. Hierbei kennzeichnet der obere beschriebene Ausdruck sowie das Fe-(1-4)Cu-(0,2-0,9)C ein Fe(Eisen)Basispulvermaterial, welches 1 bis 4 Gew.-% Kupfer und 0,2 bis 0,9 Gew.-% Graphit enthält.

[0031] Die verschiedenen Behandlungen werden spezieller im Folgenden mit Bezug auf [Fig. 2](#) erläutert, wie eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Anteils des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses

10, insbesondere in der Nachbarschaft der Oberfläche hiervon zeigt.

[0032] Zuallererst wird der gesinterte Körper einer Bedampfungs-Behandlung unterzogen, bei der ein überhitzter Dampf verwendet wird. Die Temperatur des überhitzten Dampfs wird in einem Bereich von 550°C bis 600°C eingestellt. Bei der Bedampfungs-Behandlung wird eine Dampf-Oxidschicht S auf Tri-Eisen-Tetraoxid (Fe_3O_4) auf der gesamten Oberfläche des Basismaterials M des gesinterten Körpers ausgeformt. Die Dampf-Oxidschicht S wird nicht nur auf der äußersten Oberfläche des Basismaterials M ausgeformt, sondern ebenso auf der Oberfläche der offenen Poren P (d.h. auf der Innen-Oberfläche jeder der offenen Poren P), und somit werden die offenen Poren P in dem gesinterten Körper zu einem gewissen Maße ausgefüllt. Die Dicke der Dampf-Oxidschicht S wird vorzugsweise in einem Bereich von 3 bis 8 μm eingestellt; jedoch kann die Dicke unterschiedlich, beispielsweise durch Verändern der für die Behandlung notwendigen Zeit, eingestellt werden. Üblicherweise wird die Zeit für die Behandlung (d.h. die Zeit vom Platzieren des gesinterten Körpers in der Behandlungskammer bis zu der Zeit, zu der der gesinterte Körper entfernt wird) in einem Bereich von 90 bis 150 Minuten eingestellt.

[0033] Danach wird der gesinterte Körper einer Gas-Weich-Nitrierbehandlung unterzogen, in der ein Ammoniumgas verwendet wird. Bei der Gas-Weich-Nitrierbehandlung wird der in dem Fe_3O_4 enthaltene Sauerstoff in einem Bereich der Dampf-Oxidschicht S, die nahe dem Basismaterial M angeordnet ist, angeregt und durch Stickstoff ersetzt, der in dem Ammoniumgas enthalten ist, und somit wird eine nitrierte Schicht N aus einem eisenhaltigen Nitrid auf dem Basismaterial M ausgeformt. Da die Nitridschicht N während der Gas-Weich-Nitrierbehandlung unter einer relativ geringen Umgebungstemperatur ausgeformt wird, wird sich der gesinterte Körper nicht während der Behandlung verformen, während zur gleichen Zeit die Oberfläche des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** härter als die Leitschaufeln **21** erzeugt werden können, d.h. dass die Abrieb-Widerstandsfähigkeit der Oberfläche des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** gesichert sein kann.

[0034] Die Dicke der Nitridschicht N wird vorzugsweise in einem Bereich von einem unteren Limit, welches in Hinsicht auf die Verbesserung der Abrieb-Widerstandsfähigkeit und des niedrigen Reib-Verhaltens bestimmt wird, zu einem oberen Limit, welches in Hinsicht auf das Vermeiden einer Verringerung der Fähigkeit des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** bestimmt wird, eingestellt. In dieser Ausführungsform ist die Dicke der Nitridschicht N in einem Bereich von 2 bis 5 μm eingestellt, jedoch kann die Dicke frei auf einen Wert, der geringer als der der

Dampf-Oxidschicht S ist, durch beispielsweise das Verändern der notwendigen Behandlungszeit eingestellt werden. Durch Einstellen der Dicke der Dampf-Oxidschicht S in einem geeigneten Bereich wird die Nitridschicht N davon abgehalten, zu dick ausgeformt zu werden, und somit kann vermieden werden, dass der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse **10** ihre Zähigkeit verlieren, was durch eine zu dicke Nitridschicht N bewirkt werden kann.

[0035] Durch die oben genannte Bedampfungs-Behandlung und die Gas-Weich-Nitrierbehandlung wird die Härte der Oberfläche des gesinterten Körpers aufgrund der Dampf-Oxidschicht S und der Nitridschicht N, die darauf ausgeformt sind, angehoben, und die Abrieb-Widerstandsfähigkeit sowie das niedrige Reib-Verhalten werden ebenso verbessert, während zur gleichen Zeit die Dimensions-Genauigkeit beibehalten wird.

[0036] Des Weiteren wird, um die auf dem äußeren Umfang **11b** ausgeformten Zähne **11a** ausreichend zu härten, um eine durch eine Kette darauf aufgebrachten hohen Belastung zu widerstehen, ein Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess aufgebracht. Der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess ist in Hinsicht auf das Ausformen einer lokal ausgehärteten Schicht bevorzugt und wird nur einen geringen Effekt auf die Dimensions-Genauigkeit aufweisen. Durch den Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess wird eine ausgehärtete Schicht H nur auf den Zähnen **11a** ([Fig. 1](#)) ausgeformt und somit werden die Zähne **11a** mit einer ausreichenden Oberflächen-Festigkeit (Härte) vorgesehen.

[0037] In dem wie oben erläuterten Fall, bei dem ein Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess auf die Zähne **11a** nach dem Gas-Weich-Nitrierverfahren aufgebracht wird, kann die Härte der Zähne **11a** verglichen mit einem anderen Fall, bei dem lediglich der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess auf die Zähne **11a** ohne die Gas-Weich-Nitrierbehandlung angewendet wird, angehoben werden. Insbesondere würde, Fe-2,0Cu-0,6C als eisenhaltige Pulvermaterial verwendet wird und wenn die Dichte nach dem Sintern 6,8 g/cm³ ist, die Härte der Zähne **11a** 700 bis 750 (MHv (25 g)) sein, wenn nur der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess aufgebracht würde. Im Gegensatz hierzu würde, wenn der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess nach der Gas-Weich-Nitrierbehandlung angewendet würde, die Härte der Zähne **11a** 770 bis 820 (MHv) sein. Als Referenz würde die Härte der Zähne **11a** 450 bis 500 (MHv) sein, wenn nur die Gas-Weich-Nitrierbehandlung angewendet würde.

[0038] Zusätzlich zu den oben beschriebenen Behandlungen können Bearbeitungsprozesse so wie Schlichten, Beschneiden sowie Schleifen auf den gesinterten Körper angewendet werden, wenn es not-

wendig ist, die Erzeugung des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** abzuschließen.

[0039] Die Dichte des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** über alles, die so erzielt wird, wird zwischen $6,6$ bis $7,2 \text{ g/cm}^3$ sein und die örtliche Dichte in der Nachbarschaft der Zähne **11a** wird zwischen $6,8$ und $7,3 \text{ g/cm}^3$ sein. Die vollständige Oberfläche des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses **10** ist mit der Dampf-Oxidschicht S und der Nitridschicht N bedeckt, so dass ein exzellentes niedriges Reib-Verhalten und Abrieb-Widerstandsfähigkeit bereitstehen. Zusätzlich sind die Zähne **11a** mit der ausgehärteten Schicht H versehen, so dass sie eine hohe Härte und hohe Belastungs-Kapazität zeigen. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Zahnkranz-Anteil, der direkt die Belastung auf die Kette überträgt, nicht nur dichter, sondern zudem durch die Oberflächenbehandlung verglichen mit dem Gehäuse-Anteil härter, wenn die Verwendung des Zahnkranz-Anteils unter erschwerten Bedingungen in Betracht gezogen wird.

[0040] Vorteilhafte Effekte, die durch die Erfindung erreichbar sind.

[0041] Wie oben erläutert, wird gemäß dem integrierten Zahnkranz und Gehäuse gemäß der vorliegenden Erfindung der Zusammenbau-Prozess vereinfacht, da der Zahnkranz-Anteil und der Gehäuse-Anteil integral ausgeformt sind, und die Erzeugungskosten können reduziert werden. Zusätzlich weist der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse ein exzellent niedriges Reib-Verhalten und eine Festigkeit aufgrund der Nitridschicht mit geeigneter Dicke auf.

[0042] Gemäß einem anderen integrierten Zahnkranz und Gehäuse gemäß der vorliegenden Erfindung ist, da die ausgehärtete Schicht nur auf der Oberfläche der Zähne ausgeformt ist, der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse mit den Zähne versehen, die eine hohe Festigkeit aufweisen, ohne dabei eine Deformation in den Gleitoberflächen, die eine hohe Formgenauigkeit aufweisen müssen, aufzuweisen. Zusätzlich wird, da der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess, bei dem die Zähne auf eine Temperatur aufgeheizt werden, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt, nur auf die Zähne in dem Zahnkranz-Anteil eingebracht wird, die Form des integrierten Zahnkranzes und Gehäuses über alles nicht durch die Hitze beeinflusst, wodurch eine hohe Genauigkeit in der Form beibehalten werden kann. Die Härte der Zähne kann durch Anwenden des Hochfrequenz-Induktions-Härteprozesses nach der Gas-Weich-Nitrierbehandlung verglichen mit einem anderen Fall, bei dem nur der Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess bei den Zähnen angewendet wird, angehoben werden.

[0043] Während bevorzugte Ausführungsformen

der Erfindung oben beschrieben und dargestellt wurden, sollte jedoch verstanden werden, dass diese lediglich als beispielhaft für die Erfindung und nicht beschränkend angesehen werden können. Dementsprechend ist die Erfindung nicht durch die vorangehende Beschreibung begrenzt und wird lediglich durch den Schutzbereich der anhängenden Ansprüche beschränkt. Die Merkmale der abhängigen Ansprüche können miteinander kombiniert werden, vorausgesetzt, dass sie sich nicht widersprechen.

Patentansprüche

1. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse zur Verwendung in einem variablen Ventilsteuerungs-Mechanismus, wobei der integrierte Zahnkranz und das Gehäuse umfassen:

einen Zahnkranz-Anteil (**11**), der in einer im Wesentlichen kreisförmigen Form ausgeformt ist und der Zähne (**11a**) an seinem äußeren Umfang (**11b**) aufweist; und

einen Gehäuse-Anteil (**12**), der integral mit dem Zahnkranz-Anteil (**11**) als ein aus einem eisenhaltigen Pulvermaterial erzeugter gesinterter Körper ausgeformt ist, so dass er innerhalb des Zahnkranz-Anteils (**11**), der von einem inneren Umfang (**12a**) des Gehäuse-Anteils (**12**) sich erstreckende Aufnahmen (**13**) aufweist, ausgeformt ist, wobei die vollständigen Oberflächen des Zahnkranz-Anteils (**11**) und des Gehäuse-Anteils (**12**) mit einer Dampf-Oxidschicht (**5**), welche durch eine Bedampfungs-Behandlung ausgeformt ist, sowie mit einer Nitridschicht (N), welche durch eine Gas-Weich-Nitrierbehandlung im Anschluss an die Bedampfungs-Behandlung ausgeformt ist, bedeckt sind.

2. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei die Zähne (**11a**) des Zahnkranz-Anteils (**11**) mit einer ausgehärteten Schicht (H), welche durch einen Hochfrequenz-Induktions-Härteprozess ausgeformt ist, bei dem die Zähne (**11a**) bis auf eine Temperatur, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt, erhitzt wird, bedeckt ist.

3. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei die Dampf-Oxidschicht (S) durch die Nitridschicht (N) bedeckt ist.

4. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei die Dicke der Dampf-Oxidschicht (S) im Bereich von 3 bis $8 \text{ }\mu\text{m}$ ist.

5. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei die Dicke der Nitridschicht (N) im Bereich von 2 bis $5 \text{ }\mu\text{m}$ ist.

6. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei die Nitridschicht (N) dünner als die Dampf-Oxidschicht (S) erzeugt ist.

7. Integrierter Zahnkranz und Gehäuse gemäß Anspruch 1, wobei jede der Aufnahmen (13) eine bogenförmige Gleitoberfläche beinhaltet, die rückseitig der Zähne (11) platziert ist und die es einem anderen Element ermöglicht, daran entlangzugleiten.

8. Verfahren zum Herstellen eines integrierten Zahnkranzes und Gehäuses umfassend die Schritte:
 Ausformen eines Grünlings aus einem eisenhaltigen Pulvermaterial, der einen Zahnkranz-Anteil (11), der Zähne (11a) an seinem äußeren Umfang (11b) aufweist, sowie einen Gehäuse-Anteil (12), der innerhalb des Zahnkranz-Anteils (11) angeordnet ist, und der Aufnahmen (13) aufweist, die sich von einem inneren Umfang (12a) des Gehäuse-Anteils (12) erstrecken, beinhaltet;
 Sintern des Grünlings, um einen gesinterten Körper zu erhalten;
 Unterziehen des gesinterten Körpers einer Bedampfungs-Behandlung, bei der ein überhitzter Dampf verwendet wird;
 Unterziehen des gesinterten Körpers einer Gas-Weich-Nitrierbehandlung, in der ein Ammoniumgas verwendet wird; und
 Unterziehen der Zähne (11a) einer Hochfrequenz-Induktions-Härtebehandlung.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die Bedingungen der Hochfrequenz-Induktions-Härtungsbehandlung so bestimmt werden, dass die Zähne (11a) auf eine Temperatur erhitzt werden, die den Umwandlungspunkt des eisenhaltigen Pulvermaterials übersteigt.

10. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei die Temperatur des überhitzten Dampfs in einem Bereich von 550°C bis 600°C festgelegt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

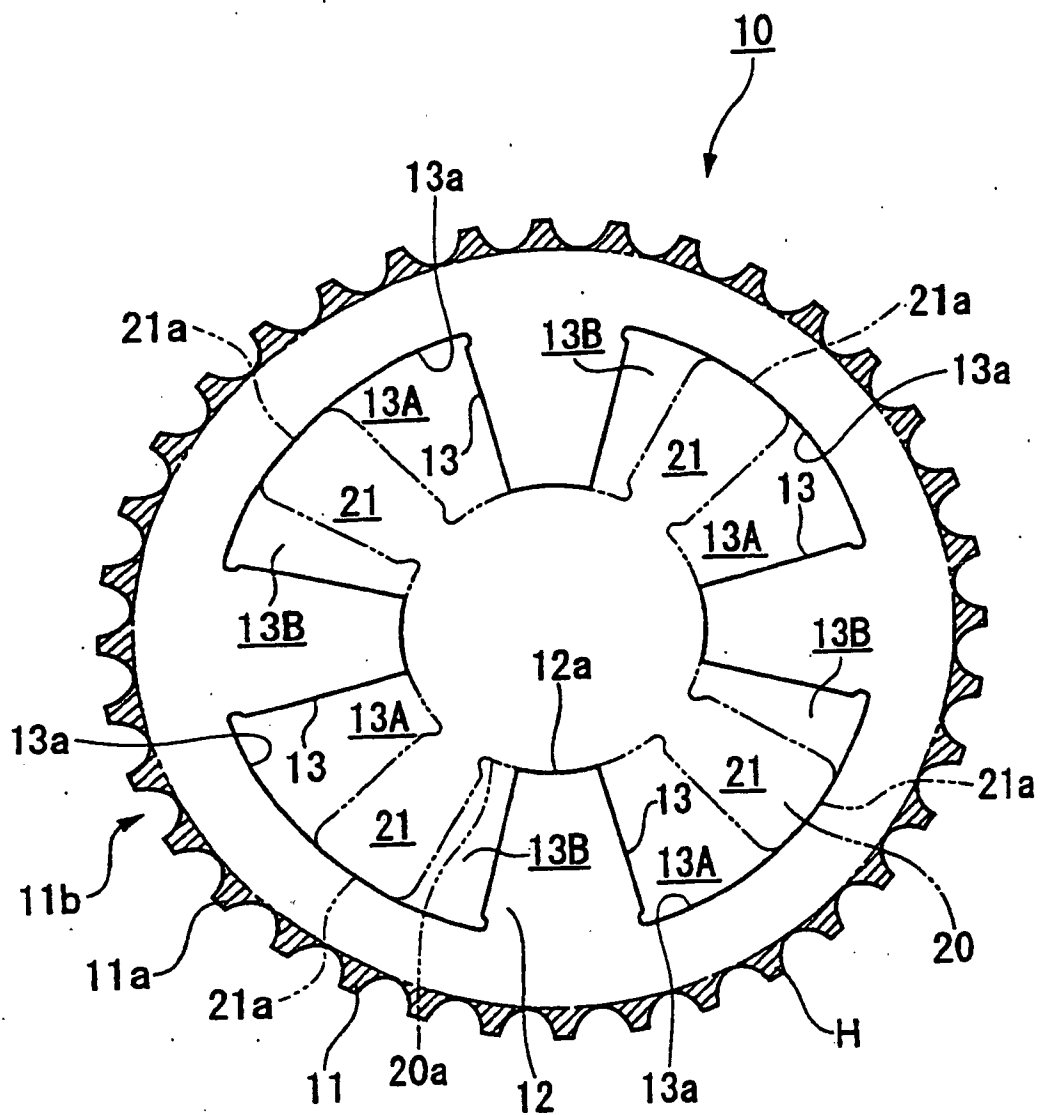


FIG. 2

