



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 012 925 A1** 2005.10.06

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 012 925.8**

(22) Anmeldetag: **17.03.2004**

(43) Offenlegungstag: **06.10.2005**

(51) Int Cl.⁷: **H02K 15/06**
H02K 1/24

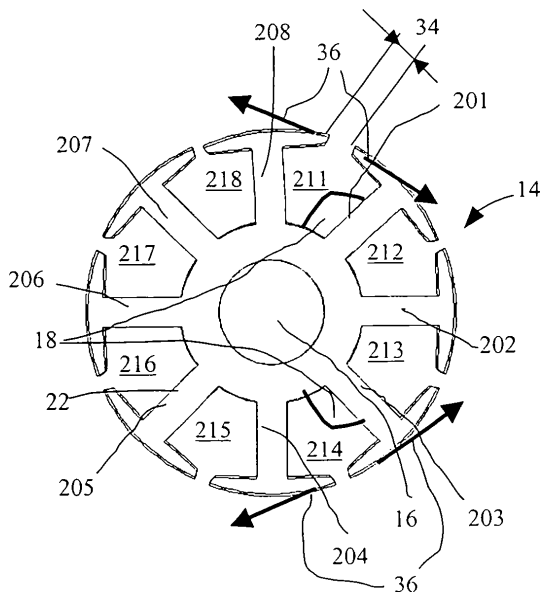
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Mahfoudh, Samir, 77815 Bühl, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers (14) für eine elektrische Maschine (10) vorgeschlagen, der mehrere Polzähne (20) hat. Benachbarte Polzähne (201, 208) begrenzen zwischen sich wenigstens eine Nut (211), die mit mindestens jeweils einer Wicklung (18) befüllt wird. Die Polzähne (201, 208) haben vor dem Befüllen eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine (10) zueinander. Wenigstens einer der Polzähne (201, 208), die eine Nut (211) begrenzen, wird vor dem Befüllen der wenigstens einen Nut (211) mit der Wicklung (181) durch eine Krafteinwirkung (36) in eine Befüllstellung gebogen, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut (211), die er begrenzt, vergrößert wird. Dann wird die Wicklung (181) in die Nut (211) eingelegt. Anschließend wird der wenigstens eine der benachbarten Polzähne (201, 208) aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht. Dadurch ist ein höherer Kupferfüllfaktor und somit eine höhere Leistung der Maschine (10) erzielbar.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiger Wicklungsträger hat mehrere Polzähne. Benachbarte Polzähne begrenzen zwischen sich wenigstens eine Nut, in die mindestens jeweils eine Wicklung eingelegt wird. Die Polzähne haben bereits vor dem Befüllen der Nuten mit der Wicklung die spätere Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine zueinander. Die Wicklung wird auch in dieser Einbaustellung eingelegt. Dadurch ist auch schon festgelegt, welchen Kupferfüllfaktor der Wicklungsträger bzw. die elektrische Maschine maximal haben kann. Der Kupferfüllfaktor ist auch ein Indiz für die Motorleistung.

Vorteile der Erfindung

[0002] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat den Vorteil, dass gegenüber einem Wicklungsträger vergleichbarer Baugröße durch einen höheren Kupferfüllfaktor eine höhere Leistung erzielt werden kann. Hierzu ist ein Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers für eine elektrische Maschine vorgesehen, der mehrere Polzähne hat, wobei benachbarte Polzähne zwischen sich wenigstens eine Nut begrenzen, die mit mindestens jeweils einer Wicklung befüllt wird, wobei die Polzähne eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine zueinander haben, wobei wenigstens einer der Polzähne, die eine Nut begrenzen, vor dem Befüllen mit der Wicklung durch eine Krafteinwirkung in eine Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut, die er begrenzt, vergrößert wird, wobei dann die Nut mit der Wicklung befüllt wird und danach der wenigstens eine der benachbarten Polzähne aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht wird.

[0003] Vorzugsweise greift die Krafteinwirkung direkt an den Polzähnen an. Dadurch ist eine feinere Beeinflussung des Vorgangs möglich.

[0004] Es ist vorteilhaft, wenn alle Polzähne sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Einlegen der jeweiligen Wicklung in die Einbaustellung gebracht werden, da somit alle Nuten einen höheren Kupferfüllfaktor haben.

[0005] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird der wenigstens eine Polzahn, der gebogen wird, im elastischen Bereich gebogen und kehrt nach dem Einlegen der Wicklung durch Wegnehmen der Krafteinwirkung durch seine Eigenelastizität in die

Einbaustellung zurück. Dadurch ist das Verfahren relativ leicht umsetzbar, da kein Aufwand für maßgenaues Ausrichten der Polzähne erforderlich ist.

[0006] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird der wenigstens eine Polzahn, der aufgebogen wird, im plastischen Bereich gebogen und nach dem Einlegen der Wicklung durch ein Umkehren der Krafteinwirkung durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht. Dadurch können noch höhere Kupferfüllfaktoren erreicht werden.

[0007] Es ist vorteilhaft, wenn direkt benachbarte Polzähne in eine Befüllstellung aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird, da dadurch eine symmetrische Krafteinwirkung möglich ist und vor Allem eine höhere Befüllung der Nut.

[0008] Wenn Polzähne, zwischen denen ein weiterer Polzahn angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird, können entweder zwei benachbarte Nuten gleichzeitig mit Wicklungen versehen oder an dem dazwischen liegenden Polzahn kann eine Einzelzahnwicklung angebracht werden.

[0009] Die beste Befüllung mit einer Wicklung lässt sich erreichen, wenn die Polzähne von jeweils zwei paarweise zumindest diese Wicklung aufnehmenden Nuten aufgebogen werden, dann die Wicklung eingelegt wird, dass anschließend im Uhrzeigersinn oder Gegenurzeigersinn die Polzähne jeweils direkt oder indirekt folgender paarweise zumindest eine Wicklung aufnehmender Nuten aufgebogen werden, bis der Wicklungsträger vollständig mit Wicklungen versehen ist.

[0010] Besonders sinnvoll ist das Verfahren einsetzbar, wenn die Polzähne jeweils einen Zahnhals und einen Zahnkopf umfassen, wobei die Zahnköpfe quer zu den Zahnhälsen abstehende Abschnitte aufweisen, die Hinterschnitte von hinterschnittenen Nuten zur Aufnahme von Wicklungen begrenzen und Nutschlitze bilden, wobei zum Einlegen der Wicklungen im Wesentlichen zumindest die Breite des Nutschlitzes vergrößert wird. Durch den Hinterschnitt lassen sich besonders viele Windungen der Wicklung einlegen.

[0011] Ein Wicklungsträger, der nach einem derartigen Verfahren hergestellt wird, weist einen besonders hohen Kupferfüllfaktor auf.

[0012] Wenn an einem derartigen Wicklungsträger zumindest der Übergang vom zwischen zwei Polzähnen liegenden Nutgrund zu den Polzähnen scharfkantig ausgebildet ist, so ergibt sich ein niedrigeres Widerstandsmoment der Polzähne. Dadurch wird die für das Biegen notwendige Kraft reduziert. Bei Wick-

lungsträgern, bei denen die Polzähne jeweils einen Zahnals und einen Zahnkopf umfassen, wobei die Zahnköpfe quer zu den Zahnalsen absteigende Abschnitte aufweisen, die Hinterschnitte von hinterschnittenen Nuten bilden, wobei die Übergänge von den Polzähnen zu den Hinterschnitten scharfkantig ausgebildet sind, wird dieser Effekt weiter verstärkt. Zusätzlich haben diese Maßnahmen den Vorteil, dass durch eine bleibende Vergrößerung der Nutquerschnittsfläche ein größeres Volumen für Wicklungen geschaffen wird.

[0013] In einer bevorzugten Weiterbildung ist ein derartiger Wicklungsträger ein Anker eines Innenläufers oder der Stator eines Außenläufers, bei dem die Polzähne radial nach außen gerichtet sind, da sich hier die Polzähne leicht aufbiegen lassen.

[0014] Eine elektrische Maschine mit einem derartigen Wicklungsträger hat gegenüber einer elektrischen Maschine vergleichbarer Baugröße aufgrund des höheren Kupferfüllfaktors eine höhere Leistung.

[0015] Mit einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens, die wenigstens eine Einrichtung zum Biegen wenigstens eines Polzahns aufweist, lässt sich das Verfahren leicht durchführen.

[0016] Eine zusätzliche Verbesserung der Vorrichtung wird erreicht, wenn die Vorrichtung wenigstens eine Einrichtung zum Biegen zweier benachbarter Polzähne aufweist. Somit kann eine Nut noch weiter aufgebogen werden.

[0017] Eine weitere Verbesserung dieser Vorrichtung wird erreicht, wenn die Vorrichtung mindestens eine Einrichtung aufweist, die zwei Polzähne zweier Nuten, in die eine Wicklung eingelegt wird, biegt. Dadurch lassen sich insbesondere Nuten, die paarweise eine Wicklung aufnehmen, leicht aufbiegen.

[0018] Weitere Vorteile und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung.

Zeichnung

[0019] Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0020] [Fig. 1](#) eine elektrische Maschine im Querschnitt,

[0021] [Fig. 2](#) einen Anker nach [Fig. 1](#)

[0022] [Fig. 3](#) den Anker nach [Fig. 1](#) mit symbolisch dargestellten Wicklungen und

[0023] [Fig. 4](#) den Anker nach [Fig. 1](#) auf einer stark

vereinfacht dargestellten Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0024] In der [Fig. 1](#) ist eine rotierende elektrische Maschine **10** vereinfacht in einem Querschnitt dargestellt. Die elektrische Maschine **10** kann ein Elektromotor sein, der in einem Kraftfahrzeug beispielsweise in einem Sitzversteller, Fensterheber, Wischerantrieb etc. verwendet wird. Es kann sich jedoch auch um einen Generator handeln.

[0025] Im Gehäuse **12** ist ein Anker **14** angeordnet, der auf einer Welle **16** angeordnet ist. Der Anker **14** mit oder ohne Welle **16** stellt somit einen Wicklungsträger für eine elektrische Maschine **10** dar. Hergestellt ist der Anker **14** als Lammellenpaket aus Blech oder aus sogenanntem SMC-Material (Soft Magnetic Composite). Bei einem Lamellenpaket aus Blech beträgt die Dicke eines Einzelblechs (entspricht Bezugszeichen **14**) 0,5mm, was eine Abweichungen im Zehntelmillimeterbereich einschließen kann.

[0026] Der Anker **14** weist mehrere Wicklungen **18** auf. Wegen der besseren Übersichtlichkeit ist in der [Fig. 1](#) nur eine Wicklung **18** schematisch dargestellt. Von einem kreisrunden Abschnitt **19** des Ankers **14** stehen mehrere Polzähne **20** radial nach außen ab, die Nuten **21** zur Aufnahme der Wicklungen **18** begrenzen bzw. bilden. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich im Einzelnen um acht Polzähne **201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208**. Korrespondierend hierzu gibt es auch acht Nuten **211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218**. Natürlich sind auch andere Zahlen möglich. Die Polzähne **20** umfassen jeweils einen Zahnals **22**, der vom Abschnitt **19** ausgeht, und einen Zahnkopf **24**, der sich an den Zahnals **22** anschließt. Zwischen den Zahnalsen **22** ist jeweils am Außenumfang des Abschnitts **19** der Nutgrund **25** einer Nut **21** ausgebildet.

[0027] Der Übergang vom Nutgrund **25** zu den Zahnalsen **22** bzw. Polzähnen **20** ist im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet, d.h. er ist nicht wie üblich verrundet. Im Idealfall ist der Übergang vollkommen scharfkantig. Jedoch ist auch ein Übergangsradius von unter 1mm noch akzeptabel, wobei ein Übergangsradius von unter 0,5mm zu bevorzugen ist. Vorzugsweise ist der Übergang zwar scharfkantig. Ein Radius, der kleiner ist als die Dicke eines Einzelblech (auch Bezugszeichen **14**) des Ankers **14**, führt jedoch auch schon zu guten Ergebnissen beim Biegen. Die Dicke liegt typischerweise bei beispielsweise bei ca. 0,5mm, kann jedoch ein paar Zehntelmillimeter mehr oder weniger betragen.

[0028] Die Nut **211** nimmt mit der Nut **214** paarweise eine gemeinsame Wicklung **18** auf. Dies tun jeweils auch die Nuten **212** mit **215**, **213** mit **216**, **214** mit

217, **215** mit **218**, **216** mit **f211**, **217** mit **212** und schließlich **218** mit **213**. Ausführlicher wird dies bei der [Fig. 3](#) erläutert werden.

[0029] Die Zahnhälse **22** sind vorzugsweise gleichmäßig am Umfang des Ankers **14** verteilt und stehen gerade ab, d.h. sie haben keinen gekrümmten Verlauf. Es ist aber auch denkbar, dass sie einen gekrümmten Verlauf haben. Außerdem haben die Zahnhälse **22** eine im wesentlichen gleichbleibende Breite. Alternativ kann die Breite aber auch variieren, d.h. von innen nach außen schmaler aber auch breiter werden.

[0030] Die Zahnköpfe **24** weisen quer zu den Zahnhälsen **22** abstehende und voneinander weg weisende Abschnitte **28** auf. Die Abschnitte **28** bilden Hinterschnitte **30**, die die somit hinterschnittenen Nuten **21** begrenzen. Außerdem begrenzen die Abschnitte Nutschlitz **32**, die eine Breite **34** haben.

[0031] Der Übergang von den Zahnhälsen **22** zu den Hinterschnitten **30** ist im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet, d.h. er ist nicht wie üblich verrundet. Im Idealfall ist der Übergang vollkommen scharfkantig. Jedoch ist auch ein Übergangsradius von unter 1mm noch akzeptabel, wobei ein Übergangsradius von unter 0,5mm zu bevorzugen ist. Vorzugsweise ist der Übergang zwar scharfkantig. Ein Radius, der kleiner ist als die Dicke eines Einzelblechs (auch Bezugszeichen **14**) des Ankers **14**, führt jedoch auch zu guten Ergebnissen beim Biegen. Die Dicke liegt typischerweise bei beispielsweise bei ca. 0,5mm, kann jedoch ein paar Zehntelmillimeter mehr oder weniger betragen.

[0032] Das Verfahren zum Herstellen des Ankers **14** für den Elektromotor **10** wird anhand der [Fig. 2](#) näher erläutert.

[0033] Zunächst sind die Polzähne **20** des Ankers **14** nach der Herstellung des Blechstanzpakets noch in der auch in [Fig. 1](#) gezeigten Einbaustellung. In der Einbaustellung kann der Anker **14** in den Elektromotor **10** gefügt werden.

[0034] Vor dem Befüllen mit der Wicklung **18** allerdings, werden die direkt benachbarten Polzähne **208** und **201** sowie **203** und **204** gespreizt. Damit werden die von den Polzähnen **208** und **201** sowie **203** und **204** begrenzten Nuten **211** sowie **214** vergrößert. Das Vergrößern der Querschnittsfläche der Nuten **211** und **214** erfolgt beispielsweise mit einem Werkzeug, das in Ausnehmungen am Umfang der Polzähne **20** angreift, wodurch eine mit Pfeilen **36** dargestellte Krafteinwirkung erfolgen kann. Bei der [Fig. 4](#) wird dies noch näher erläutert werden. Die dann von den Polzähnen **20** erreichte Stellung wird im Folgenden als Befüllstellung bezeichnet. Nun kann die Wicklung **18** entweder durch Bewickeln selbst oder

durch das Einlegen einer vorgefertigten Luftspule erfolgen. Das Einlegen einer Luftspule ist dann vorteilhaft, wenn die Nuten **21** nicht hinterschnitten sind und es sich um Polzähne **20** ohne Zahnkopf **24** handelt. Bevorzugt wird das Verfahren aber bei den dargestellten Polzähnen **20** angewandt, die jeweils einen Zahnhals **22** und einen Zahnkopf **24** mit den quer zum Zahnhals **22** abstehende Abschnitte **28** aufweisen, die die Nutschlitz **32** bilden. Hierbei wird zum Einlegen der Wicklungen **18** im Wesentlichen zumindest die Breite **34** des Nutschlitzes **32** vergrößert.

[0035] Da die Querschnittsfläche der Nuten **21** vergrößert ist, kann eine größere Anzahl an Windungen der Wicklungen **18** eingebracht werden. Nachdem die Wicklung **18** eingelegt worden ist, wird die Krafteinwirkung wieder weggenommen. Dadurch nähern sich die Polzähne **201** und **208** sowie **204** und **205** wieder einander an. Durch die Luft zwischen den Windungen der Wicklung **18** kann die Wicklung **18** noch ein wenig zusammengepresst werden, ohne dass die Isolationsschicht der Kupferdrähte zerstört wird.

[0036] Nach den ersten Polzahnpaaren **208** und **201** sowie **203** und **204** wird der Anker **14** um 360° geteilt durch die Anzahl der Nuten **21** gedreht, d.h. 45° – sei es im Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigersinn, gemäß der [Fig. 2](#) im Gegenuhrzeigersinn – und es werden die Polzähne **201** und **202** sowie **204** und **205** in die Befüllstellung gebracht. Die dazwischen liegenden Nuten **212** sowie **215** werden mit der Wicklung **18** versehen und wieder in die Einbaustellung gebracht. Im Anschluss daran werden die Polzähne **202** und **203** sowie **205** und **206** gespreizt, die dazwischen liegenden Nuten **213** sowie **216** mit der Wicklung **18** versehen und ebenfalls wieder in die Einbaustellung gebracht. Danach erfolgt noch der gleiche Vorgang mit den Polzähnen **203** und **204** sowie **207** und **208**. Es werden also alle Polzähne **20** sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Einlegen der jeweiligen Wicklung **18** in die Einbaustellung gebracht. So geht es noch vier Mal weiter, bis in jeder Nut **21** die linke und rechte Seite bewickelt ist. Somit ist letztendlich auch der ganze Anker **14** mit Wicklungen **18** versehen. Was die Reihenfolge des Befüllens angeht, sei hier auch nochmals auf die Ausführungen zu [Fig. 3](#) verwiesen.

[0037] Es werden also die Polzähne **20** jeweils zweier eine Wicklung aufnehmender Nuten **21** aufgebogen, dann die Wicklungen **18** eingelegt und anschließend im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn die Polzähne **20** jeweils der folgenden paarweise eine Wicklung **18** aufnehmenden Nuten **21** aufgebogen, bis der Anker **14** vollständig mit Wicklungen **18** versehen ist.

[0038] Die Polzähne **20** gehen nach dem Wegnehmen der Krafteinwirkung wieder in ihre Einbaustellung

lung zurück. Der Grund hierfür ist, dass die Polzähne **20**, die jeweils gebogen werden, im elastischen Bereich gebogen werden und nach dem Einlegen der Wicklung **18** durch Wegnehmen der Krafteinwirkung aufgrund ihrer Eigenelastizität in die Einbaustellung zurückkehren bzw. durch ihre Eigenelastizität in die Einbaustellung zurückgebracht werden.

[0039] Alternativ ist es auch möglich, dass die Polzähne **20**, die aufgebogen werden, statt im elastischen Bereich im plastischen Bereich gebogen werden – oder mit Anteilen im elastischen und plastischen Bereich – und nach dem Einlegen der Wicklung **18** durch ein Umkehren der Krafteinwirkung **36** durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht werden. Da die Polzähne **20** durch das Aufbiegen im plastischen Bereich weiter gespreizt werden als im elastischen Bereich, wird auch die Querschnittsfläche der Nuten **21** jeweils größer, wodurch mehr Windungen der Wicklung **18** Platz finden.

[0040] Neben den direkt benachbarten Polzähnen **20** können auch Polzähne **20**, zwischen denen mindestens ein weiterer Polzahn **20** angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand zwischen ihnen vergrößert wird. Beispielsweise können die Polzähne **201** und **203** aufgebogen werden, wobei der Polzahn **202** zunächst nicht gebogen wird. Gleichzeitig können auch die Polzähne **205** und **207** gebogen werden, wobei der Polzahn **206** ebenfalls zunächst nicht gebogen wird. Im vorliegenden Zusammenhang werden diese Polzähne als indirekt benachbart angesehen. Dann wird eine Wicklung **18** in die Nuten **211** sowie **214** und gleichzeitig eine Wicklung **18** in die Nuten **218** und **215** eingelegt. Danach wird der Anker **14** im Uhrzeiger oder Gegenuhrzeigersinn um 360° geteilt durch die Anzahl der Nuten **21**, d.h. 45° weitergedreht. Allerdings muss der Anker **14** durch das doppelte Bewickeln nur noch drei Mal gedreht werden.

[0041] Wesentlich ist, dass wenigstens einer der Polzähne **20**, die eine Nut **21** begrenzen, vor dem Befüllen der Nut **21** mit der Wicklung **18** durch eine Krafteinwirkung in eine Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut **21**, die er begrenzt, vergrößert wird, dass dann die Wicklung **18** in die Nut **21** eingelegt wird und dass anschließend der wenigstens eine der benachbarten Polzähne **20** aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht werden.

[0042] Anhand der [Fig. 3](#) geht die fertige Anordnung der Wicklungen **18** in den Nuten **21**, wie sie bereits aus dem Stand der Technik bekannt ist, nochmals deutlicher hervor.

[0043] Um die Polzähne **201** und **203** sowie in den Nuten **211** sowie **214** liegt die Wicklung **181**, um die Polzähne **202** und **204** sowie in den Nuten **212** sowie

215 liegt die Wicklung **182**, um die Polzähne **203** und **205** sowie in den Nuten **213** sowie **216** liegt die Wicklung **183**, um die Polzähne **204** und **206** sowie in den Nuten **214** sowie **217** liegt die Wicklung **184**, um die Polzähne **205** und **207** sowie in den Nuten **215** sowie **218** liegt die Wicklung **185**, um die Polzähne **206** und **208** sowie in den Nuten **216** sowie **211** liegt die Wicklung **186**, um die Polzähne **207** und **201** sowie in den Nuten **217** sowie **212** liegt die Wicklung **187**, um die Polzähne **208** und **202** sowie in den Nuten **218** sowie **213** liegt die Wicklung **188**,

[0044] Hier wurden die Wicklungen **18** sukzessive in der Reihenfolge **181**, **182**, **183**, **184**, **185**, **186**, **186**, **188** befüllt. Dabei wurden beide eine Nut **21** begrenzende Polzähne **20** aufgebogen. Der Vorteil hierbei ist, dass die Nut **21** weiter aufgebogen werden kann, was einen höheren Befüllungsgrad erlaubt.

[0045] Alternativ können folgende Wicklungen parallel gewickelt werden: **181** mit **185**, **182** mit **186**, **183** mit **187**, **184** mit **188**. Hierbei ist der Vorteil, dass zwei Wicklungen **18** gemeinsam befüllt werden können, was die Prozesszeit reduziert.

[0046] Natürlich ist die beschriebene Reihenfolge nur exemplarisch und muss nicht eingehalten werden. Viele Variationen sind bekannt.

[0047] In der [Fig. 4](#) ist gezeigt, wie die Polzähne **201**, **208** und **203**, **204** mit zwei Zangen **38**, **40** einer nur symbolisch und als Ausbruch bzw. teilweise angedeuteten Vorrichtung **42** zum Durchführen des beschriebenen Verfahrens aufgebogen werden. Die Vorrichtung **42** sollte wenigstens eine Einrichtung **38**, **40** zum Biegen wenigstens eines Polzahnes **20** aufweisen, denn es ist auch möglich, dass beispielsweise nur der Polzahn **201** alleine gebogen wird. Vorzugsweise hat die Vorrichtung **42** aber wenigstens eine Einrichtung in Form beispielsweise eines Teils, wie eines Hakens, der Zange **38** oder **40** zum Biegen zweier benachbarter Polzähne **201** und **208** der Nut **211**. Besser ist es jedoch, wenn die Vorrichtung **42** – wie gezeigt – mindestens eine Einrichtung **38**, **40** aufweist, die zwei Polzähne **201** und **208** sowie **203** und **204** zweier Nuten **211** und **214**, in die paarweise eine Wicklung **18** eingelegt wird, biegt. Die Zangen **38**, **40** können auch die Polzähne **201** und **207** sowie **203** und **204** aufbiegen, wobei die Polzähne **204** und **208** gerade stehen bleiben, so dass in die Nuten **211** und **214** sowie **218** und **215** je eine Wicklung **18** eingelegt werden kann. Natürlich werden die anderen Nuten **21**, wie oben beschrieben, dann nacheinander bewickelt. Die Fixierung des Ankers **14** kann beispielsweise über die Welle **16** erfolgen.

[0048] Die Erfindung ist nicht nur auf Wicklungsträger in Form des Ankers **14** beschränkt. Wie sich unmittelbar aus der Darstellung ergibt, kann es sich statt eines Ankers auch um einen Ständer bzw. Stator

eines Außenläufermotors oder Generators handeln. Ferner müssen die Polzähne nicht wie gezeigt radial nach außen zeigen. Beispielsweise können sie von einem größeren runden Abschnitt **19** nach innen zeigen, wie dies beispielsweise bei Statoren von Generatoren oder elektronisch kommutierten Elektromotoren der Fall ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Wicklungsträgers (**14**) für eine elektrische Maschine (**10**), der mehrere Polzähne (**20**) hat, wobei benachbarte Polzähne (**201**, **208**) zwischen sich wenigstens eine Nut (**211**) begrenzen, die mit mindestens jeweils einer Wicklung (**18**) befüllt wird, wobei die Polzähne (**201**, **208**) vor dem Befüllen eine Einbaustellung für den Einbau in die elektrische Maschine (**10**) zueinander haben, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens einer der Polzähne (**201**, **208**), die eine Nut (**211**) begrenzen, vor dem Befüllen der wenigstens einen Nut (**211**) mit der Wicklung (**181**) durch eine Krafteinwirkung (**36**) in eine Befüllstellung gebogen wird, so dass die Querschnittsfläche der wenigstens einen Nut (**211**), die er begrenzt, vergrößert wird, dass dann die Wicklung (**181**) in die Nut (**211**) eingelegt wird und dass anschließend der wenigstens eine der benachbarten Polzähne (**201**, **208**) aus der Befüllstellung in die Einbaustellung gebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Krafteinwirkung (**36**) direkt an den Polzähnen (**20**) angreift.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Polzähne (**20**) sukzessive in die Befüllstellung gebogen und nach dem Befüllen der Nuten (**21**) mit Wicklungen (**18**) in die Einbaustellung gebracht werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Polzahn (**201**), der gebogen wird, im elastischen Bereich gebogen wird und nach dem Einlegen der Wicklung (**18**) durch Wegnehmen der Krafteinwirkung (**36**) durch seine Eigenelastizität in die Einbaustellung zurückkehrt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Polzahn (**201**), der aufgebogen wird, im plastischen Bereich gebogen wird und nach dem Einlegen der Wicklung (**18**) durch ein Umkehren der Krafteinwirkung (**36**) durch plastisches Verformen in die Einbaustellung zurückgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass direkt benachbarte Polzähne (**201**, **208**) in eine Befüllstellung aufgebogen werden, indem der Abstand (**34**) zwi-

schen ihnen vergrößert wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Polzähne (**201**, **203**), zwischen denen mindestens ein weiterer Polzahn (**202**) angeordnet ist, aufgebogen werden, indem der Abstand (**34**) zwischen ihnen vergrößert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Polzähne (**201**, **208**; **203**, **204**) von jeweils zwei paarweise zumindest eine Wicklung (**181**) aufnehmender Nuten (**211**, **214**) aufgebogen werden, dann die Nuten (**211**, **214**) mit der Wicklung (**181**) befüllt werden, dass die Polzähne (**201**, **208**; **203**, **204**) in die Einbaustellung zurückgebracht werden und dass im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn die Polzähne (**201**, **202**; **204**, **205**) jeweils folgender paarweise zumindest eine Wicklung (**182**) aufnehmender Nuten (**212**, **215**) aufgebogen werden, bis der Wicklungsträger (**14**) vollständig mit Wicklungen (**18**) versehen ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzähne (**20**) jeweils einen Zahnhals (**22**) und einen Zahnkopf (**24**) umfassen, wobei die Zahnköpfe (**24**) quer zu den Zahnhälsen (**22**) abstehende Abschnitte (**28**) aufweisen, die Hinterschnitte (**30**) von hinterschnittenen Nuten (**21**) zur Aufnahme von Wicklungen (**18**) begrenzen und Nutzschnitte (**32**) bilden, wobei zum Einlegen der Wicklungen (**18**) im Wesentlichen zumindest die Breite (**34**) des Nutzschnittes (**32**) vergrößert wird.

10. Wicklungsträger (**14**) hergestellt nach dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Wicklungsträger (**14**) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Übergang vom zwischen zwei Polzähnen (**20**) liegenden Nutgrund (**25**) zu den Polzähnen (**20**) im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet ist.

12. Wicklungsträger (**14**) nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Polzähne (**20**) jeweils einen Zahnhals (**22**) und einen Zahnkopf (**24**) umfassen, wobei die Zahnköpfe (**24**) quer zu den Zahnhälsen (**22**) abstehende Abschnitte (**28**) aufweisen, die Hinterschnitte (**30**) von hinterschnittenen Nuten (**21**) bilden, wobei die Übergänge von den Zahnhälsen (**22**) zu den Hinterschnitten (**30**) im Wesentlichen scharfkantig ausgebildet sind.

13. Wicklungsträger (**14**) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Wicklungsträger (**14**) ein Anker eines Innenläufers oder ein Stator eines Außenläufers ist und die

Polzähne (20) radial nach außen gerichtet sind.

14. Elektrische Maschine (10) mit einem Wicklungsträger (14) nach einem der Ansprüche 10 bis 13.

15. Vorrichtung (42) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) wenigstens eine Einrichtung (38, 40) zum Biegen wenigstens eines Polzahnes (20) aufweist.

16. Vorrichtung (42) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) wenigstens eine Einrichtung (38, 40) zum Biegen zweier benachbarter Polzähne (201, 208; 203, 204) aufweist.

17. Vorrichtung (42) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (42) mindestens eine Einrichtung (38, 40) aufweist, die zwei Polzähne (201, 208; 203, 204) zweier Nuten (211, 214), in die eine Wicklung (18) eingelegt wird, biegt.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

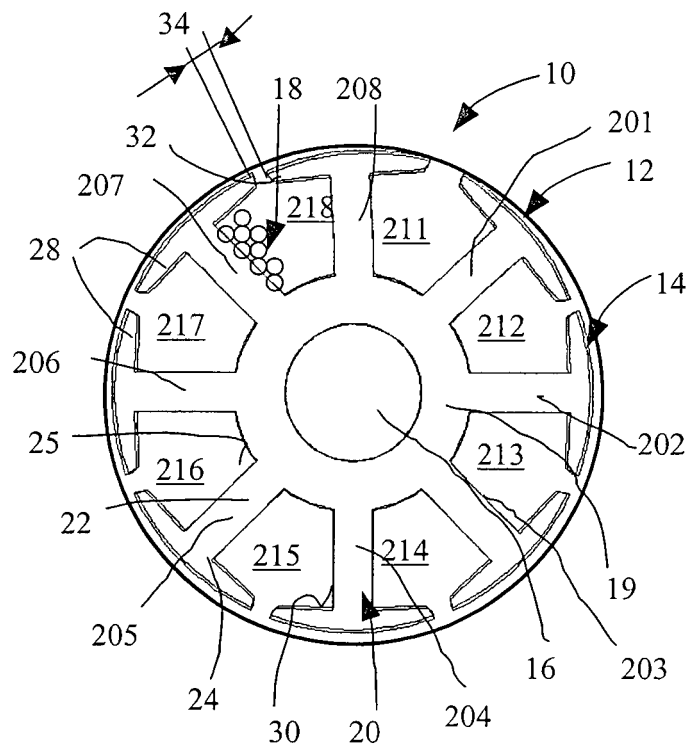


Fig. 1

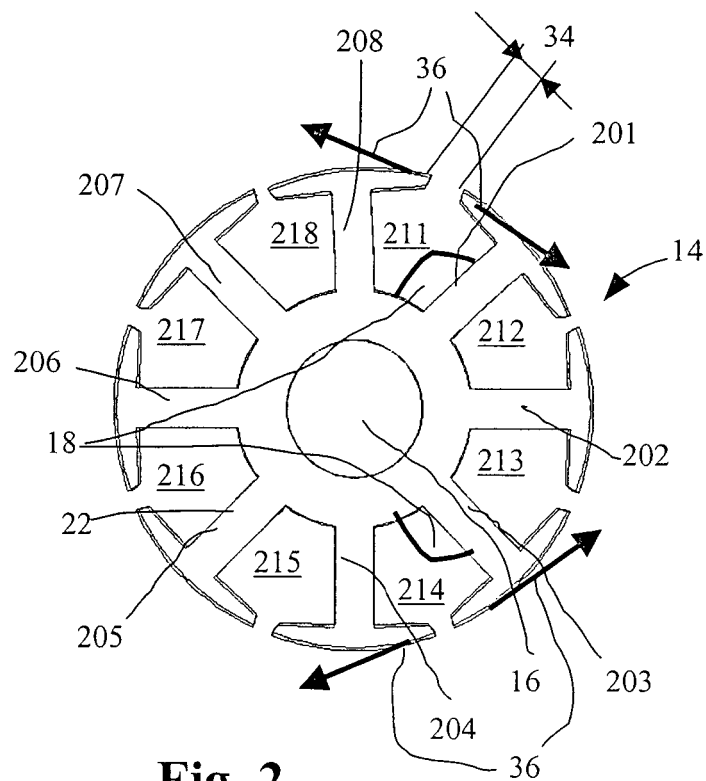


Fig. 2

