



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 07 375 T2** 2004.04.01

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 002 669 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 07 375.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 103 738.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.05.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.05.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.04.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B60C 23/04**

B60C 19/00, B29D 30/48

(30) Unionspriorität:

98830122 09.03.1998 EP

(73) Patentinhaber:

Pirelli Pneumatici S.p.A., Mailand/Milano, IT

(74) Vertreter:

v. Fünér Ebbinghaus Finck Hano, 81541 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI,
LU, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

Volpi, Alessandro, 20144 Milano, IT

(54) Bezeichnung: **Reifen der einen elektrischen Generator zur Speisung von in dem Reifen eingebauten Vorrichtungen enthält, und Verfahren zur dessen Herstellung.**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Reifen zur Verwendung bei Kraftfahrzeugen, Anhängern, Motorrädern, Flugzeugen oder dergleichen (auf die im folgenden Text insgesamt als "Fahrzeuge" Bezug genommen wird), die mit einem Elektrizitätserzeuger versehen sind, der Sensoren und andere in den Reifen eingeschlossene Schaltungen versorgen kann, wobei der Erzeuger keinen galvanischen Kontakt mit in dem Fahrzeug vorhandenen stationären oder drehenden Bauelementen hat. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf einen Reifen, bei welchem die von einem Teil des Generators, den Sensoren und dem Wulstdraht gebildete Einheit eine in die Karkasse des Reifens während seiner Herstellung einzuschließende Anordnung ist.

[0002] Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Herstellung dieses Reifens.

[0003] Zum Aufbau eines üblichen Reifens gehört im Wesentlichen eine Karkasse, die mit wenigstens einem Stück aus verstärkendem gummierten Gewebe oder einer Karkassenlage versehen ist, von deren Rändern jeder an wenigstens einem am Umfang nicht dehnbaren, ringförmigen Metallkern befestigt ist, der allgemein als Wulstkern bekannt ist und der das Verstärkungselement bildet, welches den Reifen auf seiner Montagefelge hält. Die Karkasse wird von einem Paar von Seitenwänden in axial gegenüberliegenden Positionen und von einem Laufflächenband vervollständigt, das auf der Krone der Karkasse angeordnet und in das ein Reliefmuster eingepresst ist, welches dem Reifen besondere Verhaltenseigenschaften im Einsatz gibt. Der Reifen kann auch mit einem Gurtaufbau versehen sein, der normalerweise aus gummierten Geweben hergestellt wird, die Verstärkungskorde aus Metall einschließen, wobei der Gurtaufbau zwischen der Karkasse und dem Laufflächenband angeordnet ist.

[0004] Schaltungen mit Kodierern und/oder Sensoren, die mit Transpondern verbunden sind (die Signale empfangen und Antworten senden), durch Induktion gespeist werden und in Fahrzeugreifen oder -rädern aufgenommen sind, sind seit einiger Zeit bekannt.

[0005] Beispielsweise beschreibt die Patentanmeldung WO 90/12474 mit dem Titel "Fahrzeugreifen-Identifizierungssystem" ein System, das aus einem Transponder besteht, der sich in einem Reifen befindet, der von einer Wicklung gespeist wird, die in dem Kronenabschnitt des Reifens angeordnet ist oder sich wenigstens in einer Position entfernt von den Wulstkernen des Reifens befindet (S. 5, Zeilen 20–22).

[0006] Diese Wicklung wird durch Induktion mit einem Wechselstrom einer geeigneten Frequenz mittels einer großen Erregerwicklung gespeist, die außerhalb des Reifens angeordnet und von einem Abtaster, wie einer Stange, gehalten wird oder sich an einem stationären Platz, beispielsweise in der Stra-

ßenoberfläche, befindet und nahe zum Äquator des Reifens gebracht wird, wo die den Transponder speisende Wicklung aufgenommen ist.

[0007] Da darüber Informationen fehlen, geht die Anmelderin davon aus, dass diese Anordnung entfernt von den Wulstkernen aufgrund der Notwendigkeit erfolgt, eine Reduzierung des Wirkungsgrads der Wicklung durch Kriechströme zu verhindern, die in dem Wulstkern durch die induktive Koppelung zwischen dem Wulstkern und einer in seiner Nähe angeordneten Wicklung erzeugt würden. Ein Vorteil des beschriebenen Systems besteht darin, dass die den Transponder speisende Wicklung aufgrund ihrer Abmessungen auch dann funktioniert, wenn die Wicklung des Abtasters nicht in seiner unmittelbaren Nähe angeordnet ist, wobei die letztere Anordnung erforderlich ist, wenn die speisende Wicklung einen kleinen Durchmesser hat und sich an einer nahe definierten Stelle der Krone oder der Seitenwand des Reifens befindet.

[0008] Die in der Patentanmeldung WO 90/12474 vorgeschlagene Vorrichtung hat jedoch wenigstens die folgenden Nachteile:

a) Sie benötigt den Transponder speisende Wicklungen, die nahe an dem Äquator der Abdeckung angeordnet sind, mit anderen Worten, gerade unter dem Laufflächenband oder in seiner unmittelbaren Nähe, um die Wirkungsgradverluste der Wicklungen aufgrund des Vorhandenseins der Wulstkerne zu minimieren. Dies macht das Reifenherstellungsverfahren äußerst kompliziert und hat den weiteren Nachteil potenzieller baulicher Probleme aufgrund des Vorhandenseins der Wicklung in einem Teil des Reifens, der beträchtlichen Beanspruchungen und Verformungen im Einsatz unterliegt.

b) Sie benötigt die Installation der Vorrichtung, die die Leistung benutzt, die von der Wicklung in dem gleichen mechanisch hoch beanspruchten Teil der Abdeckung erzeugt wird, wo sich die Wicklung befindet, oder alternativ den Einschluss von Elektroden in dem Reifenseitenwandaufbau, um die Leistung zu einer geeigneteren Stelle für seinen Einsatz zu übertragen.

[0009] Ein weiteres Beispiel ergibt sich aus dem US-Patent 5,181,975, das einen Transponder beschreibt, der von einer Wicklung gespeist wird, die sich in dem Wulst der Abdeckung befindet und von dem Wulstkern getrennt, jedoch induktiv mit dem Wulstkern gekoppelt ist. Die in dem Wulstkern durch ein äußeres, sich sinusförmiges änderndes Magnetfeld induzierten Ströme induzieren ihrerseits Spannungen in der den Transponder speisenden Wicklung.

[0010] Diese Stelle der Sekundärwicklung (induktive Antenne) hat, wie die vorher beschriebene Stelle in der Krone, den Vorteil, dass immer eine gute induktive Koppelung mit der Primärwicklung (Sender) besteht. Diese Lösung weist jedoch auch Probleme so-

wohl hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften des Reifens (eine im Wesentlichen nicht dehnbare Windung ist in einem besonders komplexen und teilweise verformbaren Bereich des Aufbaus, nämlich dem Wulstkernbereich, aufgenommen) als auch hinsichtlich seines Herstellungsprozesses auf.

[0011] Das US-Patent 4,006,449, das den Titel "Informationsdetektor für ein Reifenrad" trägt, beschreibt ein System zur Versorgung eines Sensors mit Reifenbetriebsparametern, wie Innendruck und/oder Temperatur, das aus einer Wicklung einer spezifizierten Anzahl von Windungen besteht, die sich am Rand der Felge einer radial inneren Position bezogen auf die Drehachse des Rades befinden.

[0012] Die Wicklung ist mit einem passiven Wandler (dem Sensor) verbunden, der eine Verbindung mit dem Innenraum des Reifens hat und sich in der Verschlusskappe des Luftfüllventils des Reifens befindet. Diese Schaltung empfängt ein Erregersignal, das durch eine erste Spule induziert wird, die an dem Chassis des Fahrzeugs befestigt und mit einer Wechselstromquelle verbunden ist, die ebenfalls am Fahrzeug festgelegt ist. Die Impedanz dieser Spule hängt von dem passiven Wandler ab, da letzterer die Stärke und/oder Phase des Erregersignals beeinflusst.

[0013] Eine zweite stationäre Spule, die induktiv mit den Windungen der rotierenden Wicklung gekoppelt ist, erfasst die Änderungen in der Amplitude und/oder Phase und ist mit einer Schaltung zur Verarbeitung der erfassten Signale verbunden, die sowohl eine Anzeige der erfassten Werte als auch irgendwelche vorgesehenen Alarmvorrichtungen steuert, die bei Vorhandensein von anomalen Werten der Parameter, beispielsweise einem Druckverlust im Reifen aufgrund eines Lochs oder eines Fehlers in ihm, aktiviert werden.

[0014] Dieses System würde sich recht zufrieden stellend verhalten, indem es am Armaturenbrett eines Fahrzeugs eine zuverlässige Information über die Funktion der Reifen erzeugt, kombiniert mit Gefahrenwarnungen aufgrund anomaler Situationen, wenn es nicht die spezifische Schwäche hätte, die aus den flexiblen Verbindungen zwischen der kreisförmigen, auf der Felge angeordneten Wicklung und dem sich in der Kappe des Luftfüllventils befindenden Wandlers besteht. Diese Verbindungen, die sowohl von den Zentrifugalbeanspruchungen aufgrund der Raddrehung als auch durch die Beanspruchungen aufgrund unvermeidbarer Stöße des Rads gegen zufällige Hindernisse (wenn es über einen aufgebrochenen Boden, Pflaster, usw. fährt) beeinflusst werden, unterliegen einem häufigen Bruch.

[0015] Das US-Patent 4,717,905 mit dem Titel "Warnsystem mit Einrichtungen zur Fernerregung einer Zustandsfühlvorrichtung" beschreibt ein System für die Fernversorgung von einer oder mehreren Vorrichtungen zum Fühlen von Zustandsbedingungen, beispielsweise den inneren Zuständen der Reifen, mit Hochfrequenz, wobei ein mit einer Hochfrequenzquelle erzeugtes Hochfrequenzsignal von einer

Kreiswicklungsantenne empfangen wird, die an der Felge des Rads eines Fahrzeugs installiert ist und dazu verwendet wird, einen oder mehrere Wandler für physikalische Werte, beispielsweise den Druck, zu versorgen, der/die mit der Antenne verbunden ist/sind. Der Wandler ändert die Resonanzfrequenz des Schwingkreises mit der an der Felge installierten Antenne als Funktion des Werts der physikalischen Größe, die überwacht wird. Die Änderung der Resonanzfrequenz wird durch dem Hochfrequenzgenerator zugeordnete Schaltungen erfasst und kann dann zur Steuerung von Instrumenten und Alarmen an dem Armaturenbrett des Fahrzeugs verwendet werden.

[0016] Die Hauptnachteile des beschriebenen Systems liegen in der geometrischen und mechanischen Auslegung des Systems. Die Spulenantenne, die an der Felge montiert ist, muss elektrisch mit den in dem Reifen eingeschlossenen Sensoren verbunden werden, was die üblichen Probleme bezogen auf die geringe Zuverlässigkeit der Verbindungen ergibt, die in die Teile eingeschlossen werden müssen, die großen Verformungen unterliegen, beispielsweise in die Bauelemente der Reifen.

[0017] Die Untersuchung des oben beschriebenen Standes der Technik zeigt, dass bisher kein einfacher und zuverlässiger Elektrizitätsgenerator zur Verfügung steht, der in der Lage ist, Sensoren von Funktionsparametern des Reifens oder andere Vorrichtungen zu versorgen, und der keine elektrischen Anschlüsse, insbesondere solche mit außerhalb des Reifens festgelegten Instrumenten mit all den zugehörigen Problemen, verwendet.

[0018] Die Anmelderin hat nun festgestellt, dass die Wulstkerne des Reifens, bei denen es sich um Bauelemente handelt, die immer sowohl in Reifen mit Radialkarkasse als auch in denjenigen mit herkömmlicher Karkasse vorhanden sind, vorteilhaft als Kern eines sekundären induktiven Elements verwendet werden können. Insbesondere werden Wulstdrähte gewöhnlich aus Stahldraht oder Stahlband, mit anderen Worten, aus ferromagnetischem Material hergestellt und sind deshalb zur Verwendung als Kern eines sekundären induktiven Elements geeignet. Außerdem kann ihre magnetische Permeabilität, falls erforderlich, durch Zugabe von geeigneten Materialien gesteigert werden, die in der Lage sind, den verketteten Magnetfluss zu erhöhen.

[0019] Die Anmelderin hat auch herausgefunden, einen Magneten oder einen Elektromagneten als primäres induktives Element zu verwenden, der in vorteilhafter Weise an einem Träger befestigt ist, der auf der Nabe des Rads angebracht ist und sich deshalb in einer stationären Position befindet.

[0020] Ferner hat die Anmelderin herausgefunden, dass die Benutzerschaltungen auch in vorteilhafter Weise mit dem sekundären induktiven Element auf einem Bauteil angeordnet werden können, das im Wesentlichen frei von großen Verformungen ist, beispielsweise auf dem verstärkenden Wulstkern des

Wulstes.

[0021] Der Wulstkern ist tatsächlich das am wenigsten verformbare Bauteil des Reifens und ist deshalb für die Verwendung als Basis zum Anbringen elektronischer Vorrichtungen zum Erfassen und Senden von Signalen besonders geeignet, wobei diese Vorrichtungen aufgrund ihrer Steifigkeit, Zerbrechlichkeit und Empfindlichkeit gewöhnlich nicht zum Einschließen in elastomere Komponenten geeignet sind, die großen Verformungen unterworfen werden.

[0022] Bei einem ersten Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen Reifen für Fahrzeugräder mit einer toroidförmigen Karkasse, die mit einem Paar von axial gegenüberliegenden Seitenwänden versehen ist, die in Wulsten zum Befestigen des Reifens auf einer entsprechenden Montagefelge enden, wobei jeder der Wulste mit einem verstärkenden ringförmigen Kern versehen ist, und mit einem Lauflflächenband, das auf der Krone der Karkasse angeordnet ist und sich ohne Unterbrechung axial zwischen den Seitenwänden erstreckt, wobei sich der Reifen dadurch auszeichnet, dass wenigstens einer der ringförmigen Kerne als ein ferromagnetischer Kern verwendet wird und wenigstens eine Windung eines leitenden Drahts um das Querprofil des ringförmigen Kerns zur Bildung eines sekundären induktiven Elements eines Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

[0023] Nach der Erfindung kann das sekundäre induktive Element wenigstens einem primären induktiven Element zur Bildung des Elektrizitätserzeugers zugeordnet werden, wobei das primäre induktive Element und das sekundäre induktive Element bezüglich einander bewegbar sind.

[0024] Vorzugsweise hat der ringförmige Kern eine Schicht eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität. Bei einer alternativen Ausgestaltung hat der ringförmige Kern eine Vielzahl von Blöcken aus Material mit hoher magnetischer Permeabilität.

[0025] Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform besteht der ringförmige Kern aus Stahl und hat eine Grundmasse vom elastomeren oder plastomeren Typ, entweder thermoplastisch oder wärmehärtend, und ein weiches ferromagnetisches Material in Pulverform enthaltend.

[0026] Vorzugsweise hat der Reifen elektronische Schaltungen, die von dem sekundären induktiven Element gespeist werden.

[0027] Besonders bevorzugt haben die elektronischen Schaltungen Einrichtungen zum Fühlen bestimmter Parameter des Reifens. Insbesondere sind die elektronischen Schaltungen an dem ringförmigen Kern befestigt.

[0028] Vorzugsweise weisen die Fühleinrichtungen wenigstens einen Temperatursensor und/oder wenigstens einen Drucksensor und/oder ein Paar von Dehnungsmessern auf, die in zwei orthogonalen Richtungen angeordnet sind und Verformungen des ringförmigen Kerns erfassen.

[0029] Insbesondere haben die elektronischen Schaltungen Datenübertragungseinrichtungen, die in

der Lage sind, die Parameter des Reifens zu übertragen.

[0030] Bei einem weiteren anderen Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein System zum Abfühlen und Übermitteln von Parametern des physikalischen Zustands eines Reifens für Fahrzeugräder, der auf einer entsprechenden Montagefelge montiert ist, wobei zu dem System ein Reifen mit einer toroidförmigen Karkasse, die mit axial gegenüberliegenden Seitenwänden versehen ist, die in Wulsten zum Befestigen des Reifens an der Felge enden, wobei jeder der Wulste mit einem verstärkenden ringförmigen Kern versehen ist, und mit einem Lauflflächenband, das auf der Krone der Karkasse angeordnet ist und sich ohne Unterbrechung axial zwischen den Seitenwänden erstreckt, und eine Vorrichtung zum Abfühlen der Parameter des physikalischen Zustands eines Reifens sowie ein Elektrizitätserzeuger für die Versorgung der Fühlvorrichtung gehören und sich das System dadurch auszeichnet, dass wenigstens einer der ringförmigen Kerne als ein ferromagnetischer Kern verwendet wird und wenigstens eine Windung eines leitenden Drahts um das Querprofil des ringförmigen Kerns zur Bildung eines sekundären induktiven Elements des Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

[0031] Vorzugsweise kann das sekundäre induktive Element wenigstens einem primären induktiven Element zur Bildung des Elektrizitätserzeugers zugeordnet werden, wobei das primäre induktive Element und das sekundäre induktive Element bezüglich einander bewegbar sind.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung hat das primäre induktive Element wenigstens einen Permanentmagneten. Bei einer alternativen Form hat das primäre induktive Element wenigstens einen Elektromagneten und wenigstens eine zweite Windung eines elektrisch leitenden Drahts, der um das Querprofil des wenigstens einen Elektromagneten zur Bildung wenigstens einer Primärwicklung des Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

[0033] Insbesondere wird der Elektromagnet mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom oder mit Gleichstrom und mit Wechselstrom gespeist.

[0034] Bei einem weiteren unterschiedlichen Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung eines Reifens, welches die folgenden Schritte aufweist:

- Herstellen der Halbfertigprodukte, die für den Aufbau des Reifens erforderlich sind, auf den Vorbereitungsmaschinen, wobei der Reifen ein Paar von ferromagnetischen ringförmigen Elemente zum Festlegen des Reifens auf einer entsprechenden Montagefelge aufweist,
- Ausbilden einer ersten Sekundärwicklung eines Elektrizitätserzeugers durch Anordnen auf wenigstens einem ringförmigen Kern des Paares, das das ringförmige Wickelement genannt wird, wenigstens einer ersten Windung eines elektrisch leitenden Drahtes, der um das Querprofil des ring-

förmigen Wickelkerns gewickelt wird, und
 – Montieren der Halbfertigprodukte auf Reifenaufbaumaschinen zur Bildung einer Rohkarkasse für den Reifen mit wenigstens einem ringförmigen Wickelkern.

[0035] Vorzugsweise weist der Schritt zur Ausbildung der ersten Sekundärwicklung den Schritt auf, von dem Leistungserzeuger gespeiste Einrichtungen zum Abfühlen bestimmter physikalischer Parameter des Reifens an dem ringförmigen Wickelkern festzulegen.

[0036] Insbesondere wird der Schritt des Anordnens einer Schicht eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität am Umfang des wenigstens einen ringförmigen Kerns, während er die eine Windung nicht aufweist, vor dem Schritt der Ausbildung einer ersten Sekundärwicklung ausgeführt.

[0037] Bei einem anderen unterschiedlichen Aspekt bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Erzeugung eines elektrischen Stroms in einem Reifen zur Speisung wenigstens einer elektronischen Vorrichtung mit der Maßgabe des Induzierens eines variablen Magnetfelds in einer Wicklung, die von wenigstens einer Windung gebildet wird, die um einen Wulstkern gewickelt ist, der zu dem Reifen gehört.

[0038] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend lediglich beispielsweise und ohne Beschränkung unter Bezugnahme auf einige bevorzugte Ausführungsformen beschrieben, wie sie beispielsweise in den beiliegenden Figuren gezeigt sind, in denen

[0039] **Fig. 1** eine perspektivische Teilansicht eines Reifens ist, der auf der Radfelge eines Kraftfahrzeugs montiert ist und der den Stromerzeuger nach der vorliegenden Erfindung aufweist,

[0040] **Fig. 2** eine Teilansicht der in dem Wulst eines Reifens einzulegenden Anordnung ist,

[0041] **Fig. 3** auf der Ebene senkrecht zur Drehachse eine Teilansicht eines Beispiels eines Stromerzeugers nach der Erfindung ist (in einer Version mit zwei Magneten und zwei Windungen auf dem Wulstdraht),

[0042] **Fig. 4** eine Schaltanordnung, teilweise als Schaltplan und teilweise als Blockschaltbild, des versorgenden Stromerzeugers und von Vorrichtungen zum Erfassen von Reifenparametern und zum Übertragen der erhaltenen Messungen ist,

[0043] **Fig. 5** ein Beispiel einer möglichen mechanischen Ausgestaltung des gesamten elektronischen Systems zeigt, das auf einer einzigen flexiblen Leiterplatte angebracht ist, und

[0044] **Fig. 6** in der gleichen Ansicht wie **Fig. 3** ein Beispiel der Ausgestaltung des Generators in der Version zeigt, die mit Permanentmagneten versehen und deshalb in der Lage ist, nur dann zu wirken, wenn sich das Rad in Bewegung befindet.

[0045] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, hat ein Reifen **20** eine Karkasse mit Toroidform und einem zentralen Kronenabschnitt **21**, von dessen Rändern zwei axial gegenüberliegende Seitenwände **24** sich radial nach

innen erstrecken und in ringförmigen Bereichen hoher Steifigkeit **28** enden, die gewöhnlich als Wulste bekannt sind, von denen jeder mit wenigstens einem nicht dehnbaren, ringförmigen Verstärkungskern **22** verstärkt ist, der gewöhnlich als Wulstkern bezeichnet wird.

[0046] Der Tragaufbau der Karkasse hat wenigstens eine Verstärkungslage **23**, von deren gegenüberliegenden seitlichen Laschen jede von einem entsprechenden Wulstkern **22** beispielsweise dadurch festgelegt wird, dass sie von der Innenseite nach außen um den Wulstkern herumgelegt wird. An dem äußeren Umfangsrand jedes Wulstkerns ist gewöhnlich ein ringförmiger elastomerer Füller **26** mit im Wesentlichen dreieckigem Querschnitt aufgebracht, der üblicherweise "Wulstfüller" genannt wird und den Raum einnimmt, der zwischen der Verstärkungslage und der entsprechend umgelegten seitlichen Lasche gebildet wird.

[0047] Wie bereits erwähnt, bilden die axial gegenüberliegenden Bereiche des Reifens, die die Wulstkerne **22** und ihre Wulstfüller **26** aufweisen, das, was als Wulste bekannt ist, von denen jeder als Ganzes mit der Zahl **28** bezeichnet ist und die zur Festlegung des Reifens **20** auf der entsprechenden Montagefelge **16** eines Fahrzeugrads vorgesehen sind.

[0048] Ein Gurtaufbau **25** mit zwei oder mehr Streifen eines gummierten Gewebes, das aus textilen oder metallischen Korden hergestellt ist, die in eine Bahn einer Mischung eingeschlossen sind, kann dem Karkassenaufbau coaxial zugeordnet werden.

[0049] An dem Kronenabschnitt der Karkasse oder, falls vorhanden, an dem Gurtaufbau **25** ist ein Lauflflächenband **27** aufgebracht, das sich axial durchgehend zwischen den Seitenwänden erstreckt und mittels dem der Reifen **20** Kontakt mit dem Boden hat. Das Lauflflächenband **27** hat eine Vielzahl von Vertiefungen und Nuten, die eine entsprechende Vielzahl von Streifen und/oder Blöcken begrenzen, wobei das Ganze ein Lauflflächenmuster bildet.

[0050] Der oben beschriebene Reifenaufbau ist seit einiger Zeit den Fachleuten bekannt, so dass es nicht erforderlich ist, weitere Einzelheiten anzufügen. Bekannt ist auch, dass dieser Aufbau viele andere Bauelemente aufweisen kann, wie Wulstverstärkungsränder, Füllstreifen unter den Rändern des Gurts, wasserdichte Auskleidungen an der Karkassenlage in einer radial inneren Position und andere entsprechend dem spezifischen infrage stehenden Reifentyp.

[0051] Gemäß **Fig. 2** hat ein elektrischer Stromerzeuger nach der Erfindung ein sekundäres induktives Element, welches den Wulstkern **22** als ferromagnetischen Kern aufweist, und wenigstens eine Wicklung **30** eines leitenden Drahts mit wenigstens einer um den Kern gelegten Windung zur Bildung des sekundären induktiven Elements. Dieses sekundäre induktive Element (in **Fig. 2** in der Version mit nur einer Windung auf dem Wulstkern gezeigt) bildet den sich bewegend (rotierenden) Teil des Stromerzeugers

nach der Erfindung.

[0052] In Betrieb ist das sekundäre induktive Element mit einem Magnetfeld **34** verkettet, das von einem primären induktiven Element erzeugt wird, das wenigstens einen Magneten, vorzugsweise einen Elektromagneten **36** aufweist, der mit einem Kern **38** versehen ist, der von einer Erregerwicklung **39** abgedeckt ist. Der Elektromagnet **36** ist an einem Träger **12** befestigt, der auf der Nabe des Rades sitzt und den stationären Teil des Stromerzeugers nach der Erfindung bildet.

[0053] Der Wulstdraht **22** besteht insgesamt aus der Wicklung eines Drahts oder einer Gruppe von Drähten angrenzend aneinander oder alternativ eines Stahlbandes **19**, das wendelförmig in einer bestimmten Anzahl von radial aufeinander gelegten Lagen gewickelt ist. Das Material des Drahts oder des Bandes **19** hat normalerweise gute mechanische Eigenschaften und vorzugsweise eine Bruchlast von wenigstens 500 MPa (Megapascal) und eine Bruchdehnung von wenigstens 3%.

[0054] Um die magnetischen Eigenschaften des Materials zu steigern, hat die Wicklung vorzugsweise in einer radial inneren und/oder äußeren Position eine Lage aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität, vorzugsweise mit nicht weniger als 5000 Gs/Oe (Gauß/Oersted), beispielsweise eine amorphe Metalllegierung.

[0055] Alternativ kann die Lage aus Material mit hoher magnetischer Permeabilität vorteilhafterweise in eine Anzahl von Teilen unterteilt sein, beispielsweise wenn es eine Bruchdehnung von weniger als 3% hat, und insbesondere, wenn seine Duktilität nicht ausreicht, um den möglichen Verformungen des Wulstkerns zu widerstehen, insbesondere zum Zeitpunkt der Montage der Decke auf der Felge.

[0056] Gemäß einer weiteren Alternative besteht der Wulstkern **22** aus einer Wicklung aus Fasern oder Garn oder Korden, die wenigstens Zugfestigkeit haben, vorzugsweise aus Textilkorden mit einem Modul gleich oder größer als 50 GPa (Gigapascal) und einer Bruchdehnung gleich oder größer als 500 MPa, beispielsweise solchen aus Kevlar® (eingetragene Marke von DuPont), eingeschlossen in eine Grundmasse, die vorzugsweise auf einem elastomeren Material basiert, und ferromagnetisches Material in Form von Pulver oder Feinfasern oder kombiniert mit einer Schicht eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität, wie oben angegeben, enthalten.

[0057] Vorzugsweise ist nur einer der Wulstkerne **22** des Reifens **20**, der hier als "Umwicklungswulstkern" bezeichnet wird, so präpariert, dass er das sekundäre induktive Element bildet, und besonders bevorzugt wird der Reifen **20** auf der Montagefelge **16** so montiert, dass sich der mit dem Wulstkern **22** versehene Wulst **28** auf der axial inneren Seite, mit anderen Worten, auf der Fahrzeugseite, befindet.

[0058] Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** kann die Spannung, die periodisch an den Klemmen der Wicklung **30** entwickelt wird, zum Versorgen elektroni-

scher Schaltungen und von Sensoren für den Zustand und/oder die Funktion des Reifens verwendet werden. Erfindungsgemäß wird diese Spannung vorzugsweise an eine Vorrichtung **44** für die elektronische Datenerfassung und -überführung angelegt, die Mikroschaltungen aufweist, die mit den Sensoren für die Reifenzustände verbunden sind, beispielsweise Dehnungsmessern, die Verformungen an dem Reifenkern erfassen, oder Temperatur- und/oder Drucksensoren. **Fig. 2** zeigt beispielsweise zwei Dehnungsmesser **46**, **48**, die auch als "Dehnungsmesswandler" bezeichnet werden und die in zwei Richtungen senkrecht zueinander angeordnet sind, um eine herkömmliche, Temperatur-kompensierte Brückeneinrichtung zu bilden. Dieses Paar von Dehnungsmessern bildet einen Sensor für die Längsverformung des Wulstkerns, aus der die Einwirkungen der Temperaturänderung beseitigt worden sind. **Fig. 2** zeigt keine Temperatursensoren, da sie zweckmäßigerweise in die elektronische Vorrichtung **44** integriert sind.

[0059] Was das primäre induktive Element angeht, so wird die Wicklung **39** des Elektromagneten **36** vorzugsweise mit Wechselstrom gespeist, damit die Wicklung **30** einen Speisestrom erzeugen kann, sowohl wenn das Rad **18** stillsteht als auch wenn sich das Rad in Bewegung befindet. Die Leistungszufuhrfrequenz wird vorzugsweise so gewählt, dass es einem wirksam induzierten Signal in der Wicklung **30** möglich ist, die elektronische Vorrichtung **44** zu versorgen.

[0060] Die Leistungszufuhrfrequenz kann beispielsweise im Bereich von 3 kHz bis 30 kHz liegen und liegt vorzugsweise in der Größenordnung von 10 kHz. Die zugeführte Leistung liegt in der Größenordnung von wenigen Watt (etwa 3 W) und kann zum Speisen von Schaltungen mit einem Verbrauch in der Größenordnung von etwa 10 mW eingesetzt werden.

[0061] Die Wicklung **39** wird mittels eines Gleich-Wechselstromrichters erregt, der von dem elektrischen System des Fahrzeugs versorgt wird und das in den Figuren nicht gezeigt ist, da es für die Zwecke der Erfindung nicht relevant ist.

[0062] **Fig. 2** zeigt ein erstes bevorzugtes Beispiel einer Ausführungsform der Erfindung. Bei diesem Beispiel besteht der Wulstkern **22** aus einem Stahlband **19** mit einer Bruchlast von mehr als 1700 MPa und einem Querschnitt von $6 \times 0,7$ mm, das wendelförmig auf sich selbst zur Bildung von fünf radial aufeinander liegenden Lagen gewickelt ist.

[0063] In einer radial inneren Position von diesem Wulstkern **22** aus ist längs der gesamten Umfangsabwicklung des Wulstkerns eine Lage **29** gewickelt, die so breit wie das Band **19** ist, eine Dicke von 1,5 mm hat und aus **30** Windungen einer amorphen Metalllegierung Fe₈₁B₁₄Si₃C₂ (metallisches Glas) mit einer Dicke von 50 µm zur Bildung eines Wulstdrahtes mit den Eigenschaften einer hohen magnetischen Permeabilität besteht.

[0064] Um den Wulstkern (**Fig. 3**) sind zwei Wick-

lungen **30a** und **30b** angeordnet. Jede der Wicklungen wird vorzugsweise von einer Wicklung eines lackierten Kupferdrahts mit einem Durchmesser von 0,2 mm gebildet, der um das Querprofil des Wulstkerns **22** gelegt ist, wobei benachbarte Windungen mit einer linearen Dichte von zwei Windungen/mm angeordnet sind. Den Wicklungen **30a** und **30b** wiederum sind während einer Umdrehung des Rades zwei Elektromagneten **36a** und **36b** zugewandt, die an dem stationären Teil der Radnabe angebracht und mit 180° zueinander angeordnet sind.

[0065] Jeder der ein Stück mit der Nabe bildenden Elektromagneten **36a** und **36b** bestehen aus einem Kern **38** aus im Wesentlichen C-förmigem ferromagnetischem Material, wobei die Öffnungen dem Wulstkern **22** zugewandt ist, und ist jeweils mit einer Wicklung **39a** bzw. **39b** versehen, die aus lackiertem Kupferdraht mit einem Durchmesser von 0,2 mm besteht, durch den ein Wechselstrom hindurchgeht, so dass er als ein primäres induktives Element eines Generators wirkt, der bezüglich der Wicklungen **30a** und **30b** auf dem Wulstkern dreht, die als sekundäre induktive Elemente des Generators wirken, wodurch eine Versorgung der elektronischen Vorrichtung **44** erreicht wird, die den Zustand des Reifens überwacht, sowohl wenn die Räder stillstehen als auch wenn die Räder in Bewegung sind.

[0066] Diese Ausführungsform mit den Elektromagneten **36a** und **36b**, die mit Wechselstrom gespeist werden, vorzugsweise mit einer Frequenz von 10 kHz, erzeugt in dem sekundären induktiven Element eine besonders wirksame, fortdauernde und gleichförmige Leistung, die dazu verwendet werden kann, die elektronische Vorrichtung **44** zum Erfassen und Überführen von Daten zu versorgen. Wenn die Umfangsentfernung zwischen den Wicklungen **30a** und **30b** klein ist, wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, ist die zusammen erzeugte Spannung so gut wie konstant. Wenn die Entfernung ausreichend groß ist, gibt es zwei kurze Unterbrechungen in der Einspeisung bei jeder Umdrehung, wodurch es möglich ist, ein Präzisionsstachometer in die elektronische Vorrichtung **44** einzuschließen.

[0067] Die Impedanz jeder Wicklung beträgt annähernd die Hälfte von der einer einzigen Windung, wie vorher beschrieben, dies wird jedoch von einer stärkeren baulichen Komplexität begleitet. Die Wahl zwischen den beiden Lösungen hängt vorzugsweise von den elektrischen Eigenschaften der Schaltungen der elektronischen Vorrichtung **44** ab.

[0068] Vorzugsweise liegt die Anzahl der Wicklungen **30** auf dem Wulstkern **22** im Bereich von 1 bis 8 und der Bruchteil des Umfangs des Wulstkerns, der von der Windung oder den Windungen abgedeckt wird, liegt im Bereich von 1/10 bis 10/10. Die Gesamtzahl der Windungen aller Wicklungen liegt vorzugsweise im Bereich von 500 bis 5000.

[0069] Die Anzahl der Magnete des primären induktiven Elements liegt ebenfalls vorzugsweise im Bereich von eins bis acht. Die Gesamtausgestaltung

des Systems (die Anzahl und Länge der Wicklungen) hängt von den Erfordernissen der Benutzerschaltungen ab, insbesondere davon, ob eine ununterbrochene Leistungszufuhr erforderlich ist oder ob ein Betrieb für nur einen Bruchteil des Zeitraums der Radumdrehung möglich ist. Die einfachste Auslegung ist diejenige, die aus einer Einzelwindung über dem ganzen Wulstkern mit einem einzigen primären Elektromagneten **36** besteht, der vorzugsweise ein Stück mit der Nabe des Rades bildet, was ein Folgen der Bewegungen, die auf den Reifen durch die Steuerung und die Aufhängung übertragen werden, ermöglicht, während die vorzugsweise im Bereich von 1 mm bis 10 mm liegende Entfernung zwischen dem primären Elektromagneten **36** und der angrenzenden Oberfläche der Felge **16** im Wesentlichen unverändert gehalten wird.

[0070] Die Lösung mit der einzigen Wicklung wird in Fällen bevorzugt, in denen die ziemlich hohe Impedanz einer solchen Schaltung den Betrieb des Systems nicht nachteilig beeinflusst.

[0071] Bei einer anderen alternativen Ausgestaltung wird eine einzige sekundäre Wicklung **30** von zwei oder mehr primären Elektromagneten **36** erregt. Diese Lösung ist dann vorteilhaft, wenn aus auf die Ausgestaltung der Aufhängung des Fahrzeugs bezogenen Gründen es bevorzugt wird, eine Vielzahl von Magneten geringer Leistung anstelle eines einzigen stärkeren und größeren Magneten zu installieren.

[0072] Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die Magnete Elektromagnete **36**, die mit Gleichstrom gespeist werden, oder Permanentmagnete (**66a** bis **66f** in **Fig. 6**).

[0073] Auf diese Weise wird die elektronische Vorrichtung **44** nur dann gespeist, wenn sich das Rad in Bewegung befindet. Dies hat jedoch den Vorteil, dass eine zusätzliche Anzeige vorliegt, die die Drehzahl des Rades bestimmen kann.

[0074] In **Fig. 6** ist ein Beispiel einer Ausgestaltung gezeigt, die nur mit dem in Bewegung befindlichen Rad arbeiten soll und Permanentmagneten **66a** bis **66f** aufweist, die vorzugsweise aus einer Sinterlegierung von Samarium und Kobalt oder von Eisen, Neodym und Bor besteht.

[0075] Bei dem gezeigten Beispiel trägt der Wulstkern **22** eine Anzahl von Wicklungen, die gleich drei ist, mit anderen Worten **30a**, **30b** und **30c**, die in Reihe geschaltet sind, wobei die Länge einer jeden kleiner als 1/6 des Umfangs ist. Die Wicklungen können aus einem einzigen, mit Lack überzogenen Kupferdraht mit einem Durchmesser in der Größenordnung von 0,2 mm und einer Anzahl von Windungen in der Größenordnung von 3000 bestehen.

[0076] Die gemäß diesem Beispiel aufgebaute Schaltung ist deshalb besonders einfach, da sie, obwohl das System mit drei sekundären Wicklungen versehen ist, nur eine Gleichrichterbrücke **50a** mit den entsprechenden Kondensatoren erfordert. Das primäre induktive Element besteht aus sechs C-förmigen Permanentmagneten **66a**, **66b**, **66c**, **66d**, **66e**,

66f, die nebeneinander so angeordnet sind, dass die Nord- und Südpolerstreckungen abwechseln, und die auf dem Träger **12** festgelegt sind, der ein Stück mit der Nabe des Rades **18** bildet. Da die Anordnung von drei in Reihe geschalteten sekundären Wicklungen äquivalent zu einer von einer einzigen Wicklung gebildeten Schaltung ist, ist die an dem Wulstkern bei diesem Beispiel angebrachte gedruckte Schaltung äquivalent zu der, wie sie nachstehend unter Bezug auf **Fig. 5** beschrieben wird.

[0077] Alternativ können die Permanentmagneten durch Elektromagneten ausgetauscht werden, die Wicklungen aufweisen, die mit Gleichstrom aus dem elektrischen System des Fahrzeugs gespeist werden.

[0078] Die bevorzugte Ausgestaltung für diese alternative Bauweise eines Generators besteht darin, dass der Umfang des Wulstkerns in 2 N gleiche Bögen unterteilt werden, wobei jeder der N-Bögen, beispielsweise die ungeradzahlgigen, eine Wicklung haben, die auf ihnen ausgebildet und in Reihe geschaltet ist. Zu erwähnen ist, dass jeder der N-Bögen nicht notwendigerweise vollständig von der Wicklung bedeckt ist. Tatsächlich ist es vorteilhaft, die Windungen auf einen Bruchteil der Länge eines jeden der Bögen zu konzentrieren. Das bevorzugte Verfahren, um dies zu erreichen, besteht darin, Wicklungen aus einem einzigen mit Lack überzogenen Kupferdraht so auszubilden, dass die Reihenschaltung ohne die Notwendigkeit geschaffen wird, Verbindungen, Lötungen oder Steckverbindungen zu verwenden. Alternativ können einer oder mehrere der Drähte, die zur Bildung der sekundären Wicklungen verwendet werden, mit anderen geeigneten Materialien zum Einsatz kommen, die einen adäquaten Querschnitt haben. Beispielsweise können Aluminiumdrähte oder leitende Polymere verwendet werden.

[0079] Um die verfügbare Leistung zu steigern, ist es auch möglich, auf dem Wulstkern eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Wicklungen, wie oben beschrieben, auszubilden, wobei jede Wicklung ihre eigene Gleichrichtung und Steuerschaltung hat. 2 N C-förmige Permanentmagnete, die beispielsweise aus einer Legierung aus Samarium-Kobalt oder aus Eisen-Neodym-Bor bestehen, die gesintert ist oder in Form eines Pulvers vorliegt, das in eine organische oder keramische Grundmasse eingeschlossen ist, und die in der Folge Nord-Süd, Süd-Nord, Nord-Süd, usw. angeordnet sind und so eine Abwechselung der Süd- und Nord-Magnetpole bilden, sind auf dem kreisförmigen Träger angebracht, der ein Stück mit der Nabe bildet. Alternativ können alle diesen Magneten durch einen einzigen Ringmagneten ausgetauscht werden, bei dem sich die N-Nordpolerstreckungen und die N-Südpolerstreckungen abwechseln. Erforderlichenfalls kann das System eine Anzahl von Paaren von Polen haben, die kleiner als N ist, wobei nur eine partielle Abdeckung des Umfangs erreicht wird. Eine solche Ausgestaltung, die deutlich leichter als die massive Ausgestaltung ist, ist in der

Lage, eine geringere elektrische Leistung als letztere zuzuführen, jedoch ohne nachteilige Effekte auf die Kontinuität der Leistungserzeugung während der Radumdrehung, im Gegensatz zu dem, was eintreten würde, wenn die Anzahl der Wicklungen der Sekundärseite ebenfalls kleiner als die erforderlichen wären, um den ganzen Umfang in Funktion zu bringen.

[0080] Zu erwähnen ist, dass das in **Fig. 6** gezeigte Beispiel lediglich zur Führung vorgesehen ist, wenn ein einfaches und leicht zu lesendes Diagramm benötigt wird. In Wirklichkeit wird bei den vorgegebenen Größen der Felgen und dem Raum, in dem die Magnete angeordnet werden können, die Verwendung einer Anzahl 2 N von Permanentmagneten **66** bevorzugt, die im Bereich von 20 bis 60 liegt, in Kombination mit N-Wicklungen, insbesondere um die Funktionsfrequenz des Systems bei niedrigen Drehzahlen des Rades so zu erhöhen, dass der induzierte Fluss gesteigert und die Kapazität und demzufolge die Größe der eingesetzten Kondensatoren verringert wird.

[0081] Bei einer weiteren alternativen Ausführungsform sind die Magnete Elektromagnete, von denen einer oder mehrere mit einer Kombination von Wechselstrom auf einen Gleichstrom überlagert gespeist werden kann/können, wodurch man einen Strom mit zwei harmonischen Komponenten erhält, einen mit der Frequenz des Wechselstroms der Primärseite (die Referenzfrequenz) und den anderen mit einer Frequenz gleich dem n-fachen des Kehrwerts der Radumdrehungsperiode. Dies macht es den in der Abdeckung vorhandenen Schaltungen möglich, zwischen dem Stadium zu unterscheiden, bei dem das Rad stationär ist, und dem Stadium, bei dem das Rad in Bewegung ist, und extrem genau die Drehzahl des Rades dadurch zu bestimmen, dass sie von dem Verhältnis zwischen den beiden Frequenzen abgeleitet wird, ohne dass die Notwendigkeit besteht, eine Referenzfrequenz zu benutzen, wie sie beispielsweise von einem Quarzoszillator vorgegeben wird, der nötig wäre, wenn man das gleiche Ergebnis von Permanentmagneten oder von mit Gleichstrom gespeisten Elektromagneten verlangen würde.

[0082] **Fig. 4** zeigt eine bevorzugten Ausgestaltung einer elektronischen Vorrichtung **44** zum Erfassen und Übertragen von Daten nach der Erfindung, die vorteilhafterweise von dem Stromerzeuger nach der Erfindung gespeist wird.

[0083] Der Anteil der Figur, der von der gestrichelten Linie eingeschlossen ist, entspricht einer herkömmlichen hochintegrierten elektronischen Schaltung **44**, die in **Fig. 5** gezeigt ist.

[0084] Die Vorrichtung ist elektrisch mit den Wicklungen **30a**, **30b**,..., **30n**, die auf dem Wulstkern **22** vorhanden sind, verbunden und induktiv mit den Wicklungen **39a**, **39b**,..., **39n** gekoppelt, die auf dem ferromagnetischen Kern **38a**, **38b**,..., **38n** der Elektromagneten **36a**, **36b**,..., **36n** vorhanden sind.

[0085] Diese Wicklungen **30a** bis **30n** sind jeweils mit Gleichrichterbrücken **50a**, **50b**,..., **50n** verbunden

(durch entsprechenden Kondensatoren **58a**, **58b**,..., **58n**), deren Kapazität derart bemessen ist, dass die Resonanzfrequenz des Schwingkreises auf die der Speisung der Elektromagneten **36a**, **36b**,..., **36n** abgestimmt ist, die (wenn nötig über einen in der Figur nicht gezeigten Widerstand) für einen ersten Filterkondensator **52**, eine Spannungsstabilisierungsschaltung **54** und vorzugsweise auch einen zweiten Filterkondensator **56** sorgen, so dass eine fortdauernde Einspeisungsspannung an den Leistungseinspeisungsklemmen erzeugt wird, die mit OV und V_S bezeichnet sind. Diese ununterbrochene Speisungsspannung wird zur Versorgung der übrigen Schaltungen der elektronischen Vorrichtung **44** verwendet.

[0086] Die elektronische Vorrichtung **44** hat zusätzlich zu den Gleichrichterbrücken **50** und der Stabilisierungsschaltung **54** einen Analog/Digital-(A/D-)Wandler **60**, der die von den Sensoren **46** und **48** zugeführten Analogsignale in digitale Daten umwandelt, die zu einem Mikroprozessor **62** für die Verarbeitung der erfassten Daten und für die Steuerung des Sendeprotokolls zu bringen sind, sowie einen Radiosender **63**, der eine Sendeantenne **67** betreibt und die Botschaften zu Rechnern oder Geräten mit beispielsweise auf dem Armaturenbrett des Fahrzeugs montierten Anzeigevorrichtungen oder zu anderen Ausrüstungen sendet.

[0087] Die Schaltung in **Fig. 4** hat auch die vorher erwähnten Dehnungsmesser **46** und **48**, die mittels einer Wheatstone-Brücke verbunden sind.

[0088] Vorzugsweise sind die elektronische Vorrichtung **44**, die Sensoren **46** und **48**, die Kondensatoren **52**, **56** und **58** und die Sendeantenne **67** auf einer Leiterplatte angebracht, die aus einem geeigneten Isoliermaterial besteht, wie es beispielsweise unter den Marken Makroton®, Teflon® oder Kapton® bekannt ist.

[0089] Die Sendeantenne **67** kann vorteilhafterweise von einer geeigneten Leiterbahn auf der Leiterplatte gebildet werden.

[0090] Vorzugsweise wird diese gedruckte Schaltung haftend oder auf andere Weise mit dem Wulstkern **22** fest verbunden, vorzugsweise auf seiner radial äußeren Fläche, bevor der Füller **26** dem Wulstkern zugegeben wird.

[0091] Eine mögliche physikalische Ausgestaltung der Leiterplatte ist in **Fig. 5** für den Fall einer einzigen sekundären Wicklung um den Wulstkern herum gezeigt.

[0092] Es ist wichtig, anzumerken, dass innerhalb des Rahmens der vorliegenden Erfindung es möglich ist, für die Datenübertragung ohne galvanischen Kontakt viele andere Lösungen zu verwenden, die auf dem Gebiet der Datenübertragung an sich bekannt sind.

[0093] Beispielsweise ist es als Alternative für den Radiosender **64** der herkömmlichen Direktsequenz-Spreizspektrumsbauweise (DSSS) möglich, Untersysteme zu verwenden, die den Strom von digitalen Daten durch die gleiche magnetische Koppe-

lung übertragen, die für die Leistungsübertragung zwischen dem primären Magneten und der sekundären Wicklung verwendet wird.

[0094] Die Übertragung kann beispielsweise durch Modulieren der Impedanz der sekundären Wicklung oder durch Senden eines Wechselstromsignals mit einer Frequenz ausgeführt werden, die sich von der des primären Elektromagneten unterscheidet, so dass die codierten Signale der Parameter des Reifens **20** zu einem geeigneten Empfänger übertragen werden, der mit einer Anzeigeeinheit verbunden ist, die auf dem Armaturenbrett des Kraftfahrzeugs angebracht ist.

[0095] Die in **Fig. 4** gezeigte Auslegung der Datenerfass- und -übertragungsvorrichtung ist nur eine bevorzugte Schaltung von möglichen, die für diesen Zweck gebaut werden können. Mit Kenntnis der Erfindung findet es der Fachmann nicht schwierig, alternative Schaltungen herzustellen, die den Erfordernissen bestens genügen.

[0096] Herkömmlicherweise umfasst der Reifenfertigungsprozess, oder genauer der Prozess des Zusammenfügens der Halbfertigprodukte, zwei aufeinander folgende Stadien, die nur kurz erwähnt werden, da sie bereits bekannt sind. Bezug wird beispielsweise auf das europäische Patent EP 433 974 genommen.

[0097] In dem ersten Stadium wird die Karkasse in der Form einer zylindrischen Hülse ohne Gurte und Laufflächenband hergestellt, indem eine Karkasselage auf einer geeigneten Bautrommel herumgelegt wird, die vorzugsweise starr und kollabierbar gebaut ist. Herkömmlicherweise werden die verstärkenden Wulstkerne **22** gesondert hergestellt und vorzugsweise im Voraus mit dem entsprechenden Füller **26** kombiniert. Dann wird ein Paar dieser Wulstkerne **22** an der Karkasse befestigt, indem die Ränder der Lage an den Wulstkernen **22** festgelegt werden, wonach die Seitenwände **24** des Reifens **20** ebenfalls auf der Hülse angebracht werden. In dem zweiten Stadium wird die Hülse zu einem Toroid auf einer geeigneten expandierbaren Formtrommel geformt, und auf seine Krone werden der Gurttaufbau **25** und das Laufflächenband **27** aufgebracht, die vorzugsweise getrennt auf einer speziellen zusätzlichen Bautrommel vormontiert wurden. Alle Halbfertigprodukte, die zur Herstellung der Rohkarkasse erforderlich sind, werden der Reifenmontagemaschine durch zugehörige Zufuhrvorrichtungen zugeführt.

[0098] Diese beiden Stadien können auf der gleichen Reifenmontagemaschine oder auf zwei gesonderten Maschinen, eine für das erste Stadium und eine für das zweite Stadium, ausgeführt werden, wobei für die Zwecke der vorliegenden Erfindung zwei gesonderte Maschinen so behandelt werden, als würden sie eine einzige Reifenmontagemaschine bilden.

[0099] Für die Zwecke des Produktionsprozesses eines Reifens **20** fordert die Bereitstellung eines Wulstkerns **22** nach der vorliegenden Erfindung kei-

ne beträchtlichen Modifizierungen der verschiedenen, vorstehend kurz beschriebenen Produktionsstadien. Insbesondere ist es möglich, nur das Produktionsstadium des Wulstkerns **22** zu modifizieren, während der Produktionszyklus der Montage der verschiedenen Halbfertigprodukte unverändert bleibt.

[0100] Bei einem ersten Beispiel werden zur Herstellung eines Wulstkerns der anhand von **Fig. 3** und **5** beschriebenen Bauweise, wenn der Wulstkern **22** auf herkömmliche Weise produziert wird, zwei Solenoide **30a** und **30b** aus einem lackierten Kupferdraht mit 0,2 mm Durchmesser auf einem Abschnitt des Wulstdrahts um sein Querprofil herumgelegt.

[0101] Jeder Solenoid deckt mit benachbarten Windungen, die eine lineare Dichte von 2 Windungen/mm haben, eine unterschiedliche Hälfte des Umfangs des Wulstkerns **22** ab. Die so gebildeten Solenoide **30a** und **30b** werden zusammen in Reihe geschaltet. Die Klemmen der Reihenwicklung werden mit der elektronischen Vorrichtung **44** für die Speisung mit deren Leistung verbunden.

[0102] Die Leiterplatte, welche die Sendeantenne **67**, die elektronische Vorrichtung **44**, die Sensoren **46** und **49** und die Kondensatoren **62**, **56** und **58** aufweist, wird an dem Wulstdraht **22**, beispielsweise mit Klebstoff, befestigt.

[0103] Wenn die Ausbildung der Wicklungen und das Aufbringen auf die Leiterplatte in herkömmlicher Weise abgeschlossen sind, wird der Wulstfüller **26** an dem Wulstkern **22** befestigt.

[0104] Bei einem anderen Herstellungsbeispiel besteht der Wulstkern **22** aus einer Wicklung mit 5 Windungen eines Stahlbandes **19**, das eine Bruchlast von mehr als 1700 MPa und einen Querschnitt von $6 \times 0,7$ mm hat. Bevor die Leiterdrahtwicklungen **30a** und **30b** aufgebracht werden, werden als Nächstes **30** Windungen eines Fe81B145Si3C2-Legierungsbandes (metallisches Glas) mit einer Querschnittsabmessung von 50 μ m, was eine Gesamtgröße von 1,5 mm ergibt, längs der ganzen Umfangsabwicklung des Wulstkerns in einer radial äußeren oder inneren Position zur Bildung einer Lage **29** aus einem Material mit hoher magnetischer Permeabilität auf dem Wulstkern **22** angeordnet.

[0105] Diese letztere Alternative wird auf jeden Fall dann bevorzugt, wenn der Wulstkern **22** von Wicklungen aus Fasern und Garnen mit geringer magnetischer Permeabilität hergestellt ist, beispielsweise solchen aus Kevlar®.

[0106] Alternativ kann anstelle der Windungen des Bandes aus der amorphen Legierung zur Vermeidung des Bruchrisikos einer fortlaufenden Materialschicht mit niedriger Bruchdehnung, gewöhnlich weniger als 3%, die Schicht zweckmäßigerweise in eine Vielzahl von kleinen Blöcken unterteilt werden, die um den Umfang des Wulstkerns herum haftend miteinander verbunden sind.

[0107] Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung bedeutet der Bezug auf ein leitendes Element oder ein Element mit guten mechanischen Eigenschaften

oder ein Element mit hoher oder niedriger magnetischer Permeabilität ein Element, das physikalische Eigenschaften hat, die der Durchschnittsfachmann als geeignet erachtet.

[0108] Vorzugsweise kennzeichnet "leitendes Material" ein Material mit einer Leitfähigkeit von wenigstens 10 S/cm (Siemens/cm), "ein Material mit guten mechanischen Eigenschaften" bezeichnet ein Material, das eine Bruchlast von wenigstens 500 MPa aushält und eine Bruchdehnung von wenigstens 3% hat, und "Material mit hoher magnetischer Permeabilität" bezeichnet ein Material mit einer magnetischen Permeabilität " μ max" von wenigstens 5000 Gs/Oe.

Patentansprüche

1. Reifen für Fahrzeugräder

– mit einer toroidförmigen Karkasse, die mit einem Paar von axial gegenüberliegenden Seitenwänden versehen ist, die in Wulsten (**28**) zum Befestigen des Reifens (**20**) auf einer entsprechenden Montagefelge (**16**) enden, wobei jeder der Wulste (**28**) mit einem verstärkenden ringförmigen Kern (**22**) versehen ist, und

– mit einem Lauflächenband (**27**), das auf der Krone der Karkasse angeordnet ist und sich ohne Unterbrechung axial zwischen den Seitenwänden erstreckt,

dadurch gekennzeichnet,

– dass wenigstens einer der ringförmigen Kerne (**22**) wenigstens eine Windung (**30**) eines leitenden Drahts aufweist, der um das Querprofil des ringförmigen Kerns (**22**) zur Bildung eines sekundären induktiven Elements eines Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

2. Reifen nach Anspruch 1, bei welchem das sekundäre induktive Element wenigstens einem primären induktiven Element (**36**, **66**) zur Bildung des Elektrizitätserzeugers zugeordnet werden kann, wobei das primäre induktive Element (**36**, **66**) und das sekundäre induktive Element bezüglich einander bewegbar sind.

3. Reifen nach Anspruch 1, bei welchem der ringförmige Kern (**22**) wenigstens eine Schicht eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität aufweist.

4. Reifen nach Anspruch 1, bei welchem der ringförmige Kern (**22**) eine Vielzahl von Blöcken eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität aufweist.

5. Reifen nach Anspruch 1, bei welchem der ringförmige Kern (**22**) aus Stahl hergestellt ist und eine Grundmasse des elastomeren oder plastomeren Typs, entweder thermoplastisch oder wärmehärtend, aufweist, die ein weiches ferromagnetisches Material in Pulverform enthält.

6. Reifen nach Anspruch 1 mit elektronischen Schaltungen, die von dem sekundären induktiven Element gespeist werden.

7. Reifen nach Anspruch 6, bei welchem die elektronischen Schaltungen Einrichtungen (46, 48) zum Fühlen bestimmter Parameter des Reifens aufweisen.

8. Reifen nach Anspruch 6, bei welchem die elektronischen Schaltungen an dem ringförmigen Kern (22) befestigt sind.

9. Reifen nach Anspruch 7, bei welchem die Fühleinrichtungen wenigstens einen Temperatursensor aufweisen.

10. Reifen nach Anspruch 7, bei welchem die Fühleinrichtungen wenigstens einen Drucksensor aufweisen.

11. Reifen nach Anspruch 7, bei welchem die Fühleinrichtungen ein Paar von Dehnungsmessern (46, 48) aufweisen, die in zwei orthogonalen Richtungen angeordnet sind und Verformungen des ringförmigen Kerns (22) abfühlen.

12. Reifen nach Anspruch 11, bei welchem die elektronischen Schaltungen Datenübertragungseinrichtungen aufweisen, die in der Lage sind, die Parameter des Reifens zu übertragen.

13. System zum Abfühlen und Übermitteln von Parametern des physikalischen Zustands eines Reifens für Fahrzeugräder, der auf einer entsprechenden Montagefelge (16) montiert ist,
 – mit einem Reifen, der eine ringförmige Karkasse, die mit axial gegenüberliegenden Seitenwänden versehen ist, die in Wulsten (28) zum Befestigen des Reifens (20) an der Felge enden, wobei jeder der Wulste (28) mit einem verstärkenden ringförmigen Kern (22) versehen ist, und ein Laufflächenband (27) aufweist, das auf der Krone der Karkasse angeordnet ist und sich ohne Unterbrechung axial zwischen den Seitenwänden erstreckt,
 – mit einer Vorrichtung zum Abfühlen der Parameter des physikalischen Zustands des Reifens und
 – mit einem Elektrizitätserzeuger für die Versorgung der Abfühlvorrichtung, dadurch gekennzeichnet,
 – dass wenigstens einer der ringförmigen Kerne (22) wenigstens eine Windung (30) eines leitenden Drahtes aufweist, der um das Querprofil des ringförmigen Kerns (22) zur Bildung eines sekundären induktiven Elements des Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

14. Abfühlsystem nach Anspruch 13, bei welchem das sekundäre induktive Element wenigstens einem primären induktiven Element (36, 66) zur Bildung des Elektrizitätserzeugers zugeordnet werden kann, wobei das primäre induktive Element (36, 66)

und das sekundäre induktive Element bezüglich einander bewegbar sind.

15. Abfühlsystem nach Anspruch 14, bei welchem das primäre induktive Element wenigstens einen Permanentmagneten (66a bis 66f) aufweist.

16. Abfühlsystem nach Anspruch 14, bei welchem das primäre induktive Element wenigstens einen Elektromagneten (36a, 36b) und wenigstens eine zweite Windung (39a, 39b) eines elektrisch leitenden Drahtes aufweist, der um das Querprofil des wenigstens einen Elektromagneten (36a, 36b) zur Bildung wenigstens einer Primärwicklung des Elektrizitätserzeugers gewickelt ist.

17. Abfühlsystem nach Anspruch 15, bei welchem der Elektromagnet (36a, 36b) mit Gleichstrom gespeist wird.

18. Abfühlsystem nach Anspruch 15, bei welchem der Elektromagnet (36a, 36b) mit Wechselstrom gespeist wird.

19. Abfühlsystem nach Anspruch 15, bei welchem der Elektromagnet (36a, 36b) mit Gleichstrom und mit Wechselstrom gespeist wird.

20. Verfahren zur Herstellung eines Reifens, welches die folgenden Schritte aufweist:

– Herstellen der Halbfertigprodukte, die für den Aufbau eines Reifens erforderlich sind, auf den Vorbereitungsmaschinen, wobei der Reifen ein Paar von ferromagnetischen ringförmigen Elementen (22) zum Festlegen des Reifens auf einer entsprechenden Montagefelge (16) aufweist,
 – Ausbilden einer ersten Sekundärwicklung (30) eines Elektrizitätserzeugers durch Anordnen auf wenigstens einem ringförmigen Kern (22) des Paares, das das ringförmige Wickelement genannt wird, wenigstens einer ersten Windung eines elektrisch leitenden Drahtes, der um das Querprofil des ringförmigen Wickelkerns (22) gewickelt wird, und
 – Montieren der Halbfertigprodukte auf Reifenaufbaumaschinen zur Bildung einer Rohkarkasse für den Reifen mit wenigstens einem ringförmigen Wickelkern (22).

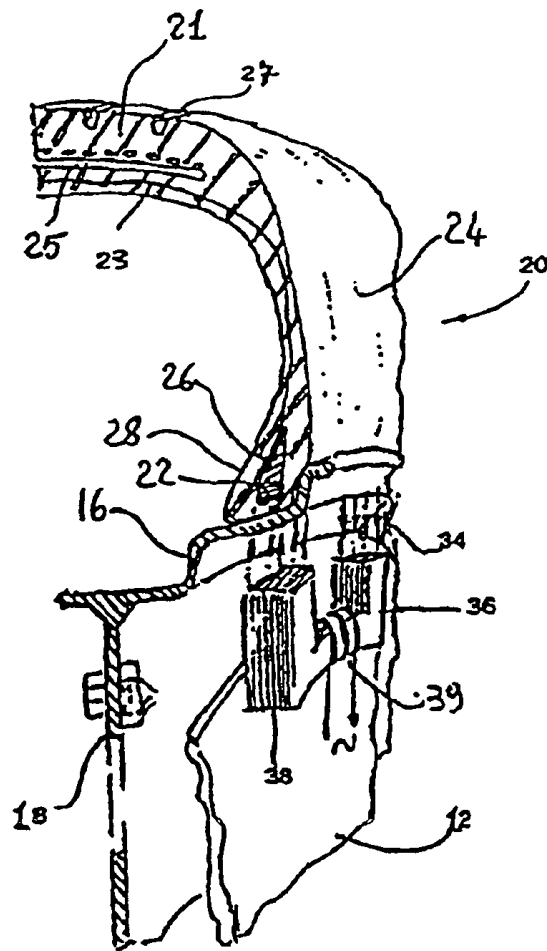
21. Verfahren zur Herstellung eines Reifens nach Anspruch 20 mit dem weiteren Schritt, von dem Leistungserzeuger gespeiste Einrichtungen (46, 48) zum Abfühlen bestimmter physikalischer Parameter des Reifens an dem ringförmigen Wickelkern (22) festzulegen.

22. Verfahren zur Herstellung eines Reifens nach Anspruch 20, bei welchem der Schritt des Anordnens einer Schicht eines Materials mit hoher magnetischer Permeabilität am Umfang des wenigstens einen ringförmigen Kerns (22), während er die eine Windung

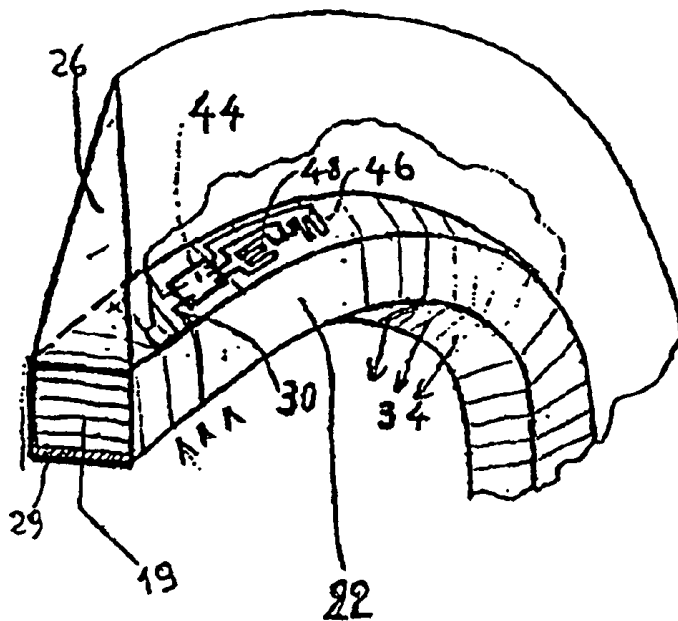
nicht aufweist, vor dem Schritt der Ausbildung einer ersten Sekundärwicklung ausgeführt wird.

23. Verfahren zur Erzeugung eines elektrischen Stroms in einem Reifen für die Speisung wenigstens einer elektronischen Vorrichtung mit der Maßnahme des Induzierens eines variablen Magnetfelds in einer Wicklung, die von wenigstens einer Windung gebildet wird, die um einen Wulstkern gewickelt ist, der zu dem Reifen gehört.

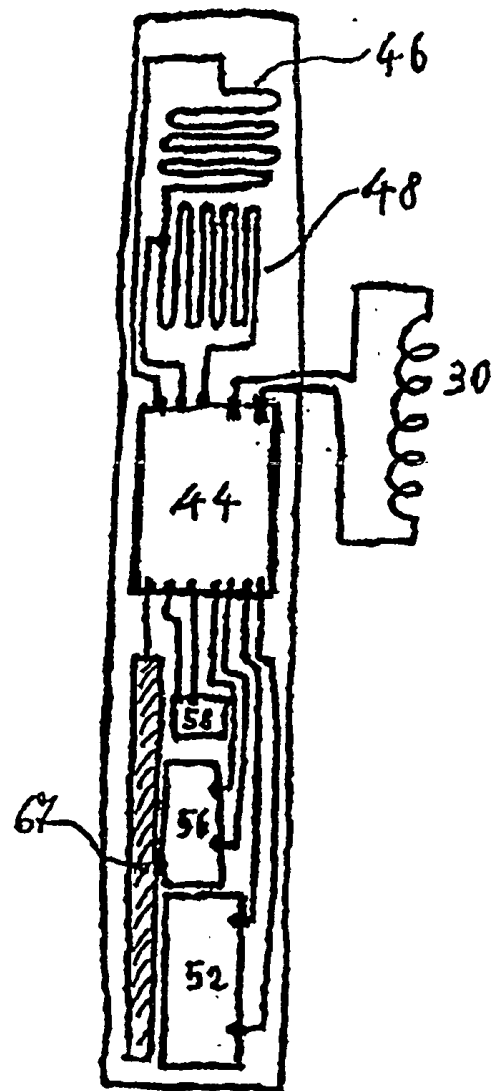
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 5

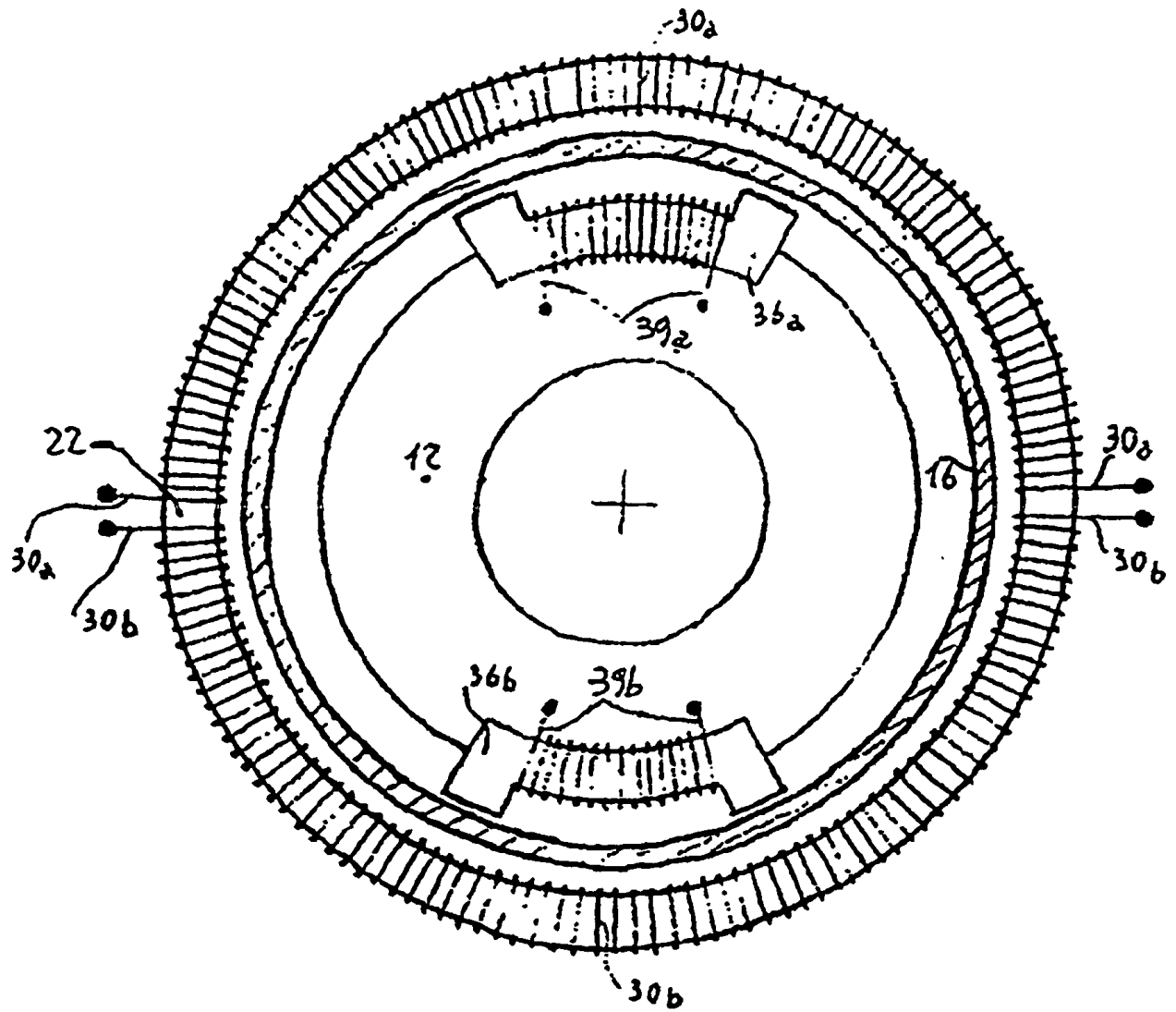
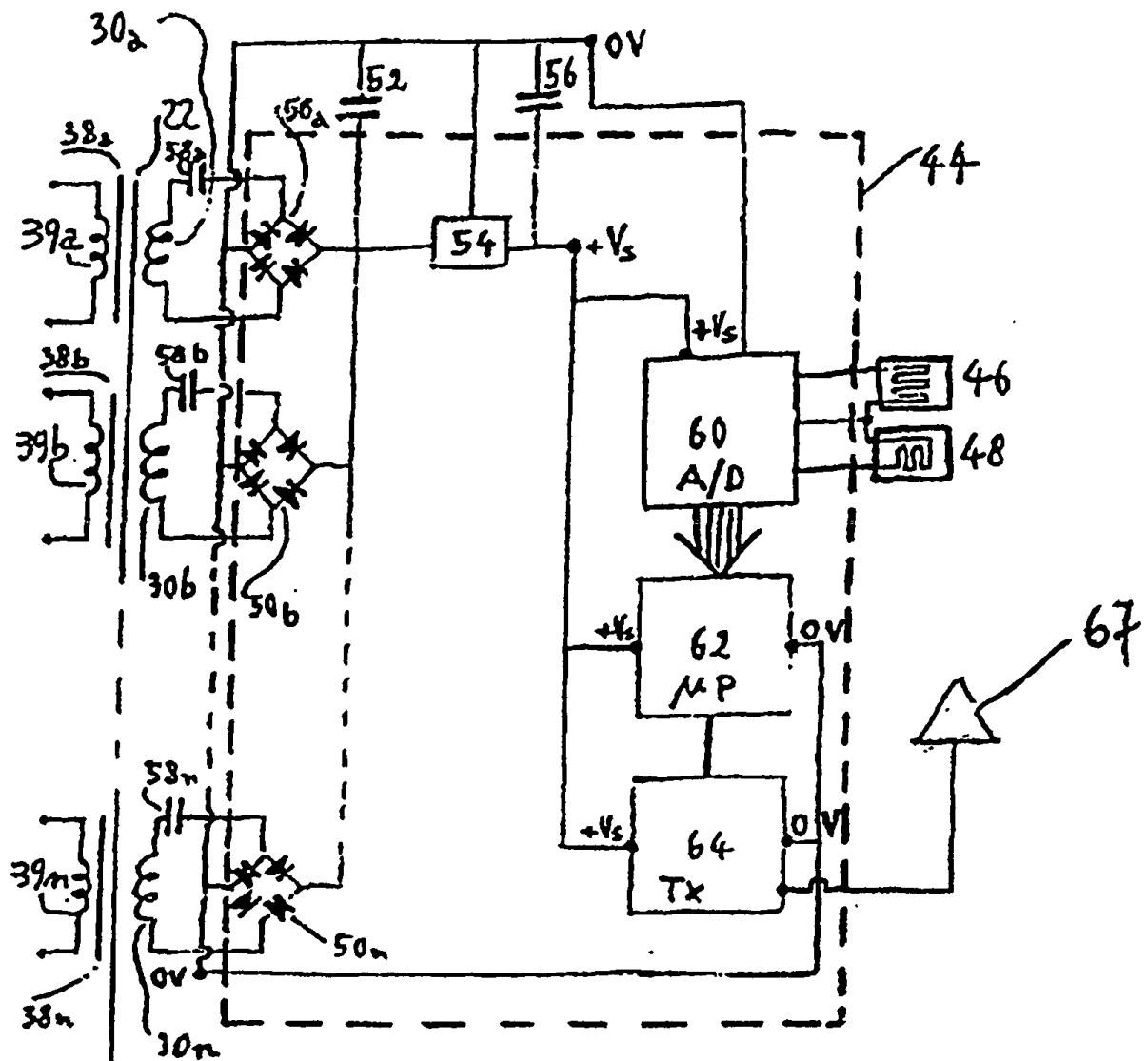
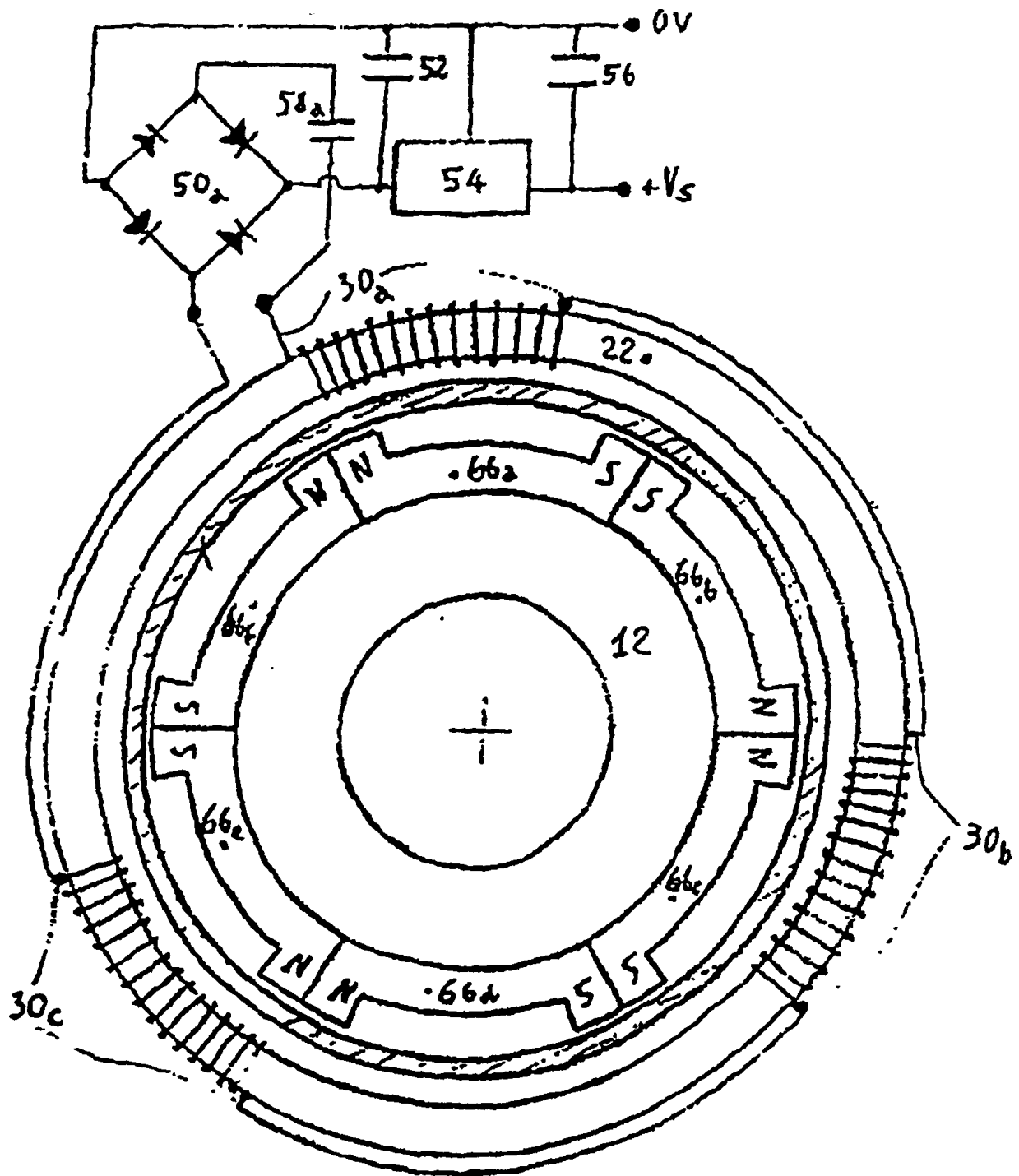


FIGURE 3



FIGUR 4



FIGUR 6