

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. November 2018 (01.11.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/196925 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 11/40 (2016.01) H02K 7/08 (2006.01)
F16C 41/00 (2006.01) H02K 5/173 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2018/100405

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. April 2018 (26.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 109 050.9
27. April 2017 (27.04.2017) DE

(71) Anmelder: SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: GOSS, Matthias; Wiesendorf 3a, 91325 Adelsdorf (DE). MALZER, Michael; Grumbachstrasse 2, 96193 Wachenroth (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

(54) Title: CAPACITIVE BYPASS FOR REDUCING ELECTRICAL SHAFT VOLTAGES OR BEARING VOLTAGES

(54) Bezeichnung: KAPAZITIVER BYPASS ZUR REDUZIERUNG ELEKTRISCHER WELLENSPANNUNGEN BZW. LAGERSPANNUNGEN

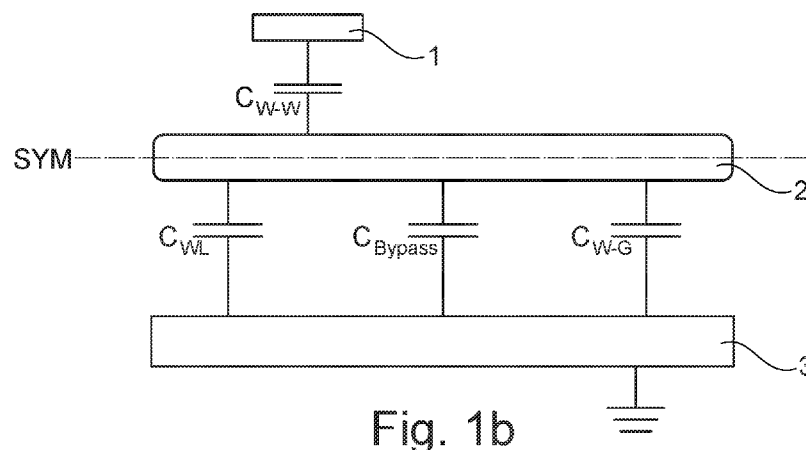


Fig. 1b

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for reducing a shaft voltage (U_W) on a shaft or a bearing voltage (U_{WL}) between a shaft and a housing. A rolling bearing supports the shaft against the housing and has a rolling bearing capacitance (C_{WL}). Electrically parallel to this, another capacitance is present between the shaft and the housing (C_{W-G}) as a result of the arrangement of the shaft and housing. According to the invention, an additional bypass capacitance (C_{Bypass}) is also arranged electrically parallel thereto.

(57) Zusammenfassung: Vorrichtung und Verfahren zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W) an einer Welle bzw. einer Lager-spannung (U_{WL}) zwischen einer Welle und einem Gehäuse. Dabei lagert ein Wälzlager die Welle gegenüber dem Gehäuse und weist dabei eine Kapazität des Wälzlagers (C_{WL}) auf. Elektrisch parallel dazu liegt eine weitere Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{W-G}) durch die Anordnung von Welle und Gehäuse vor. Erfindungsgemäß wird eine zusätzliche Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) ebenfalls elektrisch parallel dazu angeordnet.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/196925 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Kapazitiver Bypass zur Reduzierung elektrischer Wellenspannungen bzw. Lagerspannungen

5 Für die Lager eines Elektromotors sind neben der mechanischen Abnutzung durch Wellenrotation, elektrische Ströme, die über die Lager von der Motorwelle gegen Masse fließen ein weiterer Grund für Verschleiß. Spannungen einer gewissen Größenordnung können die Isolierungseigenschaften der Lagerschmierung überwinden, wobei Funken entstehen, die zu Lochfraß, geriffelter Oberfläche, Fusionskratern und schließlich zum vorzeitigen Versagen der Lager und des Motors führen können. Eine Lagerspannung, d. h. die Spannung zwischen beiden Lagerschalen korreliert dabei meist mit einer Wellenspannung, d. h. der Spannung zwischen der Welle und Masse.

15 Gleiches gilt neben den Lagern für andere Komponenten, wie Zahnräder, bei denen elektrische Entladungen Schäden hervorrufen können.

Bei der Lagerung eines Elektromotors können verschiedene Effekte auftreten, welche eine Spannung an einer Welle des Motors erzeugen können. Gemäß den Ausführungen aus „Antriebstechnik 37“ (1998) Nr. 7, beschreibt der Artikel „Drehgeberschutz durch Einbau isolierter Kugellager“ möglichen Ursachen dafür:

25 Asymmetrien im magnetischen Kreis zwischen Rotor und Stator während der Drehbewegung können unerwünschte magnetische Flüsse nach sich ziehen, die in der von Welle, Lager und Gehäuse gebildeten Schleife einen Strom induzieren.

Zwischen dem Stator und dem Rotor eines Elektromotors existiert eine kapazitive Kopplung. Die führt zu kapazitiv auf den Rotor übertragenen Strömen, die über die Lager nach Masse abfließen wollen. Dabei weisen Motoren, die mit sinusförmiger Wechselspannung versorgt werden, eine geringere Spannung zwischen Welle bzw. Lager und Motorgehäuse auf als Motoren, die von schnell schaltenden Antrieben mit variabler Frequenz (Frequenzumrichter) versorgt werden. Bei letzteren können diese Spannungen im Vergleich ein Vielfaches betragen.

Fremdspannungen von unzureichend isolierten Maschinen können eine Potenzialdifferenz auf die Welle übertragen, deren resultierender Strom wieder gegen Masse abfließen will.

- 5 Keil-, Zahnriemen und Schmierstoffe, die nicht antistatisch ausgestattet sind, können zu einer elektrostatischen Aufladung der Maschinenteile führen.

10 Axial durchsetzte Magnetfelder, insbesondere bei Maschinen mit Gleitlagern und mit Asymmetrien in der Wicklung, können zwischen Anfang und Ende der Lagerschalen einen Spannungsunterschied (Unipolar-Spannung) aufweisen.

Diese Auflistung wird nicht als abschließend erachtet.

15 Eine übliche Gegenmaßnahme ist die Erdung der Welle oder eine konstruktive Maßnahme zum Kurzschluss der Lagerhälften, wie z. B. der Einsatz von leitenden Bürsten, um die Wellenspannung abzubauen. Weiterhin können leitfähige Dichtungen oder Schleifringe eingesetzt werden, die aber den Nachteil haben, dass sich über die Lebensdauer die Kontakteigenschaften verschlechtern können. Leitfähige Lagerfette oder Öle basieren auf leitfähigen Zusatzstoffen, bei denen die Funktionsfähigkeit von deren Verteilung im Schmiermedium abhängt und somit nicht immer konstant gegeben ist.

25 Alternativ können auch, wie beschrieben, die Lagerhälften ausreichend stark voneinander isoliert werden, so dass ein Stromfluss unterdrückt wird.

30 Eine ganz andere Maßnahme sieht die EP1445850A1 vor. Hier erzeugt eine Kompensationsschaltung eine Kompensation des unerwünschten Lagerstroms. Dabei wird über einen künstlichen Sternpunkt, in dem die Spannungen der 3 Phasen eines Elektromotors bzw. Umrichters mittels Kondensatoren zusammen geschaltet werden, ein Referenzsignal für die Kompensation bereitgestellt. Eine entgegengerichtete Spannung wird dabei aus diesen Strömen über einen Umpol-Transformator erzeugt, die am Ende in einem Kompensationsstrom resultiert, der über einen Koppelkondensator auf die Welle eingespeist wird.

Nachteilig an dieser Methode ist, dass lediglich die Spannungen der 3 Phasen als Eingangparameter dienen, um den Kompensationsstrom bereit zu stellen. Das bedeutet, dass Streukapazitäten oder Lagerströme, die nicht im direkten Zusammenhang mit dem Motor- oder Umrichterbetrieb entstehen, nicht berücksichtigt werden und damit für diese keine Kompensation stattfindet.

Außerdem ist ein gewisser Aufwand für die Kompensationsschaltung notwendig, welche weiterhin aus fehleranfälligen Bauteilen besteht

10

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, eine technische Lösung zu realisieren, die ohne eine Kompensationsschaltung und fehleranfällige Bauteile auskommt. Dabei sollen auch Einflüsse anderer Streukapazitäten vermindert werden.

15 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Reduktion einer Wellenspannung (U_w) an einer Welle bzw. einer Lagerspannung (U_{wL}) zwischen einer Welle und einem Gehäuse. Dabei lagert ein Wälzlager die Welle gegenüber dem Gehäuse und weist dabei eine Kapazität des Wälzlagers (C_{wL}) auf. Elektrisch parallel dazu liegt eine weitere Kapazität zwischen Welle und Gehäuse ($C_{w\epsilon}$) durch die Anordnung von Welle und Gehäuse vor. Eine zusätzliche Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) ist ebenfalls elektrisch parallel dazu angeordnet.

Vorteilhafterweise können dabei unerwünschte Effekte, die von einer zu kleinen Gesamtkapazität ausgehen, verringert oder vermieden werden. Insbesondere eine Wellenspannung bzw. Lagerspannung und ein daraus möglicherweise resultierender zerstörerischer Lagerstrom kann dadurch reduziert werden. Dabei ist die Ursache vorteilhafterweise unerheblich.

25 Während herkömmliche Verfahren zum Kurzschließen der Welle mit dem Gehäuse zu einer mechanischen Widerstandserhöhung, z. B. durch die Reibung der Bürsten, führen, so ist dies bei dem vorgeschlagenen kapazitiven Bypass nicht der Fall.

30

Dies wird durch eine zusätzliche Kapazität, die durch einen kapazitiven Bypass konstruktiv realisiert wird, umgesetzt. Diese zusätzliche Kapazität ist die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}).

- 5 Auch eine aufwändige und fehleranfällige Kompensationsschaltung mit mehreren Bauteilen kann so entfallen.

Die Wellenspannung (U_w) entspricht üblicherweise der Spannung, die die Welle gegenüber dem Gehäuse oder Masse aufweist. Die Lagerspannung (U_{wL}) ist die Spannung, die zwischen den beiden Lagerschalen bzw. -ringen abfällt. Wenn der innere Ring elektrisch leitend mit der Welle und der äußere mit dem Gehäuse (bzw. deren Potenzialen) verbunden ist, so sind Wellenspannung und Lagerspannung identisch.

Die Gesamtkapazität ergibt sich hierbei aus der Summe der Kapazität des Wälzlagers (C_{wL}), der Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{w-G}) und der ggf. vorhandenen Bypass-Kapazität (C_{Bypass}). Diese Kapazitäten sind im Ersatzschaltbild parallel geschaltet.

In einer erweiterten Ausführungsform ist eine Motorwicklung mit der Welle mechanisch, jedoch elektrisch isoliert verbunden. Zwischen Motorwicklung und Welle bildet sich die Kapazität zwischen einer Motorwicklung und Welle (C_{w-w}) aus.

Die Kapazität zwischen einer Motorwicklung und Welle (C_{w-w}) bildet mit der in Reihe geschalteten Gesamtkapazität einen kapazitiven Spannungsteiler.

- 25 Die Motorwicklung kann die elektrische Wicklung (Spule) eines Stators oder Rotors sein. Auch kann die Wicklung anstelle der eines Motors die eines Generators sein.

Anstatt dem Wälzlager kann auch eine andere Komponente, die Schaden durch die Wellenspannung nehmen kann, vorliegen. Neben Wälzlagern gilt dies z. B. auch für Zahnräder, welche auf der Welle montiert sein können und im Eingreifen mit einem anderen mit dem Gehäuse montierten Zahnrad ähnliche Übergangseigenschaften (Schmierfilm mit elektrischem Widerstand) und damit Problematiken wie ein Wälzlager aufweisen können.

Die Kapazität des Wälzlagers (C_{WL}), die Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{W-G}) und eine Kapazität zwischen Motorwicklung und Welle (C_{W-W}) werden hierbei als unerwünschte Streukapazitäten angesehen.

5

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) so dimensioniert, dass die Wellenspannung (U_W) bzw. Lagerspannung (U_{WL}) einen Schwellwert nicht überschreitet.

10

Vorteilhafterweise kann durch Beachten dieses Schwellwerts eine Schädigung des Wälzlagers bzw. an der Welle montierter Komponenten vermieden werden. Weiterhin muss dadurch die Größe der Bypass-Kapazität (C_{bypass}) nicht unnötigerweise über ein notwendiges Maß hinaus gewählt werden, was einen unnötigen Aufwand zur Folge hätte.

15

Dadurch, dass die Kapazität des Wälzlagers (C_{WL}), die Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{W-G}) und die Kapazität zwischen Motorwicklung und Welle (C_{W-W}) bekannt sind bzw. vorab einmalig gemessen werden können, lässt sich die notwendige Bypass-Kapazität berechnen, wenn der Spannungsabfall zwischen Motorwicklung und Welle (U_{W-W}), sowie die maximal zulässige Wellenspannung (U_W) bzw. Lagerspannung (U_{WL}) bekannt sind.

20

Dies erfolgt gemäß einer Formel, die sich aus dem kapazitiven Spannungsteilverhältnis herleiten lässt:

25

Kapazitiver Spannungsteiler: $U_{WL} / U_{W-W} = C_{W-W} / (C_{WL} + C_{W-G} + C_{Bypass})$

aufgelöst nach der Lagerspannung: $U_{WL} = C_{W-W} / (C_{WL} + C_{W-G} + C_{Bypass}) * U_{W-W}$

30

Die maximal zulässige Lagerspannung (und damit der Schwellwert) ergibt sich meist so, dass bei dieser noch keine zerstörerischen, d. h. abrasiven Entladungen stattfinden. Dabei sind die Spannungsspitzen zu berücksichtigen, die z. B. durch den

Gleichtaktstrom eines Frequenzumrichters erzeugt werden. Gleiches gilt für eine Wellenspannung (U_w).

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine konstruktiv eigenständige Maßnahme erzeugt.

Vorteilhafterweise kann dadurch die Bypass-Kapazität willentlich und nicht nur zufällig bereitgestellt werden.

Das bedeutet, dass eine konstruktive Maßnahme durchgeführt wird, die ohne den Wunsch der Erhöhung der Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) keinen Sinn machen würde oder keinen anderen (primären) Zweck hat.

Beispiele solcher konstruktiver Maßnahmen:

15

Die Ausgestaltung der Form der Welle und/oder des Gehäuses oder die Lage zueinander, so dass die Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{W-G}) erhöht wird, wobei der Anteil der Erhöhung der Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) entspricht. Die Welle kann z. B. eine Verdickung aufweisen, so dass der Abstand zum Gehäuse verringert wird und der dazwischen befindliche Luftspalt verkleinert wird, was gemäß dem Prinzip eines Plattenkondensators zu einer Kapazitätserhöhung führt.

20

Verwendung eines breiteren Lagers ohne dass dafür eine mechanische Notwendigkeit besteht, so dass die Flächen der Lagerschalen gegeneinander vergrößert werden, was gemäß dem Prinzip eines Plattenkondensators zu einer Kapazitätserhöhung führt.

25

Einbau eines eigenständigen kapazitiven Bauteils, wie im Folgenden beschrieben.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch ein eigenständiges Bauteil bzw. Bauteilgruppe bereitgestellt.

30

Vorteilhafterweise kann durch die Bereitstellung des kapazitiven Bypass als eigenständiges Bauteil eine einfachere Montage, Nachrüstbarkeit oder Wartbarkeit bewirkt werden.

- 5 Eigenständig bedeutet vorliegend, dass das eigenständige Bauteil primär oder ausschließlich dem Zweck der Bereitstellung der Bypass-Kapazität dient. Als solches Bauteil scheiden daher z. B. das Gehäuse 3, die Welle 2 und das Wälzlager 4 selbst aus.
- 10 Je nach Verwendung der Begrifflichkeit kann von einem Bauteil oder einer Bauteilgruppe die Rede sein. Ein Plattenkondensator beispielsweise kann als ein Bauteil aufgefasst werden oder als Bauteilgruppe mit beiden Platten als Bauteile.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist ein Teil des eigenständigen Bauteils bzw. Bauteilgruppe eine elektrisch leitende Verbindung mit der Welle und ein anderer Teil mit dem Gehäuse auf.

Vorteilhafterweise bildet die elektrisch leitende Verbindung eines separaten Bauteils mit einer Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) eine Möglichkeit für eine Parallelschaltung zur Kapazität des Wälzlagers (C_{WL}) und der Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{WG}).

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine Anordnung koaxialer Rohre bereitgestellt.

25

Vorteilhafterweise kann so eine Bypass-Kapazität durch eine konkrete konstruktive Maßnahme, nämlich der Anordnung zweier Rohre, erzeugt werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine Anordnung radial ausgerichteter Scheiben 6 bereitgestellt.

30

Vorteilhafterweise kann so eine Bypass-Kapazität durch eine konkrete konstruktive Maßnahme, nämlich der Anordnung zweier radial ausgerichteter Scheiben, erzeugt werden.

- 5 Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das Bauteil bzw. die Bauteilgruppe mit dem Wälzlager 4 verbunden.

Vorteilhafterweise wird damit ein Modul (integriertes Wälzlager) bereitgestellt, das als solches separat vertrieben werden kann und/oder eine vereinfachte Montage ermöglicht. Weiterhin muss kein extra Montageschritt für das Montieren des kapazitiven Bypass ausgeführt werden, sondern dies geschieht bei der Montage des integrierten Wälzlagers automatisch.

10

In einer erweiterten Ausführungsform ist der kapazitive Bypass oder Teile davon als Dichtung des Wälzlagers oder als Dichtung im Wälzlager integriert.

15

In einer alternativen Ausführungsform ist der kapazitive Bypass vom Wälzlager mechanisch getrennt, d. h. nicht verbunden. Das Bauteil bzw. die Baugruppe des kapazitiven Bypass wird dann z. B. direkt mit der Welle und dem Gehäuse und nicht mit dem Wälzlager mechanisch verbunden.

20

Vorteilhafterweise kann durch die separate, d. h. vom Wälzlager unabhängige Anbringung des kapazitiven Bypass die Wartbarkeit erhöht werden. Ein Austauschen lediglich des kapazitiven Bypass oder nur des (z. B. abgenutzten) Wälzlagers wird somit ermöglicht, ohne die jeweils andere Komponente mit austauschen zu müssen. Auch kann der kapazitive Bypass als Zusatzmodul zur Nachrüstung angeboten werden.

25

Der Begriff Welle ist nicht exakt dahin gehend zu verstehen, dass es sich um ein rotierendes Maschinenelement handelt, welches nur Torsionskräfte überträgt. Eine Welle im erfindungsgemäßen Sinne kann genau so gut eine Achse, Stange, Bolzen oder ein anderes Bauteil sein. Entscheidend ist, dass es eine Anordnung ist, in der eine unerwünschte Spannung (Störspannung), hier als Wellenspannung bezeichnet, auftritt.

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1a ein kapazitives Ersatzschaltbild ohne Bypass
- Fig. 1b ein kapazitives Ersatzschaltbild mit Bypass
- Fig. 2a einen axial integrierten Bypass
- Fig. 2b einen axialer separaten Bypass
- Fig. 3a einen radial integrierten Bypass
- 10 Fig. 3b einen radialen separaten Bypass

Figur 1a zeigt ein kapazitives Ersatzschaltbild für eine Vorrichtung ohne einen erfindungsgemäßen Bypass. Dabei sind folgende (Streu-)kapazitäten vorhanden:

- 15 Zwischen der Motorwicklung 1 und der Welle 2 bildet sich eine Kapazität zwischen Motorwicklung und Welle C_{W-W} aus. Zwischen der Welle und dem Gehäuse bildet sich eine Kapazität zwischen Welle und Gehäuse C_{W-G} aus. Zwischen den beiden Lager-
- schalen eines Wälzlagers 4 (hier nicht dargestellt), bildet sich eine Kapazität des Wälzlagers C_{WL} aus. Da die Lagerschalen elektrisch leitend und mit der Welle auf der
- 20 einen und dem Gehäuse auf der anderen Seite leitend verbunden sind, existiert die Kapazität zwischen Welle und Gehäuse C_{W-G} parallel zur Kapazität des Wälzlagers C_{WL} .

- In dieser Anordnung beschreibt sich die Formel des kapazitiven Spannungsteilers wie
- 25 folgt: $U_{WL} / U_{W-W} = C_{W-W} / (C_{WL} + C_{W-G})$. Aufgelöst nach U_{WL} ergibt sich $U_{WL} = (C_{W-W} / (C_{WL} + C_{W-G})) * U_{W-W}$.

- Beispielhaft können daraus z. B. folgende Spannungen resultieren: Aus einer Gleich-
- 30 aktspannung U_{CM} des Motors bzw. Frequenzumrichters von 400 V, einem Spannungsabfall zwischen Motorwicklung und Welle U_{W-W} von 360 V resultiert durch Differenzbildung eine Wellenspannung U_W von 40 V.

In Figur 1b wird das kapazitive Ersatzschaltbild der Figur 1a durch die erfindungsgemäße Schaltung mit Bypass wie folgt erweitert: Eine zusätzliche Kapazität, nämlich die Bypass-Kapazität C_{Bypass} wird konstruktiv so in das System eingebracht, dass sie elektrisch parallel zu den vorhandenen Kapazitäten gemäß der Darstellung im Ersatzschaltbild wirkt. Aus dem bereits beschriebenen kapazitiven Spannungsteilverhältnis ergibt sich die neue, geringere Wellenspannung U_w bzw. Lagerspannung U_{wL} , die durch Hinzufügen der Bypass-Kapazität C_{Bypass} entsteht. Die Bypass-Kapazität C_{Bypass} ist in der Darstellung zwischen der Welle 2 und dem Gehäuse 3 bzw. Masse wirksam.

Die Figuren 2a, 2b, 3a und 3b zeigen eine Welle 2, die sich bei Eigenrotation um die Symmetrieachse SYM dreht. An die Welle 2 ist ein Wälzlager 4 - stellvertretend für andere drehbare Komponenten, wie z. B. Zahnräder, dargestellt - montiert, bevorzugt durchstößt die Welle dabei das Wälzlager axial durch dessen inneren Ring, mit dem es mechanisch und/oder elektrisch verbunden ist. Die andere Seite des Wälzlagers 4, insbesondere dessen äußerer Ring ist mit einem Gehäuse 3 verbunden, welches gerdet ist oder eine Verbindung zu Masse hat.

Der kapazitive Bypass ist in der Darstellung im Spalt zwischen Welle 2 und Gehäuse 3 angeordnet. Er bildet dabei eine Kapazität gemäß dem Prinzip eines Plattenkondensators aus. Die dabei wirksamen Platten bzw. Flächen sollten bei der Drehbewegung der Welle 2 einen im Wesentlichen konstanten Abstand und Flächengröße aufweisen, damit die Drehung keinen Einfluss auf die elektrischen, insbesondere die kapazitiven Eigenschaften hat.

Die beiden Platten werden in den verschiedenen Figuren entweder durch ein Rohr 5 und ein Gegenrohr 5b oder eine Scheibe 6 und eine Gegenscheibe 6b realisiert.

Für den erfindungsgemäßen Zweck muss das Rohr 5 bzw. die Scheibe 6, die der Welle 2 abgewandt ist, mit dem Gehäuse 3 bzw. der Masse elektrisch verbunden sein. Das Gegenrohr 5b bzw. die Gegenscheibe 6b muss mit der Welle elektrisch verbunden sein. Dadurch wird die Parallelschaltung der Bypass-Kapazität C_{Bypass} umgesetzt.

In Figur 2a und 2b ist der kapazitive Bypass durch koaxiale Rohre ausgebildet. Dieser weist zwei solcher Rohre bzw. rohrförmiger Stücke mit leitender Fläche auf, welche

die Funktionalität beider Platten des Plattenkondensators übernehmen, im Speziellen ein Rohr 5 und ein Gegenrohr 5b. Die Platten sind hierbei nicht eben, sondern entsprechend dem Rohr rund geformt. Rohr 5 und Gegenrohr 5b greifen hierbei ineinander, dazu weist eines der beiden folglich einen kleineren Durchmesser auf, so dass
5 zwischen den gegenüberliegenden Flächen (Platten), durch das ineinander schieben, ein Luftspalt entsteht, der die beiden Platten voneinander trennt. Die beiden Rohre bzw. Platten sind in der Darstellung parallel zur Welle ausgerichtet sein.

Alternativ kann die Funktionalität einer der Platten auch durch die Welle 2 selbst gebildet werden, so dass das Gegenrohr 5b eingespart werden kann, da die Welle, so-
10 fern sie leitend ist und eine entsprechende Form aufweist, diese Funktion übernehmen kann. Der Luftspalt wird dann zwischen dem Rohr 5 und der Welle 2 ausgebildet.

In den Figuren 3a und 3b ist der kapazitive Bypass durch Scheiben ausgebildet, die
15 sich in radialer Richtung zur Welle 2 erstrecken. Dieser weist zwei solcher Scheiben bzw. ringförmiger Stücke mit leitender Fläche auf, welche die Funktionalität beider Platten des Plattenkondensators übernehmen, im Speziellen eine Scheibe 6 und eine Gegenscheibe 6b. Die Flächen sollten hierbei eben sein, da sie bei Drehung gegeneinander ansonsten einen variablen Abstand aufweisen würden, der die Kapazität be-
20 einflusst. Die Scheibe 6 und Gegenscheibe 6b drehen sich hierbei mit axialem Abstand durch die Drehung der Welle gegeneinander. Durch den axialen Abstand entsteht ein Luftspalt, der die beiden Platten (Flächen) voneinander trennt. Die beiden Scheiben bzw. Flächen sind in der Darstellung orthogonal bzw. radial zur Welle 2
ausgerichtet.

25

In den Figuren 2a und 3a ist ein integriertes Wälzlager 4b dargestellt, d. h. das Wälzlager bildet dabei mit dem kapazitiven Bypass eine bauliche Einheit bzw. Modul. Da-
bei sind die Teile des kapazitiven Bypass direkt am Wälzlager 4 montiert, so dass ein integriertes Wälzlager 4b als Modul bereitgestellt und geliefert werden kann.

30

In den Figuren 2b und 3b ist im Gegensatz dazu ein separater (bzw. stand-alone) kapazitiver Bypass dargestellt, der nicht mit dem Wälzlager 4 direkt mechanisch verbunden ist. Dabei haben die Rohre 5 bzw. Scheiben 6 keine direkte mechanische Verbindung mit dem Wälzlager 4. Stattdessen sind sie, elektrisch mit dem Gehäuse 3 ver-

bunden. Das optionale Gegenrohr 5b bzw. Gegenscheibe 6b ist mit der Welle 2 elektrisch leitend verbunden.

Bezugszeichenliste

- 1 Motorwicklung
- 2 Welle
- 3 Gehäuse
- 5 4 Wälzlager
- 4b integriertes Wälzlager
- 5 koaxiales Rohr
- 5b Gegenrohr
- 6 radiale Scheibe
- 10 6b Gegenscheibe
- C_{W-W} Kapazität zwischen Motorwicklung und Welle
- C_{WL} Kapazität des Wälzlagers
- C_{W-G} Kapazität zwischen Welle und Gehäuse
- C_{Bypass} Bypass-Kapazität
- 15 SYM Symmetrieachse

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W) an einer Welle (2) bzw. einer Lagerspannung (U_{WL}) zwischen einer Welle (2) und einem Gehäuse (3),
5 wobei ein Wälzlager (4) die Welle (2) gegenüber dem Gehäuse (3) lagert und dabei eine Kapazität des Wälzlagers (C_{WL}) aufweist,
während elektrisch parallel dazu eine weitere Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{W-G}) durch die Anordnung von Welle (2) und Gehäuse (3) vorliegt,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 eine zusätzliche Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) ebenfalls elektrisch parallel dazu angeordnet ist.
2. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W), bzw. einer Lagerspannung (U_{WL}), nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) so dimensioniert ist, dass die Wellenspannung (U_W), bzw. Lagerspannung (U_{WL}) einen Schwellwert nicht überschreitet.
3. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W), bzw. einer Lagerspannung (U_{WL}), nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine konstruktiv eigenständige Maßnahme erzeugt wird.
4. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W), bzw. einer Lagerspannung (U_{WL}), nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch ein eigenständiges Bauteil bzw. Bauteilgruppe bereitgestellt wird.
5. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_W), bzw. einer Lagerspannung (U_{WL}), nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
30 ein Teil des eigenständigen Bauteils bzw. Bauteilgruppe eine elektrisch leitende Verbindung mit der Welle (2) und ein anderer Teil mit dem Gehäuse (3) aufweist.

6. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_w), bzw. einer Lagerspannung (U_{wL}), nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine Anordnung koaxialer Rohre (5) bereitgestellt wird.

5

7. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_w), bzw. einer Lagerspannung (U_{wL}), nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) durch eine Anordnung radial ausgerichteter Scheiben (6) bereitgestellt wird.

10

8. Vorrichtung zur Reduktion einer Wellenspannung (U_w), bzw. einer Lagerspannung (U_{wL}), nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil bzw. die Bauteilgruppe mit dem Wälzlager (4) verbunden ist.

15

9. Verfahren zur Reduktion einer Wellenspannung (U_w) an einer Welle (2), bzw. einer Lagerspannung (U_{wL}) zwischen einer Welle (2) und einem Gehäuse (3), wobei ein Wälzlager (4) die Welle (2) gegenüber dem Gehäuse (3) lagert und dabei eine Kapazität des Wälzlagers (C_{wL}) aufweist, während elektrisch parallel dazu eine weitere Kapazität zwischen Welle und Gehäuse (C_{w-G}) durch die Anordnung von Welle (2) und Gehäuse (3) vorliegt, dadurch gekennzeichnet, dass eine zusätzliche Bypass-Kapazität (C_{Bypass}) ebenfalls elektrisch parallel dazu erzeugt wird.

20

1/2

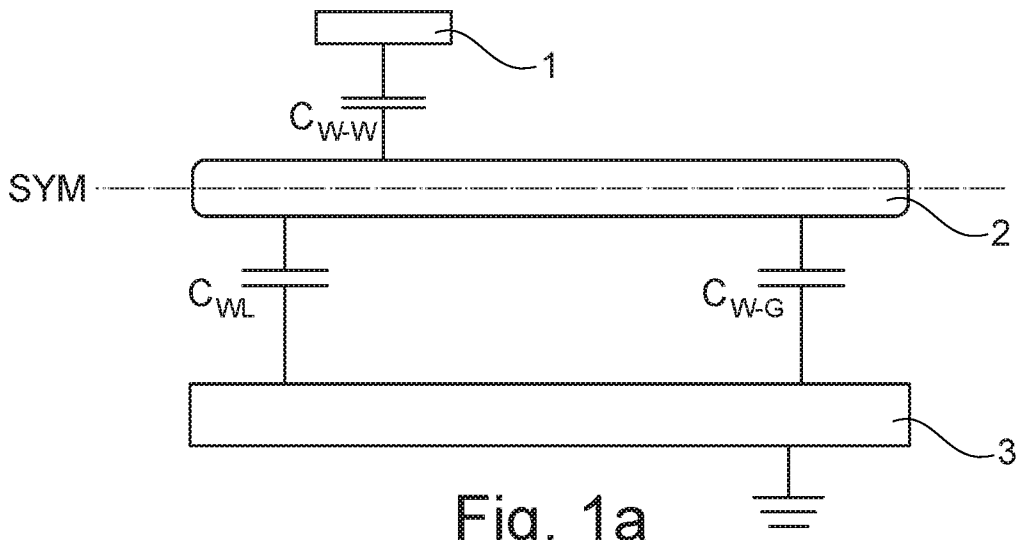


Fig. 1a

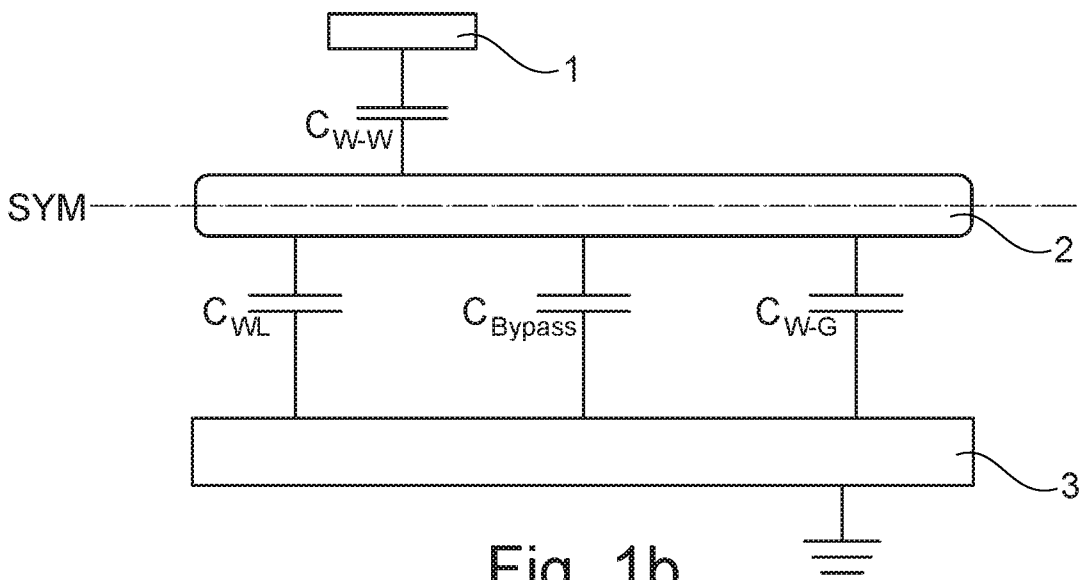


Fig. 1b

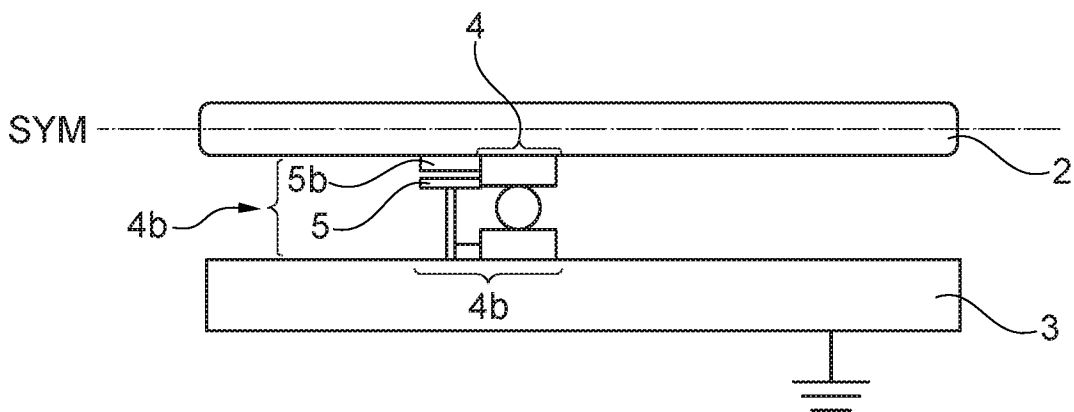


Fig. 2a

2/2

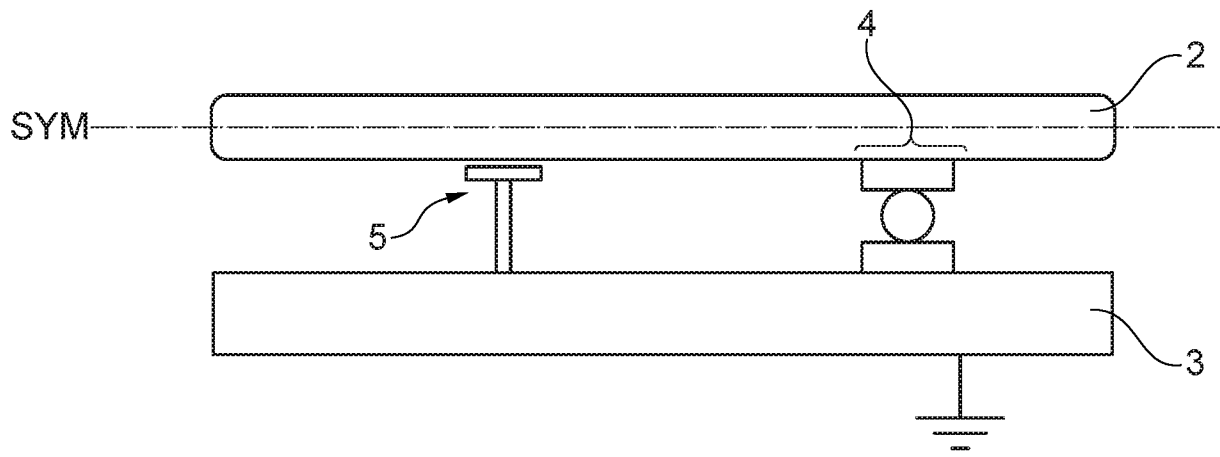


Fig. 2b

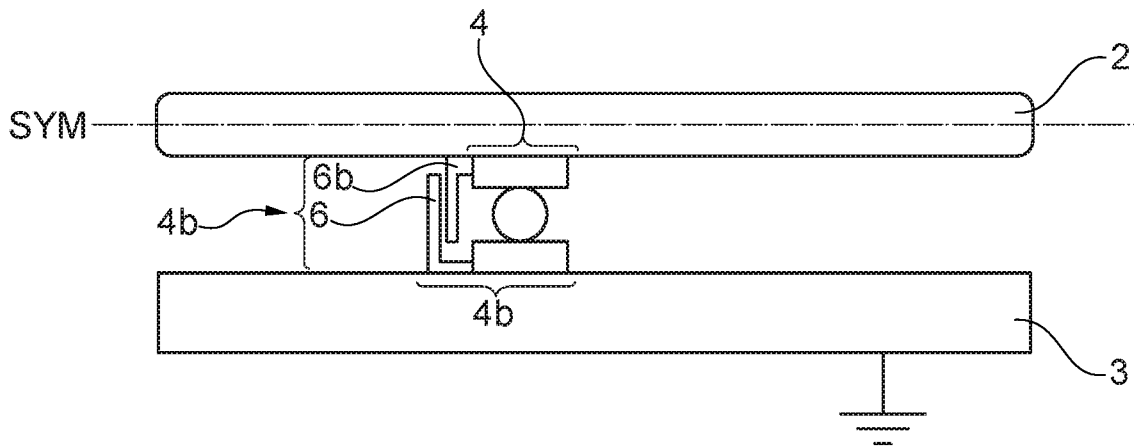


Fig. 3a

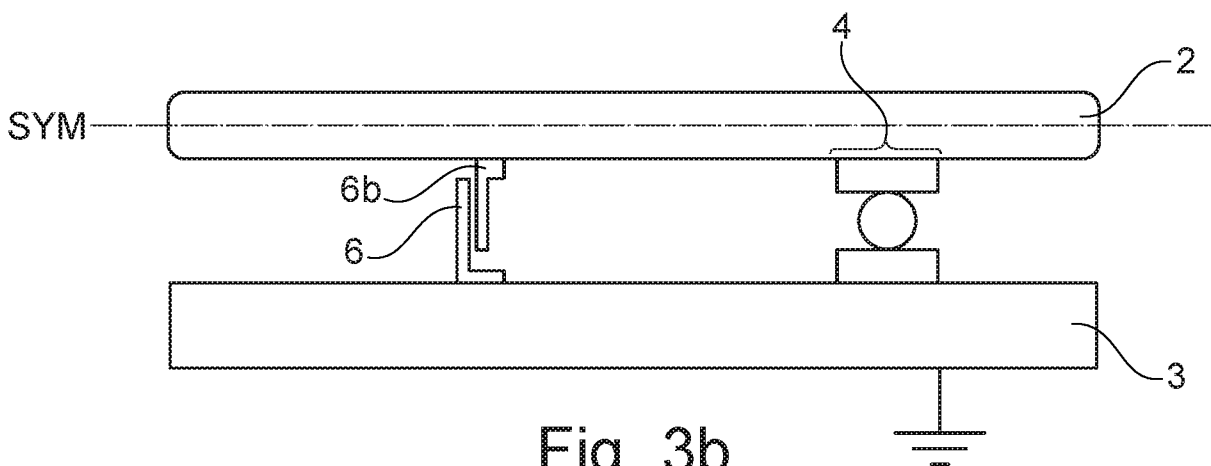


Fig. 3b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/100405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02K11/40
 ADD. F16C41/00 H02K7/08 H02K5/173

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H02K F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2016/329780 A1 (REED JUSTIN KYLE [US] ET AL) 10 November 2016 (2016-11-10) Paragrafen 9, 24; figures 2-4,5A,5B,6,7	1-9
X	DE 10 2013 212319 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 December 2014 (2014-12-31) Paragrafen 43-44; figures 1,2,3	1,3-6,9
X	US 2008/088187 A1 (SHAO LIANG [US] ET AL) 17 April 2008 (2008-04-17) Paragraf 34; figure 7	1,9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 29 May 2018	Date of mailing of the international search report 07/06/2018
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jabri, Tarak
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2018/100405

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/057783 A1 (MELFI MICHAEL J [US]) 27 March 2003 (2003-03-27) Paragrafen 28-32; figures 2-4	1,3-5,9
X	----- WO 2015/185261 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 December 2015 (2015-12-10) Seite 3, Zeilen 22-36; Seite 7, Zeilen 15-21; Seite 9, Zeilen 8-20; figure 1	1,3-5,9
X	----- CN 204 493 462 U (WENZHOU C & U BEARING CO LTD) 22 July 2015 (2015-07-22) Paragrafen 7-12; figure 1	1,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2018/100405

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016329780 A1	10-11-2016	US 2016329780 A1 WO 2015120033 A2	10-11-2016 13-08-2015

DE 102013212319 A1	31-12-2014	NONE	

US 2008088187 A1	17-04-2008	NONE	

US 2003057783 A1	27-03-2003	US 2003057783 A1 US 2004056543 A1	27-03-2003 25-03-2004

WO 2015185261 A1	10-12-2015	DE 102014210538 A1 WO 2015185261 A1	17-12-2015 10-12-2015

CN 204493462 U	22-07-2015	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K11/40 ADD. F16C41/00 H02K7/08 H02K5/173		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02K F16C		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2016/329780 A1 (REED JUSTIN KYLE [US] ET AL) 10. November 2016 (2016-11-10) Paragrafen 9, 24; Abbildungen 2-4,5A,5B,6,7 -----	1-9
X	DE 10 2013 212319 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Dezember 2014 (2014-12-31) Paragrafen 43-44; Abbildungen 1,2,3 -----	1,3-6,9
X	US 2008/088187 A1 (SHAO LIANG [US] ET AL) 17. April 2008 (2008-04-17) Paragraf 34; Abbildung 7 -----	1,9
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. Mai 2018		07/06/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Jabri, Tarak

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/057783 A1 (MELFI MICHAEL J [US]) 27. März 2003 (2003-03-27) Paragrafen 28-32; Abbildungen 2-4	1,3-5,9
X	----- WO 2015/185261 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. Dezember 2015 (2015-12-10) Seite 3, Zeilen 22-36; Seite 7, Zeilen 15-21; Seite 9, Zeilen 8-20; Abbildung 1	1,3-5,9
X	----- CN 204 493 462 U (WENZHOU C & U BEARING CO LTD) 22. Juli 2015 (2015-07-22) Paragrafen 7-12; Abbildung 1	1,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2018/100405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016329780 A1	10-11-2016	US 2016329780 A1 WO 2015120033 A2	10-11-2016 13-08-2015

DE 102013212319 A1	31-12-2014	KEINE	

US 2008088187 A1	17-04-2008	KEINE	

US 2003057783 A1	27-03-2003	US 2003057783 A1 US 2004056543 A1	27-03-2003 25-03-2004

WO 2015185261 A1	10-12-2015	DE 102014210538 A1 WO 2015185261 A1	17-12-2015 10-12-2015

CN 204493462 U	22-07-2015	KEINE	
