(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
19. Dezember 2024 (19.12.2024)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256427 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 10/00 (2006.01) *F16D 66/00* (2006.01)
F16D 65/16 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066155

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2024 (12.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 115 745.0
15. Juni 2023 (15.06.2023) DE

(71) Anmelder: **TOX PRESSOTECHNIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Riedstrasse 4, 88250 Weingarten (DE).

(72) Erfinder: **ROTHER, Thomas**; Martinstrasse 1, 88279 Amtzell (DE). **MEYER, Tim**; Brucknerstrasse 21, 88250 Weingarten (DE).

(74) Anwalt: **DOBLER, Markus** et al.; Grosstobeler Strasse 39, 88276 Berg/Ravensburg (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,

(54) **Title:** DEVICE HAVING A DRIVE UNIT, AND METHOD

(54) **Bezeichnung:** VORRICHTUNG MIT EINER ANTRIEBSEINHEIT UND VERFAHREN

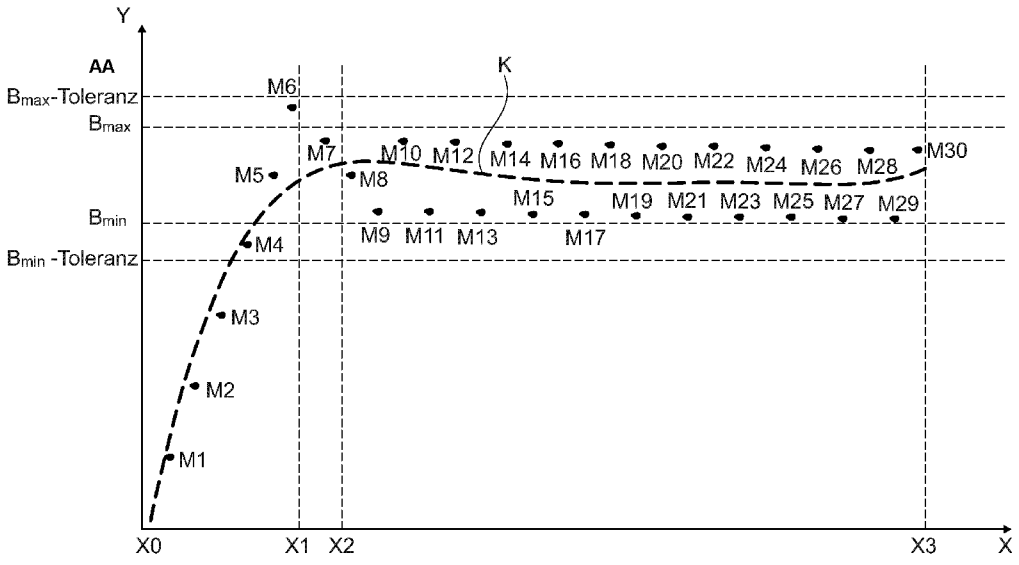


Fig. 1

AA Tolerance

(57) **Abstract:** The invention relates to a device (1) having a drive unit (3) for driving a movable drive part (4) and having a switchable friction brake (2), wherein the drive part (4) can be braked and/or held stationary, wherein the device comprises sensor means and a control apparatus, wherein the control apparatus processes a detectable measured sensor value of a measurement parameter, and wherein, when the friction brake (2) is in braking effect, and starting from the static state of the drive part (4), a drive level of the drive unit is increased against the effect of the friction brake (2) which is in braking effect until the drive part (4) passes from the static state into a temporally subsequent slipping state, in which a braking torque caused by the friction brake is maintained on the driven movement of the drive part (4). According to the invention, the control apparatus and the sensor means are designed such that, over a

WO 2024/256427 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

predetermined measurement interval which lies within a range in which the drive part is in the slipping state, a plurality of measured sensor values can each be detected at different times for a predetermined measurement parameter, wherein the measurement parameter correlates with a braking torque during the slipping state in order to determine a braking effect of the friction brake (2) on the drive part (4) in an actual state of the friction brake (2) on the basis of the plurality of measured sensor values of the same measurement parameter.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung (1) mit einer Antriebseinheit (3) zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils (4) und mit einer schaltbaren Reibbremse (2) vorgeschlagen, wobei das Antriebsteil (4) abbremsbar ist und/oder stillstehend festhaltbar ist, wobei die Vorrichtung Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung umfasst, wobei die Kontrolleinrichtung einen erfassbaren Sensor-Messwert eines Messparameters verarbeitet, und wobei bei in Bremswirkung sich befindender Reibbremse (2) und ausgehend von dem statischen Zustand des Antriebsteils (4) eine Erhöhung eines Antriebsmaßes der Antriebseinheit gegen die Wirkung der in Bremswirkung sich befindenden Reibbremse (2) erfolgt, bis das Antriebsteil (4) aus dem statischen Zustand in einen zeitlich nachgeordneten Durchrutschzustand gelangt, in welchem ein von der Reibbremse bewirktes Bremsmoment auf die angetriebene Bewegung des Antriebsteils (4) erhalten bleibt. Erfindungsgemäß sind die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel ausgebildet, dass über ein vorbestimmtes Messintervall, das innerhalb eines Bereichs liegt, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet, zu einem vorgegebenen Messparameter mehrere Sensor-Messwerte jeweils zeitlich versetzt erfassbar sind, wobei der Messparameter mit einem Bremsmoment während des Durchrutschzustandes korreliert, um auf Basis der mehreren Sensor-Messwerte des gleichen Messparameters eine Bremswirkung der Reibbremse (2) auf das Antriebsteil (4) in einem Istzustand der Reibbremse (2) zu ermitteln.

"Vorrichtung mit einer Antriebseinheit und Verfahren"

Stand der Technik

Bei Vorrichtungen wie Maschinen, zum Beispiel Werkzeugmaschinen, dient eine Antriebseinheit zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils der Vorrichtung bzw. Maschine. Beispielsweise ist das bewegbare Antriebsteil linear oder rotierend angetrieben bewegbar zum Beispiel kontinuierlich angetrieben bewegbar. Als Antrieb kommen regelmäßig z. B. Antriebsmotoren zur Anwendung.

Zum sicheren Betrieb der Vorrichtung werden in der Praxis unterschiedliche Arten und Bauprinzipien von Bremsvorrichtungen zum Abbremsen des sich bewegenden Antriebsteils bzw. von damit angetriebenen Einheiten verwendet. Beispielsweise dienen schaltbare Reibbremsen zum Abbremsen des sich angetrieben bewegenden Antriebsteil durch Reibung zwischen Reibpartnern, die zumindest teilweise der Reibbremse zugehörig sind. Die Reibbremse kann ausgelegt sein, das Antriebsteil in einem statischen Zustand stillstehend festzuhalten.

Zur Vermeidung einer Störung oder eines Versagens der Reibbremse bzw. zur Minimierung eines Gefährdungspotentials für Personen im Nahbereich der Vorrichtung werden hohe und definiert festgelegte Sicherheitsanforderungen an den Betreiber der Vorrichtung bzw. Maschine oder Werkzeugmaschine gestellt.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine eingangs beschriebene Vorrichtung im Hinblick auf die sichere

Betriebsführung zu verbessern. Insbesondere soll die Einhaltung von Vorgaben oder definierten Standards bezüglich der Funktionsprüfung von Bremsen wie Reibbremsen verbessert werden.

Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche zeigen vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen auf.

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung mit einer Antriebseinheit zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils der Vorrichtung und mit einer schaltbaren Reibbremse, wobei das sich bewegende Antriebsteil mit der Reibbremse durch Reibung zwischen Reibpartnern abbremsbar ist und/oder in einem statischen Zustand des Antriebsteils stillstehend festhaltbar ist, wobei die Vorrichtung Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung zur Betriebsführung der Vorrichtung umfasst, wobei die Kontrolleinrichtung einen von den Sensormitteln erfassbaren Sensor-Messwert eines Messparameters verarbeitet, und wobei bei in Bremswirkung sich befindender Reibbremse und ausgehend von dem statischen Zustand des Antriebsteils eine Erhöhung eines Antriebsmaßes der Antriebseinheit gegen die Wirkung der in Bremswirkung sich befindenden Reibbremse erfolgt, bis aufgrund des wirkenden Antriebsmaßes das Antriebsteil aus dem statischen Zustand in einen zum statischen Zustand zeitlich nachgeordneten Durchrutschzustand des sich bewegenden Antriebsteils gelangt, wobei im Durchrutschzustand des Antriebsteils ein von der Reibbremse bewirktes Bremsmoment auf die angetriebene Bewegung des Antriebsteils erhalten bleibt.

Der Kern der Erfindung liegt darin, dass die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel ausgebildet sind, dass über ein vorbestimmtes Messintervall, das innerhalb eines Bereichs liegt, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet, zu einem vorgegebenen Messparameter mehrere Sensor-Messwerte jeweils zeitlich versetzt erfassbar sind, wobei der Messparameter mit einem im Mess-Intervall wirkenden Bremsmoment der Reibbremse auf das angetriebene Antriebsteil während des

Durchrutschzustandes korreliert, um auf Basis der mehreren Sensor-Messwerte des gleichen Messparameters eine Bremswirkung der Reibbremse auf das Antriebsteil in einem Istzustand der Reibbremse zu ermitteln.

Beispielsweise lässt sich effektiv und sicher die aktuelle Bremsfunktion bzw. der Ist-Zustand der Reibbremse bezüglich der Bremswirkung beurteilen. Beispielsweise ist eine zuverlässige Bremsprüfung unter Berücksichtigung der EN ISO 16092-2:2020 vom Technischen Komitee "Werkzeugmaschinen" und vom Technischen Komitee "Werkzeugmaschinen-Sicherheit" gewährleistet.

Beispielsweise wird die Reibbremse einer dynamischen Bremsmoment-Messung unterzogen. Beispielsweise erfolgt der Bremsentest mit einem Vergleich eines zyklisch gemessenen Istwertes mit einem zeitlich vorher gemessenen Istwertes. Beispielsweise korreliert der vorher gemessenen Istwert mit einem Neuzustand der Reibbremse. Beispielsweise wird der vorher gemessene Istwert als Sollwert zugrunde gelegt.

Zum Beispiel wird die Reibbremse für einen Bremsentest bewusst zum Durchrutschen gebracht. Zum Beispiel erfolgt dabei die Erhöhung der Antriebsleistung der Antriebseinheit auf das angetriebene Antriebsteil aus dem stillstehenden Zustand des Antriebsteils, auf das die geschlossene bzw. betätigte Reibbremse wirkt. Nach dem Überwinden eines statischen Haltemoments, das auf das Antriebsteil bei betätigter Reibbremse wirkt, erfolgt die Messung zur Erfassung eines dynamischen Bremsmoments. Zum Beispiel bleibt währenddessen die Reibbremse betätigt.

Beispielsweise werden während der Messung vorgebbare Parameter wie Betriebsparameter der Vorrichtung, z. B. Parameter der Antriebseinheit wie z. B. Motorparameter eines die Antriebseinheit bildenden Elektroantriebes für die Messung hinsichtlich des Ist-Zustandes der Reibbremse herangezogen. Zum Beispiel werden die Motor-Parameter "Ist-Strom" in Ampere (A)

und/oder die Drehmomentkonstante Kt in Newtonmeter pro Ampere (Nm/A) erfasst bzw. gemessen und weiterverarbeitet. Zum Beispiel korreliert das Motor-Drehmoment mit dem Bremsmoment der Reibbremse.

Beispielsweise umfasst die Reibbremse eine Federanordnung, beispielsweise eine mechanische Federanordnung mit einer mechanischen Feder. Zum Beispiel umfasst die Reibbremse zur Bereitstellung einer Bremswirkung und/ oder zur Bereitstellung eine Federanordnung.

Beispielsweise arbeitet die Reibbremse federunterstützt, zum Beispiel ist die Reibbremse federbetätigt. Zum Beispiel ist die schaltbare Reibbremse durch eine mechanische Feder betätigbar bzw. aktivierbar. Beispielsweise ist die Wirkung der Reibbremse durch die mechanische Feder zu- und abschaltbar.

Beispielsweise umfasst die Reibbremse zwei benachbarte z. B. gegenüberliegende Reibpartner, die relativ zueinander bewegbar sind. Zum Beispiel ist ein Reibpartner der Reibbremse zugeordnet und ein weiterer Reibpartner ist z. B. einem anzutreibenden Element zum Beispiel dem Antriebsteil zugeordnet.

Beispielsweise liegt ein Messintervall innerhalb eines zeitlichen Bereichs, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet. Zum Beispiel liegen sämtliche Messungen zur Erfassung der Sensor-Messwerte zeitlich innerhalb des Durchrutschzustandes. Zum Beispiel ist ein Ende des Durchrutschzustandes durch Erreichen eines gemessenen Grenzwertes, z. B. durch einen gemessenen Grenzwert des Bremsmoments, erfassbar und/oder rechnerisch festlegbar.

Beispielsweise ist das Mess-Intervall durch einen Messweg definiert, den das Antriebsteil im Durchrutschzustand zurücklegt. Beispielsweise betrifft der Messweg einen Weg, wie z. B. eine Bewegungsstrecke, den das Antriebsteil im Durchrutschzustand zurücklegt. Beispielsweise ist bezüglich des Antriebsteils der

Messweg abgreifbar als ein in der Messzeit zurückgelegter Weg eines mit dem Antriebsteil bewegungsgekoppelten Teils der Vorrichtung.

Zum Beispiel ist der Messweg ein Weg des sich bewegenden Antriebsteils im Durchrutschzustand, z. B. ein linearer Weg, den das sich linear bewegende Antriebsteil oder eines mit diesem bewegungsgekoppelten Teils zurücklegt. Zum Beispiel liegt der Messweg im Millimeterbereich oder im Bereich eines Bruchteils eines Millimeters.

Beispielsweise betrifft die Reibbremse der Vorrichtung einen beliebigen Typ von allen möglichen Typen von Reibbremsen.

Beispielsweise ist die Reibbremse der Vorrichtung eine federbetätigte Bremse bzw. eine federbetätigte Reibbremse. Zum Beispiel ist eine solche Reibbremse in der Norm EN ISO 16092-2:2020 beschrieben. Diese Norm richtet sich z. B. auf Sicherheitsbremsen.

Zum Beispiel geht die Reibbremse durch Zuführung von Energie, z. B. durch Zuführung einer Magnetkraft oder von elektrischer Energie, in einen unbetätigten Zustand bzw. in einen nicht bremsenden Zustand. Zum Beispiel fällt die Reibbremse bei einem Abschalten oder bei einem Ausfall der Energie, wie z. B. bei einer Sicherheitsbremse, in einen federbetätigten Zustand zurück. Zum Beispiel ist die Reibbremse eine Ruhebremse, welche ohne Zuführung von Energie nur durch Federkraft eine Bremswirkung entfaltet.

Zum Beispiel ist die Reibbremse eine energiebetätigte Bremse, die durch Zuführung von Energie, z. B. durch Zuführung einer Magnetkraft oder von elektrischer Energie, in den betätigten Zustand geht bzw.in den bremsend wirkenden Zustand geht.

Zum Beispiel fällt die Reibbremse bei einem Abschalten der Energie oder bei einem Ausfall der Energie in den unbetätigten

Zustand zurück. Beispielsweise bremst eine solche Reibbremse, wie zum Beispiel eine Arbeitsbremse, nur bei Zuführung von Energie z. B. nur bei Zufuhr von elektrischer Energie oder nur bei wirkender Magnetkraft z. B. einer elektromagnetischen Kraft eines Elektromagneten.

Zum Beispiel wenn das Antriebsteil rotierend bewegbar ist, z. B. angetrieben rotiert oder eine Drehbewegung ausführt, ist der Messweg ein Weg entlang einer Kreisbahn bzw. ein Rotationsweg im Durchrutschzustand, zum Beispiel durch einen Winkelgrad-Wert bestimmbar. Zum Beispiel ist der Messweg ein Weg einer Dreh-Bewegung des Antriebsteils oder eines mit dem Antriebsteil bewegungsgekoppelten Teils der Vorrichtung oder eines anderen Bauteils außerhalb der Vorrichtung, das mit dem Antriebsteil bewegungsgekoppelt ist und rotiert oder sich linear oder entlang einer Bewegungskurve bewegt.

Beispielsweise beträgt der Messweg einen Bruchteil einer vollständigen Drehbewegung um 360 Winkelgrade zum Beispiel im Bereich von wenigen Winkelgraden. Beispielsweise ist der Messweg innerhalb genau einer Umdrehung des Antriebsteils gelegen zwischen Null und 360 Winkelgraden. Zum Beispiel erfolgt die Erfassung der mehreren Sensor-Messwerte innerhalb einer Drehbewegung des Antriebsteils um 360 Winkelgrade bzw. innerhalb genau einer vollständigen Umdrehung des Antriebsteils.

Zum Beispiel ist das Mess-Intervall durch eine Messzeit definiert, die innerhalb eines Zeitraumes liegt, in dem das Antriebsteil sich im Durchrutschzustand befindet. Beispielsweise liegt die Messzeit im Sekundenbereich, zum Beispiel im Bereich einer Sekunde oder im Bereich von zwei Sekunden. Zum Beispiel liegt die Messzeit im Bereich eines Bruchteils einer Sekunde zum Beispiel im Zehntel-Millimeterbereich oder im Bereich von wenigen Hundertstel-Sekunden oder z. B. liegt die Messzeit im Millisekunden-Bereich. Beispielsweise liegt die Messzeit im Sekundenbereich, zum Beispiel im Bereich einer Sekunde oder im Bereich von bis zwei Sekunden.

Zum Beispiel ist ein Anfangs-Mess-Zeitpunkt des Mess-Intervalls und/oder ein End-Mess-Zeitpunkt des Mess-Intervalls definiert vorgebbar. Beispielsweise sind mehrere Anfangs-Mess-Zeitpunkte und jeweils dazugehörige End-Mess-Zeitpunkte für einen Messwert vorgebbar, zum Beispiel jeweils für mehrere oder für sämtliche der mehreren erfassten Messwerte.

Beispielsweise sind die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet, einen Startzeitpunkt des Durchrutschzustandes des Antriebsteils festzustellen, wobei die Ermittlung der Bremswirkung der Reibbremse erst nach dem Startzeitpunkt des Durchrutschzustandes des Antriebsteils und nach Ablauf einer an den Startzeitpunkt anschließenden ersten zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes des Antriebsteils erfolgt. Beispielsweise unterteilt sich der Durchrutschzustand in mehrere zeitliche Phasen, umfassend zumindest eine erste zeitliche Phase und eine letzte zeitliche Phase.

Zum Beispiel liegt der Anfangs-Zeitpunkt des ersten Mess-Intervalls zeitlich nach Ablauf der ersten zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes bzw. nach einer Anlaufphase. In der Anlaufphase kommt z. B. ein nicht repräsentatives z. B. sprunghaft sich änderndes oder ein diskontinuierliches Reibverhalten der Reibpartner zum Ausdruck.

Beispielsweise wird die Auswirkung eines zeitlich anfänglichen Durchrutschverhaltens des Antriebsteils aus dem ruhenden Zustand, z. B. ein Anlaufverhalten des Antriebsteils in der Anlaufphase, auf die Erfassung der Sensor-Messwerte ausgeschlossen. Die Anlaufphase wirkt sich regelmäßig verfälschend auf ein Messergebnis aus bzw. ist regelmäßig nicht repräsentativ für die Bewertung der Bremswirkung der Reibbremse. In der Regel ist ein Durchrutschverhalten des Antriebsteils aus dem ruhenden Zustand in einer ersten zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes nicht aussagekräftig zur Beurteilung des Istzustandes der Bremswirkung

der Reibbremse. Beispielsweise wird eine Verfälschung der Beurteilung der Bremswirkung der Reibbremse vermieden.

Nach dem Ende des Anlaufverhaltens bzw. nach dem Ende der ersten Phase des Durchrutschzustandes verhält sich die reibbremse bzw. das Antriebsteil gleichmäßig und nicht sprunghaft bzw. nicht unstetig.

Beispielsweise erfolgt in einer der ersten zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes nachfolgenden zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes des Antriebsteils, zum Beispiel jeweils in mehreren der nachfolgenden zeitlichen Phasen des Durchrutschzustandes, eine Erfassung von Sensor-Messwerten, wie z. B. die Bestimmung der Steigung des Bremsmoments bzw. eines Parameters, der mit dem Bremsmoment korreliert.

Beispielsweise werden erfasste Sensor-Messwerte für die jeweiligen unterschiedlichen zeitlichen Phasen des Durchrutschzustandes des Antriebsteils erst zeitlich versetzt zum Startzeitpunkt des Durchrutschzustandes für die Messung berücksichtigt. Der zeitliche Versatz vom Start des Durchrutschzustand bis zum Beginn der Messung eines ersten Sensor-Messewertes bzw. die Länge der erste zeitliche Phase des Durchrutschzustandes bzw. der Anlaufphase beträgt beispielsweise wenige Milli-Sekunden oder wenige Hundertstel-Sekunden oder wenige Zehntel-Sekunden.

Zum Beispiel wird die Änderung des Bremsmoments der Reibbremse oder eines damit korrelierenden Parameters über die Zeit bewertet.

Zum Beispiel findet zur Bestimmung des Endes der Anlaufphase bzw. der ersten Phase des Durchrutschzustandes für die Erfassung eines Sensor-Messwertes eine Grenzwert-Betrachtung statt. Zum Beispiel wird ab dem Beginn des Durchrutschzustandes eine Steigung des Verlaufs des Bremsmoments oder eines damit korrelierenden Parameters gegen Null gehend erfasst. Mit der

Feststellung der Null-Steigung bzw. des gegen Null gehen der Steigung des Verlaufs des Bremsmoments beginnt die Erfassung von Sensor-Messwerten bzw. eines ersten Sensor-Messwertes und danach die Erfassung weiterer Sensor-Messwerte.

Beispielsweise erfolgt die Erfassung der Sensor-Messwerte sobald die Steigung des Verlaufs des Bremsmoments unter einem vorgebbaren Schwellenwert oder bei Erreichen einer Steigung "Null" des Verlaufs des Bremsmoments festgestellt ist. Dann beginnt der Start des Mess-Intervalls zur Erfassung der Sensor-Messwerte.

Beispielsweise wird durch die Nicht-Berücksichtigung bzw. durch ein Ausblenden wie ein Ausschließen eines Anlauf-Verhaltens der Reibbremse eine Verfälschung der Messungen und damit eine Verfälschung der Bewertung der Bremswirkung der Reibbremse vermieden oder minimiert.

Beispielsweise wird mit dem Ausblenden wie ein Ausschließen eines Anlauf-Verhaltens der Reibbremse ein Anlauf-Peaks des Durchrutschzustandes z. B. mit einem kurzzeitigen höheren feststellbaren Bremsmoment nicht und damit nicht verfälschend wirkend für die Messung berücksichtigt.

Beispielsweise unterteilt sich der Durchrutschzustand in mehrere zeitliche Phasen, z. B. in eine Mehrzahl von drei oder mehr als drei zeitliche Phasen, zum Beispiel 4 bis 20 oder mehr als 20 zeitliche Phasen. Zum Beispiel weisen sämtliche zeitlichen Phasen des Durchrutschzustandes die gleiche Zeitdauer auf oder die mehreren zeitlichen Phasen weisen alle eine unterschiedliche Zeitdauer auf oder die mehreren zeitlichen Phasen weisen zwei oder mehr Phasen mit gleicher Zeitdauer und zwei oder mehr Phasen mit gleicher Zeitdauer auf.

Beispielsweis schließt sich an den Durchrutschzustand des Antriebsteils eine freie, zwischen den Reibflächen der Reibpartner praxisbezogen nahezu reibungslose Bewegung der

Reibpartner und damit des Antriebsteils an, welches sich frei angetrieben bewegt.

Zum Beispiel sind die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet, dass die Anzahl der zeitlich versetzten mehreren Sensor-Messwerte vorgebbar ist.

Zum Beispiel beträgt die Anzahl der zeitlich versetzten mehreren Sensor-Messwerte gleich zwei oder es werden mehr als zwei zeitlich versetzte Sensor-Messwerte erfasst im Mess-Intervall.

Beispielsweise ist die Anzahl der Sensor-Messwerte in einem dazugehörigen Messintervall ≥ 2, ≥ 10, ≥ 20, ≥ 30, ≥ 40, ≥ 50, ≥ 60, ≥ 70, ≥ 80, ≥ 90 oder ≥ 100 Sensor-Messwerte.

Beispielsweise werden genau 100 Sensor-Messwerte oder genau 120 Messwerte oder ≤ 500 Sensor-Messwerte erfasst in einem Messintervall. Beispielsweise werden die mehreren Sensor-Messwerte jeweils mit gleichen zeitlichem Abstand untereinander erfasst, z. B. mit einem zeitlichen Abstand der Sensor-Messwerte untereinander von 20 Millisekunden bzw. 20 mS, von 40 mS oder von mehr als 40 mS.

Beispielsweise dass das Mess-Intervall innerhalb eines Bereichs liegt, innerhalb dem das drehend sich bewegende Antriebsteil eine Umdrehung zurücklegt.

Beispielsweise entspricht das Mess-Intervall z. B. einer Umlaufzeit des Antriebsteils, innerhalb welcher das Antriebsteil eine bzw. genau eine Umdrehung bzw. um genau 360 Winkelgrade zurücklegt. Beispielsweise entspricht das Mess-Intervall z. B. einer Umlaufzeit des Antriebsteils, innerhalb welcher das Antriebsteil einen Weg zurücklegt, der kleiner ist als der Weg, den das Antriebsteil bei einer Umdrehung um 360 Winkelgrade des Antriebsteils um seine Drehachse zurücklegt, oder kleiner z. B. 300 Winkelgrade oder kleiner z. B. 200 Winkelgrade oder kleiner z. B. 180 Winkelgrade.

Zum Beispiel sind die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet, dass durch Betätigung der Reibbremse zeitlich vor dem Mess-Intervall sich die Reibbremse in einem vorgebbaren Konditionierung-Zustand befindet. Zum Beispiel umfasst die Betätigung der Reibbremse das Schalten bzw. Einschalten und wieder Lösen der Reibbremse. Nach dem Lösen bzw. erfährt das Antriebsteil keinen Reibbrems-Widerstand und könnte sich z.B. sich angetrieben bewegen. Damit wird einfach und reproduzierbar erreicht, dass die Oberflächen der Reibpartner aneinander gepresst werden, sich dadurch Partikel von den Oberflächen durch Pressdruck lösen, und anschließend die Reibflächen wieder frei kommen in einem kontaktlosen Zustand, wodurch die gelösten Partikel oder die reibungsbedingt erwärmten Flüssigkeiten sich von den Reibflächen lösen können, z. B. sich ablösen, abfallen oder verdampfen. Oberflächenbestandteile sind dadurch entfernt nach dem Lösen der Reibbremse.

Zum Beispiel erfolgt die Betätigung der Reibbremse vor dem Beginn des Durchrutschzustandes, für den ohnehin sich die Reibbremse im betätigten, aber nicht mehr gelösten Zustand befindet. Zum Beispiel werden durch die Betätigung der Reibbremse die Reibflächen der Reibbremse in einen chemisch-physikalisch konditionierten Zustand gebracht.

Beispielsweise erfolgt genau eine Betätigung oder es erfolgen mehrere Betätigungen der Reibbremse zeitlich vor dem Mess-Intervall. Beispielsweise ist z. B. über die Kontrolleinheit der Zeitpunkt der Betätigung der Reibbremse bezogen auf den Beginn des Mess-Intervalls vorgebbar. Beispielsweise liegt der Zeitpunkt der Betätigung der Reibbremse bezogen auf den Beginn des Mess-Intervalls wenige Sekunden zum Beispiel eine Sekunde vor Beginn des Mess-Intervalls oder zum Beispiel eine Sekunde vor Beginn des Durchrutschzustandes.

Zum Beispiel wird damit ein für alle vorgenommenen Messungen vergleichbarer Zustand der Reibbremse vor Beginn der

eigentlichen Messung erreicht, nämlich der Konditionierung-Zustand der Reibbremse. Zum Beispiel ist mit dem Konditionierung-Zustand der Reibbremse immer ein gleicher oder vergleichbarer Ausgangs-Zustand unmittelbar vor Beginn der Messung sichergestellt. Der gleiche oder zumindest im Wesentlichen gleiche Konditionierung-Zustand ist erreichbar unabhängig vom jeweiligen Zustand der Reibbremse vor dem Konditionierungs-Zustand bzw. vor der Betätigung für alle unterschiedlichen Zustände vor Beginn der Erfassung von Sensor-Messwerten. Beispielsweise sind dadurch die aus den Sensor-Messwerten gewonnene Erkenntnisse miteinander besser bzw. aussagekräftig vergleichbar.

Beispielsweise wird der Konditionierung-Zustand erreicht auf unterschiedliche mögliche Weise, zum Beispiel durch die Betätigung der Reibbremse z. B. über eine über die Kontrolleinrichtung vorgebbare bzw. vorbestimmte Bremszeit bzw. Bremsdauer oder einen vorgebbaren z. B. vorbestimmten Drehwinkel, bzw. über eine vorbestimmte Anzahl von Bremswechseln "Ein"/"Aus" bzw. von Betätigungs- bzw. Schaltvorgängen der Reibbremse.

Damit werden sich auf die Messung auswirkende Parameter der Reibbremse wie z. B. Feuchtigkeit auf den Reibflächen, Wasser, Öl, Fett usw., Schmutz, Staub, Partikel auf den Reibflächen, Oberflächen-Temperatur der Reibflächen, derart konditioniert bzw. ausgeglichen, dass ein vergleichbarer Zustand der Reibbremse vor Beginn jeder Messung erreicht ist.

Beispielsweise umfasst die Antriebseinheit einen Elektromotor, wobei ein Motorstrom des Elektromotors als Messparameter dient. Zum Beispiel dient der Elektromotor zum Antrieb des Antriebsteils, so dass der Elektromotor beim Antrieb für Erreichen des Durchrutschzustandes gegen die Wirkung der Reibbremse arbeitet und damit der aufgenommene Motorstrom mit der von der Reibbremse bereitgestellten Bremskraft korreliert.

Zum Beispiel ist es zuverlässig und einfach möglich, über den regelmäßig einfach messbaren Motorstrom, den der Elektromotor aufnimmt bei betätigter Reibbremse, ein aktuelles bzw. wirksames Bremsmoment der Reibbremse abzubilden.

Beispielsweise dient das aus dem aufgenommenen Motorstrom abgeleitete z. B. errechnete Drehmoment bzw. Gegen-Bremsmoment als Grundlage zur Beurteilung der aktuellen Bremswirkung bzw. des aktuell bereitstellbaren z. B. maximalen Bremsmoments der Reibbremse. Beispielsweis ist es möglich, aus dem erfassten Motorstrom, den der Elektromotor aufnimmt, mittelbar ein aktuelles mit der Reibbremse bereitgestelltes Bremsmoment der Reibbremse zu berechnen.

Zum Beispiel ist in der Kontrolleinrichtung eine Verarbeitungsvorschrift für die Verarbeitung der mehreren Sensor-Messwerte hinterlegt, um die Bremswirkung der Reibbremse in einem Istzustand der Reibbremse zu ermitteln. Beispielsweise umfasst die Verarbeitungsvorschrift einen Algorithmus und/oder zum Beispiel eine Computer-Software.

Zum Beispiel umfasst die Verarbeitungsvorschrift eine mathematische und/oder eine statistische Verarbeitungsvorschrift.

Beispielsweise werden mit der Verarbeitungsvorschrift von den Sensormitteln erfasste Sensor-Messwerte einer mathematischen Verarbeitung bzw. Auswertung unterzogen.

Zum Beispiel erfolgt mit der Verarbeitungsvorschrift die Bildung eines errechneten Wertes des Messparameters, zum Beispiel durch Mittelwertbildung auf Basis von mehreren Einzel-Sensor-Messwerten.

Beispielsweise umfasst die Verarbeitungsvorschrift unterschiedliche z. B. mathematische Methoden zur Verarbeitung der Sensor-Messwerte.

Zum Beispiel dient die Verarbeitungsvorschrift zur Bildung eines arithmetischen, geometrischen und/oder eines quadratischen Mittelwertes auf Basis der ermittelten Sensor-Messwerte.

Zum Beispiel umfasst die Verarbeitungsvorschrift einen programmierbaren Filter, z. B. für eine Mittelwertbildung, wie zum Beispiel Drehmoment-Mittelwert, bezogen auf ein Bremsmoment der Reibbremse bzw. auf ein Gegen-Drehmoment zum Bremsmoment der Reibbremse.

Zum Beispiel umfasst die Verarbeitungsvorschrift eine gewichtete Mittelwertbildung. Beispielsweise arbeitet die Verarbeitungsvorschrift nach dem Polynomverfahren oder ein anderes mathematisches Verfahren zur Bildung eines repräsentativen Wertes aus mehreren unterschiedlichen Einzelwerten wie den Sensor-Messwerten.

Beispielsweise wird gemäß der Verarbeitungsvorschrift ein sogenanntes Zeittriggern durchgeführt. Beispielsweise werden gemäß der Verarbeitungsvorschrift mathematische Funktionen zur Steigungserkennung herangezogen, bezogen auf den zeitlichen Verlaufs des Bremsmomentes im Durchrutschzustand der Reibbremse. Beispielsweise umfasst die Verarbeitungsvorschrift ein mathematische Ableiten der Messwert-Funktion oder einfache Gradienten-Erkennung, wobei die Funktion auf Basis der erfassten Sensor-Messwerte gebildet ist.

Die Erfindung richtet sich zudem auf ein Verfahren zur Bestimmung einer Bremswirkung einer Reibbremse einer Vorrichtung nach einer der oben beschriebenen Ausbildungen.

Zum Beispiel sind sämtliche Typen von Reibbremsen mit dem Verfahren prüfbar im Hinblick auf die Bestimmung der Bremswirkung der Reibbremse.

Zum Beispiel umfasst die Vorrichtung eine Antriebseinheit zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils der Vorrichtung und die

schaltbare Reibbremse, wobei das sich bewegende Antriebsteil mit der Reibbremse durch Reibung zwischen Reibpartnern abbremsbar ist und/oder in einem statischen Zustand des Antriebsteils stillstehend festhaltbar ist, wobei die Vorrichtung Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung zur Betriebsführung der Vorrichtung umfasst, wobei die Kontrolleinrichtung einen von den Sensormitteln erfassbaren Sensor-Messwert eines Messparameters verarbeitet, und wobei bei in Bremswirkung sich befindender Reibbremse und ausgehend von dem statischen Zustand des Antriebsteils eine Erhöhung eines Antriebsmaß der Antriebseinheit gegen die Wirkung der in Bremswirkung sich befindenden Reibbremse erfolgt, bis aufgrund des wirkenden Antriebsmaßes das Antriebsteil aus dem statischen Zustand in einen zum statischen Zustand zeitlich nachgeordneten Durchrutschzustand des sich bewegenden Antriebsteils gelangt, wobei im Durchrutschzustand des Antriebsteils ein Bremsmoment der Reibbremse auf die angetriebene Bewegung des Antriebsteils erhalten bleibt.

Über ein vorbestimmtes Messintervall, das innerhalb eines Bereichs liegt, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet, werden zu einem vorgegebenen Messparameter mehrere Sensor-Messwerte jeweils zeitlich versetzt erfasst, wobei der Messparameter mit einem im Mess-Intervall wirkenden Bremsmoment der Reibbremse auf das angetriebene Antriebsteil während des Durchrutschzustandes korreliert, und wobei auf Basis der mehreren Sensor-Messwerte des gleichen Messparameters eine Bremswirkung der Reibbremse in einem Istzustand der Reibbremse auf das Antriebsteil ermittelt wird.

Beispielsweise ist es vorteilhaft möglich, den Istzustand der Reibbremse zu charakterisieren.

Beispielsweise ist der aktuelle Istzustand der Reibbremse während des Durchrutschens ermittelt und spiegelt eine Festhaltewirkung der Reibbremse im statischen Zustand des

Antriebsteils wieder bzw. lässt Rückschlüsse auf die statische Haltewirkung der Reibbremse zu.

Beispielsweise erfolgt die Bestimmung der Bremswirkung der Reibbremse auf Grundlage einer Erfassung von Sensor-Messwerten, die das Bremsmoment der Reibbremse abbilden bzw. bestimmen.

Beispielsweise erfolgt die Bestimmung der Bremswirkung der Reibbremse auf Grundlage einer Erfassung von Sensor-Messwerten, die ein Antriebsmaß der Antriebseinheit während des Durchrutschzustandes des Antriebsteils bestimmen.

Zum Beispiel wird ein Antriebsmaß der Antriebseinheit während des Durchrutschzustandes des Antriebsteils charakterisiert durch die Beschleunigung des Antriebsteils und/oder die Geschwindigkeit des Antriebsteils und/oder den Absolut-Weg bzw. den Absolut-Drehwinkel des Antriebsteils.

Beispielsweise werden Sensor-Messwerte zur Bestimmung des Ist-Zustandes der Reibbremse dann aufgenommen, wenn bezogen auf das Antriebsteil der Antriebseinheit die Beschleunigung des Antriebsteils z. B. kleiner 500 mm/s^2 oder z. B. kleiner 300 mm/s^2 oder kleiner 100 mm/s^2 oder kleiner 50 mm/s^2 10 mm/s^2 oder z. B. kleiner 5 mm/s^2 oder kleiner 3 mm/s^2 oder kleiner 2 mm/s^2 ist.

Zum Beispiel wird als Sensor-Messwert ein Motorstrom eines elektrischen Motors der Antriebseinheit ermittelt. Je größer die Stromaufnahme des Elektromotors der Antriebseinheit ist, desto größer ist das aktuelle Bremsmoment der Reibbremse. Damit lassen sich über den Motorstrom z. B. unmittelbar Rückschlüsse auf das Bremsmoment der Reibbremse ziehen.

Beispielsweise wird auf Grundlage der Sensor-Messwerte ein Drehmoment-Wert der Antriebseinheit errechnet. Zum Beispiel korreliert der Drehmoment-Wert der Antriebseinheit für den

Zeitpunkt der Messung des Drehmoment-Wertes mit dem Bremsmoment der Reibbremse im Mess-Zeitpunkt.

Zum Beispiel wird auf Grundlage der Sensor-Messwerte ein Drehmoment-Mittelwert der Antriebseinheit errechnet. Zum Beispiel werden mehrere Sensor-Messwerte erfasst und daraus ein Mittelwert der Sensor-Messwerte errechnet. Beispielsweise korreliert der Mittelwert der Sensor-Messwerte mit einem Drehmoment-Mittelwert, der Rückschlüsse auf das Bremsmoment der Reibbremse zulässt für die Ermittlung des Istzustandes der Reibbremse.

Beispielsweise wird in zeitlichen Abständen während eines Betriebszeitraums der Reibbremse jeweils der Istzustand der Reibbremse in Bezug auf deren Bremswirkung auf das Antriebsteil ermittelt und ein Verlauf der verschiedenen ermittelten Istzustände als Grundlage zur Bewertung der Reibbremse im Hinblick auf eine Prognose einer zukünftigen Funktion der Reibbremse herangezogen.

Zum Beispiel erfolgt ein Vergleich des Istzustandes der Reibbremse über eine Dauer des Betriebs der Vorrichtung bzw. über den Verlauf des Betriebs der Vorrichtung, z. B. in regelmäßigen Abständen, z. B. einmal stündlich, einmal täglich einmal wöchentlich, mit einem Bezugszustand der Reibbremse, z. B. in einem Neu-Zustand der Reibbremse. Zum Beispiel wird auf dieser Grundlage in dem Nutz-Zeitraum der Vorrichtung bzw. der Reibbremse eine regelmäßige Prüfung der Reibbremse durchgeführt. Die regelmäßig erfassten Istzustand-Werte könne in ihrem Verlauf eine Prognose erlauben, zum Beispiel wann ein Unterschreiten eines Sollwertes einer Bremsmomentes der Reibbremse zu erwarten ist. Dies ermöglicht eine verbesserte Planbarkeit im Hinblick auf die Funktionssicherheit der Reibbremse und damit den Betrieb der Vorrichtung. Beispielsweise lassen sich bei der Vorrichtung wie z. B. einer Werkzeugmaschine Reparatur-, Instandsetzungs- und/oder Stillstandzeiten besser abschätzen.

Zum Beispiel wird ein Verlauf der verschiedenen ermittelten Istzustände für eine Bestimmung eines Zeitpunktes herangezogen, wobei zu dem Zeitpunkt ein Grenzwert der Bremswirkung der Reibbremse erwartet wird.

Beispielsweise werden verschiedene aus den Sensor-Messwerten abgeleitete Istzustände der Reibbremse, zum Beispiel je ein Ist-Zustand täglich bestimmt, einer Trendanalyse unterzogen. So kann zum Beispiel nach einer Woche oder nach zwei oder mehr als zwei Wochen auf einen zu erwartenden Zustand des Istzustandes der Reibbremse geschlossen werden, an dem ein Grenzwert bezüglich des Istzustandes der Reibbremse voraussichtlich erreicht wird. Dieses Vorgehen dient z. B. zur Früherkennung einer Abnutzung bzw. zur Erkennung einer Dynamik der Abnutzung und ggf. Bestimmung eines voraussichtlichen Ausfallzeitpunktes der Reibbremse.

Beispielsweise kann ausgehend von der Trendanalyse eine bessere Planbarkeit der Nutzung der Vorrichtung wie z. B. einer Werkzeugmaschine erreicht werden.

Figurenbeschreibung

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sind anhand der Figuren näher erläutert.

Im Einzelnen zeigt:

Fig. 1 ein Mess-Diagramms zur Erfassung eines Bremsverhaltens einer Reibbremse gemäß eines Verfahrens zur Bestimmung einer Bremswirkung der Reibbremse und

Fig. 2 eine Vorrichtung mit einer Antriebseinheit zum Antrieb eines Antriebsteils und mit einer Reibbremse.

Das Mess-Diagramm gemäß Fig. 1 veranschaulicht einen durchgeführten Bremstest einer Reibbremse zur Beurteilung eines Ist-Zustandes der Reibbremse. Dem eigentlichen Bremstest der Reibbremse ist zum Beispiel ein Vorlauf vorangehend, der z. B. innerhalb einer nachfolgend beschriebenen ersten Phase liegt.

Das Mess-Diagramm gemäß Fig. 1 ist als x-y-Diagramm aufgebaut und weist eine x-Achse auf, die eine Zeitachse darstellt, und eine y-Achse, auf der ein Drehmoment der betreffenden Reibbremse aufgetragen ist. Zum Beispiel werden dem Drehmoment und der Zeit SI-Einheiten zugeordnet. Zum Beispiel wird der x-Achse die Einheit Sekunden "s" zugeordnet und der y-Achse die Einheit Newtonmeter "Nm".

Das jeweilige Drehmoment der Reibbremse betrifft ein von der Reibbremse bewirktes Bremsmoment in einem aktiv bzw. bremsend geschalteten Zustand der Reibbremse, was einem geschlossenen Zustand der Reibbremse entspricht.

In dem Mess-Diagramm gemäß Fig. 1 sind die vor und während einem Bremstest mit der zu prüfenden Reibbremse ermittelten Messwerte M1 bis M30 aufgetragen.

Zum Beispiel auf Basis eines Polynomverfahrens sind die konkret bzw. absolut erfassten Messwerte M1 bis M30 gefiltert und z. B. gemäß einer so errechneten Kurve K im Mess-Diagramm abgebildet.

Die Messwerte M1 bis M30 und die Messkurve K sind in Fig. 1 schematisiert dargestellt.

Der Bremstest unterteilt sich in mehrere zeitliche Phasen, hier beispielhaft in drei zeitliche Phasen.

Eine erste Phase liegt zwischen den Zeitpunkten x0 zum Zeitpunkt "Null" bzw. einem Startzeitpunkt x0 und einem späteren Zeitpunkt x1. Zum Startzeitpunkt x0 ist die Reibbremse geschlossen. Zum

Beispiel ist zum Startzeitpunkt x0 die Antriebseinheit nicht antreibend aktiv bzw.

Die erste Phase x0 bis x1 deckt einen statischen Bereich der Reibbremse ab, was einen Zustand der geschlossenen Reibbremse bei statisch relativ zueinander stehenden und kraftbedingten zusammengepressten Reibpartnern abbildet.

In der ersten Phase, bei feststehenden aneinander gedrückten Reibpartnern der Reibbremse, sind die Messwerte M1 bis M6 nacheinander erfasst zu zeitlich aufeinander folgenden beabstandeten Zeitpunkten zwischen X0 und X1 mit x1 > x0. Zum Beispiel existieren 5 Mess-Zeitpunkte für den jeweiligen Messwerte M1 bis M5 zwischen den Zeitpunkten x0 und x1.

In der ersten Phase wird eine Antriebsleistung der Antriebseinheit sukzessive erhöht. In dieser Phase werden die zum Beispiel 6 Messwerte M1 bis M6 z. B. sensorisch erfasst. Die Messwerte M1 bis M6 stellen aufsteigend ein größer werdendes Bremsmoment der Reibbremse dar, mit M6 > M5 > M4 > M3> M2 > M1.

Eine z. B. zur ersten Phase vergleichsweise kurze zweite Phase existiert zwischen der Zeit x1 und dem zeitlich späteren Zeitpunkt x2. Die zweite Phase ist beispielsweise eine Übergangsphase. Innerhalb der zweiten Phase liegt zum Beispiel genau ein Messwert M7. Zum Beispiel sind auch zwei oder mehr als zwei bzw. mehrere Messwerte möglich in der zweiten Phase. Innerhalb der zweiten Phase ist die Steigung der Messkurve K nicht "Null" bzw. Innerhalb der zweiten Phase ist die Steigung der Messkurve K nicht angenähert "Null".

Die zweite Phase bildet eine Phase der Reibbremse ab, in welcher aufgrund einer steigenden Antriebsleistung der Antriebseinheit die Reibbremse zum Durchrutschen gebracht wird und ein Reibpartner durchrutscht. Dabei verlassen die zuvor statischen Reibpartner ihren statischen Zustand. In der zweiten Phase bewegt sich ein Reibpartner relativ zum anderen Reibpartner mit

vergleichsweise geringer Relativ-Geschwindigkeit z. B. mit relativ geringer Beschleunigung. In der zweiten Phase gelangen die aneinander gedrückten Reibpartner der Reibbremse aus dem statischen Zustand in einen Durchrutschzustand, ein von der Antriebseinheit antreibbar bewegbares Antriebsteil bewegt sich entsprechend. Dabei findet ein Überwinden eines statischen Haltemoments zwischen der Zeit x1 und der Zeit x2 statt.

Die erste Phase und die zweite Phase werden nicht zur Beurteilung der Bremswirkung der Reibbremse bzw. werden nicht zum Bremstest herangezogen. Die erste Phase und die zweite Phase sind nicht relevant für den Bremstest.

Der Bremstest in dem Zeitintervall zwischen x2 und x3 bezieht sich allein auf eine dynamische Bremsmoment-Messung.

Die dritte Phase liegt zeitlich nach der zweiten Phase, schließt sich zum Beispiel gemäß Fig. 1 unmittelbar oder über eine kurze Zwischenphase (nicht gezeigt) an die zweite Phase an. In der dritten Phase zwischen den Zeitpunkten X2 und X3 findet die dynamische Bremsmoment-Messung statt.

Ein Startpunkt der Messintervalls zum Zeitpunkt x2 ist beispielsweise vorgegeben durch Feststellung der Steigung "Null" des Moments der Reibbremse bzw. der Steigung "Null" der Messkurve K. Dies ist zum Beispiel mit einer Toleranz ab dem Zeitpunkt x2 der Fall.

Beispielsweise ist die Steigung "Null" eine angenäherte Nullsteigung. Zum Beispiel liegt im Messintervall die über den Messverlauf aus den Messwerten ermittelte Steigung innerhalb einer oberen Grenze wie z. B. einer maximalen Grenze und einer unteren Grenze wie z. B. einer minimalen Grenze.

Daran schließt sich bis zum Zeitpunkt x3 die dritte Phase bzw. das Messintervall zwischen x2 und x3 an. Die die dritte Phase, welche die eigentliche Reibbrems-Messung betrifft, stellt einen

dynamischen Messbereich der Bremsmoment-Messung dar. Innerhalb der dritten Phase bei aktiv antreibender Antriebseinheit wird eine vorgebbare Anzahl von Messwerten erfasst, zum Beispiel werden hundert Messwerte erfasst. In Fig. 1 sind schematisiert die Messwerte M8 bis M30 dargestellt.

Ein Ende des Messintervalls zum Zeitpunkt x3 ist erreicht, wenn eine vorgebbare Anzahl von Messungen zum Beispiel von 100 Messungen eines Bremsmoments der Reibbremse erfasst wurden.

Beispielsweise wird zur Bewertung der Reibbremse, was sich allein auf die dritte Phase bezieht, die Messkurve K betrachtet.

Ein Zustand der Reibbremse "nicht in Ordnung" wird zum Beispiel dann festgestellt, wenn die Messkurve K innerhalb der dritten Phase zwischen x2 und x3 einen oberen bzw. maximalen Grenzwert eines Bremsmoments bzw. Drehmoments Bmax erreicht oder überschreitet.

Ein Zustand der Reibbremse "nicht in Ordnung" wird zum Beispiel dann festgestellt, wenn die Messkurve K innerhalb der dritten Phase zwischen x2 und x3 einen unteren bzw. minimalen Grenzwert eines Bremsmoments bzw. Drehmoments Bmin erreicht oder unterschreitet.

Ein Zustand der Reibbremse "nicht in Ordnung" wird zum Beispiel dann festgestellt, wenn die Messkurve K innerhalb der dritten Phase zwischen x2 und x3 einen oberen bzw. maximalen Grenzwert eines Bremsmoments bzw. Drehmoments Bmax erreicht oder überschreitet und/oder wenn die Messkurve K innerhalb der dritten Phase zwischen x2 und x3 einen unteren bzw. minimalen Grenzwert eines Bremsmoments bzw. Drehmoments Bmin erreicht oder unterschreitet.
Beispielsweise liegt innerhalb der dritten Phase unterhalb des minimalen Grenzwertes des Bremsmoments Bmin ein tolerierbares minimales Grenz-Bremsmoment Bmin-Toleranz, das zur Bewertung des Ist-Zustandes der Reibbremse herangezogen werden kann.

Beispielsweise liegt innerhalb der dritten Phase oberhalb des maximalen Grenzwertes des Bremsmoments Bmax ein tolerierbares maximales Grenz-Bremsmoment Bmax-Toleranz, das zur Bewertung des Ist-Zustandes der Reibbremse herangezogen werden kann.

Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung 1 mit einer schaltbaren Reibbremse 2, die eine mechanische Bremse ist, und mit einer Antriebseinheit 3 zum Antrieb eines Antriebsteils 4. Das Antriebsteil 4 wie zum Beispiel eine rotierend antreibbare Spindel ist in Fig. 2 verdeckt durch äußere Gehäuseteile der Vorrichtung 1. Beispielsweise dient die Vorrichtung 1 zum Antrieb einer Werkzeugmaschine. Zum Beispiel ist die Antriebseinheit 3 ein elektromotorischer Antrieb zum elektromotorischen rotierenden Antrieb der Spindel.

Im Inneren der Vorrichtung 1 sind in Fig. 2 nicht ersichtliche Reibpartner der Reibbremse, Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung zur Betriebsführung der Vorrichtung untergebracht.

Beispielsweise wird über ein Getriebe die Antriebswirkung von der Antriebseinheit 3 auf das Antriebsteil 4 übertragen.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung
2	Reibbremse
3	Antriebseinheit
4	Antriebsteil

Ansprüche

1. Vorrichtung mit einer Antriebseinheit zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils der Vorrichtung und mit einer schaltbaren Reibbremse, wobei das sich bewegende Antriebsteil mit der Reibbremse durch Reibung zwischen Reibpartnern abbremsbar ist und/oder in einem statischen Zustand des Antriebsteils stillstehend festhaltbar ist, wobei die Vorrichtung Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung zur Betriebsführung der Vorrichtung umfasst, wobei die Kontrolleinrichtung einen von den Sensormitteln erfassbaren Sensor-Messwert eines Messparameters verarbeitet, und wobei bei in Bremswirkung sich befindender Reibbremse und ausgehend von dem statischen Zustand des Antriebsteils eine Erhöhung eines Antriebsmaßes der Antriebseinheit gegen die Wirkung der in Bremswirkung sich befindenden Reibbremse erfolgt, bis aufgrund des wirkenden Antriebsmaßes das Antriebsteil aus dem statischen Zustand in einen zum statischen Zustand zeitlich nachgeordneten Durchrutschzustand des sich bewegenden Antriebsteils gelangt, wobei im Durchrutschzustand des Antriebsteils ein von der Reibbremse bewirktes Bremsmoment auf die angetriebene Bewegung des Antriebsteils erhalten bleibt, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel ausgebildet sind, dass über ein vorbestimmtes Messintervall, das innerhalb eines Bereichs liegt, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet, zu einem vorgegebenen Messparameter mehrere Sensor-Messwerte jeweils zeitlich versetzt erfassbar sind, wobei der Messparameter mit einem im Mess-Intervall wirkenden Bremsmoment der Reibbremse auf das angetriebene Antriebsteil während des Durchrutschzustandes korreliert, um auf Basis der mehreren Sensor-Messwerte des gleichen Messparameters eine Bremswirkung der Reibbremse auf das Antriebsteil in einem Istzustand der Reibbremse zu ermitteln.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mess-Intervall durch einen Messweg definiert ist, den das Antriebsteil im Durchrutschzustand zurücklegt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Mess-Intervall durch eine Messzeit definiert ist, die innerhalb eines Zeitraumes liegt, in dem das Antriebsteil sich im Durchrutschzustand befindet.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet sind, einen Startzeitpunkt des Durchrutschzustandes des Antriebsteils festzustellen, wobei die Ermittlung der Bremswirkung der Reibbremse erst nach dem Startzeitpunkt des Durchrutschzustandes des Antriebsteils und nach Ablauf einer an den Startzeitpunkt anschließenden ersten zeitlichen Phase des Durchrutschzustandes des Antriebsteils erfolgt.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet sind, dass die Anzahl der zeitlich versetzten mehreren Sensor-Messwerte vorgebbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mess-Intervall innerhalb eines Bereichs liegt, innerhalb dem das drehend sich bewegende Antriebsteil eine Umdrehung zurücklegt.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung und die Sensormittel derart ausgebildet sind, dass die Reibbremse durch Betätigung vor dem Mess-Intervall einen vorgebbaren Konditionierung-Zustand einnimmt.

8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheit einen Elektromotor umfasst, wobei ein Motorstrom des Elektromotors als Messparameter dient.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kontrolleinrichtung eine Verarbeitungsvorschrift für die Verarbeitung der mehreren Sensor-Messwerte hinterlegt ist, um die Bremswirkung der Reibbremse in einem Istzustand der Reibbremse zur ermitteln.

10. Verfahren zur Bestimmung einer Bremswirkung einer Reibbremse einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung eine Antriebseinheit zum Antrieb eines bewegbaren Antriebsteils der Vorrichtung und eine schaltbare Reibbremse umfasst, wobei das sich bewegende Antriebsteil mit der Reibbremse durch Reibung zwischen Reibpartnern abbremsbar ist und/oder in einem statischen Zustand des Antriebsteils stillstehend festhaltbar ist, wobei die Vorrichtung Sensormittel und eine Kontrolleinrichtung zur Betriebsführung der Vorrichtung umfasst, wobei die Kontrolleinrichtung einen von den Sensormitteln erfassbaren Sensor-Messwert eines Messparameters verarbeitet, und wobei bei in Bremswirkung sich befindender Reibbremse und ausgehend von dem statischen Zustand des Antriebsteils eine Erhöhung eines Antriebsmaß der Antriebseinheit gegen die Wirkung der in Bremswirkung sich befindenden Reibbremse erfolgt, bis aufgrund des wirkenden Antriebsmaßes das Antriebsteil aus dem statischen Zustand in einen zum statischen Zustand zeitlich nachgeordneten Durchrutschzustand des sich bewegenden Antriebsteils gelangt, wobei im Durchrutschzustand des Antriebsteils ein Bremsmoment der Reibbremse auf die angetriebene Bewegung des Antriebsteils erhalten bleibt, dadurch gekennzeichnet, dass über ein vorbestimmtes Messintervall, das innerhalb eines Bereichs liegt, in dem sich das Antriebsteil im Durchrutschzustand befindet, zu einem vorgegebenen Messparameter mehrere Sensor-Messwerte jeweils zeitlich versetzt erfasst werden, wobei der Messparameter mit einem im Mess-Intervall wirkenden Bremsmoment der Reibbremse auf das angetriebene Antriebsteil während des Durchrutschzustandes korreliert, und dass auf Basis der mehreren Sensor-Messwerte des gleichen Messparameters eine Bremswirkung der Reibbremse in einem Istzustand der Reibbremse auf das Antriebsteil ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensor-Messwert ein Motorstrom eines elektrischen Motors der Antriebseinheit ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage der Sensor-Messwerte ein Drehmoment-Wert der Antriebseinheit errechnet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass auf Grundlage der Sensor-Messwerte ein Drehmoment-Mittelwert der Antriebseinheit errechnet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass in zeitlichen Abständen während eines Betriebszeitraums der Reibbremse jeweils der Istzustand der Reibbremse in Bezug auf deren Bremswirkung auf das Antriebsteil ermittelt wird und ein Verlauf der verschiedenen ermittelten Istzustände als Grundlage zur Bewertung der Reibbremse im Hinblick auf eine Prognose einer zukünftigen Funktion der Reibbremse herangezogen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verlauf der verschiedenen ermittelten Istzustände für eine Bestimmung eines Zeitpunktes herangezogen wird, wobei zu dem Zeitpunkt ein Grenzwert der Bremswirkung der Reibbremse erwartet wird.

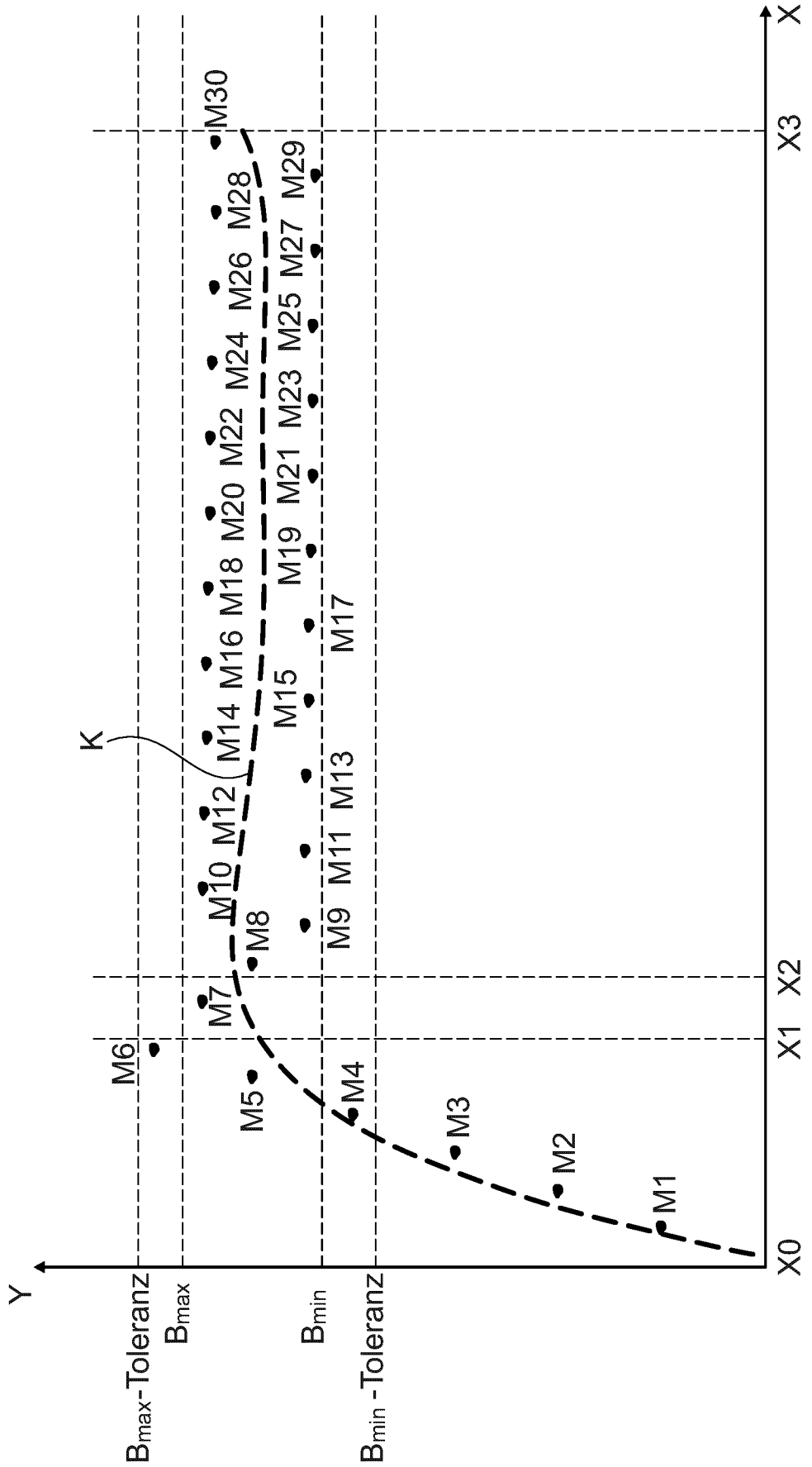

Y
X
X0
X1
X2
X3
Bmax-Toleranz
Bmax
Bmin
Bmin -Toleranz
K
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
M8
M9
M10
M11
M12
M13
M14
M15
M16
M17
M18
M19
M20
M21
M22
M23
M24
M25
M26
M27
M28
M29
M30

Fig. 1

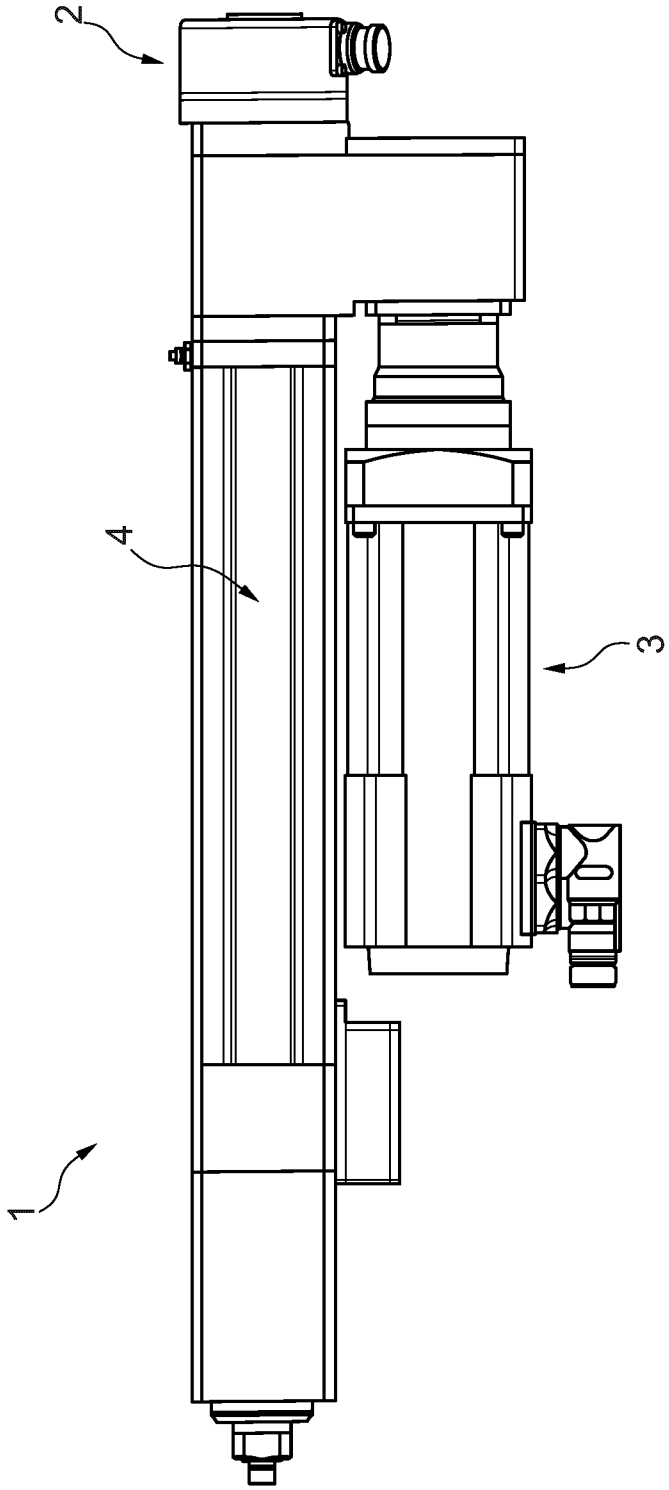


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2024/066155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T 10/00(2006.01)i; ***F16D 65/16***(2006.01)i; ***F16D 66/00***(2006.01)i

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)

F16D; B60T

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 10723586 B2 (INVENTIO AG [CH]) 28 July 2020 (2020-07-28)	1-3, 10-13
A	page 68, line 15 - page 74, line 12; figures 4,5	4-9,14,15
A	US 10343530 B2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 09 July 2019 (2019-07-09) column 10, line 1 - column 11, line 44; figure 4	1-15
A	WO 2022040713 A1 (STOP IN TIME GMBH [AT]; PUTZ BERTA [AT]) 03 March 2022 (2022-03-03) column 10, line 5 - column 11, line 3; figure 3	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 October 2024	**18 October 2024**

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. **(+31-70)340-2040**
Facsimile No. **(+31-70)340-3016**

Authorized officer

Marsano, Flavio

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/066155

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10723586	B2	28 July 2020	AU	2016363505	A1	21 June 2018
				BR	112018010674	A2	13 November 2018
				CA	3005984	A1	08 June 2017
				CN	108290706	A	17 July 2018
				EP	3383781	A1	10 October 2018
				HK	1251212	A1	25 January 2019
				RU	2018123380	A	14 January 2020
				SG	11201804611U	A	28 June 2018
				US	2018362291	A1	20 December 2018
				WO	2017093050	A1	08 June 2017
US	10343530	B2	09 July 2019	CN	105452048	A	30 March 2016
				DE	102013215670	A1	12 February 2015
				EP	3030451	A2	15 June 2016
				ES	2703204	T3	07 March 2019
				US	2016185228	A1	30 June 2016
				WO	2015018669	A2	12 February 2015
WO	2022040713	A1	03 March 2022	CA	3190936	A1	03 March 2022
				CA	3190939	A1	03 March 2022
				CN	116420034	A	11 July 2023
				EP	4200536	A1	28 June 2023
				EP	4200537	A1	28 June 2023
				US	2023392659	A1	07 December 2023
				WO	2022040712	A1	03 March 2022
				WO	2022040713	A1	03 March 2022

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/066155

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T10/00 F16D65/16 F16D66/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16D B60T

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 10 723 586 B2 (INVENTIO AG [CH]) 28. Juli 2020 (2020-07-28) Seite 68, Zeile 15 - Seite 74, Zeile 12; Abbildungen 4,5	1-3, 10-13 4-9,14, 15
A	US 10 343 530 B2 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 9. Juli 2019 (2019-07-09) Spalte 10, Zeile 1 - Spalte 11, Zeile 44; Abbildung 4	1-15
A	WO 2022/040713 A1 (STOP IN TIME GMBH [AT]; PUTZ BERTA [AT]) 3. März 2022 (2022-03-03) Spalte 10, Zeile 5 - Spalte 11, Zeile 3; Abbildung 3	1-15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"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)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"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
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"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
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Oktober 2024	18/10/2024

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Marsano, Flavio

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2024/066155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 10723586 B2	28-07-2020	AU 2016363505 A1	21-06-2018
		BR 112018010674 A2	13-11-2018
		CA 3005984 A1	08-06-2017
		CN 108290706 A	17-07-2018
		EP 3383781 A1	10-10-2018
		HK 1251212 A1	25-01-2019
		RU 2018123380 A	14-01-2020
		SG 11201804611U A	28-06-2018
		US 2018362291 A1	20-12-2018
		WO 2017093050 A1	08-06-2017
US 10343530 B2	09-07-2019	CN 105452048 A	30-03-2016
		DE 102013215670 A1	12-02-2015
		EP 3030451 A2	15-06-2016
		ES 2703204 T3	07-03-2019
		US 2016185228 A1	30-06-2016
		WO 2015018669 A2	12-02-2015
WO 2022040713 A1	03-03-2022	CA 3190936 A1	03-03-2022
		CA 3190939 A1	03-03-2022
		CN 116420034 A	11-07-2023
		EP 4200536 A1	28-06-2023
		EP 4200537 A1	28-06-2023
		US 2023392659 A1	07-12-2023
		WO 2022040712 A1	03-03-2022
		WO 2022040713 A1	03-03-2022