(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
18. Dezember 2014 (18.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/198541 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 7/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/061066

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Mai 2014 (28.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 211 051.0 13. Juni 2013 (13.06.2013) DE

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **MOCK, Randolf**; Weissdornbogen 15, 85662 Hohenbrunn (DE). **SCHMITT, Volker**; Bernhard-Plettner-Ring 43, 91052 Erlangen (DE). **SEIWALD, Andreas**; Pölven 18, A-6306 Söll Tirol (AT). **VONTZ, Thomas**; Perlacher Str. 124B, 81539 München (DE). **ZEBUNKE, Stefan**; Keltenring 11, 96199 Zapfendorf (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, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

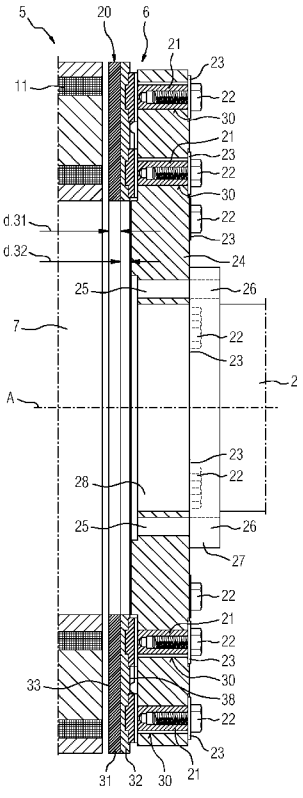
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/198541 A2

(54) Title: EDDY CURRENT BRAKE FOR BRAKING A ROTATING ELEMENT, IN PARTICULAR A SHAFT, COMPRISING AT LEAST ONE ROTOR DISK, AND ASSEMBLY HAVING SUCH AN EDDY CURRENT BRAKE

(54) Bezeichnung : WIRBELSTROMBREMSE ZUM BREMSEN EINES ROTIERENDEN ELEMENTES, INSBESONDERE EINER WELLE, MIT ZUMINDEST EINER ROTORSCHEIBE UND ANORDNUNG MIT EINER DERARTIGEN WIRBELSTROMBREMSE

FIG 2



(57) **Abstract**: The invention relates to an eddy current brake (5; 105; 205; 305) for braking a rotating element (2), in particular a shaft, comprising at least one rotor disk (6; 106; 206; 306). In order to ensure that the strength and stiffness of the rotor disk are not detrimental to the magnetic permeability of the rotor disk and the electrical conductivity of the rotor disk, the at least one rotor disk (6; 106; 206; 306) according to the invention has a first partial disk (31; 131; 231; 331) and a second partial disk (32; 132; 232; 332), wherein the two partial disks differ in regard to the material of which they are composed. The invention further relates to an assembly, in particular a rail vehicle, comprising such an eddy current brake.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) zum Bremsen eines rotierenden Elementes (2), insbesondere einer Welle, mit zumindest einer Rotorscheibe (6; 106; 206; 306). Um zu vermeiden, dass die Festigkeit und Steifigkeit der Rotorscheibe zu Lasten ihrer magnetischen Permeabilität und ihrer elektrischen Leitfähigkeit geht, ist vorgesehen, dass die zumindest eine Rotorscheibe (6; 106; 206; 306) eine erste Teilscheibe (31; 131; 231; 331) und eine zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332) aufweist, wobei sich die beiden Teilscheiben hinsichtlich des Materials, aus dem sie gebildet sind, unterscheiden. Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung, insbesondere ein Schienenfahrzeug, mit einer derartigen Wirbelstrombremse.

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).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Beschreibung

Wirbelstrombremse zum Bremsen eines rotierenden Elementes, insbesondere einer Welle, mit zumindest einer Rotorscheibe und Anordnung mit einer derartigen Wirbelstrombremse

Die Erfindung betrifft eine Wirbelstrombremse zum Bremsen eines rotierenden Elementes, insbesondere einer Welle, mit zumindest einer Rotorscheibe.

Gattungsgemäße Wirbelstrombremsen mit Rotorscheiben sind beispielsweise aus den Druckschriften DE 101 14 183 A1 und DE 36 02 612 A1 bekannt.

Dabei weist die in der Druckschrift DE 101 14 183 A1 beschriebene Wirbelstrombremse zwei Statoren auf, die hier als Statorhälften bezeichnet sind. Den zwei Statoren sind vier scheibenförmige Rotoren zugeordnet, wobei jeder der beiden Statoren jeweils zwischen zwei der scheibenförmigen Rotoren derart angeordnet ist, dass zwei der scheibenförmigen Rotoren, die hier als Rotorhälften bezeichnet sind, in axialer Richtung benachbart und in ihrem radial inneren Ringbereich insbesondere mittels Verschraubungen miteinander zu einem Paar verbunden sind, das hier als „mittlere Rotorscheibe" bezeichnet ist. In ihrem radial äußeren Ringbereich sind die beiden Rotorhälften mit lichtem axialem Abstand zueinander angeordnet. In jedem der vier scheibenförmigen Rotoren werden dabei unter der Einwirkung der von den Statoren erzeugten inhomogenen Magnetfelder Wirbelströme induziert.

Bei den genannten bekannten Wirbelstrombremsen (DE 101 14 183 A1 und DE 36 02 612 A1) muss das Material der Rotorscheiben so gewählt sein muss, dass deren Festigkeit und Steifigkeit den einwirkenden Belastungen standhält, wobei insbesondere die Auslegung auf hohe Belastungen oft zu Lasten der magnetischen Permeabilität und der elektrischen Leitfähigkeit geht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine hinsichtlich dieses Nachteils verbesserte gattungsgemäße Wirbelstrombremse anzugeben.

Gelöst wird diese Aufgabe bei der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 dadurch, dass die zumindest eine Rotorscheibe eine erste Teilscheibe und eine zweite Teilscheibe aufweist, wobei sich die beiden Teilscheiben hinsichtlich des Materials, aus dem sie gebildet sind, unterscheiden.

Aufgrund dieser Maßnahme wird eine Wirbelstrombremse zur Verfügung gestellt, bei der nützliche Eigenschaften der beiden unterschiedlichen Materialien der Teilscheiben für unterschiedliche funktionale Zwecke mit Vorteil so kombiniert werden können, dass die Wirbelstrombremse beispielsweise sowohl bei hohen als bei über niedrigen Drehzahlen des rotierenden Elementes ein hohes Bremsmoment bei gleichzeitig hoher Festigkeit und hoher Steifigkeit aufweist.

Dabei wird es einerseits als vorteilhaft angesehen, wenn die erste Teilscheibe, deren eine Seite eine statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe bildet, eine höhere magnetische Permeabilität und/oder eine höhere elektrische Leitfähigkeit als die zweite Teilscheibe aufweist. Andererseits wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die zweite Teilscheibe, deren eine Seite eine statorabgewandte Außenseite der Rotorscheibe bildet, eine höhere mechanische Festigkeit und/oder eine höhere mechanische Steifigkeit als die erste der Teilscheibe aufweist. Somit kann mittels der ersten Teilscheibe ein hohes Bremsmoment erzielt werden, während mittels der zweiten Teilscheibe der Rotorscheibe die notwendige Stabilität und Steifigkeit verliehen werden kann.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse besteht die erste Teilscheibe aus Reineisen, so dass insbesondere die magnetische Leitfähigkeit der Rotor-

scheibe und damit das mit der Wirbelstrombremse erzielbare Bremsmoment über alle Drehzahlen optimiert sind.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse besteht die zweite Teilscheibe aus Stahl, so dass die zweite Teilscheibe geeignet ausgebildet ist, die erste Teilscheibe zu stabilisieren und damit der Rotorscheibe insgesamt eine optimale Festigkeit und Steifigkeit zu verleihen.

Es wird als besonders vorteilhaft angesehen, wenn die Scheibendicke der ersten Teilscheibe zumindest der Skintiefe des im Bremsbetrieb über die statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe einwirkenden elektromagnetischen Feldes entspricht. Durch diese Maßnahme kann sichergestellt werden, dass im Bremsbetrieb der magnetische Fluss sowie die Wirbelstromaktivitäten im Wesentlichen vollständig innerhalb der ersten Teilscheibe stattfinden. Vorzugsweise wird die Scheibendicke der ersten Teilscheibe so gestaltet, dass in der zweiten Teilscheibe kein magnetischer Fluss und keine Wirbelstromaktivität stattfinden.

Weiterhin wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die zweite Teilscheibe an die erste Teilscheibe angegossen ist, da somit sicher gestellt werden kann, dass die der ersten Teilscheibe zugewandte Seite der zweiten Teilscheibe vollständig mit der ersten Teilscheibe verbunden ist. Durch diese Maßnahme kann mit Vorteil sichergestellt werden, dass die zweite Teilscheibe die erste Teilscheibe optimal stützt und versteift. Alternativ kann die zweite Teilscheibe aber auch durch andere Befestigungsarten - beispielsweise durch Nieten, oder mittels Klick- oder Klemmverbindungen - an der ersten Teilscheibe befestigt sein.

Um die Verbindung der beiden Teilscheiben zu optimieren ist vorzugsweise vorgesehen, dass die erste Teilscheibe an ihrer der zweiten Teilscheibe zugewandten Seite die Kontaktfläche

zur zweiten Teilscheibe vergrößernde Konturen aufweist. Diese Konturen können an die erste Teilscheibe angeschmiedet sein. Vorzugsweise weisen die Konturen eine zur Rotationsachse der Rotorscheibe konzentrische, wellenförmige Struktur auf, wobei eine ebene Aussparung die Konturen ausgehend von der Rotationsachse in radialer Richtung durchbricht, damit sich beim Angießen der zweiten Teilscheibe an die erste Teilscheibe keine Lufteinschlüsse bilden.

Es wird auch als vorteilhaft angesehen, wenn die zweite Teilscheibe die erste Teilscheibe randseitig in Richtung der Rotationsachse der Rotorscheibe übergreift, um die erste Teilscheibe vor mechanischer Beanspruchung noch besser zu schützen.

Zur optimalen Kühlung der Rotorscheibe wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die zweite Teilscheibe an ihrer von der ersten Teilscheibe abgewandten Seite mit Kühlrippen versehen ist.

Ferner wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die zweite Teilscheibe an ihrer von der ersten Teilscheibe abgewandten Seite mit einem Träger versehen ist, der zur Drehmoment übertragenden Verbindung mit dem rotierenden Element geeignet ausgebildet ist. Durch diese Maßnahme wird die Rotorscheibe durch den Träger zusätzlich versteift.

Die Erfindung betrifft auch eine Anordnung mit einem rotierenden Element und mit einer Wirbelstrombremse zum Bremsen des rotierenden Elementes, die nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet ist. Eine derartige Anordnung kann beispielsweise ein Schienenfahrzeug sein, wobei das abzubremsende rotierende Element die Radwelle eines Radsatzes sein kann.

Die Erfindung wird im Weiteren anhand der Figuren 1 bis 6 näher erläutert. Dabei zeigen die

Figur 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung in Form eines Schienenfahrzeugs mit rotierenden Wellen in Form von Radsatzwellen und mit erfindungsgemäßen Wirbelstrombremsen in einer ersten Ausführungsform, die

Figur 2 einen Ausschnitt der in der Figur 1 schematisch gezeigten ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse in größerer Darstellung, die

Figur 3 eine weitere Ansicht der in Figur 2 gezeigten ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse und die

Figuren 4 bis 6 Ausschnitte weiterer bevorzugter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse.

Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung 1 in Form eines Schienenfahrzeugs. Das Schienenfahrzeug weist zwei rotierende Elemente 2 in Form von Wellen (Radsatzwellen) auf. An den Wellen 2 sind jeweils zwei Räder 3 befestigt. Die Wellen 2 sind über hier nicht gezeigte Lager drehbar an einem Drehgestell 4 des Schienenfahrzeugs gehalten. Die erfindungsgemäße Anordnung 1 weist außerdem rotierende Wirbelstrombremsen zum Bremsen der rotierenden Wellen 2 in einer ersten Ausführungsform 5 auf.

Diese erste Ausführungsform der rotierenden Wirbelstrombremse weist eine scheibenförmige Bauform mit zwei drehfest mit der abzubremsenden Welle 2 verbundenen Rotoren 6 (sogenannte Außenläufer-Rotoren) und einem Stator auf, bei der der Stator in axialer Richtung der Rotationsachse A der Welle 2 mit geringem Abstand zu den Rotoren zwischen den Rotoren 6 angeordnet ist. Ein Drehlager 8 des Stators 7 bildet eine Durchtrittsöffnung 9 zum Durchtritt der zugeordneten Welle 2. Der Stator 7 ist über eine Drehmomentstütze 10 am Drehgestell

4 abgestützt. Anstelle der hier gezeigten zwei Rotoren 6 könnte aber auch nur ein Rotor vorgesehen sein.

Die Statoren 7 der rotierenden Wirbelstrombremsen 5 sind jeweils mit zumindest einer Erregerspule 11 zum Erzeugen eines räumlich inhomogenen Magnetfeldes versehen.

Die zumindest eine Erregerspule 11 ist von einer elektrischen Energiequelle 12 gespeist. Anschlüsse der zumindest einen Erregerspule 11 der Statoren 7 sind dabei über Verbindungen 13, 14 an die elektrische Energiequelle 12 angeschlossen. Im Zuge der Verbindungen 13, 14 kann ein Schalter 15 angeordnet sein.

Das im Bremsbetrieb - also bei Erregung der zumindest einen Erregerspule 11 mittels der elektrischen Energiequelle 12 - erzeugte räumlich inhomogene Magnetfeld induziert in den zugeordneten rotierenden Rotoren 6 Wirbelströme, die ihrerseits ein dem inhomogenen Magnetfeld entgegen gesetztes Magnetfeld induzieren und damit eine die Rotoren 6 bremsende Kraft bewirken.

Vorzugsweise sind die Statoren 7 mit hier nicht gezeigten Klauenpolringen versehen in denen beim Erregen der Erregerspulen 11 ein funktionales Wechselverhältnis der Polarität hergestellt, also abwechselnd positive und negative Pole erzeugt werden. In den stirnseitig neben den Statoren 7 montierten Rotoren 6 werden bei deren Drehung die Wirbelströme induziert, die die Rotoren 6 je nach Erregerleistung abbremsen.

Die erfindungsgemäße Wirbelstrombremse ist jedoch insbesondere hinsichtlich der Anzahl der Rotoren 6 und der Statoren 7 nicht auf die dargestellte Bauform begrenzt.

So könnte eine hier nicht gezeigte alternative scheibenförmige Bauform der erfindungsgemäßen rotierenden Wirbelstrombremse zwei äußere Statoren aufweisen, zwischen denen in axialer Richtung der Rotationsachse der Welle mit geringem Abstand zu

den Statoren ein Rotor (ein sogenannter Innenläufer-Rotor) angeordnet ist.

Ferner könnte eine weitere alternative und hier nicht gezeigte scheibenförmige Bauform der erfindungsgemäßen rotierenden Wirbelstrombremse drei Rotoren und zwei Statoren aufweisen, wobei die Rotoren und die Statoren in axialer Richtung der Rotationsachse der Welle mit Abstand alternierend nebeneinander angeordnet sind.

Weitere beliebige derartige Kombinationen von Rotoren und Statoren sind denkbar.

Wesentliche Details der ersten Ausführungsform 5 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse werden im Weiteren anhand der Figuren 2 und 3 näher erläutert.

Bei der ersten Ausführungsform 5 weist jeder der Rotoren 6 eine Rotorscheibe 20 und einen über Befestigungsmittel 21, 22, 23 in Form von Schraubverbindungen mit der Rotorscheibe 20 verbundenen Träger 24 auf. Der Träger 24 dient zur Drehmoment übertragenden Verbindung der Rotorscheibe 20 mit der Welle 2, und weist hierzu in einem inneren Ringbereich Befestigungsbohrungen 25 auf, denen Befestigungsbohrungen 26 eines Flansches 27 der Welle 2 zugeordnet sind, so dass der Träger 24 und die Welle 2 über hier nicht gezeigte weitere Befestigungsmittel in Form von Schraubverbindungen drehfest miteinander verbunden sind.

Gemäß Figur 3 bildet der Träger 24 einen Kranz mit einer Aufnahmeöffnung 28 zum Aufnehmen der Welle 2 und mit radial abragenden Tragarmen 29 in deren freien Endabschnitten jeweils zwei weitere Befestigungsbohrungen 30 (vgl. Figur 2) zur Aufnahme der Befestigungsmittel 21, 22 ausgebildet sind.

Die Rotorscheibe 20 besteht aus zwei Teilscheiben 31, 32. Die beiden Teilscheiben 31, 32 unterscheiden sich dabei hinsichtlich des Materials, aus dem sie gebildet sind. Die erste

Teilscheibe 31 erfüllt dabei eine ganz andere Funktion als die zweite Teilscheibe 32.

Die aus den zwei Teilscheiben 31, 32 aufgebaute Rotorscheibe 20 ist also so gestaltet, dass sie zwei Funktionen getrennt erfüllt. Nämlich zum Einen eine gute magnetische Permeabilität und eine gute elektrische Leitfähigkeit und zum Anderen eine gute mechanische Festigkeit und eine gute mechanische Steifigkeit.

Dabei weist die erste Teilscheibe 31, deren eine Seite 33 dem Stator 7 zugewandt ist, die also eine statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe 20 bildet, eine höhere magnetische Permeabilität und eine höhere elektrische Leitfähigkeit als die zweite Teilscheibe 32 auf. Die zweite Teilscheibe 32 hingegen weist eine höhere mechanische Festigkeit und eine höhere mechanische Steifigkeit als die erste Teilscheibe 31 auf.

Die erste Teilscheibe 31 besteht aus Reineisen und die zweite Teilscheibe 32 besteht aus Stahl.

Dabei ist die mit d.31 bezeichnete Scheibendicke der ersten Teilscheibe 31 nach ihren Materialeigenschaften und je nach der Anzahl der Pole des Stators 7 und der Drehzahl des Rotors 6 so bemessen, dass sie zumindest der Skintiefe des im Bremsbetrieb über die statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe 20 einwirkenden elektromagnetischen Feldes entspricht und der magnetische Fluss sowie die Wirbelstromaktivität im Bremsbetrieb vorzugsweise vollständig innerhalb der ersten Teilscheibe 31 stattfinden. Die Scheibendicke d.31 der ersten Teilscheibe 31 beträgt mindestens 5mm, vorzugsweise jedoch mehr als 10mm. Im gezeigten ersten Ausführungsbeispielen beträgt die Scheibendicke d.31 der ersten Teilscheibe 31 18mm.

Die Scheibendicke d.32 der zweiten Teilscheibe 32 ist so bemessen, dass sie die erste Teilscheibe 31 - den gegebenen Belastungen entsprechend - versteift. Die Scheibendicke d.32 der zweiten Teilscheibe 32 ist geringer als die Scheibendicke

d.31 der ersten Teilscheibe 31, so wie dies auch bei den weiteren gezeigten Ausführungsformen 105; 205 bzw. 305 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse der Fall ist.

Die zweite Teilscheibe 32 ist an die erste Teilscheibe 31 angegossen.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen Ausschnitte von drei weiteren Ausführungsformen 105; 205 bzw. 305 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse. Dabei sind Teile, die mit denen der ersten Ausführungsform 5 übereinstimmen bzw. diesen im Wesentlichen entsprechen, mit gleichen, jedoch um 100; 200 bzw. 300 höheren Bezugszeichen versehen.

Auch bei diesen drei weiteren Ausführungsformen 105; 205 und 305 weist jeder der Rotoren 106; 206; 306 eine Rotorscheibe 120; 220; 320 und einen über Befestigungsmittel in Form von Schraubverbindungen mit der Rotorscheibe verbundenen Träger auf.

Die Rotorscheiben 120; 220 bzw. 320 bestehen ebenfalls jeweils aus zwei Teilscheiben 131, 132; 231, 232 bzw. 331, 332, wobei die ersten Teilscheiben 131; 231 bzw. 331 aus Reineisen und die zweiten Teilscheiben 132; 232; 332 aus Stahl bestehen.

Auch hier ist jeweils die zweite Teilscheibe 132; 232 bzw. 332 an die erste Teilscheibe 131; 231 bzw. 331 angegossen.

Insbesondere die zweite Teilscheibe ist hinsichtlich ihrer Form nicht auf die dargestellte Kreisringform begrenzt. So könnte also die hier kreisringförmig ausgebildete zweite Teilscheibe alternativ auch kranzringförmig ausgebildet sein.

Bei der in der Figur 4 gezeigten Darstellung der zweiten Ausführungsform 105 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse ist die zweite Teilscheibe 132 teilweise ausgebrochen dargestellt. Bei dieser zweiten Ausführungsform 105 weist die ers-

te Teilscheibe 131 an ihrer der zweiten Teilscheibe 132 zugewandten Seite 134 Konturen 135a, 135b, …, 135e auf, die die Kontaktfläche der ersten Teilscheibe 131 zur zweiten Teilscheibe 132 vergrößern. Diese Konturen 135a, 135b, …, 135e, die bei der gezeigten zweiten Ausführungsform 105 an die erste Teilscheibe 131 angeschmiedet sind, weisen eine zur Rotationsachse A der Rotorscheibe konzentrische, wellenförmige Struktur auf und sind ausgehend von der Rotationsachse A in radialer Richtung R von einer ebenen Aussparung 136 durchbrochen.

Die ebene Aussparung 136 ist erforderlich, damit sich beim Angießen der zweiten Teilscheibe 132 an die erste Teilscheibe 131 keine Lufteinschlüsse bilden können. Zum Gießen der zweiten Teilscheibe 132 wird zunächst die erste Teilscheibe 131 aus Reineisen in eine entsprechende Gussform eingelegt. Daraufhin werden die zweite Teilscheibe 132 und optional auch Kühlrippen und optional auch der Träger gegossen.

Wie eingangs bereits erwähnt, bleiben jedoch auch andere Befestigungsarten zur Verbindung der beiden Teilscheiben, beispielsweise Nieten-, Klick- oder Klemmverbindungen etc. vorbehalten. Auch andere stoffschlüssige Verbindungen, insbesondere ein Verbinden durch heißisostatisches Pressen (HIPen), sind vorteilhafte Alternativen.

Bei der in der Figur 5 dargestellten dritten Ausführungsform 205 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse übergreift die zweite Teilscheibe 232 die erste Teilscheibe 231 randseitig in Richtung der Rotationsachse A. An der zweiten Teilscheibe 232 ist also radial außen liegend ein der Scheibendicke d.231 der ersten Teilscheibe 231 entsprechender Ring 237 gebildet, so dass die zweite Teilscheibe 232 die erst Teilscheibe 231 zu deren weiterer Stabilisierung umfasst.

Bei der in der Figur 6 dargestellten vierten Ausführungsform 305 der erfindungsgemäßen Wirbelstrombremse ist die zweite Teilscheibe 332 an ihrer von der ersten Teilscheibe 331 abge-

wandten Seite 338, die eine statorabgewandte Außenseite der Rotorscheibe 320 bildet, mit Kühlrippen 339 versehen.

Patentansprüche

1. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) zum Bremsen eines rotierenden Elementes (2), insbesondere einer Welle, mit zumindest einer Rotorscheibe (6; 106; 206; 306), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die zumindest eine Rotorscheibe (6; 106; 206; 306) eine erste Teilscheibe (31; 131; 231; 331) und eine zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332) aufweist, wobei sich die beiden Teilscheiben hinsichtlich des Materials, aus dem sie gebildet sind, unterscheiden.

2. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die erste Teilscheibe (31; 131; 231; 331), deren eine Seite (33; 233; 333) eine statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe (6; 106; 206; 306) bildet, eine höhere magnetische Permeabilität und/oder eine höhere elektrische Leitfähigkeit als die zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332) aufweist.

3. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332), deren eine Seite (38; 138; 238; 338) eine statorabgewandte Außenseite der Rotorscheibe (6; 106; 206; 306) bildet, eine höhere mechanische Festigkeit und/oder eine höhere mechanische Steifigkeit als die erste der Teilscheibe (31; 131; 231; 331) aufweist.

4. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s die erste Teilscheibe (31; 131; 231; 331) aus Reineisen besteht.

5. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332) aus Stahl besteht.

6. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Scheibendicke (d.31; d.131; d.231; d.331) der ersten Teilscheibe (31; 131; 231; 331) zumindest der Skintiefe des im Bremsbetrieb über die statorzugewandte Außenseite der Rotorscheibe einwirkenden elektromagnetischen Feldes entspricht.

7. Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die zweite Teilscheibe (32; 132; 232; 332) an die erste Teilscheibe (31; 131; 231; 331) angegossen ist.

8. Wirbelstrombremse (105) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die erste Teilscheibe (131) an ihrer der zweiten Teilscheibe zugewandten Seite (134) die Kontaktfläche zur zweiten Teilscheibe (132) vergrößernde Konturen (135a, 135b, …, 135e) aufweist.

9. Wirbelstrombremse (105) nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Konturen (135a, 135b, …, 135e) an die erste Teilscheibe (131) angeschmiedet sind.

10. Wirbelstrombremse (105) nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
die Konturen (135a, 135b, …, 135e) eine zur Rotationsachse (A) der Rotorscheibe (120) konzentrische, wellenförmige

Struktur aufweisen, wobei eine ebene Aussparung (136) die Konturen (135a, 135b, …, 135e) ausgehend von der Rotationsachse (A) in radialer Richtung (R) durchbricht.

11. Wirbelstrombremse (205) nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Teilscheibe (232) die erste Teilscheibe (231) randseitig in Richtung der Rotationsachse (A) der Rotorscheibe (220) übergreift.

12. Wirbelstrombremse (305) nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Teilscheibe (332) an ihrer von der ersten Teilscheibe abgewandten Seite (338) mit Kühlrippen versehen ist.

13. Wirbelstrombremse (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Teilscheibe (32) an ihrer von der ersten Teilscheibe (31) abgewandten Seite (38) mit einem Träger (24) versehen ist, der zur Drehmoment übertragenden Verbindung mit dem rotierenden Element (2) geeignet ausgebildet ist.

14. Anordnung (1), insbesondere Schienenfahrzeug, mit einem rotierenden Element (2) und mit einer Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) zum Bremsen des rotierenden Elementes
dadurch gekennzeichnet, dass
die Wirbelstrombremse (5; 105; 205; 305) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet ist.

FIG 1

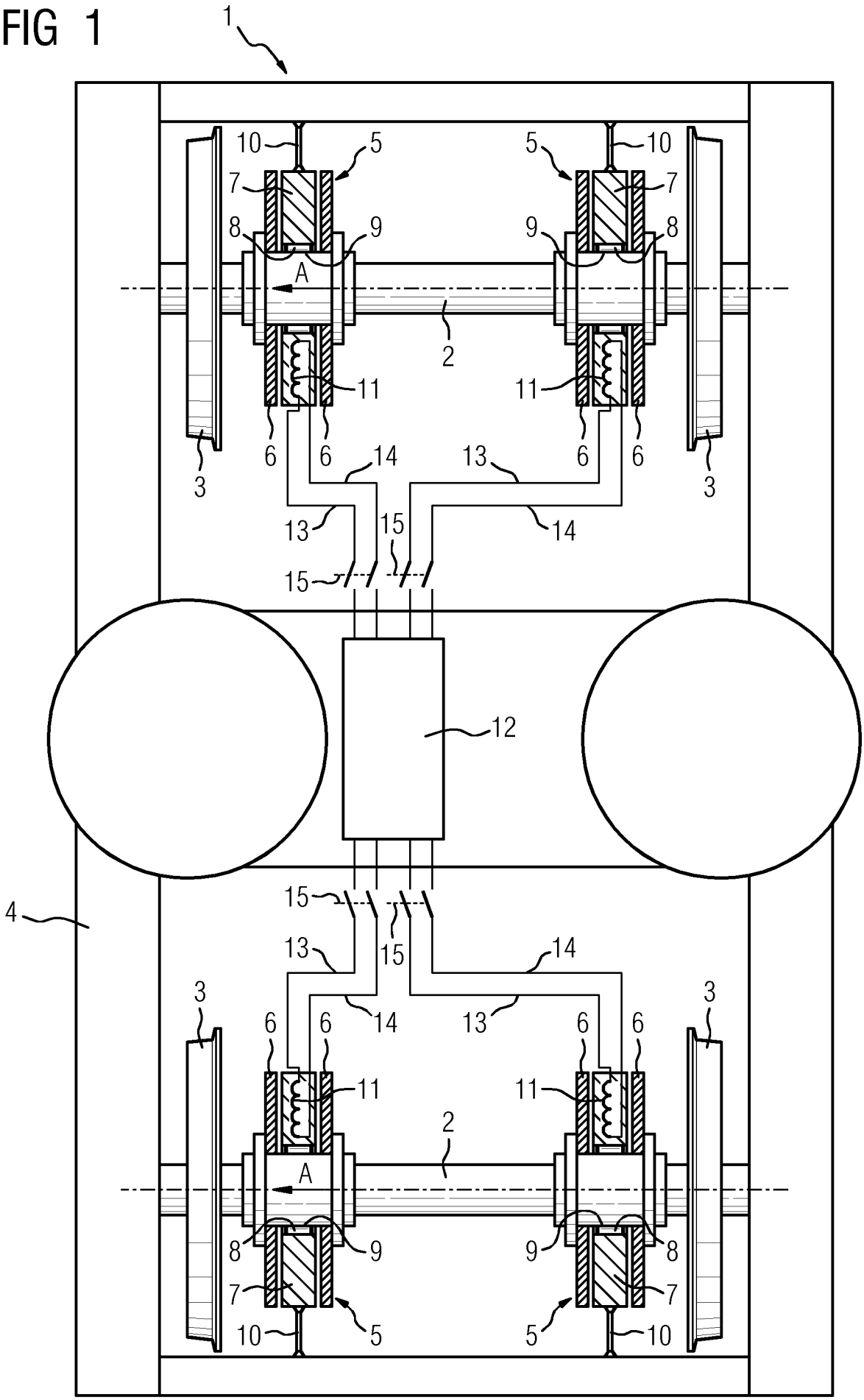


FIG 2

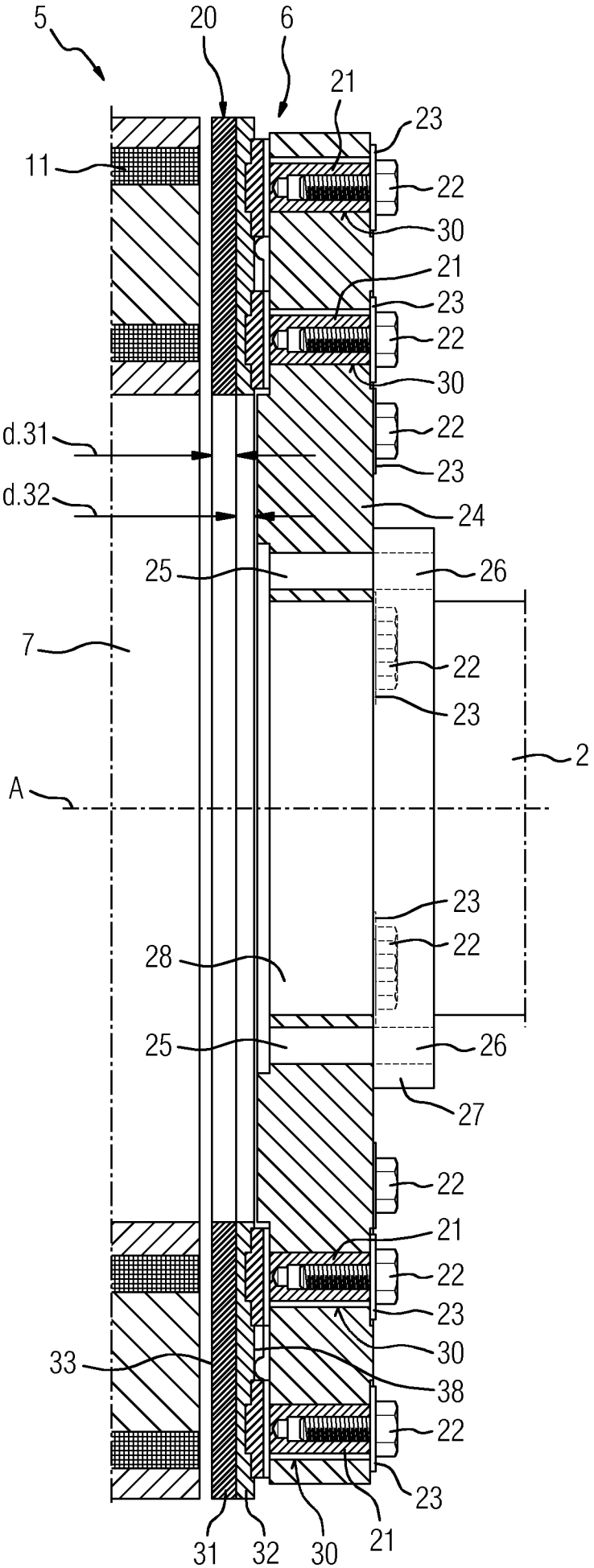

5
20
6
21
23
11
22
30
21
23
22
30
d.31
22
23
d.32
24
25
26
7
22
23
2
A
23
28
22
25
26
27
22
21
22
23
33
30
38
22
23
31
32
30
21

FIG 3

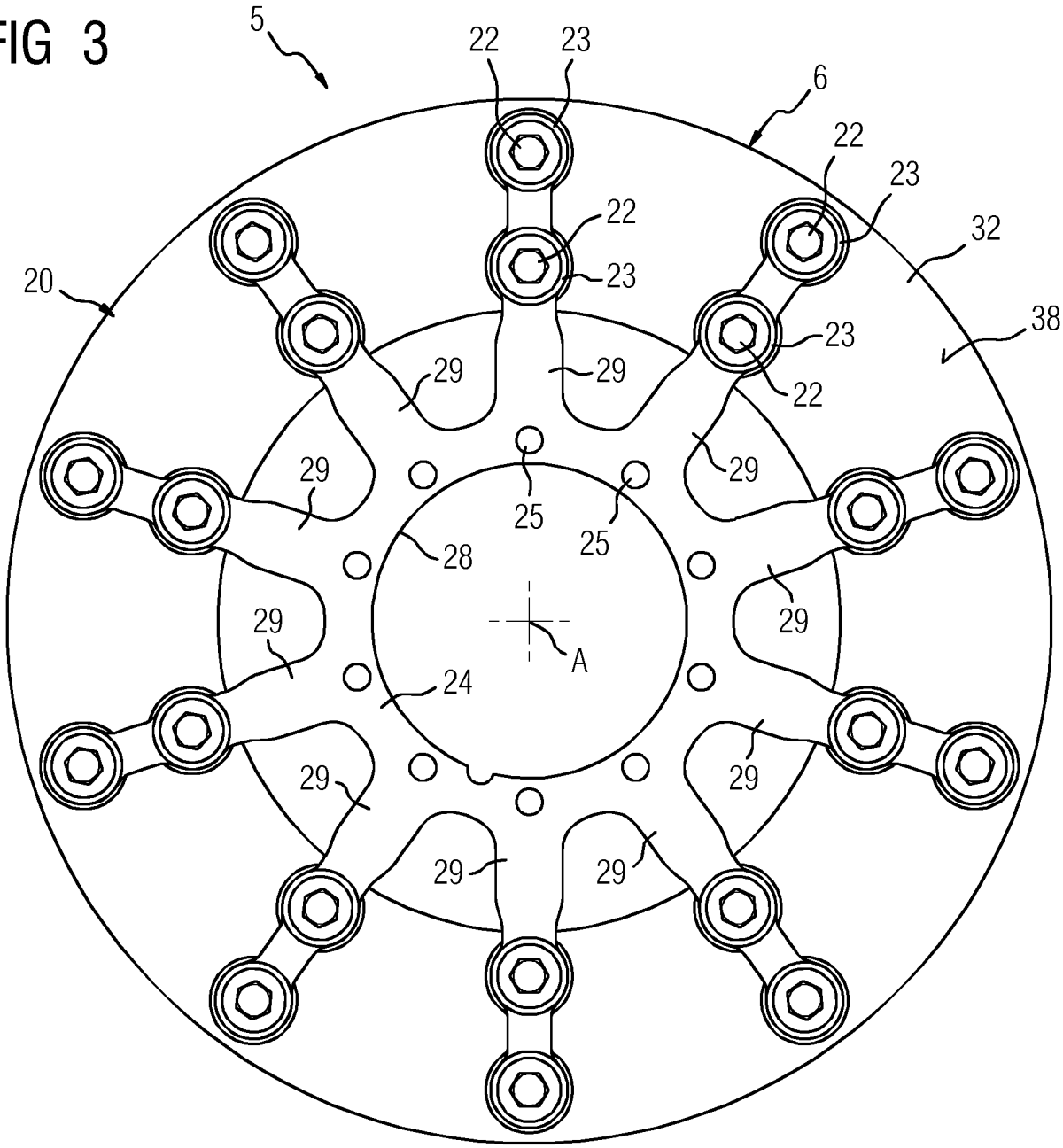

5
22
23
6
22
23
32
22
23
20
38
23
22
29
29
29
29
25
25
28
29
29
A
24
29
29
29
29

FIG 4

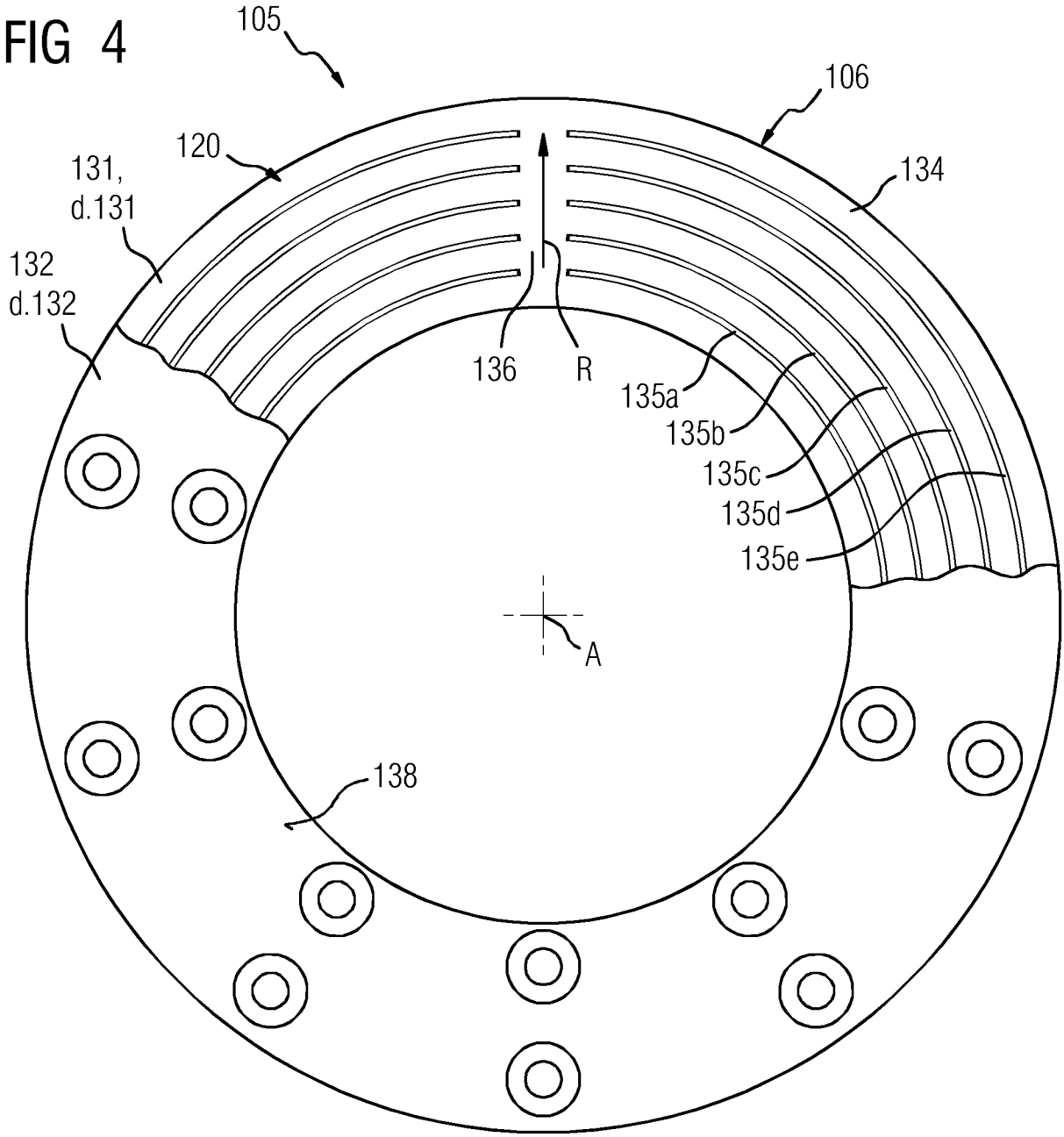

105
106
120
131,
d.131
132
d.132
134
136
R
135a
135b
135c
135d
135e
A
138

FIG 5

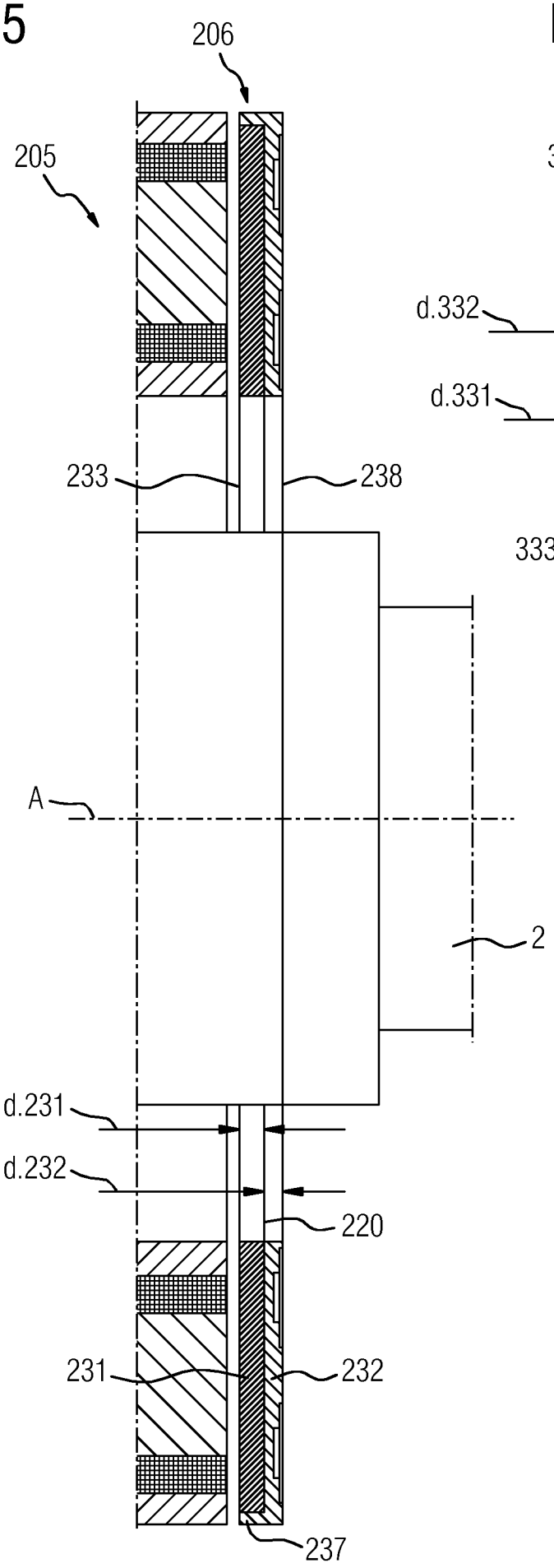
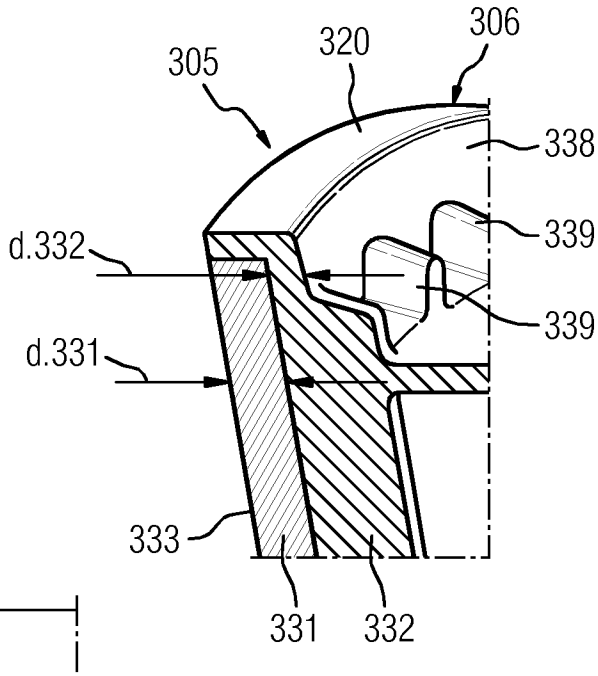

206
205
233
238
A
2
d.231
d.232
220
231
232
237

FIG 6


306
320
305
338
339
339
d.332
d.331
333
331
332