



(11)

EP 4 288 637 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
23.10.2024 Patentblatt 2024/43

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E21D 9/00 ^(2006.01) **E21D 9/06** ^(2006.01)
B23Q 17/09 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22722817.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E21D 9/003; E21D 9/06

(22) Anmeldetag: **14.04.2022**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2022/060017

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2022/228904 (03.11.2022 Gazette 2022/44)

(54) **SCHNEIDRAD FÜR EINE TUNNELVORTRIEBSMASCHINE**

CUTTING WHEEL FOR A TUNNEL BORING MACHINE

DISQUE DE COUPE POUR UN TUNNELIER

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **28.04.2021 DE 102021110855**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.12.2023 Patentblatt 2023/50

(73) Patentinhaber: **HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT**
77963 Schwanau (DE)

(72) Erfinder:
• **WEHRMEYER, Gerhard**
77963 Schwanau (DE)

• **BRANDT, Jens**
79189 Bad Krozingen (DE)

(74) Vertreter: **RACKETTE Patentanwälte PartG mbB**
Postfach 13 10
79013 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2019/234131 WO-A1-2019/234131
WO-A1-2020/193164 CN-A- 105 486 216
CN-A- 105 486 216 CN-A- 105 973 896
CN-A- 105 973 896 CN-A- 108 776 074
DE-A1- 3 535 474 DE-A1- 4 032 305
DE-U1- 202018 100 361 DE-U1-202018 100 361
JP-A- 2000 204 884 JP-A- 2000 204 884
JP-A- S60 144 607 US-A1- 2011 031 017
US-A1- 2011 031 017

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Schneidrad für eine Tunnelvortriebsmaschine gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2.

[0002] Ein derartiges Schneidrad für eine Tunnelvortriebsmaschine ist aus US 2011/0031017 A1 bekannt. Dieses vorbekannte Schneidrad ist mit einer Anzahl von Abbauwerkzeugen zum Abtragen von bei einem Vortrieb an dem Schneidrad in einer Vortriebsrichtung anstehender Geologie ausgestattet und verfügt über eine Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum Überwachen des Verschleißzustandes von Abbauwerkzeugen. Die Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung weist eine Anzahl von einem Abbauwerkzeug oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen zugeordneten Trägerteilen auf, die von dem oder einem Abbauwerkzeug oder der oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen räumlich beabstandet und lösbar mit einem Rahmenbau des Schneidrads verbunden sind. In das oder jedes Trägerteil ist eine Anzahl von elektrisch leitfähigen Stromleiterelementen eingebettet, die in über das Trägerteil vorstehende Abrasionssonden münden und mit denen über eine Widerstandsmessung der Abrasionsgrad von vorstehenden Abrasionssonden detektierbar ist.

[0003] Aus JP 2000 204884 A ist ein Abbauwerkzeug für ein Schneidrad einer Tunnelvortriebsmaschine bekannt, in das eine Anzahl von unterschiedlich langen Stromleiterelementen eingebettet ist, um den Abrasionsgrad des Schneidwerkzeugs zu erfassen.

[0004] Aus CN 108 776 074 A ist ein Schneidrad bekannt, das über eine Anzahl von Abbauwerkzeugen zum Abtragen von bei einem Vortrieb an dem Schneidrad in einer Vortriebsrichtung anstehender Geologie verfügt und mit einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum Überwachen des Verschleißzustandes von Abbauwerkzeugen ausgestattet ist. Die Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung bei diesem Schneidrad weist eine Anzahl von in den Abbauwerkzeugen integrierte Widerstandsabrasionssensoren auf.

[0005] Aus DE 35 35 474 A1 ist eine Vorrichtung zum Erkennen von Grenzverschleiß und/oder von Schneidenbruch bei Werkzeugen bekannt, bei der in das Werkzeug zwei Leiterbahnen integriert sind, von denen eine Leiterbahn einen Teil eines geschlossenen Schaltkreises ist, während die andere Leiterbahn einen Teil eines offenen Schaltkreises bildet. Falls bei einer bestimmten Verschleißgrenze eines Werkzeugs entweder die in einem geschlossenen Schaltkreis liegende Leiterbahn unterbrochen oder der offene Schaltkreis durch Ausbilden einer leitenden Verbindung beider Leiterbahnen geschlossen wird, entsteht ein Signal, das zum Abbruch eines Arbeitsvorgangs führt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schneidrad der eingangs genannten Art anzugeben, das sich durch eine verlässliche, einfach anpassbare sowie austauschbare und bei bestehenden Konstruktionen verhältnismäßig einfach nachrüstbare Werkzeugzustands-

überwachungseinrichtung auszeichnet.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einem Schneidrad der eingangs genannten Art erfindungsgemäß zum einen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und zum anderen mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst.

[0008] Dadurch, dass gemäß der Erfindung bei der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung ein von dem oder jedem zu überwachenden Abbauwerkzeug separiertes Trägerteil vorgesehen ist, in das ein elektrisch leitfähiges sowie zur Unterbrechung vorgesehenes Stromleiterelement eingebettet ist, lässt sich zum einen der Verschleiß von Abbauwerkzeugen durch einen bei entsprechender Anordnung des Trägerteils mit dem Verschleiß des Abbauwerkzeugs beziehungsweise der Abbauwerkzeuge korrelierenden Verschleiß des Trägerteils überwachen, wobei durch die Ausgestaltung des Trägerteils eine einfache Anpassbarkeit an die jeweilige Einbausituation und das Verschleißverhalten des Werkzeugs oder der Gruppe von Werkzeugen gegeben ist. Überdies lässt sich das Trägerteil als von dem Werkzeug oder der Gruppe von Werkzeugen getrenntes Bauteil verhältnismäßig einfach an bestehenden Konstruktionen nachrüsten, ohne dass Abbauwerkzeuge grundlegend modifiziert werden müssen.

[0009] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung mit Bezug auf die Figuren der Zeichnung.

[0011] Es zeigen:

Fig. 1 in einer Stirnansicht ein Ausführungsbeispiel eines Schneidrads gemäß der Erfindung, das mit einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung ausgestattet ist,

Fig. 2 in einer schematischen Rückansicht ein Ausführungsbeispiel eines Schneidrads gemäß der Erfindung mit Details zu einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung,

Fig. 3 in einer perspektivischen Ansicht einen Ausschnitt aus dem Schneidrad gemäß Fig. 1 im Bereich eines radial außenseitig liegenden Räumers als Beispiel für ein Abbauwerkzeug,

Fig. 4 in einer perspektivischen Ansicht ein Ausführungsbeispiel eines Räumerverwachungsmoduls einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung,

Fig. 5 in einer Draufsicht das Räumerverwachungsmodul gemäß Fig. 4,

Fig. 6 in einer perspektivischen Ansicht einen Ausschnitt aus dem Ausführungsbeispiel eines

Schneidrads gemäß Fig.1 im Bereich von Schälmessern als Beispiel einer Gruppe von Abbaup Werkzeugen mit Blick auf die in einer Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Vorderseite,

Fig. 7 in einer perspektivischen Ansicht einen Ausschnitt aus dem Ausführungsbeispiel eines Schneidrads gemäß Fig.1 im Bereich von Schälmessern mit Blick auf die in einer Vortriebsrichtung rückseitig liegende Rückseite,

Fig. 8 in einer Schnittansicht die Anordnung gemäß Fig. 6 und Fig. 7 mit einem Schälmesser und mit einem mit den Schälmessern an einer Trägerplatte verbauten Zwischenteil einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung und

Fig. 9 in einer Schnittansicht zwei Schneidrollen als weiteres Beispiel einer Gruppe von Abbaup Werkzeugen des Ausführungsbeispiels des Schneidrads gemäß Fig. 1 mit einem zwischenliegenden Trägerbolzen einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung.

[0012] Fig. 1 zeigt in einer Stirnansicht ein Schneidrad 103 für eine Tunnelvortriebsmaschine mit Blick auf die bei einem Vortrieb in einer Vortriebsrichtung vorne liegenden, anstehender Geologie zugewandten Vorderseite. Das Schneidrad 103 gemäß Fig. 1 verfügt über eine Anzahl von Schneidarmen 106, die sich speichenartig von einem mittigen Zentrumsbereich nach radial außen bis zu einem Außenumfang des Schneidrads 103 erstrecken. Zwischen den Schneidarmen 106 sind eine Anzahl von Abraumeinlassöffnungen 109 ausgebildet, über die von der anstehenden Geologie abgebautes Material entgegen der Vortriebsrichtung abförderbar ist.

[0013] Die Schneidarme 106 sind zum Abtragen von anstehender Geologie bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit einer Anzahl und mit verschiedenen Typen von Abbaup Werkzeugen bestückt. Zu dem bei dem Schneidrad 103 gemäß Fig. 1 eingesetzten Typen von Abbaup Werkzeugen gehören radial außenseitig angeordnete Räumern 112, zwischen den Räumern 112 sowie dem Mittenbereich angeordnete Schälmesser 115 und Schneidrollen 118. Die Räumern 112 und Schälmesser 115 sind dabei in Umfangsrichtung beidseitig an den Schneidarmen 106 und über diese überstehend angeordnet, während die Schneidrollen 118 in Umfangsrichtung im Mittenbereich der Schneidarme 106 verbaut sind.

[0014] Wie weiter unten näher erläutert, ist das Schneidrad 103 gemäß Fig. 1 mit einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum Überwachen des Verschleißzustandes eines Abbaup Werkzeuges oder einer Gruppe von Abbaup Werkzeugen, hier in Gestalt von einzelnen Räumern 112, Gruppen von mehreren Schälmesser 115 und Paaren von Schneidrollen 118 ausgestattet,

die bei diesem Ausführungsbeispiel über eine Anzahl von den einzelnen Abbaup Werkzeugen oder Gruppen von Abbaup Werkzeugen zugeordnete Trägerteile aufweist. Die Trägerteile sind dabei von einzelnen Abbaup Werkzeugen oder Gruppen von Abbaup Werkzeugen baulich getrennt sowie räumlich beabstandet sowie lösbar mit den Schneidarmen 106 als Teil eines Rahmenbaus des Schneidrads 103 verbunden.

[0015] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind die Trägerteile als jeweils einem Räumern 112 zugeordnete Zwischenplatten 121 als ein Typ eines Zwischenteils, jeweils einer Gruppe von Schälmessern 115 zugeordnete Zwischenleisten 124 als weiterer Typ eines Zwischenteils und zwischen zwei Schneidrollen 118 angeordnete Trägerbolzen 127 ausgeführt.

[0016] Fig. 2 zeigt in einer schematischen rückseitigen Ansicht zum einen einen Ausschnitt aus dem Schneidrad 103 im Bereich eines Schneidarmes 106 und zum anderen weitere Komponenten der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung gemäß dem erläuterten Ausführungsbeispiel. Aus der Darstellung gemäß Fig. 2 ist ersichtlich, dass die radial außenseitig angeordneten Räumern 112 über eine zwischenliegende Zwischenplatte 121 mit einem Rahmenbau 203 des betreffenden Schneidarms 106 verbunden sind. Die Zwischenplatte 121 ist über drei, in Fig. 2 freiliegend dargestellte Rohrverbindungen 206 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung mit einem Leitungsverbindungskasten 209 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung verbunden, der wiederum über einen Leitungsschlauch 212 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung mit einem Zusammenschaltkasten 215 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung verbunden ist. Die Verbindung zwischen dem Leitungsschlauch 212 und dem in der Darstellung gemäß Fig. 2 mit einem entfernten Verschlussdeckel geöffnet dargestellten Zusammenschaltkasten 215 erfolgt durch eine gegenüber Staub und Feuchtigkeit hermetisch abdichtende Kabeldurchführung 218. In dem Zusammenschaltkasten 215 ist eine lösbare Steckerverbindung 221 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung angeordnet.

[0017] Der beziehungsweise jeder Zusammenschaltkasten 215 wiederum steht über einen gekapselten Kabelstrang 224 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung mit einer eine Sendeantenne 227 aufweisenden Sendeeinheit 230 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung in Verbindung, mittels der über eine Funkverbindungsstrecke 233 drahtlos Signale der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung einer eine Empfangsantenne 236 aufweisenden Empfangseinheit 239 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung einspeisbar sind. Die Empfangseinheit 239 wiederum ist drahtlos oder kabelgebunden mit einer Datenverarbeitungseinheit 242 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung verbunden, mit der die Signale der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung und damit der Verschleißzustand der überwachten Abbaup Werkzeuge 112, 115, 118 überwachbar ist.

[0018] Fig. 3 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Ausschnitt aus dem radial außenseitig liegenden Randbereich eines Schneidarms 106 des in Fig. 1 dargestellten Schneidrads 103. Aus der Darstellung gemäß Fig. 3 ist ersichtlich, dass die radial außenseitig liegenden, hier mehrteilig ausgeführten Räumern 112 in einer Drehrichtung des Schneidrads 103 angestellt kreisbogenförmig beispielsweise über ein Kreisbogensegment von etwa 90 Grad ausgeführt sind und über die Zwischenplatte 121 mit dem Rahmenbau 203 des Schneidarms 106 in Verbindung stehen. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist zwischen Zwischenplatte 121 und dem Rahmenbau 203 noch eine am Rahmenbau 203 angeschweißte Sockelplatte 303 angeordnet, die den Leitungsverbindungskasten 209, der in der Darstellung gemäß Fig. 3 unter einem Sockelplattendeckel 306 angeordnet ist, aufnimmt.

[0019] Der anhand Fig. 2 erläuterte Leitungsschlauch 212 ist zum Schutz vor Einwirkungen von außen in einem Schlauchkanal 309 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung angeordnet, der in Abbaurichtung rückseitig an dem Schneidarm 106 angebracht ist.

[0020] Weiterhin sind in Fig. 3 eine Anzahl von in Vortriebsrichtung vorstehenden und in etwa mittig an der Vorderseite des Schneidarms 106 in Aussparungen von Verschleißschutzplatten 312 angeordnete beziehungsweise im radial außen liegenden Randbereich angeordnete Aufsetzstichel 315 als weiterer Typ von Abbauwerkzeugen dargestellt, deren Verschleißzustand bei diesem Ausführungsbeispiel unüberwacht bleibt.

[0021] Fig. 4 zeigt in einer perspektivischen Darstellung die miteinander baulich als Einheit verbundene, ein Räumernüberwachungsmodul bildende Anordnung aus der Zwischenplatte 121, den Rohrverbindungen 206, dem Leitungsverbindungskasten 209, dem Leitungsschlauch 212, einem Verbindungsflanschstück 403 zum mechanischen Verbinden des Leitungsschlauchs 212 mit dem in Fig. 4 nicht dargestellten Zusammenschaltkasten 215 und mit einer Steckerverbindung 406 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum elektrischen Verbinden mit der in Fig. 4 nicht dargestellten Steckerverbindung 221. Weiterhin ist in Fig. 4 eine mit der Zwischenplatte 121 verbundene Ringschraube 409 dargestellt, die zur Handhabung der Zwischenplatte 121 aufweisenden baulichen Einheit und insbesondere zu deren einfachen Platzierung dient. Die Zwischenplatte 121 ist mit einem verschraubten Zwischenplattendeckel 412 auf der bei bestimmungsgemäßem Einbau dem betreffenden Räumern 112 zugewandten Seite verschlossen. Weiterhin sind in Fig. 4 mit dem Leitungsverbindungskasten 209 in Eingriff stehende Anbauschrauben 415 dargestellt, die dem Befestigen des Leitungsverbindungskastens 209 an dem Rahmenbau 203 dienen.

[0022] Fig. 5 zeigt in einer Draufsicht die Anordnung gemäß Fig. 4 im Bereich der Zwischenplatte 121 mit einem im Bereich einer Rohrverbindung 206 bereichsweise aufgerissenen Zwischenplattendeckel 412. Aus Fig. 5 ist zum einen ersichtlich, dass sowohl die Zwischen-

platte 121 als auch der Zwischenplattendeckel 412 eine Anzahl von Durchgangsausnehmungen 503 aufweisen, durch die zum Verbinden des Räumers 112 an der an dem Rahmenbau 203 angeschweißten, den Durchgangsausnehmungen 503 zugeordnete Einschraubgewinde aufweisende Sockelplatte 303 in Fig. 5 nicht dargestellte Befestigungsschrauben durchgreifen. Des Weiteren lässt sich aus der Darstellung gemäß Fig. 5 erkennen, dass jede Rohrverbindung 206 in einer Rohrverbindungsnut 506 angeordnet ist und mit einem Gewindeklemmstück 509 sowie mit einer Kabelverschraubung 512 auf der dem Leitungsverbindungskasten 209 abgewandten Seite abschließt.

[0023] Aus Fig. 5 ist ersichtlich, dass in der dargestellten Kabelverschraubung 512 ein Stromkreiskabel 515 als elektrisch leitfähiges Stromleiterelement der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung angeordnet ist, das nach außen elektrisch isoliert und in einer in der Zwischenplatte 121 ausgebildeten Kabelnut 518 als Kabelaufnahmevertiefung angeordnet ist. Die Kabelnut 518 erstreckt sich von dem Ende der Rohrverbindungs-
nut 506 in Richtung des in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Bereichs der Zwischenplatte 121 und verläuft in Vortriebsrichtung rückseitig einer Außenmaterialwand 521 der Zwischenplatte 121 entlang einer der Vorderseite der Räumern 112 geometrisch ähnlichen Kontur, die jedoch gegenüber der Vorderseite von noch unbenutzten Räumern 112 entgegen der Vortriebsrichtung nach hinten versetzt ist.

[0024] Die in den Rohrverbindungen 206 liegenden Paare von Stromkreiskabel 515 sind an eine in Fig. 5 nicht dargestellte Spannungsquelle der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung angeschlossen und betriebstypisch bei Betrieb des Schneidrads 103 zum Abbau von anstehender Geologie von einem elektrischen Strom durchflossen. Sobald durch den dadurch verursachten Verschleiß der Räumern 112 als Beispiel von Abbauwerkzeugen die Außenmaterialwand 521 wenigstens bereichsweise abgetragen ist, erfolgt in aller Regel unmittelbar darauf eine Zerstörung wenigstens eines Stromkreiskabels 515 mit einer zumindest zeitweisen Unterbrechung des in ihm fließenden elektrischen Stroms. Derartige Stromflussunterbrechungen zeigen somit das Erreichen einer mit dem Verschleißzustand des betreffenden Räumers 112 direkt korrelierenden Verschleißgrenzwert an.

[0025] Dieser Verschleißgrenzwert lässt sich durch die Einbauposition der Zwischenplatte 121 in Bezug auf die Räumern 112 sowie durch die Lage der Kabelnut 518 in ihrem Abstand von der in Vortriebsrichtung bestimmungsgemäß vorderseitig liegenden Vorderseite der Zwischenplatte 121 verhältnismäßig einfach festlegen. Des Weiteren lässt sich bei einem Erreichen des unteren Grenzwerts für einen Verschleiß der Räumern 112 erforderlichen Austausch der Räumern 112 die dann ebenfalls nicht mehr gebrauchsfähig verschlissenen Zwischenplatte 121 eines Räumernüberwachungsmoduls als bauliche Einheit zusammen mit den verschlissenen Räu-

mern 112 gegen ein neues Räumerüberwachungsmodul gemäß Fig. 4 mit einer neuen Zwischenplatte 121 mit neuen Stromkreiskabeln 515 austauschen, indem lediglich Schrauben und Steckverbindungen zu lösen sowie wieder einzuschrauben beziehungsweise zusammenzustecken sind.

[0026] Fig. 6 zeigt in perspektivischer Ansicht mit Blick auf die in Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Vorderseite einen Bereich eines Schneidarms 106 des Schneidrads 103 gemäß Fig. 1. In Fig. 6 sind eine Anzahl von Schälmesser 115 als eine Gruppe von Abbauwerkzeugen dargestellt, die mittels Schälmesserbefestigungsschrauben 603 über eine sich in radialer Richtung des Schneidarms 106 erstreckenden gemeinsame Zwischenleiste 124 mit dem Rahmenbau 203 des Schneidarms 106 verbunden sind. Die Zwischenleiste 124 ist zweistufig mit einem in Vortriebsrichtung rückseitig gelegenen, dickeren Sockelabschnitt 606 und mit einem in Vortriebsrichtung vorderseitig gelegenen, gegenüber dem Sockelabschnitt 606 weniger dicken Abrasionsabschnitt 609 ausgebildet.

[0027] Der Sockelabschnitt 606 erstreckt sich in Längsrichtung der Zwischenleiste 124 durchgehend mit einem rechteckigen Querschnitt, während der Abrasionsabschnitt 609 einer gegenüber den an der Zwischenleiste 124 angebrachten Schälmessern 115 entgegen der Vortriebsrichtung zurückversetzt liegenden, geometrisch aber ähnlichen Kontur folgt, so dass der Abrasionsabschnitt 609 in Längsrichtung kammartig mit im Bereich der Schälmesser 115 ausgebildeten Vorstehbereichen 612 und eine in Vortriebsrichtung gegenüber in Vortriebsrichtung zurückgesetzten Rücksprungbereichen 615 gestuft ausgebildet ist. Zweckmäßigerweise schließen die Rücksprungbereiche 615 mit dem Rahmenbau 203 vorderseitig ab.

[0028] Zum mechanischen Stabilisieren der Abrasionsabschnitte 609 sind an dem Rahmenbau 203 Widerlagersockel 618 angebracht, die den Schälmessern 115 gegenüberliegen, an den den Schälmessern 115 abgewandten Unterseiten der Abrasionsabschnitte 609 anliegen und mit ihrer in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite gegenüber der entsprechenden Vorderseite der Abrasionsabschnitte 609 für einen verlässlichen Schutz geringfügig vorstehen.

[0029] Fig. 7 zeigt in einer perspektivischen Ansicht die Anordnung gemäß Fig. 6 mit Blick auf den in Vortriebsrichtung rückseitig liegenden Bereich des Schneidarms 106. Aus Fig. 7 ist ersichtlich, dass an der in Vortriebsrichtung rückseitig liegenden Rückseite der Zwischenleiste 124 eine mehrkomponentige Kabelschachtanordnung 703 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung mit U-artig ausgebildeten Basisteilen 706 und mit flachen Abdeckteilen 709 vorhanden ist, die an der Zwischenleiste 124 anliegt und sich gewinkelt entlang des Rahmenbaus 203 des Schneidarms 106 auf die in Vortriebsrichtung rückseitig liegende Seite des Rahmenbaus 203 erstreckt. In der Kabelschachtanordnung 703 sind, wie weiter unten näher erläutert, in Fig. 7 nicht

sichtbare elektrisch leitfähige Stromkreiskabel 515 als elektrisch leitfähige Stromleiter Elemente vor mechanischen Einwirkungen von außen geschützt angeordnet.

[0030] Fig. 8 zeigt in einer Schnittansicht einen Bereich der Anordnung gemäß Fig. 6 und Fig. 7 mit der Schnittebene durch ein Schälmesser 115. Aus Fig. 8 ist ersichtlich, dass elektrisch leitfähige Stromkreiskabel 515 über einen Leitungsschlauch 803 sowie über eine Kabeldurchführung 806 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung in die Zwischenleiste 124 geführt sind und in der Kabelnut 518 verlaufen, die unter anderem in dem in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Bereich des jeweiligen Abrasionsabschnitts 609 verläuft, wobei die Kabelnut 518 gegenüber der bei bestimmungsgemäßem Einsatz in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite in einem Abrasionsabschnitt 609 zurückversetzt verläuft. Weiterhin lässt sich der Darstellung gemäß Fig. 8 entnehmen, dass der Abrasionsabschnitt 609 auf seiner bei bestimmungsgemäßem Einsatz den Schälmessern 115 zugewandten Seite durch einen Verschlussdeckel 809 über Schraubenverbindungen lösbar verschlossen ist, so dass die Kabelnut 518 überdeckt ist.

[0031] Durch das gegenüber der in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite eines Schälmessers 115 zurückversetzte Anordnen der Abrasionsabschnitte 609 der Zwischenleisten 124 bleiben die Abrasionsabschnitte 609 durch die vorstehenden Bereiche der Schälmesser 115 sowie durch die Widerlagersockel 618 bei beiden Drehrichtungen des Schneidrads 103 geschützt, bis nach einem Unterschreiten einer vorbestimmten Verschleißgrenze eines Schälmessers 115 auch der betreffende Abrasionsabschnitt 609 einem ausgeprägten Verschleiß unterworfen ist und schließlich das Stromkreiskabel 515 in einem bestimmten Bereich unterbrochen wird. Wie im Zusammenhang mit den voranstehenden Erläuterungen ausgeführt, ist das Unterbrechen des entsprechenden elektrischen Stromkreises detektierbar.

[0032] Auch hier lässt sich aufgrund entsprechender Dimensionierungen der Erstreckung der Abrasionsabschnitte 609 insbesondere in ihrer Erstreckung in Vortriebsrichtung und in der Lage der Kabelnut 518 eine Anpassung an eine vorbestimmte Verschleißgrenze für Abbauwerkzeuge wie die Schälmesser 115 einstellen. Auch lässt sich die Zwischenleiste 124 im Wartungsfall verhältnismäßig einfach mit den Schälmessern 115 wechseln beziehungsweise lassen sich Gruppen von Schälmesser 115 zum Überwachen deren Verschleißzustandes durch Verbau von Zwischenleisten 124 nachrüsten.

[0033] Fig. 9 zeigt in einer Schnittansicht als weiteres Ausführungsbeispiel eines Trägereils einen Trägerbolzen 127, der zwischen zwei Schneidrollen 118 als Ausführungen von Abbauwerkzeugen angeordnet ist. Der Trägerbolzen 127 ist im Wesentlichen zylinderartig ausgebildet und durch eine in Vortriebsrichtung vorderseitig angeordnete Stirnhalterung 903 sowie über eine in Vortriebsrichtung rückseitig angeordnete Fußhalterung 906 mit dem Rahmenbau 203 des betreffenden Schneidarms 106 lösbar fest verbunden.

[0034] In dem Trägerbolzen 127 ist eine an einem Ende geschlossene, sacklochartig ausgebildete Sacklochausnehmung 909 vorhanden, die im Bereich eines durch die Fußhalterung 906 fixierten Fußbereiches des Trägerbolzens 127 offen ist und in einem Abrasionsab-

[0035] In der Sacklochausnehmung 909 ist ein elektrisch leitfähiges Stromkreiskabel 515 als Ausführung eines Stromkreiselements angeordnet, welches bis in den in Vortriebsrichtung vorderseitigen Bereich der Sacklochausnehmung 909 hineinragt und im gegenüberliegenden Fußbereich des Trägerbolzens 127 über eine Kabeldurchführung 912 austritt sowie sich in einem Kabelkanal 915 der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung erstreckt, der in Vortriebsrichtung rückseitig an den Rahmenbau 203 des Schneidarms 106 angebracht ist.

[0036] Aus Fig. 9 ist ersichtlich, dass die in Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Vorderseite des Trägerbolzens 127 gegenüber der entsprechenden Vorderseite von unbenutzten Schneidrollen 118 entgegen der Vortriebsrichtung zurückversetzt ist, so dass entsprechend den voranstehend erläuterten Ausführungen im Zusammenhang mit den Räubern 112 und Schälmessern 115 bei zunehmendem Verschleiß von Schneidrollen 118 bei einer charakteristischen Verschleißgrenze auch das in Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Material des Trägerbolzens 127 abgetragen und nach Freilegen der Sacklochausnehmung 909 im vorderseitigen Bereich des Trägerbolzens 127 auch die elektrische Stromführung in dem entsprechend beschalteten Stromkreiskabel 515 unterbrochen ist. Dies ist für ein Erreichen einer vorbestimmten Verschleißgrenze signifikant, so dass daraufhin entsprechende Wartungsmaßnahmen zu gegebener Zeit eingeleitet werden können.

Patentansprüche

1. Schneidrad für eine Tunnelvortriebsmaschine mit einer Anzahl von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) zum Abtragen von bei einem Vortrieb an dem Schneidrad (103) in einer Vortriebsrichtung anstehender Geologie und mit einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum Überwachen des Verschleißzustandes von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118), wobei die Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung wenigstens ein einem Abbauwerkzeug (112, 115, 118) und/oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) zugeordnetes Trägerteil (121, 124, 127) aufweist, das von dem oder einem Abbauwerkzeug (112, 115, 118) oder der oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) räumlich beabstandet und lösbar mit einem Rahmenbau (203) verbunden ist, und wobei in das oder jedes Trägerteil (121, 124, 127) wenigstens

ein elektrisch leitfähiges Stromleiterelement (515) eingebettet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromleiterelement (515) derart eingebettet ist, dass nach einer für einen vorbestimmten Verschleißzustand des oder eines Abbauwerkzeugs (112, 115, 118) und/oder der oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) charakteristischen Abrasion des oder eines Trägerteils (121, 124, 127) das oder ein Stromleiterelement (515) unterbrechbar ist, dass das oder ein Trägerteil als ein Zwischenteil (121, 124) ausgebildet ist, das zwischen einem Abbauwerkzeug (112, 115) und/oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115) sowie dem Rahmenbau (203) angeordnet ist, dass das Zwischenteil (121, 124) einer geometrisch ähnlichen Kontur der in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite eines betreffenden Abbauwerkzeugs (112, 115) oder einer betreffenden Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115) folgt, wobei die in Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Vorderseite des Zwischenteils (121, 124) gegenüber der Kontur der jeweiligen Vorderseite des betreffenden Abbauwerkzeugs (112, 115) und/oder der Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115) entgegen Vortriebsrichtung zurückversetzt ist, und dass das Zwischenteil (121, 124) in einem Abstand von der Vorderseite eine Kabelaufnahmevertiefung (518) aufweist, die in Vortriebsrichtung rückseitig einer Außenmaterialwand (521) des Zwischenteils (121) verläuft und in der das Stromleiterelement (515) angeordnet ist.

2. Schneidrad für eine Tunnelvortriebsmaschine mit einer Anzahl von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) zum Abtragen von bei einem Vortrieb an dem Schneidrad (103) in einer Vortriebsrichtung anstehender Geologie und mit einer Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung zum Überwachen des Verschleißzustandes von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118), wobei die Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung wenigstens ein einem Abbauwerkzeug (112, 115, 118) und/oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) zugeordnetes Trägerteil (121, 124, 127) aufweist, das von dem oder einem Abbauwerkzeug (112, 115, 118) oder der oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) räumlich beabstandet und lösbar mit einem Rahmenbau (203) verbunden ist, und wobei in das oder jedes Trägerteil (121, 124, 127) wenigstens ein elektrisch leitfähiges Stromleiterelement (515) eingebettet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromleiterelement (515) derart eingebettet ist, dass nach einer für einen vorbestimmten Verschleißzustand des oder eines Abbauwerkzeugs (112, 115, 118) und/oder der oder einer Gruppe von Abbauwerkzeugen (112, 115, 118) charakteristischen Abrasion des oder eines Trägerteils (121, 124, 127) das oder ein Stromleiterelement (515) unterbrechbar ist, und dass das oder ein Trägerteil als ein läng-

licher Trägerbolzen (127) ausgebildet ist, der in einem seitlichen Abstand zu wenigstens einem Abbauwerkzeug (118) angeordnet ist.

3. Schneidrad nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Vortriebsrichtung vorderseitig liegende Vorderseite des Trägerbolzens (127) gegenüber der in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite eines ihm benachbarten Abbauwerkzeugs (118) gegenüber der Vortriebsrichtung zurückversetzt ist.
4. Schneidrad nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Trägerbolzen (127) eine sich in Längsrichtung erstreckende Sacklochausnehmung (909) aufweist, in der das Stromleiterelement (515) angeordnet ist.
5. Schneidrad nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromleiterelement (515) in einem Abstand von der Vorderseite des Trägerbolzens (127) endet.
6. Schneidrad nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stromleiterelement (515) in einem Abstand von der in Vortriebsrichtung vorderseitig liegenden Vorderseite des oder eines Trägerteils (121, 124, 127) angeordnet ist.
7. Schneidrad nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder ein Stromleiterelement ein isoliertes Stromleiterkabel (515) ist.
8. Schneidrad nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägerteil (121, 124, 127) mit einer Leitungsführungsanordnung der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung verbunden ist, die lösbar mit dem Rahmenbau (203) verbunden ist.
9. Schneidrad nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungsführungsanordnung gegen mechanische Einwirkungen von außen gekapselt ist.
10. Schneidrad nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leitungsführungsanordnung an ihrer einem Trägerteil (121, 124, 127) abgewandten Seite mit einem Leitungsverbindungskasten (209) verbunden ist, in das Rohrverbindungen (206) münden.
11. Schneidrad nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitungsverbindungskasten (209) über einen Leitungsschlauch (212) mit einem Zusammenschaltkasten (215) verbunden ist, in dem eine lösbare Steckerverbindung (221) der Werkzeugzustandsüberwachungseinrichtung an-

geordnet, und dass der Zusammenschaltkasten (215) mit einer Datenübergabeeinheit verbunden ist.

5 Claims

1. Cutting wheel for a tunnel boring machine comprising a number of excavation tools (112, 115, 118) for removing geology encountered by the cutting wheel (103) in a driving direction during tunneling and a tool condition monitoring device for monitoring the wear condition of excavation tools (112, 115, 118), wherein the tool condition monitoring device comprises at least one carrier part (121, 124, 127) assigned to an excavation tool (112, 115, 118) and/or a group of excavation tools (112, 115, 118) which is spatially spaced apart from the or an excavation tool (112, 115, 118) or the or a group of excavation tools (112, 115, 118) and releasably connected to a frame structure (203), and wherein at least one electrically conductive current conductor element (515) is embedded in the or each carrier part (121, 124, 127), **characterized in that** the current conductor element (515) is embedded in such a way that after an abrasion of the or a carrier part (121, 124, 127) which is characteristic of a predetermined wear condition of the or an excavation tool (112, 115, 118) and/or the or a group of excavation tools (112, 115, 118), the or a current conductor element (515) is interruptible, that the or a carrier part is designed as an intermediate part (121, 124) arranged between an excavation tool (112, 115) and/or a group of excavation tools (112, 115) as well as the frame structure (203), that the intermediate part (121, 124) follows a contour geometrically similar to the front side in the driving direction of a respective excavation tool (112, 115) or a respective group of excavation tools (112, 115), wherein the front side in the driving direction of the intermediate part (121, 124) is recessed against the contour of the respective front side of the respective excavation tool (112, 115) and/or the group of excavation tools (112, 115) opposite to the driving direction, and that the intermediate part (121, 124) has a cable recess (518) at a distance from the front side, arranged behind an outer material wall (521) of the intermediate part (121) in the driving direction and in which the current conductor element (515) is arranged.
2. Cutting wheel for a tunnel boring machine comprising a number of excavation tools (112, 115, 118) for removing geology encountered by the cutting wheel (103) in a driving direction during tunneling and a tool condition monitoring device for monitoring the wear condition of excavation tools (112, 115, 118), wherein the tool condition monitoring device comprises at least one carrier part (121, 124, 127) assigned to an excavation tool (112, 115, 118) and/or

a group of excavation tools (112, 115, 118) which is spatially spaced apart from the or an excavation tool (112, 115, 118) or the or a group of excavation tools (112, 115, 118) and releasably connected to a frame structure (203), and wherein at least one electrically conductive current conductor element (515) is embedded in the or each carrier part (121, 124, 127), **characterized in that** the current conductor element (515) is embedded in such a way that after an abrasion of the or a carrier part (121, 124, 127) which is characteristic of a predetermined wear condition of the or an excavation tool (112, 115, 118) and/or the or a group of excavation tools (112, 115, 118), the or a current conductor element (515) is interruptible, and that the or a carrier part is designed as an elongated carrier bolt (127) arranged at a lateral distance from at least one excavation tool (118).

3. Cutting wheel according to claim 2, **characterized in that** the front side of the carrier bolt (127) in the driving direction is recessed against the front side in the driving direction of a neighboring excavation tool (118) with respect to the driving direction.
4. Cutting wheel according to claim 2 or claim 3, **characterized in that** the carrier bolt (127) has a longitudinally extending blind hole recess (909) in which the current conductor element (515) is arranged.
5. Cutting wheel according to any of claims 2 to 4, **characterized in that** the current conductor element (515) ends at a distance from the front side of the carrier bolt (127).
6. Cutting wheel according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** the current conductor element (515) is arranged at a distance from the front side in the driving direction of the or a carrier part (121, 124, 127).
7. Cutting wheel according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the or a current conductor element is an insulated current conductor cable (515).
8. Cutting wheel according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** the carrier part (121, 124, 127) is connected to a line guide arrangement of the tool condition monitoring device, which is releasably connected to the frame structure (203).
9. Cutting wheel according to claim 8, **characterized in that** the line guide arrangement is encapsulated against mechanical impacts from the outside.
10. Cutting wheel according to claim 8 or claim 9, **characterized in that** the line guide arrangement is connected on its side facing away from a carrier part (121, 124, 127) to a line connection box (209) into

which pipe connections (206) lead.

11. Cutting wheel according to claim 10, **characterized in that** the line connection box (209) is connected via a line hose (212) to a switching box (215), in which a detachable plug connection (221) of the tool condition monitoring device is arranged, and that the switching box (215) is connected to a data transfer unit.

Revendications

1. Roue de coupe pour un tunnelier avec un nombre d'outils de découpe (112, 115, 118) pour enlever la géologie présente sur la roue de coupe (103) dans une direction d'avancement avec un dispositif de surveillance de l'état des outils pour surveiller l'état d'usure des outils de découpe (112, 115, 118), le dispositif de surveillance de l'état des outils comprenant au moins un élément de support (121, 124, 127) associé à un outil de découpe (112, 115, 118) et/ou à un groupe d'outils de découpe (112, 115, 118), l'élément de support étant espacé et fixé de manière amovible à une structure de base (203), et dans laquelle au moins un élément conducteur de courant (515) électroconducteur est intégré dans le ou chaque élément de support (121, 124, 127), **caractérisé en ce que** l'élément conducteur de courant (515) est intégré de manière à être interrompu après une abrasion du ou d'un élément de support (121, 124, 127) caractéristique d'un état d'usure prédéterminé du ou d'un outil de découpe (112, 115, 118) et/ou du ou d'un groupe d'outils de découpe (112, 115, 118), et **en ce que** le ou un élément de support est conçu comme une pièce intermédiaire (121, 124) disposée entre un outil de découpe (112, 115) et/ou un groupe d'outils de découpe (112, 115) et la structure de base (203), la pièce intermédiaire (121, 124) suivant un contour géométriquement similaire à la face avant d'un outil de découpe concerné (112, 115) ou d'un groupe d'outils de découpe concerné (112, 115) dans la direction d'avancement, la face avant de la pièce intermédiaire (121, 124) étant en retrait par rapport au contour de la face avant de l'outil de découpe concerné (112, 115) et/ou du groupe d'outils de découpe (112, 115) dans la direction opposée à l'avancement, et **en ce que** la pièce intermédiaire (121, 124) comprend un évidement de réception de câble (518) dans lequel l'élément conducteur de courant (515) est disposé, cet évidement étant situé à l'arrière d'une paroi de matériau extérieur (521) de la pièce intermédiaire (121).
2. Roue de coupe pour un tunnelier avec un certain nombre d'outils de découpe (112, 115, 118) pour enlever la géologie présente sur la roue de coupe (103) dans une direction d'avancement avec un dis-

- positif de surveillance de l'état des outils pour surveiller l'état d'usure des outils de découpe (112, 115, 118), le dispositif de surveillance de l'état des outils comprenant au moins un élément de support (121, 124, 127) associé à un outil de découpe (112, 115, 118) et/ou à un groupe d'outils de découpe (112, 115, 118), l'élément de support étant espacé et fixé de manière amovible à une structure de base (203), et dans laquelle au moins un élément conducteur de courant (515) électroconducteur est intégré dans le ou chaque élément de support (121, 124, 127), **caractérisée en ce que** l'élément conducteur de courant (515) est intégré de manière à être interrompu après une abrasion du ou d'un élément de support (121, 124, 127) caractéristique d'un état d'usure prédéterminé du ou d'un outil de découpe (112, 115, 118) et/ou du ou d'un groupe d'outils de découpe (112, 115, 118), et **en ce que** le ou un élément de support est conçu comme un boulon de support (127) allongé disposé à une distance latérale d'au moins un outil de découpe (118).
3. Roue de coupe selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la face avant dans la direction d'avancement du boulon de support (127) est en retrait par rapport à la face avant dans la direction d'avancement d'un outil de découpe adjacent (118) par rapport à la direction d'avancement.
4. Roue de coupe selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce que** le boulon de support (127) présente un évidement en trou borgne (909) s'étendant dans le sens longitudinal dans lequel l'élément conducteur de courant (515) est disposé.
5. Roue de coupe selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** l'élément conducteur de courant (515) se termine à une distance de la face avant du boulon de support (127).
6. Roue de coupe selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** l'élément conducteur de courant (515) est disposé à une distance de la face avant dans la direction d'avancement du ou d'un élément de support (121, 124, 127).
7. Roue de coupe selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** le ou un élément conducteur de courant est un câble conducteur de courant isolé (515).
8. Roue de coupe selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** l'élément de support (121, 124, 127) est relié à une installation de guidage de conduits du dispositif de surveillance de l'état des outils, cette installation étant fixée de manière amovible à la structure de base (203).
9. Roue de coupe selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'installation de guidage de conduits est encapsulée contre les influences mécaniques extérieures.
10. Roue de coupe selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** l'installation de guidage de conduits est reliée sur son côté opposé à l'élément de support à une boîte de raccordement de conduits (209) dans laquelle aboutissent des connexions de tuyaux (206).
11. Roue de coupe selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** la boîte de raccordement de conduits (209) est reliée par un tuyau de conduite (212) à une boîte de connexion (215) dans laquelle est disposée une connexion enfichable amovible (221) du dispositif de surveillance de l'état des outils, et **en ce que** la boîte de connexion (215) est reliée à une unité de transfert de données.

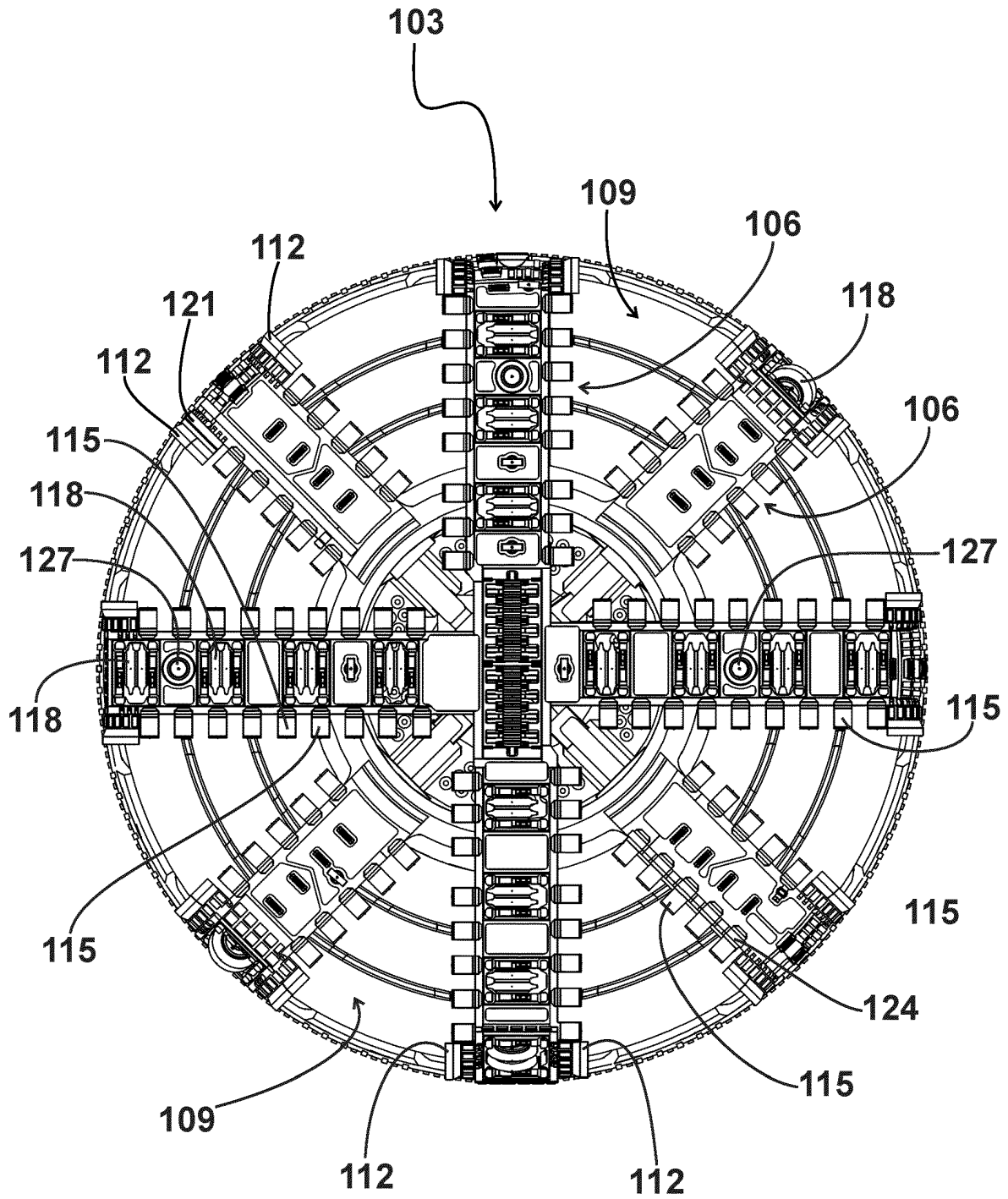


Fig. 1

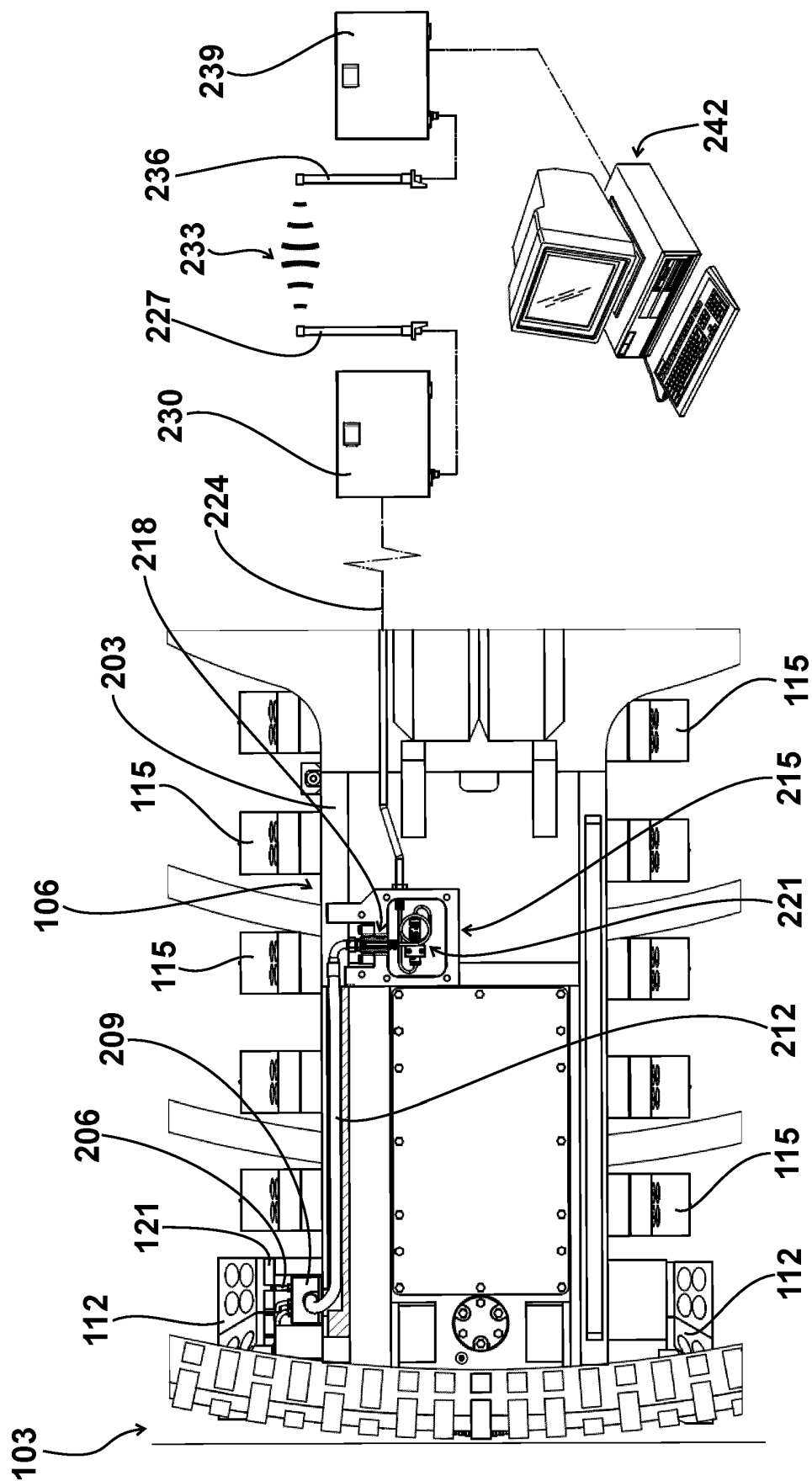


Fig. 2

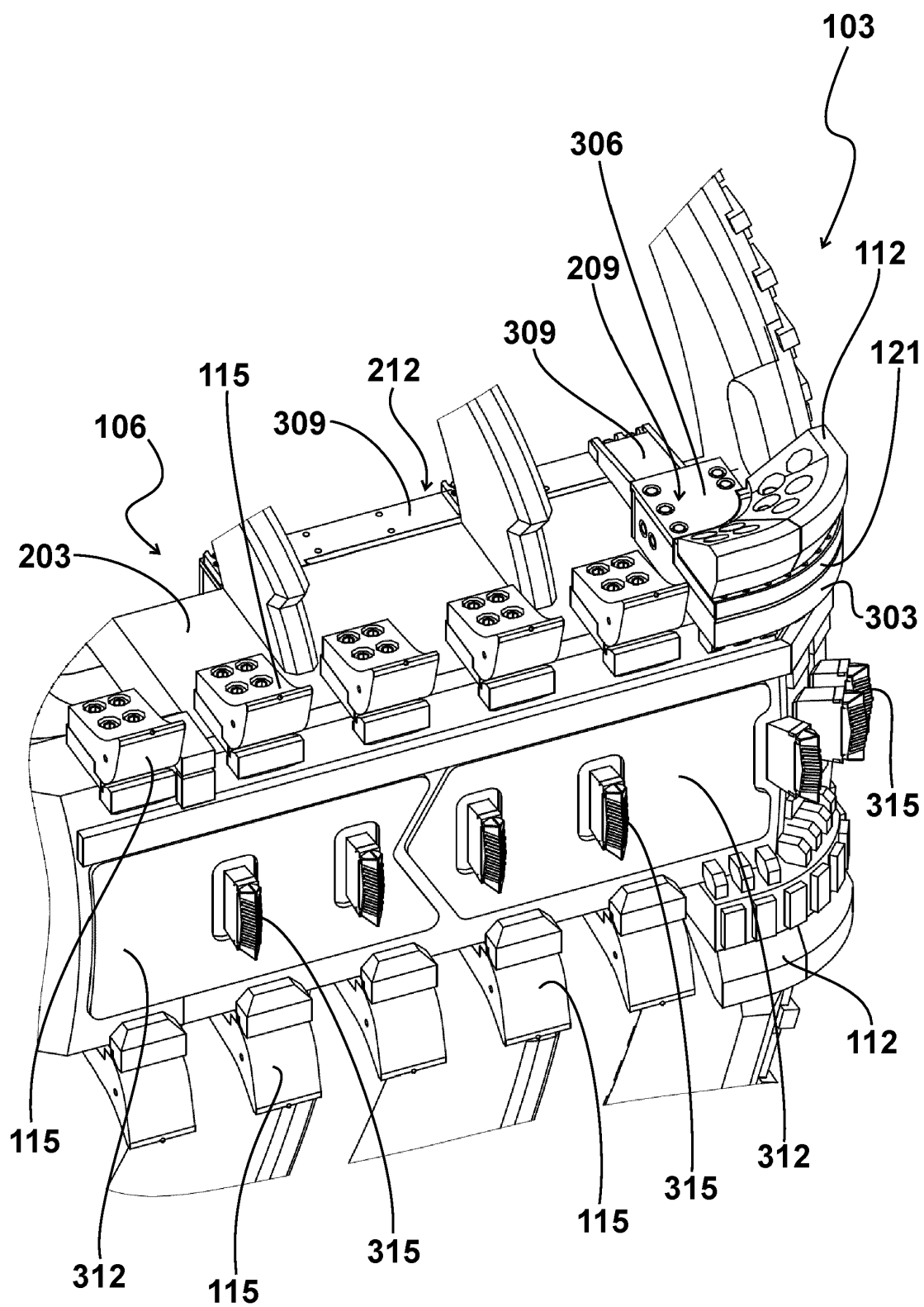


Fig. 3

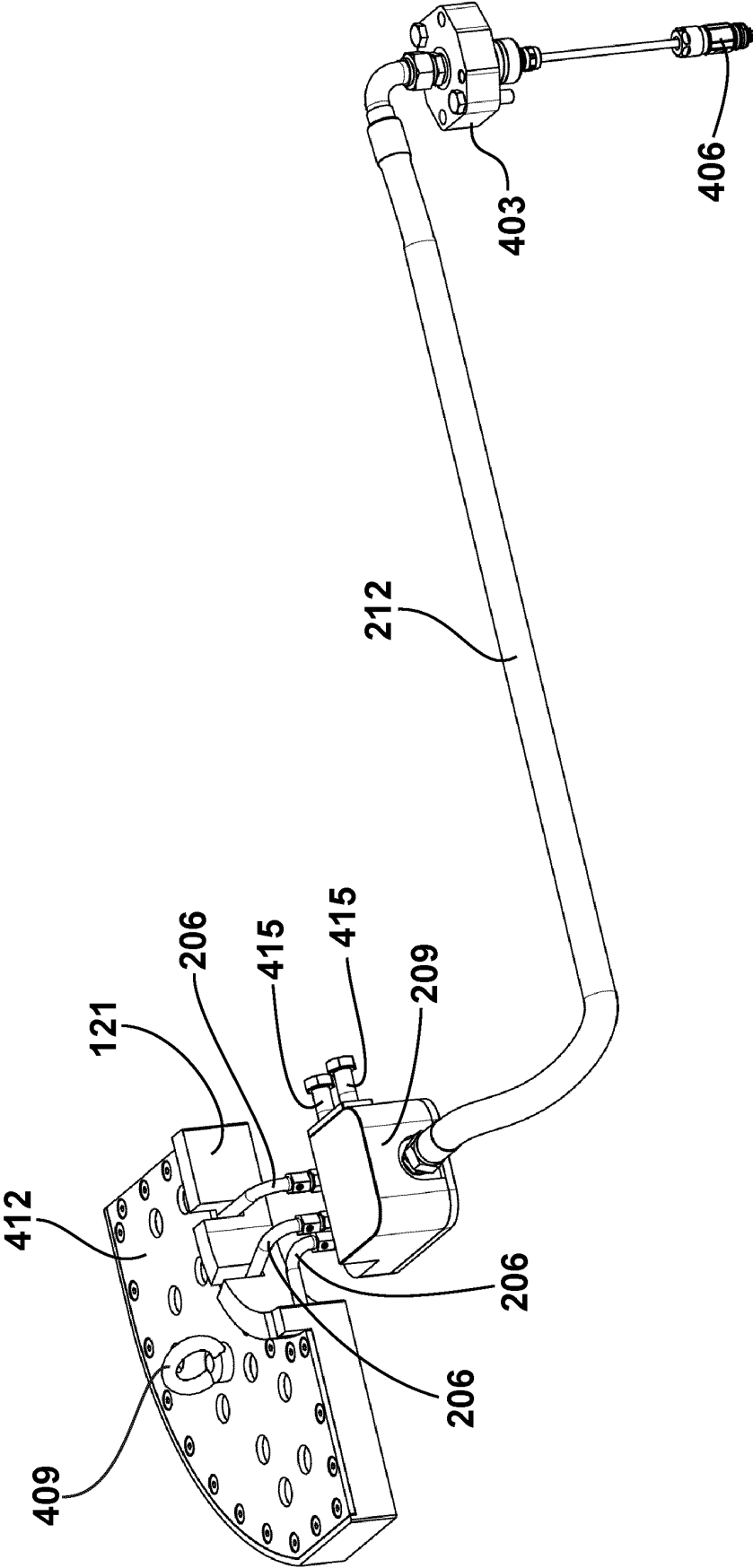


Fig. 4

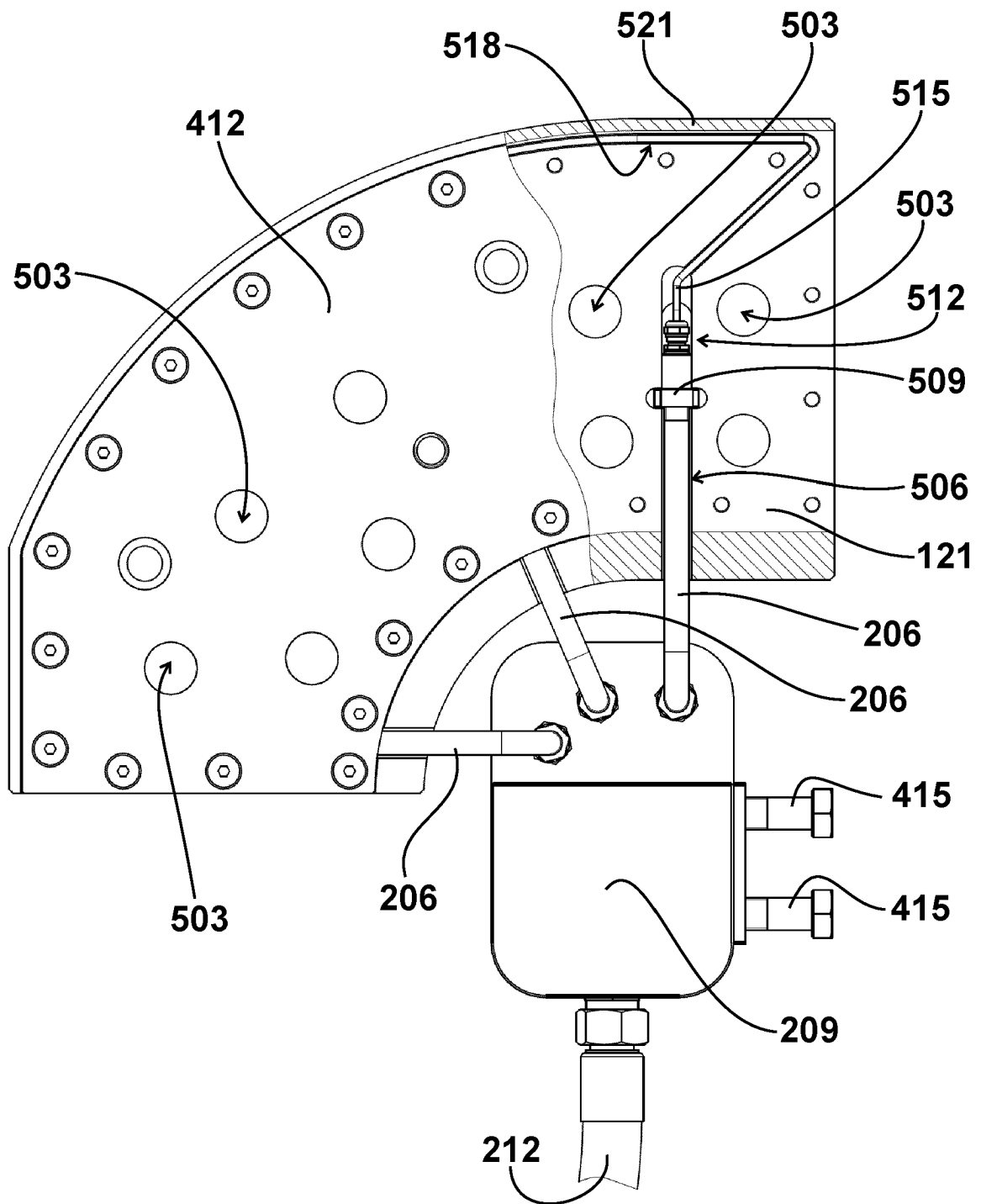


Fig. 5

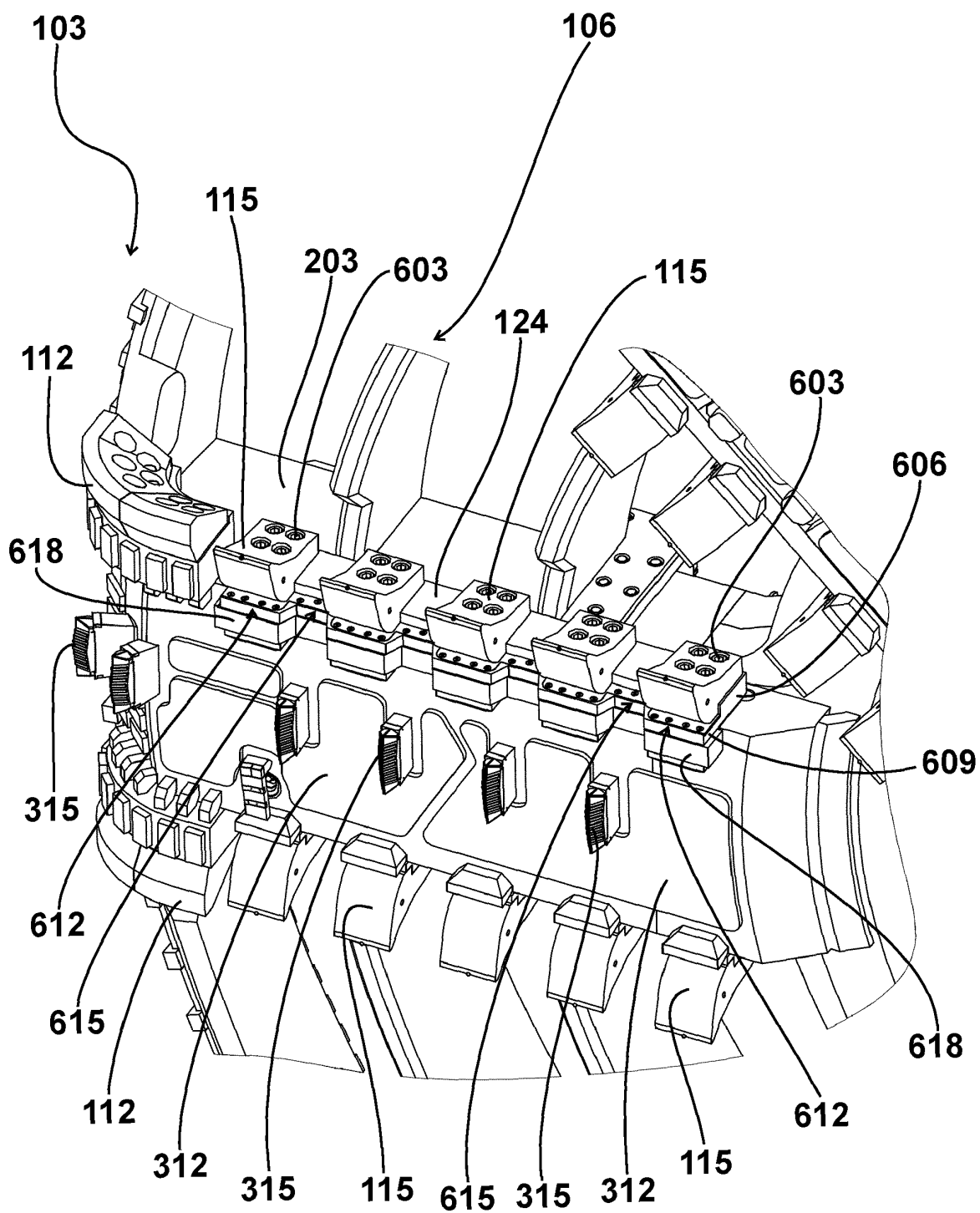


Fig. 6

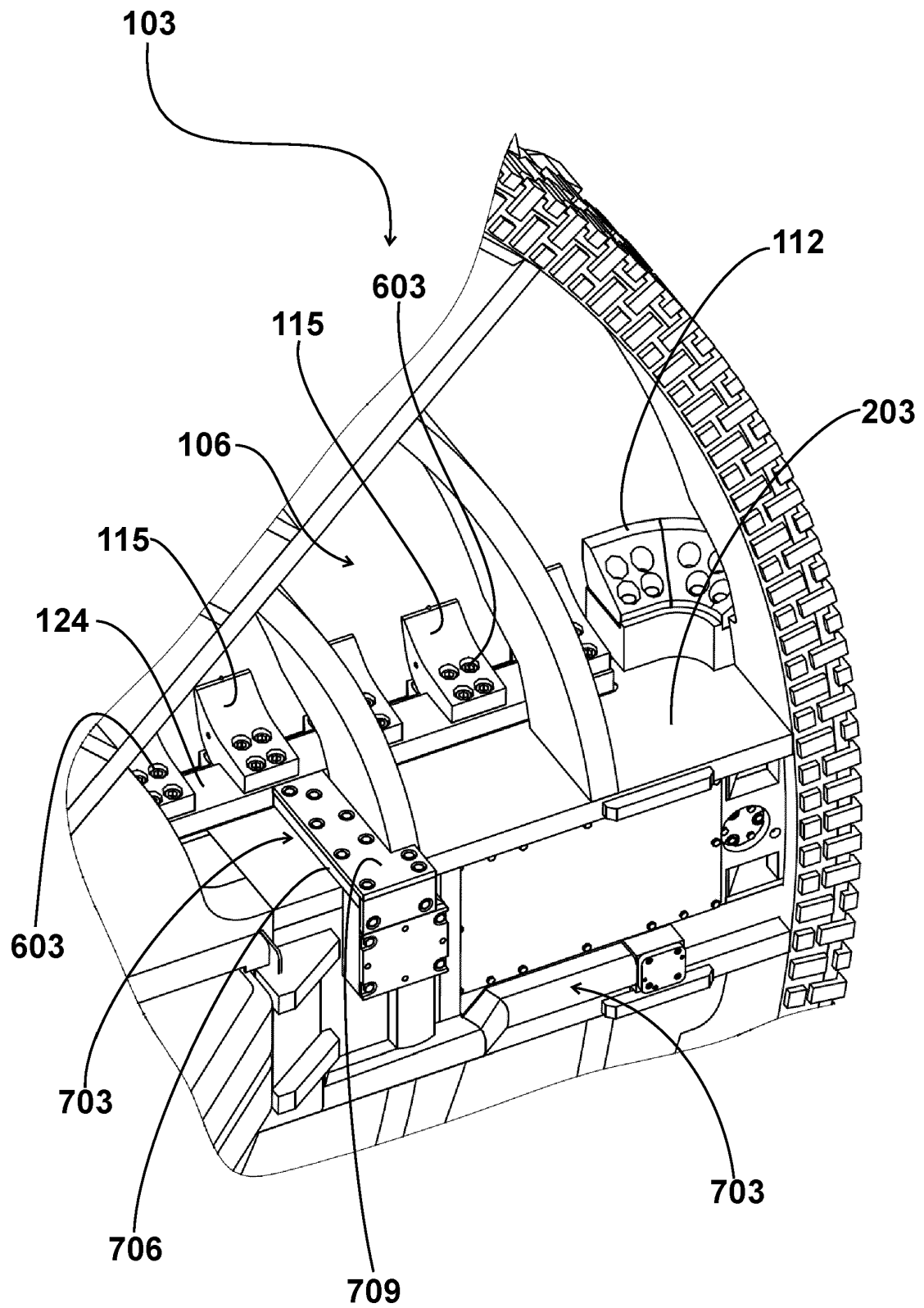


Fig. 7

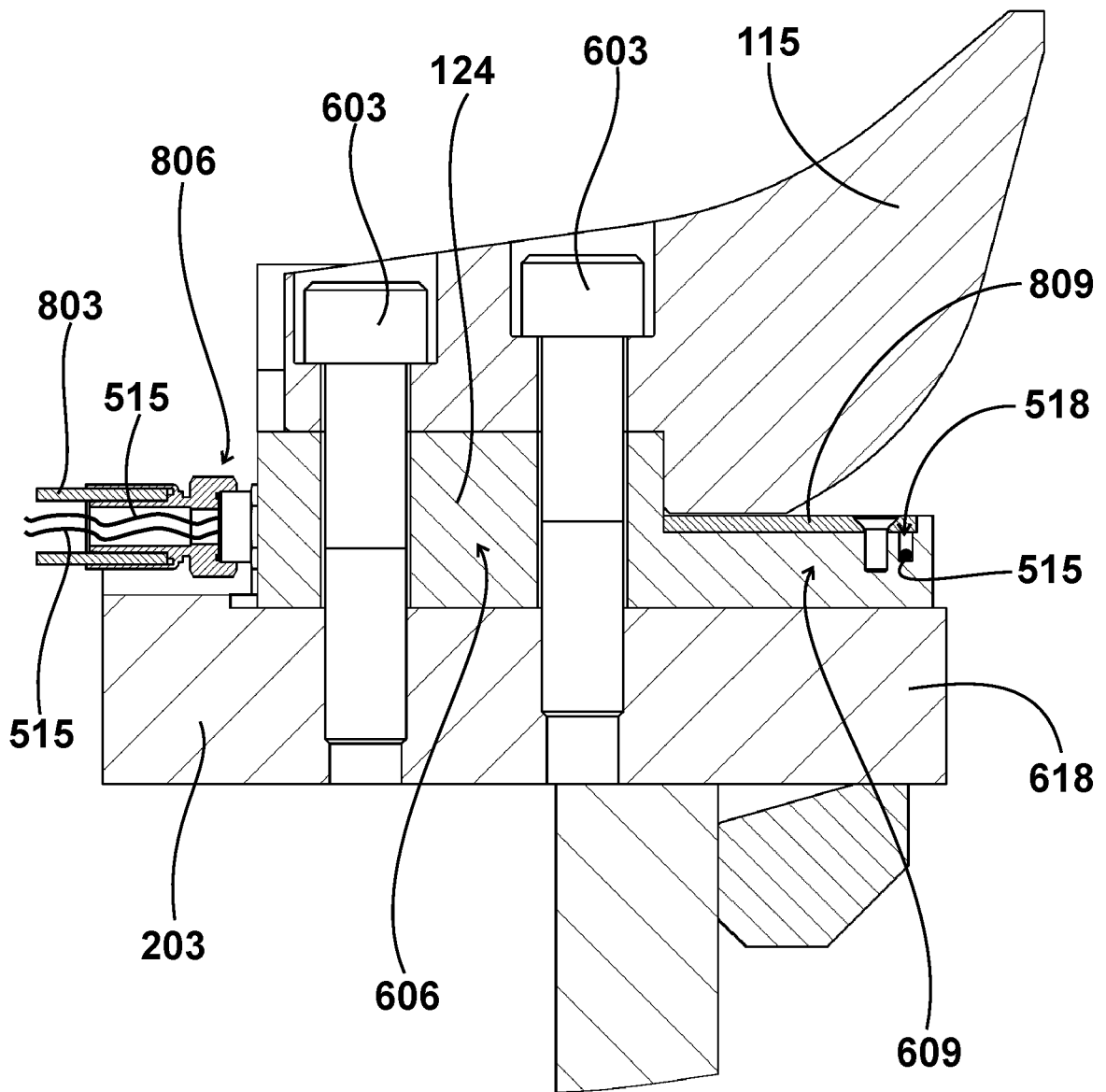


Fig. 8

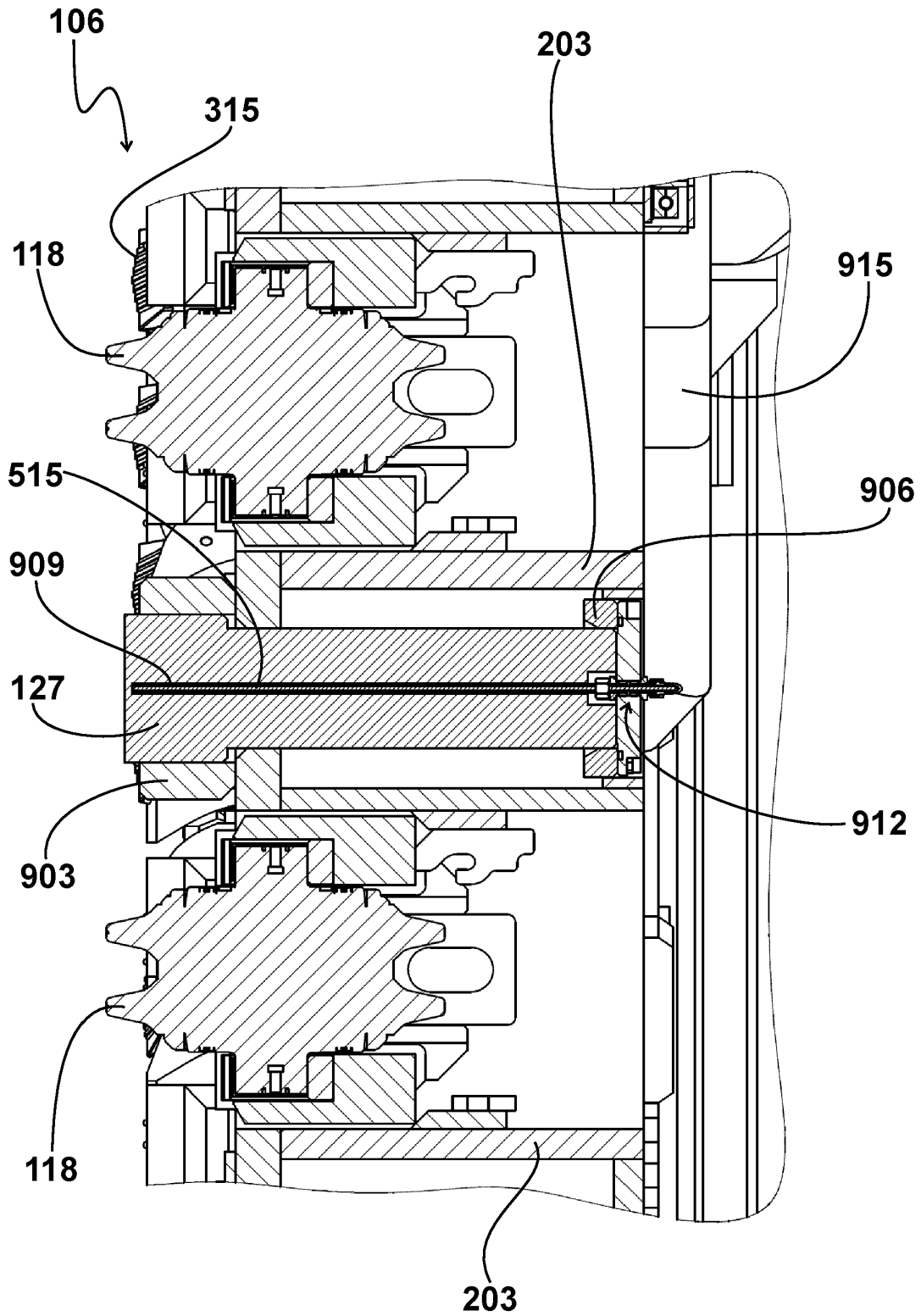


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20110031017 A1 **[0002]**
- JP 2000204884 A **[0003]**
- CN 108776074 A **[0004]**
- DE 3535474 A1 **[0005]**