



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/153447**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 006 801.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/001078**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.01.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **21.07.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **30.11.2023**

(51) Int Cl.: **B61C 15/08** (2006.01)
G01P 3/56 (2006.01)

(71) Anmelder:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173 Stuttgart, DE**

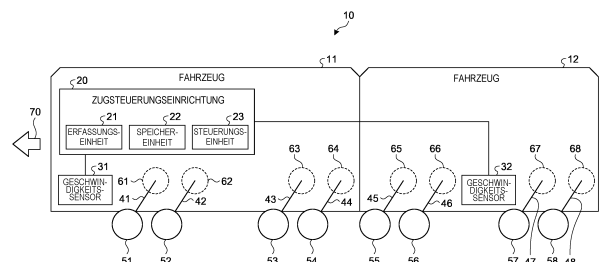
(72) Erfinder:
**Asuka, Masashi, Tokyo, JP; Tokumaru, Makoto,
Tokyo, JP; Kozaki, Mototsugu, Tokyo, JP;
Nakanishi, Akira, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ZUGSTEUERUNGSEINRICHTUNG UND SCHLUPF-GLEIT-DETEKTIONSVERFAHREN**

(57) Zusammenfassung: Eine Zugsteuerungseinrichtung (20), die auf einem Zug (10) zu installieren ist, weist eine Erfassungseinheit (21) auf, die erste Pulse von einem Geschwindigkeitssensor (31) zum Detektieren der ersten Pulse erlangt, die auf einer ersten Achse des Zugs (10) erzeugt sind, und zweite Pulse von einem Geschwindigkeitssensor (32) zum Detektieren der zweiten Pulse erlangt, die auf einer zweiten Achse des Zugs (10) erzeugt sind, eine Speichereinheit (22), die die ersten Pulse und die zweiten Pulse speichert, und eine Steuerungseinheit (23) aufweist, die das Auftreten oder Nicht-Auftreten eines Schlupfs oder eines Gleitens des Zugs (10) basierend auf einem Pulsverhältnis bestimmt, wo das Pulsverhältnis ein Verhältnis zwischen einer Anzahl von ersten Pulsen ist, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug (10) an die gegebene Entfernung fährt, unter den ersten Pulsen, und eine Anzahl von zweiten Pulsen, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug (10) die gegebene Entfernung gefahren ist, unter den zweiten Pulsen.



Beschreibung**Mittel zum Lösen des Problems****Gebiet**

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Zugsteuerungseinrichtung, die auf einem Zug zu installieren ist, und ein Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren.

Hintergrund

[0002] Auftreten eines Schlupfs oder eines Gleitens eines Zugs ist herkömmlicherweise detektiert unter Nutzung eines Detektionswerts von einem Sensor, der auf einer Achse des Zugs bereitgestellt ist. Patentliteratur 1 offenbart eine Technologie, in der eine Bordeinrichtung die Geschwindigkeit von Geschwindigkeitsimpulsen berechnet, die durch Rotationsdetektionseinrichtungen detektiert sind, die an mehreren Achsen bereitgestellt sind, und wenn ein Fehler von jeder Geschwindigkeit, der basierend auf Geschwindigkeitspulsen bestimmt ist, die durch jede Rotationsdetektionseinrichtung detektiert sind, einen Schwellwert überschreitet, bestimmt, ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist.

Zitierungsliste**Patentliteratur**

[0003] Patentliteratur 1: WO 2017/195316 A

Kurzdarstellung der Erfindung**Durch die Erfindung zu lösendes Problem**

[0004] Jedoch erfordert die voranstehende herkömmliche Technologie von Geschwindigkeitspulsen mit einer kurzen Periode, um das Auftreten eines Schlupfs oder eines Gleitens eines Zugs zu detektieren. Dieses resultiert in einer verringerten Anzahl von Geschwindigkeitspulsen, die innerhalb einer Periode des Zählens von Geschwindigkeitspulsen zählbar sind. Dies stellt ein Problem darin dar, dass ein großer Fehler auftreten kann in der berechneten Geschwindigkeit abhängig davon, ob ein einzelner Geschwindigkeitspuls in eine bestimmte Periode fällt.

[0005] Die vorliegende Offenbarung wurde gemacht in Anbetracht des Voranstehenden, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Zugsteuerungseinrichtung bereitzustellen und die dazu in der Lage ist, einen Schlupf oder ein Gleiten zu detektieren, das auf einem Zug auftritt, mit hoher Genauigkeit, während eine lange Detektionsperiode vermieden wird.

[0006] Um die voranstehend beschriebenen Probleme zu lösen und die Aufgabe zu erreichen, ist eine Zugsteuerungseinrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung auf einem Zug installiert. Die Zugsteuerungseinrichtung weist auf: eine Erfassungseinheit zum Erlangen erster Pulse von einem ersten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der ersten Pulse, und zum Erlangen zweiter Pulse von einem zweiten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der zweiten Pulse. Die ersten Pulse wurden erzeugt auf einer ersten Achse des Zugs, die zweiten Pulse wurden erzeugt auf einer zweiten Achse des Zugs; eine Speichereinheit zum Speichern der ersten Pulse und der zweiten Pulse; eine Steuerungseinheit zum Bestimmen des Auftretens oder Nicht-Auftretens eines Schlupfs oder eines Gleitens des Zugs basierend auf einem Pulsverhältnis, wobei das Pulsverhältnis ein Verhältnis zwischen einer Anzahl von ersten Pulsen ist, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug eine gegebene Entfernung gefahren ist, unter den ersten Pulsen, und einer Anzahl von zweiten Pulsen, die während einer zweiten Periode detektiert sind, in der der Zug die gegebene Entfernung gefahren ist, unter den zweiten Pulsen.

Effekte der Erfindung

[0007] Die vorliegende Offenbarung ist darin vorteilhaft, dass eine Zugsteuerungseinrichtung dazu in der Lage ist, einen Schlupf oder ein Gleiten zu detektieren, das auf einem Zug auftritt, mit hoher Genauigkeit, während eine lange Detektionsperiode vermieden wird.

Kurze Beschreibung von Zeichnungen

Fig. 1 zeigt ein Diagramm, das schematisch eine Beispielform eines Zugs darstellt, auf dem eine Zugsteuerungseinrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform zu installieren ist.

Fig. 2 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch Geschwindigkeitssensoren detektiert sind, wenn weder ein Schlupf noch ein Gleiten auf dem Zug gemäß der ersten Ausführungsform aufgetreten ist.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch die Geschwindigkeitssensoren detektiert sind, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten auf dem Zug gemäß der ersten Ausführungsform auftritt.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch die Geschwindigkeitssensoren detektiert sind, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist für eine kurze

Zeitdauer auf dem Zug gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel, als ein Vergleichsbeispiel, darstellt, in dem die Messperioden zum Zählen von Pulsen, die durch die Geschwindigkeitssensoren detektiert sind, unabhängig voneinander sind.

Fig. 6 zeigt ein erstes Diagramm, das einen Übergang eines Schlupf-oder-Gleiten-Detektionszustands des Zugs gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 7 zeigt ein zweites Diagramm, das ein Übergang des Schlupf-oder-Gleiten-Detektionszustands des Zugs gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 8 zeigt ein drittes Diagramm, das einen Übergang eines Schlupf-oder-Gleitens-Detektionszustands des Zugs gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 9 zeigt ein viertes Diagramm, das einen Übergang eines Schlupf-oder-Gleiten-Detektionszustands des Zugs gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 10 zeigt ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform darstellt.

Fig. 11 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel einer Verarbeitungsschaltung darstellt, die in der Zugsteuerungseinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorhanden ist, wenn die Verarbeitungsschaltung einen Prozessor und einen Speicher aufweist.

Fig. 12 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel einer Verarbeitungsschaltung darstellt, die in der Zugsteuerungseinrichtung gemäß der ersten Ausführungsform vorhanden ist, wenn die Verarbeitungsschaltung ein zugewiesenes Hardwareelement aufweist.

Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das ein Beispielbild von Raddurchmessern von Rädern darstellt, die auf dem Zug gemäß der zweiten Ausführungsform bereitgestellt sind.

Fig. 14 zeigt ein Diagramm, das ein Beispielbild eines Falls darstellt, in dem Rad B, das auf dem Zug gemäß der zweiten Ausführungsform bereitgestellt ist, abgenutzt ist.

Fig. 15 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel gemäß eines Falls darstellt, in dem Rad A, das auf dem Zug gemäß der zweiten Ausführungsform bereitgestellt ist, abgenutzt ist.

Fig. 16 zeigt ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0008] Eine Zugsteuerungseinrichtung und ein Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden im Detail nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform.

[0009] **Fig. 1** zeigt ein Diagramm, das schematisch eine Beispielkonfiguration eines Zugs 10 darstellt, auf dem eine Zugsteuerungseinrichtung 20 gemäß einer ersten Ausführungsform zu installieren ist. Der Zug 10 weist ein Fahrzeug 11 und ein Fahrzeug 12 auf. Das Beispiel von **Fig. 1** nimmt an, dass der Zug 10 nach links in der Figur fährt wie angegeben durch einen Pfeil 70. **Fig. 1** stellt den Zug 10 als, aber nicht beschränkt auf, einen Zweiwaggonzug mit den Fahrzeugen 11 und 12 lediglich als Beispiel. Der Zug 10, auf dem die Zugsteuerungseinrichtung 20 zu installieren ist, kann drei oder mehr Fahrzeuge aufweisen.

[0010] In dem Zug 10 weist das Fahrzeug 11 die Zugsteuerungseinrichtung 20, einen Geschwindigkeitssensor 31, Achsen 41 bis 44 und Räder 51 bis 54 und 61 bis 64 auf. Die Achse 41 weist die Räder 51 und 61 daran angebracht auf. Die Achse 42 weist die Räder 52 und 62 daran angebracht auf. Die Achse 43 weist die Räder 53 und 63 daran angebracht auf. Die Achse 44 weist die Räder 54 und 64 daran angebracht auf. Der Geschwindigkeitssensor 31 detektiert einen Puls, der auf der Achse 41 erzeugt ist. Die folgende Beschreibung kann sich auf den Geschwindigkeitssensor 31 als ersten Geschwindigkeitssensor, die Achse 41 als erste Achse und dem Puls, der auf der ersten Achse erzeugt und durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert ist, als ersten Puls beziehen.

[0011] In dem Zug 10 weist das Fahrzeug 12 einen Geschwindigkeitssensor 32, Achsen 45 bis 48 und Räder 55 bis 58 und 65 bis 68 auf. Die Achse 45 weist die Räder 55 und 65 daran angebracht auf. Die Achse 46 weist die Räder 56 und 66 daran angebracht auf. Die Achse 47 weist die Räder 57 und 67 daran angebracht auf. Die Achse 48 weist die Räder 58 und 68 daran angebracht auf. Der Geschwindigkeitssensor 32 detektiert einen auf der Achse 47 erzeugten Puls. Die folgende Beschreibung kann sich auf den Geschwindigkeitssensor 32 als zweiten Geschwindigkeitssensor beziehen, die Achse 47 als zweite Achse und den auf der zweiten Achse 47 erzeugten und durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektierten Puls als zweiten Puls.

[0012] Wie voranstehend beschrieben ist die Zugsteuerungseinrichtung 20 auf dem Zug 10 installiert. Die Zugsteuerungseinrichtung 20 weist eine Erfas-

sungseinheit 21, eine Speichereinheit 22 und eine Steuerungseinheit 23 auf.

[0013] Die Erfassungseinheit 21 erlangt ein auf der ersten Achse 41 erzeugten des Zugs 10 erzeugten ersten Position von dem Geschwindigkeitssensor 31, der den ersten Puls detektiert. Die Erfassungseinheit 21 erlangt auch einen zweiten Puls, der auf der Achse 47 des Zugs 10 erzeugt ist, von dem Geschwindigkeitssensor 32, der den zweiten Puls detektiert. Die Erfassungseinheit 21 speichert den ersten Puls und den zweiten Puls, die erlangt worden sind, in der Speichereinheit 22.

[0014] Die Speichereinheit 22 speichert erste Pulse und zweite Pulse, die durch die Erfassungseinheit 21 erlangt sind. Die Speichereinheit 22 speichert die ersten Pulse und die zweiten Pulse, die erlangt sind, nach einer gegebenen Zeit. Die Speichereinheit 22 speichert z.B. die ersten Pulse und die zweiten Pulse, die durch die Erfassungseinheit 21 erlangt sind, nachdem der Zug 10 den Betrieb eines bestimmten Tags startet.

[0015] Die Steuerungseinheit 23 vergleicht die Anzahl von ersten Pulsen, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug 10 eine gegebene Entfernung gefahren ist, unter den ersten Pulsen, die in der Speichereinheit 22 gespeichert sind, und die Anzahl von zweiten Pulsen, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug 10 die gegebene Entfernung gefahren ist, oder den zweiten Puls, die in der Speichereinheit 22 gespeichert sind. Die Steuerungseinheit 23 bestimmt das Auftreten und Nicht-Auftreten eines Schlupfs oder eines Gleitens des Zugs 10 basierend auf einem Pulsverhältnis, das ein Ergebnis der Vergleichs zwischen der Anzahl von ersten Pulsen und der Anzahl von zweiten Pulsen ist. Die gegebene Entfernung ist spezifisch eine Achse-zu-Achse-Entfernung des Zugs 10 zwischen der Achse 41, die eine erste Achse ist, überwacht zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31, und der Achse 47, die eine zweite Achse ist, überwacht zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32.

[0016] Ein Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung 20 zum Bestimmen, ob ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 wird als Nächstes beschrieben. Die Steuerungseinheit 23 der Zugsteuerungseinrichtung 20 berechnet, wie voranstehend beschrieben, ein Pulsverhältnis zwischen der Anzahl von ersten Pulsen, die durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert sind, und eine Anzahl von zweiten Pulsen, die durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektiert sind, hier mit einer Zeitperiode, in der der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung fährt. Man beachte, dass angenommen wird, dass die Zugsteuerungseinrichtung 20 speichert, in einer Steuerungseinheit 23 oder in der Speicherein-

heit 22, ein Pulsverhältnis im Normalbetrieb, wenn weder ein Schlupf noch ein Gleiten auf dem Zug 10 auftritt. Die Steuerungseinheit 23 berechnet das Pulsverhältnis und vergleicht das berechnete Pulsverhältnis mit dem Pulsverhältnis im Normalbetrieb, periodisch während der Zug 10 fährt. Die Steuerungseinheit 23 bestimmt, dass ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10, wenn eine Differenz so bestimmt ist, größer als oder gleich zu einem gegebenen Schwellwert zu sein basierend auf dem Vergleich des berechneten Pulsverhältnisses mit dem Pulsverhältnis im Normalbetrieb. Man beachte, dass das Pulsverhältnis im Normalbetrieb hiernach bezeichnet sein kann als ein Normalbetriebspulsverhältnis.

[0017] Ein Schlupf oder ein Gleiten tritt auf dem Zug 10 auf, im Allgemeinen, wenn ein Fremdkörper wie etwa Wasser, Öl oder ein heruntergefallenes Blatt auf Schienen existiert (nicht dargestellt) mit dem die Räder 51 bis 58 und 61 bis 68 des Zugs 10 in Kontakt kommen, wodurch eine Reibkraft zwischen den Rädern 51 bis 58 und 61 bis 68 und den Schienen reduziert ist. Daher tritt ein Schlupf oder ein Gleiten auf dem Zug 10 auf, wenn die Räder 51 bis 58 und 61 bis 68 spezifische Punkte auf den Schienen erreichen. Die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 sind demgemäß auf dem Zug dazu installiert, genügend voneinander beabstandet zu sein. Dies erzeugt, auf dem Zug 10, eine Situation, in der sogar, wenn ein Schlupf über ein Gleiten aufgetreten ist, auf den Rädern 51 und 61, die vorn in der Fahrtrichtung des Zugs 10 angeordnet sind, an der Achse 41 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31 überwacht ist, weder ein Schlupf noch ein Gleiten bislang auf den Rädern 57 und 67 aufgetreten ist, die hinten in der Fahrtrichtung des Zugs 10 angeordnet sind und an der Achse 47 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwacht sind. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Räder 51 und 61 als Vorderräder und die Räder 57 und 67 als Hinterräder. Die Achse 41 weist die Vorderräder daran angebracht auf, welche weder die Räder 51 und 61 sind, die auf den Zug 10 in einer Vorderposition in der Fahrtrichtung des Zugs 10 bereitgestellt sind. Die Achse 47 weist die Hinterräder daran angebracht auf, die durch die Räder 57 und 67 sind, die auf dem Zug 10 an einer Hinterposition in der Fahrtrichtung des Zugs 10 bereitgestellt sind.

[0018] Das bedeutet, der Zug 10 arbeitet derart, dass sogar, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten auf den Vorderrädern aufgetreten ist, weder ein Schlupf noch ein Gleiten auf den Hinterrädern auftritt, bevor der Zug 10 eine Achse-zu-Achse-Entfernung fährt. Die Steuerungseinheit 23 der Zugsteuerungseinrichtung 20 macht daher konstant einen Vergleich von der Anzahl von Pulsen, die auf der Achse 41 erzeugt sind, die die Vorderräder an sich angebracht auf-

weist, während der Messperiode ausgehend von der gegenwärtigen Zeit, wo die Messperiode eine Zeitperiode ist, in der Pulse erzeugt sind so viel wie die Anzahläquivalenz zu der Achse-zu-Achse-Entfernung, auf der Achse 57, die Hinterräder daran angebracht aufweist. Die Steuerungseinheit 23 vergleicht das Ergebnis des Vergleichs, d.h. das Pulsverhältnis, mit dem Pulsverhältnis im Normalbetrieb und kann daher bestimmen, ob ein Schlupf oder ein Gleiten auf dem Zug 10 aufgetreten ist.

[0019] Fig. 2 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, wenn weder ein Schlupf noch ein Gleiten auf dem Zug 10 gemäß der ersten Ausführungsform auftritt. In Fig. 2 stellt der obere Teil die ersten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert sind, und der untere Teil stellt die zweiten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektiert sind. Zusätzlich repräsentieren die horizontalen Achsen in Fig. 2 die Zeit. Fig. 2 stellt einen Fall dar, in dem eine Differenz zwischen dem Pulsverhältnis und einer Messperiode von der gegenwärtigen Zeit aus und ein gegebenes Pulsverhältnis im Normalbetrieb geringer als ein Schwellwert ist, wo die Messperiode eine Zeitperiode ist, in der Pulse erzeugt werden, so viele wie die Anzahläquivalenz zu der Achse-zu-Achse-Entfernung auf der Achse 47, an der die Hinterräder daran angebracht aufweist. Man beachte, dass Fig. 2 schematisch die Pulse zur Vereinfachung der Darstellung illustriert und viel mehr Pulse tatsächlich in der Messperiode detektiert werden. Dies betrifft auch die Diagramme, auf die in der folgenden Beschreibung Bezug genommen wird.

[0020] Fig. 3 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten auf dem Zug 10 gemäß der ersten Ausführungsform auftritt. In Fig. 3 stellt der obere Teil die ersten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert sind und der untere Teil stellt die zweiten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektiert sind. Zusätzlich repräsentieren die horizontalen Achsen in Fig. 3 Zeit. Fig. 3 stellt einen Fall dar, in dem die Differenz zwischen dem Pulsverhältnis in der Messperiode von der gegenwärtigen Zeit ausgehen und das gegebene Pulsverhältnis im Normalbetrieb größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist, wo die Messperiode eine Zeitperiode ist, in der Pulse erzeugt werden, so viele wie die Anzahl äquivalent zu der Achse-zu-Achse-Entfernung, auf der Achse 47, die die Hinterräder daran angebracht aufweist.

[0021] Wie voranstehend beschrieben, vergleicht die Steuerungseinheit 23 das Pulsverhältnis in jeder der Messperioden mit dem gegebenen Pulsverhältnisnormalbetrieb kann daher bestimmen, ob ein

Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10. In diesem Betrieb detektiert die Steuerungseinheit 23 die Anzahl von ersten Pulsen und die Anzahl von zweiten Pulsen, das bedeutet, die Steuerungseinheit 23 berechnet das Pulsverhältnis, für jede der Messperioden, wo die mehreren aufeinanderfolgenden Messperioden einander wie in den Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt teilweise überlappen, anstatt dass eine nächste Messperiode startet, nachdem eine Messperiode endet. Die Startzeit von jeder Messperiode ist versetzt, um z.B. ungefähr 100 Millisekunden oder 200 Millisekunden, und diese Periode von ungefähr 100 Millisekunden oder 200 Millisekunden ist das Intervall des berechneten Pulsverhältnisses, das bedeutet des Überprüfens des Pulsverhältnisses, in der Messperiode durchgeführt durch die Steuerungseinheit 23. Das heißt, die Steuerungseinheit 23 überprüft das Pulsverhältnis in einem Intervall kürzer als die Zeitperiode, in der der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung fährt. Dies ermöglicht der Steuerungseinheit 23 zu bestimmen, ob ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist und für den Zug 10 unter Nutzung von Pulsen, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, während der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung fährt, an einem Intervall kürzer als die Messperiode, in der der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung fährt. Wenn die Achse-zu-Achse-Entfernung genügend länger als eine Entfernung äquivalent zu dem Pulsabstand der Detektion der ersten Pulse und der zweiten Pulse ist, wird ein Fehler, der auftreten kann, durch die Steuerungseinheit 23 berechneten Pulsverhältnis sehr klein, sogar wenn ein Fehler entsprechend einem einzelnen Puls aufgetreten ist in der Anzahl von Pulsen, die in jeder Messperiode vorhanden sind.

[0022] Man beachte, dass wenn ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 wie in Fig. 3 dargestellt, die Steuerungseinheit 23 vernünftig erwartet werden kann, zu bestimmen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 für mehrere aufeinanderfolgende Messperioden. Die Steuerungseinheit 23 kann demgemäß bestimmen, ob ein Schlupf oder ein Gleiten tatsächlich aufgetreten ist basierend auf der Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten auf dem Zug 10 aufgetreten ist. Fig. 4 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel von Pulsen darstellt, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist für eine kurze Zeitdauer auf dem Zug 10 gemäß der ersten Ausführungsform. In Fig. 4 stellt der obere Teil die ersten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert sind, und der untere Teil stellt die zweiten Pulse dar, die durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektiert sind. Zusätzlich repräsentieren die horizontalen Achsen in Fig. 4 die Zeit. Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das ein Vergleichsbeispiel darstellt, in dem die Messpe-

rioden zum Zählen von Pulsen, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, unabhängig voneinander sind. **Fig. 5** nimmt einen Fall an, in dem die Messperioden zum Zählen der Anzahl von Pulsen unabhängig voneinander sind, d.h. ein Fall, in dem eine nächste Messperiode beginnt, nachdem eine Messperiode endet. In **Fig. 5** ist eine Messperiode eine Zeitperiode entsprechend der Versatzmenge von jeder Messperiode, die in **Fig. 4** dargestellt ist. In solch einem Fall kann ein unerwarteter plötzlicher Puls, der als ein erster Puls in einer bestimmten Messperiode detektiert ist, identifiziert werden als eine falsche Detektion des Geschwindigkeitssensors 31, da kein unerwarteter plötzlicher Puls in der nächsten Messperiode detektiert ist.

[0023] Im Gegensatz dazu ist die Steuerungseinheit 23 in **Fig. 4** in der Lage zu bestimmen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10, wenn ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist an dem Zug 10 sogar für eine kurze Zeit, basierend auf den Pulsverhältnissen in mehreren Messperioden. Daher, wenn die Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten des Zugs 10 aufgetreten ist, größer als oder gleich zu einer gegebenen Anzahl von Malen ist, die Steuerungseinheit 23 bestimmt, dass ein Schlupf oder ein Gleiten tatsächlich auf dem Zug 10 aufgetreten ist. Wenn die Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten des Zugs 10 aufgetreten ist, geringer als die gegebene Anzahl von Malen ist, bestimmt die Steuerungseinheit 23, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten tatsächlich auf dem Zug 10 aufgetreten ist.

[0024] Zusätzlich ermöglicht das Nutzen der ersten Pulse, die durch den Geschwindigkeitssensor 31 detektiert sind, und der zweiten Pulse, die durch den Geschwindigkeitssensor 32 detektiert sind, dass die Steuerungseinheit 23 nachfolgend einen Schlupf oder ein Gleiten detektiert, das sogar für eine kurze Zeit aufgetreten ist. **Fig. 6** zeigt ein erstes Diagramm, das einen Übergang eines Schlupfs oder Gleitens des Detektionszustands des Zugs 10 gemäß der ersten Ausführungsform darstellt. **Fig. 6** stellt einen Zustand ähnlich zu dem Zustand in dem Fall der **Fig. 2** dar, und weder ein Schlupf noch ein Gleiten ist detektiert worden auf keiner der ersten Pulse von dem Geschwindigkeitssensor 31 und der zweiten Pulse von dem Geschwindigkeitssensor 32. **Fig. 7** zeigt ein zweites Diagramm, das einen Übergang des Schlupfs oder Gleitens des Detektionszustands des Zugs 10 gemäß der ersten Ausführungsform darstellt. **Fig. 7** stellt einen Zustand dar, in dem die Räder 51 und 61, die an der Achse 41 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31 überwacht ist, über einen Grund für einen Schlupf oder ein Gleiten gefahren sind, wodurch eine

Pulsregularität und eines Schlupfs oder eines Gleitens bewirkt wird, auftreten auf den ersten Puls und von dem Geschwindigkeitssensor 31. In **Fig. 7** sind die Räder 57 und 67, die an der Achse 47 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwacht ist, noch nicht über dem Grund eines Schlupfs oder eines Gleitens gefahren und daher in einem Zustand ähnlich zu dem Zustand in dem Fall der **Fig. 6**.

[0025] **Fig. 8** zeigt ein drittes Diagramm, das in dem Übergang des Schlupf-oder-Gleiten-Detektionszustandes des Zugs 10 gemäß der ersten Ausführungsform darstellt. **Fig. 8** stellt einen Zustand dar, in dem, ähnlich zu **Fig. 7**, die Räder 51 und 61, die an der Achse 41 angebracht sind und die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31 überwacht ist, über den Grund eines Schlupfs oder eines Gleitens gefahren sind, wodurch eine Pulsirregularität aufgrund eines Schlupfs oder eines Gleitens aufzutreten auf dem ersten Puls auf einem Geschwindigkeitssensor 31, wobei der Zug 10 innerhalb der Messperiode des Geschwindigkeitssensors 31 ist. In **Fig. 8** sind die Räder 57 und 67, die an der Achse 47 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwacht ist, noch nicht über den Grund eines Schlupfs oder eines Gleitens gefahren und sind daher in einem Zustand ähnlich zu dem Zustand in dem Fall der **Fig. 6**. **Fig. 9** zeigt ein viertes Diagramm, das einen Übergang des Schlupf-oder-Gleiten-Detektionszustands des Zugs 10 gemäß der ersten Ausführungsform darstellt. **Fig. 9** stellt einen Zustand dar, in dem der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung gefahren ist, weil die Räder 51 und 61, die an der Achse 41 angebracht sind, an die Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31 gebracht ist, über den Grund eines Schlupfs während eines Gleitens gefahren sind, in dem welchen Zustand die Irregularität von Pulsen aufgrund eines Schlupfs oder eines Gleitens gelöst oder aufgehoben ist auf den ersten Pulsen von dem Geschwindigkeitssensor 31. Auf der anderen Seite stellt die **Fig. 9** auch einen Zustand dar, in dem die Räder 57 und 67, die an der Achse 47 angebracht sind, detektiert, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwacht ist, über den Grund eines Schlupfs oder eines Gleitens gefahren sind, wodurch eine Pulsirregularität bewirkt wird aufzutreten aufgrund eines Schlupfs oder eines Gleitens auf den zweiten Pulsen von dem Geschwindigkeitssensor 32. Wie voranstehend beschrieben, ermöglicht die Nutzung eines Abschnitts äquivalent zu der Achse zur Achsentfernung zum Detektieren von Pulsen durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 der Steuerungseinheit 23, damit fortzufahren, nachfolgend den Grund eines Schlupfs oder eines Gleitens für eine bestimmte Zeit nach der Situation der **Fig. 9** zu detektieren. Das bedeutet, die Steuerungseinheit ist dazu in der Lage, nachfolgend einen Schlupf und ein

Gleiten unter Nutzung des Geschwindigkeitssensors 32 zu detektieren, sogar nachdem der Geschwindigkeitssensor 31 nicht länger ein Schlupf oder ein Gleiten detektieren kann.

[0026] Man beachte, dass die Zugsteuerungseinrichtung 20 ein vorbestimmtes Pulsverhältnis im Normalbetrieb in der Steuerungseinheit 23 oder in der Speichereinheit 22 speichern kann, oder ein Pulsverhältnisnormalbetrieb durch die Steuerungseinheit 23 während eines Rollbetriebs des Zugs 10 berechnen kann, während dem weder ein Schlupf noch ein Gleiten in dem Zug 10 auftritt, und das Pulsverhältnisnormalbetrieb in der Steuerungseinheit 23 und in der Speichereinheit 22 speichern kann. In dem Fall, in dem die Steuerungseinheit 23 des Pulsverhältnisnormalbetriebs berechnet, kann die Steuerungseinheit 23 periodisch das Pulsverhältnisnormalbetrieb berechnen und aktualisieren.

[0027] Ein Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung 20 wird als Nächstes unter Nutzung eines Flussdiagramms beschrieben. **Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung 20 mit der ersten Ausführungsform darstellt. In der Zugsteuerungseinrichtung 20 erlangt die Erfassungseinheit 21 einen ersten Puls von dem Geschwindigkeitssensor 31 und erlangt einen zweiten Puls von dem Geschwindigkeitssensor 32 (Schritt S11). Die Erfassungseinheit 21 speichert den ersten Puls und den zweiten Puls in der Speichereinheit 22 (Schritt S12). Die Steuerungseinheit 23 liest die Anzahl von ersten Pulsen und die Anzahl von zweiten Pulsen aus, die in der Messperiode zur gegenwärtigen Zeit unter den ersten Pulsen und den zweiten Pulsen vorhanden sind, die in der Speichereinheit 22 gespeichert sind (Schritt S13). Die Steuerungseinheit 23 berechnet ein Pulsverhältnis unter Nutzung der Anzahl von ersten Pulsen und der Anzahl von zweiten Pulsen, die ausgelesen worden sind (Schritt S14).

[0028] Die Steuerungseinheit 23 vergleicht das berechnete Pulsverhältnis mit dem Pulsverhältnisnormalbetrieb (Schritt S15). Wenn eine Differenz zwischen dem berechneten Pulsverhältnis und dem Pulsverhältnisnormalbetrieb geringer als ein Schwellwert ist (Schritt S15: Ja), bestimmt die Steuerungseinheit 23, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 (Schritt S16). Wenn die Differenz zwischen dem berechneten Pulsverhältnis und dem Pulsverhältnisnormalbetrieb größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist (Schritt S15: Nein), zählt die Steuerungseinheit 23 die Anzahl von Malen, die die Differenz zwischen dem berechneten Pulsverhältnis und dem Pulsverhältnis im Normalbetrieb aufeinanderfolgend größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist (Schritt S17). Wenn die Anzahl von Malen, die die Differenz aufeinanderfolgend größer als oder gleich zu dem

Schwellwert ist, geringer als eine gegebene Anzahl von Malen ist (Schritt S17: Nein), bestimmt die Steuerungseinheit, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 (Schritt S16). Wenn die Anzahl von Malen, die die Differenz aufeinanderfolgend größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist, größer als oder gleich zu der gegebenen Anzahl von Malen ist (Schritt S17: Ja), bestimmt die Steuerungseinheit 23, dass ein Schlupf oder ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug 10 (Schritt S18). Die Zugsteuerungseinrichtung 20 führt periodisch den Betrieb des Flussdiagramms, das in **Fig. 10** dargestellt ist, an einem Intervall äquivalent zu der Versatzmenge der Messperiode, die voranstehend beschrieben ist, durch, d.h. ein Intervall von ungefähr 100 Millisekunden oder 200 Millisekunden.

[0029] Eine Hardwarekonfiguration der Zugsteuerungseinrichtung 20 wird als Nächstes beschrieben. In der Zugsteuerungseinrichtung 20 ist die Erfassungseinheit 21 eine Schnittstelle wie etwa eine Kommunikationseinrichtung. Die Steuerungseinheit 22 ist ein Speicher. Die Speichereinheit 22 ist ein Speicher. Die Steuerungseinheit 23 ist implementiert in einer Verarbeitungsschaltung. Die Verarbeitungsschaltung kann ein Prozessor sein, der ein Programm ausführt, das in einem Speicher gespeichert ist und der Speicher, oder kann ein zugewiesenes Hardwareelement sein.

[0030] **Fig. 11** zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel einer Verarbeitungsschaltung 90 darstellt, die in der Zugsteuerungseinrichtung 20 gemäß der ersten Ausführungsform vorhanden ist, wenn die Verarbeitungsschaltung 90 einen Prozessor 91 und einen Speicher 92 aufweist. Wenn die Verarbeitungsschaltung 90 den Prozessor und den Speicher 92 aufweist, ist jede Funktionalität der Verarbeitungsschaltung 90 der Steuerungseinrichtung 20 implementiert in Software, Firmware oder einer Kombination von Software und Firmware. Die Software oder Firmware ist beschrieben in der Form eines Programms und ist gespeichert in dem Speicher 92. Die Verbindungsschaltung 90 stellt eine Funktionalität auf solch eine Weise bereit, dass der Prozessor 91 ein Programm, das in dem Speicher 92 gespeichert ist, liest und ausführt. Das bedeutet, die Verarbeitungsschaltung 90 weist den Speicher 92 zum Speichern von Programmen auf, die bewirken, dass die Verarbeitung der Zugsteuerungseinrichtung 20 durchgeführt wird. Zusätzlich kann auch gesagt werden, dass diese Programme bewirken, dass ein Computer eine Prozedur und ein Verfahren der Zugsteuerungseinrichtung 20 durchführt.

[0031] In dieser Hinsicht kann der Prozessor 91 eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU), eine Verarbeitungseinheit, eine Recheneinheit, ein Mikroprozessor, ein Mikrocomputer, ein digitaler Signalprozessor

(DSP) oder ähnliches sein. Darüber hinaus ist der Speicher 92 beispielsweise ein nichtflüchtiger oder flüchtiger Halbleiterspeicher wie ein Direktzugriffsspeicher (RAM), ein Festwertspeicher (ROM), ein Flash-Speicher, ein löschbares programmierbares ROM (EPROM) oder ein elektrisches EPROM (EEPROM) (eingetragenes Warenzeichen); eine Magnetplatte, eine flexible Platte, eine optische Platte, eine Compact Disc, eine MiniDisc, eine Digital Versatile Disc (DVD) oder ähnliches.

[0032] Fig. 12 zeigt ein Diagramm, das ein Beispiel einer Verarbeitungsschaltung 93 darstellt, die in der Zugsteuerungseinrichtung 20 gemäß der ersten Ausführungsform vorhanden ist, wenn die Verarbeitungsschaltung 93 ein zugewiesenes Hardwareelement aufweist. Wenn die Verarbeitungsschaltung 93 ein zugewiesenes Hardwareelement aufweist, ist die Verarbeitungsschaltung 93, die in Fig. 12 dargestellt ist, z.B. eine Einzelschaltung, ein Satz von mehreren Schaltungen, ein programmierter Prozessor, ein parallel programmierter Prozessor, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA) oder eine Kombination davon. Jede Funktionalität der Zugsteuerungseinrichtung 20 kann eine Verarbeitungsschaltung 93 auf einer Funktion-für-Funktionsbasis implementiert sein oder die Funktionalitäten können gemeinsam in der Verarbeitungsschaltung 93 implementiert sein.

[0033] Man beachte, dass jede Funktionalität der Zugsteuerungseinrichtung 20 teilweise in einem zugewiesenen Hardwareelement implementiert sein kann und teilweise in Software oder Firmware. Daher kann die Verarbeitungsschaltung jede Funktionalität, die voranstehend beschrieben ist, in einem zugewiesenen Hardwareelement, Software, Firmware oder einer Kombination davon bereitstellen.

[0034] Wie voranstehend beschrieben, gemäß dieser Ausführungsform, berechnet die Zugsteuerungseinrichtung 20 ein Pulsverhältnis von Pulsen, die durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 detektiert sind, in einer Messperiode, die eine Zeitperiode ist, in der der Zug 10 die Achse-zu-Achse-Entfernung zwischen den Achsen 41 und 47 fährt, die zur Detektion durch die Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 des Zugs 10 überwacht sind. Die Zugsteuerungseinrichtung 20 vergleicht dann das berechnete Pulsverhältnis mit dem Pulsverhältnisnormalbetrieb, um zu bestimmen, ob ein Schlupf oder ein Gleiten in dem Zug 10 aufgetreten ist. Dies ermöglicht der Zugsteuerungseinrichtung 20, einen Schlupf oder ein Gleiten zu detektieren, das in dem Zug 10 aufgetreten ist, mit hoher Genauigkeit, während eine lange Detektionsperiode vermieden wird.

Zweite Ausführungsform.

[0035] Eine zweite Ausführungsform wird beschrieben mit Bezug auf einen Fall, in dem die Steuerungseinheit 23 der Zugsteuerungseinrichtung 20 den Raddurchmesser eines Rads des Zugs 10 korrigiert.

[0036] In der zweiten Ausführungsform sind der Zug 10 und die Zugsteuerungseinrichtung 20 ähnlich zu dem Zug 10 und der Zugsteuerungseinrichtung 20 in der ersten Ausführungsform, die in Fig. 1 dargestellt ist, konfiguriert. In der normalen Fahrtsteuerung des Zugs 10 schätzt die Zugsteuerungseinrichtung 20 die Geschwindigkeit des Zugs 10, die Fahrtentfernung des Zugs 10 und ähnlich ist die Nutzung der von den Geschwindigkeitssensoren 31 und 32 erlangten Pulse. Eine Schätzung der Geschwindigkeit des Zugs 10 der Fahrtentfernung des Zugs 10 und Ähnliches erfordert Information von Raddurchmessern der Räder 51 und 61, die an der Achse 41 angebracht ist, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 31 überwacht ist, und von Raddurchmessern der Räder 57 und 67, die an der Achse 47 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwacht ist. Jedoch erfahren die Räder 51 bis 58 und 61 bis 68 des Zugs 10 einen abnehmenden Raddurchmesser aufgrund einer zunehmenden Abnutzung, die durch das Fahren des Zugs 10 bewirkt wird. Ein inkorrekt Wert des Raddurchmessers kann einen großen Fehler in der Geschwindigkeit des Zugs 10 bewirken, der Fahrtentfernung des Zugs 10 und Ähnlichem bewirken, die geschätzt werden durch die Zugsteuerungseinrichtung 20. Daher, wenn das voranstehende Pulsverhältnis sich geändert hat im Rollbetrieb des Zugs 10, währenddessen weder ein Schlupf noch ein Gleiten in dem Zug 10 auftritt, bestimmt die Steuerungseinheit 23 die Steuerungseinrichtung 20, dass eines der Räder abgenutzt ist, und stellt eine Steuerung bereit, um den Raddurchmesser des betroffenen Rads zu korrigieren. Man beachte, dass zur Vereinfachung der Illustration 51 bis 58 und 61 bis 68 des Zugs 10 dazu angenommen werden von derselben Art zu sein.

[0037] Fig. 13 zeigt ein Diagramm, das ein beispielhaftes Bild der Raddurchmesser der Räder darstellt, die auf dem Zug 10 gemäß der zweiten Ausführungsform bereitgestellt sind. Zur Vereinfachung der Darstellung bezeichnet die folgende Beschreibung die Räder 51 und 61, die an der Achse 41 angebracht sind, die zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor überwacht ist, als Rad A, und die Räder 57 und 67, die an der Achse 47 angebracht sind, zur Detektion durch den Geschwindigkeitssensor 32 überwatcht ist, als Rad B. Zusätzlich ist der ursprüngliche Raddurchmesser zur gegenwärtigen Zeit des Rads A bezeichnet als R_a . Der initiale Raddurchmesser zur gegenwärtigen Zeit des Rads B ist

bezeichnet als R_b . Das Raddurchmesser Verhältnis des initialen Raddurchmessers R_a des Rads A zu dem initialen Raddurchmesser R_b des Rads B ist bezeichnet als „ $R_a/R_b=Ratio0$ “. In diesem Sinne ist der initiale Raddurchmesser R_a größer als der initiale Raddurchmesser R_b , was bedeutet, dass $Ratio0 > 1$. Man beachte, dass das Raddurchmesser Verhältnis $Ratio0$ ausgedrückt werden kann als „ $Ratio0 = \text{Anzahl von zweiten Pulsen}/\text{Anzahl von ersten Pulsen}$ “ Nutzung der Anzahl von ersten Pulsen und von zweiten Pulsen wie voranstehend beschrieben. Das bedeutet, „Ursprünglicher Raddurchmesser R_a “: „Initialer Raddurchmesser R_B “ = „die Anzahl von zweiten Pulsen“: „die Anzahl von ersten Pulsen“.

[0038] Ein Fall wird als Nächstes beschrieben, in dem ein Raddurchmesser Verhältnis $Ratio1$ nach einer Änderung initialer Raddurchmesser Verhältnis $Ratio0$ überschreitet. **Fig. 14** zeigt ein Diagramm, das ein beispielhaftes Bild von einem Fall darstellt, in dem Rad B auf dem Zug 10 gemäß der zweiten Ausführungsform etwas auf dem Zug 10 der zweiten Ausführungsform bereitgestellt ist, abgenutzt ist. Weil der Raddurchmesser sich niemals vergrößert, außer das Rad wird geändert, korrigiert die Steuerungseinheit 23 einen Raddurchmesser vom Rad B wenn $Ratio1 > Ratio0$. Der neue Raddurchmesser R_{b1} nach der Korrektur kann berechnet werden durch „ $R_{b1}=R_a \times (1/Ratio1)$ “. In dem Fall von $Ratio1 > Ratio0$ kann die Steuerungseinheit 23 einen Schwellwert nutzen, um zu bestimmen, dass $Ratio1 = Ratio0$, und Bestimmen, wenn ein Raddurchmesser des Rads B nicht zu korrigieren, wenn die Differenz geringer als der Schwellwert ist.

[0039] Ein Fall wird als Nächstes beschrieben, in dem das Raddurchmesser Verhältnis $Ratio0$ nach dem Ändern unter das initiale Raddurchmesser Verhältnis $Ratio0$ fällt. **Fig. 15** zeigt ein Diagramm, das ein beispielhaftes Bild eines Falls zeigt, in dem Rad A, das auf dem Zug 10 gemäß der zweiten Ausführungsform bereitgestellt ist, abgenutzt ist. Weil der Raddurchmesser sich niemals vergrößert, außer das Rad wird geändert, korrigiert die Steuerungseinheit 23 den Raddurchmesser von Rad A, wenn $Ratio1 < Ratio0$. Der neue Raddurchmesser R_{a1} nach der Korrektur kann berechnet werden durch „ $R_{a1}=R_b \times Ratio1$ “. In dem Fall von $Ratio1 < Ratio0$ kann die Steuerungseinheit 23 einen Schwellwert dazu nutzen zu bestimmen, dass $Ratio1 = Ratio0$, und Bestimmen, den Raddurchmesser von Rad A nicht zu korrigieren, wenn der Unterschied geringer als der Schwellwert ist.

[0040] Man beachte, dass die Steuerungseinheit 23 auch dazu in der Lage ist, den Raddurchmesser genauer zu korrigieren. Die folgende Beschreibung beschreibt den Fall von $Ratio1 > Ratio0$ als ein Beispiel, aber ist auch anwendbar auf den Fall von

$Ratio1 < Ratio0$. Zuerst berechnet die Steuerungseinheit 23 einen ersten neuen Raddurchmesser R_{b1} des Rads B durch „ $R_{b1}=R_a \times (1/Ratio1)$ “ unter Nutzung des voranstehenden Verfahrens. Als Nächstes berechnet die Steuerungseinheit 23 einen zweiten neuen Raddurchmesser R_{b2} des Rads B, wenn Rad A maximal abgenutzt ist in der Fahrtentfernung des Zugs 10. In diesem Bezug ist ein neuer Raddurchmesser R_{a2} des Rads A „ $R_{a2}=R_a - \alpha \times D$ “, wo α (m/m) die maximale Abnutzungsmenge des Raddurchmessers pro Einheit Fahrtentfernung des Zugs 10 repräsentiert, und D (m) die Fahrtentfernung des Zugs 10 repräsentiert, die gefahren ist von einer Abweichung des Raddurchmesser Verhältnisses, der detektiert ist. Demgemäß berechnet die Steuerungseinheit 23 den zweiten einen Raddurchmesser R_{b2} des Rads B bei der Berücksichtigung der maximalen Abnutzung des Rads A durch „ $R_{b2}=R_{a2} \times (1/Ratio1)$ “. Die Steuerungseinheit 3 berechnet auch einen dritten neuen Raddurchmesser R_{b3} des Rads B unter Berücksichtigung der maximalen Abnutzungsmenge des Rads B für die Fahrtentfernung 10. Die Steuerungseinheit 23 berechnet den dritten neuen Raddurchmesser R_{b3} des Rads B unter Berücksichtigung der maximalen Abnutzung des Rads B durch „ $R_{b3}=R_b - \alpha \times D$ “.

[0041] Die Steuerungseinheit 23 wählt einen maximalen Raddurchmesser und einen minimalen Raddurchmesser von dem ersten neuen Raddurchmesser R_{b1} , dem zweiten neuen Raddurchmesser R_{b2} und dem dritten neuen Raddurchmesser R_{b3} aus. Genauer gesagt wählt die Steuerungseinheit 23 einen maximalen Raddurchmesser R_{b_max} durch „maximaler Raddurchmesser $R_{b_max} = \text{MAX}(R_{b1}, R_{b2}, R_{b3})$ “. Zusätzlich wählt die Steuerungseinheit einen minimalen Raddurchmesser R_{b_min} durch „minimaler Raddurchmesser $R_{b_min} = \text{MIN}(R_{b1}, R_{b2}, R_{b3})$ “. Die Steuerungseinheit 23 kann die Geschwindigkeit und die Fahrtentfernung des Zugs 10 und Ähnliches zur Nutzung des maximalen Raddurchmessers R_{b_max} und des minimalen Raddurchmessers R_{b_min} schätzen. Man beachte, dass die Steuerungseinheit 23 eine Detektion eines Schlupfs und eines Gleitens in der ersten Ausführungsform bestimmt basierend auf der Anzahl von Pulsen, die auf jedem Rad detektiert sind. Detektion eines Schlupfs oder eines Gleitens kann daher durchgeführt werden, ohne durch einen großen Fehler im individuellen Raddurchmesser beeinflusst zu sein, sogar wenn solch ein großer Fehler auftritt.

[0042] Wie voranstehend beschrieben, berechnet die Steuerungseinheit 23 einen Wert, der erlangt wird durch Teilen der Anzahl von zweiten Pulsen durch die Anzahl von ersten Pulsen als Raddurchmesser Verhältnis, und macht periodisch einen Vergleich des Raddurchmesser Verhältnisses, wo das Raddurchmesser Verhältnis ein Wert ist, der erlangt

wird durch Teilung eines ersten Raddurchmessers und eines ersten Rads, das an einer ersten Achse angebracht ist durch einen zweiten Raddurchmesser eines zweiten Rads, das in einer zweiten Achse angebracht ist. Wenn das Raddurchmesser Verhältnis einen vorherigen Wert des Raddurchmessers überschreitet, bestimmt die Steuerungseinheit 23, wenn das zweite Rad abgenutzt ist und korrigiert den zweiten Raddurchmesser. Wenn das Raddurchmesser Verhältnis unterhalb des vorigen Werts des Raddurchmesser Verhältnisses fällt, bestimmt die Steuerungseinheit 23, dass das erste Rad abgenutzt ist und korrigiert den ersten Raddurchmesser. Die Steuerungseinheit 23 schätzt die Geschwindigkeit des Zugs 10 und die Fahrtenfernung des Zugs 10 unter Nutzung des ersten Raddurchmessers und des zweiten Raddurchmessers.

[0043] Ein Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung 20 wird als Nächstes beschrieben unter Nutzung eines Flussdiagramms. **Fig. 16** zeigt ein Flussdiagramm, das einen Betrieb der Zugsteuerungseinrichtung 20 gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt. In der Zugsteuerungseinrichtung 20 berechnet die Zugsteuerungseinheit 23 einen letzten des Raddurchmesser Verhältnisses (Schritt S21). Die Steuerungseinheit 23 macht einen Vergleich und bestimmt, ob das letzte Raddurchmesser Verhältnis, das berechnet wurde, größer als ein vorheriges berechnetes Raddurchmesser Verhältnis ist durch Vergleich (Schritt S22). Wenn das letzte Raddurchmesser Verhältnis größer als das vorhergehende berechnete Raddurchmesser Verhältnis ist (Schritt S22: Ja), korrigiert die Steuerungseinheit 23 den Raddurchmesser des Rads B (Schritt S23). Wenn das letzte Raddurchmesser Verhältnis nicht größer als das vorherige berechnete Raddurchmesser Verhältnis ist (Schritt S22: Nein), macht die Steuerungseinheit 23 einen Vergleich und bestimmt, ob das letzte Raddurchmesser Verhältnis, das berechnet ist, geringer als das vorhergehende berechnete Raddurchmesser Verhältnis ist durch Vergleich (Schritt S24). Wenn das letzte Raddurchmesser Verhältnis geringer als das vorhergehende berechnete Raddurchmesser Verhältnis ist (Schritt S24: Ja), korrigiert die Steuerungseinheit 23 den Raddurchmesser des Rads A (Schritt S25). Wenn das letzte Raddurchmesser Verhältnis nicht geringer als das vorhergehende berechnete Raddurchmesser Verhältnis ist (Schritt S24: Nein), bestimmt die Steuerungseinheit 23, dass das letzte Raddurchmesser Verhältnis gleich zu dem vorhergehenden berechneten Raddurchmesser Verhältnis ist, korrigiert keiner der Raddurchmesser des Rads A und des Rads B (Schritt S26) und beendet den Vorgang.

[0044] Wie voranstehend beschrieben, gemäß dieser Ausführungsform, korrigiert die Zugsteuerungseinrichtung 20 den Raddurchmesser, wenn die Zugsteuerungseinrichtung 20 das Auftreten von

Abnutzung auf dem Rad A oder B des Zugs 10 detektiert hat. Dies ermöglicht der Zugsteuerungseinrichtung 20 einen korrigierten Raddurchmesser zu nutzen und dadurch die Geschwindigkeit des Zugs 10, die Fahrtenfernung des Zugs 10 und Ähnliches zu schätzen mit hoher Genauigkeit beim Schätzen dieser Werte.

[0045] Die Konfigurationen, die in den voranstehenden Ausführungsformen beschrieben sind, sind lediglich Beispiele. Diese Konfigurationen können kombiniert werden mit bekannten anderen Technologien und Konfigurationen von verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert werden. Des Weiteren kann ein Teil solcher Konfigurationen ausgelassen und/oder modifiziert werden, ohne sich von dem Geist davon zu entfernen.

Bezugszeichenliste

[0046] 10 Zug; 11, 12 Fahrzeug; 20 Zugsteuerungseinrichtung; 21 Erfassungseinheit; 22 Speichereinheit; 23 Steuerungseinheit; 31, 32 Geschwindigkeitssensor; 41-48 Achse; 51-58, 61-68 Rad.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- WO 2017/195316 A [0003]

Patentansprüche

1. Zugsteuerungseinrichtung, die auf einem Zug zu installieren ist, wobei die Zugsteuerungseinrichtung aufweist:

eine Erfassungseinheit zum Erlangen erster Pulse von einem ersten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der ersten Pulse und zum Erlangen zweiter Pulse von einem zweiten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der zweiten Pulse, wobei die ersten Pulse erzeugt worden sind auf einer ersten Achse des Zugs, wobei die zweiten Pulse erzeugt worden sind auf einer zweiten Achse des Zugs;

eine Speichereinheit zum Speichern der ersten Pulse und der zweiten Pulse; und

eine Steuerungseinheit zum Bestimmen des Auftretens oder Nicht-Auftretens eines Schlupfs oder eines Gleitens des Zugs basierend auf einem Pulsverhältnis, wobei das Pulsverhältnis ein Verhältnis zwischen einer Anzahl von ersten Pulsen, die während einer Zeitperiode, in der der Zug eine gegebene Entfernung gefahren ist, unter den ersten Pulsen ist, und einer Anzahl von zweiten Pulsen, die während einer Zeitperiode, in der der Zug die gegebene Entfernung gefahren ist, unter den zweiten Pulsen ist.

2. Zugsteuerungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die gegebene Entfernung eine Achse-zu-Achse-Entfernung des Zugs zwischen der ersten Achse und der zweiten Achse ist.

3. Zugsteuerungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die erste Achse Vorderräder aufweist, die an der ersten Achse angebracht sind, und die zweite Achse Hinterräder aufweist, die an der zweiten Achse angebracht sind, wobei die Vorderräder jeweils ein Rad sind, das an dem Zug an einer Vorderposition in einer Fahrtrichtung des Zugs bereitgestellt ist, wobei die Hinterräder jeweils ein Rad sind, das an dem Zug in einer Hinterposition in der Fahrtrichtung des Zugs bereitgestellt ist.

4. Zugsteuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuerungseinheit die Anzahl von ersten Pulsen und die Anzahl von zweiten Pulsen in jeder einer Mehrzahl von Messperioden detektiert, wobei aufeinanderfolgende der Messperioden einander in der Zeit teilweise überlappen, und die Steuerungseinheit das Pulsverhältnis in einem Intervall äquivalent zu einer Versatzmenge einer Startzeit von jeder der Messperioden überprüft.

5. Zugsteuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Steuerungseinheit bestimmt, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist an dem Zug, wenn eine Differenz zwischen dem Pulsverhältnis und einem Normal-

pulsbetriebpulsverhältnis geringer als ein Schwellwert ist, und bestimmt, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist an dem Zug, wenn die Differenz zwischen dem Pulsverhältnis und dem Normalbetriebpulsverhältnis größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist.

6. Zugsteuerungseinrichtung nach Anspruch 5, wobei die Steuerungseinheit bestimmt, dass ein Schlupf oder ein Gleiten tatsächlich an dem Zug aufgetreten ist, wenn eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten von dem Zug aufgetreten ist, größer als oder gleich zu einer gegebenen Anzahl von Malen ist, und bestimmt, dass ein weder ein Schlupf noch ein Gleiten tatsächlich aufgetreten ist an dem Zug, wenn die Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten des Zugs aufgetreten ist, geringer als die gegebene Anzahl von Malen ist.

7. Zugsteuerungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Steuerungseinheit einen Wert berechnet, der erlangt ist durch Teilen der Anzahl von zweiten Pulsen durch die Anzahl von ersten Pulsen als ein Raddurchmesser Verhältnis, und periodisch ein Vergleich des Drahtdurchmesser Verhältnisses durchführt, wobei das Raddurchmesser Verhältnis ein Wert ist, der erlangt wird durch Teilen eines ersten Raddurchmessers eines ersten Rads, das an der ersten Achse angebracht ist, durch einen zweiten Raddurchmesser eines zweiten Rads, das an der zweiten Achse angebracht ist, und die Steuerungseinheit bestimmt, dass das zweite Rad abgenutzt ist, und den zweiten Raddurchmesser korrigiert, wenn das Raddurchmesser Verhältnis einen vorherigen Wert des Raddurchmesser Verhältnisses überschreitet, und bestimmt, dass das erste Rad abgenutzt ist, und den ersten Raddurchmesser korrigiert, wenn das Raddurchmesser Verhältnis unter den vorherigen Wert des Raddurchmesser Verhältnisses fällt.

8. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren zur Nutzung in einer Zugsteuerungseinrichtung, die auf einem Zug zu installieren ist, wobei das Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren aufweist:

einen ersten Schritt, in dem eine Erfassungseinheit erste Pulse von einem ersten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der ersten Pulse erlangt, und zweite Pulse von einem zweiten Geschwindigkeitssensor zum Detektieren der zweiten Pulse erlangt, wobei die ersten Pulse erzeugt worden sind auf einer ersten Achse des Zugs, wobei die zweiten Pulse erzeugt worden sind auf einer zweiten Achse des Zugs;

einen zweiten Schritt, in dem die Erfassungseinheit die ersten Pulse und die zweiten Pulse in einer Speichereinheit speichert; und

einen dritten Schritt, in dem eine Steuerungseinheit

das Auftreten oder Nicht-Auftreten eines Schlupfs oder eines Gleitens des Zugs basierend auf einem Pulsverhältnis bestimmt, wobei das Pulsverhältnis ein Verhältnis zwischen einer Anzahl von ersten Pulsen ist, die während einer Zeitperiode detektiert sind, in der der Zug eine gegebene Entfernung gefahren ist, unter den ersten Pulsen, und eine Anzahl von zweiten Pulsen, die während einer Zeitperiode detektiert worden ist, in der der Zug die gegebene Entfernung gefahren ist, unter den zweiten Pulsen.

9. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach Anspruch 8, wobei die gegebene Entfernung eine Achse-zu-Achse-Entfernung des Zugs zwischen der ersten Achse und der zweiten Achse ist.

10. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei die erste Achse Vorderäder aufweist, die an der ersten Achse angebracht sind, und die zweite Achse Hinterräder aufweist, die an der zweiten Achse angebracht sind, wobei die Vorderräder jeweils ein Rad sind, das an dem Zug in einer Vorderposition in einer Fahrtrichtung des Zugs bereitgestellt ist, wobei die Hinterräder jeweils ein Rad sind, das an dem Zug an einer Hinterposition in der Fahrtrichtung des Zugs bereitgestellt sind.

11. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Steuerungseinheit die Anzahl von ersten Pulsen und die Anzahl von zweiten Pulsen in jeder der Mehrzahl von Messperioden detektiert, wobei aufeinanderfolgende der Messperioden teilweise einander in der Zeit überlappen, und in dem dritten Schritt die Steuerungseinheit das Pulsverhältnis in einem Intervall überprüft, das äquivalent zu einer Versatzmenge einer Startzeit von jeder der Messperioden ist.

12. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei in dem dritten Schritt die Steuerungseinheit bestimmt, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug, wenn eine Differenz zwischen dem Pulsverhältnis und einem Normalbetriebspulsverhältnis geringer als ein Schwellwert ist, und bestimmt, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten aufgetreten ist auf dem Zug, wenn die Differenz zwischen dem Pulsverhältnis und dem Normalbetriebspulsverhältnis größer als oder gleich zu dem Schwellwert ist.

13. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach Anspruch 12, wobei in dem dritten Schritt die Steuerungseinheit bestimmt, dass ein Schlupf oder ein Gleiten tatsächlich auf dem Zug aufgetreten ist, wenn eine Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten des Zugs aufgetreten ist, größer als oder gleich zu einer gegebenen Anzahl von Malen ist, und

bestimmt, dass weder ein Schlupf noch ein Gleiten tatsächlich auf dem Zug aufgetreten ist, wenn die Anzahl von aufeinanderfolgenden Bestimmungen, dass ein Schlupf oder ein Gleiten des Zugs aufgetreten ist, geringer als die gegebene Anzahl von Malen ist.

14. Schlupf-Gleit-Detektionsverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, des Weiteren mit: einem vierten Schritt, in dem die Steuerungseinheit einen Wert berechnet, der erlangt wird durch Teilen der Anzahl von zweiten Pulsen durch die Anzahl von ersten Pulsen als ein Raddurchmesser Verhältnis, periodisch ein Vergleich des Raddurchmesser Verhältnisses durchführt, wobei das Raddurchmesser Verhältnis ein Wert ist, der erlangt wird durch Teilen eines ersten Raddurchmessers eines ersten Rads, das an einer ersten Achse angebracht ist, durch einen zweiten Raddurchmesser eines zweiten Rads, das an der zweiten Achse angebracht ist, und die Steuerungseinheit bestimmt, dass das zweite Rad abgenutzt ist, und den zweiten Raddurchmesser korrigiert, wenn das Raddurchmesser Verhältnis einen vorherigen Wert des Raddurchmesser Verhältnisses überschreitet, bestimmt, dass das erste Rad abgenutzt ist, und den ersten Raddurchmesser korrigiert, wenn das Raddurchmesser Verhältnis unter den vorherigen Wert des Raddurchmesser Verhältnisses fällt.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

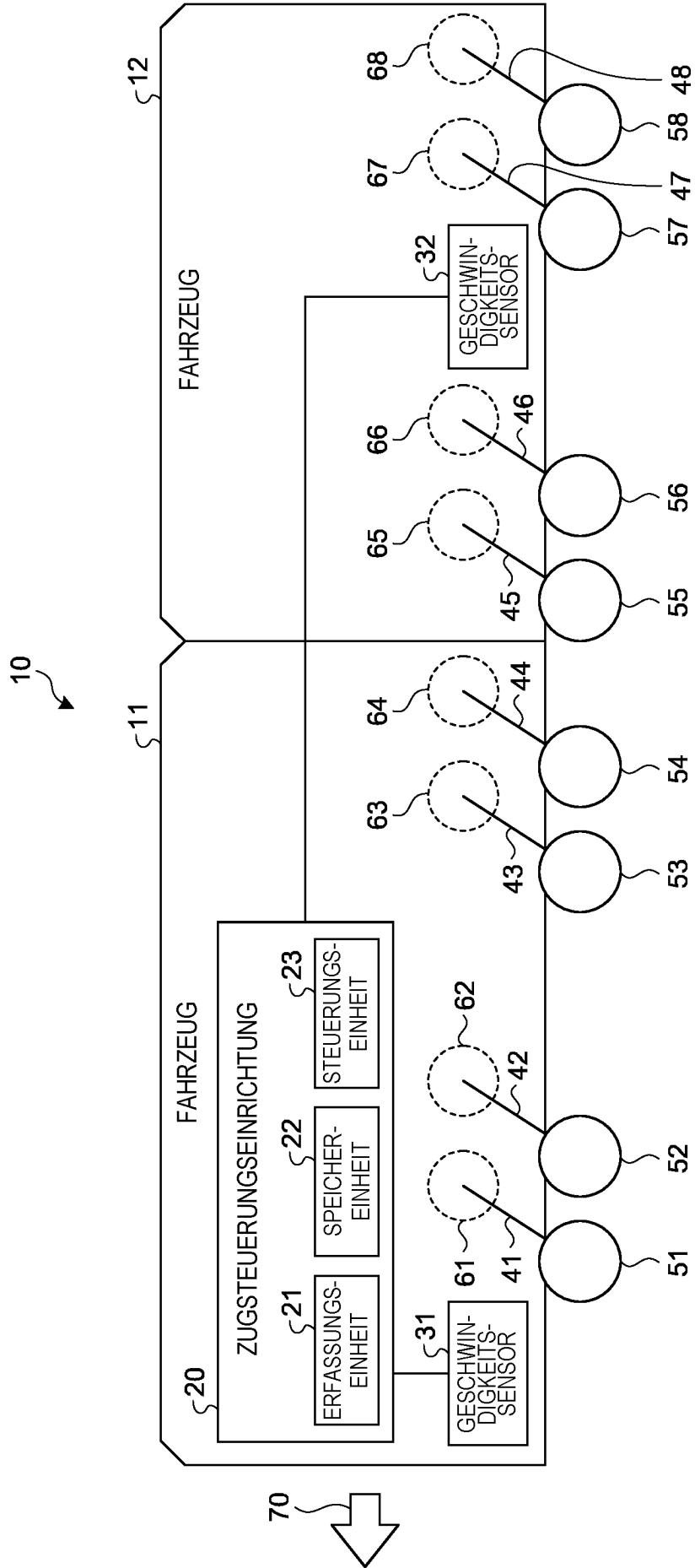


FIG.2

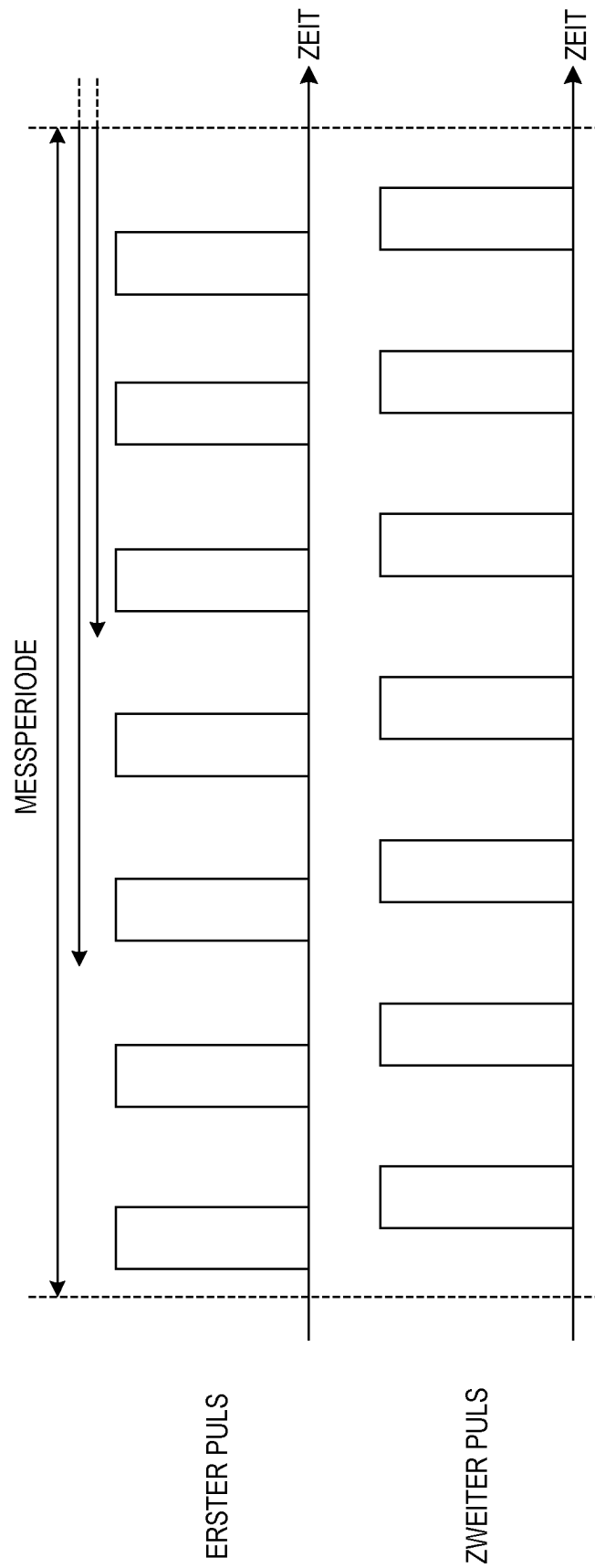


FIG.3

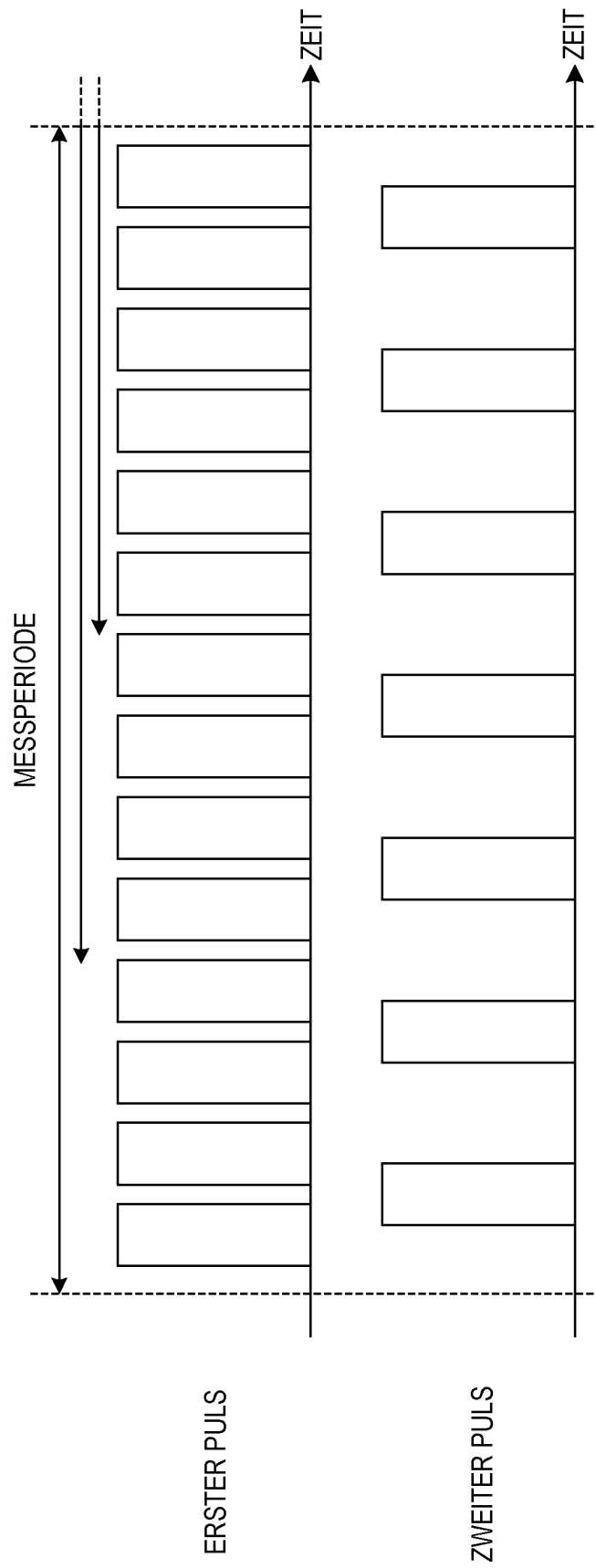


FIG.4

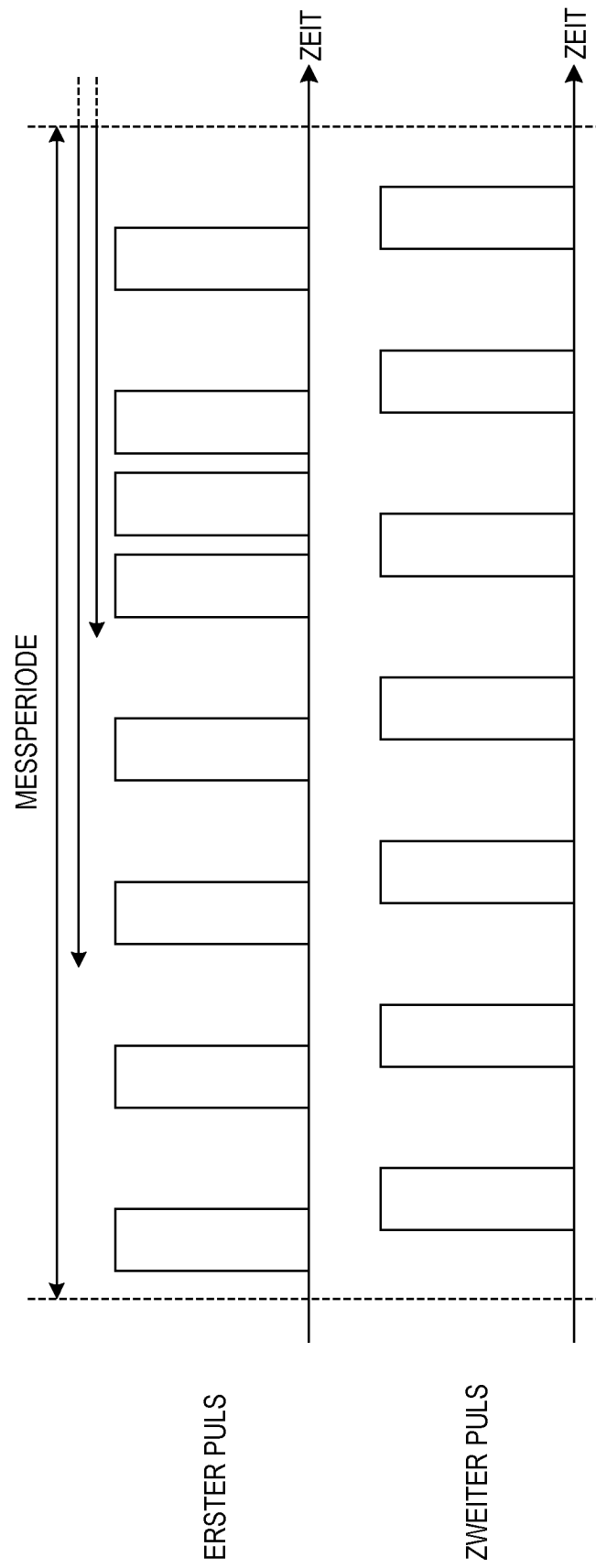


FIG.5

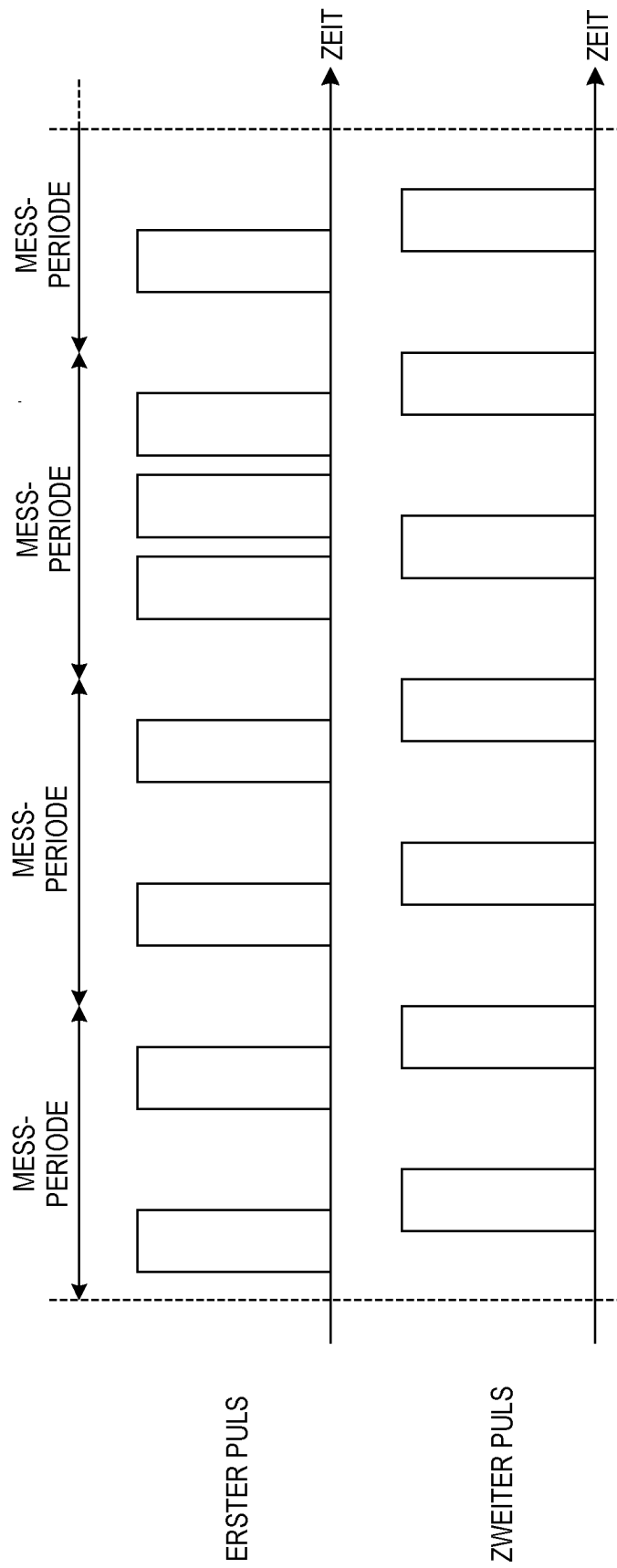


FIG.6

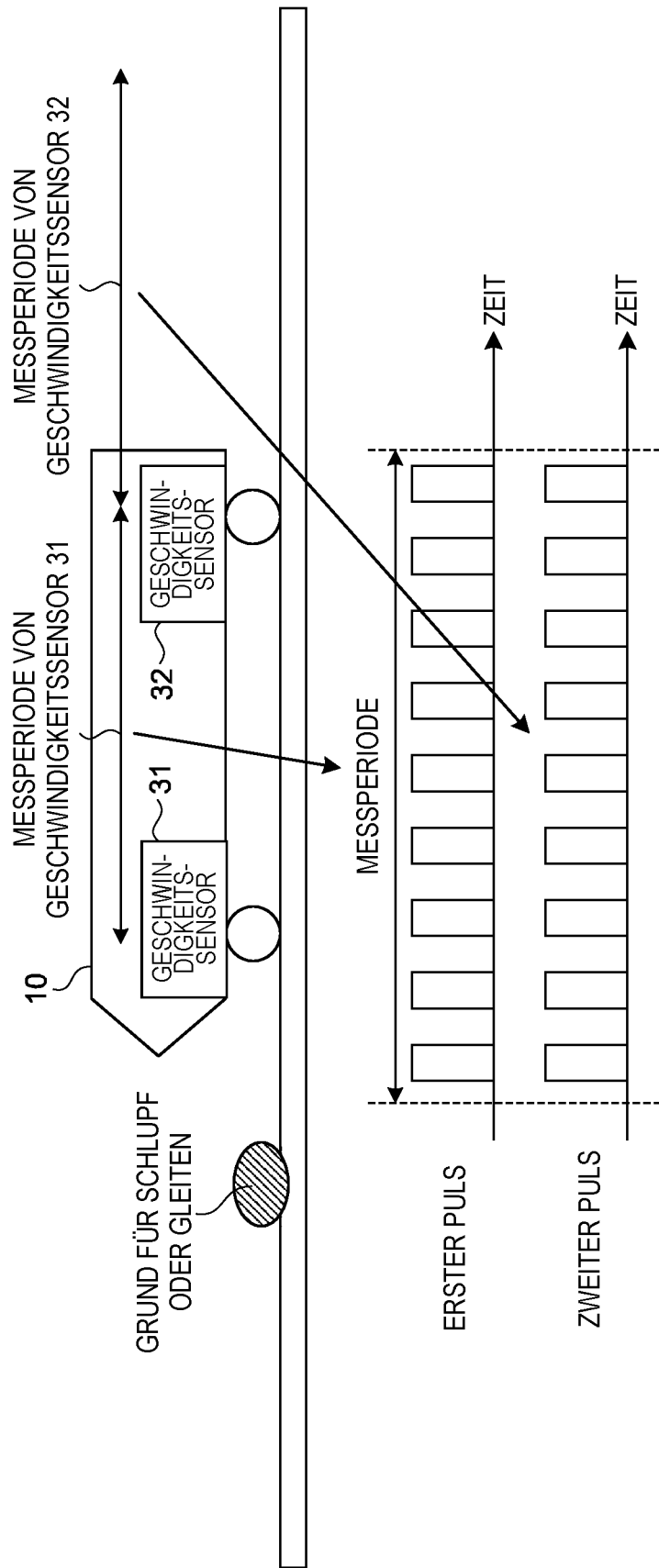


FIG.7

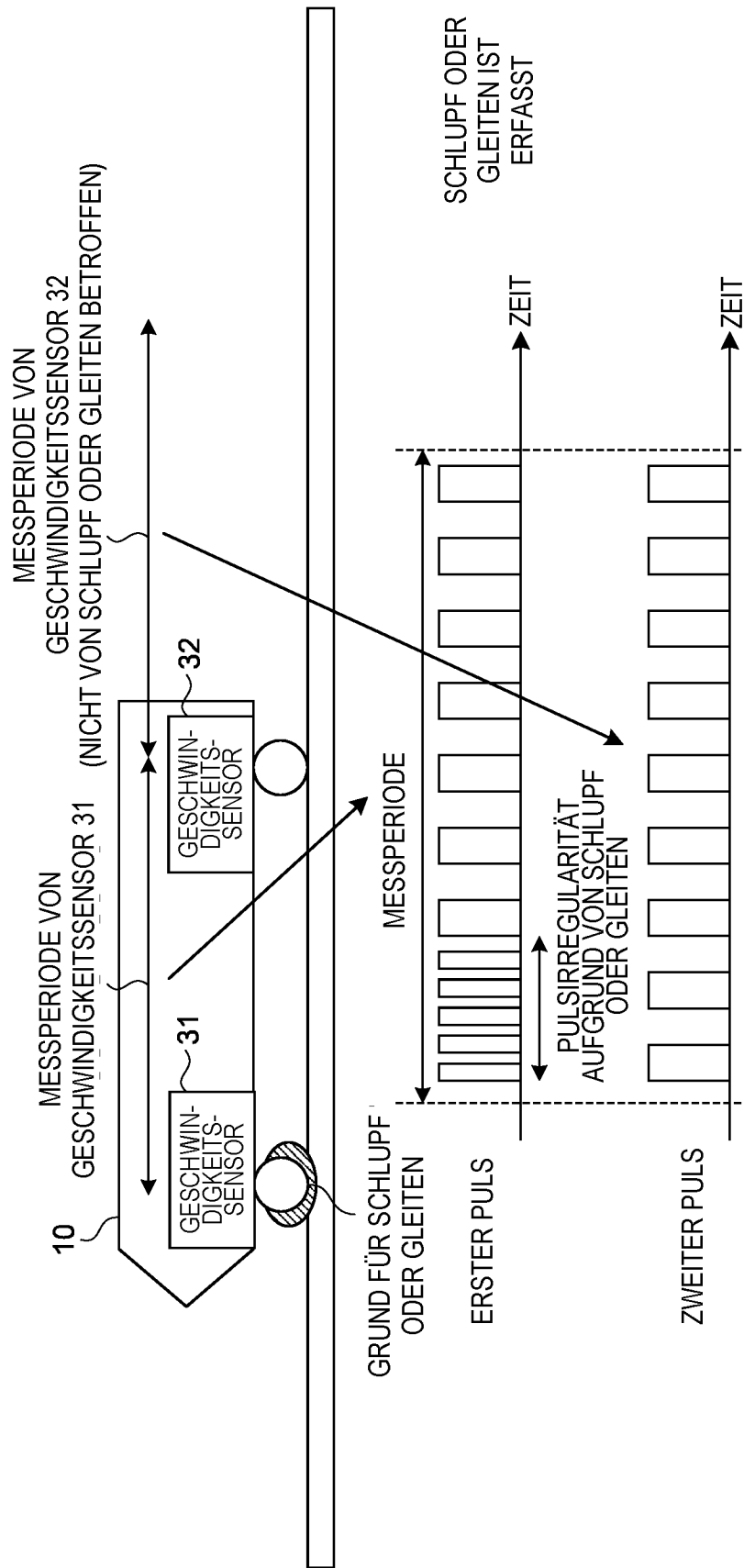


FIG.8

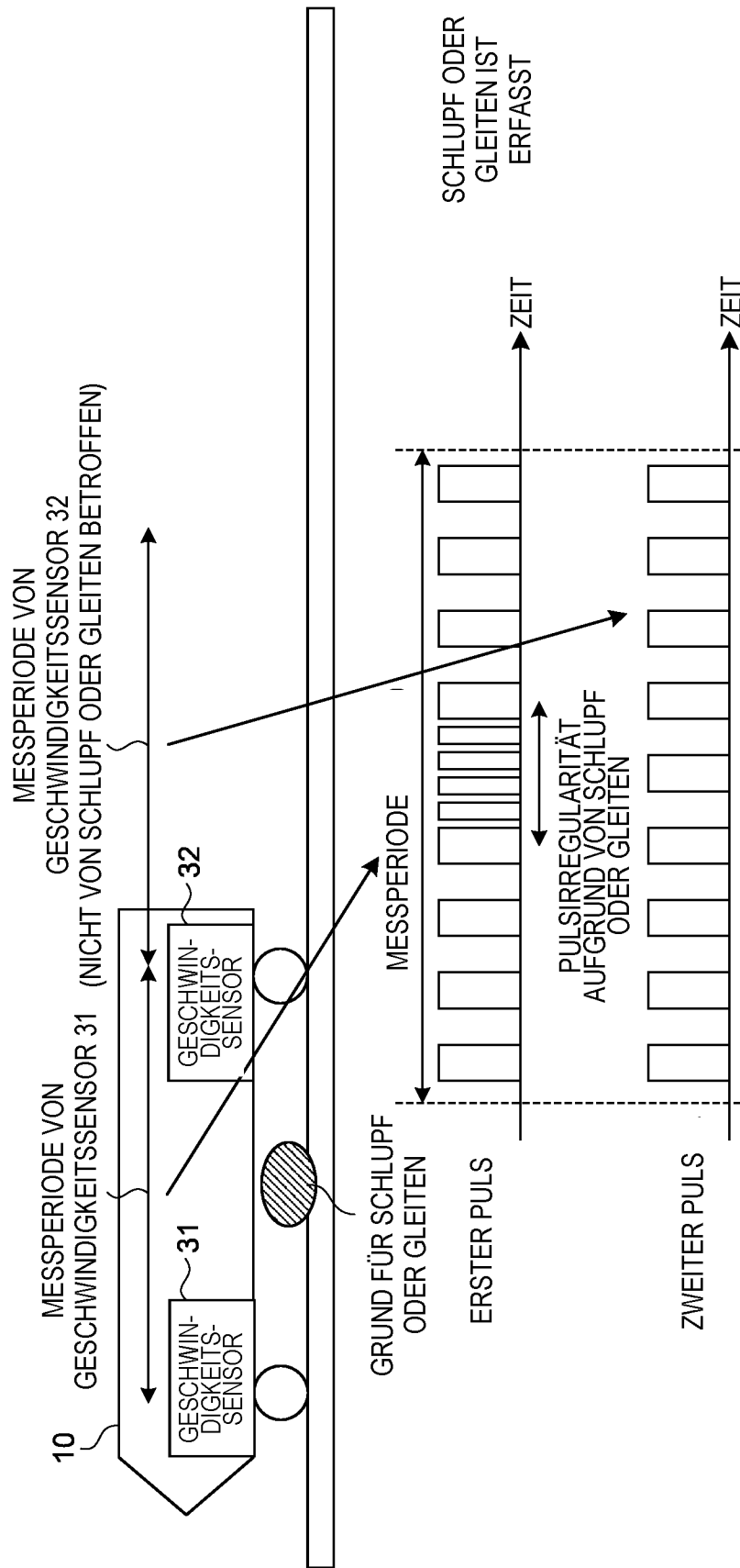


FIG.9

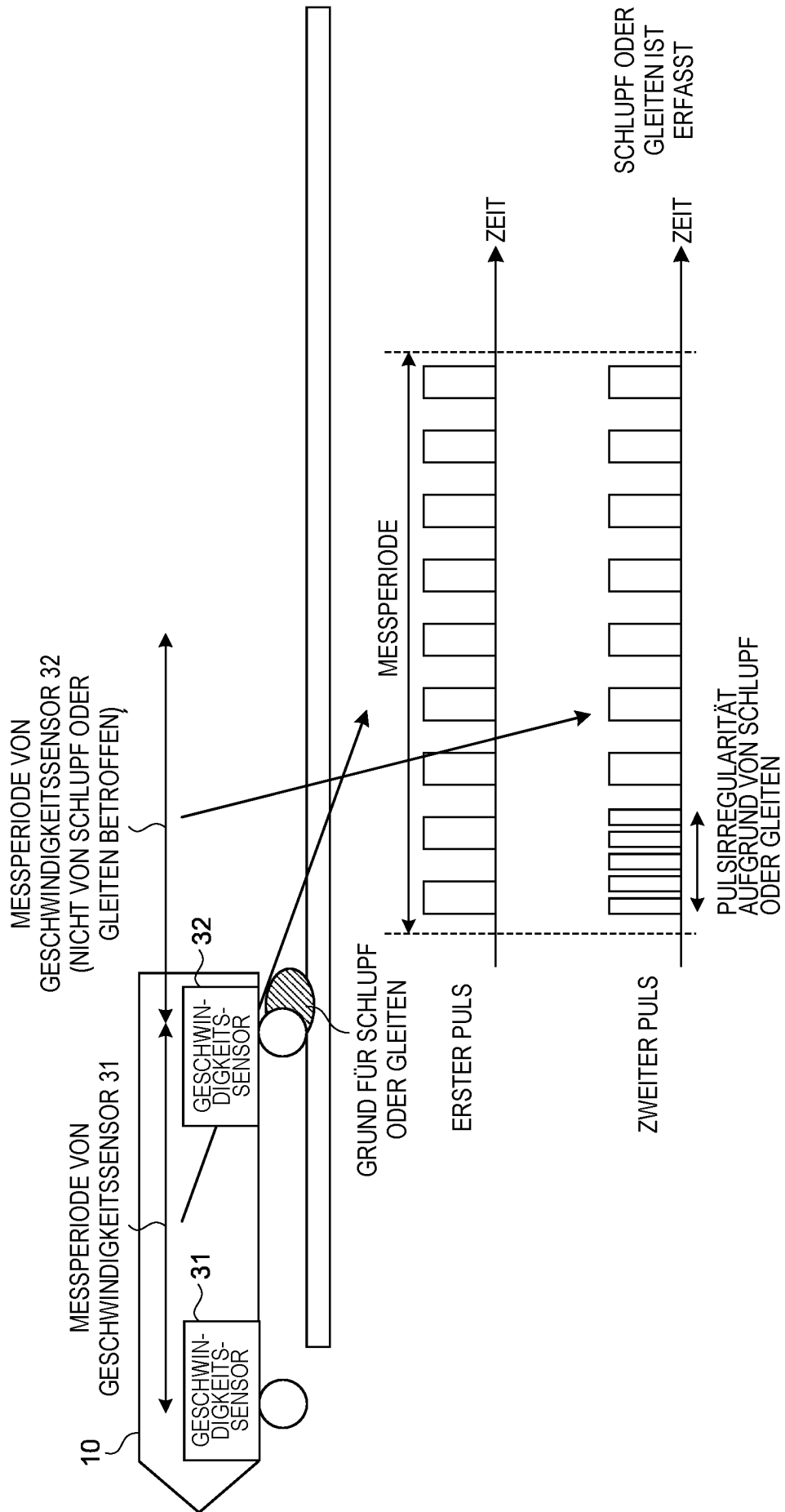


FIG.10

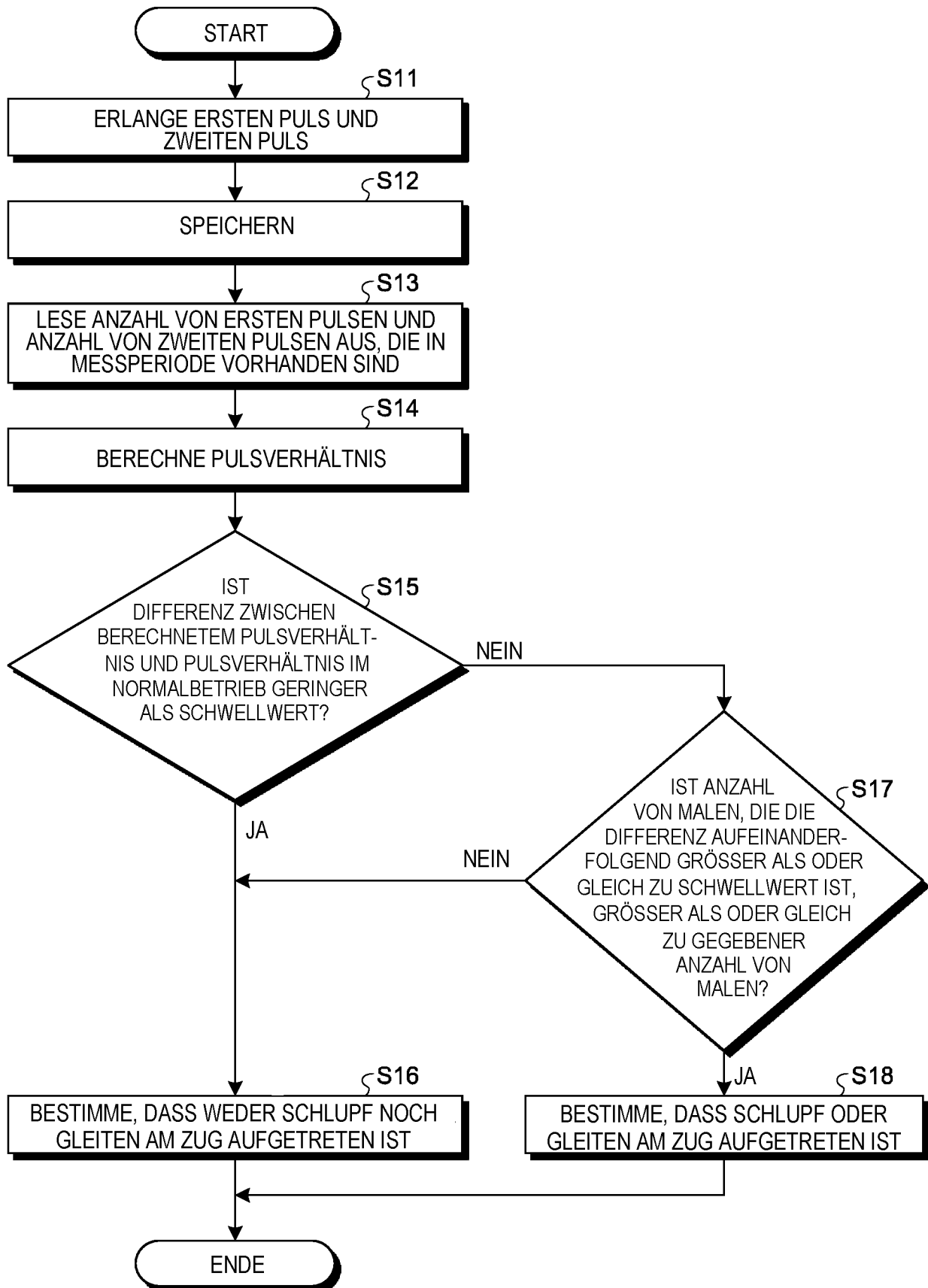


FIG.11

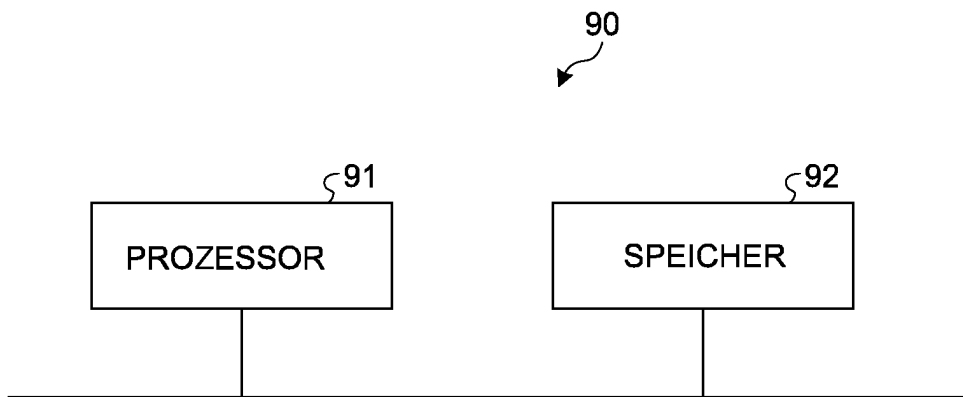


FIG.12

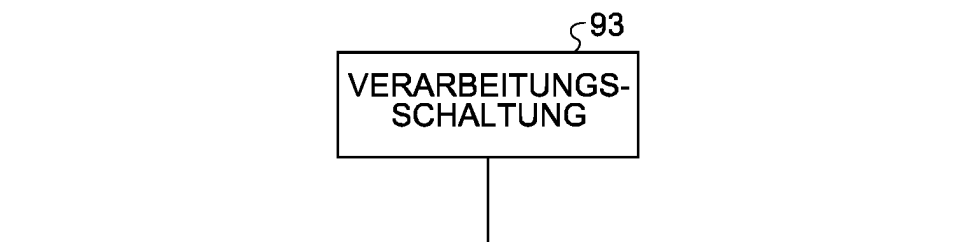


FIG.13

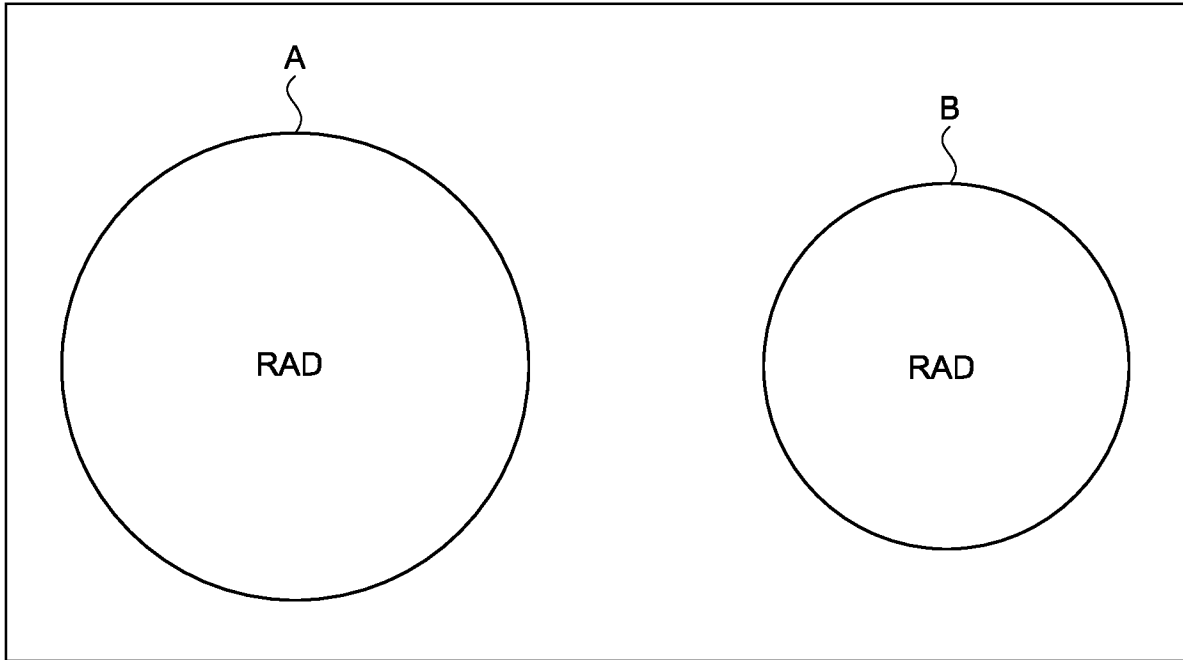


FIG.14

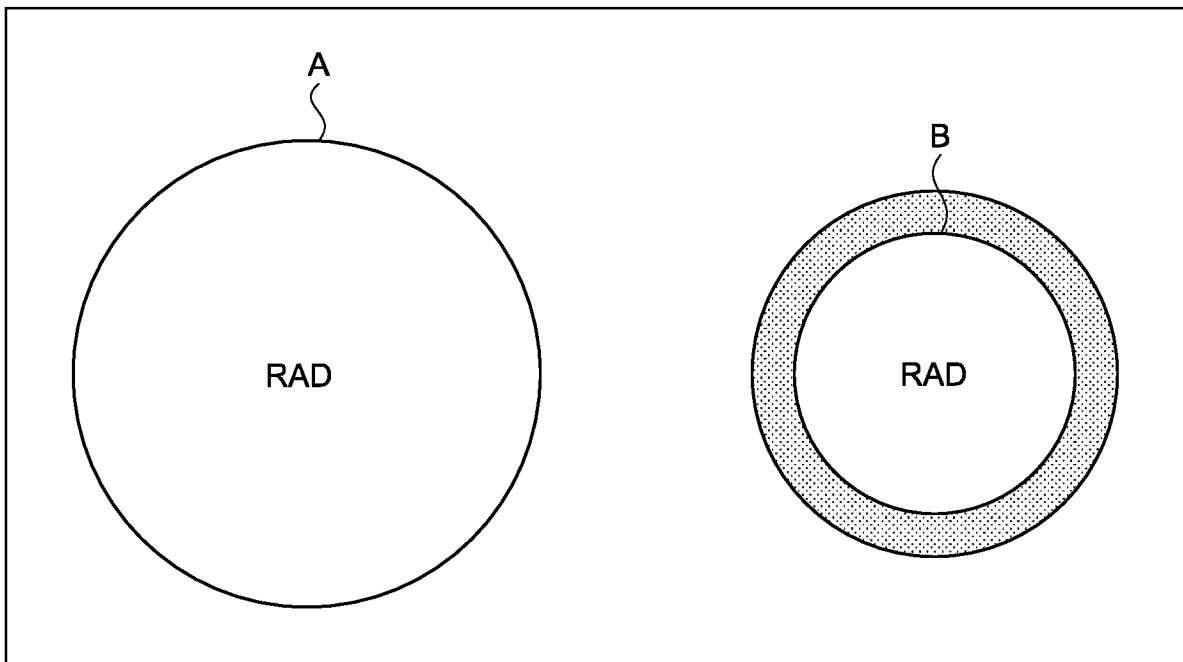


FIG.15

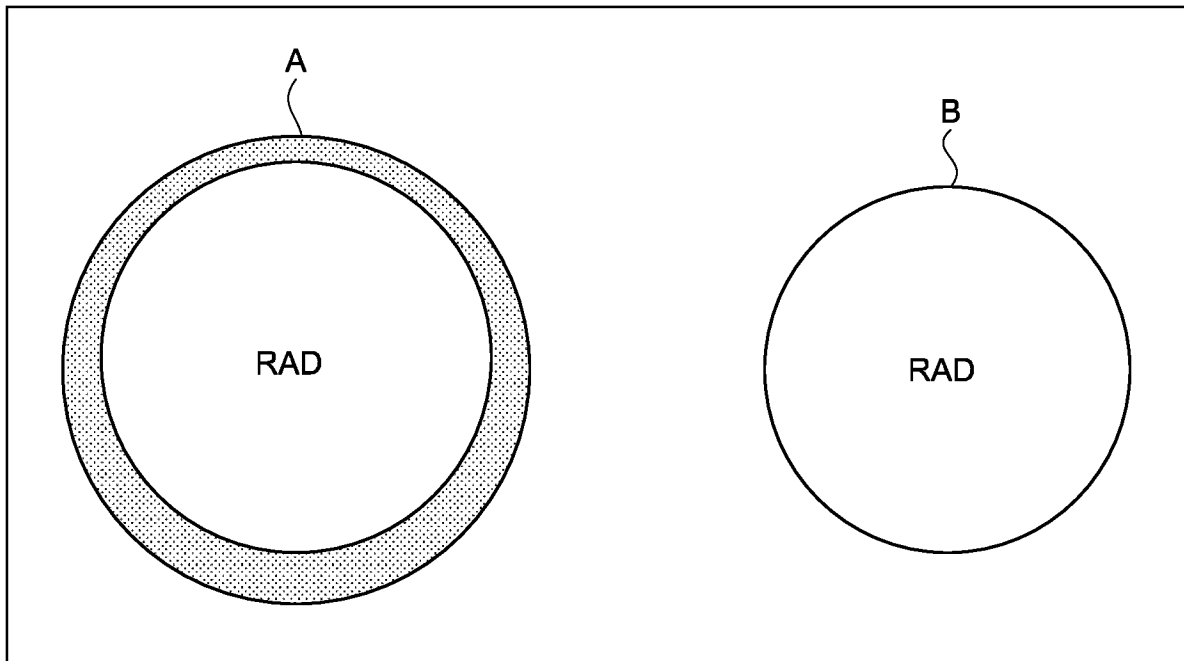


FIG.16

