



(10) **AT 520261 B1 2020-10-15**

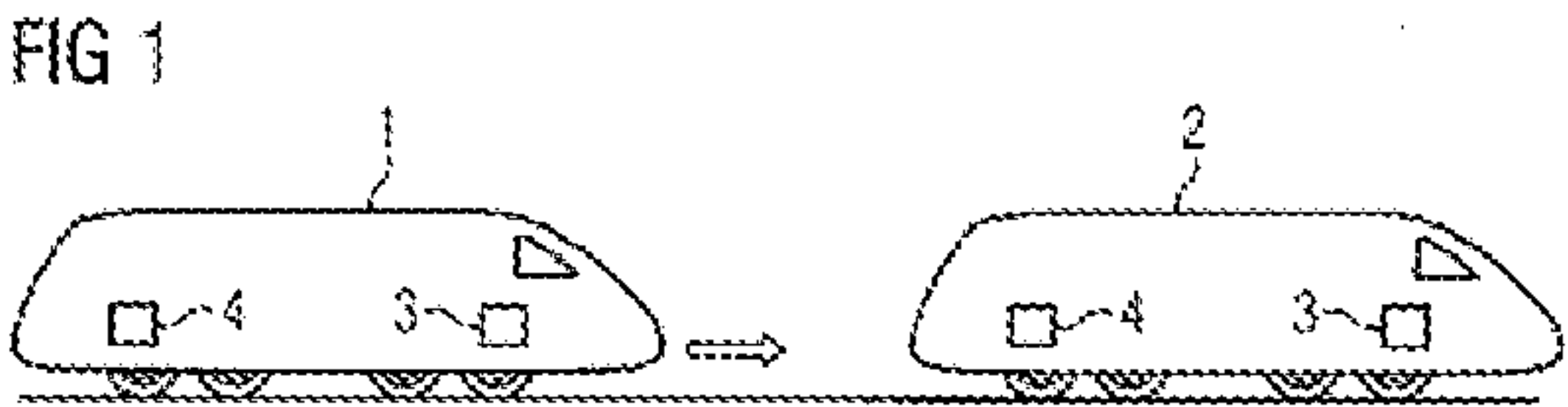
(12) **Patentschrift**

(21)	Anmeldenummer:	A 50663/2017	(51)	Int. Cl.:	B61L 23/34	(2006.01)
(22)	Anmeldetag:	08.08.2017			B61L 25/02	(2006.01)
(45)	Veröffentlicht am:	15.10.2020			G01S 13/74	(2006.01)

(56)	Entgegenhaltungen: US 4864306 A WO 2015034923 A2 KR 101130437 B1	(73)	Patentinhaber: Siemens Mobility Austria GmbH 1210 Wien (AT)
		(72)	Erfinder: Hladik Reinhard 1210 Wien (AT) Schiefer Martin 3100 St. Pölten (AT) Kremser Ronald 3400 Klosterneuburg (AT) Porges Walter 1232 Wien (AT)
		(74)	Vertreter: Peham Alois Dipl.Ing. 1210 Wien (AT)

(54) **Kollisionsschutz für Schienenfahrzeuge**

(57) Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind, wobei ein Abstand (17) ermittelt wird und wobei nach Bestimmung der Position auf der Strecke mittels eines Satellitenempfangsgeräts und der Gleistopologie eine Wegstrecke zwischen den Schienenfahrzeugen (1, 2) ermittelt wird, und wobei eine Warnung (16) ausgegeben wird wenn eine Kollisionswahrscheinlichkeit gegeben ist.



Beschreibung

KOLLISIONSSCHUTZ FÜR SCHIENENFAHRZEUGE

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur Verhinderung der Kollision von Schienenfahrzeugen.

STAND DER TECHNIK

[0002] Schienenfahrzeuge sind im Allgemeinen gut gegen Zusammenstöße mit weiteren Fahrzeugen geschützt, da sie meist auf eigenen, baulich von Straßen getrennten Gleiskörpern verkehren. Nur bei Kreuzungen mit Straßen besteht eine Zusammenstoßgefahr, welche üblicherweise mittels Schrankenanlagen minimiert wird. Die Zusammenstoßgefahr zwischen Schienenfahrzeugen ist bei Vollbahnen durch die dort üblicherweise angewandten Verfahren der Zug Sicherung extrem minimiert. Bei Straßenbahnen ist die Zusammenstoßgefahr jedoch deutlich höher, da diese nach heutigem Stand der Technik ausschließlich nach Sicht gefahren werden und die Belastung eines Straßenbahnführers wesentlich höher ist als die eines Lokomotivführers einer Vollbahn. Die beim Fahren einer Straßenbahn kontinuierlich erforderliche Aufmerksamkeit auf das umgebende Verkehrsgeschehen sowie die notwendige Abwicklung des Passagierwechsels kann zu Ermüdung führen, sodass Zusammenstöße von Straßenbahnen mit auf demselben Gleis befindlichen weiteren Straßenbahnen, insbesondere im Haltestellenbereich immer wieder auftreten. Erschwerend dabei ist die geringe und zusätzlich stark von den Umweltbedingungen abhängige maximale Bremsverzögerung von Straßenbahnen. Ein weiterer spezieller Umstand beim Betrieb von Straßenbahnen sind Einschränkungen wie geringe Bogenhalbmesser oder mangelnde Trassenüberhöhung, welche nur geringe Fahrgeschwindigkeiten erlauben. Eine Einhaltung der maximal erlaubten Höchstgeschwindigkeit ist deshalb von größter Bedeutung, wobei aufgrund fehlender Zugbeeinflussung das Fahrpersonal zur aufmerksamen Beachtung der Streckenbeschilderung angehalten ist. Zur Verhinderung von Auffahrunfällen ist bei PKW ein sogenanntes Abstandsradar bekannt, dies ist jedoch bei Straßenbahnen aufgrund des üblicherweise zulässigen geringen seitlichen Abstand zu Objekten nicht sinnvoll einsetzbar. Ebenso kann ein Abstandsradar keine sinnvollen Messungen in Gleisbögen vornehmen. Lange Bremswege und vielerlei Objekte entlang des Fahrwegs verhindern eine sinnvolle Kollisionsprävention durch Abstandsradar, LIDAR oder die bei PKW gebräuchlichen kamerabasierten Einrichtungen. Aus der Anmeldeschrift US4864306A ist ein System zur Warnung des Fahrpersonals von Schienenfahrzeugen bekannt, wobei je Fahrzeug ein stirnseitig angeordneter Transponder und ein heckseitig angeordneter Transponder vorgesehen ist und wobei über diese Transponder Datentelegramme abgesandt werden, welche die Position der Fahrzeuge auf der Strecke beinhalten. Aus der internationalen Patentanmeldung WO2015/034923 A2 ist ein ähnliches System ersichtlich, bei welchem die Schienenfahrzeuge ebenfalls mit Transpondern ausgestattet sind und diese mit weiteren Transpondern kommunizieren und den Abstand zwischen diesen ermitteln können. Aus diesem Abstand wird des Weiteren die Notwendig einer Warnung oder einer automatisch ausgeführten Bremsung bestimmt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung anzugeben, welche die Kollision zweier Schienenfahrzeuge, insbesondere zweier Straßenbahnen verhindert.

[0004] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Einrichtung nach Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand untergeordneter Ansprüche.

[0005] Dem Grundgedanken der Erfindung nach wird ein Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen, welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten

Transponder und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder ausgestattet sind beschrieben, welches folgende Verfahrensschritte umfasst:

- Aussenden eines Identifikationssignals durch einen zweiten Transponder,
- bei Empfang eines Identifikationssignals durch einen ersten Transponder Aussenden eines Abfragesignals durch den ersten Transponder,
- bei Empfang des Abfragesignals durch den zweiten Transponder Aussenden eines Antwortsignals durch den zweiten Transponder,
- Ermitteln eines Abstands zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder,
- Ermitteln einer Kollisionswahrscheinlichkeit aus dem Abstand und mindestens einem weiteren Betriebsparameter,
- Ausgeben eines Warnsignals wenn die Kollisionswahrscheinlichkeit einen bestimmten Schwellwert überschreitet.

[0006] Dadurch ist der Vorteil erzielbar, Gefahrensituationen automatisiert erkennen zu können, bei welchen sich zwei Schienenfahrzeuge einander annähern.

[0007] Erfindungsgemäß werden die Schienenfahrzeuge mit Transpondern ausgestattet, wobei ein erster Transponder in Fahrtrichtung vorne angeordnet ist und ein zweiter Transponder heckseitig angeordnet ist. Dabei sendet der zweite Transponder in regelmäßigen Abständen ein Identifikationssignal aus, welches von ersten Transpondern aufgenommen werden kann. Dadurch erkennen die ersten Transponder, dass ein weiteres Fahrzeug in der Nähe befindlich ist. Ob eine Kollisionsgefahr besteht ist aus dem alleinigen Empfang eines Identifikationssignales nicht bestimmbar, dazu muss in einem weiteren Verfahrensschritt der Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder bestimmt werden. Dabei sendet der erste Transponder ein Abfragesignal aus, welches von dem zweiten Transponder empfangen wird. Der zweite Transponder sendet nun auf dieses Abfragesignal hin ein Abstandsmesssignal aus, auf welches der erste Transponder mit einem Abstandsantwortsignal antwortet und der zweite Transponder auf dieses Abstandsantwortsignal mit einem Abschlussignal antwortet. Aus der zeitlichen Abfolge der zuletzt genannten Signale wird durch den ersten Transponder ein Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder ermittelt.

Dieses beschriebene Verfahren zur Abstandsermittlung ist besonders vorteilhaft mittels sogenannter Ultra-Breitband-Technologie (UWB) umsetzbar, da diese eine Abstandsmessung in dem erforderlichen Messbereichen und mit einer hinreichenden Auflösung bietet. Ultra-Breitband-Sender senden ein äußerst breites Frequenzspektrum aus, indem Pulse möglichst kurzer Dauer gesendet werden. Die zeitliche Abfolge der ausgetauschten Signale ermöglicht eine Bestimmung des Abstandes zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder.

[0008] Die alleinige Bestimmung des Abstandes zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder ist jedoch noch nicht für die Erkennung einer Kollisionsgefahr ausreichend. Um eine solche bestimmen zu können, wird erfindungsgemäß mindestens ein weiterer Betriebsparameter herangezogen. Eine Kollisionsgefahr besteht prinzipiell nur dann, wenn beide Fahrzeuge auf demselben Gleis befindlich sind. D.h. Fahrzeuge die einander zwar sehr nahe kommen, aber auf einem Parallelgleis verkehren stellen keine Kollisionsgefahr dar. Die Erkennung einer solchen Situation erfolgt vorzugsweise dadurch, dass in jedem von einem zweiten Transponder ausgesandten Identifikationssignal eine Linienkennung übertragen wird. Solcherart können Identifikationssignale, welchen von Fahrzeugen anderer Linien ausgesandt werden, die keine gemeinsamen Gleisabschnitte nutzen ignoriert werden, bzw. wenn eine Kollisionsgefahr aufgrund einer Kreuzung oder eines gemeinsam genutzten Gleisabschnitts besteht, diese Identifikationssignale beachten und das erfindungsgemäße Kollisionsschutzverfahren weiter durchführen.

Eine weitere Fortbildung der Erfindung sieht vor, mit dem Identifikationssignal Information über die Fahrtrichtung gemäß Fahrplans des jeweiligen Fahrzeugs zu übertragen. Solcherart kann verhindert werden, dass fälschlicherweise eine Kollisionsgefahr erkannt wird wenn eine Begegnung mit ein Fahrzeug derselben Linie auf einem Gegengleis erfolgt.

[0009] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, jedem zweiten Transponder eine bestimmte Kennung zuzuweisen und diese mit jedem Identifikationssignal auszusenden. Dadurch ist der Vorteil erzielbar, dass der erste Transponder die Identifikationssignale des zwei-

ten Transponders desselben Fahrzeugs ignorieren kann und keine Abstandsmessungen zu diesem zweiten Transponder auslöst.

[0010] Damit eine Kollisionsgefahr besteht, ist es erforderlich, dass die beiden Fahrzeuge sich einander annähern. Zur Bestimmung der Annäherung kann die Ermittlung des Abstands wiederholt ausgeführt werden und aus der zeitlichen Reduktion des Abstandes auf die Annäherungsgeschwindigkeit geschlossen werden. Dabei kann eine Abstandsermittlung typischerweise mehrmals pro Sekunde durchgeführt werden, also eine sehr exakte Bestimmung der Annäherungsgeschwindigkeit erfolgen.

[0011] Bei Straßenbahnen ist die Bestimmung der Relativgeschwindigkeit alleine noch kein hinreichend exaktes Kriterium zur Bestimmung der Kollisionsgefahr. In weiterer Fortbildung der Erfindung ist es deshalb vorteilhaft, die Gleistopologie zu berücksichtigen. Dazu ist mittels eines Streckenplans und der aktuellen Position des Fahrzeugs, dessen erster Transponder die Bestimmung der Kollisionsgefahr durchführt und dem Abstand zu dem zweiten Transponder eine Weglänge zu ermitteln. Dadurch kann die durch Kurven hervorgerufene Verlängerung der Weglänge zwischen den Fahrzeugen gegenüber dem Abstand zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder berücksichtigt werden. Eine solche exakte Bestimmung der zur Bremsung zur Verfügung stehenden Weglänge macht das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere für den Einsatz bei Straßenbahnen geeignet, da bei diesen ein besonders großer Unterschied zwischen dem Abstand der beiden Transponder und der Weglänge zwischen den Fahrzeugen bestehen kann. Dadurch ist gewährleistet, dass eine Kollisionswarnung nur bei Vorliegen einer echten Kollisionsgefahr ausgegeben wird und Fehlalarmierungen vermieden werden. Die Bestimmung der Fahrzeugposition erfolgt vorzugsweise mittels eines Satellitenempfangsgeräts für ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS), welche die aktuelle Position mit hinreichender Genauigkeit angeben vermag. Ebenso kann dabei die aktuelle Fahrgeschwindigkeit und Fahrtrichtung aus dem empfangenen Signal gewonnen und für das erfindungsgemäße Verfahren genutzt werden. Für Streckenabschnitte ohne Satellitenempfang ist es vorteilhaft, eine Koppelnavigation mittels Beschleunigungssensoren und/oder Tachosignal aufzubauen und für diese Abschnitte die Ortsbestimmung dadurch vorzunehmen. Dabei können in den nicht mit einem Navigationssatellitensystem abgedeckten Gebieten ortsfeste zweite Transponder angeordnet werden, welche eine äußerst genaue Positionsbestimmung eines Fahrzeugs ermöglichen. Durch eine bestimmte, von diesen ortsfesten Transpondern ausgesandte Kennung werden diese nicht als Kollisionsgegner erkannt, sondern die Entfernungsmessung zu ihnen als Positionsbestimmung genutzt.

[0012] Erfindungsgemäß wird eine Kollisionsgefahr daran erkannt, dass ein Anhalten vor dem Kollisionsgegner (typischerweise einem vorausfahrenden Fahrzeugs innerhalb der zur Verfügung stehenden Weglänge nur mehr dann möglich ist, wenn eine bestimmte Mindestbremsleistung (Mindestbremsverzögerung) aufgebracht werden muss. Diese Mindestbremsleistung ist mit einem bestimmten Sicherheitsabstand zur maximal möglichen Bremsleistung festzulegen, da nach einer Warnung des Fahrzeugführers noch eine Reaktionszeit zu berücksichtigen ist.

[0013] Löst sich die Gefahrensituation während einer Kollisionswarnung auf, beispielsweise da das vorausfahrende Fahrzeug anfährt und die Weglänge somit wieder zunimmt bzw. konstant bleibt, so erlischt die Kollisionswarnung.

[0014] In weiterer Fortbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, weitere Betriebsparameter zur Erkennung einer Kollisionsgefahr heranzuziehen. Insbesondere ist es vorteilhaft, die aktuelle Masse des Fahrzeugs in die Bestimmung des Bremswegs einzubeziehen. Dies kann beispielsweise über die Messung des Drucks in einer Luftfederung erfolgen. Solcherart kann die reduzierte maximale Bremsverzögerung eines beladenen Fahrzeugs berücksichtigt werden. Weitere relevante Parameter können die Neigung des Streckenabschnitts oder Nässe sein. Die Neigung des Streckenabschnitts kann dabei vorteilhafterweise in dem Modell der Gleistopologie umfasst sein, die Erkennung von Nässe kann beispielsweise über die Stellung des Scheibenwischerschalters oder mittels eines Regensensors erkannt werden. Weiters ist eine drahtlose Übertragung lokaler Wetterdaten an das Fahrzeug möglich. Solcherart ist sichergestellt, dass ein erfolgreiches Abbremsen noch ohne Nutzung maximalen Notbremsleistung unter allen Umwelt und Betriebsbedingungen

gen möglich ist. Bei reduzierter Bremsleistung, beispielsweise bei Regen, erfolgt eine Warnung bei größerem Abstand als bei optimalen Bedingungen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Bremsleistung des Schienenfahrzeugs kontinuierlich bestimmt, wobei bei Betriebsbremsungen aus dem Verhältnis des aufgetragenen Bremssollwerts und der dabei erzielten Bremsverzögerung eine aktuelle maximale Bremsverzögerung bestimmt wird. Dadurch sind auch Faktoren erkennbar, welche die Bremseigenschaften verschlechtern, aber durch sonstige Messungen nicht erkannt werden können. Beispielsweise können dadurch verschlissene oder verschmutzte Gleise berücksichtigt werden. Ebenso können dadurch Steigungen bzw. Gefälle der Strecke berücksichtigt werden wenn diese Daten nicht in dem Streckenplan enthalten sind.

[0016] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, eine automatische Bremsung durchzuführen, wenn der Fahrzeugführer nicht adäquat auf die Kollisionswarnung reagiert und die Kollisionsgefahr bestehen bleibt. Dies kann beispielsweise daran erkannt werden, dass die zum Anhalten vor einem vorausfahrenden Fahrzeug erforderliche Bremsleistung ansteigt. Übersteigt die erforderliche Bremsleistung eine weitere Schwelle (typischerweise wenige Prozent unter der maximal möglichen Bremsleistung), so kann eine automatische Notbremsung ausgelöst werden und das Fahrzeug wird automatisch vor einer möglichen Kollision angehalten.

[0017] Liegt ein Modell der Gleistopologie abgespeichert vor, so ist es empfehlenswert, jedem Abschnitt des Gleises eine bestimmte maximal erlaubte Fahrgeschwindigkeit zuzuordnen. Solcherart kann gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung auch eine Warnung des Fahrzeugführers vor einem Überschreiten der Geschwindigkeit auf jedem Gleisabschnitt erfolgen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Fahrzeuglänge zu berücksichtigen, sodass auch ein längeres Fahrzeug, dessen Heck sich noch in einem Abschnitt mit geringerer Maximalgeschwindigkeit befindet (z.B. bei Ausfahrt aus einem engen Gleisbogen) zuverlässig den Fahrzeugführer warnen kann. In weiterer Fortbildung kann auch eine automatische Bremsung bei Überschreitung der maximal erlaubten Geschwindigkeit vorgenommen werden. Dabei kann auch der Weg bis zu einem Streckenabschnitt mit einer bestimmten maximal erlaubten Geschwindigkeit berücksichtigt werden, sodass eine automatische Bremsung schon in dem vorhergehenden Streckenabschnitt erfolgt in den darauffolgenden Streckenabschnitt bereits mit reduzierter Geschwindigkeit eingefahren wird. Solcherart kann auf der gesamten Strecke ein Überschreiten der maximal zulässigen Geschwindigkeit verhindert werden, da eine automatische Bremsung bereits vor geschwindigkeitsreduzierten Streckenabschnitten erfolgt.

[0018] In weiterer Fortbildung ist es empfehlenswert, das von den zweiten Transpondern ausgesandte Identifikationssignal um weitere Informationen zu erweitern. Insbesondere kann die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und die aktuelle Position (beispielsweise bestimmt mittels einer satellitenbasierten Positionsbestimmung) mit übertragen werden. Solcherart ist der Vorteil erzielbar, eine allfällige Kollisionswarnung früher ausgeben zu können, da die Verfahrensschritte zur Abstandsbestimmung entfallen können und durch eine Wegberechnung zu dem potentiellen Kollisionsgegner ersetzt werden können. Diese Ausführungsform setzt weitere Komponenten (Satellitenempfangsgerät, Magnetkompass, Geschwindigkeitsmesseinrichtung) voraus.

[0019] Die Warnung des Fahrzeugführers erfolgt mittels eines akustischen und/oder optischen Signals, wobei auch eine abgestufte Warnung in Abhängigkeit von dem Wert der Kollisionswahrscheinlichkeit erfolgen kann.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise in einer Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen ausgeführt. Diese umfasst eine Steuereinrichtung, welche die erforderlichen (digitalen) Rechenmittel umfasst und welche mit einer Speichereinrichtung und Schnittstellen zu weiteren Sensoren (Satellitenempfangsgerät, Magnetkompass, etc.) sowie mit Schnittstellen zu einer Fahrzeugsteuerung ausgestattet ist. An diese Steuereinrichtung ist ein zugehöriger erster Transponder angeschlossen und zur Datenübermittlung an die Steuereinrichtung eingerichtet. Ein zugehöriger zweiter Transponder kann ebenfalls angeschlossen und zur Datenübermittlung an die Steuereinrichtung eingerichtet sein. Dies ist jedoch optional, da die zweiten Transponder ihre Funktion unabhängig von der Steuereinrichtung aus-

führen können. Allerdings ist es vorteilhaft, den zweiten Transponder ebenfalls an die Steuereinrichtung zur Datenkommunikation anzuschließen, da so Änderungen an dem Betriebsprogramm des zweiten Transponders oder Konfigurationsänderungen (beispielsweise ein Wechsel der Kennung) einfacher und ohne manuellen Zugriff eingebracht werden können. So kann über eine einzige Kommunikationsschnittstelle an der Einrichtung (vorzugsweise an der Steuereinrichtung) jede beliebige Änderungen an den Betriebsprogrammen aller Komponenten vorgenommen werden. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, eine direkte drahtlose Kommunikation einer ortsfesten Leitstelle mit einem zweiten Transponder aufzubauen. Dazu kann ein zweiter Transponder mit einer geeigneten Funkeinrichtung, beispielsweise einem Mobilfunkmodem ausgestattet werden. Dadurch ist der Vorteil erzielbar, eine Parametrierung ohne Zugriff auf den zweiten Transponder selbst vornehmen zu können, wobei der zweite Transponder an beliebiger Stelle der Strecke aufhältig sein kann. Weiters kann auch die Steuereinrichtung mit einer eigenen Funkeinrichtung zur Datenkommunikation mit einer Leitstelle ausgestattet sein, sodass auch dann eine drahtlose Kommunikation zur Parametrierung (z.B. Übertragen des Streckenplans, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Auslesen bestimmter Vorkommnisse, etc.) der Steuereinrichtung erfolgen kann, wenn das Fahrzeug selbst über keine drahtlose Datenkommunikationseinrichtung verfügt.

[0021] Gegenständliche Erfindung ist um eine weitere Funktion erweiterbar, bei welcher ein zweiter Transponder ortsfest angeordnet wird. Dabei ist dieser ortsfeste mit einer bestimmten Kennung ausgestattet, welche keinem Fahrzeug zugewiesen ist. Solcherart könnten insbesondere temporäre Gefahrenstellen (Baustellen) markiert und beispielsweise temporäre Geschwindigkeitsbegrenzungen vorgegeben werden. Empfängt ein erster Transponder einen solchen speziellen zweiten Transponder, so kann beispielsweise die für den aktuellen Streckenabschnitt gültige Höchstgeschwindigkeit herabgesetzt werden und eine entsprechende Information dem Fahrzeugführer zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist insbesondere vorteilhaft, dass dazu ein in einem Fahrzeug gespeicherter Streckenplan mit streckenbezogenen Höchstgeschwindigkeiten nicht verändert werden muss und ein sehr rascher Aufbau lokaler Geschwindigkeitsbegrenzungen, etwa bei ad hoc Reparaturen an der Strecke, realisiert werden kann. Eine Erweiterung der erfindungsgemäßen Verfahrens kann erfolgen, wobei ein zweiter Transponder in anderen Fahrzeugen, wie kommunale Autobusse oder Müllsammelfahrzeuge anzuordnen. Da diese Fahrzeuge oft Straßenbahntrassen mitbenutzen, kann somit auch ein Kollisionsschutz gegenüber diesen Fahrzeugen geschaffen werden. Insbesondere kommunale Autobusse sind dafür besonders gut geeignet, da diese gemäß einem Fahrplan verkehren und ihre Fahrwege vorgegeben sind.

[0022] Eine Vereinfachung der erfindungsgemäßen Einrichtung kann dadurch erfolgen, dass die Funktionen des ersten und des zweiten Transponders in ein gemeinsames Gerät integriert sind. Dadurch kann der Installationsaufwand deutlich vereinfacht wird. Dabei ist jedoch, abhängig von dem Anbringungsort dieses gemeinsamen Transponders an dem Fahrzeug der Abstand zu der Stirn- und der Heckseite in der Abstandsbestimmung zu berücksichtigen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0023] Es zeigen beispielhaft:

[0024] Fig. 1 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleis.

[0025] Fig. 2 Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen, Signalabfolge.

[0026] Fig. 3 Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen, Verfahrensschritte.

[0027] Fig. 4 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gegengleis.

[0028] Fig. 5 Zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleisbogen.

[0029] Fig. 6 Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen.

AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0030] Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleis. Das erste Schienenfahrzeug 1 ist auf demselben Gleis befindlich wie das in Fahrtrichtung vorne liegende Schienenfahrzeug 2. Das Schienenfahrzeug 2 ist an seinem Heck mit einem zweiten Transponder 4 ausgestattet, das erste Fahrzeug 1 ist an seiner Stirnseite mit einem ersten Transponder 3 ausgestattet. Zwischen dem ersten 3 und dem zweiten Transponder 4 findet ein Datenaustausch wie in den folgenden Fig. 2 beschrieben statt.

[0031] Fig. 2 zeigt beispielhaft und schematisch die Signalabfolge zwischen den ersten und zweiten Transpondern eines Verfahrens zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen. Die Zeit ist in dieser Darstellung als vertikale Achse angeordnet. Der zweite Transponder sendet in bestimmten zeitlichen Abständen ein Identifikationssignal 5 aus, unabhängig davon ob weitere Transponder in dem Empfangsbereich aufhältig sind. Dieses Identifikationssignal kann Informationen umfassen, welche die weitere Verarbeitung vereinfacht und beschleunigt. In gezeigtem Ausführungsbeispiel sendet der zweite Transponder 4 zwei Identifikationssignale 5 aus, ohne dass darauf eine Antwort folgt. Erst auf das dritte ausgesandte Identifikationssignal 6 folgt eine Antwort durch einen das Identifikationssignal 5 empfangenden ersten Transponder 3. Dieser sendet ein Abfragesignal 6 aus, welches von dem zweiten Transponder 4 empfangen wird, welcher daraufhin ein Abstandsmesssignal 7 aussendet. Der erste Transponder 3 sendet auf den Empfang des Abstandsmesssignals 7 ein Abstandsantwortsignal 8 aus, auf welches der zweite Transponder 4 mit einem Abschlusssignal 9 antwortet. Durch die zeitliche Abfolge der Signale ermittelt der erste Transponder 3 daraufhin den Abstand zu dem zweiten Transponder 4.

[0032] Fig. 3 zeigt beispielhaft und schematisch die Verfahrensschritte eines Verfahrens zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen in Form eines Flussdiagramms. Als erster Verfahrensschritt erfolgt eine Identifikation möglicher Kollisionsgegner, wobei wie in Fig. 2 ein zweiter Transponder 4 Identifikationssignale 6 aussendet, welche ggf. von einem ersten Transponder 3 empfangen werden. In einem zweiten Verfahrensschritt erfolgt, so ein potentieller Kollisionsgegner empfangen wurde, eine Bestimmung des Abstands 11 zwischen den beiden Transpondern 3, 4. Diesem Schritt kann vorhergehen, irrelevante Transponder (z.B. der zweite Transponder 4 desselben Fahrzeugs, Transponder 4 anderer, nicht kreuzender Linien) auszublenden und keine Abstandsmessung zu diesen vorzunehmen. In einem weiteren Schritt erfolgt eine Bestimmung der Weglänge 12 zwischen dem ersten 3 und zweiten Transponder 4, basierend auf einer Positionsbestimmung und einem Streckenplan. Solcherart kann die wahre zur Bremsung verfügbare Wegstrecke ermittelt und zur Bestimmung einer Kollisionswahrscheinlichkeit herangezogen werden. In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt die Kollisionsgefahrbestimmung 13, wobei die Weglänge zu dem potentiellen Kollisionsgegner, die Annäherungsgeschwindigkeit und optional weitere Betriebsparameter 15 in diese Bestimmung einbezogen werden. Die weiteren Betriebsparameter 15 können beispielsweise die Fahrzeugmasse oder Eigenschaften des Gleises oder Zustände der Fahrzeugumgebung (Regen, Schnee) sein. Aus den in den vorgehenden Verfahrensschritten ermittelten Daten wird dabei eine Kollisionswahrscheinlichkeit ermittelt, welche angibt, mit welcher Bremsleistung eine Kollision vermieden werden kann. Liegt diese ermittelte erforderliche Bremsleistung über einem bestimmten Schwellwert (Prozentwert der aktuell möglichen Bremsleistung), so wird eine Warnung an den Fahrzeugführer abgegeben. Das Verfahren kann erweitert werden, wobei sobald die erforderliche Bremsleistung einen weiteren Schwellwert (höher als der zur Warnung herangezogene) erreicht, ein Signal an eine Fahrzeugsteuerung abgegeben wird, welches eine automatische Bremsung des Fahrzeugs bewirkt.

[0033] Fig. 4 zeigt beispielhaft und schematisch zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gegengleis. Ein erstes Schienenfahrzeug 1 befindet sich auf einem Gegengleis zu einem entgegenkommen zweiten Schienenfahrzeug 2. Dabei fahren die Schienenfahrzeuge 1, 2 jeweils in Gegenrichtung, es besteht jedoch keinerlei Kollisionsgefahr. Das erste Schienenfahrzeug 1 ist stirnseitig mit einem ersten Transponder 3, das zweite Schienenfahrzeug 2 ist heckseitig mit einem zweiten Transponder 4 ausgestattet, welche zueinander in Funkverbindung stehen. Die Transponder 3, 4 führen das erfindungsgemäße Verfahren aus, wobei aufgrund der räumlichen Nähe der Trans-

ponder 3, 4, der Annäherungsgeschwindigkeit der Schienenfahrzeuge 1, 2 zueinander und des geringen Abstands eine Kollisionswarnung ausgegeben würde. Deshalb ist es besonders vorteilhaft, die von einem zweiten Transponder 4 ausgesandten Identifikationssignale 5 bereits mit einer geeigneten Kennung, beispielsweise einer Linien- oder Fahrrichtungskennung auszustatten, so dass das erste Schienenfahrzeug 1 bereits erkennen kann, dass keine Kollisionsgefahr besteht und Fehlalarmierungen vermieden werden.

[0034] Fig. 5 zeigt beispielhaft und schematisch zwei Schienenfahrzeuge auf einem Gleisbogen. Ein erstes Schienenfahrzeug 1 befindet sich auf demselben Gleis wie ein zweites Schienenfahrzeug 2, welches in dieselbe Richtung fährt, bzw. an einer Haltestelle steht. Dabei liegt zwischen den beiden Schienenfahrzeugen 1, 2 ein Gleisbogen. Dieses Vorkommnis ist insbesondere bei Straßenbahnen in dichtverbauten Gebiet häufig. Das erfindungsgemäße Verfahren ermittelt dabei den Abstand 17 zwischen dem ersten Transponder 3 des ersten Schienenfahrzeugs zu dem zweiten Transponder 4 des zweiten Schienenfahrzeugs und bestimmt unter Heranziehen einer Positionsbestimmung und der Gleistopologie die Weglänge 18, welche zur Bremsung zur Verfügung steht.

[0035] Fig. 6 zeigt beispielhaft und schematisch Einrichtung zur Kollisionsvermeidung. Es ist ein Blockschaltbild einer Einrichtung zur Kollisionsvermeidung 19 in einem Fahrzeug dargestellt. Die Einrichtung zur Kollisionsvermeidung 19 umfasst eine Steuereinrichtung 20, an welche ein erster Transponder 3 und ein zweiter Transponder 4 zur gegenseitigen Datenübermittlung angeschlossen sind. Die Transponder 3, 4 umfassen des weiteren Antennen. Die Steuereinrichtung führt die zur Ausführung des Verfahrens erforderlichen Schritte durch und umfasst dazu digitale Rechenmittel, beispielsweise einen Mikroprozessor oder einen Mikrokontroller. Weiteres ist die Steuereinrichtung 20 mit einem Speicher 22 zur permanenten oder kurzfristigen Ablage von Betriebsdaten ausgestattet. Ein Streckenplan 21 ist ebenfalls in einer Speichereinrichtung in der Steuereinrichtung 20 abgespeichert. An die Steuereinrichtung sind weiters ein Magnetkompass 25 und eine Positionsbestimmungseinrichtung 24 angeschlossen, welche typischerweise für den Empfang eines globalen Navigationssatellitensystems ausgeführt ist. Zusätzlich ist die Steuereinrichtung 20 mit einer Schnittstelle 23 zur Kommunikation mit einer Fahrzeugsteuerung 26 ausgestattet, über welche beispielsweise ein Notbremsbefehl an die Fahrzeugsteuerung abgebar ist. Die Warnung 16 an den Fahrzeugführer kann als unmittelbar von der Steuereinrichtung 20 ausgehendes Signal ausgebildet sein, oder dieses Warnsignal wird über die Schnittstelle 23 an die Fahrzeugsteuerung 26 übermittelt und von dieser zur Anzeige gebracht.

LISTE DER BEZEICHNUNGEN

- 1 Erstes Schienenfahrzeug
- 2 Zweites Schienenfahrzeug
- 3 Erster Transponder
- 4 Zweiter Transponder
- 5 Identifikationssignal
- 6 Abfragesignal
- 7 Abstandsmesssignal
- 8 Abstandsantwortsignal
- 9 Abschlusssignal
- 10 Identifikation möglicher Kollisionsgegner
- 11 Abstandsmessung
- 12 Weglängenbestimmung
- 13 Kollisionsgefahrbestimmung
- 14 Entscheidung
- 15 Betriebsparameter
- 16 Warnung
- 17 Abstand
- 18 Weglänge
- 19 Einrichtung zur Kollisionsverhinderung
- 20 Steuereinrichtung
- 21 Streckenplan
- 22 Speicher
- 23 Schnittstelle
- 24 Positionsbestimmungseinrichtung
- 25 Magnetkompass
- 26 Fahrzeugsteuerung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2), welche jeweils in Fahrtrichtung vorne mit einem ersten Transponder (3) und in Fahrtrichtung hinten mit einem zweiten Transponder (4) ausgestattet sind, wobei die Kommunikation zwischen den ersten und den zweiten Transpondern (3, 4) mittels eines Ultra-Breitband Verfahrens erfolgt,
dadurch gekennzeichnet, dass
folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:
 - Aussenden eines Identifikationssignals (5) durch den zweiten Transponder (4),
 - bei Empfang eines Identifikationssignals (5) durch den ersten Transponder (3) Aussenden eines Abfragesignals (6) durch den ersten Transponder (3),
 - bei Empfang des Abfragesignals (6) durch den zweiten Transponder (4) Aussenden eines Antwortsignals durch den zweiten Transponder (4),
 - Ermitteln der Position des Schienenfahrzeugs (1) mittels eines Satellitenempfangsgeräts,
 - Ermitteln eines Abstands (17) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4),
 - Ermitteln der Weglänge (18) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4) unter Verwendung der ermittelten Position des Schienenfahrzeugs (1) und der Gleistopologie,
 - Ermitteln einer Kollisionswahrscheinlichkeit aus der Weglänge (18) und mindestens einem weiteren Betriebsparameter (15),
 - Ausgeben eines Warnsignals (16) wenn die Kollisionswahrscheinlichkeit einen bestimmten Schwellwert überschreitet.
2. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kollisionswahrscheinlichkeit daran erkannt wird, dass eine bestimmte Mindestbremsleistung erforderlich ist um eine Kollision zu vermeiden.
3. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Position des Schienenfahrzeugs die von einer Positionsbestimmungseinrichtung (24) abgesandten Daten herangezogen werden, wobei bei einem Ausfall dieser Daten eine weitere kontinuierliche Positionsbestimmung mittels Koppelnavigation erfolgt.
4. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine weitere Betriebsparameter die Relativgeschwindigkeit der Fahrzeuge (1, 2) oder die maximal erzielbare Bremsleistung oder die Neigung der Strecke ist.
5. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Identifikationssignal (5) mindestens eine weitere Informationen umfasst, insbesondere die Linie des Schienenfahrzeugs, die Kompassrichtung, die aktuelle Fahrgeschwindigkeit, eine Fahrzeugidentifikationsnummer, eine Position.
6. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Aussendungen der ersten Transponder (3) desselben Fahrzeugs ignoriert werden.
7. Verfahren zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Warnsignal oder ein Bremsbefehl abgegeben wird, wenn die aktuelle Fahrgeschwindigkeit die für den aktuell befahrenen Streckenabschnitt zulässige Geschwindigkeit überschreitet.

8. Einrichtung zur Verhinderung einer Kollision zwischen zwei Schienenfahrzeugen (1, 2),
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Schienenfahrzeug (1, 2) mit einer Steuereinrichtung (20) und je einen ersten und zweiten Transponder (3, 4) ausgestattet ist, wobei die Transponder (3, 4) zur Kommunikation mittels eines Ultra-Breitband Verfahrens ausgebildet sind und welche zur Datenübertragung mit der Steuereinrichtung (20) eingerichtet sind,
sowie eine Positionsbestimmungseinrichtung (24) mittels eines Satellitenempfangsgeräts zur Übermittlung der aktuellen Fahrzeugposition, welche an die Steuereinrichtung (20) angeschlossen ist,
wobei die Steuereinrichtung zur Ermittlung der Weglänge (18) zwischen dem ersten und dem zweiten Transponder (3, 4) unter Verwendung der ermittelten Position des Schienenfahrzeugs (1) und der Gleistopologie eingerichtet ist,
und wobei die Steuereinrichtung (20) eine Schnittstelle (23) zur Datenkommunikation mit einer Fahrzeugsteuerung (26) umfasst, über welche ein Bremsbefehl an die Fahrzeugsteuerung (26) übertragbar ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

FIG 1

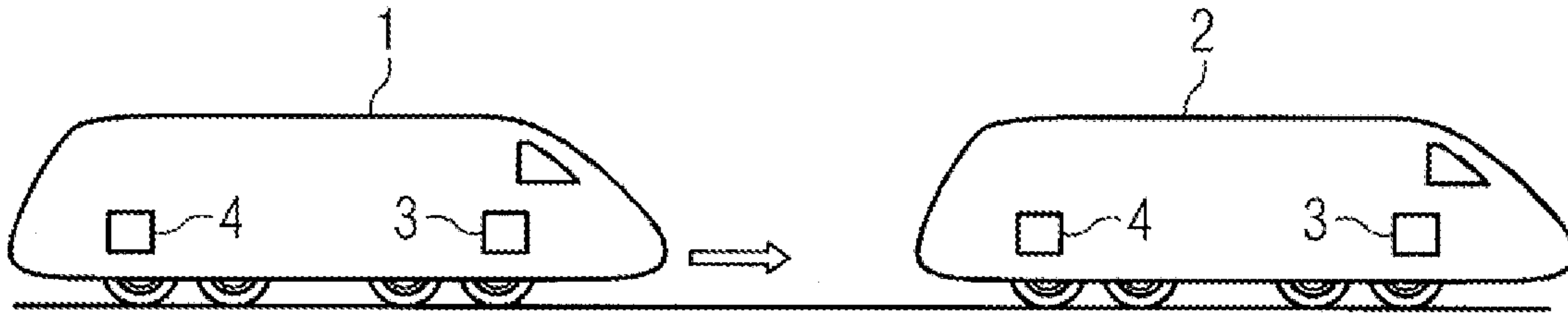
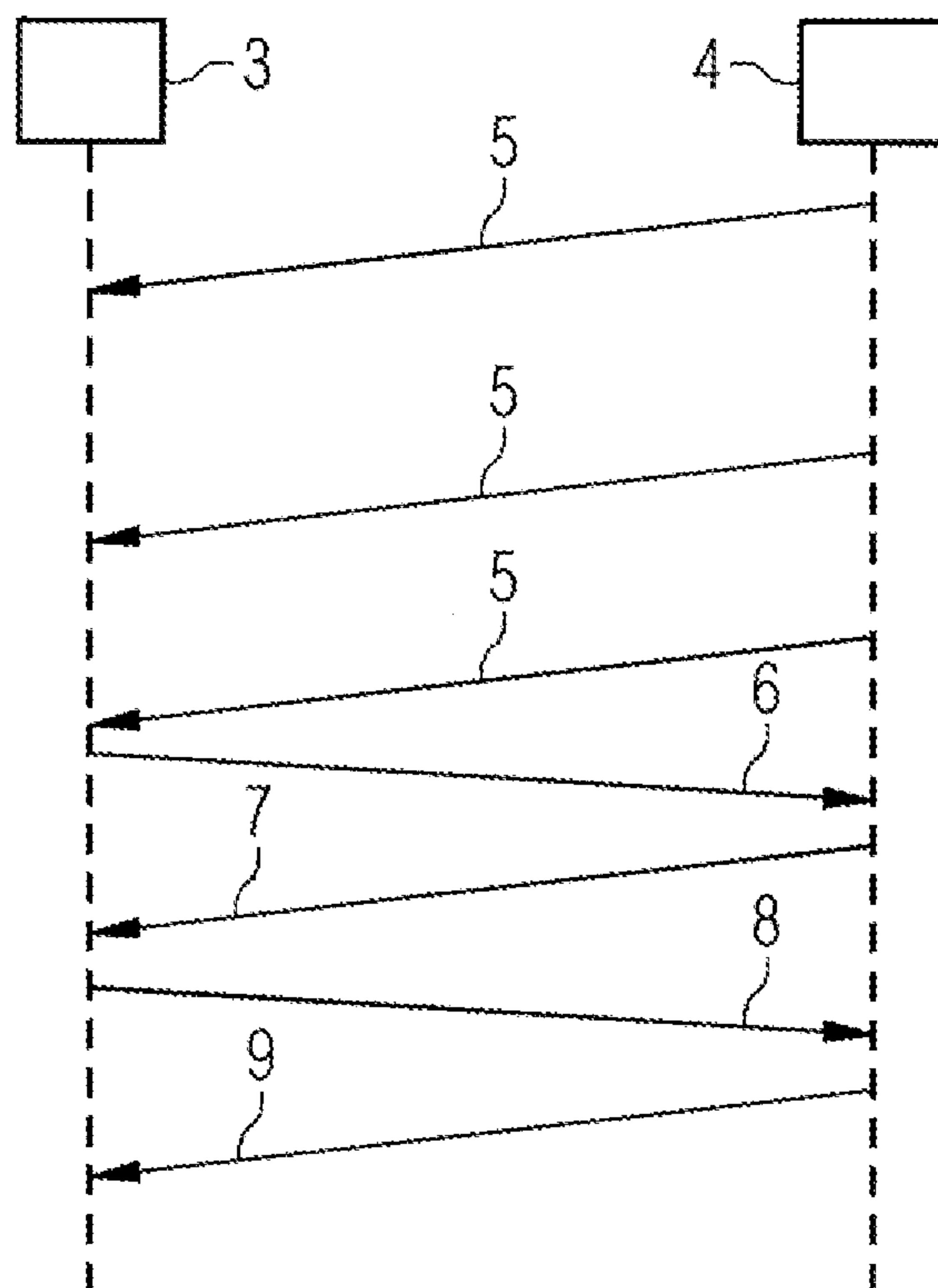


FIG 2



2/3

FIG 3

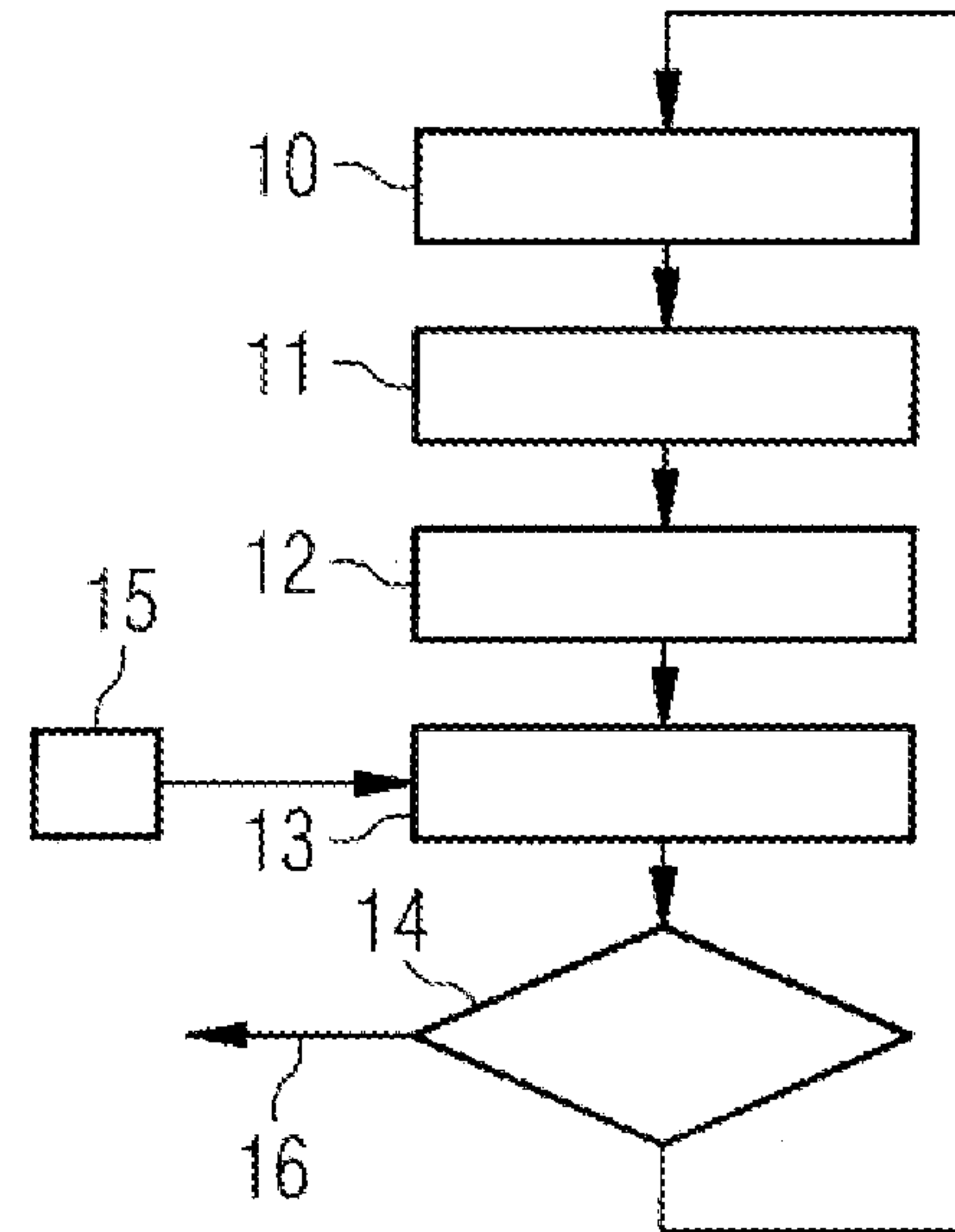
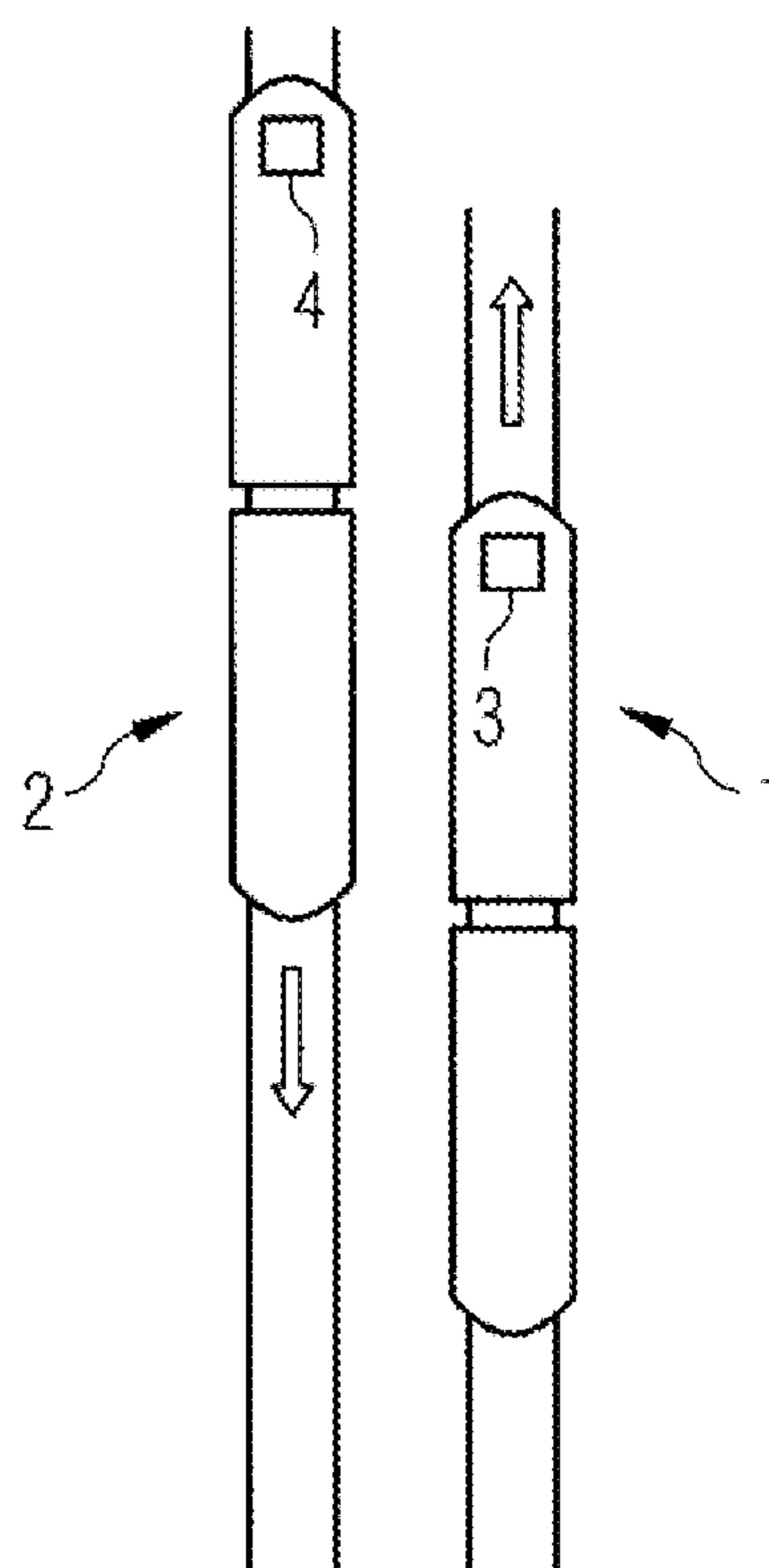


FIG 4



3/3

FIG 5

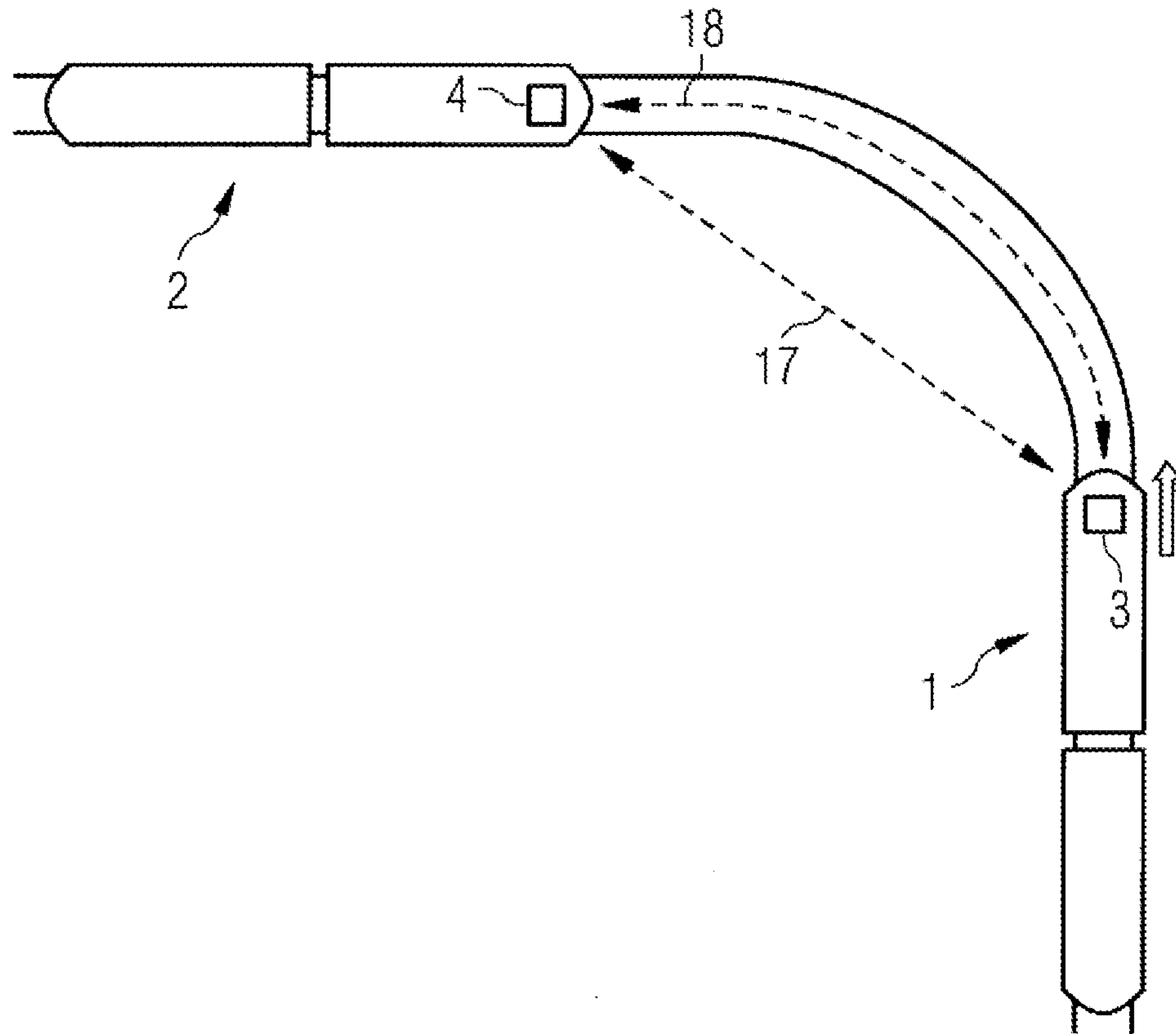


FIG 6

