



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 28 251 T2 2007.03.08**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 252 599 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G06K 7/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 28 251.1**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/15211**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 941 189.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/057779**

(86) PCT-Anmeldetag: **01.06.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.08.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **24.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.03.2007**

(30) Unionspriorität:

496227 01.02.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:

DOANY, H., Ziyad, Saint Paul, MN 55133-3427, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **KOLLISIONSSCHUTZVERFAHREN UND LESEGERÄT FÜR MEHRERE RADIOFREQUENZTRANS-
PONDER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Allgemeiner Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein ein Verfahren zum Arbitrieren von Kollisionen infolge von gleichzeitig empfangenen Datenübertragungen und insbesondere ein Verfahren zum Arbitrieren von Kollisionen infolge von gleichzeitig empfangenen Datenübertragungen von mehreren Sensoren.

[0002] HF-Identifikationskennzeichen werden in vielen Anwendungen verwendet, einschließlich beispielsweise zur Personalidentifikation, als Versorgungsleitungsmarkierer, zur Objektverfolgung usw. Beim Kommunizieren über Drahtlosmittel (oder einen gemeinsamen Bus) ist es erforderlich, eine mögliche Kollision oder Konkurrenz zu arbitrieren, die daraus entstehen kann, dass mehrere Einheiten gleichzeitig gelesen werden. Jedes dieser Systeme erfordert eine Hauptsende-/empfangseinheit, um möglicherweise mehrere Kennzeichen voneinander zu unterscheiden. Das Empfangen mehrerer Übertragungen gleichzeitig erfordert, dass die Hauptsende-/empfangseinheit die Übertragungskollisionen mittels mehrerer Neuabfragen (d. h. Übertragungen) sortiert und die empfangenen Signale weiterverarbeitet.

[0003] Versorgungsleitungen sind oft mit vergrabenen Markierern versehen, um ihre Position leichter aufzufinden. Diese vergrabenen Markierer lassen sich mit Hilfe eines Hochfrequenz(HF)-Senders detektieren, der die Markierer abfragt, die ihrerseits ein Antwortsignal senden. Da die Markierer relativ nahe beieinander vergraben sind, empfängt der abfragende Sender oft mehrere Signale gleichzeitig. Wenn zwei Signale gleichzeitig empfangen werden, so nennt man dies eine "Kollision". Es sind Techniken entwickelt worden, die empfangenen Signale so zu verarbeiten, dass solche Kollisionen vermieden werden.

[0004] Ein Grundkonzept bei Kollisionsschutz-Sende/Empfangssystemen besteht darin, das System so zu konstruieren, dass nur ein einziger Sender (zum Beispiel ein Markierer) auf einmal antwortet, wodurch der abfragende Empfänger in die Lage versetzt wird, eine Seriennummer des antwortenden Senders zu lesen, ohne dass es zu Konflikten mit anderen gleichzeitig gesendeten Signalen kommt. Signale, die den gleichen Zeit-Frequenz-Raum belegen, erzeugen ein Rauschen für einen Empfänger, der versucht, die Signale zu empfangen. Des Weiteren erzeugt ein ähnliches Signal mit ähnlicher Modulation und ähnlichen Datenraten ein kohärentes Rauschen, in dessen Gegenwart es besonders schwierig ist, ein anderes Signal zu empfangen.

[0005] In dem Versuch, diese Probleme zu überwinden, sind schon verschiedene Techniken implemen-

tiert worden. Bei einer Technik wird für jedes Rücklaufsignal ein eindeutiger Zeitschlitz zugewiesen. Man nennt dies "Vielfachzugriff im Zeitmultiplex" (Time Division Multiple Access – TDMA). Diese Technik erfordert einen großen Zeitschlitz für Systeme, die viele mögliche Signale verarbeiten. Das Verwenden dieser Technik zum Vermeiden von Kollisionen in einem Versorgungsleitungsmarkierer-Sende/Empfangssystem erfordert viele zugewiesene Zeitschlitze, weil der Sender möglicherweise nicht von vornherein weiß, welche Markierer er abfragen wird. Folglich eignet sich diese Technik nicht bei Systemen, wo es viele mögliche Senders gibt.

[0006] Eine weitere Technik arbeitet mit Frequenztrennung. Bei diesem Protokoll, das man "Vielfachzugriff im Frequenzmultiplex" (Frequency Division Multiple Access – FDMA) nennt, wird jedem Signal eine eindeutige Frequenz zugewiesen. Wie beim TDMA erfordert auch FDMA viele zugewiesene Frequenzen, wodurch es sich angesichts der großen Anzahl möglicher Markierer, die abzufragen sind, nicht zur Verwendung beim Abfragen von Versorgungsleitungsmarkierern eignet.

[0007] Eine weitere Technik arbeitet mit Codetrennung. Bei diesem Protokoll, das man Vielfachzugriff im Codemultiplex (Code Division Multiple Access – CDMA) nennt, verwendet jedes Signal einen anderen Codeschlüssel. Diese Technik ist wegen der gleichen Nachteile, mit denen TDMA und FDMA behaftet sind, zur Verwendung in Versorgungsleitungsmarkierungssystemen ungeeignet.

[0008] Eine weitere Technik kombiniert Aspekte der Codetrennung und der Zeittrennung. Ein Beispiel für eine solche Technik ist in GB-A-2 259 227 dargelegt, wo eine kombinierte TDMA/CDMA-Technik zum Verarbeiten mehrerer Signale offenbart ist. Ein weiteres Beispiel ist in US-A-5,606,322 dargelegt, wo ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Pseudozufalls-codes zur Verwendung beim Vermeiden von HF-Kollisionen offenbart ist. Allerdings wird dabei lediglich die Anzahl möglicher Kollisionen verringert, löst aber nicht das Problem bei großen Anzahlen möglicher Sender.

[0009] Eine weitere Technik arbeitet mit einer Zufallsverzögerung und Code-/Frequenztrennung. Diese Techniken erfordern einen komplexen Prozessor zum Erzeugen der Zufallsverzögerung. Außerdem sind in einem solchen System immer noch Kollisionen möglich.

[0010] US-A-4,471,345 offenbart ein randomisiertes Kennung-zu-Portal-Kommunikationssystem. Bei diesem System erfolgt eine Kommunikation zwischen Portaleinheiten und Identifikationskennzeichen durch kontinuierliches Aussenden eines Abfragesignals, das aus einem Codemuster besteht, von jeder Por-

taleinheit, gefolgt von einem Lauschintervall. Kennzeichen innerhalb des Bereichs eines solchen Abfragesignals testen die ankommenden Signale auf Frequenz, Bitdauer, Bitrate, einen Präambelcode und einen Einrichtungsidefizierungscode. Wenn das Kennzeichen ein gültiges Signal empfängt, für das es vorprogrammiert wurde, so synchronisiert und initiiert dieses Signal mehrere Kennzeichenantworten innerhalb eines bestimmten Gesamtantwortintervalls und mit jeder Antwort, die während zufällig gewählter Zeitschlitze gesendet wurde.

[0011] Eine weitere Technik sendet ein Signal, das nur an bestimmte Markierer gerichtet ist. Der eine, der die korrekte Adresse enthält, ist der einzige, der antwortet. Dieses System erfordert Vorab-Wissen über mögliche Sender, das bei Versorgungsleitungsmarkierungssystemen nicht immer zur Verfügung steht.

[0012] US-A-5,521,601 offenbart eine energieeffiziente Technik zum Unterscheiden mehrerer Kennzeichen. Diese Verweisquelle offenbart ein Kennzeichnidentifikationssystem und -verfahren zum Identifizieren von Kennzeichen im Bereich einer Leserstation, wobei die Kennzeichen in kleinere Gruppen unterteilt sind und Gruppe für Gruppe identifiziert werden, so dass Strom gespart wird, indem die Kennzeichen abgeschaltet werden, die nicht zu der momentan identifizierten Gruppe gehören. Jedes Kennzeichen ordnet sich selbst einer Gruppe zu, indem es Berechnungen anhand von Parametern, die in ihm selbst gespeichert sind, und anhand von Parametern, die es von der Leserstation empfängt, ausführt. Diese Technik erfordert viele Übertragungen und eine komplexe Positionsbestimmungseinheit.

[0013] Eine weitere Technik sortiert anhand der empfangenen Leistung, die sich mit der Entfernung zum Empfänger ändert. Diese Technik ist unverhältnismäßig komplex.

[0014] US-A-5,266,925 offenbart ein elektronisches Identifikationskennzeichen-Abfrageverfahren. Bei diesem Verfahren enthält das Abfragesignal eine Adresse, die eine Antwort von jedem Kennzeichen anfordert, das eine Adresse hat, die mindestens so groß ist wie die Adresse des Signals. Wenn mehr als eine Adresse empfangen wird, so wird die Abfrageadresse halbiert, und das Abfragesignal wird erneut gesendet. Das Abfragesignal wird nacheinander halbiert, bis eine einzelne Antwort isoliert wurde.

[0015] US-A-5,550,547 offenbart ein Mehreinheiten-Hochfrequenzkennzeichenidentifikationsprotokoll. Dieses Protokoll arbeitet mit einem Baumteilungsalgorithmus, der auf die HF-Kennzeichnung angewendet wird. Im Wesentlichen werden mit Hilfe dieses Protokolls Gruppen von Kennzeichen ausgewählt und abgewählt, bis es zu keinen HF-Kollisionen

mehr kommt. Eine ähnliche Vorrichtung ist in US-A-5,521,601 offenbart, wobei Gruppen ein- und ausgeschaltet werden, bis es zu keinen HF-Kollisionen mehr kommt. US-A-5,673,037 offenbart ebenfalls eine Gruppenauswahl/-abwahltechnik.

[0016] US-A-5,515,053 offenbart ein Transponder- und Datenkommunikationssystem, bei dem die abfragende Vorrichtung ein codiertes Signal aussendet, das Platzhaltereinträge in dem Code enthält. Wenn mehrere Signale empfangen werden, so sendet die abfragende Vorrichtung ein weiteres codiertes Signal, aber mit weniger Platzhaltern in dem Code. Dieser Prozess wird wiederholt, bis nur noch ein einziges Signal empfangen wird.

[0017] US-A-3,860,922 offenbart eine Vorrichtung, die mit einem zeitabhängigen Codewort arbeitet, um auf eine Abfrage zu antworten, um HF-Kollisionen zu vermeiden.

[0018] WO-A-98/35327 offenbart eine nicht-abfragende Technik auf Zufallsbasis zum Vermeiden von HF-Kollisionen von mehreren HF-Kennzeichen.

[0019] Jede der oben genannten Techniken ist kompliziert zu implementieren, wodurch die Zuverlässigkeit des Markierers abnimmt, was von maßgeblicher Bedeutung für eine Vorrichtung ist, deren Grenznutzungsdauer mit länger als 50 Jahren veranschlagt ist. Des Weiteren ist die Datenrate, mit der vergrabene Markierer arbeiten, relativ langsam (ungefähr 125 Hz), um einen ordnungsgemäßen Empfang zu garantieren. Darum erfordert der Versuch, allen Markierern einen eindeutigen Zeitschlitz zuzuweisen, eine erhebliche Zeitverzögerung.

[0020] US-A-5 539 394 offenbart ein System zum Lesen von Hochfrequenzmarkieren. Es umfasst einen ersten Kommunikationskanal zum Rundsenden von Parametern an alle Markierer, die sich innerhalb des Abfragefeldes befinden. Die Kennzeichen verwenden Zeitschlitze zum Kommunizieren mit der Abfragevorrichtung. Die jeweiligen Zeitschlitze werden von den Markierern auf der Grundlage ihrer eindeutigen Identifikationsnummern und auf der Grundlage der Parameter ausgewählt, die von der Abfragevorrichtung kommend empfangen werden, so dass Kollisionen aufgelöst werden können. EP-A-0 495 708 offenbart ein ähnliches System, in dem die Zeitschlitze auf der Grundlage eines Teils der Identifikationsnummer ausgewählt werden. Im Fall einer Kollision infolge der Identität der verwendeten Identifikationsabschnitte befiehlt die Abfragevorrichtung den kollidierenden Markierern, einen anderen Teil der Identifikationsnummer zu verwenden.

[0021] Die vorliegende Erfindung betrifft das Problem des Entwickelns eines Verfahrens und einer Vorrichtung zum Arbitrieren zwischen Signalen, die

von mehreren HF-Identifikationskennzeichen, die entlang der Verlegungsstrecke einer Versorgungsleitung vergraben sind, gesendet werden.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0022] Die vorliegende Erfindung löst dieses Problem durch Bereitstellen eines Verfahrens nach Anspruch 1. Individuelle Ausführungsformen der Erfindung sind der Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0023] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaubild einer beispielhaften Ausführungsform eines Systems gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 2](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem ersten Schritt.

[0025] [Fig. 3](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem zweiten Schritt.

[0026] [Fig. 4](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem dritten Schritt.

[0027] [Fig. 5](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem vierten Schritt.

[0028] [Fig. 6](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem fünften Schritt.

[0029] [Fig. 7](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem sechsten Schritt.

[0030] [Fig. 8](#) zeigt Kanaluweisungen in einer beispielhaften Ausführungsform eines Verfahrens der vorliegenden Erfindung in einem siebenten Schritt.

[0031] [Fig. 9](#) zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

[0032] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zum gleichzeitigen Lesen einer Seriennummer und/oder weiterer Informationen von zahlreichen kollidierenden elektronischen Hochfrequenz(HF)-Markierern oder Identifikationskennzeichen (im vorliegenden Text als RFIDs bezeichnet) bereit. Zwar eignet sich die vorliegende Erfindung besonders für die schwierigen einschränkenden Umgebungsverhältnisse,

wie man sie bei RFID-Kennzeichen findet, die für Versorgungsleitungsmarkierungssysteme verwendet werden, doch die vorliegende Erfindung findet ebenso Anwendung für andere Datenübertragungs- und -empfangssysteme, einschließlich der Satelliten-, der terrestrischen und der Computerkommunikation, bei denen versucht wird, Übertragungen von mehreren Quellen gleichzeitig zu empfangen.

[0033] Um den schwierigen einschränkenden Umgebungsverhältnissen gerecht zu werden, unter denen Versorgungsleitungsmarkierer mit einer veranschlagten Grenznutzungsdauer von über 50 Jahren arbeiten müssen, erfordert die vorliegende Erfindung minimale zusätzliche Logik im RFID-Chip, doch sie ermöglicht ein leistungsfähiges und schnelles Sortier- und Identifikationsregime, das HF-Kollisionen schnell identifiziert und sortiert.

[0034] Die vorliegende Erfindung arbeitet mit einer Kombination aus einem ersten Kommunikationskanal und mehreren zweiten Kanälen. Jedem der zweiten Kanäle ist sein eigener eindeutiger Zeitschlitz zugewiesen, der gegenüber dem ersten Kanal verzögert ist. Anstelle eines zeitbasierten Multiplexierungsregimes mit eindeutiger Kanaluweisung sind auch andere Multiplexierungsregimes möglich. Für Beispiel kann auch mit Frequenz, Codewort und verschiedenen Kombinationen aus Zeit, Frequenz und Codewort gearbeitet werden, um einen der zweiten Kanäle eindeutig zu spezifizieren.

[0035] Nehmen wir an, dass bei einer beispielhaften Ausführungsform eines Kanaluweisungsregimes C_0 die ersten Kommunikationskanäle darstellt. Bei diesem Regime stellt C_1 den ersten der zweiten Kanäle dar, C_2 stellt den zweiten der zweiten Kanäle dar, und so weiter, und C_n stellt den n-ten zweiten Kanal dar. Bei dieser Benennung stellt das tiefgestellte Zeichen die Zeitverzögerung (oder Kanaluweisung) relativ zu dem ersten Kommunikationskanal dar. Das heißt, C_1 ist um eine Zeiteinheit von dem ersten Kanal verzögert, und C_n ist um "n" Zeiteinheiten von dem ersten Kanal verzögert. Die Länge der Zeiteinheit wird so gewählt, dass jedes HF-Signal erfolgreich ohne Störung durch Signale in benachbarten Zeitschlitzern empfangen werden kann, was speziell an die konkreten Parameter der verwendeten Modulations- und Codierungsregimes angepasst wird, die nichts mit der vorliegenden Erfindung zu tun haben.

[0036] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung funktioniert eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens zum Auffinden mehrerer RFID-Kennzeichen folgendermaßen. Zuerst fragt die Positionsbestimmungs- oder Leseinheit die RFID-Kennzeichen ab, die dann mit einem HF-Signal antworten. Siehe [Fig. 2](#), die zeigt, wie mehrere Signale (als (1)–(4) dargestellt) in den ersten Kommunikationskanälen 21 empfangen werden.

[0037] Im Fall von RFID-Kennzeichen, deren Signale störungsfrei identifiziert werden können, weist die Positionsbestimmungseinheit diese RFID-Kennzeichen einer dedizierten Gruppe von Kanälen zu, die speziell dafür vorgesehen ist, für die weitere Kommunikation verwendet zu werden. Wir wollen sie dritte Kanäle nennen, um sie von dem ersten Kanal und den zweiten Kanälen, die zum Sortieren verwendet werden, zu unterscheiden. Wenden wir uns [Fig. 3](#) zu, wo gezeigt ist, dass Signale (1) und (2) erfolgreich gelesen wurden und dass ihre zugehörigen RFID-Kennzeichen nun dritten Kanälen G1 Schlitz "0" **27** und G1 Schlitz "1" **28** zugewiesen sind.

[0038] Bei Empfang mehrerer Signale, die einander stören, wie zum Beispiel (3) und (4) in [Fig. 3](#), befiehlt die Positionsbestimmungs- oder Leseinheit die RFID-Kennzeichen, die zu diesen Signalen gehören, indem sie sie zu einem bestimmten Schlitz der zweiten Kanäle zum anschließenden Sortieren sendet. In [Fig. 4](#) sind Signale (3) und (4) gezeigt, die der Gruppe G0 Schlitz "0" **22** zugewiesen sind.

[0039] Als nächstes wird jedes RFID-Kennzeichen angewiesen, eine weitere Antwort zu senden, wobei jede dieser Antworten gegenüber dem ersten Kommunikationskanal **21** auf der Grundlage eines Teils einer eindeutigen Nummer, die in jedem RFID-Kennzeichen gespeichert ist oder auf sonstige Weise dem RFID-Kennzeichen zur Verfügung steht, verzögert ist. Eine mögliche Ausführungsform der eindeutigen Nummer enthält eine Kombination aus einem oder mehreren des Folgenden: ein eindeutige Seriennummer, Uhrzeit, Versorgungsleitungsmarkierungssystem, zu übertragende Sensordaten usw. In [Fig. 5](#) ist gezeigt, dass Signale (3) und (4) auf zweiten Kanälen G0 Schlitz "3" **23** bzw. G0 Schlitz "4" **24** antworten. Das Zuweisen der antwortenden RFID-Kennzeichen zu anderen zweiten Kommunikationskanälen zwingt die RFID-Kennzeichen, in den zweiten Kommunikationskanälen zu sortieren.

[0040] Eine beispielhafte Ausführungsform der zweiten Kommunikationskanäle besteht aus einer Anzahl von Zeitschlitz (zum Beispiel 16) auf der Grundlage des Wertes eines Teils (zum Beispiel eines 4-Bit-Teils) ihrer eindeutigen Nummer. Da jede serielle Identifikationsnummer für jedes Kennzeichen potenziell eindeutig ist, gibt es immer einen Teil der seriellen Identifikationsnummer, der sich von einem anderen Markierer unterscheidet. Des weiteren garantiert das Kombinieren der Seriennummer mit weiteren verfügbaren Daten/Nummern zusätzlich die Eindeutigkeit eines gewählten zweiten Kanals.

[0041] Die Lesevorrichtung detektiert dann ein Bestätigungswort (ACK) in den belegten zweiten Kanälen. [Fig. 6](#) zeigt, wie die RFID-Kennzeichen, die zu den Signalen (3) und (4) gehören, auf eine Abfrage mit einer ACK-Antwort in zweiten Kanälen G0 Schlitz

"3" **23** und G0 Schlitz "4" **24** antworten.

[0042] Als nächstes weist die Positionsbestimmungseinheit ein Kennzeichen in einem bestimmten Schlitz oder Kanal an, in den ersten Kanal überzugehen, wo es keine Verzögerung gibt. In [Fig. 7](#) ist gezeigt, dass das RFID-Kennzeichen, das zu dem Signal (3) gehört, nun dem ersten Kommunikationskanal **21** zugewiesen ist. Sobald das Signal auf dem ersten Kanal **21** gesendet wurde, liest die Lesevorrichtung die Identifikationsnummer. Wenn es weiterhin eine Kollision gibt, so werden die kollidierten Kennzeichen zum zweiten Kanal zurückgesandt und unter Verwendung eines anderen Teils ihrer Identifikationsnummer erneut sortiert, d. h. die in den [Fig. 4–Fig. 6](#) gezeigten Schritte werden wiederholt. Dieser Prozess wird fortgesetzt, bis alle Kennzeichen sortiert und identifiziert sind.

[0043] Sobald die RFID-Kennzeichen alle sortiert sind, wird den RFID-Kennzeichen noch ein weiterer Zeitschlitz außerhalb der zweiten Kanäle, die dem Sortieren dienen, zugewiesen, wie zum Beispiel die dritten Kanäle. In [Fig. 8](#) ist zu sehen, dass dem RFID-Kennzeichen, das dem Signal (3) zugewiesen ist, der dritte Kanal G1 Schlitz "2" zugewiesen wurde. Das RFID-Kennzeichen, das zu dem Signal (4) gehört, wird dann angewiesen, zum ersten Kommunikationskanal **21** überzuwechseln, und wenn es erfolgreich empfangen wurde, so wird es dann zu dem dritten Kanal bewegt, wie zum Beispiel G1 Schlitz "3".

[0044] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anwendung, bei der die RFID-Kennzeichen zyklisch abgefragt werden, um Informationen zu lesen, die über ihre seriellen Ports ankommen, wobei diese Informationen von einem Sensor kommen könnten. In diesem Fall werden alle detektierten Kennzeichen, nachdem sie identifiziert sind, angewiesen, in den "Zyklischen Abfrage"-Modus überzuwechseln, wobei jedem ein eigener Zeitschlitz zugewiesen wird und nur ein einziger "Lese"-Befehl benötigt wird, um alle Kennzeichen (oder Sensoren) nacheinander zu lesen. Ein Beispiel dessen ist, jedem der identifizierten Kennzeichen einen dritten Kanal zuzuweisen, wobei das Kennzeichen, wenn es zyklisch abgefragt wird, während es dem dritten Kanal zugewiesen ist, eine Antwort der abgefragten Informationen an die Lesevorrichtung veranlasst.

Beispielhafte Ausführungsform

[0045] Die vorliegende Erfindung kann in jeder RFID-Kennzeichen- oder elektronischen Markiererprodukt-Anwendung verwendet werden, wo es zwischen Einheiten zu einer Kollision kommen kann, die aufgelöst werden muss. Eine Anwendung für die vorliegende Erfindung ist das Elektronische Markierungssystem (EMS), das zum Markieren von unterir-

dischen Gegenständen verwendet wird, wie beispielsweise vergrabene Kabelspleiße, Schleifen, Rohrventile, T-Stücke oder sonstige Elemente von Versorgungsleitungen. Die Benutzer markieren wichtige Punkte unter der Erdoberfläche mit Hilfe dieser vollkommen passiven Vorrichtung und erwarten von ihr eine Grenznutzungsdauer von mehr als 50 Jahren.

[0046] Das Ergänzen der passiven Markierer um die Identifikation ermöglicht es dem Benutzer, einen bestimmten Markierer mit absoluter Sicherheit zu finden und ihn mit Hilfe der Identifikationsnummer in eine elektronische oder sonstige Datenbank einzubinden. In dem integrierten Schaltkreis des Markierers können noch mehr Informationen gespeichert sein, die es ermöglichen, den Eigentümer der Versorgungsleitung, den Typ der Versorgungsleitung (zum Beispiel Kupfer, Glasfaser usw.) zu bestimmen. Dieser Aspekt der vorliegenden Erfindung ist insofern besonders nützlich, als oftmals mehrere Versorgungsleitungen entlang gemeinschaftlich nutzbarer Verlegungswege vergraben sind. Folglich kann es bei Verwendung ähnlicher Markierer für unterschiedliche Versorgungsleitungen zu Verwechslungen kommen, wenn man versucht, bestimmte Markierer aufzufinden. Des Weiteren ist es zu schwierig, wenn verschiedene Versorger Art und Position von Markierern entlang gemeinschaftlich nutzbarer Verlegungswege aufeinander abstimmen müssten.

[0047] Da es im Verlauf der Grenznutzungsdauer eines Markierers (beispielsweise 50 Jahre) immer eine finite Wahrscheinlichkeit gibt, dass Markierer nahe beieinander vergraben werden, wird ein Verfahren zum Umgang mit "kollidierten" Markierern benötigt. Des Weiteren müssen die verwendeten Verfahren garantiert funktionieren, denn die Konsequenzen sind kostspielig, weil der Markierer ausgegraben werden muss.

[0048] [Fig. 1](#) zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Systems **10** gemäß der vorliegenden Erfindung zur Verwendung beim Identifizieren von unterirdisch verlegten Versorgungsleitungen. Wie dort gezeigt, markieren RFID-Kennzeichen **1**, **2** und **3** eine unterirdisch verlegte Kommunikationsleitung **7**. RFID-Kennzeichen **4** und **5** markieren eine unterirdisch verlegte Ölleitung **8**.

[0049] Jedes der RFID-Kennzeichen enthält einen (nicht gezeigten) Sender-Empfänger, eine (nicht gezeigte) Antenne, einen (nicht gezeigten) Prozessor und eine Stromversorgung (entweder Anbindung an eine Stromquelle der Strom- oder Versorgungsleitung oder eine Batterie, von denen hier keines gezeigt ist). Bei einigen Anwendungen ist der RFID eine passive Vorrichtung, die die Energie in dem Sendesignal benutzt, um den Prozessor und den Sender-Empfänger zu betreiben. Solche Vorrichtungen

sind einschlägig bekannt und brauchen hier nicht weiter beschrieben zu werden.

[0050] Die Positionsbestimmungseinheit **6** enthält des Weiteren einen (nicht gezeigten) Sender-Empfänger, eine (nicht gezeigte Antenne), einen (nicht gezeigten) Prozessor und eine (nicht gezeigte) Stromversorgung. Um die Zuverlässigkeit zu erhöhen, damit die RFID-Kennzeichen in unterirdischen Anwendungen verwendet werden können, wo sie länger als 50 Jahre verbleiben können, muss das RFID-Kennzeichen so einfach wie möglich aufgebaut sein. Die Meldungsverarbeitungstechnik der vorliegenden Erfindung ermöglicht die Verwendung eines sehr einfachen Prozessors.

[0051] Die Positionsbestimmungseinheit **6** sendet ein Abfragesignal an alle RFID-Kennzeichen in ihrer Nähe. Die RFID-Kennzeichen **1–5** antworten und erzeugen dabei HF-Kollisionen in den ersten Kommunikationskanälen **P 21**. Die RFID-Kennzeichen **1–5** werden dann durch die Positionsbestimmungseinheit **6** angewiesen, unter Verwendung eines der zweiten Kanäle **G0** bis **G15** erneut zu antworten, wobei dieser Kanal unter Verwendung eines ersten Teils der eindeutigen seriellen Identifikationsnummer jedes RFID-Kennzeichens zugewiesen wird.

[0052] Für Beispiel hat das RFID-Kennzeichen **1** als Seriennummer die 1101-0010-0011-1101-0001-1111-1011-1010 (13-02-03-13-01-15-11-10). Das RFID-Kennzeichen **2** hat als Seriennummer die 1010-0000-1111-1101-0010-1101-0010-0011 (10-00-15-13-02-13-02-03). Das RFID-Kennzeichen **3** hat als Seriennummer die 0011-1111-0000-0101-1101-0001-1111-1011 (03-15-00-05-13-01-15-11). Das RFID-Kennzeichen **4** hat als Seriennummer die 0000-0000-1110-0001-1101-0010-0011-1101 (00-00-14-01-13-02-03-13). Das RFID-Kennzeichen **5** hat als Seriennummer die 1101-0000-1111-0010-0001-1111-1010-0111 (13-00-15-02-01-15-10-07). Wie zu sehen ist, enthalten jeweils zwei dieser RFIDs einen 4-Bit-Teil, der eindeutig ist.

[0053] In diesem Fall wird das RFID-Kennzeichen **1** angewiesen, auf dem zweiten Kommunikationskanal **G₁₃** zu antworten. Das RFID-Kennzeichen **2** wird angewiesen, auf dem zweiten Kommunikationskanal **C₁₀** zu antworten. Das RFID-Kennzeichen **3** wird angewiesen, auf dem zweiten Kommunikationskanal **C₀₃** zu antworten. Das RFID-Kennzeichen **4** wird angewiesen, auf dem zweiten Kommunikationskanal **C₀₀** zu antworten; und das RFID-Kennzeichen **5** wird angewiesen, auf dem zweiten Kommunikationskanal **C₁₃** zu antworten.

[0054] Da "00" den ersten Kommunikationskanal

bezeichnet, antwortet das RFID-Kennzeichen **4** auf dem zweiten Kommunikationskanal C_{16} , weil dieser Kanal durch keinen anderen 4-Bit-Teil bezeichnet wird. Alternativ könnte jeder Kanal zu der 4-Bit-Bezeichnung Eins addieren, so dass 0000 den Kanal C_{01} bezeichnen würde und 1111 den Kanal C_{16} bezeichnen würde.

[0055] Setzen wir das Beispiel fort. Kanal C_{00} enthält ein Signal von dem RFID-Kennzeichen **4**; Kanal C_{03} enthält ein Signal von dem RFID-Kennzeichen **3**; Kanal C_{10} enthält ein Signal von dem RFID-Kennzeichen **2**; und Kanal C_{13} enthält zwei Signale von dem RFID-Kennzeichen **1** und **5**.

[0056] Die Positionsbestimmungseinheit **6** liest dann die Identifikationsnummern von den RFID-Kennzeichen **2**, **3** und **4**, da diese gelesen werden können, weil es keine HF-Kollisionen in ihren zweiten Kommunikationskanälen gibt. Alternativ weist die Positionsbestimmungseinheit **6** die RFID-Kennzeichen **2**, **3** und **4** einem einer dritten Gruppe von Kanälen zu, die sich von dem ersten und den zweiten Kanälen unterscheiden. Diese dritte Gruppe von Kanälen dient dem aufeinanderfolgenden Lesen aller antwortenden RFID-Kennzeichen.

[0057] Die Positionsbestimmungseinheit **6** sendet dann einen Befehl an jene RFID-Kennzeichen in Kanal C_{13} , in einem anderen zweiten Kommunikationskanal unter Verwendung eines anderen Teils ihrer Seriennummer zu senden. Es kann der nächste Teil ihrer Seriennummer oder der vorherige Teil oder eine zufällig gewählter Teil oder eine Kombination von Bits ihrer Seriennummer verwendet werden.

[0058] Das RFID-Kennzeichen **1** sendet dann eine Antwort auf dem zweiten Kommunikationskanal C_{02} , und das RFID-Kennzeichen **5** sendet eine Antwort auf dem zweiten Kommunikationskanal C_{16} (oder C_{00} , je nach dem Kanalnummerierungsprotokoll).

[0059] Sobald diese Antworten empfangen wurden, kennt die Positionsbestimmungseinheit die Seriennummern aller RFID-Kennzeichen in der Nähe. Die Positionsbestimmungseinheit **6** sendet dann einen Befehl an jedes der RFID-Kennzeichen in der Nähe, der ihnen eindeutige Kommunikationskanälen in der dritten Gruppe von Kommunikationskanälen zuweist, die von den zweiten Kommunikationskanälen verschieden sind. Die RFID-Kennzeichen in der Nähe senden dann auf ihren zugewiesenen eindeutigen Kommunikationskanälen die gewünschten Informationen, die dann von der Positionsbestimmungseinheit ohne Fehler infolge von HF-Kollisionen empfangen werden.

[0060] Obgleich dieser Prozess vier Übertragungen und vier Antworten erforderte, um die gewünschten Informationen zu erhalten, erforderte jede Übertra-

gung und Antwort sehr wenig Informationen und eine relativ einfache Verarbeitung in dem RFID-Kennzeichen. Folglich kann die vorliegende Erfindung unter Verwendung nur weniger Teile unter dem Gesichtspunkt hoher Zuverlässigkeit hergestellt werden, wodurch die Ausfallwahrscheinlichkeit sinkt.

Alternative Ausführungsform

[0061] Eine weitere Ausführungsform eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung ist in den [Fig. 2-Fig. 8](#) gezeigt. Bei diesem Beispiel werden die folgenden Schritte unternommen, um vier Markierer oder RFID-Kennzeichen zu sortieren und zu identifizieren, die sich in unterschiedlichen Entfernungen zu der Positionsbestimmungs- oder Lesevorrichtung befinden. Der Markierer **(1)** antwortete mit einem kräftigen HF-Signal und wurde fehlerfrei identifiziert. Gleichmaßen wurde der Markierer **(2)** bei fehlendem Markierer **(1)** erfolgreich identifiziert. Die Markierer **(3)** und **(4)** antworteten mit HF-Signalen von im Wesentlichen gleicher Größenordnung und kollidierten folglich. Darum wird ein Sortieren der Markierer **(3)** und **(4)** erforderlich.

[0062] Während des Sortiermodus' antworten alle Markierer in den Kanalgruppen G0 und G1 auf einen Nur-Lese-Befehl mit einem Bestätigungssignal (ACK), und nur während einer Zeit, die einem Bit entspricht. Zu allen anderen Zeiten erfolgt keine Antwort von einem Markierer, um einen Konflikt mit einem anderen Markierer zu vermeiden, der in diesem Moment empfangen wird.

[0063] In einem Zyklischen-Abfrage-Modus antworten die Markierer in den Kanalgruppen G0 und G1 mit einem vollen Lese-Byte während ihres zugewiesenen Zeitschlitzes.

[0064] Die Kommunikation auf dem ersten Kanal ist etwa 8 Bits lang, d. h. die Kanalgruppe G0 beginnt nach einer Zeit von 8 Bits. Lese-Befehle werden abgebrochen, wenn ein neuer Befehl empfangen wird, d. h. die Timer werden rückgesetzt, und die Übertragung wird angehalten.

[0065] Die Kollisionsschutzalgorithmen führen das Sortieren nach folgenden Schritten aus:

A. In [Fig. 2](#) werden alle Markierer auf dem ersten Kanal (P) **21** gleichzeitig gelesen. In diesem Beispiel versucht die Positionsbestimmungsvorrichtung, die Markierer **(1)**, **(2)**, **(3)** und **(4)** auf einmal zu lesen. Die Kommunikation erfolgt auf dem ersten Kommunikationskanal (P) **21**, auf dem es keine Verzögerung gibt. Beim Rücksetzen werden alle Markierer so eingestellt, dass sie auf dem ersten Kanal (P) **21** antworten, wodurch eine Antwort auf dem ersten Kanal nach vorheriger Abfrage ermöglicht wird.

B. Wenden wir uns [Fig. 3](#) zu. In diesem Schritt

werden die Markierer (1) und (2) einer dritten Gruppe von Kanälen 27–31 zugewiesen, die gegenüber dem ersten Kanal (P) 21 verzögert sind. In diesem Beispiel wird der Markierer (1) dem Kanal G1 27 in Schlitz "0" der dritten Gruppe von Kanälen zugewiesen, und der Markierer (2) dem Kanal G1 28 in Schlitz "1" der dritten Gruppe von Kanälen zugewiesen. Der Markierer (1) hatte das stärkste Signal und wurde erfolgreich gelesen und an die Kanalgruppe G1, Schlitz "0" 27, gesandt. Dann wurde der Markierer (2) erfolgreich gelesen und an die Kanalgruppe G1, Schlitz "1" 28, gesandt. Die Markierer (3) und (4) konnten nicht gelesen werden, weil sie einander störten.

Die Kanalgruppe G1 ist gegenüber dem ersten Kanal P 21 um 16 bis 32 Verzögerungsschlitze verzögert. Wenn die Markierer (1)–(4) abgefragt werden, so antworten sie bei dieser Konfiguration mit einer Einzelbitbestätigung während ihrer zugewiesenen Zeitschlitze.

C. Wenden wir uns als nächstes Fig. 4 zu. Die kollidierten Markierer werden einem bestimmten Kanal in der ersten Gruppe von zweiten Kanälen G0, zum Beispiel Schlitz "0" der Kanalgruppe G0 22, zum Sortieren zugewiesen.

D. Wenden wir uns Fig. 5 zu. Die Markierer in der Kanalgruppe G0, Schlitz "0" 22, werden auf der Grundlage einer ausgewählten 4-Bit-Einheit über den Schlitzen 0–15 der ersten Zweitkanalgruppe G0 22–26 sortiert. Somit wird dem Markierer (3) der Schlitz "3" 23 zugewiesen, und dem Markierer (4) wird der Schlitz "4" 24 in Gruppe G0 zugewiesen.

E. Wenden wir uns Fig. 6 zu. Die Markierer werden abgefragt, um Bestätigungen zu lesen, um die belegten Schlitze in der Kanalgruppe G0 zu ermitteln.

F. Wenden wir uns Fig. 7 zu. Der Markierer (3) wird aus der Kanalgruppe G0 Schlitz "3" 23 zu dem ersten Kanal bewegt, um den Markierer zu identifizieren.

G. Wenden wir uns Fig. 8 zu. Der Markierer (3) wird identifiziert und zu der Kanalgruppe G1, Schlitz "3" 29, bewegt. Schritt F wird dann wiederholt, bis der Markierer (4) identifiziert ist und zu einem Kanalschlitz in der Kanalgruppe G1, der nicht belegt ist, bewegt wurde.

[0066] In einer beispielhaften Ausführungsform der Nummer, die zum Sortieren der Markierer verwendet wird, ist die Nummer eine 4-Bit-Einheit einer 8-Byte-Speicher-Seite. Dieser 64-Bit-Speicher kann eine eindeutige Seriennummer sowie weitere Identifizierungsinformationen enthalten, wie zum Beispiel Markierertyp, Untertyp, Art der Versorgungsleitung, Frequenz, Eigentümer usw.

[0067] Markierer, die einen gleichen Wert in der ausgewählten 4-Bit-Einheit zum Sortieren haben, kollidieren weiter, bis eine 4-Bit-Einheit ausgewählt

wird, die für jeden kollidierenden Markierer eine andere ist. Da jeder Markierer einen eindeutigen Nummerncode hat, sortieren sich die Markierer letztendlich in verschiedene Bins und werden so identifiziert. Die Fähigkeit des Adressierens einer Gruppe von Markierern und des Änderns ihrer Zeitschlitze und ihres Sortierens auf der Grundlage einer eindeutigen Nummer ermöglicht das Sortieren und Identifizieren einer großen Anzahl von Markierern oder Kennzeichen.

Beispielhafte Ausführungsform eines Identifizierungsmarkierers

[0068] Wenden wir uns Fig. 9 zu, wo ein Blockschaubild eines Identifizierungsmarkierers zur Verwendung in den oben beschriebenen beispielhaften Verfahren gezeigt ist. Der Identifizierungsmarkierer 90 empfängt ein Signal von der Positionsbestimmungs- und Lesevorrichtung 91, die wiederum an einem Personalcomputer oder ein globales Positionsbestimmungssystem 92 angeschlossen werden kann. Die Signale, die von der Positionsbestimmungs- und Leseinheit 91 kommend empfangen werden, sind Hochfrequenzsignale, die ein Induktionsspulen-Kondensator-Netzwerk 93 erregen, welches das von der Leseinheit gesendete Signal mit Informationen moduliert, die von einem Verarbeitungsabschnitt 94 des Markierers 90 stammen.

[0069] Der Verarbeitungsabschnitt 94 enthält einen anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis 94d, ein Identifikationsdatenlager 94a, ein Benutzerdatenlager 94b und eine Systemprogrammierungsschnittstelle 94c und eine Stromversorgung 94e. Die Systemprogrammierungsschnittstelle 94c kann mit einem externen Gerät 95 verbunden werden, das ein Test- und Steuersegment 95a und einen Sensor 95b enthält.

[0070] Das Identifikationsdatenlager speichert die Nummer, die dem Identifizierungsmarkierer 90 zur Verfügung steht, um zu bestimmen, zu welchem Kanal während des Sortierungsprozesses zu wechseln ist. Dies kann eine eindeutige Seriennummer beinhalten, die dem Identifizierungsmarkierer 90 während der Herstellungsprozesses zugewiesen wurde. Benutzerdaten, die in dem Identifizierungsmarkierer 90 gespeichert sind, können mit den Identifikationsdaten zu einer Gesamtnummer kombiniert werden, von der Teile während des Sortierungsprozesses ausgewählt werden, wie oben beschrieben.

[0071] Die oben dargelegte beispielhafte Ausführungsform wurde in Bezug auf erste und zweite Kommunikationskanäle beschrieben, die auf der Grundlage eines Zeitmultiplexierungsregimes voneinander unterschieden werden können. Es sind noch andere Kanalunterscheidungen möglich. Es können zum Beispiel Frequenz, Codewort oder verschiedene

Kombinationen aus Zeit, Frequenz und Codewort verwendet werden, um Kanäle zu erzeugen, die voneinander unterschieden werden können und die auf der Grundlage einer eindeutigen Nummer, die jedem Markierer zugewiesen wird, ausgewählt werden können.

[0072] Obgleich die vorliegende Erfindung anhand einer beispielhaften Ausführungsform beschrieben wurde, wird der Geltungsbereich der Erfindung durch die folgenden Ansprüche definiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum gleichzeitigen Lesen von Informationen von mehreren Hochfrequenzmarkierern, das folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen eines ersten Kommunikationskanals (21) und mehrerer zweiter Kommunikationskanäle (22–26), wobei jeder der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) relativ zu dem ersten Kommunikationskanal (21) eindeutig unterscheidbar ist;
- Anweisen eines jeden der mehreren Hochfrequenzmarkierer (1–4), auf einem der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) auf der Grundlage eines Teils einer Zahl, die jedem der mehreren Hochfrequenzmarkierer (1–4) zur Verfügung steht, zu antworten;
- Erkennen eines Bestätigungssignals auf einem der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26); und
- Anweisen eines Hochfrequenzmarkierers (1–4), der zu dem Bestätigungssignal gehört, ein Identifikationssignal auf dem ersten Kommunikationskanal (21) zu senden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner den Schritt umfasst, bei Auftreten einer Kollision auf dem ersten Kommunikationskanal (21) jeden der Markierer (1–4), der momentan auf dem ersten Kommunikationskanal (21) sendet, anzuweisen, auf einem der zweiten Kommunikationskanäle (22–26) unter Verwendung eines Teils der verfügbaren Zahl, der sich von dem zuvor verwendeten Teil unterscheidet, ein Bestätigungssignal zu senden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, das ferner den Schritt umfasst, jeden Hochfrequenzmarkierer (1–4), dessen Identifikationssignal erfolgreich empfangen wird, einem eigenen Kanal zuzuweisen, der von den mehreren zweiten Kommunikationskanälen (22–26) verschieden ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, das ferner den Schritt umfasst, jeden der mehreren Hochfrequenzmarkierer (1–4), der einem eigenen Kanal zugewiesen ist, mittels eines einzelnen Befehls abzufragen und – in Reaktion auf die Abfrage – sequenziell Daten von jedem der mehreren Hochfrequenzmarkierer (1–4) auf einem eigenen Kanal zu empfangen.

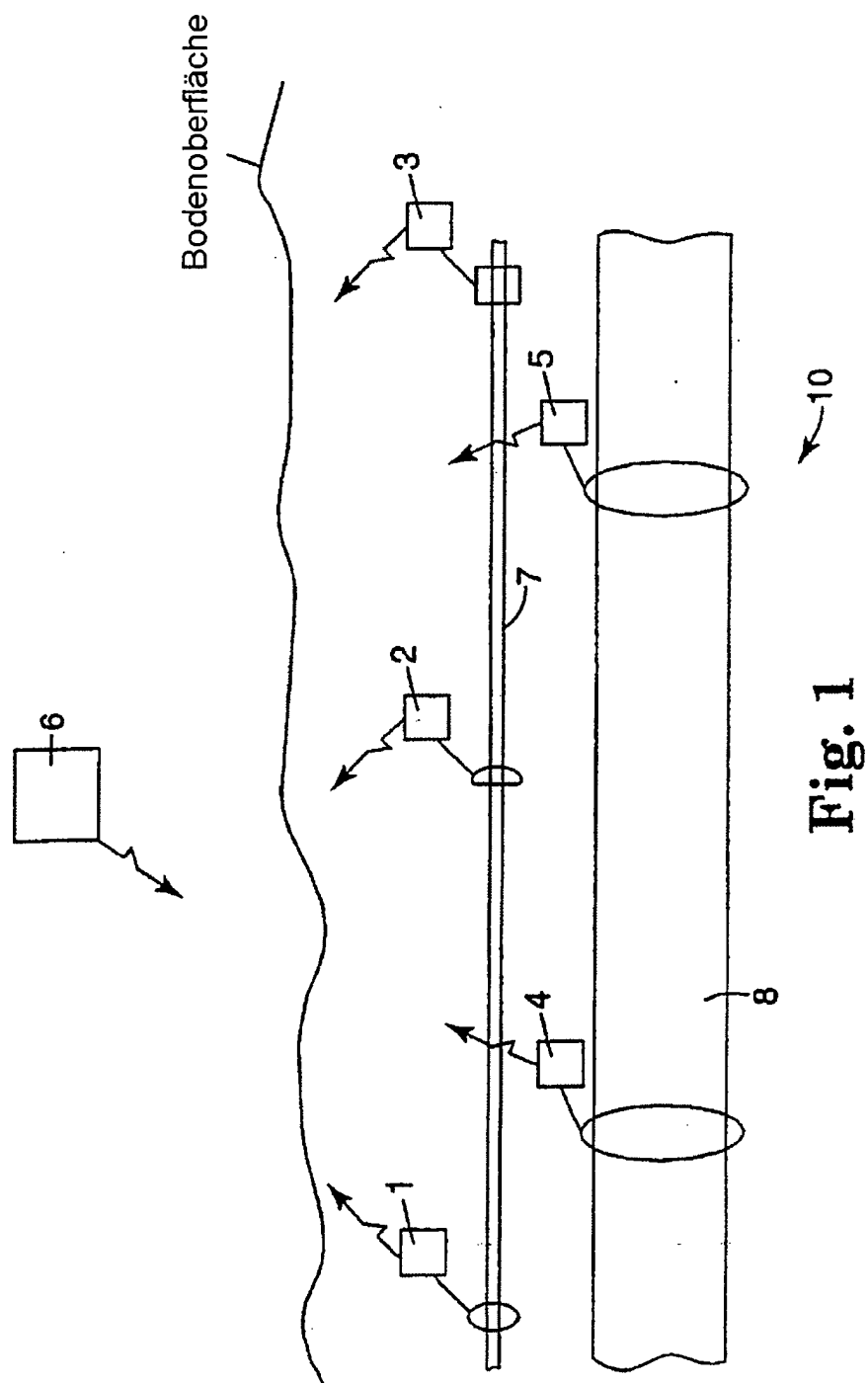
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Teil der Zahl, der jedem der mehreren Hochfrequenzmarkierer (1–4) zur Verfügung steht, einen Teil einer Zahl enthält, die aus einer oder mehreren Kombinationen des Folgenden gebildet ist: eine eindeutige Seriennummer, Markierertyp, Untertyp, Einrichtung, Frequenz, Eigentümer und Uhrzeit.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jeder der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) relativ zu dem ersten Kommunikationskanal (21) um einen vorgegebenen Zeitbetrag, der von allen anderen Kanälen der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) verschieden ist, verzögert ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei jeder der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) relativ zu dem ersten Kommunikationskanal (21) und allen anderen Kanälen der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) einen eindeutigen Zeit-Frequenz-Raum zugewiesen bekommt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei jeder der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) relativ zu dem ersten Kommunikationskanal (21) und allen anderen Kanälen der mehreren zweiten Kommunikationskanäle (22–26) einen eindeutigen Zeit-Frequenz-Codewort-Raum zugewiesen bekommt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



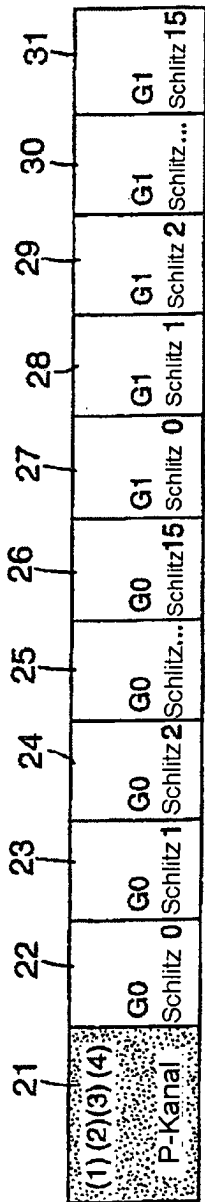


Fig. 2

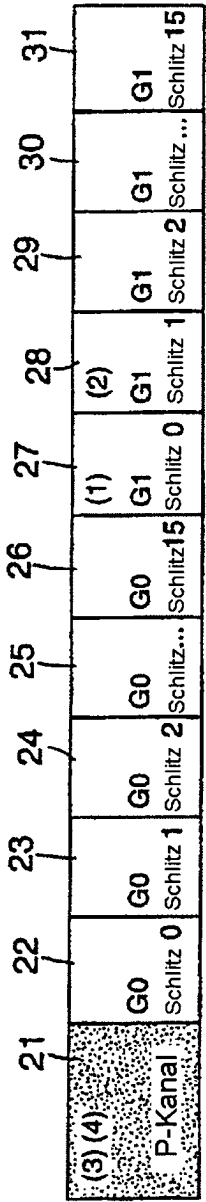


Fig. 3

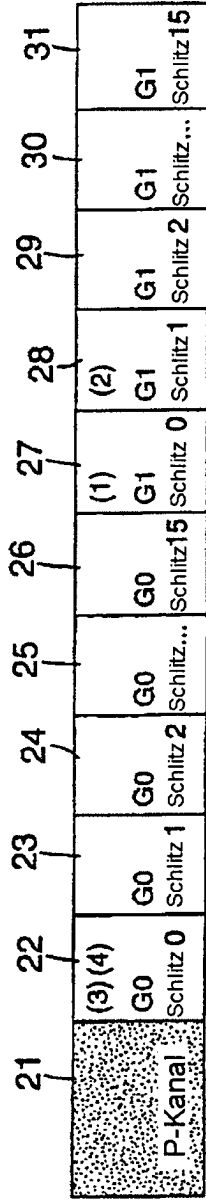
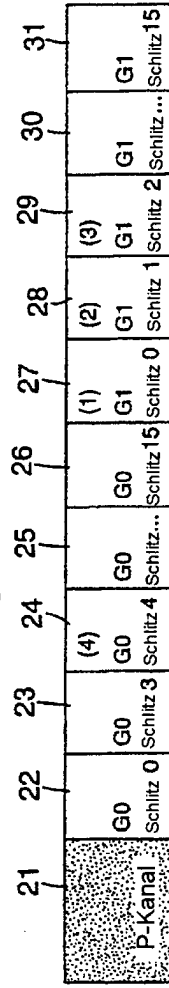
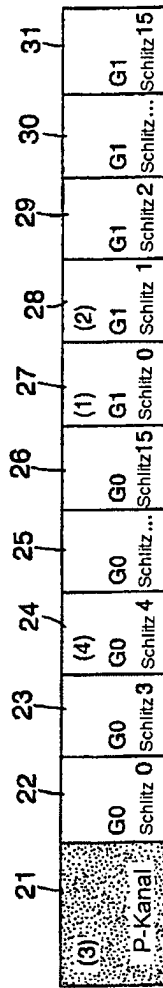
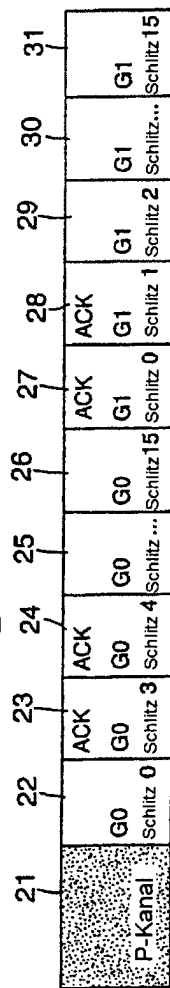
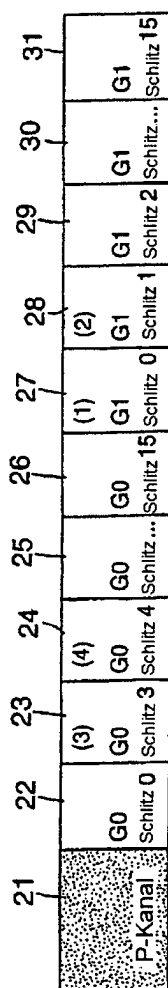


Fig. 4



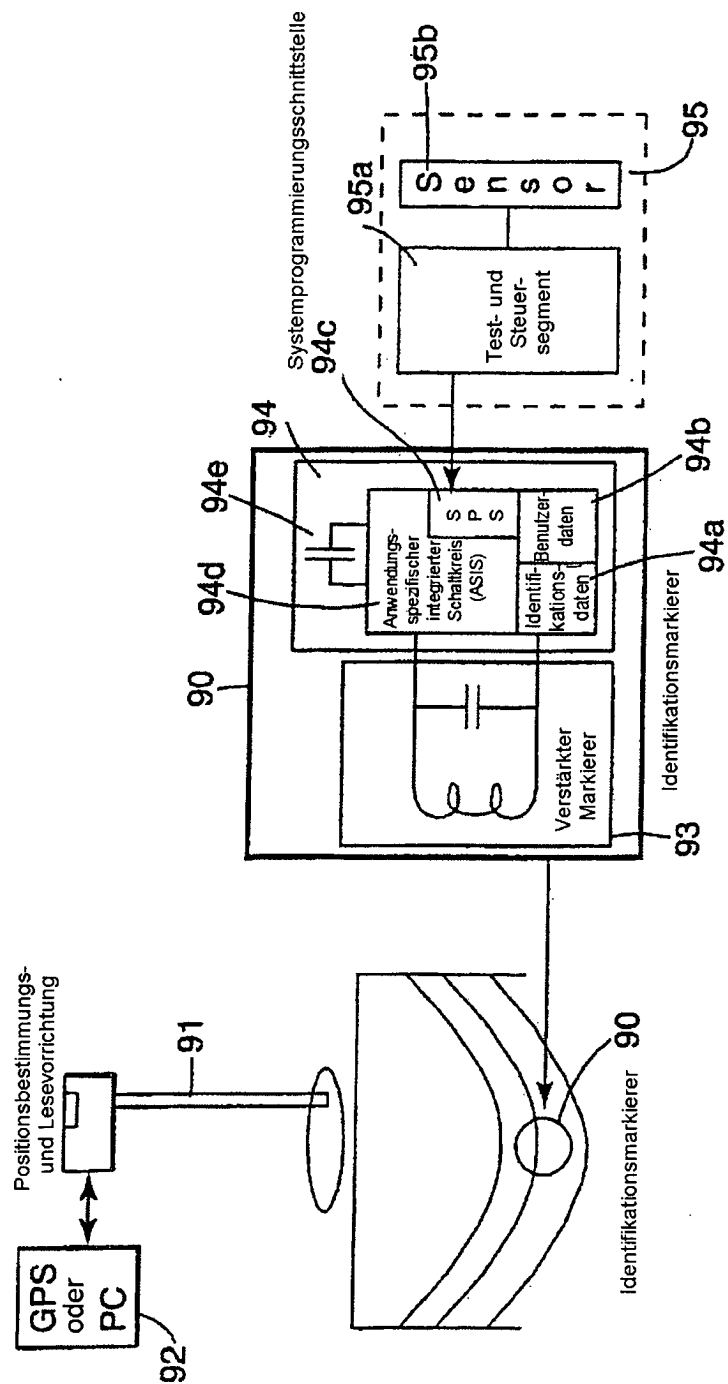


Fig. 9