



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 82 144 B4 2007.05.16**

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **198 82 144.1**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/00383**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/038737**
 (86) PCT-Anmeldetag: **12.01.1998**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **03.09.1998**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **05.01.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **16.05.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H03K 7/04 (2006.01)**
H03K 9/04 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
08/807,299 27.02.1997 US

(73) Patentinhaber:
Northrop Grumman Corp., Los Angeles, Calif., US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

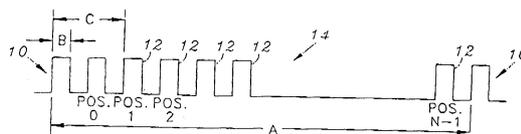
(72) Erfinder:
**Hicks, Randall G., Elmhurst, Ill., US; Guthrie,
 Warren E., Wheaton, Ill., US; Wesley, James T.,
 Hoffman Estates, Ill., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 37 32 287 A1
GB 22 59 202 A
US 53 94 410
US 52 06 909
US 51 51 698

(54) Bezeichnung: **Kommunikationsprotokoll mit Impulspositions-Modulation**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Modulieren eines Funksignals, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

- Vorbestimmen eines ersten Zeitintervalls, so daß ein Datenwort festgelegt wird;
- Erzeugen eines Synchronisationsimpuls, wobei der Synchronisationsimpuls mindestens ein Datenwort einleitet, welches die Länge des vorbestimmten ersten Zeitintervalls aufweist; und
- Erzeugen eines einzigen Datenimpulses innerhalb des mindestens einen Datenwortes nach einem zweiten Zeitintervall in Bezug einen Beginn des mindestens einen Datenwortes, innerhalb dessen er erzeugt wird, wobei die Länge des zweiten Zeitintervalls mindestens ein Zeichen festlegt;
- wobei das Festlegen von mindestens einem Zeichen unter Verwendung eines einzigen Synchronisationsimpulses eine Energieeffizienz des Funksignals vergrößert, während ein Arbeitszyklus des Funksignals abgeschwächt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Kommunikationsprotokolle und insb. auf ein Verfahren zum Modulieren eines Funksignals, welches einen verbesserten Energiewirkungsgrad bereitstellt, während der Arbeitszyklus des Signals abgeschwächt wird.

[0002] Es sind zahlreiche unterschiedliche Kommunikationsprotokolle bei kontinuierlichen Wellen zum Übertragen von Informationen über Funkwellen im Stand der Technik bekannt. Beispielsweise ist unter den frühesten Kommunikationsprotokollen bei kontinuierlichen Wellen der Morsecode, bei dem jedes Zeichen des Alphabets durch jeweils eine einzige Kombination von Strichen und Punkten dargestellt wird. In ähnlicher Weise sind zahlreiche andere Protokolle bei kontinuierlichen Wellen entwickelt worden, einschließlich des Internationalen Codes.

[0003] Verschiedene andere Kommunikationsprotokolle sind bekannt, bei denen die übertragene Information von der Position von Impulsen innerhalb eines Impulszugs abhängt.

[0004] Beispielsweise ist in dem US-Patent 5 151 698 (Pophillat, 29. September 1992) mit dem Titel "METHOD FOR THE CODING OF A DIGITAL SIGNAL, CODER AND DECODER TO IMPLEMENT THIS METHOD, REGENERATION METHOD AND CORRESPONDING REGENERATOR UTILIZING PULSE POSITION MODULATOR" ein Verfahren zum Codieren eines digitalen Signals sowie einen Codierer und Decodierer zum Realisieren dieses Verfahrens beschrieben, wobei binäre Muster zum Codieren von Signalen verwendet werden; in dem US-Patent 5 206 909 (Gates, 27. April 1993) mit dem Titel "METHOD FOR SECURE PPM-BASED LASER COMMUNICATIONS" ein System für sichere Kommunikationen zwischen Sende- und Empfangsvorrichtungen in einem Laserkommunikationssystem, bei dem eine Impulspositionsmodulation verwendet wird, wobei eine Anzahl von optischen Impulsen jedes einzelne zu übertragende Symbol darstellen; und in dem US-Patent 5 394 410 (Chen, 28. Februar 1995) mit dem Titel "DIFFERENTIALLY CODED AND GUARD PULSE POSITION MODULATION FOR COMMUNICATION NETWORKS" ein drahtloses Infrarot-Kommunikationssystem, bei dem die Daten zur seriellen Übertragung codiert werden, indem eine Datenübertragungsperiode in eine Anzahl von (Zeit-)Schlitzen unterteilt wird, von denen jeder aus einer Folge von Impulsen besteht.

[0005] Allerdings wurde im Stand der Technik kein Versuch unternommen, um den Arbeitszyklus bzw. das Arbeitsspiel von Radio- oder Funkübertragungen über die Verwendung eines energieeffizienten Impulspositionsmodulationsprotokolls abzuschwächen.

Wie für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet der Technik ersichtlich ist, kann es zweckmäßig sein, den Arbeitszyklus einer derartigen Radio- bzw. Funkübertragung abzuschwächen, um Genehmigungsanforderungen der Bundeskommunikationskommission (Federal Communications Commission, FCC) zu vermeiden, und um auch die Leistungsanforderungen für solche Funkübertragungen abzuschwächen und dadurch die Lebensdauer der Batterie zu vergrößern.

[0006] Entsprechend den derzeitigen Genehmigungsanforderungen der FCC können Ein-/Aus-Verschlüsselungsprotokolle, so wie solche, die üblicherweise in Funkkommunikationen mit kontinuierlichen Wellen eingesetzt werden, bei Leistungsniveaus bis zu 1 mWatt ohne Genehmigung übertragen werden. Es ist herausgefunden worden, daß die Impulspositionsmodulation, ein Typ von Ein-/Aus Verschlüsselungsmodulation, dieser Anforderung entspricht, so lange ihr Arbeitszyklus auf weniger als etwa 1 % gehalten wird. Es ist daher von Vorteil, ein Impulspositionsmodulationsprotokoll bereitzustellen, bei dem ein Arbeitszyklus von 1 % aufrechterhalten bleibt.

[0007] Weiterhin ist herausgefunden worden, daß Funksignale einer Abschwächung bzw. einem "fading" unterliegen, wobei das ausgesendete Signal nicht sauber empfangen wird. Ein solches fading wird durch Mehrwegeübertragung hervorgerufen, wobei die auf zwei oder mehreren Wegen übertragenen Signale auf destruktive Weise miteinander interferieren, so daß ihr Niveau unterhalb eines Punktes reduziert wird, an dem sie noch zuverlässig erfaßt werden können. Daher ist es weiterhin vorteilhaft, ein Impulspositionsmodulationsprotokoll bereitzustellen, bei dem eine derartige Abschwächung bzw. ein fading verringert wird, wodurch eine verbesserte Zuverlässigkeit des Empfangs ermöglicht wird.

[0008] Im Hinblick auf die Nachteile des Standes der Technik ist es somit vorteilhaft, ein energieeffizientes Verfahren zum Modulieren eines Funksignals bereitzustellen, das einen abgeschwächten Arbeitszyklus aufweist, so daß die Notwendigkeit einer Genehmigung durch FCC nicht mehr besteht, und wobei auch ein Protokoll verwendet wird, bei dem Übertragungsfehler aufgrund von fading reduziert werden.

[0009] Die vorliegende Erfindung richtet sich insb. auf die vorstehend ausgeführten Nachteile, die mit dem Stand der Technik zusammenhängen, und sucht diese zu überwinden.

[0010] In einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Modulieren eines Funksignals bereitgestellt, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt: a) Vorbestimmen eines ersten Zeitintervalls, so daß ein Datenwort festgelegt wird; b) Erzeugen eines Synchronisationsimpulses,

wobei der Synchronisationsimpuls mindestens ein Datenwort einleitet, welches die Länge des vorbestimmten ersten Zeitintervalls aufweist; und c) Erzeugen eines einzigen Datenimpulses innerhalb des mindestens einen Datenwortes nach einem zweiten Zeitintervall in Bezug einen Beginn des mindestens einen Datenwortes, innerhalb dessen er erzeugt wird, wobei die Länge des zweiten Zeitintervalls mindestens ein Zeichen festlegt; d) wobei das Festlegen von mindestens einem Zeichen unter Verwendung eines einzigen Synchronisationsimpulses eine Energieeffizienz des Funksignals vergrößert, während ein Arbeitszyklus des Funksignals abgeschwächt wird.

[0011] Gemäß einer besonderen Ausführungsform legt die Länge des zweiten Zeitintervalls nur ein Zeichen fest. Die Bezeichnung "Zeichen", so wie sie hier verwendet wird, definiert eine Dateneinheit und braucht nicht auf standardmäßige alphanumerische Zeichen beschränkt zu sein.

[0012] Vorzugsweise umfaßt der Schritt des Erzeugens des einzigen Datenimpulses nach einem vorbestimmten Zeitintervall: a) Erzeugen des einzigen Datenimpulses mit einer Impulsbreite von zwischen etwa 200 μs und etwa 250 μs ; b) wobei das vorbestimmte erste Zeitintervall ein Zeitintervall umfaßt, welches etwa gleich einem Mehrfachen von zwischen 600 μs und 750 μs ist.

[0013] Die Verwendung eines solchen Mehrfachen zur Festlegung eines Zeitintervalls beruht auf der Unterteilung des vorbestimmten ersten Zeitintervalls in eine Anzahl von Zellen, die jeweils eine Länge von zwischen etwa 600 μs und etwa 750 μs aufweisen, wie nachfolgend noch im einzelnen erläutert wird. Das Zeichen oder die Dateneinheit ist dadurch festgelegt, in welche Zelle der Datenimpuls plaziert ist.

[0014] Günstigerweise wird der Schritt des Vorbestimmens des ersten Zeitintervalls für jedes modulierte Datenwort wiederholt und ist für mindestens zwei Datenworte unterschiedlich. Daher kann wahlweise ein unterschiedliches erstes Zeitintervall für jedes Datenwort festgelegt werden, so daß der Sendewirkungsgrad optimiert wird. Selbstverständlich muß ein Empfänger im voraus wissen oder entsprechend informiert werden, welches die Länge eines jeden zu übertragenden Datenworts ist, so daß die richtige Demodulierung des Signals erleichtert wird bzw. möglich ist.

[0015] Weiterhin legt eine Anzahl von so festgelegten Zeichen ihrerseits ein Paket fest, wobei das Paket eine Zeitdauer von weniger als etwa 0,5 Sekunden aufweist, um das Fading abzuschwächen, wobei eine Anzahl von solchen Paketen eine Nachricht bilden.

[0016] Eine weitere besondere Ausführungsform ist gekennzeichnet durch den Schritt, daß die Nachricht

eine Anzahl von Malen, vorzugsweise dreimal, nacheinander übertragen wird, um die Wahrscheinlichkeit von deren richtigen Empfang zu vergrößern.

[0017] Ferner ist eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gekennzeichnet durch a) Übertragen einer Information, die die Position des Pakets innerhalb der Nachricht angibt, zusammen mit jedem einzelnen Paket; b) Übertragen einer Information, die die Anzahl von Malen angibt, die die Nachricht übertragen worden ist, zusammen mit jeder Nachricht; und c) Übertragen einer Information zur Fehlererfassung zusammen mit jedem einzelnen Paket.

[0018] Vorzugsweise beinhaltet der Schritt des Übertragens einer Information zur Fehlererfassung das Übertragen einer differenziellen Prüfsumme, die durch abwechselndes Addieren und Subtrahieren der Längen von aufeinanderfolgenden zweiten Zeitintervallen berechnet wird.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt liefert die Erfindung ein Verfahren zum Demodulieren eines Funksignals, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt: a) Periodisches Überwachen eines Eingangsanschlusses auf das Vorhandensein eines gegebenen Zustands hin; b) Speichern der vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände; c) Bestimmen, daß der Synchronisationsimpuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden; d) Starten eines Zeitgebers, wenn festgestellt worden ist, daß der Synchronisationsimpuls empfangen worden ist; e) erneutes periodisches Überwachen des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit des gegebenen Zustands hin; f) erneutes Speichern der vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände, g) Bestimmen, daß der Datenimpuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden; h) Auslesen eines Zeitintervalls aus dem Zeitgeber, wenn festgestellt worden ist, daß der Datenimpuls empfangen worden ist; und i) Verwenden der Länge des Zeitintervalls, um ein Zeichen festzulegen, welches durch diese repräsentiert wird.

[0020] Bei dem Empfangsverfahren kann eine hohe Abtastrate von 8 μs verwendet werden. Günstigerweise umfaßt der Schritt des periodischen Überwachens des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit des gegebenen Zustands hin das periodische Überwachen des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit eines hohen Zustands hin.

[0021] Vorteilhafterweise umfaßt der Schritt des periodischen Überwachens des Eingangsanschlusses auf das Vorhandensein des gegebenen Zustands hin

das Überwachen des Eingangsanschlusses in Zeitintervallen von zwischen etwa 25 μ s und etwa 40 μ s.

[0022] Vorzugsweise umfaßt der Schritt des Bestimmens, daß ein Impuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden, das Bestimmen, daß der Impuls empfangen worden ist, wenn sechs der letzten acht gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in einem gegebenen Zustand befinden.

[0023] Schließlich umfaßt vorteilhafter der Schritt des Speicherns einer vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände, daß die überwachten Zustände in einer softwaremäßigen Implementierung eines first in/first out-Pufferspeichers gespeichert werden.

[0024] Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet ersichtlich ist, können die überwachten Zustände alternativ innerhalb eines hardwaremäßigen Pufferspeichers gespeichert werden. Insgesamt ist es so, daß die Verfahrensschritte des Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung entweder software-, firmware- oder hardwaremäßig realisiert bzw. implementiert werden können, je nach dem wie dies zweckmäßig ist.

[0025] Somit stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Verbessern des Energiewirkungsgrads des übertragenen Funksignals bereit, während dessen Arbeitszyklus abgeschwächt wird. Zusätzlich wird eine Vorgehensweise bereitgestellt, um Übertragungsprobleme aufgrund von fading abzuschwächen.

[0026] Diese und weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen besser ersichtlich, wobei es sich versteht, daß Veränderungen innerhalb des speziell beschriebenen und dargestellten Aufbaus innerhalb des Umfangs der Ansprüche vorgenommen werden können, ohne daß der Bereich der Erfindung verlassen wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0027] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, welches ein Datenwort entsprechend einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt, wobei das Datenwort mit einem Synchronisationsimpuls beginnt, wobei ferner eine Anzahl von Positionen dargestellt sind, an denen sich der einzelne Datenimpuls relativ zu dem Synchronisationsimpuls befinden kann, um das zweite Zeitintervall festzulegen;

[0028] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das das Verfahren zum Modulieren eines Funksignals nach einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

zeigt, wobei nur ein führender oder einzelner Synchronisationsimpuls verwendet wird, um eine Anzahl von Datenworten innerhalb eines Pakets zu definieren, wobei jedes Datenwort, welches auf den einzelnen Synchronisationsimpuls folgt, durch ein vorbestimmtes Zeitintervall festgelegt ist;

[0029] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, welches zeigt, warum es notwendig ist, eine differentielle Prüfsumme zu verwenden, wobei abwechselnde zweite Zeitintervalle zueinander addiert und voneinander subtrahiert werden, um eine eindeutige Angabe zu ergeben, daß ein Fehler aufgetreten ist;

[0030] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, in dem die Vorgehensweise zur Fehlererfassung nach der vorliegenden Erfindung besser erläutert ist, wobei eine differentielle Prüfsumme verwendet wird;

[0031] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm, welches die Trennung der ursprünglichen Nachricht in die erste und zweite Halbnachricht oder Pakete erläutert;

[0032] [Fig. 6](#) zeigt die Zusammenfügung des Positionswortes und der Paket-Prüfsumme zu einem Paket;

[0033] [Fig. 7](#) zeigt, wie die Position und die Wiederholungszählung kombiniert werden, um das Positionswort nach [Fig. 6](#) zu bilden;

[0034] [Fig. 8](#) zeigt drei Sätze erster und zweiter Pakete, die miteinander kombiniert werden, um drei getrennte Nachrichten zu bilden; und

[0035] [Fig. 9](#) ist ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zum Demodulieren eines Funksignals, welches entsprechend der Vorgehensweise der vorliegenden Erfindung gebildet worden ist.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform im einzelnen

[0036] Die detaillierte Beschreibung, die nachfolgend in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen ausgeführt ist, ist als Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung gedacht und nicht dafür bestimmt, die einzigen Formen darzustellen, in denen die vorliegende Erfindung konstruiert oder verwendet werden kann. Die Beschreibung erläutert die Funktionen und die Abfolge der Schritte von Aufbau und Betriebsweise der Erfindung im Zusammenhang mit den dargestellten Ausführungsformen. Es sei allerdings darauf verwiesen, daß die gleichen oder äquivalente Funktionen und Abfolgen durch unterschiedliche Ausführungsformen verwirklicht werden können, von denen ebenfalls angenommen wird, daß sie innerhalb des Bereichs der Erfindung liegen.

[0037] Das Verfahren zum Modulieren eines Funksignals gem. der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 1–Fig. 9](#) erläutert, in denen zwei gegenwärtig bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung dargestellt sind.

[0038] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) umfaßt die erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung den Schritt, einen Synchronisationsimpuls **10** zu erzeugen, auf den ein einzelner Datenimpuls **12** folgt. [Fig. 1](#) zeigt eine Anzahl von Datenimpulsen **12**, um ein Beispiel dafür anzugeben, wo die Datenimpulse sich relativ zu dem Synchronisationsimpuls **10** befinden können. Allerdings folgt nur ein einziger Datenimpuls auf jeden einzelnen Synchronisationsimpuls, um den Arbeitszyklus abzuschwächen. Der einzelne Datenimpuls **12** befindet sich innerhalb eines vorbestimmten ersten Zeitintervalls, welches ein Datenwort **14** definiert. Das erste Zeitintervall ist genauer gesagt als die Zeit zwischen zwei Vorderkanten von zwei benachbarten Synchronisationsimpulsen definiert und ist in [Fig. 1](#) als Zeit A bezeichnet. Das zweite Zeitintervall ist genauer gesagt als die Zeit zwischen der Vorderkante des Synchronisationsimpulses **10** und der Vorderkante des Datenimpulses **12** definiert, wie bspw. die Zeit, die in [Fig. 1](#) mit C bezeichnet ist. Selbstverständlich verändert sich das zweite Zeitintervall C in Abhängigkeit davon, wo sich der Datenimpuls **12** innerhalb des Datenworts **14** befindet, und somit in Abhängigkeit davon, welches Zeichen dadurch dargestellt wird. Somit legt die Länge des zweiten Intervalls, die Zeit C, das übertragene Zeichen fest.

[0039] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Synchronisationsimpulse **10** und die Datenimpulse **12** so erzeugt, daß sie im wesentlichen identische Amplituden und Impulsbreiten haben. Die Impulsbreite bzw. Impulslänge des Synchronisationsimpulses **10** ist in [Fig. 1](#) als Abmessung B dargestellt, wobei dieses auch die Impulsbreite des Datenimpulses ist, da beide gleich sind.

[0040] Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet der Technik ersichtlich ist, wird dadurch, daß zumindest ein Zeichen oder eine sonstige Datenmenge durch einen einzelnen Datenimpuls **12** festgelegt wird, der nach der Übertragung des Synchronisationsimpulses **10** auftritt, der Energiewirkungsgrad des übertragenen Radiosignals verbessert und der Arbeitszyklus davon abgeschwächt. Der Energiewirkungsgrad wird verbessert, da die Menge an Energie, die erforderlich ist, um bspw. ein einzelnes Zeichen darzustellen, lediglich die ist, die mit der Übertragung des einzelnen Synchronisationsimpulses **10** und des einzelnen Datenimpulses **12** zusammenhängt. Der Arbeitszyklus der Übertragung bzw. Aussendung ist definiert als die gesamte Zeitdauer, während der Energie für ein Datenwort übertragen wird, dividiert

durch die Zeit, die zur Übertragung des Datenworts erforderlich ist. Somit ist der Arbeitszyklus gleich der Impulsbreite bzw. der Abmessung B des Synchronisationsimpulses **10** zzgl. der Impulsbreite des Datenimpulses, die ebenfalls gleich B ist, dividiert durch die Zeitdauer eines Datenworts bzw. die Abmessung A, wodurch der Arbeitszyklus gleich $2B$ dividiert durch A ist.

[0041] Gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei auf [Fig. 2](#) Bezug genommen sei, sind sämtliche Synchronisationsimpulse mit Ausnahme des ersten Synchronisationsimpulses **10** eliminiert. Die Position der Datenimpulse **12** innerhalb der Datenworte **14**, die auf den einzelnen Synchronisationsimpuls **10** folgen, legen das übertragene Zeichen bzw. die übertragenen Daten fest, wie es bei der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Fall ist. Somit folgen dem einzelnen Synchronisationsimpuls **10** eine Anzahl von Datenworten **14**, die jeweils durch ein im wesentlichen gleiches Zeitintervall festgelegt sind, um die Festlegung einer Anzahl von Zeichen bspw. über die Platzierung eines einzelnen Datenimpulses **12** innerhalb eines jeden Datenworts **14** zu ermöglichen.

[0042] Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet der Technik ersichtlich ist, wird der Energiewirkungsgrad einer Übertragung bzw. Aussendung entsprechend der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Vergleich zur ersten Ausführungsform der Erfindung verbessert. Weiterhin wird der Arbeitszyklus einer Funkaussendung entsprechend der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Vergleich zur ersten Ausführungsform der Erfindung abgeschwächt.

[0043] Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Arbeitszyklus festgelegt durch die Summe der Impulsbreite des Synchronisationsimpulses **10** zzgl. der Impulsbreite von allen Datenimpulsen **12** innerhalb eines Pakets, dividiert durch die Zeit, die für die Übertragung bzw. Sendung des Pakets erforderlich ist. Es ist klar, da nur ein einzelner Synchronisationsimpuls **10** in jedem Paket verwendet wird, anstelle eines Synchronisationsimpulses pro Datenimpuls wie in der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, daß der Arbeitszyklus einer Übertragung, die entsprechend der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird, wesentlich kleiner ist als ein Arbeitszyklus einer Übertragung, die entsprechend der ersten Ausführungsform der Erfindung ausgeführt wird.

[0044] Nachfolgend wird, wobei auf [Fig. 3](#) Bezug genommen wird, der Grund erläutert, weshalb eine differentielle Prüfsumme zur Bereitstellung einer Fehlererfassung entsprechend der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Wenn benachbarte Zeitinter-

valle einfach zusammengezählt werden, werden nicht eindeutige Prüfsummen gebildet. Bspw. ergibt die Addierung der Zeitintervalle von 5 und 7 für korrekt übertragene Daten eine Summe, die gleich 12 ist, während sich die Zeitintervalle von 6 und 6 für nicht korrekt übertragene Daten ebenfalls auf 12 summieren. Somit ergibt die reine Summierung der Zeitintervalle zwischen Datenimpulsen **12** keine Angabe dafür, daß ein Fehler aufgetreten ist.

[0045] Wenn allerdings Differenzen aus den Zeitintervallen zwischen benachbarten Datenimpulsen gebildet werden, dann werden dadurch eindeutige Prüfsummen gebildet. Bspw. ist die Differenz zwischen den beiden Zeitintervallen von 5 und 7 gleich -2 für korrekt übertragene Daten, ist aber für nicht korrekt übertragene Daten gleich 6 minus 6 oder gleich 0, wodurch genau angezeigt wird, daß ein Übertragungsfehler aufgetreten ist.

[0046] Gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei nachfolgend auf [Fig. 4](#) Bezug genommen sei, werden die Zeitintervalle zwischen benachbarten Datenimpulsen **12**, einschließlich des anfänglichen Impulses oder Synchronisationsimpulses **10**, abwechselnd addiert und subtrahiert, um eine Prüfsumme zu bilden. Dies ergibt eine zuverlässige und genaue Angabe, daß bzw. ob ein Fehler aufgetreten ist. Somit wird bspw. das erste Zeitintervall **20** zu der Prüfsumme addiert, während das zweite Zeitintervall **22** davon abgezogen wird, wobei das dritte Zeitintervall **24** dazu addiert wird und das vierte Zeitintervall **26** davon abgezogen wird usw.. Eine solche differentielle Prüfsumme kann wahlweise entweder mit der ersten oder mit der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0047] Gemäß sowohl der ersten als auch der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die ursprüngliche Nachricht **30**, die entweder aus einem Strom von Zeichen oder aus einem Datensatz besteht, wobei nachfolgend auf [Fig. 5](#) Bezug genommen sei, in eine Anzahl von Paketen unterteilt, vorzugsweise in zwei Pakete, wie dargestellt. Jedes Paket **32** enthält somit einen Teil der ursprünglichen Nachricht **30**. Es ist herausgefunden worden, daß durch Begrenzen der Übertragungszeit, durch Unterteilen der ursprünglichen Nachricht **30** in Pakete **32**, auf weniger als etwa 0,5 s, das fading zum Abschwächen neigt.

[0048] Nachfolgend sei auf [Fig. 6](#) Bezug genommen. Ein Positionswort **34** wird vorn oder an den ersten Teil eines jeden Pakets **32** angehängt, und eine Paketprüfsumme **36**, die wie vorstehend im einzelnen beschrieben berechnet wird, wird an das Ende eines jeden Pakets **32** angehängt. Das Positionswort **34** gibt an, welches Paket aus einer Anzahl von Paketen **32** übertragen wird, da die ursprüngliche Nachricht **30** in eine Anzahl getrennter Pakete **32** unterteilt

worden ist. Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet ersichtlich ist, ist es notwendig zu wissen, von wo in der ursprünglichen Nachricht jedes einzelne Paket **32** gebildet wurde, um die ursprüngliche Nachricht **30** genau wiederherstellen zu können. Somit gibt das Positionswort **34** in einem Zwei-Paket-Protokoll an, ob das Paket das erste oder das zweite ist. Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet ersichtlich ist, können zahlreiche unterschiedliche Anzahlen von Paketen verwendet werden, wobei dies typischerweise von der gesamten Größe der ursprünglichen Nachricht abhängt.

[0049] Nachfolgend sei auf [Fig. 7](#) Bezug genommen. Das Positionswort **34** besteht vorzugsweise sowohl aus Positionsdaten **38**, wie sie vorstehend beschrieben sind, und aus einem Wiederholungszähler **40**. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird jede ursprüngliche Nachricht **30** eine Anzahl von Malen übertragen, vorzugsweise dreimal, um den richtigen Empfang der Nachricht noch sicherer zu machen. Die Übertragung des Wiederholungszählers **40** ermöglicht es dem Empfänger, nachfolgend übertragene Nachrichten zu ignorieren, wenn die erste Nachricht richtig empfangen worden ist, und gibt weiterhin eine Angabe für die Frequenz, bei der ein fading auftritt.

[0050] Nachfolgend sei auf [Fig. 8](#) Bezug genommen. Demgem. besteht jede Nachricht **30** aus ersten und zweiten Paketen **32** und enthält wahlweise Abstands- oder Schutzimpulse **42**, die als Zeit E zwischen Paketen dargestellt sind, und auch zwischen Nachrichten, wenn gewünscht.

[0051] Nachfolgend sei auf [Fig. 9](#) Bezug genommen, in der ein Verfahren vom Demodulieren von Funksignalen dargestellt ist, die entsprechend der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung moduliert sind. Gemäß dem Verfahren zum Demodulieren von Funksignalen entsprechend der vorliegenden Erfindung wird der Zustand eines Eingangsanschlusses auf einen hohen Zustand hin überwacht. Somit wird nach dem Start des Demodulationsalgorithmus **100** dann der Zustand des Eingangsanschlusses in im wesentlichen identischen Zeitintervallen fortlaufend überwacht, bis vier hohe Zustände erfaßt worden sind. Das Erfassen des ersten hohen Zustands **102** veranlaßt den Algorithmus dazu, darauf zu warten, daß der zweite hohe Zustand **104** erfaßt wird. Das Erfassen des zweiten hohen Zustands **104** veranlaßt den Algorithmus dazu, darauf zu warten, daß der dritte hohe Zustand **106** erfaßt wird. Das Erfassen des dritten hohen Zustands veranlaßt den Algorithmus dazu, darauf zu warten, daß der vierte hohe Zustand **108** erfaßt wird. Nachdem alle vier hohen Zustände erfaßt worden sind, ist ein Impuls identifiziert worden **110**, und die auf diese Weise identifizierten Impulse werden dann zu einer Nachricht **112** verarbeitet, und der Vorgang wird wie-

derholt.

[0052] Zu irgend einem Zeitpunkt, wenn einer der vier hohen Zustände **102**, **104**, **106**, **108** nicht erfaßt worden ist, erfolgt eine Zurücksetzung des Algorithmus, wobei dann eine erneute Zählung der hohen Zustände beginnt. Somit führen kurze Übergangsimpulse, die zu einer unrichtigen Identifizierung der Impulse als ein, zwei oder drei hohe Zustände führen können, nicht zur Identifizierung eines Impulses.

[0053] Wie vorstehend dargelegt, stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Modulieren eines Funksignals bereit, welches den Energiewirkungsgrad des übertragenen Funksignals verbessert und den Arbeitszyklus des Signals abschwächt. Es ist erwünscht, daß der Arbeitszyklus auf weniger als 1 % gehalten wird, um das Erfordernis einer Genehmigung durch die FCC-Behörde zu umgehen. Wie für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet ersichtlich ist, spart die Verminderung des Arbeitszyklus darüber hinaus Batteriestrom.

[0054] Die vorliegende Erfindung stellt auch eine verbesserte Leistung bereit bei Umgebungsbedingungen, in denen ansonsten eine wesentlich verschlechterte Leistung aufgrund des Fadings auftreten würde. Die vorliegende Erfindung ermöglicht ferner Übertragungen mit vergrößerter Reichweite bei Umgebungsbedingungen, in denen ein erhebliches Fading auftritt.

[0055] Bei der Impulsproduktionsmodulation entsprechend der vorliegenden Erfindung werden Informationen, d.h. Zeichen oder sonstige Daten, unter Verwendung der zwischen Impulsen gemessenen Zeitspannen ausgesendet, um Informationen zu übertragen. Der erste Impuls, der als ein Synchronisationsimpuls bezeichnet wird, wird dazu verwendet, den Beginn des ersten Zeitintervalls anzugeben. Anschließende Impulse innerhalb eines Pakets werden dazu verwendet, anschließende Zeitintervalle festzulegen. Wenn sich somit der erste Datenimpuls bspw. in einem Abstand von 100 Einheiten von dem Synchronisationsimpuls entfernt befindet, dann wird ein bestimmter Datenwert oder ein bestimmtes Zeichen diesem zugewiesen, welches sich von einem Zeichen oder Datenwert unterscheidet, welches zugewiesen wird, wenn sich der zweite Impuls in einem Abstand von 80 Einheiten von dem Synchronisationsimpuls entfernt befindet.

[0056] Wie für einen Fachmann auf diesem Gebiet der Technik ersichtlich ist, führt eine Mehrfachabtastung der empfangenen Impulse zu einer vergrößerten Genauigkeit und Fehlertoleranz.

[0057] Weiterhin kann entsprechend der vorliegenden Erfindung das Zeitintervall zwischen dem Synchronisationsimpuls **10** und dem ersten Datenimpuls

12 und auch zwischen nachfolgenden Datenimpulsen **12** zweckmäßigerweise als in Zellen unterteilt gedacht werden, wie sie bspw. in [Fig. 2](#) mit **13** bezeichnet sind, wobei der Ort eines Datenimpulses innerhalb einer gegebenen Zelle den Datenwert oder das Zeichen angibt, das einem bestimmten Datenimpuls **12** zugeordnet werden soll. Vorzugsweise ist jede Zelle so definiert, daß sie eine Zeitdauer hat, die wesentlich länger ist als der Datenimpuls, der darin untergebracht werden soll, so daß die Zuverlässigkeit und Genauigkeit vergrößert wird, mit denen die Auswendungen bzw. Übertragungen erfolgen. Wie allerdings für einen Fachmann auf dem vorliegenden Gebiet ersichtlich ist, kann eine Zelle auch wesentlich schmaler sein als die der zugehörigen Information zugeordnete Impulsbreite. Bspw. kann nur die Vorderkante bzw. führende Kante des Impulses dazu verwendet werden, anzuzeigen, welche Zelle für das übertragene Zeichen oder die Daten repräsentativ ist.

[0058] Die Anzahl von Zellen zwischen Synchronisationsimpulsen ist vorzugsweise so festgelegt, daß sie eine binäre Exponentialzahl von 2 ist, so daß die Übersetzung von Daten vereinfacht wird.

[0059] Vorzugsweise ist die Länge eines jeden Datenworts, festgelegt durch die Anzahl von darin enthaltenen Zellen, die gleiche. Allerdings kann eine variable Wortlänge verwendet werden, sofern der Empfänger vorab so programmiert worden ist, daß er solche Wörter mit variablen Längen oder Informationen, die sich auf die variablen Wortlängen beziehen, und die zu dem Empfänger gesendet werden, verarbeiten kann. Solche Worte mit variabler Länge können besondere Anwendung in speziellen Anwendungsfällen finden, bei denen nicht aus Zeichen bestehende Daten dadurch günstiger übertragen werden. Bspw. kann es bei Instrumentierungs- und Steuerungsanwendungen zweckmäßiger sein, Daten in Worte mit unterschiedlichen Längen zu unterteilen, was an den variierenden Mengen von Daten liegt, die routinemäßig übertragen werden müssen.

[0060] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Breite eines jeden Synchronisations- und Datenimpulses etwa 200 bis 250 µs. Jedes Datenwort besteht vorzugsweise aus 64 Zellen oder einzelnen Plätzen, innerhalb derer sich ein Datenimpuls befinden kann. Die Größe der Zellen hat vorzugsweise eine Länge von 600 bis 750 µs, so daß sie wesentlich breiter sind als die Impulsbreite. Alternativ können Zellengrößen von nur 300 µs verwendet werden. Vorzugsweise werden zwei Schutzzellen zwischen Paketen verwendet. Jede Schutzzelle hat vorzugsweise eine Länge von 200 µs. Es ist herausgefunden worden, daß diese Parameter dafür sorgen, daß die Übertragung unterhalb des erforderlichen Arbeitszyklus von 1 % liegt.

[0061] Wie vorstehend erläutert, kann der Demodulationsalgorithmus entweder die vordere oder die hintere Kante verwenden, um die Position eines Impulses innerhalb eines Datenworts festzustellen. Es ist allerdings herausgefunden worden, daß dann, wenn eine große Impulsbreite bezogen auf die Zellengröße verwendet wird, ein Impulszentrierungsalgorithmus zweckmäßig ist. Dies gilt insb. dann, wenn die Anzahl von Abtastungen je Impuls relativ groß ist. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist herausgefunden worden, daß eine Abtastrate von etwa 5 Abtastungen je Impuls ausreichend ist.

[0062] Es ist herausgefunden worden, daß der Empfänger in der Nähe der Grenzen der Empfindlichkeit des Empfängers, d.h. bei großen Reichweiten dazu neigen kann, die Form der empfangenen Impulse zu verzerren. Auf diese Weise kann die vordere Kante, die hintere Kante oder die Mitte eines jeden Impulses verzerrt werden. In solchen Fällen ist herausgefunden worden, daß die Verwendung eines Glättungsalgorithmus, gekoppelt mit Impulszentrierung, den Impulssignalen eine erhebliche Unempfindlichkeit verleiht.

[0063] Wenn die ursprüngliche Nachricht in eine Anzahl von Paketen unterteilt wird, kann das letzte Paket mit Nullen aufgefüllt werden, um die Verwendung von Paketen zu erleichtern bzw. zu ermöglichen, die eine identische Größe aufweisen.

[0064] Es versteht sich, daß die beispielhafte Vorgehensweise zum Modulieren eines Funksignals, die vorliegend beschrieben und in den Zeichnungen dargestellt worden ist, lediglich eine gegenwärtig bevorzugte Ausführungsform der Erfindung darstellt. Zahlreiche Modifikationen und Zusätze können bei solchen Ausführungsformen vorgenommen werden ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Bspw. können zahlreiche unterschiedliche Wortgrößen, Impulsbreiten, Anzahlen von Zellen innerhalb eines Datenworts, Anzahlen von Paketen, in die die ursprüngliche Nachricht unterteilt wird, Anzahl von Schutzzellen und Arten der Fehlererfassung verwendet werden.

[0065] Die in der vorangehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Modulieren eines Funksignals, wobei das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

a) Vorbestimmen eines ersten Zeitintervalls, so daß ein Datenwort festgelegt wird;

b) Erzeugen eines Synchronisationsimpulses, wobei der Synchronisationsimpuls mindestens ein Datenwort einleitet, welches die Länge des vorbestimmten ersten Zeitintervalls aufweist; und

c) Erzeugen eines einzigen Datenimpulses innerhalb des mindestens einen Datenwortes nach einem zweiten Zeitintervall in Bezug einen Beginn des mindestens einen Datenwortes, innerhalb dessen er erzeugt wird, wobei die Länge des zweiten Zeitintervalls mindestens ein Zeichen festlegt;

d) wobei das Festlegen von mindestens einem Zeichen unter Verwendung eines einzigen Synchronisationsimpulses eine Energieeffizienz des Funksignals vergrößert, während ein Arbeitszyklus des Funksignals abgeschwächt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des zweiten Zeitintervalls nur ein Zeichen festlegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Erzeugens des einzigen Datenimpulses nach einem vorbestimmten Zeitintervall umfaßt:

a) Erzeugen des einzigen Datenimpulses mit einer Impulsbreite von zwischen etwa 200 μ s und etwa 250 μ s;

b) wobei das vorbestimmte erste Zeitintervall ein Zeitintervall umfaßt, welches näherungsweise gleich einem Mehrfachen von zwischen 600 μ s und 750 μ s ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Vorbestimmens des ersten Zeitintervalls für jedes modulierte Datenwort wiederholt wird und für mindestens zwei Datenworte unterschiedlich ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, eine Anzahl von so festgelegten Zeichen ihrerseits ein Paket festlegt, wobei das Paket eine Zeitdauer von weniger als etwa 0,5 Sekunden aufweist, um das Fading abzuschwächen, wobei eine Anzahl von solchen Paketen eine Nachricht bildet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, weiter gekennzeichnet durch den Schritt, daß die Nachricht eine Anzahl von Malen nacheinander übertragen wird, um die Wahrscheinlichkeit von deren richtigem Empfang zu vergrößern.

7. Verfahren nach Anspruch 6, weiter gekennzeichnet durch die Schritte:

a) Übertragen einer Information, die die Position des Pakets innerhalb der Nachricht angibt, zusammen mit jedem einzelnen Paket;

b) Übertragen einer Information, die die Anzahl von Malen angibt, die die Nachricht übertragen worden ist, zusammen mit jeder Nachricht; und

c) Übertragen einer Information zur Fehlererfassung zusammen mit jedem einzelnen Paket.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Übertragens einer Information zur Fehlererfassung das Übertragen einer differenziellen Prüfsumme beinhaltet, die durch abwechselndes Addieren und Subtrahieren der Längen von aufeinanderfolgenden zweiten Zeitintervallen berechnet wird.

9. Verfahren zum Demodulieren eines Funksignals, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

- a) Periodisches Überwachen eines Eingangsanschlusses auf das Vorhandensein eines gegebenen Zustands hin;
- b) Speichern der vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände;
- c) Bestimmen, daß der Synchronisationsimpuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden;
- d) Starten eines Zeitgebers, wenn festgestellt worden ist, daß der Synchronisationsimpuls empfangen worden ist;
- e) erneutes periodisches Überwachen des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit des gegebenen Zustands hin;
- f) erneutes Speichern der vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände;
- g) Bestimmen, daß der Datenimpuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden;
- h) Auslesen eines Zeitintervalls aus dem Zeitgeber, wenn festgestellt worden ist, daß der Datenimpuls empfangen worden ist; und
- i) Verwenden der Länge des Zeitintervalls, um ein Zeichen festzulegen, welches durch diese repräsentiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des periodischen Überwachens des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit des gegebenen Zustands hin das periodische Überwachen des Eingangsanschlusses auf die Anwesenheit eines hohen Zustands hin umfaßt.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des periodischen Überwachens des Eingangsanschlusses auf das Vorhandensein des gegebenen Zustands hin das Überwachen des Eingangsanschlusses in Zeitintervallen von zwischen etwa 25 μ s und etwa 40 μ s umfaßt.

12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Bestimmens, daß ein Impuls empfangen worden ist, wenn die vorbestimmte Anzahl der gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in dem gegebenen Zustand befinden, das Bestimmen umfaßt, daß der Impuls empfangen worden ist, wenn sechs der letzten acht gespeicherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in einem gegebenen Zustand befinden.

cherten Zustände des Eingangsanschlusses sich in einem gegebenen Zustand befinden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt des Speicherns der vorbestimmten Anzahl der überwachten Zustände umfaßt, daß die überwachten Zustände in einer softwaremäßigen Implementierung eines first in/first out-Pufferspeichers gespeichert werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

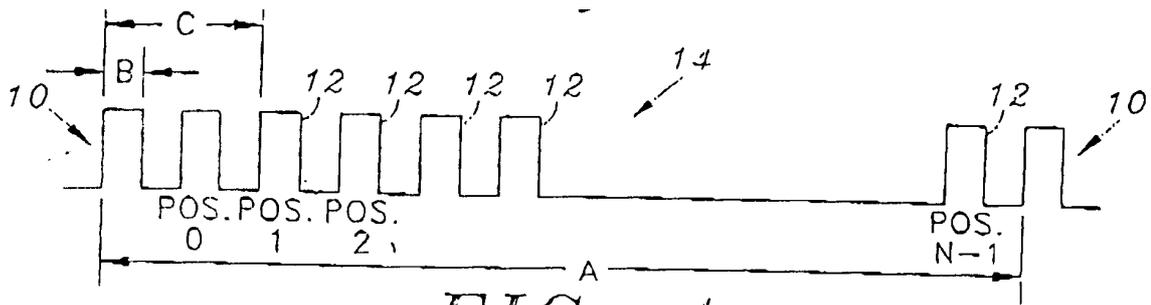


FIG. 1

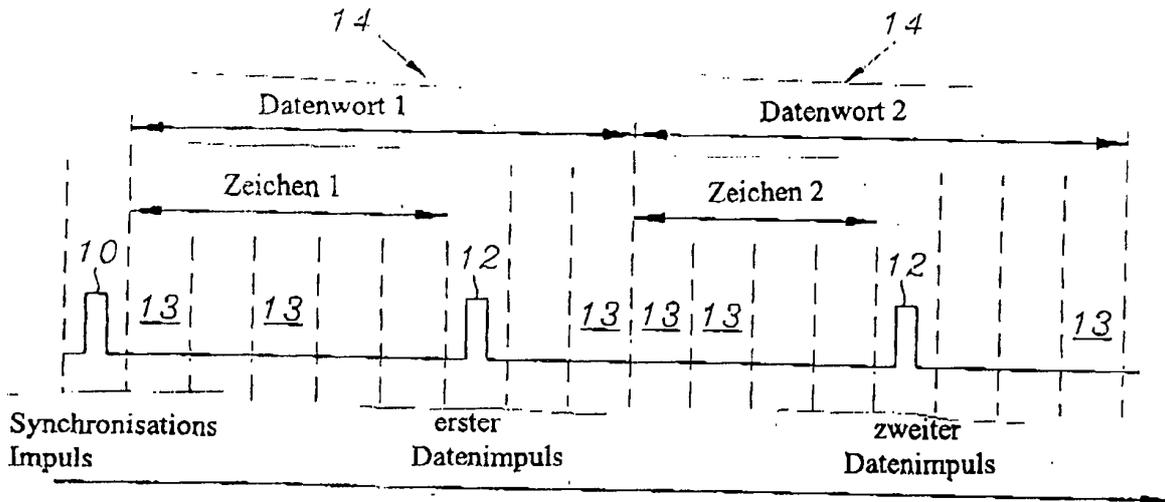


FIG. 2

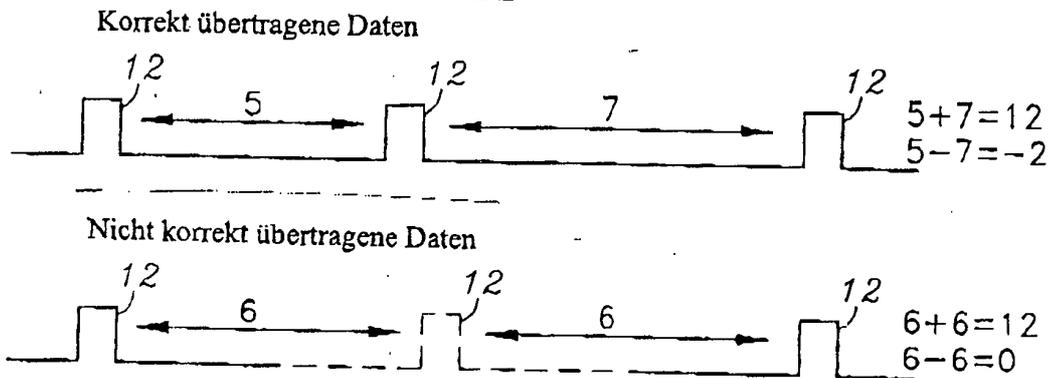


FIG. 3

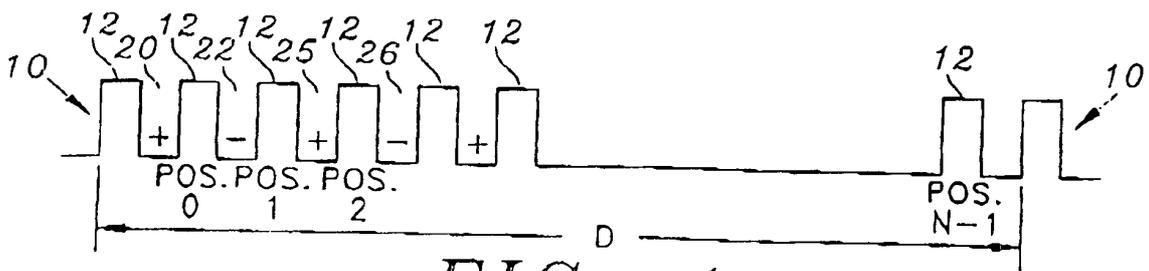


FIG. 4

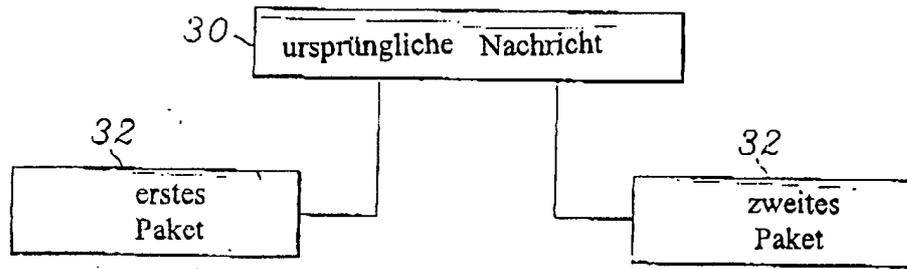


FIG. 5

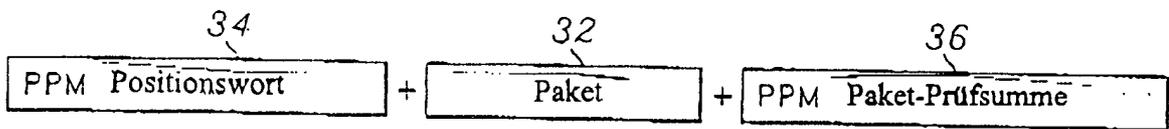


FIG. 6

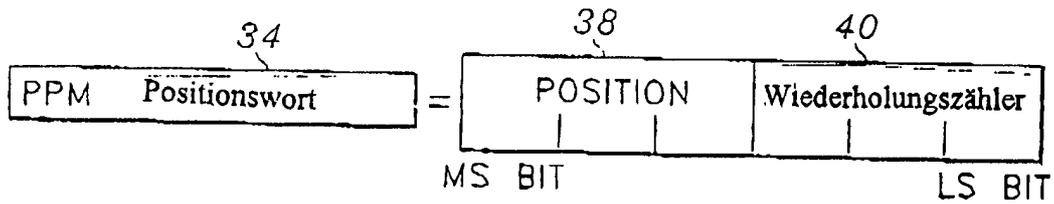


FIG. 7

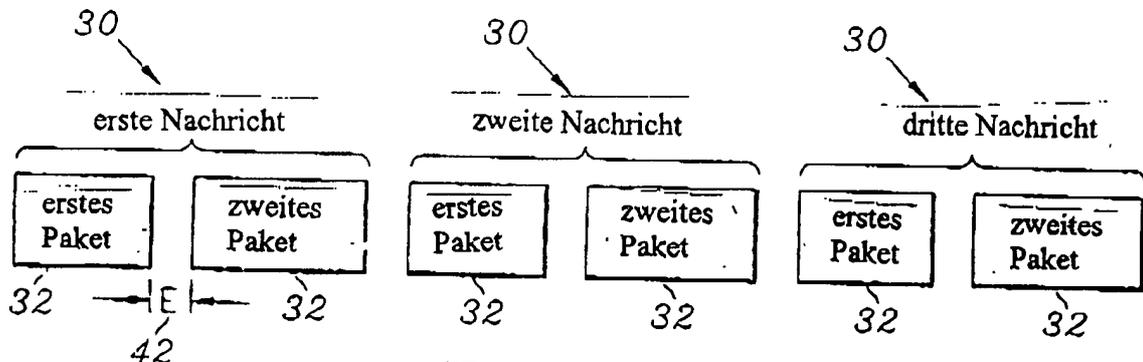


FIG. 8

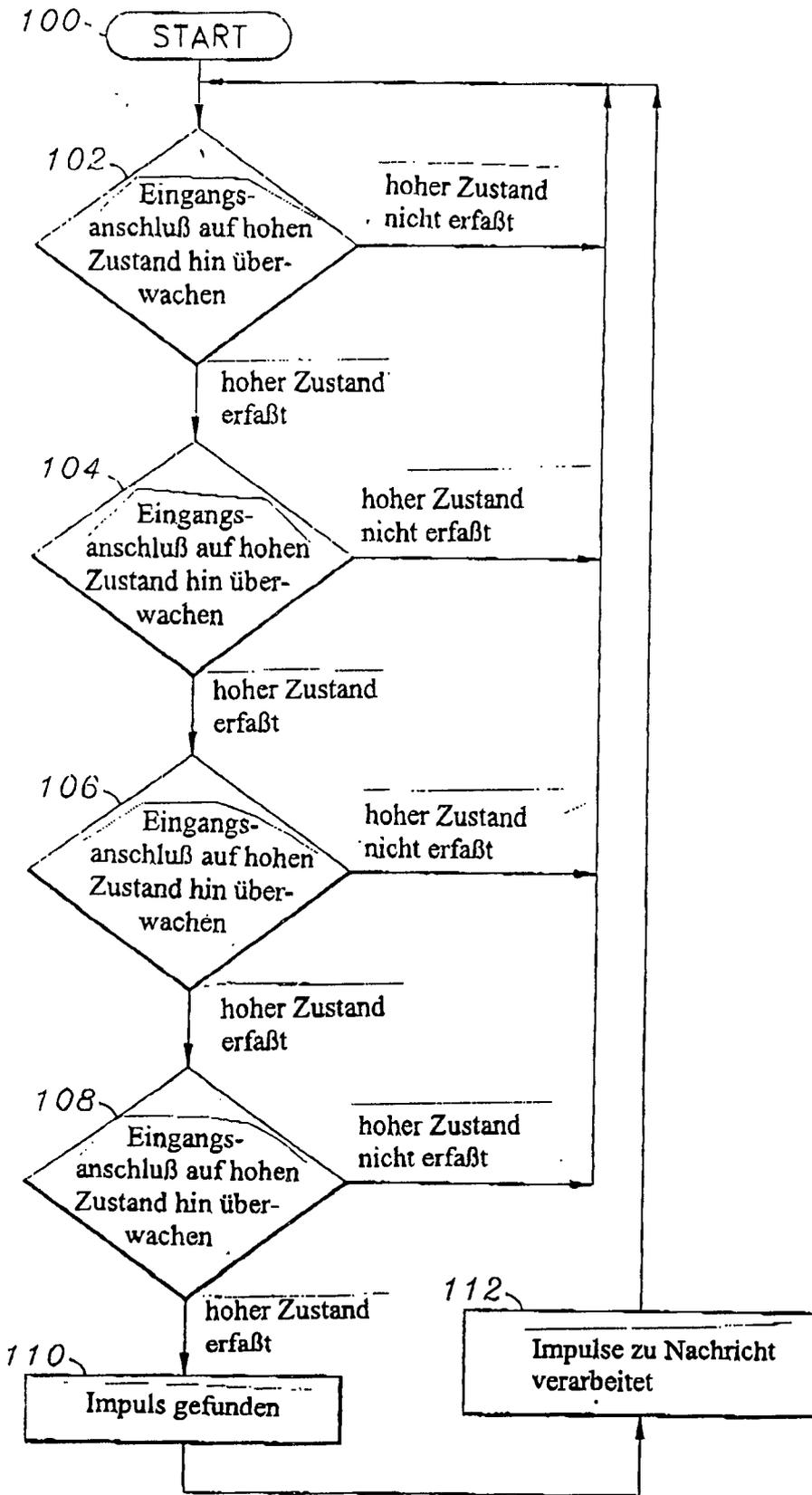


FIG. 9