



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 671 T2 2005.11.17**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 062 752 B1**

(51) Int Cl.7: **H04B 10/10**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 671.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB99/00706**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 912 002.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/42719**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.04.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **20.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.12.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **29.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.11.2005**

(30) Unionspriorität:
99100423 11.01.1999 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE, CH, DE, ES, FR, GB, IE, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:
**International Business Machines Corp., Armonk,
N.Y., US**

(72) Erfinder:
**GFELLER, Fritz, CH-8803 Rüschlikon, CH; HIRT,
Walter, CH-8907 Wettswil, CH; INGHAM, R., Brian,
Aurora, CA**

(74) Vertreter:
Teufel, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 70569 Stuttgart

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBESSERTEN VERBINDUNG IN EINEM DRAHTLOSEN OPTISCHEN ÜBERTRAGUNGSSYSTEM**

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

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Empfangen eines Infrarotsignals. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Schema zum Auswählen des am besten geeigneten Signals.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Viele Geräte und die meisten tragbaren Computer sind heutzutage mit einem drahtlosen Infrarotanschluss zur Datenübertragung ausgerüstet. Infrarotverbindungen wurden bisher danach klassifiziert, ob sie einen gerichteten oder einen ungerichteten Empfänger und Sender verwenden und ob sie auf eine ununterbrochene Sichtverbindung zwischen dem Empfänger und dem Sender angewiesen sind. Gegenwärtig sind gerichtete oder Direktsichtverbindungen (line-of-sight), im Folgenden als LOS abgekürzt, am weitesten verbreitet. Da hierbei gerichtete Empfänger und Sender verwendet werden, sind die Verluste der Übertragungstrecken minimal, sodass Störungen durch mehrere Pfade üblicherweise vernachlässigbar sind. Eine andere Verbindungsform besteht in der ungerichteten oder Nicht-LOS-Verbindung, die auch als diffuse Verbindung bezeichnet wird und auf der diffusen Reflexion von Licht an einer größeren Fläche wie zum Beispiel an der Decke und den Wänden beruht.

[0003] Eine Einheit, welche in der Lage ist, Infrarotsignale zu senden und zu empfangen, wird als Transceiver (Sendeempfänger) bezeichnet. Übliche drahtlose Infrarot-Transceiver sind auf den Einsatz lediglich eines einzigen optischen Empfängers, bei dem es sich um eine Fotodiode (PD) handeln kann, und eines einzigen optischen Senders, bei dem es sich um eine Leuchtdiode (LED) handeln kann, beschränkt. Die heutigen auf LOS-Übertragung basierenden Transceivertypen eignen sich am besten für die Punkt-zu-Punkt-Übertragung und sind nicht zum Einbau in eine mobile oder feste Plattform geeignet, welche in einer drahtlosen Infrarotnetzumgebung arbeiten soll. Diese Transceiver enthalten normalerweise nur ein einziges optisches Empfangselement, dessen Empfangscharakteristik sich grundsätzlich von der Charakteristik des optischen Senders unterscheidet. Solche Transceiver verletzen die Regel der optischen Parität. Das liegt daran, dass der Empfänger einen Empfangswinkel φ_R von etwa $\pm 60^\circ$ und somit eine Weitwinkelcharakteristik hat und der Sender einen Emissionswinkel φ_E von etwa $\pm 15^\circ$ und somit eine Kleinwinkelcharakteristik hat. Das führt bei einer typischen Netzwerkanwendung sowohl zu einer unzureichenden Versorgung hinsichtlich der Konnektivität (Vernetzungsmöglichkeit) als auch zur Verschlechterung der Verbindungsleistung. Eine unzu-

reichende Versorgung hinsichtlich der Konnektivität bedeutet, dass i) die Netzteilnehmer zu bestimmten anderen Teilnehmern keine Verbindung herstellen können, ii) bestimmte Verbindungen instabil sind oder iii) manche Verbindungen nicht ausreichend Bandbreite für die jeweilige Anwendung bereitstellen, d. h., die erforderliche Datenrate nicht erreicht werden kann. Da der Datendurchsatz infolge der niedrigen Datenraten und/oder der hohen Fehlerrate gering ist, kommt es ferner infolge der verringerten Verbindungsqualität zusammen mit der mangelhaften Funktion eines Kollisionsvermeidungsmechanismus zu Leistungseinschränkungen.

[0004] Das Konzept der optischen Parität wurde in der Arbeit „Request for Comments on Advanced Infrared (AIr) IrPHY Physical Layer Specifications“, Standards contribution to Infrared Data Association (IrDA), Toronto, Kanada, 15. – 17. April 1997, Version 0.1 (Hewlett Packard Company und IBM Corporation) beschrieben.

[0005] Eine US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 048 749 US, eingereicht am 26. März 1998 unter dem Titel „Optoelectronic Transceiver“, beschreibt ein Konzept der optischen Parität von Transceivern. Diese US-Patentanmeldung wird gegenwärtig an den Anmelder der vorliegenden Erfindung abgetreten.

[0006] Die US-Patentschrift 5,566,022 betrifft ein Infrarot-Übertragungssystem. Das System beinhaltet eine Vielzahl von Infrarot-Transceivern zum Empfangen und Senden von Infrarotsignalen durch den Luftraum. Eine Schaltung ermittelt die Richtung, aus der das Signal empfangen wird, und leitet diese Information zu einer speziellen Logik-Steuereinheit (dedicated logic Controller, DLC) weiter, wo sie registriert wird und zur Steuerung des entsprechenden Infrarot-senders dient.

[0007] Eines der wichtigen Merkmale der Infrarot-Datenübertragung besteht in ihrer Empfindlichkeit für die Richtung des Empfangs. In der Veröffentlichung „Direction Diversity for Indoor Infrared Wireless Communication Receivers“ von M. R. Pakravan und M. Kavehrad der IEEE International Conference on Communication, 18. – 22. Juni 1995, Seattle, werden die Auswirkungen der Drehung auf die Eigenschaften des empfangenen Signals im Rahmen einer Simulation erörtert.

[0008] Der Artikel „Design Considerations for Broadband Indoor Infrared Wireless Communication Systems“ von M. R. Pakravan und M. Kavehrad in International Journal of Wireless Information Networks, Bd. 2, Nr. 4, 1995, ist der oben angeführten Veröffentlichung ähnlich und erörtert die Auswirkungen der Empfängerrichtung und des Gesichtsfeldes auf die Kanalparameter.

[0009] In der Abhandlung „Wireless Infrared Communication Links using Multi-Beam Transmitters and Imaging Receivers“ von A. P. Tang, J. M. Kahn, Keang-Po Ho der IEEE International Conference on Communication, 23. – 27. Juni 1996, Dallas, wird die Verwendung von Bildempfängern in Infrarotverbindungen analysiert.

[0010] Der den IEEE Transactions on Communications eingereichte Forschungsbericht „Angle Diversity for Nondirected Wireless Infrared Communication“ von J. B. Carruthers und J. M. Kahn, University of California, Berkeley, erörtert praktische Überlegungen zu Mehrelementsystemen mit verschiedenen Winkeln (multi-element angle-diversity systems). Leider bietet dieser Bericht keine praktische Lösung des vorliegenden Problems, da er auf sehr komplexen und teuren optischen Empfängeranordnungen in Verbindung mit Auswahl/Konzentrationsschemata für analoge Signale höherer Ordnung beruht.

[0011] Der Artikel „Angle Diversity to Combat the Ambient Noise in Indoor optical Wireless Communication Systems“ von R. T. Valadas, A. R. Tavares, A. M. de Oliveira Duarte im International Journal of Wireless Information Networks, Bd. 4, Nr. 4, 1997, beschreibt theoretische Ansätze zur Abschätzung mehrerer Signal-Rausch-Verhältnisse auf der Grundlage des analogen Stroms mehrerer Fotodioden.

[0012] In dem Artikel „Signal Processing of High Speed Nondirective Infrared Wireless Communications“ im Journal of the Chinese Institute of Electrical Engineering, Bd. 2, Nr. 4, 1995, stellen Po-An Sung, Ya-Ku Sun und Kwang-Cheng Chen theoretische und numerische Ergebnisse verschiedener Mehrfachempfangsverfahren (Diversity-Empfang) vor.

[0013] Alle erwähnten Dokumente beschreiben zwar mehrere theoretische Ansätze und Simulationen, liefern jedoch keine praktische Lösung für die bekannten technischen Probleme.

[0014] Ferner geht man davon aus, dass die Versorgung hinsichtlich der Konnektivität zwischen mobilen Plattformen wie z. B. Laptop-Computern und festen Zugangspunkten wie z. B.

[0015] Verstärkerstationen oder Druckern, die alle mit herkömmlichen drahtlosen Infrarot-Transceivern ausgestattet sind, bei typischen Benutzerszenarien unzureichend ist. Üblicherweise wird bei mobilen oder bestimmten festen Plattformen nur ein einziger Transceiver verwendet, was zu den oben erwähnten Problemen und Nachteilen bei der Anwendung von drahtlosen optischen Netzen führt. Manche Plattformen wie zum Beispiel Laptop-Computer sind mit zwei Transceivern ausgestattet, und der Benutzer muss durch manuelles Eingreifen festlegen, welcher der beiden Transceiver verwendet werden soll. Somit ist

der Einsatz heutiger Infrarot-Transceiver für zukünftige auf Mehrpunktkonnektivität basierende drahtlose Infrarotanwendungen eingeschränkt.

AUFGABE DER ERFINDUNG

[0016] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Empfangen eines Infrarotsignals und zum Auswählen des am besten geeigneten Signals aus mehreren empfangenen Infrarotsignalen bereitzustellen.

[0017] Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen.

[0018] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Konnektivität in drahtlosen optischen Netzen zu erzielen.

[0019] Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen einfachen und schnellen optischen Empfänger zum sicheren Empfangen eines Infrarotsignals zur Verfügung zu stellen.

[0020] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zum Empfangen oder zum Empfangen und Senden eines Infrarotsignals zur Verfügung zu stellen, das eine ausreichende oder noch bessere Konnektivität bereitstellt als die bisher bekannten Anordnungen, d. h., dass jeder Netzteilnehmer eine Verbindung mit ausreichender Bandbreite zu allen anderen Teilnehmern herstellen kann.

[0021] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zum Empfangen oder zum Empfangen und Senden eines Infrarotsignals zum Aufbauen einer sicheren Übertragungsverbindung zur Verfügung zu stellen.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG UND IHRE VORTEILE

[0022] Die vorliegende Erfindung stellt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur verbesserten Konnektivität in drahtlosen optischen Netzen bereit und eignet sich insbesondere für die Mehrpunktkonnektivität. Dem liegt die Idee zugrunde, mindestens zwei oder mehr Empfangseinheiten zu verwenden, welche ein Infrarotsignal empfangen und dieses in ein digitales Signal umwandeln. Die digitalen Signale stellen Daten in Form von Blöcken dar, wobei jeder Block mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld umfasst, welches eine Präambel enthält. Diese Präambel ist für jedes empfangene Signal identisch, da man davon ausgehen kann, dass alle empfangenen Signale von ein und derselben Quelle, d. h. von demselben Sender stammen. Eine Auswahleinheit ermittelt ein Maß, das dem Signal-Rausch-Verhältnis der Präam-

bel entspricht, und vergleicht die Maße untereinander, um das am besten geeignete Signal für die Weiterverarbeitung auszuwählen. Somit schätzt die Auswahleinheit indirekt ein Maß für das Signal-Rausch-Verhältnis der Präambel oder zumindest eines Teils der Präambel. Dabei ist es unwesentlich, aus welcher Richtung ein Signal genau kommt, denn es wird nur das am besten geeignete Signal benötigt. Als das beste oder das am besten geeignete Signal gilt das Signal mit der geringsten Fehlerrate oder mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis, denn das bedeutet, dass dieses Signal am wenigsten durch Rauschen oder andere Störungen beeinflusst wurde. Zu beachten ist, dass das beste Signal nicht unbedingt das stärkste Signal zu sein braucht. Ferner ist zu beachten, dass nicht die gesamte Präambel verwendet oder untersucht werden muss, um das am besten geeignete Signal zu ermitteln. Das hängt von der Qualität des empfangenen Signals und der Leistungsfähigkeit der in der Hardware implementierten Erkennungs- oder Analyseschemata ab.

[0023] Die vorliegende Erfindung stellt eine verbesserte Konnektivität in drahtlosen optischen Netzen bereit und eignet sich insbesondere für die Mehrpunktkonnektivität zwischen mobilen Plattformen oder tragbaren Geräten, wie z. B. Laptop-Computern oder Handgeräten, und festen Zugangspunkten wie z. B. Verstärkerstationen, Druckern oder Peripherieeinheiten. Als typisches Benutzerszenario ist eine Rundtischkonfiguration denkbar, welche eine Vielzahl von Stationen in einem Konferenzraum umfasst.

[0024] Die vorliegende Erfindung weist den Vorteil auf, dass sie in Verbindung mit der Verarbeitung binärer Signale nur einfache optische Empfänger erfordert, welche von mindestens zwei oder mehr Empfangseinheiten empfangen wurden. Ein einfacher Umwandler wandelt ein empfangenes Infrarotsignal in ein digitales Signal um, wobei die digitalen Signale in Blöcken übertragene Daten darstellen und diese Blöcke mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld, welches die für alle digitalen Signale identische Präambel enthält, umfassen. Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass man mittels einer Auswahleinheit aus mehreren empfangenen Infrarotsignalen schnell das am besten geeignete auswählen kann, das dann für die Weiterverarbeitung verwendet wird, da die Präambel für jedes Signal identisch ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass mit einer Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung oder einer Empfangseinheit und einer Sendeeinheit ausgerüstete Übertragungsgeräte keine so genaue Ausrichtung wie bisher erfordern und sich gut für Mehrpunkt-Netzanwendungen eignen.

[0025] Wenn eine Präambel eines Blocks Symbole umfasst, welche eine bekannte periodische Impulsfolge bilden, vorzugsweise eine Impulsfolge mit einer definierten Periode, ergibt sich der Vorteil, dass diese

vordefinierten Symbolfolgen von einer digitalen Empfangseinheit oder einer digitalen Verarbeitungseinheit erwartet werden können und dass diese Einheit in der Lage ist, eine wirksame Trägererfassung, Symboltakt synchronisierung und eine Übernahme des Chiptakts durch eine Phasenverriegelungsschleife durchzuführen, die auch als PLL (phase-locked loop) bezeichnet wird.

[0026] Wenn das empfangene Infrarotsignal in jeder Empfangseinheit durch eine binäre Entscheidungseinheit in ein digitales Signal umgewandelt wird, hat dies den Vorteil, dass die weitere Signalverarbeitung digital erfolgen kann. Das empfangene Infrarotsignal kann durch eine einfache binäre Entscheidungseinheit umgewandelt werden, die sich leicht realisieren lässt. Ein gewaltiger Vorteil im Vergleich zu einem schwachen analogen Signal, das nicht über längere Entfernungen übertragen werden kann, besteht darin, dass das umgewandelte digitale Signal ohne verstärktes Rauschen über lange Leitungen zu einer Auswahleinheit oder einer anderen Verarbeitungseinheit gesendet werden kann. Ferner ist nur eine Auswahleinheit erforderlich, die man an einer geeigneten oder zentralen Stelle anbringen kann. Über Leitungen übertragene analoge Signale neigen zu Interferenz und werden durch Rauschverstärkung verschlechtert. Insbesondere bei Computer- oder Laptopumgebungen, bei denen CD-ROM-Laufwerke und andere Geräte Untergrundrauschen, Rauschimpulse oder Fremdfrequenzen verursachen, ist die digitale Verarbeitung in der Praxis robuster und sicherer.

[0027] Wenn das digitale Signal der Präambel abgetastet und gewichtet wird, hat dies den Vorteil, dass zum Abschätzen des Signal-Rausch-Verhältnisses, im Folgenden abgekürzt als SRV, der zwei oder mehr Empfangspfade oder -kanäle ein leistungsfähiges Verfahren eingesetzt werden kann. Es ist nicht erforderlich, das SRV richtig zu messen, sondern es reicht aus, die relative Qualität der verschiedenen Empfangspfade zu ermitteln, um das beste empfangene digitale Signal auszuwählen.

[0028] Wenn die Auswahl des einen bzw. des am besten geeigneten Signals während des Empfangs der Präambel an der Auswahleinheit erfolgt, hat dies den Vorteil, dass schnell der eine Empfänger für den weiteren Empfang ausgewählt werden kann. Das am besten geeignete Signal kann durch einen Empfänger empfangen werden, sodass die anderen Empfänger abgeschaltet werden können, um Energie zu sparen.

[0029] Wenn jede Empfangseinheit so ausgelegt ist, dass sie eine optische Empfangscharakteristik mit einem stumpfen Empfangswinkel ϕ_R hat, wobei der Empfangswinkel ϕ_R ein ebener Winkel ist, welcher definiert, wo die Empfängerempfindlichkeit den halben Wert der Empfindlichkeit auf der optischen Achse

se des Empfängers hat, ergibt sich der Vorteil, dass die Empfangseinheit einen großen Gesamt-Empfangswinkel hat. Dieser Empfangswinkel kann einen Bereich von etwa 120° erfassen.

[0030] Wenn die Daten durch Impulsmodulation codiert sind, vorzugsweise durch eine Pulsphasenmodulation (Pulse Position Modulation, PPM), hat dies den Vorteil, dass die Daten im Basisband übertragen werden können und deshalb keine komplexen Modulationsverfahren erforderlich sind.

[0031] Wenn mindestens diejenige Empfangseinheit abgeschaltet wird, welche die Präambel mit einem niedrigeren Signal-Rausch-Verhältnis empfängt, als die eine Empfangseinheit, welche die eine Präambel mit dem höchsten Signal empfängt, hat dies den Vorteil, dass der Stromverbrauch der gesamten Schaltungen und der Vorrichtung gesenkt werden kann, was bei tragbaren Geräten von besonderem Vorteil ist.

[0032] Wenn die Sendeeinheit eine optische Emissionscharakteristik aufweist, deren Form identisch ist mit der Form der optischen Empfangscharakteristik der Empfangseinheit, zum Beispiel der Form einer Lambertschen Charakteristik von $\varphi_E = \varphi_R$, wobei der Emissionswinkel φ_E ein ebener Winkel ist, der festlegt, wo die vom Sender emittierte Leistung halb so groß ist wie die Leistung auf der optischen Achse des Senders, hat dies den Vorteil, dass durch die Lambertsche Charakteristik die Regel der optischen Parität erfüllt werden kann, was zu einer verbesserten Konnektivität führt. Außerdem führt die Verwendung gleicher Lambertscher Empfangs/Emissionscharakteristiken in beiden Ebenen zur Einführung einer Komponente mit diffusem Modus, wodurch die Versorgung mit Konnektivität erweitert werden kann.

[0033] Wenn mindestens eine Sendeeinheit und mindestens eine Empfangseinheit sowie der Umwandler Bestandteil eines Transceivers sind oder wenn mindestens eine Empfangseinheit und der Umwandler Bestandteil einer optischen Vorrichtung sind, hat dies den Vorteil, dass alle optischen Komponenten und der Umwandler in eine einzige Transceiverbaueinheit oder eine optische Baueinheit integriert werden können, sodass man durch die Integration Platz und durch die Kombination Strom sparen und so die Kosten für die Herstellung und Ersetzungen senken kann.

[0034] Wenn mindestens drei oder mehr Transceiver so angeordnet werden, dass sich deren optische Empfangscharakteristiken und/oder optische Emissionscharakteristiken gegenseitig ergänzen, hat dies den Vorteil, dass man eine Gesamtversorgung mit Konnektivität im Bereich von 360° erreichen kann.

[0035] Wenn man eine Auswahleinheit an eine Ein-

heit anschließt, welche mindestens eine erste Modemeinheit und/oder eine zweite Modemeinheit umfasst, hat dies den Vorteil, dass die Auswahleinheit mit Einheiten arbeiten kann, welche verschiedene Raten und/oder Geschwindigkeiten liefern, um z. B. eine variable Rate, eine feste Rate, eine hohe oder eine niedrige Übertragungsgeschwindigkeit zu erreichen.

[0036] Wenn sich die Auswahleinheit mit mindestens einer Modemeinheit kombinieren lässt, vorzugsweise mit der ersten Modemeinheit, hat dies den Vorteil, dass die Auswahleinheit und die Modemeinheit in einer einzigen Einheit oder einem einzigen Chip implementiert werden können. Diese Einheit bzw. dieser Chip lassen sich in modernen Systemen leicht implementieren, um deren Konnektivität gemäß der vorliegenden Erfindung zu verbessern.

[0037] Wenn sich mindestens die Auswahleinheit, die erste Modemeinheit und die zweite Modemeinheit zu einer einzigen Einheit kombinieren lassen, hat dies den Vorteil, dass durch diese Integration Platz gespart werden kann und die Funktionen der Einheiten und der Auswahleinheit in einer einzigen Einheit oder einem einzigen Chip implementiert sind.

[0038] Wenn das Ziel der verbesserten Konnektivität durch derzeitige oder durch vorzugsweise in einfacher Weise verbesserte Transceiver erreicht werden soll, ergibt sich die Notwendigkeit, eine Plattform, d. h. Laptop-Computer, LAN-Zugangspunkte, Verstärkerstationen, Drucker, Handgeräte oder andere Vorrichtungen, mit mehr als einem drahtlosen Infrarot-Transceiver auszustatten. Hierfür sind eine Vorrichtung und/oder ein Verfahren zum Verbinden und Steuern mehrerer Transceiver erforderlich, um durch geeignete Kombination oder Auswahl der entsprechenden Signale der verschiedenen Transceiver eine erforderliche Winkel-Diversity zu erreichen.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0039] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die folgenden schematischen Zeichnungen beschrieben.

[0040] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung mit drei Transceivern, die zugehörigen Signale und eine Auswahleinheit.

[0041] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung einer Vergleichseinheit und einiger Prüf- und Zähleinheiten.

[0042] [Fig. 3](#) zeigt einige Analyseschritte an einer abgetasteten Bitfolge.

[0043] [Fig. 4](#) zeigt eine Grundstruktur der Innenar-

chitektur einer Auswahleinheit.

[0044] Fig. 5 zeigt eine Grundausführungsart eines Infrarotübertragungssystems mit 3-Kanal-Diversity gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0045] Fig. 6 zeigt eine weitere Grundausführungsart eines Infrarotübertragungssystems mit 3-Kanal-Diversity.

[0046] Alle Figuren sind zur Verdeutlichung nicht in den realen Abmessungen dargestellt, ebenso entsprechen auch die Größenverhältnisse der Abmessungen untereinander nicht den realen Dimensionen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0047] Vor der Beschreibung der Ausführungsarten der vorliegenden Erfindung sollen einige Grundlagen zur vorliegenden Erfindung dargelegt werden.

PPM – Pulsphasenmodulation:

[0048] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Pulsphasenmodulationsschema verwendet, das im Folgenden als PPM abgekürzt wird. Es ist anzumerken, dass stattdessen auch andere Modulationsschemata verwendet werden können, wobei Impulsmodulationen wie z. B. lauffängenbegrenzte Codes, abgekürzt als RLL (Run-Length Limited), besonders vorteilhaft sind. Die PPM liefert eine variable Datenrate mit Wiederholungscodierung. Die L-Zeitschlitz-PPM erfolgt durch Definieren eines Datensymbols der Dauer t_D und anschließendes Aufteilen des Symbols in eine Reihe von z. B. $L = 2, 4, 8, 16$ gleich langen Zeitschlitz, auch „Chips“ genannt. Bei L-PPM-Schemata enthält nur ein Zeitschlitz oder Chip je Symbol einen Impuls, was gleichbedeutend ist mit einer logischen „eins“ oder „1“. Die anderen Chips enthalten keinen Impuls, was gleichbedeutend ist mit einer logischen „null“ oder „0“. Definiert man die Basis zu $L = 4$, so heißt das entstehende Modulationsschema Vier-Pulsphasenmodulation oder 4-PPM. Da es innerhalb jedes 4-PPM-Symbols vier verschiedene Positionen gibt, gibt es auch vier unabhängige Symbole, bei welchen nur ein Chip auf einer logischen „1“ steht, während alle anderen Chips auf einer logischen „0“ stehen, sodass es zu den folgenden Kombinationen kommt: 1000, 0100, 0010 und 0001. Diese vier Symbole sind die einzigen in 4-PPM zugelassenen legalen Datensymbole. Jedes Datensymbol stellt zwei Bits eines einzelnen Datenbitpaars dar, jeweils 00, 01, 10 und 11. Die logische „1“ stellt eine Chipdauer dar, während der ein Sender Licht emittiert, während die logische „0“ eine Chipdauer darstellt, während der kein Licht emittiert wird.

Die Präambel:

[0049] Ein digitales Signal gemäß der vorliegenden Erfindung stellt in Blöcken transportierte Daten dar, wobei jeder Block mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld mit einer darin befindlichen Präambel umfasst. Die Präambel umfasst eine periodische Symbolfolge, um zunächst den Träger zu suchen, den Symboltakt zu synchronisieren und durch eine als PLL bezeichnete Phasenverriegelungsschleife die Chiptaktphase zu übernehmen. Das bedeutet insbesondere, dass die Präambel dazu dient, eine relative Anfangssynchronisierung der digitalen Empfangs- und Verarbeitungseinheit zu erreichen, was durch die Übertragung einer periodischen Impulsfolge erfolgt. Eine Empfangsstation, die weiß, wie viele Zeitschlitz jedes Symbol umfasst, vermag nach einer bestimmten Zeitspanne die Periode der Impulsfolge zu ermitteln. Außerdem passt die Empfangsstation ihre Zeitschlitz bzw. die Chiptaktphase mittels einer PLL an. Die Präambel umfasst eine Vielzahl wiederholter Übertragungen, vorzugsweise 128 oder mehr, des folgenden legalen 4-PPM-Symbols P: $P = 1000$. Sofern dies nützlich oder hilfreich ist, kann auch jede andere Kombination verwendet werden, z. B. zur Übertragung weiterer Informationen. An die Präambel können sich ein Synchronisationsfeld, ein Steuerfeld, ein Datenfeld oder andere Felder anschließen.

Die optische Parität:

[0050] Im Gegensatz zu Funksystemen verwenden Infrarotsysteme zwei physikalisch verschiedene Elemente zum Empfangen und Senden; hierbei kann es sich um eine Fotodiode (PD) und eine Leuchtdiode (LED) handeln. Da sich die Empfangscharakteristik eines Empfängers von der Emissionscharakteristik eines entsprechenden Senders unterscheidet, kommt es nicht nur hinsichtlich der Datenraten zu Einschränkungen. Durch Einrichten einer Übertragungssymmetrie bzw. Transceiver-Parität lassen sich symmetrische Datenraten erhalten, Kollisionsvermeidungseigenschaften beibehalten und die Konnektivität verbessern.

[0051] Eine Empfangseinheit gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst mindestens einen Empfänger und einen Analog-Digital-Umwandler. Der Empfänger hat eine durch einen Empfangswinkel φ_R beschriebene optische Empfangscharakteristik, die auch als Halbwertswinkel φ_R des Empfängers bezeichnet wird. Desgleichen hat auch ein Sender eine durch einen Emissionswinkel φ_E beschriebene optische Emissionscharakteristik, die auch als Halbwertswinkel φ_E des Senders bezeichnet wird. Ein Transceiver ist dadurch gekennzeichnet, dass er mindestens ein optisches Emissionselement und ein optisches Empfangselement umfasst, wobei ein Sender nicht auf ein einziges Licht emittierendes Element

und ein Empfänger nicht auf ein einziges Licht empfangendes Element beschränkt ist. Der optische Sender ist so ausgelegt, dass seine dreidimensionale Emissionscharakteristik identisch ist mit der dreidimensionalen optischen Empfangscharakteristik des Senders oder ihr zumindest ähnlich ist. Die Anwendung der optischen Parität bzw. der Transceiver-Parität ermöglicht das gleichzeitige Vorliegen von Einheiten mit verschiedenen optischen Anschlüssen, welche die Klein- oder Weitwinkelübertragung sowie die Kurz- oder Langstreckenübertragung unterstützen. Einzelheiten zu diesem Konzept werden in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 048 749 US und dem Titel „Optoelectronic Transceiver“, eingereicht am 26. März 1998, beschrieben und beansprucht.

[0052] Im Folgenden werden Ausführungsarten der Erfindung beschrieben.

[0053] **Fig. 1** zeigt eine Vorrichtung **4** zum Empfangen und/oder zum Senden eines Infrarotsignals in einem drahtlosen optischen Übertragungssystem oder in einem drahtlosen optischen Netz. Ein erster Transceiver **13**, ein zweiter Transceiver **23** und ein dritter Transceiver **33** sind gestaffelt angeordnet. Der Winkel zwischen den optischen Achsen der benachbarten Transceiver **13**, **23** und **33** beträgt etwa 120° , wodurch die geometrische Anordnung der drei Transceiver **13**, **23** und **33** an einer optischen Schnittstelle einer mobilen oder festen Plattform für eine drahtlose optische Netzverbindung insgesamt eine horizontale Winkelabdeckung von 360° erreichen kann. Der vollständig integrierte erste Transceiver **13** für einen ersten Kanal umfasst eine erste Empfangseinheit **1** mit einer Fotodiode als Empfänger, welche eine erste Lambertsche Empfangscharakteristik **14** hat, sowie eine Empfängerschaltung. Ferner umfasst eine erste Sendeeinheit **11** mindestens eine als Emittier bezeichnete Leuchtdiode als Sender, ein Streuelement auf dem Sender mit einer ersten Lambertschen Emissionscharakteristik **15** und eine Senderschaltung. Das Streuelement wird weiter unten beschrieben.

[0054] Es ist anzumerken, dass die Emissionscharakteristik **15**, **25**, **35** der Strahlungsintensität in Einheiten von mW/sr zumindest annähernd dem Cosinus-Gesetz $\cos(\varphi)_m$ mit $m = 1$ folgt. Die Empfangscharakteristik **14**, **24**, **34** des optischen Empfängers folgt derselben Gesetzmäßigkeit.

[0055] Die Empfangs- und die Sendeschaltungsanordnung ist in einem ersten Transceiver-Chip **12** mit einem Umwandler kombiniert, aber der erste Transceiver-Chip **12** kann auch, wenn dies von Vorteil ist, in zwei oder mehr einzelne Chips aufgeteilt werden. Die Komponenten sind auf einem gemeinsamen Führungsrahmen montiert und in ein Plastikgehäuse eingegossen. Der erste Transceiver-Chip **12** des ersten Transceivers **13** hat eine Verbindung zu einer

Auswahleinheit **5**. Die gleiche Struktur haben die beiden anderen Transceiver **23**, **33**. Deshalb umfasst der zweite Transceiver **23** für einen zweiten Kanal eine zweite Empfangseinheit **2**, eine zweite Sendeeinheit **21** und einen zweiten Transceiver-Chip **22**. Der zweite Transceiver-Chip **22** des zweiten Transceivers **23** ist mit der Auswahleinheit **5** verbunden. Der dritte Transceiver **33** für einen dritten Kanal umfasst eine dritte Empfangseinheit **3**, eine dritte Sendeeinheit **31** und einen dritten Transceiver-Chip **32**. Der dritte Transceiver-Chip **32** des dritten Transceivers **33** ist mit der Auswahleinheit **5** verbunden. Jeder Transceiver **13**, **23** und **33** umfasst eine Charakteristik, wobei die erste Empfangscharakteristik **14** und die erste Sendecharakteristik **15**, die einander ähnlich sind, vor dem ersten Transceiver **13** schematisch dargestellt sind. Vor dem zweiten Transceiver **23** sind eine zweite Empfangscharakteristik **24** und eine zweite Sendecharakteristik **25** schematisch dargestellt. Ferner sind vor dem dritten Transceiver **33** eine dritte Empfangscharakteristik **34** und eine dritte Sendecharakteristik **35** schematisch dargestellt. Ein erster Pfeil **51** in Richtung des ersten Transceivers **13** zeigt einen Teil eines ankommenden ersten Infrarotsignals S_1 . Zur besseren Veranschaulichung ist dieses erste Infrarotsignal S_1 mit einem im Idealfall unendlichen Signal-Rausch-Verhältnis unterhalb der Transceiver-Anordnung dargestellt. Ein zweiter Pfeil S_2 in Richtung des zweiten Transceivers **23** zeigt einen Teil eines ankommenden zweiten Infrarotsignals S_2 , das zur gleichen Zeit ankommt. Das zweite Infrarotsignal S_2 mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von etwa 20 dB ist ebenfalls unterhalb der Transceiver-Anordnung der Vorrichtung **4** dargestellt. Außerdem zeigt ein dritter Pfeil S_3 in Richtung des dritten Transceivers **33** einen Teil eines ankommenden dritten Infrarotsignals S_3 , das ebenfalls zur gleichen Zeit ankommt. Das dritte Infrarotsignal S_3 mit einem Signal-Rausch-Verhältnis von etwa 5 dB ist auch unterhalb der Transceiver-Anordnung dargestellt.

[0056] Das oben erwähnte Streuelement ist so vor jeder Sendeeinheit **11**, **21** und **31** angebracht, dass es in allen die optische Emissionscharakteristik **15**, **25** und **35** umfassenden Ebenen einen Halbwertswinkel von 60° bereitstellt. Das Streuelement kann zum Beispiel aus einem Kunststoffmaterial oder anderen Materialien mit eingebetteten Glasperlen bestehen, um innerhalb des Streuelements unterschiedliche Brechungsindizes zu erreichen. Außer den Vorteilen einer verbesserten Konnektivität bietet das Streuelement weitere Vorteile bezüglich der Erfüllung der Augenschutznorm IEC 825.1, da die scheinbare Größe der Lichtquelle nicht durch die Größe des Senderchips, sondern durch die Größe des Streuelements bestimmt wird. Durch die Verwendung des Streuelements erhält man eine einfachere Führungsrahmenstruktur als bei alternativen Ansätzen, bei denen mehrere herkömmliche Kleinwinkelmitter zusammengesetzt werden, um eine Weit-

winkelemission zu erhalten. In den Fällen, bei denen eine höhere Strahlungsintensität benötigt wird, kann man unterhalb eines gemeinsamen Streuelements mehrere optische Emittoren anbringen. Einzelheiten zu geeigneten Streuelementen sind in der internationalen PCT-Patentanmeldung mit der internationalen Patentnummer WO 96/08090 angegeben. Diese PCT-Patentanmeldung wird gegenwärtig auf den Anmelder der vorliegenden Anmeldung übertragen.

[0057] In [Fig. 1](#) wird das erste Infrarotsignal S1 vom ersten Transceiver **13**, das zweite Infrarotsignal S2 vom zweiten Transceiver **23** und das dritte Infrarotsignal S3 vom dritten Transceiver **33** empfangen. Jedes empfangene Signal S1, S2 und S3 wird in ein digitales Signal umgewandelt, d. h. das erste Signal S1 wird in erstes digitales Signal RxS_1, das zweite Infrarotsignal S2 in ein zweites digitales Signal RxS_2 und das dritte Infrarotsignal S3 in ein drittes digitales Signal RxS_3 umgewandelt. Zur Veranschaulichung sind das erste digitale Signal RxS_1, das zweite digitale Signal RxS_2 und das dritte digitale Signal RxS_3 jeweils unterhalb der Transceiver-Anordnung dargestellt. Im Folgenden wird die Umwandlung beispielhaft für das erste Infrarotsignal S1 im ersten Transceiver **13** beschrieben, jedoch gilt für die beiden anderen Infrarotsignale S2 und S3 und deren Transceiver **23** und **33** dasselbe Prinzip. Die Umwandlung des ersten Infrarotsignals S1 findet im ersten Transceiver-Chip **12** statt. Der erste Transceiver-Chip **12** liegt in unmittelbarer Nähe der ersten Empfangseinheit 1, um lange Zuleitungen oder Drähte zu vermeiden, die durch Rauschen beeinflusst werden können. Zuerst wird das empfangene erste Infrarotsignal S1 zum ersten Transceiver-Chip **12** geleitet und durch einen Verstärker verstärkt, bevor es in einen Verstärker mit variablem Verstärkungsfaktor geleitet wird. Der durch eine automatische Schaltlogik zur Verstärkungssteuerung gesteuerte Verstärker mit variablem Verstärkungsfaktor stellt sicher, dass der Signalpegel in der nachfolgenden Entscheidungseinheit über einen bestimmten Bereich der empfangenen optischen Signalstärke hinweg konstant bleibt. Bei der erwähnten Entscheidungseinheit handelt es sich um eine binäre Entscheidungseinheit oder einen Schwellenwertschalter, der auch als Schwellenwert-Entscheidungseinheit oder Komparator bezeichnet wird und durch Vergleichen des ersten Infrarotsignals S1 mit einem Schwellenwert dieses erste Infrarotsignal S1 in das erste digitale Signal RxS_1 umwandelt. Das unterhalb der Vorrichtung **4** dargestellte erste digitale Signal RxS_1 wird in die Auswahleinheit **5** eingespeist. Ebenso wird mit dem zweiten Infrarotsignal S2 und dem dritten Infrarotsignal S3 verfahren. Das zweite Infrarotsignal S2 wird in das zweite digitale Signal RxS_2 umgewandelt und in die Auswahleinheit **5** eingespeist. Das dritte Infrarotsignal S3 wird in das dritte digitale Signal RxS_3 umgewandelt und ebenfalls in die Auswahleinheit **5** eingespeist. Somit sind die drei Transceiver **13**, **23** und **33** mit der Auswah-

leinheit **5** verbunden, welche Funktionen zur Kombination, Auswahl und Steuerung der Kanäle zur Verfügung stellt. Je nach dem in der Auswahleinheit **5** implementierten Steuermechanismus kann man eine 3-Kanal-Diversity nutzen, um unterschiedliche Modi der Winkel-Diversity für die Netzkonnektivität zu erhalten. Die Auswahleinheit **5** ermittelt das für die Weiterverarbeitung am besten geeignete Signal und leitet dieses über eine Ausgabelitung xy an andere Einheiten weiter. Das zur Ermittlung des am besten geeigneten Signals verwendete Verfahren wird unter Bezug auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) genauer beschrieben. Die Vorrichtung **4** ist in der Lage, Daten, die durch Pfeile in beiden Richtungen auf der ersten, zweiten und dritten Signalleitung gekennzeichnet sind, zur Auswahleinheit **5** zu senden bzw. von ihr zu empfangen, wobei die empfangenen Signale die Bezeichnungen RxS_1, RxS_2 bzw. RxS_3 und die gesendeten Signale von den Sendedaten die Bezeichnungen TxS_1, TxS_2 bzw. TxS_3 tragen.

[0058] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung der Bauelemente und Einheiten, die gemeinsam in der Lage sind, aus den verschiedenen Signalen das am besten geeignete Signal zur Weiterverarbeitung zu ermitteln. Für einen ersten Kanal ist eine erste binäre Entscheidungseinheit **12.1** mit einer ersten Prüf- und Zählleinheit **16** verbunden. Diese erste Prüf- und Zählleinheit **16** enthält einen ersten Sampler **17**, ein erstes serielles Schieberegister **17.1**, eine erste Anordnung unabhängiger Probenzähler **18**, die im Folgenden als erste Probenzähler **18** bezeichnet werden, und einen ersten Gesamtzähler **19**. Der erste Sampler **17** ist mit dem ersten seriellen Schieberegister **17.1** und dieses wiederum mit den ersten Probenzählern **18** verbunden. Die ersten Probenzähler **18** sind mit dem ersten Gesamtzähler **19** verbunden. Für einen zweiten Kanal ist eine zweite Prüf- und Zählleinheit **26** vorgesehen. Diese zweite Prüf- und Zählleinheit **26** enthält einen zweiten Sampler **27**, ein zweites serielles Schieberegister **27.1**, eine zweite Anordnung unabhängiger Probenzähler **28**, die im Folgenden als zweite Probenzähler **28** bezeichnet werden, und einen zweiten Gesamtzähler **29**. Der zweite Sampler **27** ist mit dem zweiten seriellen Schieberegister **27.1** und dieses wiederum mit den zweiten Probenzählern **28** verbunden. Die zweiten Probenzähler **28** sind mit dem zweiten Gesamtzähler **29** verbunden.

[0059] Für einen dritten Kanal ist eine dritte Prüf- und Zählleinheit **36** vorgesehen. Diese dritte Prüf- und Zählleinheit **36** enthält einen dritten Sampler **37**, ein drittes serielles Schieberegister **37.1**, eine dritte Anordnung unabhängiger Probenzähler **38**, die im Folgenden als dritte Probenzähler **38** bezeichnet werden, und einen dritten Gesamtzähler **39**. Der dritte Sampler **37** ist mit dem dritten seriellen Schieberegister **37.1** und dieses wiederum mit den dritten Probenzählern **38** verbunden. Die dritten Probenzähler **38**

sind mit dem dritten Gesamtzähler **39** verbunden. Ferner ist die erste Prüf- und Zählleinheit **16** mit einem ersten Zahlenspeicher **7**, die zweite Prüf- und Zählleinheit **26** mit einem zweiten Zahlenspeicher **8** und die dritte Prüf- und Zählleinheit **36** mit einem dritten Zahlenspeicher **9** verbunden. Alle Zahlenspeicher **7**, **8** und **9** sind mit einem Komparator **6** verbunden, der auch als Auswahleinheit oder Zahlenkomparator **6** bezeichnet wird. Die Zahlenspeicher **7**, **8** und **9** können jeweils auch Bestandteil der Prüf- und Zählleinheiten **16**, **26** bzw. **36** sein.

[0060] Die erste binäre Entscheidungseinheit **12.1** umfasst einen ersten Eingang „a“ für das empfangene erste Infrarotsignal S1 und einen zweiten Eingang „b“ für einen Schwellenwert „TH“. Diese erste binäre Entscheidungseinheit **12.1** ist auf dem bereits im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) beschriebenen ersten Transceiver-Chip **12** untergebracht. Für jeden Kanal wird eine solche binäre Entscheidungseinheit verwendet, jedoch ist in [Fig. 2](#) zur Vereinfachung nur eine binäre Entscheidungseinheit dargestellt. Die erste binäre Entscheidungseinheit **12.1** vergleicht das erste Infrarotsignal S1 mit dem Schwellenwert „TH“ und gibt ein erstes digitales Signal RxS_1 aus, das in den ersten Sampler **17** der ersten Prüf- und Zählleinheit **16** eingespeist wird. Wenn der Wert des ersten Infrarotsignals S1 größer als der Schwellenwert „TH“ ist, wenn also $S1 > TH$ ist, wird am Ausgang der ersten binären Entscheidungseinheit **12.1** eine logische „1“ erzeugt; ansonsten eine logische „0“. Ein vom zweiten Transceiver-Chip **22** in [Fig. 1](#) kommendes zweites digitales Signal RxS_2, das durch eine zweite binäre Entscheidungseinheit erzeugt wurde, wird in den zweiten Sampler **27** der zweiten Prüf- und Zählleinheit **26** eingespeist. Ein vom dritten Transceiver-Chip **32** in [Fig. 1](#) kommendes drittes digitales Signal RxS_3, das durch eine dritte binäre Entscheidungseinheit erzeugt wurde, wird in den dritten Sampler **37** der dritten Prüf- und Zählleinheit **36** eingespeist.

[0061] Das Prinzip des zur Ermittlung eines Maßes, einer Zahl oder eines Wertes zur Auswahl des am besten geeigneten Signals verwendeten Prozesses wird unter Bezug auf die erste Prüf- und Zählleinheit **16** in Verbindung mit [Fig. 3](#) genauer beschrieben. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis ein Wert eines vorgegebenen oder bestimmten Schwellenwertes erreicht ist. Die beiden Prüf- und Zählleinheiten **26** und **36** verfahren jedoch in derselben Weise wie die erste Zählleinheit **16**, sodass im Folgenden nur der Prozess für die erste Prüf- und Zählleinheit **16** beschrieben wird. Die Äquivalenzlängen von vier Zeitschlitzten oder Chips eines Zeitintervalls der Präambel aus dem ersten digitalen Signal RxS_1 werden in die erste Prüf- und Zählleinheit **16** eingespeist. Das Zeitintervall stellt ein komplettes 4-PPM-Symbol dar, es braucht jedoch nicht mit einem Impuls zu beginnen, sondern es beginnt zu einem beliebigen Zeitpunkt. Damit das Akkumulieren in Phase mit den vo-

rangehenden Zeitintervallen in den Probenzählern **18** erfolgt, sollten die nachfolgenden Zeitintervalle bezüglich ihrer Zeitphase äquivalent sein. Das ankommende erste digitale Signal RxS_1 wird im ersten Sampler **17** der ersten Prüf- und Zählleinheit **16** abgetastet und als Binärfolge in das erste serielle Schieberegister **17.1** eingegeben, wobei jeder Chip vierfach abgetastet wird, um sechzehn Binärziffern für ein definiertes Zeitintervall zu erhalten. Die Binärziffern werden in Einbit-Registern oder Flagregistern (Markierungsregistern) gespeichert, wo die Binärziffern in sequenzieller Folge eintreffen. Wenn im ersten seriellen Schieberegister **17.1** sechzehn Binärziffern aus dem definierten Zeitintervall eingetroffen sind, akkumulieren die ersten Probenzähler **18** die Binärziffern aus den entsprechenden Einbit-Registern des ersten seriellen Schieberegisters **17.1** zu ihren bereits gespeicherten Werten. Dieser Prozess wird für die nachfolgenden Zeitintervalle so lange wiederholt, bis der Gesamtzähler **19** ein erstes Maß „A“ berechnet, das in den ersten Zahlenspeicher **7** eingegeben wird. Die Anzahl der Wiederholungen hängt von der Statistik, der Qualität der empfangenen Signale und der Leistungsfähigkeit des Erkennungs- oder Analyseschemas ab. Die zweite Prüf- und Zählleinheit **26** ermittelt in zweites Maß „B“ und gibt dieses Maß in den zweiten Zahlenspeicher **8** ein. Die dritte Prüf- und Zählleinheit **36** ermittelt ein drittes Maß „C“ und gibt dieses Maß in den dritten Zahlenspeicher **9** ein. Die Zahlenspeicher **7**, **8** und **9** sind mit dem Zahlenkomparator **6** verbunden oder sogar in diesen implementiert. Der Zahlenkomparator **6** vergleicht die Maße „A“, „B“ und „C“ und ermittelt das für die Weiterverarbeitung am besten geeignete Signal. [Fig. 2](#) zeigt, dass der Ausgang des Zahlenkomparators **6** den dem Maß „A“ entsprechenden Kanal auswählt, was durch die Markierung S_A des Ausgangs des Zahlenkomparators **6** angezeigt wird. Von den drei Infrarotsignalen S1, S2 und S3 ist deshalb das erste Infrarotsignal S1 und somit das erste digitale Signal RxS_1, auch als das eine digitale Signal RxS_1 bezeichnet, das für die Weiterverarbeitung am besten geeignet ist.

[0062] Das obige Schema funktioniert, da bekannt ist und untersucht wurde, dass ein Zusammenhang zwischen dem Signal-Rausch-Verhältnis und der Fehlerrate eines Signals besteht. Beispielsweise haben Untersuchungen gezeigt, dass das durch Berechnung ermittelte Maß wie z. B. das Maß „A“ direkt mit dem Signal-Rausch-Verhältnis des entsprechenden Signals zusammenhängt. Das bedeutet, dass das Signal-Rausch-Verhältnis umso niedriger ist, je größer das berechnete Maß ist. Somit reicht es aus, die Zahlenwerte der Maße A, B und C miteinander zu vergleichen und den kleinsten Wert aus der Menge {A, B, C} zu ermitteln, um so den Kanal oder Übertragungspfad mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis zu ermitteln.

[0063] [Fig. 3](#) zeigt einige Schritte einer Analyse eines zu verschiedenen Zeitpunkten abgetasteten binären Signals. Diese Schritte werden durch die Prüf- und Zählseinheit **16** in [Fig. 2](#) ausgeführt. [Fig. 3](#) zeigt insbesondere das erste serielle Schieberegister **17.1** und die angeschlossenen ersten Probenzähler **18** während eines ersten Zeitintervalls T_1 bzw. während eines zweiten Zeitintervalls T_2 und weiter unten nur die Probenzähler **18** während eines zehnten Zeitintervalls T_{10} bzw. während eines zweiunddreißigsten Zeitintervalls T_{32} . Das erste Maß „A“ wird nach dem zweiunddreißigsten Zeitintervall T_{32} berechnet und im Zahlenspeicher **7** gespeichert. Das erste serielle Schieberegister **17.1** umfasst sechzehn Einbit-Register, die durch die Nummern **1, 2, ... 16** oberhalb des ersten seriellen Schieberegisters **17.1** angezeigt sind. Diese Einbit-Register-Nummern und die sechzehn Einbit-Register beziehen sich auf einen Probenakt **10**, der oberhalb einer Folge des ersten Zeitintervalls T_1 gezeigt ist.

[0064] Zur Verdeutlichung sind ganz oben zwei Zeitintervalle eines verrauschten digitalen Signals einer Präambel auf einer Zeitachse t mit vier Impulsen, d. h. vier logische „Einsen“ oder „1“ mit unterschiedlicher Impulslänge, dargestellt. Während des ersten Zeitintervalls T_1 erscheint lediglich ein Impuls, während im nachfolgenden zweiten Zeitintervall T_2 drei Impulse erscheinen, von denen zwei durch Rauschen verursachte Fehlimpulse sind. Das erste Zeitintervall T_1 entspricht der Länge eines legalen 4-PPM-Symbols. Mit dem ersten Zeitintervall T_1 werden, wie oben erwähnt, vier Chips der Präambel des ersten digitalen Signals RxS_1 in den Sampler **17** in [Fig. 2](#) eingespeist.

[0065] Das erste Zeitintervall T_1 stellt die Länge eines kompletten Symbols dar, aber ein solches Zeitintervall muss nicht unbedingt mit einem Präambelsymbol zusammenfallen, vielmehr beginnt es im vorliegenden Beispiel nicht mit einem Impuls, sondern mit einer logischen „null“. Das liegt daran, dass der Empfänger noch keine Symbolsynchronität oder Chipsynchronität hergestellt hat. Tatsächlich ist eine solche Synchronität bei diesem Schema auch nicht erforderlich. Zu einem bestimmten Zeitpunkt werden die vier abgetasteten Chips des ersten Zeitintervalls T_1 , die physisch neben dem ersten seriellen Schieberegister **17.1** und den Probenzählern **18** dargestellt sind, im ersten seriellen Schieberegister **17.1** gespeichert, wobei jeder Chip vierfach abgetastet wird, um sechzehn Binärziffern zu erhalten. Wenn ein Impuls vorliegt, kommt es zu einer „1“ und ansonsten zu einer „0“. Die Binärziffern werden in einem einfachen Register gespeichert, welches Einbit-Register oder Flag-Register umfasst, die entweder gesetzt oder nicht gesetzt werden können. Beim Betrachten der Einbit-Register des ersten seriellen Schieberegisters **17.1** erkennt man, dass die Einbit-Register vom dritten bis zum siebzehnten Einbit-Register auf „1“ ste-

hen, wobei ein Einbit-Register eine Binärziffer **30** enthält. Die einzelnen Binärziffern der Einbit-Register des ersten seriellen Schieberegisters **17.1** werden zu entsprechenden Speicherwerten in den ersten Probenzählern **18** akkumuliert. Dabei entspricht die Länge der Anordnung der Probenzähler **18** der Länge des ersten seriellen Schieberegisters **17.1**. Zum Beispiel bewirkt ein Zählerwert **70**, der einen Speicherwert anzeigt, für den ersten Impuls im ersten Schritt eine „1“ in den ersten Probenzählern **18**. Dieser Zählerwert **70** und sein Speicherwert werden später genauer erörtert. Im Folgenden wird das unterhalb dargestellte Zeitintervall betrachtet. Während des zweiten Zeitintervalls T_2 werden die Chips abgetastet und die jeweiligen Binärziffern in das erste serielle Schieberegister **17.1** eingegeben. Dabei werden die früheren Werte der Einbit-Register überschrieben. Das Ergebnis wird in der Zeile des ersten seriellen Schieberegisters **17.1** während des zweiten Zeitintervalls T_2 gezeigt. Die ersten Probenzähler **18** addieren die jeweiligen gesetzten Einbit-Register oder Flags zu den vorherigen Zählerwerten. Nach dieser Addition sind die Zählerwerte der ersten Probenzähler **18** angepasst, z. B. ist der beobachtete Zählerwert **70** um eins auf „2“ erhöht worden. Zu einem späteren Zeitpunkt, der durch eine senkrechte punktierte Linie zwischen dem zweiten Zeitintervall T_2 und dem zehnten Zeitintervall T_{10} angezeigt wird, also nach weiteren acht Schritten während des zehnten Zeitintervalls T_{10} , ist eine weitere Folge abgetastet worden. Die ersten Probenzähler **18** zeigen das Ergebnis des zehnten Schrittes. Der beobachtete Zählerwert **70** wurde erhöht und steht nun auf „8“. Zum Schluss wurde während des zweiunddreißigsten Zeitintervalls T_{32} eine weitere Folge abgetastet. Das Ergebnis ist in der Zeile der ersten Probenzähler **18** zu sehen. Der beobachtete Zählerwert **70** wurde erhöht und steht nun auf „26“. Die Zählerwerte der ersten Probenzähler **18** werden zu einer Summe von Ziffern addiert und ergeben ein Maß „A“; dies erfolgt in einem nicht dargestellten Gesamtzähler. Dieses Maß „A“ erreicht den Wert „184“ und wird zur weiteren Verarbeitung im ersten Zahlenspeicher **7** gespeichert, wie unter Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben.

[0066] Eine weitere Ausführungsart beinhaltet einen Schwellenwert, vorzugsweise im letzten Schritt, bevor das Maß „A“ berechnet wird, um große Zahlen, die sich nicht aus dem Rauschen, sondern aus Präambelimpulsen ergeben, auf „null“ zurückzusetzen. Dies ist von Vorteil, um Rauschen besser erkennen und bestimmen zu können.

[0067] [Fig. 4](#) zeigt eine Ausführungsart einer inneren Grundarchitektur einer Auswahleinheit **40**. Die auch als Kanalkombinierer bezeichnete Auswahleinheit **40** umfasst eine erste Kanalqualitäts-Abschätzungseinheit **41**, welche die Signale RxS_1 empfängt, eine zweite Kanalqualitäts-Abschätzungseinheit **42**, welche die Signale RxS_2 empfängt, und

eine dritte Kanalqualitäts-Abschätzungseinheit **43**, welche die Signale RxS_3 empfängt. Alle Kanalqualitäts-Abschätzungseinheiten **41**, **42** und **43** sind mit einer Bewertungseinheit **44** verbunden, deren Ausgang zu einer Steuereinheit **45** geleitet wird, welche ein Steuersignal empfangen kann, das durch eine gestrichelte Linie mit einem zur Steuereinheit **45** zeigenden Pfeil angezeigt ist. Die Steuereinheit **45** ist an einer Seite mit einer RxS-Kombinations-/Auswahleinheit **46** verbunden. Diese RxS-Kombinations-/Auswahleinheit **46** ist in der Lage, die Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 zu empfangen und ein RxD_VR-Signal und ein RxD_HR-Signal zu liefern. An der anderen Seite ist die Steuereinheit **45** ferner mit einer TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** verbunden, die ein Signal TxS_1, ein Signal TxS_2 und ein Signal TxS_3 liefert. Die Steuereinheit **45** ist auch mit einer TxD-Auswahleinheit **48** und diese wiederum mit einer TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** verbunden. Die TxD-Auswahleinheit **48** ist in der Lage, Daten in Form eines Signals TxD_VR und eines Signals TxD_HR zu empfangen.

[0068] Die Auswahleinheit **40** liefert die Signale TxS_1, TxS_2 und TxS_3 über die TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** an die Sender. Diese Sender sind zur besseren Veranschaulichung in [Fig. 4](#) nicht dargestellt, aber die Signale können entsprechend der Darstellung in [Fig. 1](#) zu den Transceivern **13**, **23** bzw. **33** geleitet werden. Die TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** empfängt ihr Eingangssignal von der TxD-Auswahleinheit **48**, welche aus dem Signal TxD_VR und dem Signal TxD_HR die zu sendenden Daten auswählt. Sowohl die TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** als auch die TxD-Auswahleinheit **48** werden durch die innere Steuereinheit **45** gesteuert. Die empfangenen Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 werden jeweils durch die Kanalqualitäts-Abschätzungseinheiten **41**, **42** bzw. **43** parallel verarbeitet, deren Ausgänge in der Bewertungseinheit **44** untersucht werden. Die beschriebenen Prozesse gemäß [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) können in den Kanalqualitäts-Abschätzungseinheiten **41**, **42**, **43** und in der Bewertungseinheit **44** implementiert werden. Die Bewertungseinheit **44** liefert ihre Ausgangssignale an die Steuereinheit **45**. Diese Steuereinheit **45** ist für die Steuerung der RxS-Kombinations-/Auswahleinheit **46** zuständig, welche die Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 verarbeitet und die Signale RxD_VR und RxD_HR liefert.

[0069] Gemäß einer anderen Ausführungsart werden die empfangenen Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 nacheinander durch eine einzige Kanalqualitäts-Rbschätzungseinheit verarbeitet, deren Ausgang von der Bewertungseinheit **44** überprüft wird.

[0070] Gemäß einer weiteren Ausführungsart liefert die RxS-Kombinations-/Auswahleinheit **46** nur das Signal RxD_VR, und die TxS-Freigabe-/Steuerein-

heit **47** empfängt direkt das Signal TxD_VR. In diesem Fall ist keine TxD-Auswahleinheit **48** erforderlich.

[0071] Gemäß noch einer weiteren Ausführungsart liefert die RxS-Kombinations-/Auswahleinheit **46** nur das Signal RxD_HR, und die TxS-Freigabe-/Steuereinheit **47** empfängt das Signal TxD_HR direkt. In diesem Fall ist keine TxS-Auswahleinheit **48** erforderlich.

[0072] Gemäß einer weiteren Ausführungsart stellt die Auswahleinheit **40** Mittel zur Verarbeitung der Signale für lediglich zwei Transceiver bereit, wodurch dann nur eine 2-Kanal-Diversity möglich ist.

[0073] [Fig. 5](#) zeigt eine grundlegende physische Schichtstruktur einer Ausführungsart eines Infrarot-Übertragungssystems mit einer 3-Kanal-Diversity. Einige Elemente und Einheiten stimmen mit den oben verwendeten und beschriebenen überein und tragen daher dieselben Bezugsnummern.

[0074] Zur vereinfachten Darstellung sind die Transceiver **13**, **23** und **33** in [Fig. 5](#) in einer Reihe angeordnet. Um eine 3-Kanal-Diversity zu erreichen, müssen die Transceiver **13**, **23** und **33** jedoch in verschiedene oder bevorzugte Richtungen ausgerichtet werden. Die Transceiver **13**, **23** und **33** sind in der Lage, Infrarotsignale zu empfangen und zu senden, die durch Pfeile vor den Transceivern **13**, **23** und **33** angedeutet sind. Die Transceiver **13**, **23** und **33** sind mit der Auswahleinheit **40** verbunden, welche über die Funktionen verfügt, die das System mit der erforderlichen Winkel-Diversity versehen. Die Auswahleinheit **40** ist mit einer VR-Modem-/Steuereinheit **51** und einer HR-Modem-/Steuereinheit **61** verbunden. Die VR-Modem-/Steuereinheit **51**, die auch als zweite Modemeinheit **51** oder als Modem/Steuereinheit mit variabler Rate **51** bezeichnet wird, hat über eine Transceiver-Steuerleitung **54** eine Verbindung zu den Transceivern **13**, **23** und **33** und zu einer Hostrechnerschnittstelle **52**. Die HR-Modem-/Steuereinheit **61**, die auch als erste Modemeinheit **61** oder als Modem/Steuereinheit mit hoher Rate **61** bezeichnet wird, steht ebenfalls in Verbindung mit der Hostrechnerschnittstelle **52** und über eine Steuerleitung **62** in Verbindung mit der Auswahleinheit **40**. Die Hostrechnerschnittstelle **52** ist mit einem Hostrechner **53** verbunden. Die gesendeten Signale TxS_1, TxS_2 und TxS_3 enthalten das Modulationssignal für die Transceiver **13**, **23** und **33**. Zum Beispiel sind die Signale TxS_1, TxS_2 und TxS_3 in der oben beschriebenen Weise gemäß der 4-Zeitschlitz-Pulsphasenmodulation (4-PPM) codiert. Die empfangenen Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 enthalten die vom jeweiligen Empfänger aufgefangenen Signale. Bei der bevorzugten Implementierung sind diese Signale binäre Signale. Die Auswahleinheit **40** empfängt die zu sendenden Daten entweder von der VR-Modem-/Steuer-

einheit **51** oder von der HR-Modem-/Steuereinheit **61**. Die entsprechenden Datenleitungen sind mit TxD_VR bzw. TxD_HR bezeichnet. Desgleichen liefert die Auswahleinheit **40** empfangene Daten an die VR-Modem-/Steuereinheit **51** oder zur HR-Modem-/Steuereinheit **61**, wobei die entsprechenden Datenleitungen mit RxD_VR bzw.

[0075] RxD_HR bezeichnet sind. Die VR-Modem-/Steuereinheit **51** und die HR-Modem-/Steuereinheit **61** sind in der Lage, mit unterschiedlichen Datenraten zu empfangen bzw. zu senden, z. B. kann die VR-Modem-/Steuereinheit **51** mit Datenraten bis zu 4 MBit/s arbeiten, während die HR-Modem-/Steuereinheit **61** Datenraten von ca. 16 MBit/s unterstützt. Die VR-Modem-/Steuereinheit **51** steuert jedoch den Betriebszustand der Transceiver **13**, **23** und **33** durch das Senden von Befehlen zum Einstellen des Entscheidungsschwellenwertes, der Bandbreite, der Senderleistung etc. Die HR-Modem-/Steuereinheit **61** steuert den Betriebszustand der Auswahleinheit **40** durch das Senden entsprechender Befehle. Diese Befehle beinhalten Anweisungen für den Empfängerpfad – wie die Signale RxS_1, RxS_2 und RxS_3 zu kombinieren und/oder auszuwählen sind – sowie für den Sendepfad – wie die Signale TxS_1, TxS_2 und TxS_3 freigegeben werden sollen. Die VR-Modem-/Steuereinheit **51** und die HR-Modem-/Steuereinheit **61** sind über einen Bus durch die Bussignale VR_IF und HR_IF mit der Hostrechnerschnittstelle **52** verbunden. Die Hostrechnerschnittstelle **52** ist über eine Busleitung H_IF mit dem Hostrechner **53** verbunden, um die Kommunikation mit dem Protokollstapel, z. B. mit der Medienzugangssteuerung MAC zu sichern.

[0076] [Fig. 6](#) zeigt eine weitere grundlegende Ausführungsart eines Infrarot-Übertragungssystems mit einer 3-Kanal-Diversity. Alle beschriebenen Elemente und Funktionen sind gleich denen in [Fig. 5](#), der einzige Unterschied besteht darin, dass die in der HR-Modem-/Steuereinheit **61** und in der Auswahleinheit **40** implementierten Funktionen in einer einzigen Auswahleinheit **40.1** vereinigt sind.

[0077] Unter Berücksichtigung von [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) sind mehrere Kombinationen von Elementen und Einheiten möglich, von denen einige im Folgenden genannt werden.

[0078] Gemäß einer anderen Ausführungsart ist die Auswahleinheit **40** als einzelne Einheit angeordnet und die VR-Modem-/Steuereinheit **51** und die HR-Modem-/Steuereinheit **61** sind in einer weiteren einzelnen Einheit vereinigt.

[0079] Gemäß einer anderen Ausführungsart sind sämtliche in der Auswahleinheit **40**, der VR-Modem-/Steuereinheit **51** und der HR-Modem-/Steuereinheit **61** implementierten Funktionen in einer einzi-

gen Einheit vereinigt.

[0080] In einer weiteren Ausführungsart gibt es keine HR-Modem-/Steuereinheit **61**, sodass die Auswahleinheit **40** von der VR-Modem-/Steuereinheit **51** gesteuert wird.

[0081] In einer anderen Ausführungsart gibt es keine HR-Modem-/Steuereinheit **61**, und die Auswahleinheit **40** und die VR-Modem-/Steuereinheit **51** sind in einer einzigen Einheit vereinigt.

[0082] In einer weiteren Ausführungsart gibt es keine VR-Modem-/Steuereinheit **51**, sodass die drei Transceiver **13**, **23** und **33** von der HR-Modem-/Steuereinheit **61** gesteuert werden.

[0083] Gemäß einer weiteren Ausführungsart gibt es keine VR-Modem/Steuereinheit **51**, und die Auswahleinheit **40** und die HR-Modem/Steuereinheit **61** sind in einer einzigen Einheit vereinigt.

[0084] Alle beschriebenen Ausführungsarten können mit einer oder mehreren anderen gezeigten und/oder beschriebenen Ausführungsarten kombiniert werden. Dies gilt auch für ein oder mehrere Merkmale der Ausführungsarten. Die hier beschriebenen und beanspruchten Schritte brauchen nicht in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt zu werden. Die Schritte können, zumindest bis zu einem bestimmten Umfang, in einer beliebigen anderen Reihenfolge ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (**4**, **50**, **60**) zum Empfangen eines Infrarotsignals (S1, S2, S3), welche Folgendes umfasst:

- mindestens zwei Empfangseinheiten (**1**, **2**, **3**), welche jeweils einen Umwandler (**12**, **22**, **32**) zum Umwandeln des empfangenen Infrarotsignals (S1, S2, S3) in ein digitales Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3) umfassen, wobei die digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) in Blöcken übertragene Daten darstellen, wobei die Blöcke mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld umfassen und das Headerfeld eine für jedes dieser digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) identische Präambel enthält, und
- eine Auswahleinheit (**5**, **40**, **40.1**) zum Ermitteln eines auf das Signal-Rausch-Verhältnis des digitalen Signals bezogenen Maßes (A, B, C) für mindestens einen Teil von jeder von den Präambeln und zum Vergleichen der Maße (A, B, C), um das eine digitale Signal (RxS_1) mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis zur Weiterverarbeitung auszuwählen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher die Präambel ein aus einer periodischen Impulsfolge bestehendes Symbol umfasst, vorzugsweise eine Impulsfolge mit einer definierten Periode.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher ein Symbol mindestens einen Impuls beinhaltet.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welcher das empfangene Infrarotsignal (S1, S2, S3) in jeder Empfangseinheit (1, 2, 3) durch eine binäre Entscheidungseinheit (12, 22, 32) in das digitale Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3) umgewandelt wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei welcher das digitale Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3) der Präambel abgetastet und gewichtet wird, um das auf das Signal-Rausch-Verhältnis bezogene Maß (A, B, C) zu ermitteln.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei welcher das Auswählen des einen digitalen Signals (RxS_1) während des Empfangens der Präambeln in der Auswahleinheit (5) erfolgt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei welcher jede Empfangseinheit (1, 2, 3) so ausgelegt ist, dass sie eine optische Empfangscharakteristik (14, 24, 34) bereitstellt, die durch einen stumpfen Empfangswinkel φ_R beschrieben wird, wobei der Empfangswinkel φ_R ein ebener Winkel ist, der diejenige Stelle definiert, an der die Empfängerempfindlichkeit halb so groß wie die Empfängerempfindlichkeit auf der optischen Achse des Empfängers ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei welcher die Daten durch eine Pulsmodulation, vorzugsweise durch eine Pulsphasenmodulation (PPM), codiert werden.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei welcher mindestens diejenige Empfangseinheit (2, 3), welche die Präambel mit einem niedrigeren Signal-Rausch-Verhältnis empfängt als die eine Empfangseinheit (1), welche die eine Präambel mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis empfängt, abgeschaltet ist.

10. Vorrichtung (4, 50, 60) zum Empfangen und Senden eines Infrarotsignals (S1, S2, S3), welche Folgendes umfasst:

- mindestens zwei Empfangseinheiten (1, 2, 3), welche jeweils einen Umwandler (12, 22, 32) zum Umwandeln des empfangenen Infrarotsignals (S1, S2, S3) in ein digitales Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3) umfassen, wobei die digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) in Blöcken übertragene Daten darstellen, die Blöcke mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld umfassen und das Headerfeld eine für jedes dieser digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) identische Präambel enthält, und
- eine Auswahleinheit (5, 40, 40.1) zum Ermitteln eines auf das Signal-Rausch-Verhältnis des digitalen Signals bezogenen Maßes (A, B, C) für mindestens einen Teil von jeder von den Präambeln und zum Ver-

gleichen der Maße (A, B, C), um das eine digitale Signal (RxS_1) mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis zur Weiterverarbeitung auszuwählen, und

- mindestens eine Sendeeinheit (11, 21, 31), die an die Auswahleinheit (5, 40, 40.1) gekoppelt ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei welcher die Empfangseinheit (1, 2, 3) eine optische Empfangscharakteristik (14, 24, 34) aufweist, deren Form der einer optischen Emissionscharakteristik (15, 25, 35) der Sendeeinheit (11, 21, 31) identisch oder zumindest ähnlich ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, bei welcher mindestens eine Empfangseinheit (1, 2, 3) und mindestens eine Sendeeinheit (11, 21, 31) und der Umwandler (12, 22, 32) Teil eines Sendeempfängers (13, 23, 33) sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, bei welcher mehrere Sendeempfänger (13, 23, 33) so angeordnet sind, dass sich ihre optischen Empfangscharakteristiken (14, 24, 34) und/oder ihre optischen Emissionscharakteristiken (15, 25, 35) gegenseitig ergänzen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 13, bei welcher mindestens drei Sendeempfänger (13, 23, 33) einen Bereich von 360° erfassen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei welcher die Auswahleinheit (5, 40) mit einer Einheit verbunden ist, welche mindestens eine erste Modemeinheit (61) und/oder eine zweite Modemeinheit (51) umfasst.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei welcher die Auswahleinheit (5, 40) mit mindestens einer Modemeinheit (51, 61) kombiniert werden kann, vorzugsweise mit einer Modem/Steuereinheit (61) für hohe Übertragungsraten.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei welcher mindestens die Auswahleinheit (5, 40), eine erste Modemeinheit (61) und eine zweite Modemeinheit (51) zu einer einzigen Einheit kombiniert werden können.

18. Verfahren zum Empfangen eines Infrarotsignals (S1, S2, S3) in einem drahtlosen optischen Übertragungssystem, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Empfangen des Infrarotsignals (S1, S2, S3) durch mindestens zwei Empfangseinheiten (1, 2, 3),
- Umwandeln des Infrarotsignals (S1, S2, S3) in ein digitales Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3), wobei die digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) in Blöcken übertragene Daten darstellen, die Blöcke mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld umfassen und das Headerfeld eine für jedes dieser digitalen Signale

(RxS_1, RxS_2, RxS_3) identische Präambel enthält,

Ermitteln eines auf das Signal-Rausch-Verhältnis des digitalen Signals bezogenen Maßes (A, B, C) für mindestens einen Teil von jeder von den Präambeln und Vergleichen der Maße (A, B, C), und

- Auswählen des einen digitalen Signals (RxS_1) mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis zur weiteren Datenverarbeitung.

19. Verfahren zum Empfangen eines Infrarotsignals (S1, S2, S3) und zum Senden eines Infrarotsignals, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Empfangen des Infrarotsignals (S1, S2, S3) durch mindestens zwei Empfangseinheiten (**1, 2, 3**),

- Umwandeln des Infrarotsignals (S1, S2, S3) in ein digitales Signal (RxS_1, RxS_2, RxS_3), wobei die digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) in Blöcken übertragene Daten darstellen, die Blöcke mindestens ein Datenfeld und ein Headerfeld umfassen und das Headerfeld eine für jedes dieser digitalen Signale (RxS_1, RxS_2, RxS_3) identische Präambel enthält,

- Ermitteln eines auf das Signal-Rausch-Verhältnis des digitalen Signals bezogenen Maßes (A, B, C) für mindestens einen Teil von jeder von den Präambeln und Vergleichen der Maße (A, B, C),

- Auswählen des einen digitalen Signals (RxS_1) mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis zur weiteren Datenverarbeitung, und

- Senden von Sendedaten (TxS_1, TxS_2, TxS_3) in die entgegengesetzte Richtung, aus welcher das eine digitale Signal (RxS_1) mit dem höchsten Signal-Rausch-Verhältnis empfangen wird, oder in alle Richtungen.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, bei welchem während des Ermittlungsschrittes jedes Maß (A, B, C) durch folgende Schritte ermittelt wird:

- Definieren eines Zeitintervalls und Aufteilen der Präambel in periodische Zeitintervalle ($T_1, T_2, \dots, T_{10} \dots T_{32}$),

- Oversampling der Präambel entsprechend dem Zeitintervall ($T_1, T_2, \dots, T_{10} \dots T_{32}$), um eine Binärziffernfolge zu erzeugen, welche mindestens eine Binärziffer (**30**) umfasst,

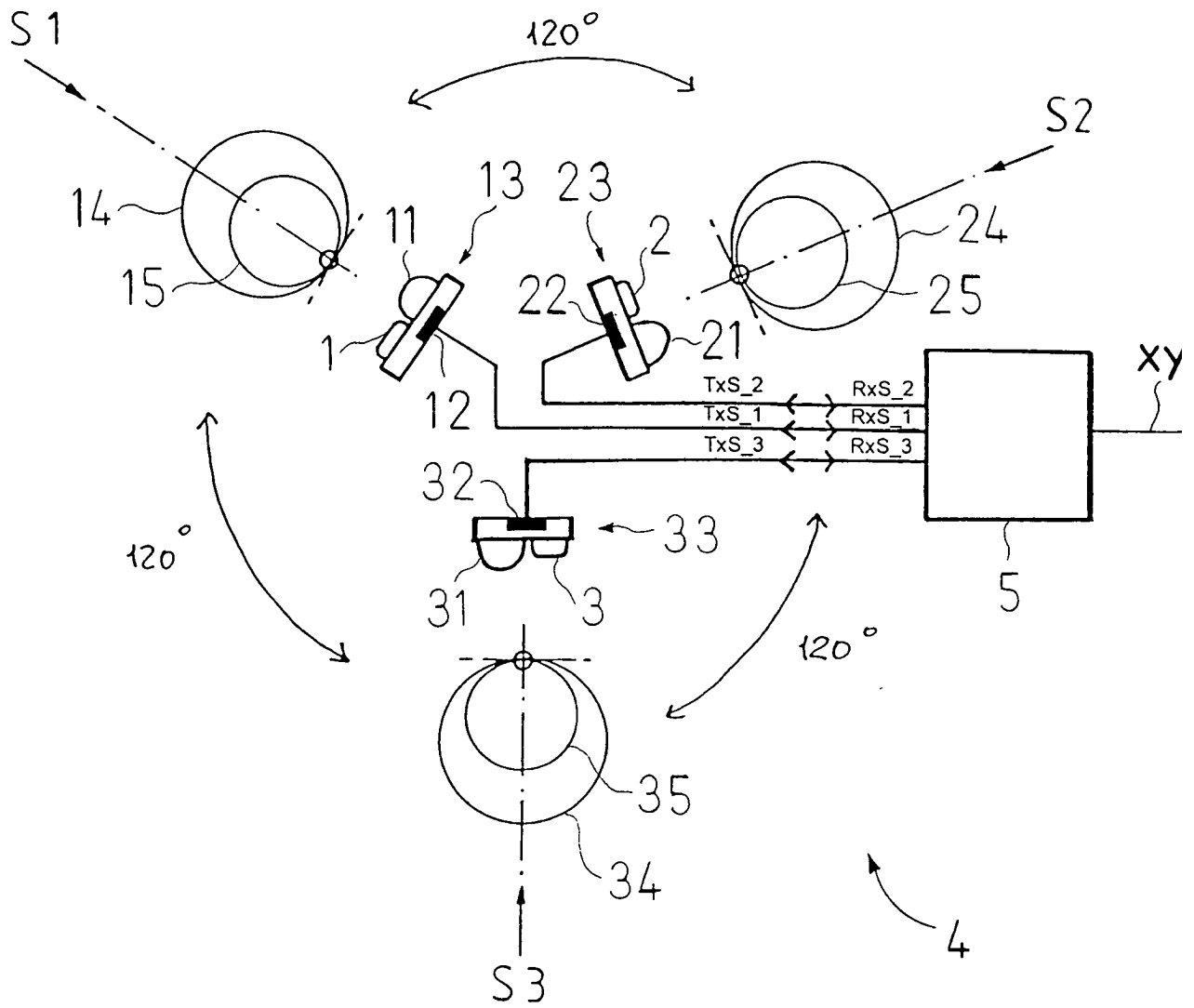
- Addieren der einzelnen Binärziffern (**30**) der Binärziffernfolge zu entsprechenden Speicherwerten (**70**), und

- Berechnen des Maßes (A, B, C) aus diesen Speicherwerten (**70**).

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei welchem der Schritt des Oversamplings und der Schritt des Addierens mindestens einmal wiederholt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



SRV: ∞



SRV = Signal-Rausch-Verhältnis



SRV: 20 dB



SRV: 5 dB



FIG. 2

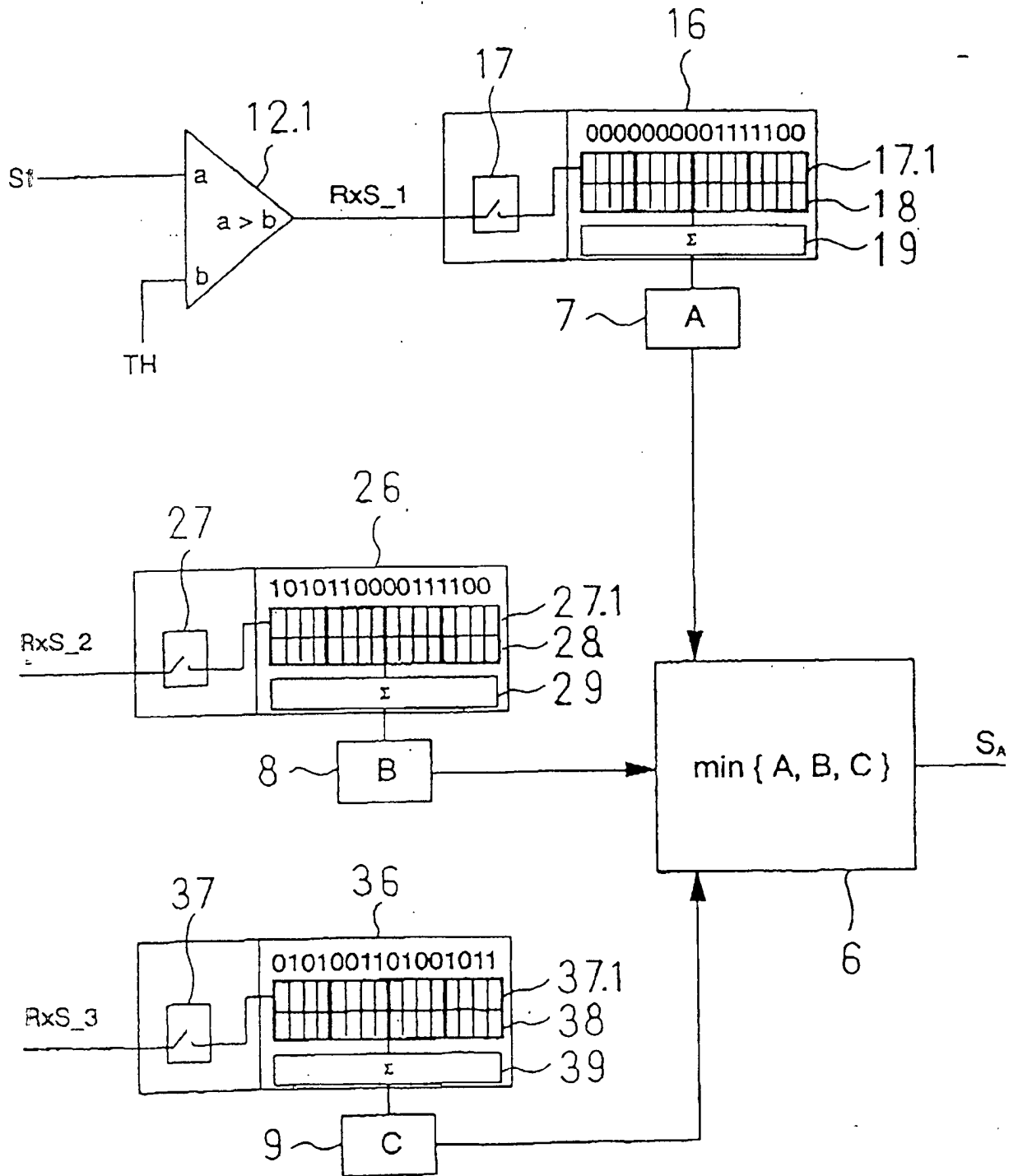


FIG. 3

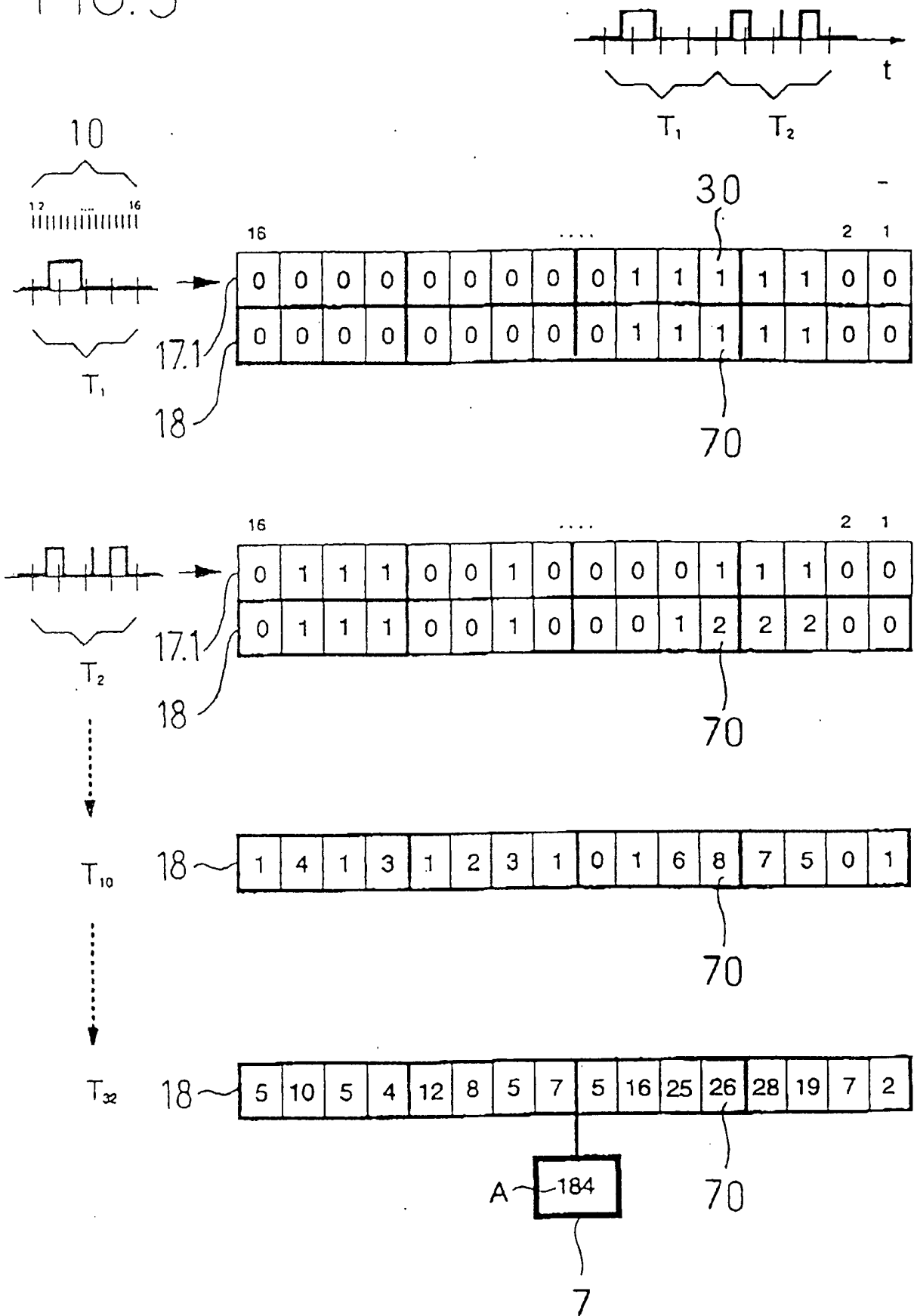


FIG. 4

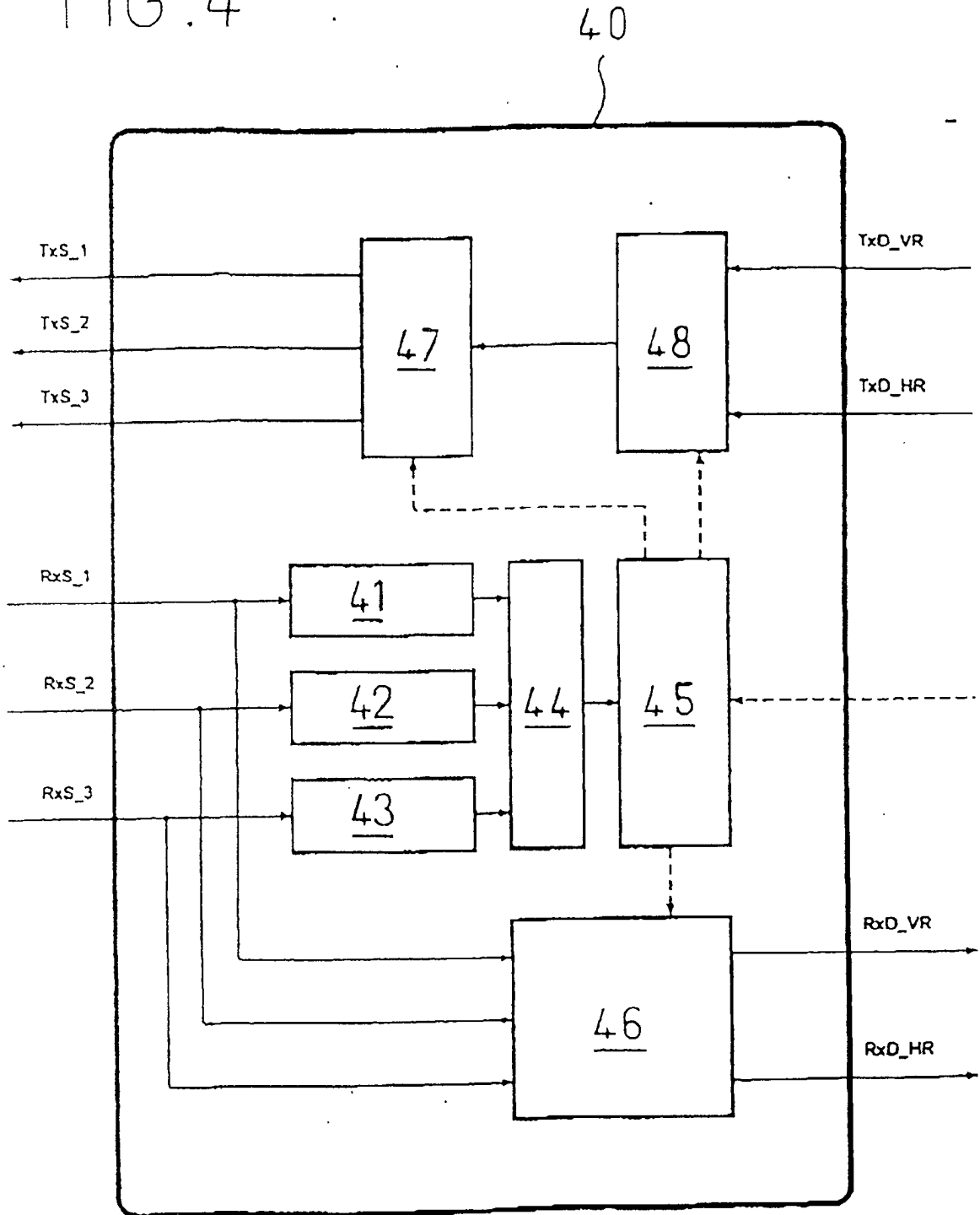


FIG. 5

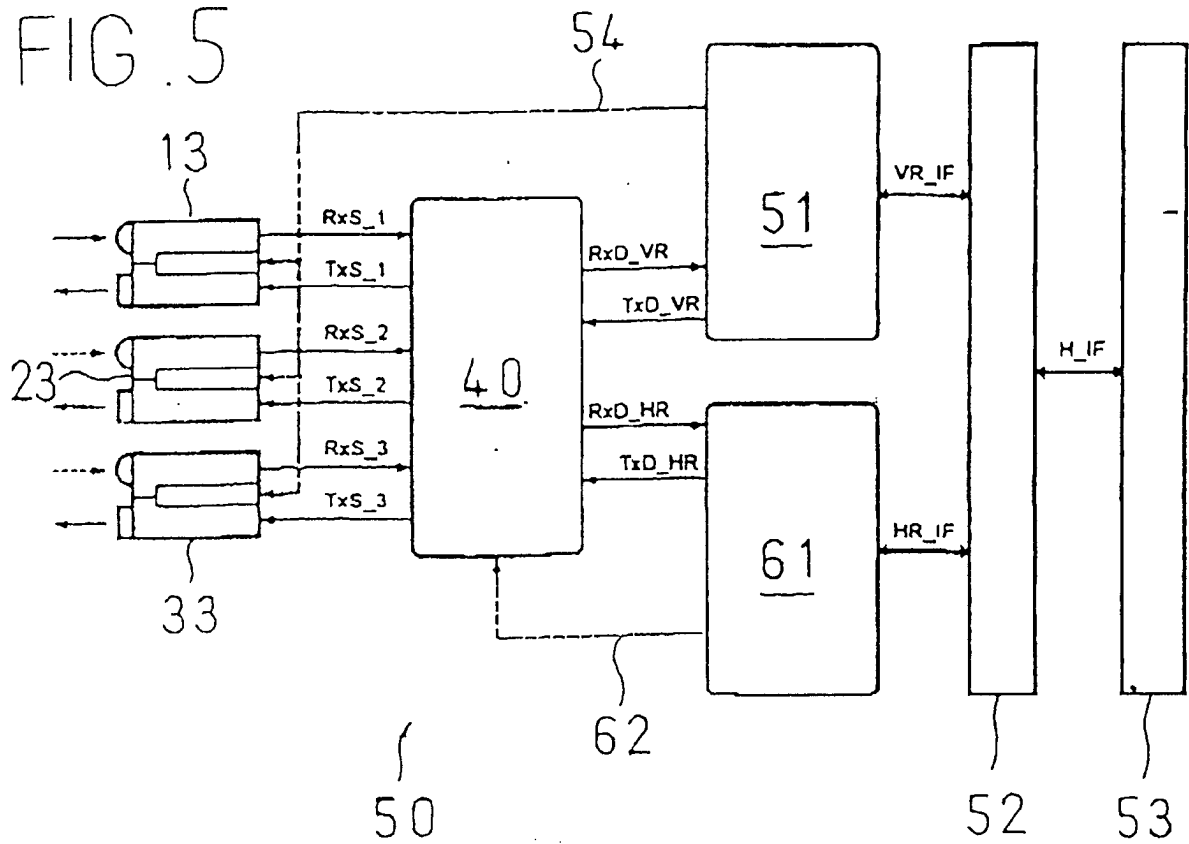


FIG. 6

