



(10) **DE 10 2014 200 043 A1** 2015.07.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 200 043.2**
(22) Anmeldetag: **07.01.2014**
(43) Offenlegungstag: **09.07.2015**

(51) Int Cl.: **H04B 7/08 (2006.01)**
A61B 5/055 (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 101 48 462 C1
DE 10 2007 040 387 A1

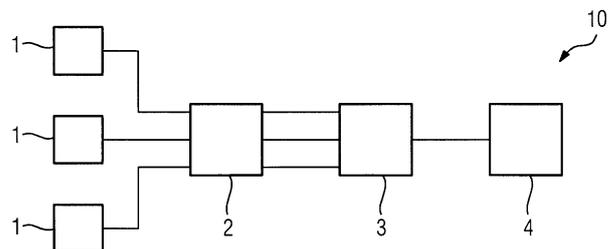
(72) Erfinder:
Wiehl, Michael, 97199 Ochsenfurt, DE

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Empfangsvorrichtung (10) zum Empfangen eines Nutzsignals vorgeschlagen. Die Empfangsvorrichtung (10) weist eine Mehrzahl N von Antennen (1) zum Empfangen jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält, eine Ermittlungseinrichtung (2) zum Ermitteln von Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale, wobei jeder Antenne (1) ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet ist, eine Schaltmatrix (3) zum Auswählen von M Übertragungskanälen aus den N Übertragungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, mit $1 \leq M < N$, wobei die Schaltmatrix (3) einen Kombinationsalgorithmus (20) zum Kombinieren der Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle aufweist, und eine Demodulationseinrichtung (4) zum Ermitteln des Nutzsignals aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten und kombinierten Übertragungskanäle auf. Durch die Ermittlung der Kanaleigenschaften vor dem Empfangen der Trägersignale sowie die Auswahl einer Untermenge an Übertragungskanälen basierend auf diesen Kanaleigenschaften und deren Kombination, kann die Anzahl der Übertragungskanäle für den tatsächlichen Empfang der Trägersignale reduziert werden. Daher können auch die weiteren Elemente der Empfangsvorrichtung zur Verarbeitung der empfangenen Trägersignale reduziert werden. Des Weiteren werden ein Magnetresonanztomograph mit einer solchen Empfangsvorrichtung sowie ein entsprechendes Verfahren vorgeschlagen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals sowie einen Magnetresonanztomographen mit einer solchen Empfangsvorrichtung. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen.

[0002] Um in Systemen wie beispielsweise Magnetresonanztomographen (MRT) Messdaten drahtlos mit breitbandigen Übertragungsverfahren, wie beispielsweise Frequenzmodulation (FM), Phasenmodulation (PM) oder Vierphasenmodulation (QPSK), zu übertragen, wird ein Empfänger benötigt. Da aufgrund von Mehrwegeeffekten im Funkkanal eine Auslöschung der Träger bzw. Trägersignale an der Empfangsantenne auftreten kann, müssen mehrere Antennen im MRT installiert werden. Der Empfänger muss zudem die gleichzeitig empfangenen Träger zusammenführen und daraus die zu übertragenden Nutzsignale durch Demodulation extrahieren.

[0003] In derzeitigen MRTs wird ein Träger aus dem an der Antenne empfangenen Signal mit einem Filter in einer Filterbank herausgefiltert. Die unerwünschten benachbarten Träger werden dabei unterdrückt. Jeder Träger wird über ein Träger-Frontend in eine Zwischenfrequenz gemischt, verstärkt und digitalisiert. Im komplexen Basisband lassen sich die Träger von verschiedenen Antennen kombinieren, um die Trägerauslöschung an den Empfangsantennen zu kompensieren. Hierzu können Algorithmen wie Maximum Ratio Combining oder Constant Modulus Algorithm verwendet werden.

[0004] Allerdings werden dabei für jede Antenne ein Antennen-Frontend, eine Filterbank und sovieler Träger-Frontends benötigt, wie Träger gleichzeitig empfangen und verarbeitet werden. Damit sind beispielsweise für 10 Antennen und 30 Träger, wie es bei einer MR-Messung vorkommen kann, insgesamt 300 Träger-Frontends erforderlich.

[0005] Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Empfangsvorrichtung bereitzustellen, die eine Reduzierung der Empfangselemente ermöglicht.

[0006] Demgemäß wird eine Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals vorgeschlagen. Die Empfangsvorrichtung weist eine Mehrzahl N von Antennen zum Empfangen jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält, eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln von Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale, wobei jeder Antenne ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet ist, eine Schaltmatrix zum Auswählen von M Übertragungskanälen aus den N Übertra-

gungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, mit $1 \leq M < N$, wobei die Schaltmatrix einen Kombinationsalgorithmus zum Kombinieren der Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle aufweist, und eine Demodulationseinrichtung zum Ermitteln des Nutzsignals aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten und kombinierten Übertragungskanäle auf.

[0007] Die Empfangsvorrichtung basiert auf der Idee, vor der tatsächlichen Übertragung der Trägersignale mit dem Nutzsignal Kanaleigenschaften zu bestimmen und basierend auf diesen Kanaleigenschaften Übertragungskanäle auszuwählen, die für die Ermittlung des Nutzsignals verwendet werden. Auf diese Weise werden von den N übertragenen Trägersignalen M Trägersignale für die tatsächliche Ermittlung, d.h. Demodulation, der Signale und damit des Nutzsignals verwendet.

[0008] Somit lässt sich die Empfängerkomplexität stark verringern. Da jedes Trägersignal so oft empfangen wird, wie Empfangsantennen vorhanden sind, wird es öfters empfangen als eigentlich nötig. Werden beispielsweise bei 10 Antennen 8 Trägersignale, im Folgenden auch Träger genannt, nur schwach empfangen, so kann der Empfänger aus den beiden empfangenen Trägern guter Qualität auswählen und davon einen mit der Schaltmatrix durchschalten. Damit können bereits 9 Träger-Frontends entfallen.

[0009] Zusätzlich zu der Bewertung der Übertragungskanäle durch Bestimmung der Kanaleigenschaften wird ein Kombinationsalgorithmus verwendet, um eine bestimmte Anzahl an Signalen, beispielsweise zwei, zu kombinieren. Hierzu kann beispielsweise ein „Maximum Ratio Combining“-Algorithmus eingesetzt werden. Das bedeutet, dass nach einer Vorauswahl der Übertragungskanäle basierend auf den Kanaleigenschaften, d.h. beispielsweise die besten zwei, die Trägersignale dieser ausgewählten Übertragungskanäle kombiniert werden.

[0010] Unter einer Mehrzahl von N Antennen sind in diesem Zusammenhang auch N Antennenpositionen mit jeweils zumindest einer Antenne zu verstehen.

[0011] Gemäß einer Ausführungsform sind die Kanaleigenschaften der N Übertragungskanäle über einen bestimmten Zeitraum vorhersagbar.

[0012] Beispielsweise bei einem Magnetresonanztomographen sind zumindest über einen Messungszeitraum die Kanaleigenschaften vorhersagbar, da diese höchstens durch die Atmung eines Patienten in dem Magnetresonanztomographen beeinflusst werden. Daher können für einen bestimmten Zeitraum die Kanaleigenschaften der Übertragungskanäle vor Beginn der Übertragung des Nutzsignals bestimmt werden.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Kanaleigenschaften der N Übertragungskanäle über einen bestimmten Zeitraum statisch.

[0014] Insbesondere können die Kanaleigenschaften als statisch angesehen werden. Das bedeutet, dass keine oder so gut wie keine Veränderungen an den Kanaleigenschaften und damit an der Qualität der übertragenen Signale über diesen Messungszeitraum zu erwarten sind. Gemäß einer Ausführungsform ist der bestimmte Zeitraum ein Nutzsinal-Übertragungszeitraum eines Systems, insbesondere ein Messungszeitraum eines Magnetresonanztomographen.

[0015] Insbesondere bei einem Magnetresonanztomographen kann davon ausgegangen werden, dass die Kanaleigenschaften während eines Messungszeitraums vorhersagbar oder sogar statisch sind.

[0016] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Kombinationsalgorithmus dazu eingerichtet, die Trägersignale der zumindest zwei ausgewählten Übertragungskanäle zu einem resultierenden Signal mit einem größeren Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu kombinieren.

[0017] Auf diese Weise kann erreicht werden, dass das resultierende Signal einen größeren Störabstand, d.h. ein größeres Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR), aufweist. Das heißt, dass die Qualität des resultierenden Signals besser als die Qualität der Trägersignale der beiden ausgewählten Übertragungskanäle jeweils für sich genommen ist. Somit kann eine weitere Optimierung der Signalqualität erreicht werden.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Empfangsvorrichtung eine Mehrzahl N von Kanalbündel-Frontends zum Umsetzen der empfangenen Trägersignale in jeweilige Zwischenfrequenzsignale auf.

[0019] In den Kanalbündel-Frontends können die Trägersignale in eine Zwischenfrequenz gemischt, verstärkt und digitalisiert werden. Hierzu können die Kanalbündel-Frontends einen Verstärker, Filter und einen Mischer aufweisen.

[0020] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Empfangsvorrichtung zumindest eine Filterbank zum Extrahieren eines Trägersignals aus den Zwischenfrequenzsignalen auf.

[0021] Die zumindest eine Filterbank kann wiederum eine Mehrzahl von Filtern aufweisen. Hierbei wird ein Trägersignal aus dem empfangenen Gesamtsignal herausgefiltert. Eine solche Filterbank kann bei einem Frequenzmultiplexverfahren eingesetzt werden.

Bei anderen Multiplexverfahren können auch andere Elemente vorhanden sein.

[0022] Gemäß einer weiteren Ausführungsform entspricht die Anzahl der Filterbänke der Anzahl der Antennen.

[0023] Da pro Antenne ein Trägersignal verarbeitet werden soll, ist jede Filterbank dazu eingerichtet für eine Antenne ein entsprechendes Trägersignal herauszufiltern. Daher ist jeder Antenne eine Filterbank zugeordnet.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Demodulationseinrichtung eine Mehrzahl von Träger-Frontends zum Digitalisieren des empfangenen Trägersignals des zumindest einen ausgewählten Übertragungskanals auf.

[0025] Da die Trägersignale als analoge Signale empfangen werden, wandelt die Demodulationseinrichtung die analogen Signale in digitale Signale um. Für jeden ausgewählten Übertragungskanal ist ein Träger-Frontend vorgesehen. Da nur eine Untermenge der Gesamtmenge der Übertragungskanäle ausgewählt ist, kann somit die Anzahl der Träger-Frontends im Vergleich zu herkömmlichen Empfängern verringert werden.

[0026] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist jedes Träger-Frontend einen Analog-Digital-Wandler aufweist.

[0027] Mit Hilfe des Analog-Digital-Wandlers (AD-Wandler) kann das analoge Signal vor der Weiterleitung digitalisiert und in ein digitales Signal umgewandelt werden. Vor dem AD-Wandler kann jedes Träger-Frontend einen Mischer sowie einen Verstärker aufweisen.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Demodulationseinrichtung dazu eingerichtet, das digitalisierte Trägersignal in ein Basisbandsignal umzusetzen. Nach der Digitalisierung kann das Trägersignal in ein Basisbandsignal umgesetzt werden. Das Basisbandsignal entspricht dabei dem Frequenzbereich des Nutzsignals.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Ermittlungseinrichtung dazu eingerichtet, vor einer jeden Übertragung des Nutzsignals die Kanaleigenschaften zu ermitteln.

[0030] Gemäß dieser Ausführungsform wird die Auswahl der zu verwendenden Kanäle vor jeder Übertragung des Nutzsignals, beispielsweise vor jeder MR-Messung, getätigt. Alternativ kann, beispielsweise bei Diversität, während der Übertragung der jeweils qualitativ hochwertigere Kanal ausgewertet wird. Bei digitaler Übertragung ist dies leicht möglich.

Wird analoge Übertragung (Phasen- bzw. Frequenzmodulation als Beispiel breitbandiger Übertragungsmethoden) eingesetzt, dann ist dies nur mit hohem Aufwand im komplexen Basisband möglich. Schließlich müssen die Träger vor dem Umschaltvorgang synchronisiert werden, da sonst Datenverlust auftritt. Durch die vorherige Auswahl der zu verwendenden Funkkanäle kann dies gemäß der hier vorgeschlagenen Empfangsvorrichtung vermieden werden.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist jede der Mehrzahl von Antennen dazu eingerichtet, einen Teil eines Gesamtfrequenzbereichs zu empfangen.

[0032] Pro Antennenposition können mehrere Antennen mit variierenden Frequenzbereichen eingesetzt werden, um gemeinsam den gesamten zu empfangenden Frequenzbereich abzudecken.

[0033] Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Magnetresonanztomograph vorgeschlagen, der eine Mehrzahl von Sendern zum Senden eines Nutzsignals und eine Empfangsvorrichtung mit den oben beschriebenen Eigenschaften zum Empfangen des Nutzsignals aufweist.

[0034] Die Sender können Sendeeinrichtungen sein, die dazu geeignet sind, das Nutzsignal zu modulieren und an die Empfangsvorrichtung zu senden.

[0035] Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Empfangen eines Nutzsignals vorgeschlagen. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Empfangen jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält, mit einer Mehrzahl N von Antennen; Ermitteln von Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale, wobei jeder Antenne ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet ist; Auswählen von M Übertragungskanälen aus den N Übertragungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, mit $1 \leq M < N$; Kombinieren der Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle; und Ermitteln des Nutzsignals aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten und kombinierten Übertragungskanäle.

[0036] Weiterhin wird ein Computerprogrammprodukt vorgeschlagen, welches auf einer programmgesteuerten Einrichtung die Durchführung des wie oben erläuterten Verfahrens veranlasst.

[0037] Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM, DVD, oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in einem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in einem drahtlosen Kommunikationsnetzwerk

durch die Übertragung einer entsprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerprogramm-Mittel erfolgen.

[0038] Die für die vorgeschlagene Empfangsvorrichtung beschriebenen Ausführungsformen und Merkmale gelten für das vorgeschlagene Verfahren entsprechend.

[0039] Weitere mögliche Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufügen.

[0040] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

[0041] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen;

[0042] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen;

[0043] Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen;

[0044] Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels einer Empfangsvorrichtung zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen; und

[0045] Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Empfangen eines Nutzsignals in einem Magnetresonanztomographen.

[0046] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0047] Fig. 1 zeigt eine Empfangsvorrichtung **10** zum Empfangen eines Nutzsignals, insbesondere in einem Magnetresonanztomographen. Das Nutzsignal kann Messdaten von Sensoren des Magnetresonanztomographen enthalten. Zwischen einem Sender und der Empfangsvorrichtung **10** wird das Nutz-

signal, welches auf Trägersignale aufmoduliert wird, über einen Funkkanal als Übertragungskanal übertragen.

[0048] Die Empfangsvorrichtung **10** weist zum Empfangen jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält, eine Mehrzahl N von Antennen **1** auf. Mit einer Ermittlungseinrichtung **2** werden vor dem Empfangen der Trägersignale die Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen ermittelt. Jeder Antenne **1** ist hierbei ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet.

[0049] Mit Hilfe einer Schaltmatrix **3** werden dann, basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, M Übertragungskanäle aus den N Übertragungskanälen ausgewählt und kombiniert. Hierbei ist $1 \leq M < N$, so dass nur eine Untermenge des Gesamtanzahl von Übertragungskanälen für die tatsächliche Übertragung bzw. den Empfang der Trägersignale genutzt wird.

[0050] Eine Demodulationseinrichtung **4** ermittelt dann aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten Übertragungskanäle das Nutzsignal.

[0051] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Empfangsvorrichtung **10**. Obwohl in Fig. 2 nicht gezeigt, erfolgt wie in Fig. 1 beschrieben zunächst eine Auswahl der Übertragungskanäle. Die in Fig. 2 gezeigten Antennen **1** entsprechen daher bereits einer Untermenge, die basierend auf den Kanaleigenschaften ausgewählt wurde.

[0052] In dieser Ausführungsform ist jede Antenne **1** mit einem Antennen-Frontend **5** verbunden. Die Antennen-Frontends **5** verarbeiten die empfangenen Trägersignale, bevor sie an Filterbänke **6** weitergeleitet werden. Die Filterbänke **6** filtern für jede Antennenübertragungsstrecke die benachbarten Trägersignale heraus, so dass pro Antenne **1** nur ein Trägersignal weiterverarbeitet wird.

[0053] In den folgenden Kanal-Frontends **7** werden die Trägersignale in digitale Signale umgewandelt. Anschließend wird ein Kombinationsalgorithmus **20** durchgeführt, der die Trägersignale so kombiniert, dass das resultierende Signal eine bessere Qualität, d.h. einen größeren Störabstand hat. Das so kombinierte Signal wird dann in der Demodulationseinrichtung **4** demoduliert, was zum übertragenen Nutzsignal führt.

[0054] Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform einer Empfangsvorrichtung **10**.

[0055] Pro Antennenposition können mehrere Antennen **1** mit variierenden Frequenzbereichen eingesetzt werden, um gemeinsam den gesamten zu empfangenden Frequenzbereich abzudecken. Pro Anten-

ne **1** setzt ein Kanalbündel-Frontend **30** das empfangene Trägersignal in eine Zwischenfrequenz um. Jedes Kanalbündel-Frontend **30** weist hierzu einen Verstärker **31**, einen Filter **32** sowie einen Mischer **33** auf. Innerhalb einer darauf folgenden Filterbank **6** wird aus dem Trägersignal in der Zwischenfrequenz der gewünschte Träger extrahiert. Nach dem Durchlaufen der Schaltmatrix **3** wird das Trägersignal im Träger-Frontend **40** mittels eines Mixers **41** und eines Verstärkers **42** in eine, für den AD-Wandler **43** passende, weitere Zwischenfrequenz gemischt, und digitalisiert. Anschließend werden im komplexen Basisband **44** die Trägersignale kombiniert, um einer Auslöschung der Trägersignale im Funk- bzw. Übertragungskanal entgegenzuwirken.

[0056] Wie bereits erläutert, kann jeder Übertragungskanal, zwischen je einer Sendeantenne und je einer Empfangsantenne **1**, während einer MR-Messung als vorhersagbar angesehen werden, da er entweder statisch ist oder nur durch die Atmung des Patienten beeinflusst wird. Damit können vor jeder Messung mit Hilfe der Ermittlungseinrichtung **2**, die mit der Schaltmatrix **3** kombiniert werden kann, alle verfügbaren Funkkanäle geprüft werden. Da jedes Trägersignal so oft empfangen wird, wie Empfangsantennen **1** vorhanden sind, wird es öfters empfangen als eigentlich nötig. Werden bei 10 Antennen 8 Trägersignale nur schwach empfangen, so kann die Empfangsvorrichtung **10** aus den beiden empfangenen Trägersignalen guter Qualität auswählen und davon eines mit der Schaltmatrix **3** durchschalten. Damit können bereits 9 Träger-Frontends **40** entfallen. Somit werden bei N_1 Trägersignalen und N_2 nicht $N_1 \times N_2$ Träger-Frontends **40** benötigt, sondern nur $N_1 + N_3$, wobei N_3 für die Anzahl der redundanten Kanäle steht.

[0057] Fig. 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer herkömmlichen Empfangsvorrichtung ohne Schaltmatrix **3**.

[0058] Hierbei wird ein Trägersignal aus dem, an der Antenne **1** empfangenen Signal mit einem Filter innerhalb der Filterbank **6** herausgefiltert. Die unerwünschten benachbarten Trägersignale werden dabei unterdrückt. Jedes Trägersignal wird über ein Träger-Frontend **40** in eine Zwischenfrequenz gemischt, verstärkt und digitalisiert. Im komplexen Basisband lassen sich die Trägersignale von verschiedenen Antennen **1** kombinieren, um eine Trägerauslöschung an den Empfangsantennen zu kompensieren. Für jede Antenne **1** ist damit ein Antennen-Frontend **30**, eine Filterbank **6** und so viele Träger-Frontends **40** nötig, wie Trägersignale gleichzeitig empfangen und verarbeitet werden. Damit sind für 10 Antennen **1** und 30 Trägersignale, wie es bei einer MR-Messung vorkommen kann, insgesamt 300 Träger-Frontends **40** erforderlich.

[0059] Durch die in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** beschriebene Empfangsvorrichtung **10**, die die Schaltmatrix **3** sowie die Ermittlungseinrichtung **2** verwendet, kann die Anzahl der Träger-Frontends **40** verringert werden. Hierdurch wird auch die Komplexität der gesamten Empfangsvorrichtung **10** verringert.

[0060] **Fig. 5** zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Empfangen eines Nutzsignals, insbesondere in einem Magnetresonanztomographen.

[0061] In einem ersten Schritt **301** wird jeweils ein Trägersignal, welches das Nutzsignal enthält, mit einer Mehrzahl N von Antennen **1** empfangen. In einem zweiten Schritt **302** werden Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale ermittelt. Jeder Antenne **1** ist dabei ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet

[0062] In einem dritten Schritt **303** werden M Übertragungskanäle aus den N Übertragungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften ausgewählt. Hierbei ist $1 \leq M < N$, so dass nur eine Untermenge M der N Übertragungskanäle für die tatsächliche Übertragung verwendet wird.

[0063] Der zweite Schritt **302** und der dritte Schritt **303** werden vor oder gleichzeitig mit dem ersten Schritt **301** durchgeführt.

[0064] In einem vierten Schritt **304** werden die Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle kombiniert.

[0065] In einem fünften Schritt **305** wird schließlich das Nutzsignal aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten Übertragungskanäle ermittelt.

[0066] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

Patentansprüche

1. Empfangsvorrichtung (**10**) zum Empfangen eines Nutzsignals, mit:
einer Mehrzahl N von Antennen (**1**) zum Empfangen jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält,
einer Ermittlungseinrichtung (**2**) zum Ermitteln von Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale, wobei jeder Antenne (**1**) ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet ist,
einer Schaltmatrix (**3**) zum Auswählen von M Übertragungskanälen aus den N Übertragungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, mit $1 \leq M < N$, wobei die Schaltmatrix (**3**) einen Kombina-

tionsalgorithmus (**20**) zum Kombinieren der Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle aufweist, und
einer Demodulationseinrichtung (**4**) zum Ermitteln des Nutzsignals aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten und kombinierten Übertragungskanäle.

2. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanaleigenschaften der N Übertragungskanäle über einen bestimmten Zeitraum vorhersagbar sind.

3. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kanaleigenschaften der N Übertragungskanäle über einen bestimmten Zeitraum statisch sind.

4. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bestimmte Zeitraum ein Nutzsignal-Übertragungszeitraum eines Systems, insbesondere ein Messungszeitraum eines Magnetresonanztomographen ist.

5. Empfangsvorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 1–4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kombinationsalgorithmus (**20**) dazu eingerichtet ist, die Trägersignale der zumindest zwei ausgewählten Übertragungskanäle zu einem resultierenden Signal mit einem größeren Signal-zu-Rausch-Verhältnis zu kombinieren.

6. Empfangsvorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 1–5, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl N von Kanalbündel-Frontends (**30**) zum Umsetzen der empfangenen Trägersignale in jeweilige Zwischenfrequenzsignale.

7. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch zumindest eine Filterbank (**6**) zum Extrahieren eines Trägersignals aus den Zwischenfrequenzsignalen.

8. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Filterbänke (**6**) der Anzahl der Antennen (**1**) entspricht.

9. Empfangsvorrichtung (**10**) nach einem der Ansprüche 1–8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Demodulationseinrichtung (**4**) eine Mehrzahl von Träger-Frontends (**40**) zum Digitalisieren des empfangenen Trägersignals des zumindest einen ausgewählten Übertragungskanals aufweist.

10. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Träger-Frontend (**40**) einen Analog-Digital-Wandler (**43**) aufweist.

11. Empfangsvorrichtung (**10**) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Demo-

dulationseinrichtung (4) dazu eingerichtet ist, das digitalisierte Trägersignal in ein Basisbandsignal umzusetzen.

12. Empfangsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1–11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ermittlungseinrichtung (2) dazu eingerichtet ist, vor einer jeden Übertragung des Nutzsignals die Kanaleigenschaften zu ermitteln.

13. Empfangsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1–12, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Mehrzahl von Antennen (1) dazu eingerichtet ist, einen Teil eines Gesamtfrequenzbereichs zu empfangen.

14. Magnetresonanztomograph, mit:
einer Mehrzahl von Sendern zum Senden eines Nutzsigsals und
einer Empfangsvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1–13 zum Empfangen des Nutzsignals.

15. Verfahren zum Empfangen eines Nutzsignals, mit:
Empfangen (301) jeweils eines Trägersignals, welches das Nutzsignal enthält, mit einer Mehrzahl N von Antennen (1),
Ermitteln (302) von Kanaleigenschaften von N Übertragungskanälen vor dem Empfangen der Trägersignale, wobei jeder Antenne (1) ein Übertragungskanal zum Übertragen des jeweiligen Trägersignals zugeordnet ist,
Auswählen (303) von M Übertragungskanälen aus den N Übertragungskanälen basierend auf den ermittelten Kanaleigenschaften, mit $1 \leq M < N$,
Kombinieren (304) der Trägersignale der M ausgewählten Übertragungskanäle, und
Ermitteln (305) des Nutzsignals aus den empfangenen M Trägersignalen der M ausgewählten und kombinierten Übertragungskanäle.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

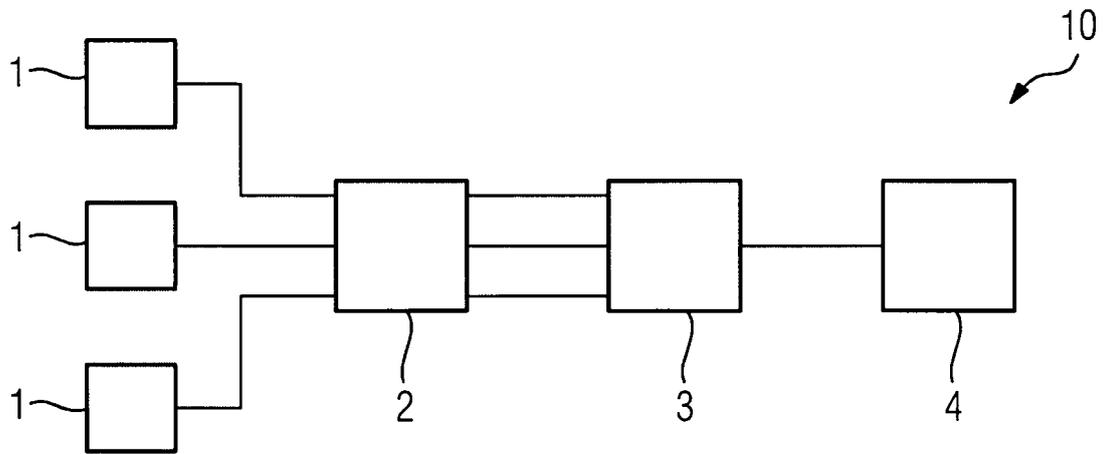


FIG 2

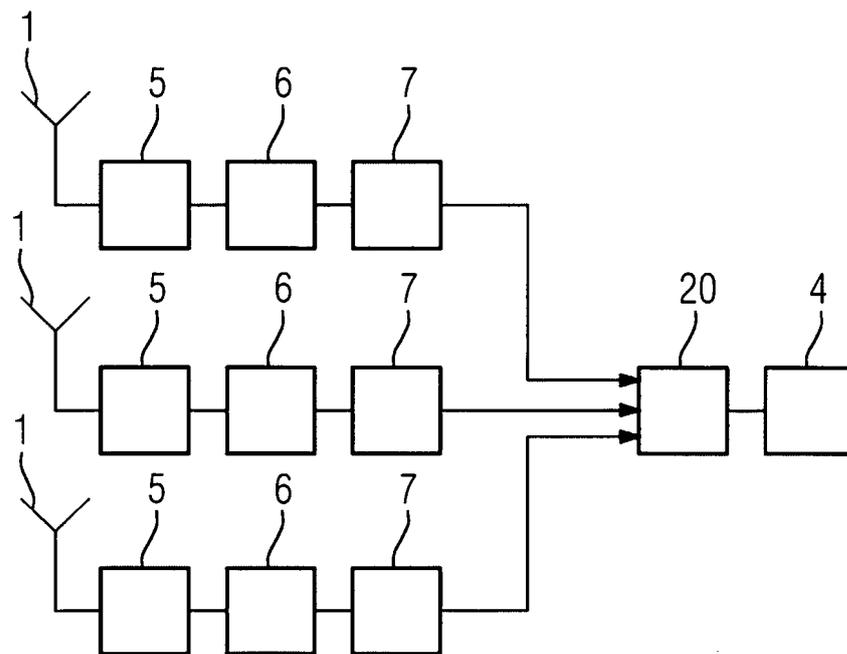


FIG 3

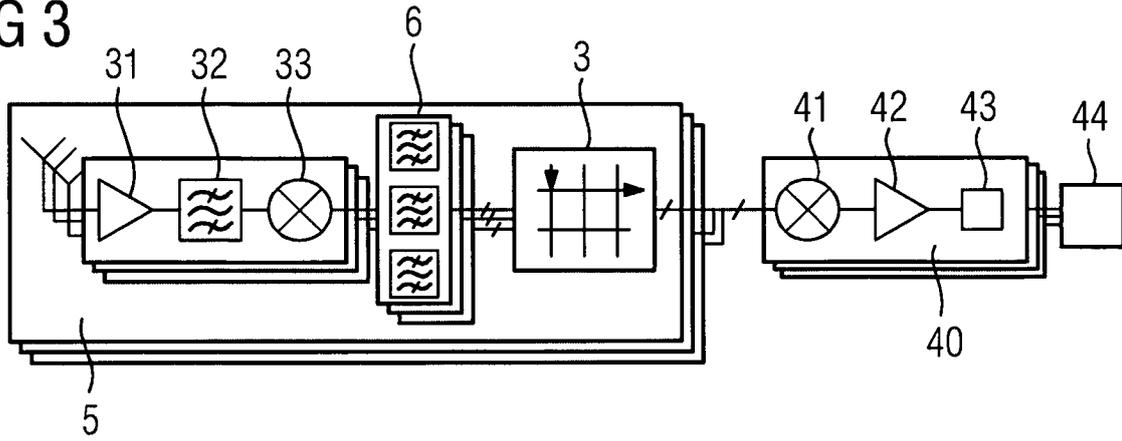


FIG 4

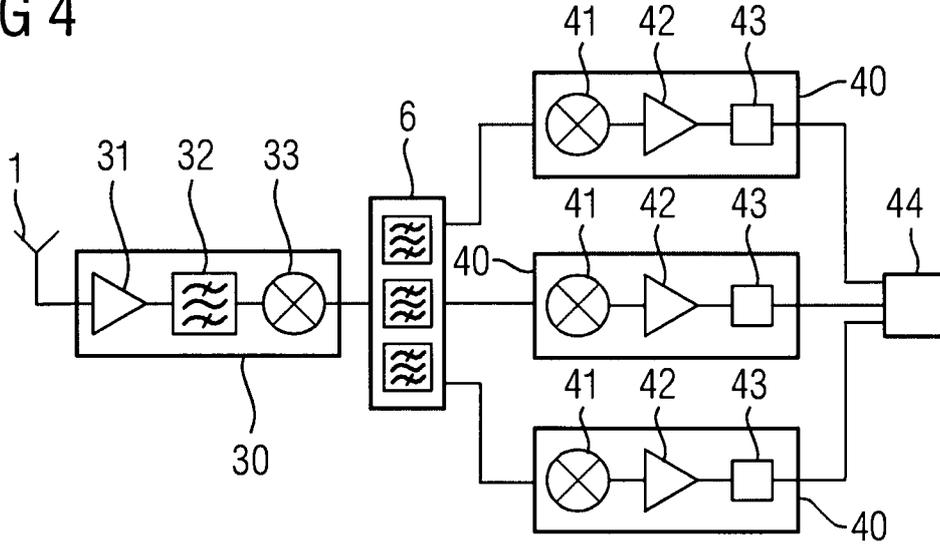


FIG 5

