



(10) **DE 10 2017 128 378 B3** 2019.01.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 128 378.1**  
 (22) Anmeldetag: **30.11.2017**  
 (43) Offenlegungstag: –  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.01.2019**

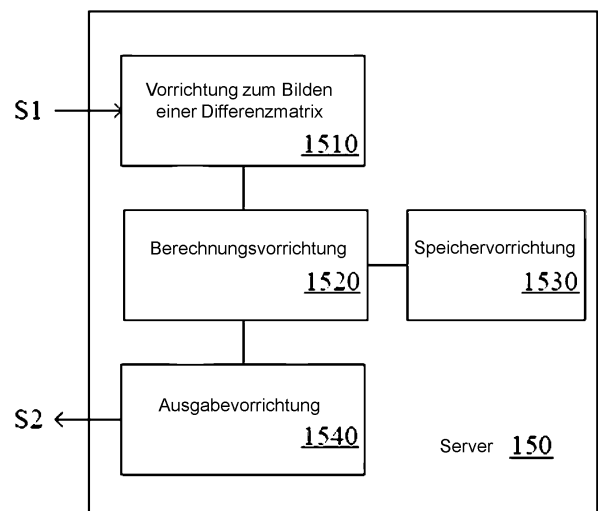
(51) Int Cl.: **H04B 7/0413 (2017.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

<p>(30) Unionspriorität: <b>106134095</b>                      <b>02.10.2017</b>    <b>TW</b></p> <p>(73) Patentinhaber: <b>Alpha Networks Inc., Hsinchu, TW; INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE, Hsinchu, TW</b></p> <p>(74) Vertreter: <b>Reichert &amp; Lindner Partnerschaft Patentanwälte, 93047 Regensburg, DE</b></p>	<p>(72) Erfinder: <b>Liu, Chia-Lung, Hsinchu, TW; Wu, Dong-Shing, Hsinchu, TW; Chen, Ren Hao, Hsinchu, TW</b></p> <p>(56) Ermittelter Stand der Technik: <b>DE</b>                      <b>11 2015 006 626</b>    <b>T5</b> <b>KR</b>                      <b>10 2013 0 142 344</b>    <b>A</b></p>
--	---

(54) Bezeichnung: **NETZWERKSYSTEM MIT MEHREREN ANTENNEN UND VERFAHREN ZUR SIGNALVERARBEITUNG DAFÜR**

(57) Zusammenfassung: Ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen weist eine reduzierte operative Komplexität für eine Matrixinversion auf, indem auf die Variationen des Status einer Vielzahl von Kommunikationskanälen in einem ersten Zeitabschnitt und in einem zweiten Zeitabschnitt Bezug genommen wird. Somit verbessert sich die Geschwindigkeit zum Berechnen der Matrixinversion. Dementsprechend kann die Anzahl von Servoantennen und / oder Benutzerantennen, die in dem gleichen Netzwerksystem mit mehreren Antennen arbeiten, erhöht werden.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen und insbesondere ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen, das eine Signalverarbeitung durch Bezugnahme auf Variationen von Kommunikationskanälen während unterschiedliche Zeitabschnitte durchführt. Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zur Signalverarbeitung, das in dem Netzwerksystem mit mehreren Antennen umfasst ist oder angewendet wird.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0002]** Eine Kleinzellen-Basisstation ist eines der vieldiskutierten Probleme bezüglich des drahtlosen Systems der fünften Generation (5G) in der Netzwerkkommunikationsindustrie. Aufgrund der Anforderung der dichten Verteilung bei der Benutzung von Kleinzellen-Basisstationen müssen sich die Kleinzellen-Basisstationen intensiv miteinander koordinieren, um gegenseitige Interferenz von Signalen zu und von jeweiligen Antennen zu vermeiden. Die intensive Koordinierung beeinträchtigt die Leistung der Netzwerkkommunikation negativ. Daher wird in der 5G ultradichten Netzwerk (UDN)-Umgebung die Koordination der Kreuzungsstationen im Allgemeinen über ein Netzwerk-Multi-Input-Multi-Output- (Netzwerk-MIMO-) System durchgeführt. Dementsprechend könnten die Interferenz und die Verschlechterung der Kommunikation, die durch analoge Servoantennen als Ergebnis der Zunahme der Anzahl von Basisstationen mit kleinen Zellen verursacht werden, gemildert werden.

**[0003]** Um die oben erwähnten Probleme zu lösen, verwendet der Stand der Technik eine Technologie mit Vorcodierung für die Kommunikation. Mit der Technologie der Vorcodierung wird eine inverse Matrix erhalten. Ein Signal wird, bevor es von einer Basisstation über eine Servoantenne übertragen wird, zuvor mittels der inversen Matrix verarbeitet. Mittels einer solchen vorhergehenden Verarbeitungsoperation werden die Phasen und Amplituden der über mehrere Antennen zu übertragenden Signale so eingestellt, dass eine Antenne einer Benutzervorrichtung, beispielsweise eines Mobiltelefons, die Signale als eine konstruktive synthetische Welle mit einer verbesserten Intensität empfangen kann.

**[0004]** Es versteht sich, dass, da die Vorcodierungsoperation eine inverse Matrixoperation ist, die operative Komplexität  $O(n^3)$  betragen würde, wobei  $n$  die Anzahl der emittierenden Antennen ist. Nimmt man einen Zeitduplex (im Englischen „Time-Division Duplex“, abgekürzt mit TDD) -Modus mit 20-MHz als ein Beispiel einer Uplink-Downlink-Konfiguration 2 des

3GPP, würde die Berechnung einmal pro 15 kHz-Band (das heißt pro Subträger) ausgeführt und bis zu 720000 Vorcodierungsoperationen würden pro Sekunde ausgeführt werden. Ohne die Technologie der Vorcodierung zu verbessern, würde es daher Probleme geben, die Anzahl von mitwirkenden Basisstationen in einem Netzwerk-MIMO-System zu erhöhen, und es wäre schwierig, eine virtuelle Super-Basisstation einzurichten, um mehr und mehr Benutzer zu bedienen.

**[0005]** DE 11 2015 006 626 T5 offenbart ein Verfahren zur Signalverarbeitung in einem MIMO-System, bei dem die Formel  $(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1}$  zur Matrix-Inversion (Woodbury-Matrix-Identität) auch Anwendung findet.

**[0006]** KR 10 2013 142 344 A offenbart ein Verfahren zur Signalverarbeitung in einem MIMO-System, bei dem die Differenzen zwischen geschätzten Kanalwerten für einen ersten und einen zweiten Zeitabschnitt sowie die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts verwendet werden, um die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen.

## ÜBERSICHT ÜBER DIE ERFINDUNG

**[0007]** Daher stellt die vorliegende Erfindung ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen und ein Verfahren zur Signalverarbeitung dafür bereit, die eine verringerte operative Komplexität bezüglich einer inversen Matrix beinhalten, so dass die Anzahl der mitwirkenden Basisstationen sowie die Anzahl von Servoantennen erhöht werden kann, ohne dass sich die Leistung des Systems verschlechtert.

**[0008]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen bereitgestellt. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen umfasst eine Vielzahl von Servoantennen und eine Vielzahl von Benutzerantennen. Eine Vielzahl von Kommunikationskanälen ist zwischen den Servoantennen und den Benutzerantennen eingerichtet. Jeder der Kommunikationskanäle überträgt Signale zwischen einer der Servoantennen und einer der Benutzerantennen. Das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst: Bestimmen einer inversen Kanalmatrix für einen ersten Zeitabschnitt, wobei die inverse Kanalmatrix aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Servoantennen in dem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind; Bestimmen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines zweiten Zeitabschnitts, die den Servoantennen in dem zweiten Zeitabschnitt zugeordnet sind, wobei der zweite Zeitabschnitt später als der erste Zeitabschnitt ist, wobei jeder der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts einem der Kommunikationskanäle entspricht, und wobei verschiedene geschätzte

Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts verschiedenen Kommunikationskanälen entsprechen; Bestimmen von Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts, wobei die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts und die entsprechenden geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts demselben einen der Kommunikationskanäle zugeordnet sind; Verwenden der Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts und der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts zum Berechnen einer inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts, die aus den geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts abgeleitet wird; und Einstellen von Signalen, die über die Servoantennen übertragen werden sollen, basierend auf der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts nach dem zweiten Zeitabschnitt.

**[0009]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einer Basisstation eines Netzwerksystems mit mehreren Antennen bereitgestellt. Die Basisstation umfasst mindestens eine Servoantenne. Ein Kommunikationskanal ist zwischen der Servoantenne und einer Benutzerantenne zum Übertragen eines Signals eingerichtet. Das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst: Bestimmen eines geschätzten Kanalwertes für einen ersten Zeitabschnitt, wobei der geschätzte Kanalwert des ersten Zeitabschnitts dem Kommunikationskanal im ersten Zeitabschnitt zugeordnet ist; Bestimmen eines geschätzten Kanalwertes für einen zweiten Zeitabschnitt, wobei der geschätzte Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts dem Kommunikationskanal im zweiten Zeitabschnitt zugeordnet ist, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist; Übertragen einer Differenz zwischen dem geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und dem geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts an einen Server; und Steuern der Servoantenne, um ein zu übertragendes Signal entsprechend einer Parameterrückkopplung durch den Server nach dem zweiten Zeitabschnitt einzustellen.

**[0010]** Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einem Server eines Netzwerksystems mit mehreren Antennen bereitgestellt. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen umfasst eine Vielzahl von Servoantennen. Das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst: Bestimmen einer inversen Kanalmatrix für einen ersten Zeitabschnitt, wobei die inverse Kanalmatrix aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Servoantennen in einem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind; Bestimmen

jeweiliger geschätzter Kanalwertdifferenzen zwischen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines zweiten Zeitabschnitts und der Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts, die den Servoantennen zugeordnet sind, wobei die Vielzahl der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts den Servoantennen in dem zweiten Zeitabschnitt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist, zugeordnet ist, und wobei jede der geschätzten Kanalwertdifferenzen eine Differenz zwischen einem der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts und einem entsprechenden der geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts ist; Verwenden der geschätzten Kanalwertdifferenz und der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts, um eine inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen; und Übertragen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts an die Servoantennen, so dass die Servoantennen Signale auf der Grundlage der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts einstellen, bevor die Signale übertragen werden.

**[0011]** Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen bereitgestellt. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen umfasst: eine Vielzahl von Servoantennen; eine Vielzahl von Benutzerantennen, von denen jede einen Kommunikationskanal mit einer der Servoantennen zur Signalübertragung aufweist; eine Vielzahl von Basisstationen, auf denen jeweils mindestens eine der Servoantennen angeordnet ist; und einen Server. Jede der Basisstationen umfasst: einen drahtlosen Uplink-Signalempfänger, der mit der mindestens einen der Servoantennen elektrisch gekoppelt ist und von jedem zugehörigen Kommunikationskanal Uplink-Daten empfängt, wobei die Uplink-Daten jeweils einen entsprechenden Anfangskanalwert enthalten und der drahtlose Uplink-Signalempfänger eine Vielzahl von Einträgen von Uplink-Daten eines ersten Zeitabschnitts im ersten Zeitabschnitt und eine Vielzahl von Einträgen von Uplink-Daten eines zweiten Zeitabschnitts im zweiten Zeitabschnitt empfängt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist; einen Kanalschätzer, der mit dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger elektrisch gekoppelt ist, um die Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts und die Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts von dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger zu empfangen, wobei der Kanalschätzer in jedem Eintrag der Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts zu erhalten, und den Anfangskanalwert, der in jedem Eintrag der Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts enthalten ist, extrahiert und verwendet, um eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts zu erhalten; einen Differenzrechner, der mit dem Kanalschätzer elektrisch gekoppelt ist, zum Empfangen der geschätzten Kanalwerte des ersten

Zeitabschnitts und der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts und zum Berechnen und Ausgeben jeweiliger Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts; und einen Downlink-Signalgenerator zum Empfangen einer Vielzahl von Downlink-Einstellwerten des zweiten Zeitabschnitts und zum Einstellen eines Originalsignals in ein Downlink-Signal, das für jeden der entsprechenden Kommunikationskanäle auf der Basis der Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts bereitzustellen ist. In dem Server ist eine aus den Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts abgeleitete inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts gespeichert, wobei der Server mit den Basisstationen elektrisch gekoppelt ist, die Differenzen von den Basisstationen empfängt, die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und die Differenzen verwendet, um die Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen, und die Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts an den Downlink-Signalgenerator jeder der Basisstationen ausgibt.

**[0012]** Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Basisstation zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen bereitgestellt. Die Basisstation umfasst: mindestens eine Servoantenne mit einem Kommunikationskanal mit einer Benutzerantenne zur Signalübertragung; einen drahtlosen Uplink-Signalempfänger, der mit der mindestens einen Servoantenne elektrisch gekoppelt ist und Uplink-Daten von dem der mindestens einen Servoantenne zugeordneten Kommunikationskanal empfängt, wobei die Uplink-Daten einen entsprechenden Anfangskanalwert enthalten, und wobei der Kommunikationskanal durch ihn Uplink-Daten eines ersten Zeitabschnitts in dem ersten Zeitabschnitt überträgt und Uplink-Daten eines zweiten Zeitabschnitts in dem zweiten Zeitabschnitt überträgt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist; einen Kanalschätzer, der mit dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger elektrisch gekoppelt ist, zum Empfangen der Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts und der Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts von dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger, wobei der Kanalschätzer den in den Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um einen geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts zu erhalten, und den in den Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um einen geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu erhalten; einen Differenzrechner, der mit dem Kanalschätzer elektrisch gekoppelt ist, um den geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und den geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu empfangen und die Differenz zwischen dem geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und dem entsprechenden Kanalwert des

zweiten Zeitabschnitts zu berechnen und auszugeben; und einen Downlink-Signalgenerator, der einen Downlink-Einstellwert des zweiten Zeitabschnitts empfängt und ein Originalsignal in ein Downlink-Signal einstellt, das für den Kommunikationskanal basierend auf dem Downlink-Einstellwert des zweiten Zeitabschnitts bereitzustellen ist.

**[0013]** Gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Server zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen bereitgestellt. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen umfasst eine Vielzahl von Servoantennen, und jede der Servoantennen weist einen Kommunikationskanal mit einer Benutzerantenne zur Signalübertragung auf. Der Server umfasst: eine Speichervorrichtung, eine Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix, eine Berechnungsvorrichtung und eine Ausgabevorrichtung.

**[0014]** Die Speichervorrichtung speichert eine inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts, die aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Kommunikationskanälen in dem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind. Die Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix empfängt eine Vielzahl von Differenzwerten zwischen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts, die den Kommunikationskanälen in dem zweiten Zeitabschnitt zugeordnet sind, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist, und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und weist die Differenzwerte in eine Differenzmatrix gemäß einer spezifischen Regel zu. Die Berechnungsvorrichtung ist mit der Speichervorrichtung und der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix elektrisch gekoppelt zum Berechnen einer inversen Kanalmatrix eines zweiten Zeitabschnitts mittels der von der Speichervorrichtung bestimmten inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und der Differenzmatrix aus der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix gemäß einer Formel (1). Die Ausgabevorrichtung ist mit der Berechnungsvorrichtung zum Empfangen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts und zum Ausgeben der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts elektrisch gekoppelt. Die Formel (1) wird wie folgt dargestellt:

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

wobei  $(A + BCD)^{-1}$  die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts; ein Produkt einer Matrix B, einer Matrix C und einer Matrix D bezeichnet die Differenzmatrix.

## Figurenliste

**[0015]** Die Erfindung wird für den Durchschnittsfachmann nach Durchsicht der folgenden detaillierten Beschreibung und der begleitenden Zeichnungen leichter ersichtlich werden:

**Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm, das ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

**Fig. 2** ist ein schematisches Funktionsblockdiagramm, das eine Basisstation darstellt, die auf das in **Fig. 1** gezeigte Netzwerksystem mit mehreren Antennen anwendbar ist;

**Fig. 3** ist ein schematisches Funktionsblockdiagramm, das einen Server veranschaulicht, der auf das in **Fig. 1** gezeigte Netzwerksystem mit mehreren Antennen anwendbar ist;

**Fig. 4A** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel einer Kanalmatrix oder einer Differenzmatrix darstellt, wenn ein Verfahren zur Signalverarbeitung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird;

**Fig. 4B** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel der einer ersten Basisstation zugeordneten Elemente und ihrer Positionen in der Matrix von **Fig. 4A** darstellt;

**Fig. 4C** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel der einer zweiten Basisstation zugeordneten Elemente und ihrer Positionen in der Matrix von **Fig. 4A** darstellt;

**Fig. 4D** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel der einer dritten Basisstation zugeordneten Elemente und ihrer Positionen in der Matrix von **Fig. 4A** darstellt; und

**Fig. 5** ist ein schematisches Flussdiagramm, das ein Verfahren zur Signalverarbeitung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN

#### AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0016]** Die Erfindung wird nun genauer unter Bezugnahme auf die folgenden Ausführungsformen beschrieben. Es ist anzumerken, dass die folgenden Beschreibungen von bevorzugten Ausführungsformen dieser Erfindung hierin nur zum Zweck der Veranschaulichung und Beschreibung präsentiert werden. Es soll nicht erschöpfend sein oder auf die genaue offenbare Form beschränkt sein.

**[0017]** Es wird nun auf **Fig. 1** genommen. Ein Netzwerksystem **10** mit mehreren Antennen gemäß ei-

ner Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst mindestens zwei Benutzerantennen **100** und **102**, eine Vielzahl von Basisstationen **110**, **120** und **130**, eine Vielzahl von Servoantennen **112**, **114**, **122**, **132** und **134**, die an den Basisstationen angeordnet sind, und einen Server **150**, wobei in jeder der Basisstationen mindestens eine der Servoantennen angeordnet ist. Wie in der in **Fig. 1** gezeigten Ausführungsform beispielhaft dargestellt, ist die Basisstation **110** mit zwei Servoantennen **112** und **114** ausgestattet, die Basisstation **120** ist mit einer Servoantenne **122** ausgestattet, und die Basisstation **130** ist mit zwei Servoantennen **132** und **134** ausgestattet.

**[0018]** Es versteht sich, dass in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen Signale zwischen einer Servoantenne und einer Benutzerantenne über einen Kommunikationskanal übertragen werden. Beispielsweise wird in dem Netzwerksystem **10** mit mehreren Antennen ein Kommunikationskanal **112a** zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **112** und der Benutzerantenne **100** verwendet; ein Kommunikationskanal **112b** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **112** und der Benutzerantenne **102** verwendet; ein Kommunikationskanal **114a** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **114** und der Benutzerantenne **100** verwendet; ein Kommunikationskanal **114b** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **114** und der Benutzerantenne **102** verwendet; ein Kommunikationskanal **122a** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **122** und der Benutzerantenne **100** verwendet; ein Kommunikationskanal **122b** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **122** und der Benutzerantenne **102** verwendet; ein Kommunikationskanal **132a** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **132** und der Benutzerantenne **100** verwendet; ein Kommunikationskanal **132b** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **132** und der Benutzerantenne **102** verwendet; ein Kommunikationskanal **134a** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **134** und der Benutzerantenne **100** verwendet; und ein Kommunikationskanal **134b** wird zur Signalübertragung zwischen der Servoantenne **134** und der Benutzerantenne **102** verwendet.

**[0019]** Zur genauen Realisierung von Umgebungsfaktoren, die die Signalübertragungsleistung des Netzwerksystems beeinflussen könnten, wird der Echtzeitstatus der jeder Servoantenne jeder Basisstation zugeordneten Kommunikationskanäle überwacht. Dementsprechend überwacht die Basisstation **110** den Status der Kommunikationskanäle **112a** und **112b**, die der Servoantenne **112** zugeordnet sind, sowie die Kommunikationskanäle **114a** und **114b**, die der Servoantenne **114** zugeordnet sind; die Basisstation **120** überwacht den Status der Kommunikationskanäle **122a** und **122b**, die der Servoantenne **122** zugeordnet sind; und die Basisstation **130** überwacht

den Status der Kommunikationskanäle **132a** und **132b**, die der Servoantenne **132** zugeordnet sind, sowie die Kommunikationskanäle **134a** und **134b**, die der Servoantenne **134** zugeordnet sind. Die Basisstationen messen und bestimmen wiederholt den Status des Kommunikationskanals bzw. der Kommunikationskanäle, bis der entsprechende Kommunikationskanal unterbrochen ist bzw. bis die entsprechenden Kommunikationskanäle unterbrochen sind.

**[0020]** Nehmen wir als Beispiel die Basisstation **110**. Unter der Annahme, dass die Kommunikationskanäle **112a** und **112b** eingerichtet sind, misst und bestimmt die Basisstation **110** den Status der Kommunikationskanäle **112a** und **112b** in einem ersten Zeitabschnitt, um jeweilige Statusdaten zu erhalten, und misst und bestimmt dann wieder den Status der Kommunikationskanäle **112a** und **112b** in einem zweiten Zeitabschnitt, um jeweilige Statusdaten zu erhalten, wobei der zweite Zeitabschnitt eine voreingestellte Zeitspanne nach dem ersten Zeitabschnitt ist. Gleichermaßen werden die Mess- und Bestimmungsoperationen wiederholt in konstanten Intervallen durchgeführt, bis die Kommunikationskanäle **112a** und / oder **112b** unterbrochen sind. Auf diese Weise sammelt die Basisstation **110** eine Vielzahl von Statusdaten zu den Kommunikationskanälen.

**[0021]** Die Statusdaten zu den Kommunikationskanälen, welche Statusdaten allen Servoantennen **112**, **114**, **122**, **132** und **134** aller in dem Netzwerksystem **10** enthaltenen Basisstationen **110**, **120**, **130** zugeordnet sind, werden dann an den Server **150** übertragen, um bearbeitet zu werden, um eine inverse Matrix zu erhalten. Die inverse Matrix wiederum ist eine Rückkopplung (Rückmeldung) zu den Basisstationen **110**, **120** und **130**. Mit der inversen Matrix werden die zu übertragenden Signale eingestellt, bevor sie von den Basisstationen **110**, **120** und **130** über die Kommunikationskanäle **112a**, **112b**, **114a**, **114b**, **122a**, **122b**, **132a**, **132b**, **134a** und **134b** ausgesendet werden, die den Servoantennen **112**, **114**, **122**, **132** und **134** zugeordnet sind. Die eingestellten Signale sind dann bereit, ausgegeben zu werden.

**[0022]** Nachfolgend werden das Schaltungsdesign und das Funktionsprinzip einer Basisstation in dem Netzwerksystem beschrieben, wobei die Basisstation **110** als ein Beispiel dargestellt ist. Es wird nun auf das Schaltungsblockdiagramm von **Fig. 2** Bezug genommen. Wie gezeigt, umfasst die Basisstation **110**, zusätzlich zu der Servoantenne **112** und der Servoantenne **114** wie mit Bezug auf **Fig. 1** gezeigt, ferner einen drahtlosen Uplink-Signalempfänger **1110**, einen Kanalschätzer **1120**, einen Differenzrechner **1130** und einen Downlink-Signalgenerator **1140**.

**[0023]** In der Basisstation **110** ist der drahtlose Uplink-Signalempfänger **1110** mit den Servoantennen **112** und **114** elektrisch gekoppelt und empfängt

Uplink-Daten, die durch alle Kommunikationskanäle übertragen werden, die den Servoantennen **112** und **114** zugeordnet sind, beispielsweise die Kommunikationskanäle **112a**, **112b**, **114a** und **114b**, wie in **Fig. 1** gezeigt. Die Uplink-Daten können beispielsweise ein Pilotsignal umfassen, das von der Benutzerantenne ausgegeben wird. Die Basisstation **110** empfängt wiederholt Uplink-Daten durch jeden der Kommunikationskanäle. Mit anderen Worten werden im ersten Zeitabschnitt vier Einträge von Uplink-Daten jeweils durch die Kommunikationskanäle **112a**, **112b**, **114a** bzw. **114b** empfangen und als Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts bezeichnet. In ähnlicher Weise werden im zweiten Zeitabschnitt weitere vier Einträge von Uplink-Daten jeweils über die Kommunikationskanäle **112a**, **112b**, **114a** bzw. **114b** empfangen und als Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet. Der drahtlose Uplink-Signalempfänger **1110** überträgt nach dem Empfang der Uplink-Daten die Uplink-Daten an den mit ihm elektrisch gekoppelten Kanalschätzer **1120**. Der Kanalschätzer **1120** extrahiert nach dem Empfangen der Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts einen Anfangskanalwert jedes Kommunikationskanals, der in den Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts enthalten ist, und setzt den Anfangskanalwert mittels Schätzung oder Berechnung in einen geschätzten Kanalwert um, wobei der geschätzte Kanalwert als geschätzter Kanalwert des ersten Zeitabschnitts bezeichnet wird. In der Praxis enthalten die Uplink-Daten ein Pilotsignal, das inhärent Umgebungsgeräusche enthält, wenn es sich in einem spezifizierten Kommunikationskanal bewegt. Der Kanalschätzer **1120** isoliert und misst solche Störungen, um einen Rauschpegel dieses spezifizierten Kommunikationskanals zu schätzen. Basierend auf dem Pilotsignal und dem entsprechenden Rauschpegel, die in den Uplink-Daten enthalten sind und dem spezifizierten Kommunikationskanal zugeordnet sind, führt der Kanalschätzer **1120** eine spezifische Schätzung und / oder Berechnung durch und erzeugt dann den geschätzten Kanalwert, der einen Status des spezifizierten Kommunikationskanals angibt. In dieser Ausführungsform wird der geschätzte Kanalwert durch Schätzen des Pilotsignals und der Zusatzinformation erhalten, die aus dem Pilotsignal abgeleitet wird, nämlich den Rauschpegel. Daher wird das Pilotsignal als der anfängliche Kanalwert betrachtet, der inhärent in den Uplink-Daten enthalten ist. Alternativ können sowohl das Pilotsignal als auch der Rauschpegel, der aus dem Pilotsignal abgeleitet wird, als der anfängliche Kanalwert kombiniert werden, der inhärent in den Uplink-Daten enthalten ist.

**[0024]** Ebenso extrahiert der Kanalschätzer **1120** nach dem Empfangen der Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts einen Anfangskanalwert jedes Kommunikationskanals, der in den Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts enthalten ist, und setzt den Anfangskanalwert mittels Schätzung oder Berech-

nung in einen geschätzten Wert um, wobei der geschätzte Kanalwert als geschätzter Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet wird.

**[0025]** Der geschätzte Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und der geschätzte Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts von dem Kanalschätzer **1120** werden dann von dem Differenzrechner **1130** der Reihe nach empfangen. Dann berechnet der Differenzrechner **1130** die Differenz zwischen dem geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und dem geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts und gibt den Differenzwert an den Server **150** aus. Da eine Vielzahl von Kommunikationskanälen beteiligt ist, empfängt der Server **150** eine Vielzahl von Differenzwerten **S1**. Indessen empfängt der Downlink-Signalgenerator **1140** eine Vielzahl von Downlink-Einstellwerten **S2** des zweiten Zeitabschnitts von dem Server **150**. Unter Bezugnahme auf diese Downlink-Einstellwerte **S2** des zweiten Zeitabschnitts werden die zu übertragenden ursprünglichen Signale jeweils in Downlink-Signale eingestellt, und die eingestellten Downlink-Signale werden für die Servoantennen **112** und **114** bereitgestellt, damit sie zu den entsprechenden Kommunikationskanälen übertragen werden.

**[0026]** In der obigen Ausführungsform berechnet der Differenzrechner **1130** die Differenz zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts auf Basis der Kanäle. Mit anderen Worten wird jeder Kommunikationskanal individuell verarbeitet, um eine Differenz zwischen seinem eigenen geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und seinem eigenen entsprechenden geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu erhalten. In einer alternativen Ausführungsform können die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts gemäß einer spezifischen Regel einer Kanalmatrix (Matrix für einen Kanal) des ersten Zeitabschnitts zugewiesen werden, und die geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts können einer Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zugewiesen werden gemäß der gleichen spezifischen Regel. Dann kann die Differenz zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts mittels einer Subtraktionsoperation der Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts und der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts bestimmt werden. Da der Differenzrechner **1130** eine Matrixsubtraktion der Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts und der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts durchführt, wird der Ausgabewert **S1** des Differenzrechners **1130** in Form einer Matrix dargestellt.

**[0027]** Die oben beschriebene spezifische Regel zum Zuweisen der geschätzten Kanalwerte kann eine beliebige geeignete Regel sein, beispielsweise eine Vorgabeanforderung (default order). Zusätzlich zu den geschätzten Kanalwerten kann die Basisstation

**110** andere Informationen von den Uplink-Daten oder von anderen Speicherdaten erfassen. Die Informationen umfassen beispielsweise die Anzahl von Benutzergeräten und die Anzahl von Benutzerantennen der Benutzergeräte für jeden Kommunikationskanal, die Anzahl von Kommunikationskanälen, die Rauschpegel der Kommunikationskanäle, die Benutzeridentität (ID) der physikalischen Schicht jedes Kommunikationskanals und / oder die Antennenport-ID jeder Benutzerantenne. Somit kann der Kanalschätzer **1120** oder der Differenzrechner **1130** die zusätzlichen Informationen verwenden, um einige Parameter der Matrix zu bestimmen. Beispielsweise wird eine Anzahl der Spalten einer Matrix als die Gesamtanzahl der Benutzerantennen festgelegt, und eine Anzahl der Zeilen der Matrix wird als die Gesamtanzahl von Servoantennen der Basisstation und mitwirkender Basisstationen festgelegt. In einer alternativen Ausführungsform wird eine Anzahl der Zeile einer Matrix als die Gesamtanzahl der Benutzerantennen festgelegt, und eine Anzahl der Spalten der Matrix wird als die Gesamtanzahl von Servoantennen der Basisstation und mitwirkender Basisstationen festgelegt. In einer weiteren Ausführungsform sind die Elemente, die der gleichen Benutzerantenne oder der gleichen Servoantenne zugeordnet sind, in benachbarten Zeilen oder Spalten angeordnet.

**[0028]** Nachfolgend wird Bezug auf **Fig. 3** genommen, das ein Schaltungsblockdiagramm einer Ausführungsform des Servers schematisch dargestellt. In dieser Ausführungsform umfasst der Server **150** eine Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix, eine Berechnungsvorrichtung **1520**, eine Speichervorrichtung **1530** und eine Ausgabevorrichtung **1540**. Die Berechnungsvorrichtung **1520** ist mit der Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix, der Speichervorrichtung **1530** und der Ausgabevorrichtung **1540** elektrisch gekoppelt, und Daten können auf den elektrisch gekoppelten Pfaden übertragen werden. Die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix weist die von den zugehörigen Basisstationen, beispielsweise von den in **Fig. 1** gezeigten Basisstationen **110**, **120** und **130**, empfangenen Differenzwerte **S1** gemäß der spezifischen Regel zu, um eine Differenzmatrix zu bilden. Selbst wenn die Differenzwerte **S1** in Form einer Matrix vorliegen, können sie immer noch durch die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix umgeordnet werden, um eine Differenzmatrix gemäß der spezifischen Regel zu bilden.

**[0029]** Die Details werden nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** bis **Fig. 4D** beschrieben. **Fig. 4A** veranschaulicht die relativen Positionen aller Elemente einer Kanalmatrix oder einer Differenzmatrix. **Fig. 4B** veranschaulicht die relativen Positionen der Elemente, die der Basisstation **110** in der Kanalmatrix oder Differenzmatrix von **Fig. 4A** zugeordnet sind. **Fig. 4C** veranschaulicht die relativen Posi-

tionen der Elemente, die der Basisstation **120** in der Kanalmatrix oder Differenzmatrix von **Fig. 4A** zugeordnet sind. **Fig. 4D** veranschaulicht die relativen Positionen der Elemente, die der Basisstation **130** in der Kanalmatrix oder Differenzmatrix von **Fig. 4A** zugeordnet sind. In dieser Ausführungsform wird die Anzahl der Spalten als die Anzahl der Benutzerantennen festgelegt. Beispielsweise ist die Anzahl der Benutzerantennen gleich zwei entsprechend dem Beispiel in **Fig. 1**, das heißt die Antennen **100** und **102** betreffend. Zudem ist die Anzahl der Zeilen in dieser Ausführungsform als die Anzahl der Servoantennen festgelegt. Beispielsweise ist die Anzahl der Servoantennen gleich fünf entsprechend dem Beispiel in **Fig. 1**, das heißt die Antennen **112**, **114**, **122**, **132** und **134** betreffend. In der Matrix zeigt das Element  $m_{11}$  an der gezeigten Position Daten an, die dem Kommunikationskanal **112a** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **112** und der Benutzerantenne **100**; das Element  $m_{12}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **112b** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **112** und der Benutzerantenne **102**; das Element  $m_{21}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **114a** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **114** und der Benutzerantenne **100**; das Element  $m_{22}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **114b** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **114** und der Benutzerantenne **102**; das Element  $m_{31}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **122a** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **122** und der Benutzerantenne **100**; das Element  $m_{32}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **122b** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **122** und der Benutzerantenne **102**; das Element  $m_{41}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **132a** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **132** und der Benutzerantenne **100**; das Element  $m_{42}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **132b** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **132** und der Benutzerantenne **102**; das Element  $m_{51}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **134a** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **134** und der Benutzerantenne **100**; und das Element  $m_{52}$  an der gezeigten Position zeigt Daten an, die dem Kommunikationskanal **134b** zugeordnet sind, das heißt dem Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne **134** und der Benutzerantenne **102**.

**[0030]** In der Kanal- oder Differenzmatrix, wie in **Fig. 4B** gezeigt, sind nur die mit den Elementen  $m_{11}$ ,  $m_{12}$ ,  $m_{21}$  und  $m_{22}$  bezeichneten Positionen belegt und die anderen Positionen sind mit „0“ belegt, da die Basisstation **110** bei Verwendung der Kanalmatrix oder Ausgabe der Differenzmatrix an den Server **150** nur die Servoantennen **112** und **114** benötigt. In gleicher Weise sind in der Kanal- oder Differenzmatrix, wie in **Fig. 4C** gezeigt, nur die mit den Elementen  $m_{31}$  und  $m_{32}$  angegebenen Positionen belegt und die anderen Positionen sind mit „0“ belegt, da die Basisstation **120** bei Verwendung der Kanalmatrix oder Ausgabe der Differenzmatrix an den Server **150** nur die Servoantenne **122** benötigt. In der Kanal- oder Differenzmatrix, wie in **Fig. 4C** gezeigt, sind nur die Positionen mit den Elementen  $m_{41}$ ,  $m_{42}$ ,  $m_{51}$  und  $m_{52}$  belegt und die anderen Positionen sind mit „0“ belegt, da die Basisstation **130** bei Verwendung der Kanalmatrix oder Ausgabe der Differenzmatrix an den Server **150** nur die Servoantennen **132** und **134** benötigt. Die Matrizen, wie sie in **Fig. 4B-4D** gezeigt sind, können durch die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix so kombiniert werden, dass sich die in **Fig. 4A** gezeigte Matrix zur anschließenden Verwendung ergibt.

**[0031]** Selbstverständlich kann der Differenzwert zusätzlich zu dem oben beschriebenen Matrixformat alternativ durch die Basisstation nur mit Elementen ungleich Null und Positionen der Elemente ungleich Null ausgegeben werden. Dann baut die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix eine vollständige Differenzmatrix auf, indem sie die erfassten Informationen und die spezifische Regel zum Zuweisen der Elemente und Positionen verwendet.

**[0032]** Aus den obigen Beschreibungen wird somit verstanden, dass in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen, das mehr als eine Basisstation aufweist, jede Basisstation Teilelemente der Kanalmatrix oder Teilelemente der Differenzmatrix bereitstellt, wobei die Teilelemente durch die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix zu einer vollständigen Kanal- oder Differenzmatrix kombiniert werden.

**[0033]** Nachdem die Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix die Differenzmatrix erzeugt hat, wird die Differenzmatrix an die Berechnungsvorrichtung **1520** übertragen, die mit der Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix elektrisch gekoppelt ist. Zusätzlich zu der Differenzmatrix, die von der Vorrichtung **1510** zum Bilden einer Differenzmatrix erfasst wird, erfasst die Berechnungsvorrichtung **1520** ferner eine Matrix von der Speichervorrichtung **1530**, die mit der Berechnungseinrichtung **1520** elektrisch gekoppelt ist, wobei die Matrix invers zu der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts ist und als eine inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts bezeichnet wird. Die Berechnungsvorrichtung **1520** berechnet dann eine Matrix, die invers zu der Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts ist und als eine inverse



Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet wird, entsprechend wie bei der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und der Differenzmatrix.

**[0034]** In dieser Ausführungsform berechnet die Berechnungsvorrichtung **1520** die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts mit der folgenden Formel:

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

Dabei bezeichnet A die Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts, die mit Statuswerten aller Kommunikationskanäle gebildet ist, die gemäß der spezifischen Regel zugewiesen sind;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts; BCD bezeichnet ein Produkt der Matrizen B, C und D, das die vollständige Differenzmatrix bildet;  $(A + BCD)$  bezeichnet eine Summe der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und der Differenzmatrix, die gleich der Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts ist; und  $(A + BCD)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts, die durch die Berechnungsvorrichtung **1520** zu berechnen ist.

**[0035]** Zum Berechnen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts sollte die Differenzmatrix in drei Untermatrizen B, C und D zerlegt werden, deren Produkt gleich der Differenzmatrix ist. Die Zerlegungsoperation kann mit jedem geeigneten der herkömmlichen Protokolle implementiert werden, die in vielen mathematischen Thesen und Literaturen zitiert werden, und soll hier nicht redundant beschrieben werden. Nachdem die Matrizen B, C und D aus der Differenzmatrix bestimmt sind, können die anderen Elemente in der Formel (1), beispielsweise  $(C^{-1} + DA^{-1}B)$  und  $A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1}$ , mit der Matrix B, der Matrix C, der Matrix D und der inversen Kanalmatrix  $(A)^{-1}$  des ersten Zeitabschnitts berechnet werden.

**[0036]** Da von der Speichervorrichtung **1530** direkt auf die inverse Kanalmatrix  $(A)^{-1}$  des ersten Zeitabschnitts zugegriffen wird, benötigt sie keine Berechnungszeit. Auf der anderen Seite kann die Berechnung der anderen Elemente in der Formel (1) unterschiedliche Komplexitätsgrade umfassen, abhängig von der Anzahl von Spalten und Zeilen, die Elemente ungleich Null in der Differenzmatrix enthalten. Unter der Annahme, dass das Netzwerkssystem mit mehreren Antennen n Servoantennen umfasst, ist die operative Komplexität einer direkten Operation für eine inverse Matrix auf den Kommunikationskanälen allgemein  $O(n^3)$ . Wenn im Gegensatz dazu die Operation für eine inverse Matrix unter Verwendung der oben beschriebenen Differenzmatrix und der zuvor bestimmten inversen Matrix durchgeführt wird, um die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen, kann die operative Komplexität auf  $O(k^3)$  reduziert werden. Dabei bezeichnet k die Anzahl der

Spalten und Zeilen, die Elemente ungleich Null in der Differenzmatrix enthalten. Mit anderen Worten, selbst wenn sich die geschätzten Kanalwerte aller Kommunikationskanäle zwischen dem ersten Zeitabschnitt und dem zweiten Zeitabschnitt ändern, wäre die operative Komplexität des vorliegenden Verfahrens im schlimmsten Fall  $O(n^3)$  und wäre nicht schlechter als beim Stand der Technik. Tatsächlich würden sich nur einige der geschätzten Kanalwerte der Kommunikationskanäle in allgemeinen Fällen ändern, so dass angenommen wird, dass die Anzahl k von Spalten und Zeilen, die Elemente ungleich Null in der Differenzmatrix enthalten, kleiner als n ist. Dementsprechend ist die operative Komplexität  $O(k^3)$  der aktuellen Operation für eine inverse Matrix, die mit der Differenzmatrix und der zuvor bestimmten inversen Matrix durchgeführt wird, viel niedriger als die operative Komplexität  $O(n^3)$  der direkten Operation für eine inverse Matrix auf den Kommunikationskanälen.

**[0037]** Gemäß einem praktischen Beispiel dauert es beim Stand der Technik **1** Millisekunde, um eine  $32 * 32$ -Matrix mittels der direkten Operation für eine inverse Matrix zu verarbeiten. Im Gegensatz dazu könnte unter Verwendung der oben beschriebenen Operation für eine inverse Matrix gemäß der vorliegenden Erfindung eine  $64 * 64$ -Matrix in **1** Millisekunde verarbeitet werden, wobei  $k = 32$  ist. Es ist offensichtlich, dass das vorliegende Verfahren die Leistung des Netzwerksystems mit mehreren Antennen signifikant verbessert und somit die Anforderungen mit immer mehr Servoantennen erfüllt.

**[0038]** Es wird wieder Bezug auf **Fig. 3** genommen. Nachdem die Berechnungseinrichtung **1520** das Berechnen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts beendet hat, wird die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts an die Speichervorrichtung **1530** und die Ausgabevorrichtung **1540** geliefert. Die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts wird in der Speichervorrichtung **1530** gespeichert anstelle der zuvor gespeicherten inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts. Alternativ kann die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts auch zusammen mit der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts in der Speichervorrichtung **1530** gespeichert werden, abhängig von der Spezifikation und dem Design der Speichervorrichtung **1530**. Im letzteren Fall ist es erforderlich, die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts als diejenige zu kennzeichnen, auf die zur Berechnung der nächsten inversen Kanalmatrix zugegriffen werden soll. Nach dem Empfangen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts von der Berechnungsvorrichtung **1520** gibt die Ausgabevorrichtung **1540** die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts an die zugeordneten Basisstationen aus. Die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts wird dann für den Downlink-Signalgenerator **1140** bereitgestellt,

um als der Downlink-Einstellwert **S2** des zweiten Zeitabschnitts zu dienen.

**[0039]** Bezugnehmend auf **Fig. 5** wird schematisch ein Verfahren zur Signalverarbeitung gezeigt, das zur Verwendung mit einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen, beispielsweise wie die oben beschriebenen, geeignet ist. In dem Verfahren zur Signalverarbeitung gemäß **Fig. 5** werden eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines ersten Zeitabschnitts in Schritt **S502** bestimmt. Jeder der geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts entspricht ausschließlich einem Kommunikationskanal, und verschiedene geschätzte Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts entsprechen unterschiedlichen Kommunikationskanälen. Die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts werden dann gemäß einer spezifischen Regel in eine geschätzte Matrix des ersten Zeitabschnitts zugewiesen (Schritt **S504**), wobei die spezifische Regel die spezifische Reihenfolge sein kann, wie in den obigen Ausführungsformen beschrieben. Anschließend wird eine inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts berechnet, beispielsweise auf die oben beschriebene Weise (Schritt **S506**).

**[0040]** Unterdessen wird ein Schritt **S512** des Verfahrens zur Signalverarbeitung ausgeführt, um eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten für den zweiten Zeitabschnitt zu bestimmen. Gleichermaßen entspricht jeder der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts ausschließlich einem Kommunikationskanal, und verschiedene geschätzte Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts entsprechen unterschiedlichen Kommunikationskanälen. Mit den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts, die in dem Schritt **S502** erfasst wurden, und mit den geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts, die in dem Schritt **S512** erfasst wurden, wird dann in Schritt **S514** operiert, um jeweilige Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen. Es ist anzumerken, dass die Entsprechung eines geschätzten Kanalwerts eines zweiten Zeitabschnitts mit einem bestimmten geschätzten Kanalwert eines ersten Zeitabschnitts bedeutet, dass diese zwei geschätzten Kanalwerte demselben Kommunikationskanal zugeordnet sind.

**[0041]** Danach werden in Schritt **S522** die in Schritt **S514** bestimmten Differenzwerte und die in Schritt **S506** erhaltene inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts verwendet, um die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts gemäß einer spezifischen Formel zu berechnen, beispielsweise gemäß der oben beschriebenen Formel (1). Dann kann von den Servoantennen auf die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts Bezug genommen werden, um

die Signale vor der Übertragung einzustellen (Schritt **S524**).

**[0042]** In dieser Ausführungsform werden die Schritte **S502**, **S512**, **S514** und **S524** von der Basisstation ausgeführt; Schritt **S504** kann entweder von der Basisstation oder dem Server ausgeführt werden; und die Schritte **S506**, **S514** und **S522** werden durch den Server ausgeführt.

**[0043]** Wie oben beschrieben, kann gemäß der vorliegenden Erfindung die inverse Kanalmatrix für einen späteren Zeitabschnitt, beispielsweise den zweiten Zeitabschnitt, unter Bezugnahme auf die inverse Kanalmatrix, die zuvor für einen früheren Zeitabschnitt bestimmt wurde, beispielsweise den ersten Zeitabschnitt, und unter Bezugnahme auf eine Differenz zwischen den beiden Kanalmatrizen berechnet werden. Auf diese Weise kann der Grad der operativen Komplexität verringert werden. Was die allererste inverse Kanalmatrix anbelangt, die nach der Initialisierung des Systems zu referenzieren ist, kann sie als eine Nullmatrix voreingestellt werden und als die inverse Kanalmatrix des früheren Zeitabschnitts dienen, um die Berechnung fortzusetzen. Alternativ kann eine herkömmliche direkte Operation für eine inverse Matrix zuerst ausgeführt werden, um die erste inverse Kanalmatrix des früheren Zeitabschnitts für die nachfolgende Berechnung auf der Grundlage der vorliegenden Erfindung zu erhalten.

**[0044]** Zusammenfassend kann die operative Komplexität gemäß der vorliegenden Erfindung verringert werden, da nur die Daten der Kommunikationskanäle, die sich zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten ändern, als die Elemente zum Berechnen der inversen Matrix verwendet werden. Unter der Voraussetzung, dass die Rechengeschwindigkeit unverändert bleibt, würde ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen, das mit dem vorliegenden Verfahren arbeitet, ermöglichen, dass mehr Antennen im Vergleich zum Stand der Technik reibungslos zusammenarbeiten. Ein verbessertes Netzwerksystem mit mehreren Antennen kann somit gemäß der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden.

**[0045]** Während die Erfindung im Hinblick darauf beschrieben worden ist, was gegenwärtig als die praktischsten und bevorzugten Ausführungsformen angesehen wird, versteht es sich, dass die Erfindung nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt sein muss. Im Gegenteil, es ist beabsichtigt, verschiedene Modifikationen und ähnliche Anordnungen abzudecken, die im Umfang der beigefügten Ansprüche enthalten sind, die mit der breitesten Interpretation übereinstimmen sollen, um alle solchen Modifikationen und ähnlichen Strukturen zu umfassen. Beispielsweise können auch Hardware- / Software-Hybridmodule oder Firmware-Designs als Alternativen zu den Vorrichtungen verwendet werden, wenn dies angemessen

sen ist, obwohl Hardwaregeräte wie oben beispielhaft angegeben sind, um das Redundanzstromversorgungssystem und die Leistungssteuerschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung zu praktizieren.

### Patentansprüche

1. Ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen, wobei das Netzwerksystem mit mehreren Antennen eine Vielzahl von Servoantennen und eine Vielzahl von Benutzerantennen umfasst, wobei eine Vielzahl von Kommunikationskanälen zwischen den Servoantennen und den Benutzerantennen eingerichtet ist, wobei jeder der Kommunikationskanäle Signale zwischen einer der Servoantennen und einer der Benutzerantennen überträgt; wobei das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst:

Bestimmen einer inversen Kanalmatrix für einen ersten Zeitabschnitt, wobei die inverse Kanalmatrix aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Servoantennen in dem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind; Bestimmen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines zweiten Zeitabschnitts, die den Servoantennen in dem zweiten Zeitabschnitt zugeordnet sind, wobei der zweite Zeitabschnitt später als der erste Zeitabschnitt ist, wobei jeder der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts einem der Kommunikationskanäle entspricht, und wobei verschiedene geschätzte Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts verschiedenen Kommunikationskanälen entsprechen;

Bestimmen von Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts, wobei die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts und die entsprechenden geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts demselben einen der Kommunikationskanäle zugeordnet sind;

Verwenden der Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts und der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts zum Berechnen einer inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts, die aus den geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts abgeleitet wird; und

Einstellen von Signalen, die über die Servoantennen übertragen werden sollen, basierend auf der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts nach dem zweiten Zeitabschnitt.

2. Das Verfahren zur Signalverarbeitung nach Anspruch 1, wobei die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts aus den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, indem die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts in eine Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts zugewiesen

werden und die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts basierend auf der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts berechnet wird, wobei jeder der geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts einem der Kommunikationskanäle entspricht und verschiedene geschätzte Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts verschiedenen Kommunikationskanälen entsprechen.

3. Das Verfahren zur Signalverarbeitung nach Anspruch 1, wobei die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts gemäß einer Formel (1) berechnet wird:

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

wobei A die Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts bezeichnet;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts;  $(A + BCD)$  bezeichnet die Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts;  $(A + BCD)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts; BCD bezeichnet ein Produkt einer Matrix B, einer Matrix C und einer Matrix D; und ein Produkt der Matrix B, der Matrix C und der Matrix D bezeichnet eine Differenzmatrix, die aus den Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts abgeleitet ist.

4. Ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einer Basisstation eines Netzwerksystems mit mehreren Antennen, wobei die Basisstation mindestens eine Servoantenne umfasst, wobei ein Kommunikationskanal zwischen der Servoantenne und einer Benutzerantenne zum Übertragen von Signalen eingerichtet ist; wobei das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst:

Bestimmen eines geschätzten Kanalwertes für einen ersten Zeitabschnitt, wobei der geschätzte Kanalwert des ersten Zeitabschnitts dem Kommunikationskanal im ersten Zeitabschnitt zugeordnet ist;

Bestimmen eines geschätzten Kanalwertes für einen zweiten Zeitabschnitt, wobei der geschätzte Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts dem Kommunikationskanal im zweiten Zeitabschnitt zugeordnet ist, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist;

Übertragen einer Differenz zwischen dem geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und dem geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts an einen Server; und

Steuern der Servoantenne, um ein zu übertragendes Signal entsprechend einer Parameterrückkopplung durch den Server nach dem zweiten Zeitabschnitt einzustellen.

5. Das Verfahren zur Signalverarbeitung nach Anspruch 4, ferner umfassend: Übertragen des ge-

geschätzten Kanalwerts des ersten Zeitabschnitts an den Server.

6. Ein Verfahren zur Signalverarbeitung zur Verwendung in einem Server eines Netzwerksystems mit mehreren Antennen, wobei das Netzwerksystem mit mehreren Antennen eine Vielzahl von Servoantennen umfasst; wobei das Verfahren zur Signalverarbeitung umfasst:

Bestimmen einer inversen Kanalmatrix für einen ersten Zeitabschnitt, wobei die inverse Kanalmatrix aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Servoantennen in einem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind;

Bestimmen jeweiliger geschätzter Kanalwertdifferenzen zwischen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines zweiten Zeitabschnitts und der Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts, die den Servoantennen zugeordnet sind, wobei die Vielzahl der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts den Servoantennen in dem zweiten Zeitabschnitt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist, zugeordnet ist, und wobei jede der geschätzten Kanalwertdifferenzen eine Differenz zwischen einem der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts und einem entsprechenden der geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts ist;

Verwenden der geschätzten Kanalwertdifferenz und der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts, um eine inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen; und

Übertragen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts an die Servoantennen, so dass die Servoantennen Signale auf der Grundlage der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts einstellen, bevor die Signale übertragen werden.

7. Das Verfahren zur Signalverarbeitung nach Anspruch 6, wobei die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts aus den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, indem die geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts in eine Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts zugewiesen werden und die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts basierend auf der Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts berechnet wird.

8. Das Verfahren zur Signalverarbeitung nach Anspruch 6, wobei die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts gemäß einer Formel (1) berechnet wird:

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

wobei A die Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts bezeichnet;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts; ein Produkt der Ma-

trix B, der Matrix C und der Matrix D bezeichnet eine aus den geschätzten Kanalwertdifferenzen abgeleitete Differenzmatrix;  $(A + BCD)$  bezeichnet die Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts; und  $(A + BCD)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts.

9. Ein Netzwerksystem mit mehreren Antennen, umfassend:

eine Vielzahl von Servoantennen;

eine Vielzahl von Benutzerantennen, von denen jede einen Kommunikationskanal mit einer der Servoantennen zur Signalübertragung aufweist;

eine Vielzahl von Basisstationen, auf denen jeweils mindestens eine der Servoantennen angeordnet ist und die umfasst:

einen drahtlosen Uplink-Signalempfänger, der mit der mindestens einen der Servoantennen elektrisch gekoppelt ist und von jedem zugehörigen Kommunikationskanal Uplink-Daten empfängt, wobei die Uplink-Daten jeweils einen entsprechenden Anfangskanalwert enthalten und der drahtlose Uplink-Signalempfänger eine Vielzahl von Einträgen von Uplink-Daten eines ersten Zeitabschnitts im ersten Zeitabschnitt und eine Vielzahl von Einträgen von Uplink-Daten eines zweiten Zeitabschnitts im zweiten Zeitabschnitt empfängt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist;

einen Kanalschätzer, der mit dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger elektrisch gekoppelt ist, um die Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts und die Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts von dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger zu empfangen, wobei der Kanalschätzer den in jedem Eintrag der Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts zu erhalten, und den Anfangskanalwert, der in jedem Eintrag der Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts enthalten ist, extrahiert und verwendet, um eine Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts zu erhalten;

einen Differenzrechner, der mit dem Kanalschätzer elektrisch gekoppelt ist, zum Empfangen der geschätzten Kanalwerte des ersten Zeitabschnitts und der geschätzten Kanalwerte des zweiten Zeitabschnitts und zum Berechnen und Ausgeben jeweiliger Differenzen zwischen den geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des zweiten Zeitabschnitts; und

einen Downlink-Signalgenerator zum Empfangen einer Vielzahl von Downlink-Einstellwerten des zweiten Zeitabschnitts und zum Einstellen eines Originalsignals in ein Downlink-Signal, das für jeden der entsprechenden Kommunikationskanäle auf der Basis der Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts bereitzustellen ist; und

einen Server, in dem eine aus den Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts abgeleitete inverse Kanalmatrix

des ersten Zeitabschnitts gespeichert ist, wobei der Server mit den Basisstationen elektrisch gekoppelt ist, die Differenzen von den Basisstationen empfängt, die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und die Differenzen verwendet, um die Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen, und die Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts an den Downlink-Signalgenerator jeder der Basisstationen ausgibt.

10. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen nach Anspruch 9, wobei der Differenzrechner ferner die Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts an den Server ausgibt.

11. Das Netzwerksystem mit mehreren Antennen nach Anspruch 9, wobei der Server umfasst:  
eine Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix zum Zuweisen von Werten der Differenzen zu einer Differenzmatrix gemäß einer spezifischen Regel;  
eine Speichervorrichtung zum Speichern der inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts;  
eine Berechnungsvorrichtung, die mit der Speichervorrichtung und der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix elektrisch gekoppelt ist, zum Berechnen einer inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts mittels der von der Speichervorrichtung bestimmten inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und der Differenzmatrix aus der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix gemäß einer Formel (1):

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

wobei  $(A + BCD)^{-1}$  die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts; ein Produkt aus einer Matrix B, einer Matrix C und einer Matrix D bezeichnet die Differenzmatrix; und eine Ausgabevorrichtung, die mit der Berechnungsvorrichtung zum Empfangen der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts elektrisch gekoppelt ist, zum Ausgeben der inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts an die Basisstationen als die Downlink-Einstellwerte des zweiten Zeitabschnitts.

12. Eine Basisstation zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen, umfassend:  
mindestens eine Servoantenne mit einem Kommunikationskanal mit einer Benutzerantenne zur Signalübertragung;  
einen drahtlosen Uplink-Signalempfänger, der mit der mindestens einen Servoantenne elektrisch gekoppelt ist und Uplink-Daten von dem der mindestens einen Servoantenne zugeordneten Kommunikationskanal empfängt, wobei die Uplink-Daten einen entsprechenden Anfangskanalwert enthalten, und wo-

bei der Kommunikationskanal durch ihn Uplink-Daten eines ersten Zeitabschnitts in dem ersten Zeitabschnitt überträgt und Uplink-Daten eines zweiten Zeitabschnitts in dem zweiten Zeitabschnitt überträgt, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist;  
einen Kanalschätzer, der mit dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger elektrisch gekoppelt ist, zum Empfangen der Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts und der Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts von dem drahtlosen Uplink-Signalempfänger, wobei der Kanalschätzer den in den Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um einen geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts zu erhalten, und den in den Uplink-Daten des zweiten Zeitabschnitts enthaltenen Anfangskanalwert extrahiert und verwendet, um einen geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu erhalten;  
einen Differenzrechner, der mit dem Kanalschätzer elektrisch gekoppelt ist, um den geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und den geschätzten Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu empfangen und die Differenz zwischen dem geschätzten Kanalwert des ersten Zeitabschnitts und dem entsprechenden Kanalwert des zweiten Zeitabschnitts zu berechnen und auszugeben; und  
einen Downlink-Signalgenerator, der einen Downlink-Einstellwert des zweiten Zeitabschnitts empfängt und ein Originalsignal in ein Downlink-Signal einstellt, das für den Kommunikationskanal basierend auf dem Downlink-Einstellwert des zweiten Zeitabschnitts bereitzustellen ist.

13. Die Basisstation nach Anspruch 12, wobei der Differenzrechner ferner die Uplink-Daten des ersten Zeitabschnitts ausgibt.

14. Ein Server zur Verwendung in einem Netzwerksystem mit mehreren Antennen, wobei das Netzwerksystem mit mehreren Antennen eine Vielzahl von Servoantennen umfasst, wobei jede der Servoantennen einen Kommunikationskanal mit einer Benutzerantenne zur Signalübertragung aufweist; wobei der Server umfasst:  
eine Speichervorrichtung zum Speichern einer inversen Kanalmatrix eines ersten Zeitabschnitts, die aus einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts abgeleitet wird, die den Kommunikationskanälen in dem ersten Zeitabschnitt zugeordnet sind;  
eine Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix, die eine Vielzahl von Differenzwerten zwischen einer Vielzahl von geschätzten Kanalwerten eines zweiten Zeitabschnitts, die den Kommunikationskanälen in dem zweiten Zeitabschnitt zugeordnet sind, welcher später als der erste Zeitabschnitt ist, und den entsprechenden geschätzten Kanalwerten des ersten Zeitabschnitts empfängt, und die die Differenzwerte in eine Differenzmatrix gemäß einer spezifischen Regel zuweist;

eine Berechnungsvorrichtung, die mit der Speichervorrichtung und der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix elektrisch gekoppelt ist, zum Berechnen einer inversen Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts mittels der von der Speichervorrichtung bestimmten inversen Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts und der Differenzmatrix aus der Vorrichtung zum Bilden einer Differenzmatrix gemäß einer Formel (1):

$$(A + BCD)^{-1} = (A)^{-1} - A^{-1}B(C^{-1} + DA^{-1}B)^{-1}DA^{-1} \quad (1)$$

wobei  $(A + BCD)^{-1}$  die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts bezeichnet;  $(A)^{-1}$  bezeichnet die inverse Kanalmatrix des ersten Zeitabschnitts; ein Produkt aus einer Matrix B, einer Matrix C und einer Matrix D bezeichnet die Differenzmatrix; und eine Ausgabevorrichtung, die mit der Berechnungsvorrichtung elektrisch gekoppelt ist, um die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts zu empfangen und die inverse Kanalmatrix des zweiten Zeitabschnitts auszugeben.

15. Der Server nach Anspruch 14, wobei die Berechnungsvorrichtung die Differenzmatrix weiter in die Matrix B, die Matrix C und die Matrix D zerlegt, so dass ein Produkt der Matrizen B, C und D der Differenzmatrix entspricht.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

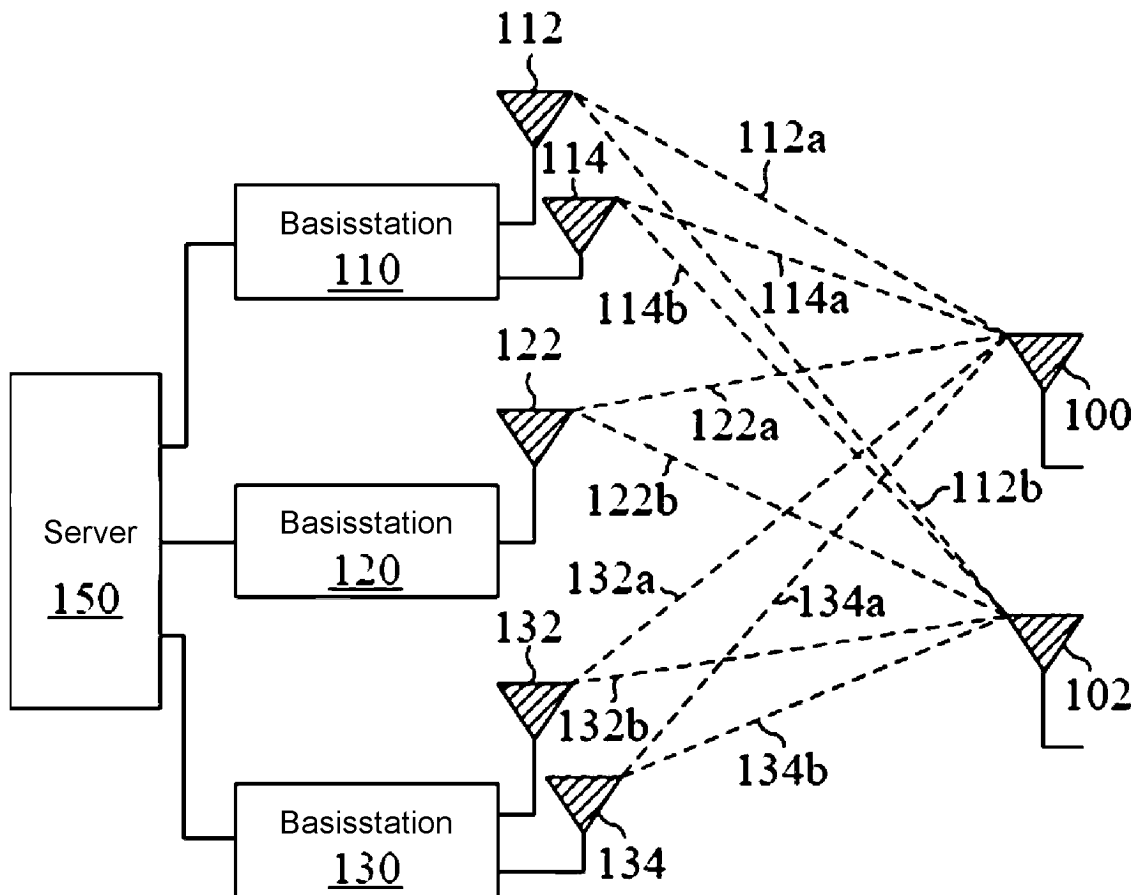


Fig. 1

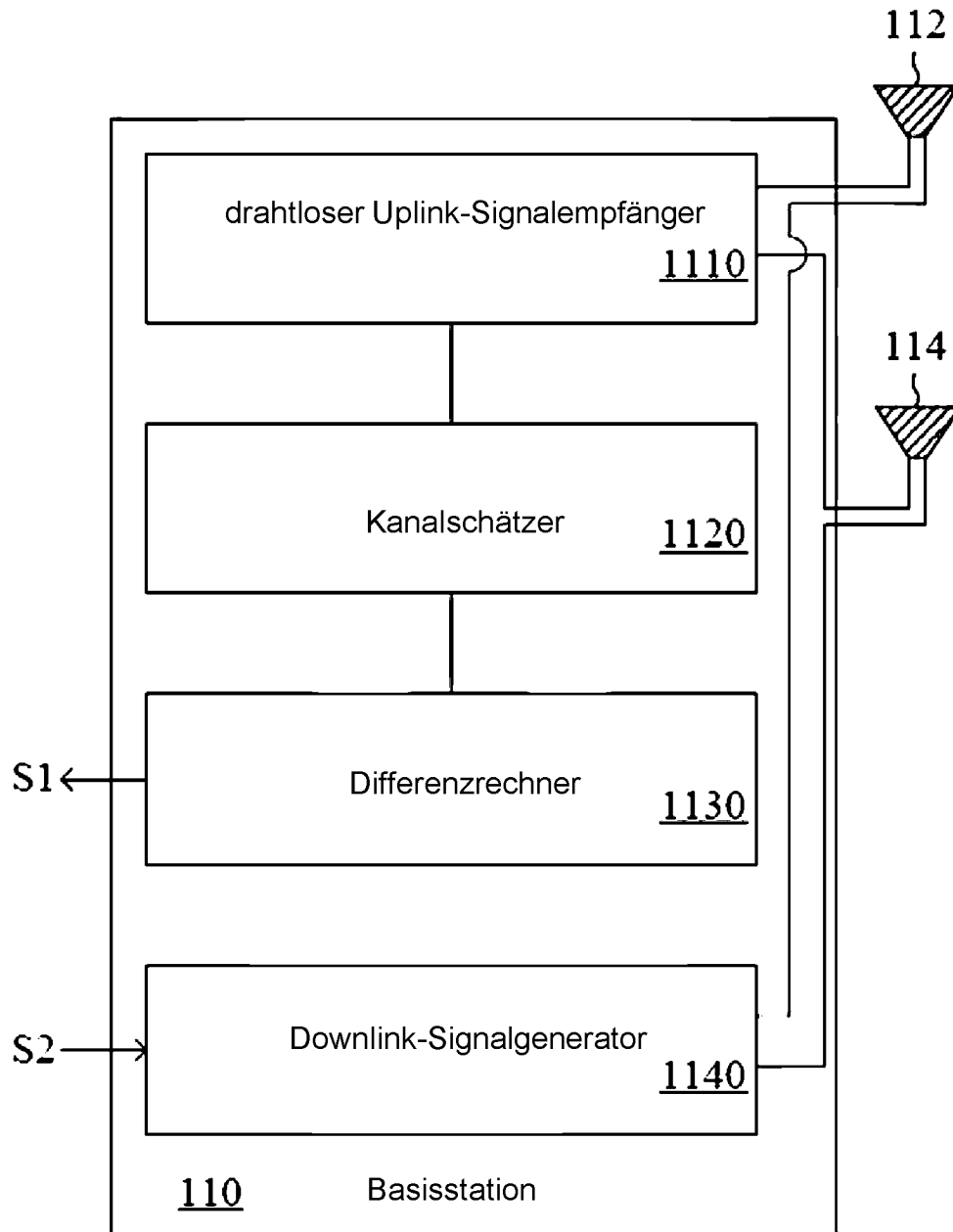


Fig. 2



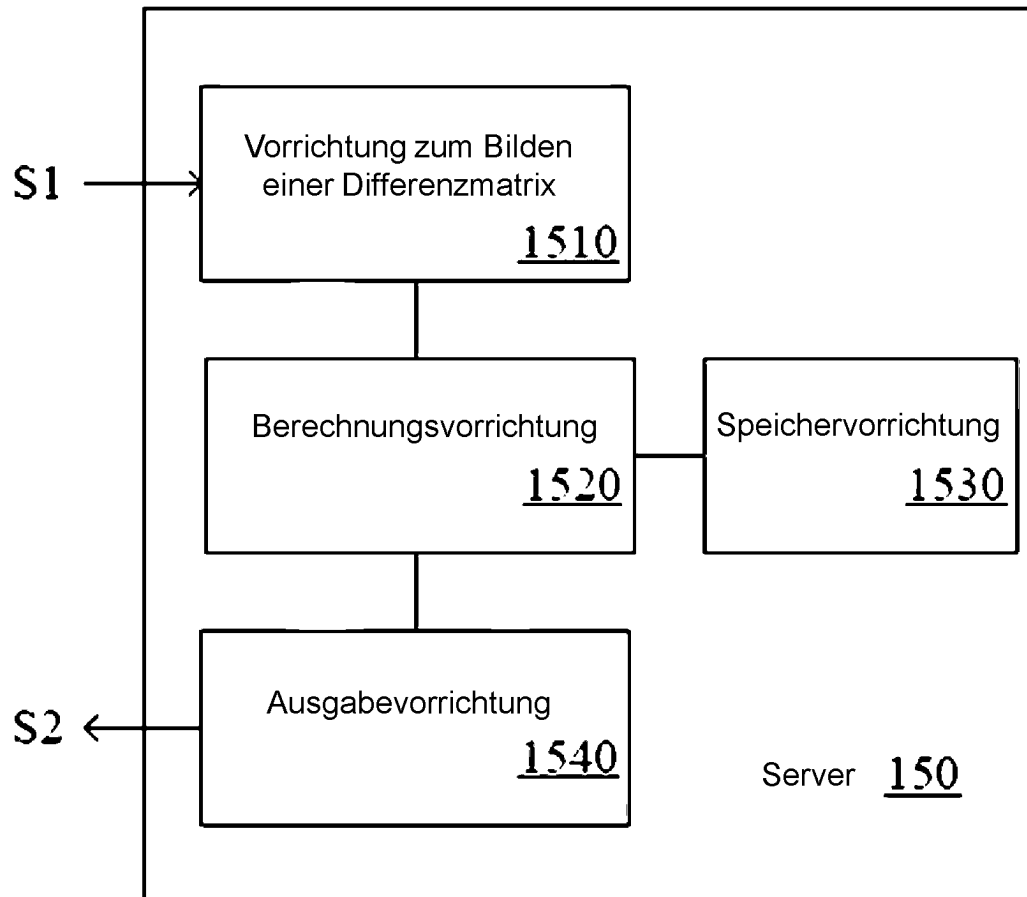


Fig. 3

$$\begin{array}{c}
 \text{Anzahl der} \\
 \text{Benutzerantennen} \\
 \underbrace{\hspace{10em}} \\
 \left[ \begin{array}{cc}
 m_{11} & m_{12} \\
 m_{21} & m_{22} \\
 m_{31} & m_{32} \\
 m_{41} & m_{42} \\
 m_{51} & m_{52}
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{Anzahl der} \\
 \text{Servoantennen} \\
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} \text{Anzahl der} \\ \text{Servoantennen} \end{array}} \right\}
 \end{array}$$

Fig. 4A

$$\left[ \begin{array}{cc}
 m_{11} & m_{12} \\
 m_{21} & m_{22} \\
 0 & 0 \\
 0 & 0 \\
 0 & 0
 \end{array} \right]$$

Fig. 4B

$$\left[ \begin{array}{cc}
 0 & 0 \\
 0 & 0 \\
 m_{31} & m_{32} \\
 0 & 0 \\
 0 & 0
 \end{array} \right]$$

Fig. 4C

$$\left[ \begin{array}{cc}
 0 & 0 \\
 0 & 0 \\
 0 & 0 \\
 m_{41} & m_{42} \\
 m_{51} & m_{52}
 \end{array} \right]$$

Fig. 4D

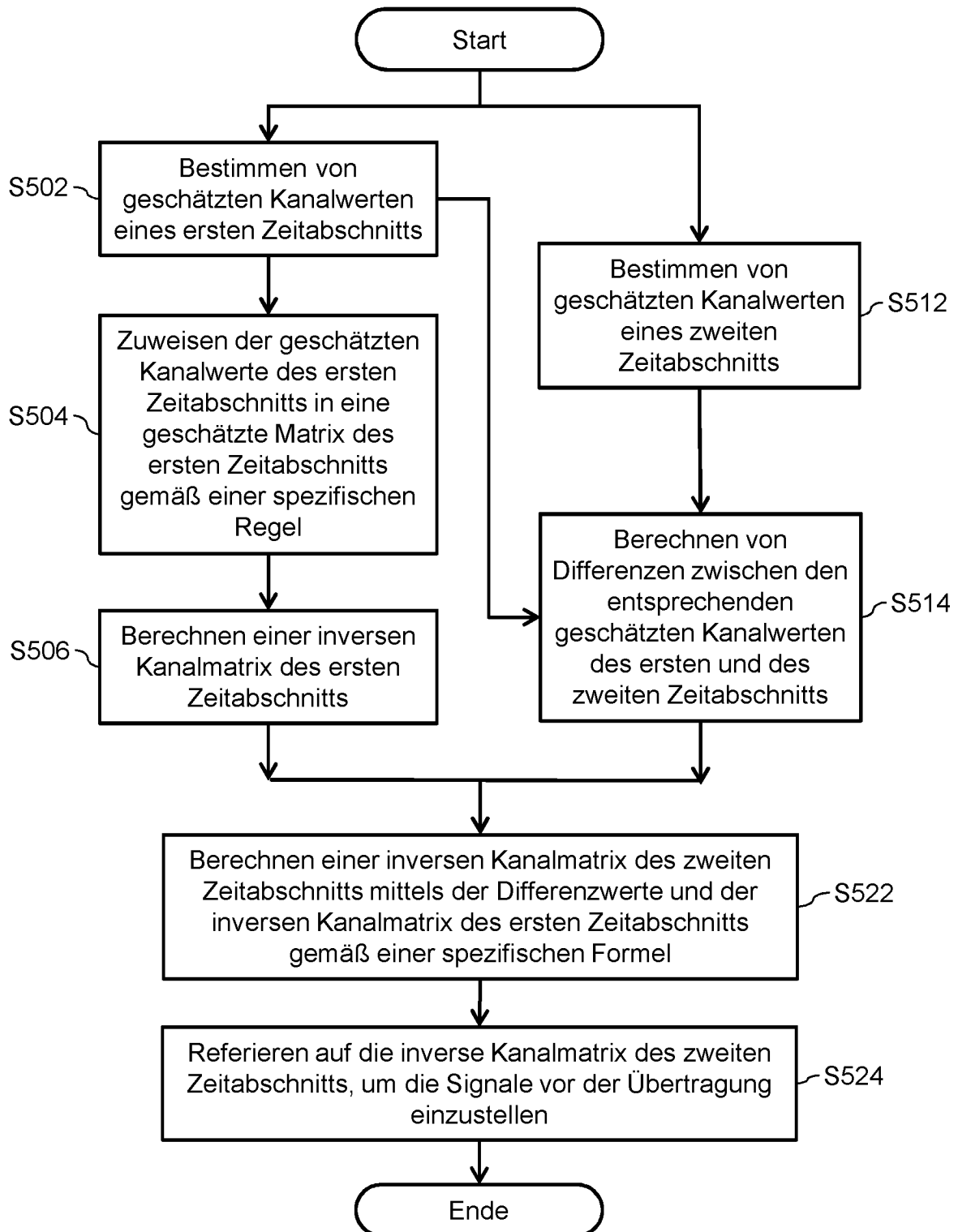


Fig. 5