

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Mai 2004 (13.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/040799 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04B 7/06**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003553

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Oktober 2003 (24.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 50 861.5 31. Oktober 2002 (31.10.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PAUL, Steffen**
[DE/DE]; Forststr. 8b, 82065 Baierbrunn (DE).
RUPRICH, Thomas [DE/DE]; Belgradstr. 18, 80796
München (DE).

(74) Anwalt: **LANGE, Thomas**; Lambsdorff & Lange, Din-
golfinger Strasse 6, 81673 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD,
GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,
MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

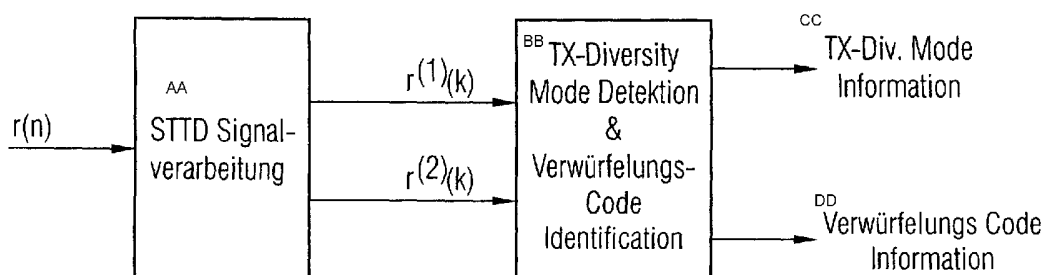
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHODS AND DEVICES FOR DETECTING THE TX DIVERSITY MODE FOR MOBILE RADIO RECEIVERS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN ZUR DETEKTION DES TX-DIVERSITY-MODES FÜR MOBIL-
FUNKEMPFÄNGER



AA STTD SIGNAL PROCESSING

BB TX DIVERSITY MODE DETECTION AND SCRAMBLING CODE IDENTIFICATION

CC TX DIV. MODE INFORMATION

DD SCRAMBLING CODE INFORMATION

(57) Abstract: According to a method and device (1) for carrying out TX diversity mode detection in a mobile radio receiver involving the use of a decision function, the decision function used for detecting the TX diversity mode is based on the coherent processing of two successive input signal data tuples $\{r(k); r(k+1)\}$ and $\{r(k+2); r(k+3)\}$ and on a detection of a phase offset between both tuples.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung (1) zur TX-Diversity-Mode-Detektion in einem Mobilfunkempfänger unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion basiert die zur Detektion des TX-Diversity-Modus verwendete Entscheidungsfunktion auf der kohärenten Verarbeitung zweier aufeinanderfolgender Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ und einer Erfassung eines Phasen-Offsets zwischen beiden Tupeln.

WO 2004/040799 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtungen zur Detektion des TX-Diversity-Modes für Mobilfunkempfänger

5

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur TX-Diversity-Mode-Detektion unter Verwendung blinder Detektion einer zweiten Sendeantenne mittels Pilot-Sequenzen für Mobilfunkempfänger. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren nach der Gattung des Oberbegriffs von Anspruch 1, ein Verfahren nach der Gattung des Oberbegriffs von Anspruch 2, eine Vorrichtung nach der Gattung des Oberbegriffs von Anspruch 11 und eine Vorrichtung nach der Gattung des Oberbegriffs von Anspruch 12. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung Mobilfunkempfänger, in denen diese Verfahren und Vorrichtungen eingesetzt werden.

Jeder Mobilfunkempfänger muß sich vor dem Aufbau einer Datenverbindung mit einer oder mehreren Basisstationen bzgl. des Sende- und Empfangstaktes synchronisieren. Dies geschieht im Allgemeinen mittels eines dreistufigen Verfahrens, bei dem sich der Mobilfunkempfänger auf die Slot- und Framegrenzen der entsprechenden Basisstation synchronisiert und die verwendeten Verwürfelungscodes identifiziert. Entsprechend den Standards für Mobilfunksysteme der 3. Generation, z.B. 3GPP TS 25.211 V4.3.0 (2001-12), können Basisstationen generell in einem sog. "TX-Diversity-Mode" (auch "Sende-Diversitäts-Modus" oder "TX-Diversitäts-Modus" genannt) betrieben werden. Dabei wird das Sendesignal von zwei verschiedenen Antennen abgestrahlt und z.B. mindestens auf einer der beiden Antennen mit einer speziellen Signalsequenz moduliert, so daß beide Sendesignalströme im Zeitlichen zueinander orthogonal gesendet werden.

Durch entsprechende Demodulation beim Empfang der Daten am mobilen Terminal kann durch TX-Diversity-Verfahren die Leistungsfähigkeit signifikant verbessert werden. Hierzu muß dem

Terminal aber bekannt sein, daß und welches TX-Diversity-Verfahren verwendet wird, da ansonsten eine zusätzliche Leistungsdegradation verursacht wird. Demzufolge ist es wünschenswert, daß eine möglichst sichere Detektion des TX-Diversity-Modes zu einem möglichst frühen Zeitpunkt durchgeführt wird, um einen effizienten Datenempfang zu gewährleisten.

Nach dem Stand der Technik sind prinzipiell drei verschiedene Ansätze zur Lösung des Detektionsproblems bekannt.

- A) Mittels Layer 3 Signalisierung (siehe hierzu den Beitrag "An alternative scheme to detect the STTD encoding of PCCPCH" von Texas Instruments in TSG-RAN WG1 meeting #3, Nynasham (Schweden), 22. bis 26. März 1999, S. 150 ff.),
- 15 B) Detektion einer auf den Synchronisationskanal symbolweise modulierten Indikatorsequenz (siehe hierzu den Beitrag "Fast reliable detection of STTD encoding of PCCPCH with no L3 messaging overhead" von Texas Instruments in TSG-RAN WG1 meeting #4, Yokohama (Japan), 18. bis 20. April 1999, S. 372 ff.),
- 20 C) Blinde Detektion der 2. TX-Antenne mittels Pilot-Sequenzen z.B. CPICH (CPICH = Common Pilot Channel / Gemeinsamer Pilotkanal) (siehe hierzu den Beitrag "STTD encoding for PCCPCH" von Texas Instruments in TSG-RAN Working Group 1 meeting #2, Yokohama, 22. bis 25. Februar 1999, S. 83 ff.).

Bei Verfahren nach A) und B) ist eine Frequenzsynchronisation mittels AFC und Wissen über den Übertragungskanal
30 (Durchführung einer Kanalschätzung z.B. unter der Annahme, daß TX-Diversity-Mode benutzt wird) Voraussetzung, um überhaupt oder zumindest akzeptable Detektionsergebnisse zu erhalten. Dies bedeutet vor allem einen zusätzlichen Verarbeitungszeitaufwand, der i.d.R. auf Kosten der Gesamtperformance
35 der Synchronisationsprozedur geht.
Somit sind Ansätze nach A) bzw. B) i.a. nicht anzuwenden.

Verfahren nach C) können prinzipiell mittels inkohärenter Detektionsverfahren durchgeführt werden und kommen somit auch in einem bestimmten Rahmen ohne Frequenzsynchronisation und / oder Kanalinformation aus. Jedoch für Frequenzfehler > 1 kHz zeigt sich für bekannte Verfahren schon eine erhebliche Leistungsdegradation. Bei einem Frequenzfehler von ca. 1,9 ppm (ca 4 kHz) würden herkömmliche Ansätze nach C) eine zweite TX-Antenne detektieren, obwohl nur über eine TX-Antenne gesendet wird. Das in Fig. 2 dargestellte Diagramm zeigt das Degradationsverhalten dieser Ansätze in Abhängigkeit vom Frequenzfehler. Dabei wurde das im UMTS-System verwendete TX-Diversity-Modulationsverfahren des CPICH-Signals (STTD - Space Time Transmit Diversity / Raum-Zeit-Sende-Diversität) mit den im Standard 3GPP TS 25.211 V4.3.0 (2001-12) auf den Seiten 24 bis 26 beschriebenen Sequenzen zugrundegelegt.

Hierbei beschreibt im oberen Diagramm von Fig. 2 die Kurve " $Antenna_{(n,m)}^{(xppm)}$ " den Energieanteil von Antenne n auf die Entscheidungsfunktion zur Antenne m bei einem Frequenzfehler von x ppm.

Um die Funktionsweise und Vorteile der weiter unten beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens deutlich zu machen, sollen im folgenden zuerst die Verfahrensweise üblicher TX-Detektionsansätze nach C) beschrieben und daraus resultierende Nachteile hervorgehoben werden. Die vorliegende Erfindung baut nämlich auf die für C) zugrundeliegende Idee auf, erweitert diese aber dahingehend, daß eine nach diesem Verfahren konzipierte "TX-Diversity-Mode"-Detektionsvorrichtung sehr robust gegenüber Frequenzfehlern bzw. Kanalphasen wird.

Das Detektionsverfahren nutzt hierbei die Eigenschaften des CPICH-Signales aus, die je nach benutzter Sendart (TX-Diversität ein / aus) unterschiedlich sind, siehe 3GPP TS 25.211 V4.3.0 (2001-12), dort z.B. S. 24 bis 26. Bei eingeschaltetem TX-Diversitäts-Mode wird dem Sendesignal auf An-

tenne 1 und dem Sendesignal auf Antenne 2 jeweils eine Modulationssequenz symbolweise "aufgeprägt", die mit einer Minimallänge von 2 Symbolen zueinander orthogonal sind. Fig. 3 zeigt diesbezüglich eine STTD-Sequenz des CPICH.

5

Vorab sei jedoch an dieser Stelle eine Auflistung von im folgenden häufig verwendeten Symbolen und Variablen angegeben:

10	$r(n)$	empfangenes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ,
	$r_x^{(a)}(k)$	empfangenes und STTD-demoduliertes komplexes Datensample des x -ten Empfangsdatentupels zum Abtastzeitpunkt k für Antenne a ,
	$\hat{r}_x^{(a)}$	empfangenes, STTD-demoduliertes und phasenkorrigiertes komplexes Datensample des x -ten Empfangsdatentupels für Antenne a ,
15	$s_a(n)$	über Antenne a gesendetes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ,
	$A_n^{(a)}$	n -tes Sample der STTD-Modulationssequenz der Antenne a ,
20	y_x	Entscheidungsvariable bzgl. des x -ten Empfangsdatentupels,
	$y^{(a)}$	Entscheidungsvariable bzgl. Antenne a ,
	$\arg b$	Phasenwinkel der komplexen Zahl b ,
25	$\text{sig}\{.\}$	Vorzeichenfunktion und
	σ^2	Symbolenergie unter der Annahme, daß der Kanal für beide Antennen die Übertragungsfunktion 1 hat.

30 Unter der vereinfachten Annahme, daß der Kanal für beide Antennen die Übertragungsfunktion 1 hat und der Frequenzfehler des Terminal-Quarzes vernachlässigbar ist, gilt für das Empfangssignal auf Symbolebene:

$$r(n) = A_n^{(1)} s_1(n) + A_n^{(2)} s_2(n) + n_0(n) \quad \text{Gl. 1}$$

35

Sowohl die Symbole $s(n)=s_1(n)=s_2(n)$, als auch die Sequenzen $A_n^{(1)}$ bzw. $A_n^{(2)}$ sind i.d.R. empfängerseitig bekannt. Zur Detek-

5

tion der beiden Antennensignale seitens des Empfängers ist die kohärente Verarbeitung von Symboltupels $\{r(k); r(k+1)\}$, mit $k=2n$, durchzuführen. Es folgt:

Signal von Antenne 1:

$$\begin{aligned} r^{(1)}(k) &= r(k) \cdot A_k^{(1)} s^*(k) + r(k+1) \cdot A_{k+1}^{(1)} s^*(k+1) + n_1(k) \\ &= (A_k^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_k^{(2)} \sigma_{s2}^2) A_k^{(1)} + (A_{k+1}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+1}^{(2)} \sigma_{s2}^2) A_{k+1}^{(1)} + n_1(k) \end{aligned}$$

und unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Sequenzen $A_n^{(1)}$ bzw. $A_n^{(2)}$

$$r^{(1)}(k) = 2|A|^2 \sigma_{s1}^2 + 0 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \quad \text{Gl. 2}$$

Signal von Antenne 2:

$$\begin{aligned} r^{(2)}(k) &= r(k) \cdot A_k^{(2)} s^*(k) + r(k+1) \cdot A_{k+1}^{(2)} s^*(k+1) + n_1(k) \\ &= (A_k^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_k^{(2)} \sigma_{s2}^2) A_k^{(2)} + (A_{k+1}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+1}^{(2)} \sigma_{s2}^2) A_{k+1}^{(2)} + n_1(k) \end{aligned}$$

und unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Sequenzen $A_n^{(1)}$ bzw. $A_n^{(2)}$

$$r^{(2)}(k) = 0 \sigma_{s1}^2 + 2|A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \quad \text{Gl. 3}$$

Nach diesem Verfahren kann unter den obigen idealisierten Bedingungen eindeutig detektiert werden, ob ein Signal von der jeweiligen Antenne abgestrahlt wird, sprich, ob TX-Diversity-Mode verwendet wird oder nicht. Hierzu wird i.d.R. der Betrag von Gl. 2 und Gl. 3

$$y^{(1)} = |r^{(1)}(k)| = |2|A|^2 \sigma_{s1}^2 + n_1(k)| \quad \text{bzw.} \quad y^{(2)} = |r^{(2)}(k)| = |2|A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_1(k)|$$

mit einem wohldefinierten Schwellwert TH verglichen. Die Entscheidungsgregel ergibt sich z.B. wie folgt:

- a) $y_1 > TH$ & $y_2 \leq TH \rightarrow$ TX-Diversity Mode ist nicht aktiv
- b) $y_1 > TH$ & $y_2 > TH \rightarrow$ TX-Diversity Mode ist aktiv
- c) $y_1 \leq TH$ & $y_2 \leq TH \rightarrow$ keine Entscheidung möglich

Anmerkung: Im Fall, daß kein TX-Diversity-Mode verwendet wird, gilt $\sigma_{s2}^2 = 0$

Läßt man nun einen gewissen Frequenzfehler zu, so weist das empfangene Abbild von $s(k+1)$ eine Phasenverschiebung von $\Delta\phi$ gegenüber dem empfangenen Abbild $s(k)$ auf. Dieser Phasenunterschied projiziert jeweils einen Energieanteil von den auszublendenden Antennenanteilen in Gl. 2 und Gl. 3 in die Ergebnisfunktion $r^{(1)}(k)$ bzw. $r^{(2)}(k)$ und dämpft zusätzlich den Beitrag der jeweils zu detektierenden Antenne.

Ausgehend von den obigen Entscheidungskriterien in a) - c) interessiert der Anteil der Projektion von Antenne 1 auf die Entscheidungsfunktion $y^{(2)}$ sowie der Dämpfungsbeitrag auf den Anteil der Antenne 1 in der Entscheidungsfunktion $y^{(1)}$.

Erweitert man Gl.2 und Gl.3, um einen vorhandenen Frequenzfehler zu berücksichtigen, so ergeben sich folgende verallgemeinerte Gleichungen für die Entscheidungsfunktionen $y^{(1)}$ bzw. $y^{(2)}$:

$$y^{(1)} = \left| \sqrt{2} \sqrt{1 + \cos \Delta\phi} |A|^2 \sigma_{s1}^2 + \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \Delta\phi} |A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \right| \quad \text{Gl. 4}$$

und

$$y^{(2)} = \left| \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \Delta\phi} |A|^2 \sigma_{s1}^2 + \sqrt{2} \sqrt{1 + \cos \Delta\phi} |A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \right| \quad \text{Gl. 5}$$

Für einen Phasenwinkel von $\Delta\phi = \frac{\pi}{2}$ ergibt sich aus Gl.4 und Gl.5, daß die Projektionsanteile vom Betrag her jeweils gleich den zu detektierenden Antennenanteilen sind. Für die obigen Entscheidungsregeln bedeutet dies (unter der Bedingung, daß c) nicht erfüllt ist), daß, unabhängig vom verwendeten TX-Diversity-Mode, immer zwei Antennen (TX-Diversity-Mode wird verwendet) detektiert werden. Das Diagramm in Fig. 2 gibt diesen Sachverhalt nochmals wieder.

Die bisherigen Ausführungen machen deutlich, daß die nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Detektion des TX-Diversity-Modes nur bedingt performant sind und gerade während einer initialen Synchronisationsphase, wo mit erheblichen Frequenzfehlern zu rechnen ist, mit einer signifikanten Degradation der Ergebnisse gerechnet werden muß.

In Fig. 4 ist zur weiteren Verdeutlichung des Standes der Technik ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Detektion des TX-Diversity-Modes nach Stand der Technik dargestellt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von den gattungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen zur TX-Diversity-Mode-Detektion solche Verfahren und Vorrichtungen zur TX-Diversity-Mode-Detektion sowie zugehörige Mobilfunkempfänger bereitzustellen, die im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten entsprechenden TX-Diversity-Mode-Detektionsverfahren, TX-Diversity-Mode-Detektionsvorrichtungen und Mobilfunkempfängern robuster gegenüber Frequenzfehlern bzw. Kanalphasen sind und trotzdem sehr kurze Detektionszeiten gewährleisten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 2, eine Vorrichtung nach Anspruch 11, eine Vorrichtung nach Anspruch 12, einen Mobilfunkempfänger nach Anspruch 21 und einen Mobilfunkempfänger nach Anspruch 22.

Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 2 ermöglicht die Detektion des TX-Diversity-Modes während der Verwürfelungsco-deidentifikation und ist somit Bestandteil der Synchronisation. Dies liefert ein wesentliches Zeitersparnis bezogen auf die für die vollständige Abstimmung zwischen Mobilfunkempfänger und Basisstation benötigte Gesamtzeit. Ferner sind alle erfindungsgemäßen Verfahren, Vorrichtungen und Mobilfunkempfänger sehr robust gegen Frequenzfehler und erreichen trotzdem gleichzeitig kurze Detektionszeiten.

Vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 1 sind Gegenstand der Ansprüche 3 und 5 bis 10. Vorteilhafte und bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens nach Anspruch 2 sind Gegenstand der Ansprüche 4 bis 10. Vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 11 sind Gegenstand der Ansprüche 13 und 15 bis 20. Vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Anspruch 12 sind Gegenstand der Ansprüche 14 bis 20. Eine vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Mobilfunkempfänger ist Gegenstand des Anspruchs 23.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren erläutert. Es zeigt:

- | | |
|---------------|--|
| Fig. 1 | ein prinzipielles Blockbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens, |
| Fig. 2 | ein Betrags- und Phasendiagramm für Antennenbeitrag und Projektionsbeitrag, |
| Fig. 3 | die STTD-Sequenz des CPICH, |
| Fig. 4 | ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Detektion des TX-Diversity-Modes nach dem Stand der Technik, |
| Fig. 5 | ein Zeigerdiagramm zu einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Illustration der sich durch den Frequenzfehler ergebenden Nutz- bzw. Projektionsanteile (hier nur für Antenne 1 angegeben), |
| Fig. 6 bis 11 | Diagramme für weitere Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Illustration der sich durch den Frequenzfehler ergebenden Nutz- bzw. Projektionsanteile, und |
| Fig. 12 | ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur effizienten TX-Diversity- |

Mode-Detektion bei paralleler Verwürfelungscodeidentifikation.

Das im folgenden näher beschriebene Ausführungsbeispiel eines
 5 erfindungsgemäßen Verfahrens baut auf dem oben unter Punkt C) vorgestellten, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren auf. Das folgende Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist jedoch robuster gegen Frequenzfehler und erlaubt gleichzeitig sehr kurze Detektionszeiten. Weiterhin ist
 10 die Verwürfelungscode-Identifikation integraler Bestandteil des Verfahrens gemäß diesem Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt ein prinzipielles Blockbild eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15

Im Gegensatz zu dem weiter oben beschriebenen, aus dem Stand der Technik bekannten gattungsgemäßen Verfahren werden in dem Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht nur ein, sondern jeweils zwei aufeinanderfolgende Datentupel
 20 $\{r(k); r(k+1)\}; \{r(k+2); r(k+3)\}$, mit $k=4n$, kohärent verarbeitet, wobei in einer 1. Verarbeitungsstufe jedes einzelne Tupel auf Basis des oben beschriebenen, an sich bekannten Verfahrens berechnet wird. Ziel ist es, die durch die Phasendre-
 25 hung verursachten Projektionen, d.h. Fehler, zu erkennen bzw. zu korrigieren. Dies kann unter Ausnutzung spezieller Eigenschaften von empfangenen Trainingssequenzen, hier am Beispiel der CPICH-STTD-Modulationssequenz erläutert, effizient realisiert werden. Entsprechende Ausführungsbeispiele bzgl. eines Verfahrens mittels Erkennung und eines Verfahrens mittels
 30 Korrektur des Projektionsfehlers werden an späterer Stelle gegeben. Ausgehend von Gl.2 und Gl.3 folgt für die beiden Tupel:

Antenne 1:

35

$$\begin{aligned} r_1^{(1)}(k) &= r(k) \cdot A_k^{(1)} s^*(k) + r(k+1) \cdot A_{k+1}^{(1)} s^*(k+1) + n_1(k) \\ &= \left(A_k^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_k^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_k^{(1)} + \left(A_{k+1}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+1}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+1}^{(1)} + n_1(k) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_2^{(1)}(k) &= r(k+2) \cdot A_{k+2}^{(1)} s^*(k+2) + r(k+3) \cdot A_{k+3}^{(1)} s^*(k+3) + n_2(k) \\
 &= \left(A_{k+2}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+2}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+2}^{(1)} + \left(A_{k+3}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+3}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+3}^{(1)} + n_2(k)
 \end{aligned}$$

und unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Sequenzen

$$5 \quad A_n^{(1)} \text{ bzw. } A_n^{(2)}$$

$$\begin{aligned}
 r_1^{(1)}(k) &= 2|A|^2 \sigma_{s1}^2 + 0 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \\
 r_2^{(1)}(k) &= 2|A|^2 \sigma_{s1}^2 + 0 \sigma_{s2}^2 + n_2(k)
 \end{aligned} \quad \text{Gl. 6}$$

10 Antenne 2:

$$\begin{aligned}
 r_1^{(2)}(k) &= r(k) \cdot A_k^{(2)} s^*(k) + r(k+1) \cdot A_{k+1}^{(2)} s^*(k+1) + n_1(k) \\
 &= \left(A_k^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_k^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_k^{(2)} + \left(A_{k+1}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+1}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+1}^{(2)} + n_1(k)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r_2^{(2)}(k) &= r(k+2) \cdot A_{k+2}^{(2)} s^*(k+2) + r(k+3) \cdot A_{k+3}^{(2)} s^*(k+3) + n_2(k) \\
 &= \left(A_{k+2}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+2}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+2}^{(2)} + \left(A_{k+3}^{(1)} \sigma_{s1}^2 + A_{k+3}^{(2)} \sigma_{s2}^2 \right) A_{k+3}^{(2)} + n_2(k)
 \end{aligned}$$

15

und unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Sequenzen
 $A_n^{(1)}$ bzw. $A_n^{(2)}$

$$\begin{aligned}
 r_1^{(2)}(k) &= 0 \sigma_{s1}^2 + 2|A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_1(k) \\
 r_2^{(2)}(k) &= 0 \sigma_{s1}^2 + 2|A|^2 \sigma_{s2}^2 + n_2(k)
 \end{aligned} \quad \text{Gl. 7}$$

20

Anmerkung: Im Fall, daß kein TX-Diversity-Mode verwendet
 25 wird, gilt $\sigma_{s2}^2 = 0$.

Es ist evident, daß im Fall von vernachlässigbar kleinen Fre-
 quenzfehlern dieser Ansatz die gleiche Performance wie jene
 weiter oben mit Bezug auf den Stand der Technik beschriebene
 30 Standardlösung erreicht. Das Ausführungsbeispiel des erfin-
 dungsgemäßen Verfahrens soll nun unter Berücksichtigung eines
 Frequenzfehlers betrachtet werden. Die Entscheidungsfunktio-

nen $y^{(1)}$ und $y^{(2)}$ sind jetzt jeweils Funktionen in $f\{r_1^{(1)}(k); r_2^{(1)}(k)\}$ bzw. $f\{r_1^{(2)}(k); r_2^{(2)}(k)\}$. Unter der Annahme einer Phasendrehung von $\Delta\phi$ zwischen den empfangenen Abbildern von $s(k)$ und $s(k+1)$ bzw. $s(k+2)$ und $s(k+3)$ ergibt sich eine Phasendrehung von $2\Delta\phi$ zwischen den beiden Tupeln $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$. Für die weiteren Betrachtungen wird zur Vereinfachung nur der Einfluss der Antenne 1 berücksichtigt (das ist der Fall, wenn kein STTD-moduliertes Signal über Antenne 2 abgestrahlt wird). Eine Erweiterung auf Antenne 2 ist trivial und wird hier nicht im Detail ausgeführt. Somit folgt für die einzelnen Komponenten:

1. Tupel:

$$\begin{aligned} r_1^{(1)} &= |A|^2 \sigma_{s1}^2 [(1 + \cos \Delta\phi) + j \sin \Delta\phi] + n_1(k) \\ r_1^{(2)} &= |A|^2 \sigma_{s1}^2 [(1 - \cos \Delta\phi) - j \sin \Delta\phi] + n_1(k) \end{aligned} \quad \text{Gl. 8}$$

2. Tupel:

$$\begin{aligned} r_2^{(1)} &= |A|^2 \sigma_{s1}^2 [(1 + \cos \Delta\phi) + j \sin \Delta\phi] \cdot \underbrace{e^{j2\Delta\phi}}_{\text{Phase zwischen beiden Tupels}} + n_2(k) \\ r_2^{(2)} &= |A|^2 \sigma_{s1}^2 [(-1 + \cos \Delta\phi) + j \sin \Delta\phi] \cdot \underbrace{e^{j2\Delta\phi}}_{\text{Phase zwischen beiden Tupels}} + n_2(k) \\ &= |A|^2 \sigma_{s1}^2 [(1 - \cos(\Delta\phi + \pi)) - j \sin(\Delta\phi + \pi)] \cdot e^{j2\Delta\phi} + n_2(k) \end{aligned}$$

Gl. 9

Aus Gl. 8 und Gl. 9 ergibt sich, daß die durch den Frequenzfehler verursachten Fehlerbeiträge (Projektionen von Antenne 1 in Antenne 2 - Ergebnisse $r_1^{(2)}$ und $r_2^{(2)}$) aufgrund der Codeeigenschaften der verwendeten STTD-Sequenz (z.B. $\{A, -A, -A, A\}$), genau um den Faktor π phasenverschoben sind. Desweiteren sind die Ergebniswerte des zweiten Tupels mit einer Phasendrehung von $2\Delta\phi$ zu denen des ersten Tupels behaftet, die aber mittels einer geeigneten Vorrichtung leicht abgeschätzt werden kann. Fig. 5 gibt anhand eines entsprechenden Zeigerdiagramms

12

den Sachverhalt noch einmal graphisch wieder, mit $r_1^{(1)} = s1 + s2$, $r_2^{(1)} = s3 + s4$, $r_1^{(2)} = s1 - s2$ und $r_2^{(2)} = -s3 + s4$. Dargestellt ist hierin ein Zeigerdiagramm zu dem beschriebenen Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Illustration der sich durch den Frequenzfehler ergebenden Nutz- bzw. Projektionsanteile (hier nur für Antenne 1 angegeben). Weitere Diagramme für verschiedene Szenarien, z.B. 2 Antennen bei 1 ppm, sind in den Figuren 6 bis 11 gezeigt.

Die komplexen Ergebniswerte $r_1^{(1)}, r_2^{(1)}, r_1^{(2)}$ und $r_2^{(2)}$ werden nun einer Entscheidungsvorrichtung (2. Verarbeitungsstufe) zugeführt, die nach geeigneten Kriterien sowohl den TX-Diversity-Mode als auch den verwendeten Verwürfelungscode detektiert.

Detektion des TX-Diversity-Mode:

Im einfachsten Fall kann hier eine Auswertung der Winkelbeziehung zwischen Antenne 1- und Antenne 2-Signalbeiträgen der einzelnen Tupel als Entscheidungsfunktion dienen. Somit ergibt sich folgender Algorithmus (Detektionsalgorithmus A):

20

$$\text{I) } y_1 = \text{sig}\{\arg r_1^{(1)} - \arg r_1^{(2)}\} \text{ und } y_2 = \text{sig}\{\arg r_2^{(1)} - \arg r_2^{(2)}\}$$

II) wenn $(y_1 == y_2)$ dann <TX-Diversity aktiv>
sonst <TX-Diversity inaktiv>

Ein weiterer möglicher Detektionsansatz

(Detektionsalgorithmus B) basiert auf der Schätzung der Phasendrehung $\Delta\phi$ und Phasenkorrektur der Ergebniswerte des zweiten Tupels $\{r(k+2); r(k+3)\}$. Durch kohärente Addition des phasenkorrigierten Tupelpaares und nachfolgenden Vergleich der Ergebniswerte (bevorzugterweise der Beträge) $r^{(1)}$, $r^{(2)}$, mit einem wohldefinierten Schwellwert, ist eine Entscheidung bzgl. des TX-Diversity-Modes möglich. Somit ergibt sich folgender Algorithmus (Detektionsalgorithmus B):

$$\text{I) } \Delta\phi = \frac{\arg r_2^{(1)} - \arg r_1^{(1)}}{2}$$

$$\text{II)} \quad \hat{r}_2^{(1)} = r_2^{(1)} e^{-j2\Delta\phi} \quad \text{und} \quad \hat{r}_2^{(2)} = r_2^{(2)} e^{-j2\Delta\phi}$$

$$\text{III)} \quad y^{(1)} = r_1^{(1)} + \hat{r}_2^{(1)} \quad \text{und} \quad y^{(2)} = r_1^{(2)} + \hat{r}_2^{(2)}$$

- 5 IV) wenn ($y^{(1)} \geq \text{Schwellwert}$ & $y^{(2)} \geq \text{Schwellwert}$) dann <TX-Diversity aktiv>
 sonst {wenn ($y^{(1)} \geq \text{Schwellwert}$ || $y^{(2)} \geq \text{Schwellwert}$) dann <TX-Diversity inaktiv>
 sonst <keine Entscheidung möglich>}

10

Weiterhin kann die Ausführung wie folgt optimiert werden:

Da für sehr kleine Frequenzfehler die Projektion von Antenne 1-Anteilen auf Antenne 2-Ergebnisse vernachlässigbar ist und somit $r_1^{(2)}$ und $r_2^{(2)}$ eher rauschdominante Anteile enthalten,

- 15 wird weiterhin berücksichtigt, daß ein entsprechender Detektionsalgorithmus nur initiiert wird, wenn die Beträge $r_1^{(2)}$ und/oder $r_2^{(2)}$ einen bestimmten Schwellwert überschreiten. Andernfalls wird auf <TX-Diversity inaktiv> entschieden. Ein algorithmisches Beispiel ist wie folgt gegeben:

20

$$\text{I)} \quad \text{abs_value} = |r_1^{(2)}| + |r_2^{(2)}|$$

- II) wenn ($\text{abs_value} \geq \text{Schwellwert}$) dann <starte Detektionsalgorithmus>
 sonst <TX-Diversity inaktiv>

25

Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes:

Die Verwürfelungscode-Identifikation ist für Mobilterminals der 3. Generation, z.B. nach 3GPP UMTS Standard, fester Bestandteil einer dreistufigen Synchronisations-Prozedur, die

- 30 u.a. in folgenden zwei Druckschriften beschrieben ist: Zoch, A.; Fettweis, G. P.: Cell Search Performance Analysis for W-CDMA.- In: International Conference on Communications (ICC 2002), New York City, USA, 28. April bis 2. März 2002; Holma, H.; Toskala, A.: WCDMA for UMTS, John Wiley & Sons, LTD.,
 35 Chinchester, England, Juni 2000.

Im hier vorgeschlagenen Verfahren werden die von der TX-Diversity-Mode-Detektionseinheit zur Verfügung gestellten Ergebnismwerte (z.B. nach der 1. Stufe) ebenfalls zur Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes mittels einer geeigneten Verwürfelungscode-Identifikationseinheit genutzt.
 5 Wenn i den zur Erzeugung der Ergebnismwerte $r_1^{(1)}, r_2^{(1)}, r_1^{(2)}$ und $r_2^{(2)}$ verwendeten Verwürfelungscodeindex bezeichnet, ergibt sich folgender Algorithmus:

- 10 I) start <Verarbeitung des Verwürflungscode i >
- II) $\text{abs_value}(i) = |r_1^{(1)}| + |r_2^{(1)}| + |r_1^{(2)}| + |r_2^{(2)}|$
- III) wenn $(\text{abs_value}(i) > \text{abs_value}(i-1))$ dann <aktueller Verwürflungscode= i >
- IV) $i++$

15

Nachfolgend wird ein Implementierungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung/Architektur beschrieben, die das vorgeschlagene Verfahren umsetzt.

- 20 Fig. 12 zeigt dieses Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zur effizienten TX-Diversity-Mode-Detektion bei paralleler Verwürfelungscode-Identifikation.

Das Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 12 ist so ausgelegt, daß sie die Detektion des TX-Diversity-Modes unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion durchführt. Dabei verarbeitet sie zwei aufeinanderfolgende Eingangssignal-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ kohärent, führt eine Phasenkorrektur eines Phasen-Offsets
 25 zwischen beiden Tupeln durch und erstellt auf dieser Basis die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendete Entscheidungsfunktion. Diesbezügliche Einzelheiten wurden schon weiter oben mit Bezug auf ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert.

35

Das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 gemäß Fig. 12 weist zwei serielle Stufen 2, 3 auf, von denen

die erste Stufe 2 als erste Stufe der TX-Diversity-Mode-Detektion dient. Die zweite Stufe 3 weist zwei parallele Untereinheiten 4, 5 auf, nämlich eine zweite TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe 5 und parallel dazu eine Verarbeitungsstufe 4 zur Verwürfelungscodeidentifikation. Die erste TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe 2 ist so ausgelegt, daß sie die Empfangsdaten digital verarbeitet und der nachfolgenden Verarbeitungsstufen 3, d.h. also sowohl der zweiten TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe 5, als auch gleichzeitig der Verwürfelungscodeidentifikationsstufe 4, Ergebniswerte bzgl. Antenne 1 bzw. Antenne 2 zur Verfügung stellt. Die zweite TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe 5 ist so ausgelegt, daß sie den Phasenwinkel zwischen den Antennenanteilen der Ergebniswerte für jedes Tupel abschätzt und das Vorzeichen auswertet. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die zweite TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe 5 so ausgelegt, daß sie den Phasenwinkel zwischen den Tupelpaaren abschätzt und korrigiert und eine kohärente Akkumulation dieses korrigierten Tupelpaares durchführt.

20

Zusammenfassend seien nachfolgend noch einmal wichtige Aspekte des beschriebenen Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens genannt:

- 25 a) Die Erzeugung der Entscheidungsfunktion, die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendet wird, basiert auf der kohärenten Verarbeitung zweier aufeinanderfolgender Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$. Dabei wird eine Phasenkorrektur eines i.a. vorhandenen Phasen-
30 Offsets zwischen beiden Tupeln durchgeführt. Durch die Berücksichtigung von zwei aufeinanderfolgenden Eingangssignaltupeln können Detektionsfehler, die durch einen evtl. bestehenden Frequenzfehler verursacht werden, korrigiert werden.
- 35 b) Die Detektion des TX-Diversity-Modes wird in zwei seriellen Stufen ausgeführt, wobei:

- die erste Stufe die Empfangsdaten digital verarbeitet und den nachfolgenden Verarbeitungsstufen Ergebniswerte bzgl. Antenne 1 bzw. Antenne 2 zur Verfügung stellt.
- die zweite Stufe das Vorzeichen des Phasenwinkels zwischen den Antennenanteilen der Ergebniswerte für jedes Tupel abschätzt
- oder
- den Phasenwinkel zwischen den Tupelpaaren abschätzt und korrigiert und eine kohärente Akkumulation dieses korrigierten Tupelpaares durchführt.
- c) Die Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes wird parallel zur Detektion des TX-Diversity-Modes durchgeführt, wobei die Ergebnisse der ersten Verarbeitungsstufe gleichzeitig in eine geeignete Verarbeitungsvorrichtung zur Identifikation des Verwürfelungscodes eingespeist werden, bzw. die Verwürfelungscodidentifikation anhand der Antennensignale direkt im TX-Mode-Block 5 durchgeführt wird.
- Die Vorteile des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber bekannten Verfahren nach Stand der Technik können wie folgt benannt werden:
- a) Die Detektion des TX-Diversity-Modes benötigt keine zusätzliche Verarbeitungszeit, da sie integraler Bestandteil der dreistufigen Synchronisationsprozedur ist.
- b) Das erfindungsgemäße Verfahren ist sehr robust gegen Frequenzfehler, und somit ist keine vorherige Frequenzfeinsynchronisation mittels AFC und/oder Kanalschätzung erforderlich.
- c) Es ist nur ein sehr geringer zusätzlicher Aufwand erforderlich, da z.B. Stufe 1 der Detektionsvorrichtung des TX-Diversity-Modes auf bereits vorhandenen Hardwareblöcken abgebildet werden kann (z.B. Single-Code Finger des Rake Receivers) und für die Verwürfelungscodidentifikation in jedem Fall benötigt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur TX-Diversity-Mode-Detektion in einem Mobilfunkempfänger unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion und blinder Detektion einer zweiten Sendeantenne mittels Pilot-Sequenzen, wobei die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendete Entscheidungsfunktion auf der Verarbeitung eines Eingangssignaldaten-Tupels $\{r(k); r(k+1)\}$ basiert, wobei $r(n)$ ein empfangenes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ist, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendete Entscheidungsfunktion auf der kohärenten Verarbeitung zweier aufeinanderfolgender Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ und einem Erfassen eines Phasen-Offsets zwischen beiden Tupeln basiert.
2. Verfahren zur TX-Diversity-Mode-Detektion und zur Verwürfelungscodeidentifikation in einem Mobilfunkempfänger unter Verwendung blinder Detektion einer zweiten Sendeantenne mittels Pilot-Sequenzen, dadurch gekennzeichnet, daß die Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes parallel zur Detektion des TX-Diversity-Modes durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektion des TX-Diversity-Modes parallel zur Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
 - die TX-Diversity-Mode-Detektion unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion durchgeführt wird und
 - die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendete Entscheidungsfunktion auf der kohärenten Verarbeitung zweier aufeinanderfolgender Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ basiert,

wobei $r(n)$ ein empfangenes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ist, und einem Erfassen eines Phasen-Offsets zwischen beiden Tupeln basiert.

- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Detektion des TX-Diversity-Modes in zwei seriellen Stufen ausgeführt wird, wobei
- die erste Stufe die Empfangsdaten digital verarbeitet und nachfolgenden Verarbeitungsstufen Ergebniswerte bzgl. Antenne 1 bzw. Antenne 2 zur Verfügung stellt und
 - die zweite Stufe
 - eine charakteristische Größe des Phasenwinkels zwischen den Antennenanteilen der Ergebniswerte für jedes Tupel auswertet
 - oder
 - den Phasenwinkel zwischen den Tupelpaaren abschätzt und korrigiert und eine geeignete Entscheidungsfunktion erzeugt.
- 10
- 15
- 20
6. Verfahren nach Anspruch 5 in Rückbeziehung auf Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ergebnisse der ersten Stufe gleichzeitig sowohl in die zweite Stufe, als auch in eine Verarbeitungseinrichtung (4) zur Identifikation des Verwürfelungscodes eingespeist werden.
- 25
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte charakteristische Größe das Vorzeichen ist.
- 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Entscheidungsfunktion (y) folgende Form hat:

35
$$y^{(1)} = r_1^{(1)} + \hat{r}_2^{(1)} \text{ und } y^{(2)} = r_1^{(2)} + \hat{r}_2^{(2)}$$

wobei

$$\hat{r}_2^{(1)} = r_2^{(1)} e^{-j2\Delta\phi} \text{ und } \hat{r}_2^{(2)} = r_2^{(2)} e^{-j2\Delta\phi}$$

und wobei die oberen Indizes die Antennen bezeichnen und die unteren Indizes das jeweilige Tupel angeben und $2\Delta\phi$ der geschätzte Phasenwinkel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Datentupeln ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Verfahrensstufe auf einem Finger eines Rake Receivers durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Pilot-Sequenzen STTD-Sequenzen eines CPICH gemäß dem UMTS-3GPP-Standard verwendet werden.
11. Vorrichtung (1) zur TX-Diversity-Mode-Detektion in einem Mobilfunkempfänger, wobei die Vorrichtung (1) so ausgelegt ist, daß sie
 - die TX-Diversity-Mode-Detektion unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion und blinder Detektion einer zweiten Sendeantenne mittels Pilot-Sequenzen durchführt, und
 - die Entscheidungsfunktion auf der Basis der Verarbeitung eines Eingangssignaldaten-Tupels $\{r(k); r(k+1)\}$ erstellt, wobei $r(n)$ ein empfangenes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (1) so ausgelegt ist, daß sie zwei aufeinanderfolgende Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ kohärent verarbeitet, einen Phasen-Offset zwischen diesen beiden Tupeln erfaßt und auf dieser Basis die zur Detektion des TX-Diversity-Modus verwendete Entscheidungsfunktion erstellt.
12. Vorrichtung (1) zur TX-Diversity-Mode-Detektion und zur Verwürfelungscodeidentifikation in einem Mobilfunkemp-

- fänger unter Verwendung blinder Detektion einer zweiten Sendeantenne mittels Pilot-Sequenzen, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Vorrichtung (1) so ausgelegt ist, daß sie die Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes parallel zur Detektion des TX-Diversity-Modes durchführt.
- 5
13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Vorrichtung (1) so ausgelegt ist, daß sie die Detektion des TX-Diversity-Modes parallel zur Identifikation des verwendeten Verwürfelungscodes durchführt.
- 10
14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß
- 15
- die Vorrichtung (1) so ausgelegt ist, daß sie die TX-Diversity-Mode-Detektion unter Verwendung einer Entscheidungsfunktion durchführt und
 - daß die Vorrichtung (1) ferner so ausgelegt ist, daß sie zwei aufeinanderfolgende Eingangssignaldaten-Tupel $\{r(k); r(k+1)\}$ und $\{r(k+2); r(k+3)\}$ kohärent verarbeitet, eine Erfassung eines Phasen-Offsets zwischen beiden Tupeln durchführt und auf dieser Basis die zur Detektion des TX-Diversity-Modes verwendete Entscheidungsfunktion erstellt, wobei $r(n)$ ein empfangenes komplexes Datensample zum Abtastzeitpunkt n ist.
- 20
- 25
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 11, 13 oder 14, gekennzeichnet durch zwei serielle Stufen (2, 3), in denen die Detektion des TX-Diversity-Modes in zwei seriellen Schritten ausgeführt wird, wobei
- 30
- die erste Stufe (2) so ausgelegt ist, daß sie die Empfangsdaten digital verarbeitet und nachfolgenden Verarbeitungsstufen (4, 5) Ergebniswerte bzgl. Antenne 1 bzw. Antenne 2 zur Verfügung stellt und
 - die zweite Stufe (3) so ausgelegt ist, daß sie
- 35

- eine charakteristische Größe des Phasenwinkels zwischen den Antennenanteilen der Ergebniswerte für jedes Tupel ausgewertet oder
 - 5 - den Phasenwinkel zwischen den Tupelpaaren abschätzt und korrigiert und eine geeignete Entscheidungsfunktion erzeugt.
16. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15 in Rückbeziehung auf
 10 Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ergebnisse der ersten TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe (2) gleichzeitig sowohl in eine zweite TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe (5), als auch in eine Verarbeitungseinrichtung (4) zur Identifikation des Verwü-
- 15 felungscodes eingespeist werden, wobei sowohl die zweite TX-Diversity-Mode-Detektionsstufe (5), als auch die Verarbeitungseinrichtung (4) zur Identifikation des Verwü-
- 20 felungscodes Teil der genannten zweiten seriellen Stufe (3) sind.
17. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte charakteristische Größe das Vorzeichen ist.
- 25 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Entscheidungsfunktion (y) folgende Form hat:

$$y^{(1)} = r_1^{(1)} + \hat{r}_2^{(1)} \text{ und } y^{(2)} = r_1^{(2)} + \hat{r}_2^{(2)}$$

30 wobei

$$\hat{r}_2^{(1)} = r_2^{(1)} e^{-j2\Delta\phi} \text{ und } \hat{r}_2^{(2)} = r_2^{(2)} e^{-j2\Delta\phi}$$

35 und wobei die oberen Indizes die Antennen bezeichnen und die unteren Indizes das Datensample des jeweiligen Tupels angeben und $2\Delta\phi$ der geschätzte Phasenwinkel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Datentupeln ist.

19. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß als erste Stufe (2) ein Finger
5 eines Rake Receivers fungiert.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Pilot-Sequenzen STTD-Sequenzen eines CPICH gemäß dem UMTS-3GPP-Standard verwendet.
10
21. Mobilfunkempfänger, dadurch gekennzeichnet, daß er so ausgelegt ist, daß er zur TX-Diversity-Mode-Detektion und/oder zur Verwürfelungscodeidentifikation ein Verfahren
15 nach einem der Ansprüche 1 bis 10 verwendet.
22. Mobilfunkempfänger, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 20 aufweist.
- 20 23. Mobilfunkempfänger nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß er ein CDMA-Mobilfunkempfänger ist.

FIG 1

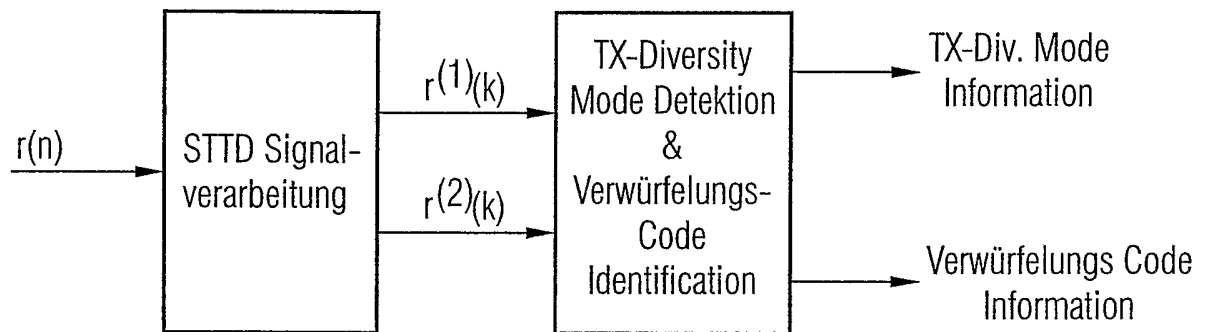


FIG 1

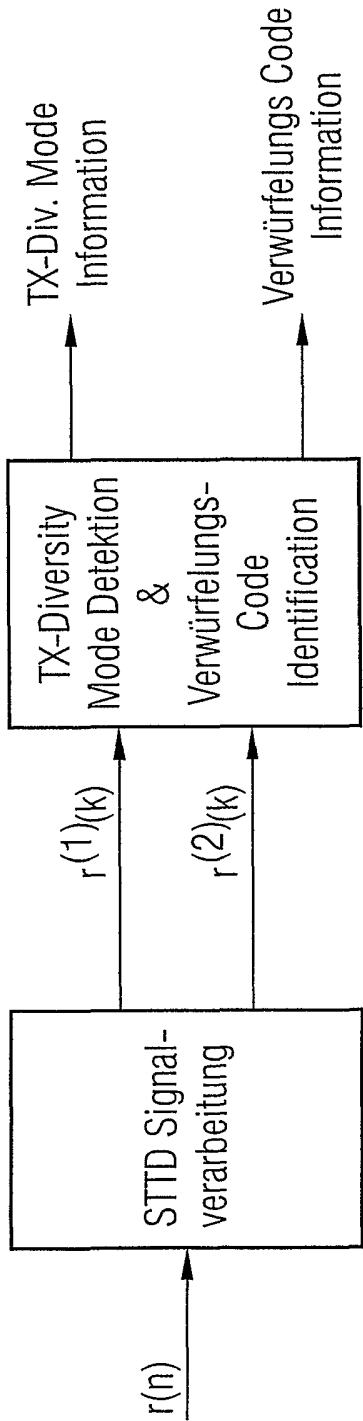


FIG 3

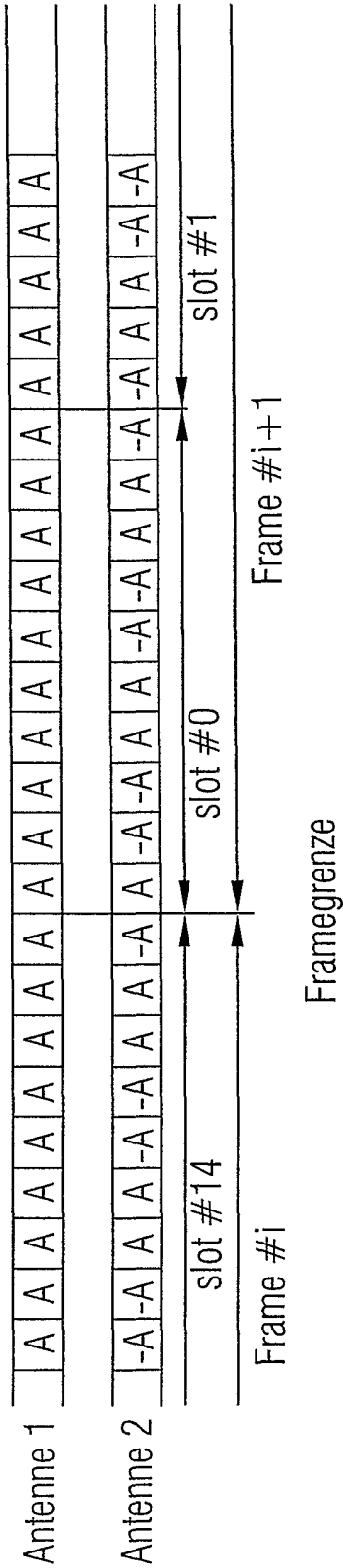


FIG 2

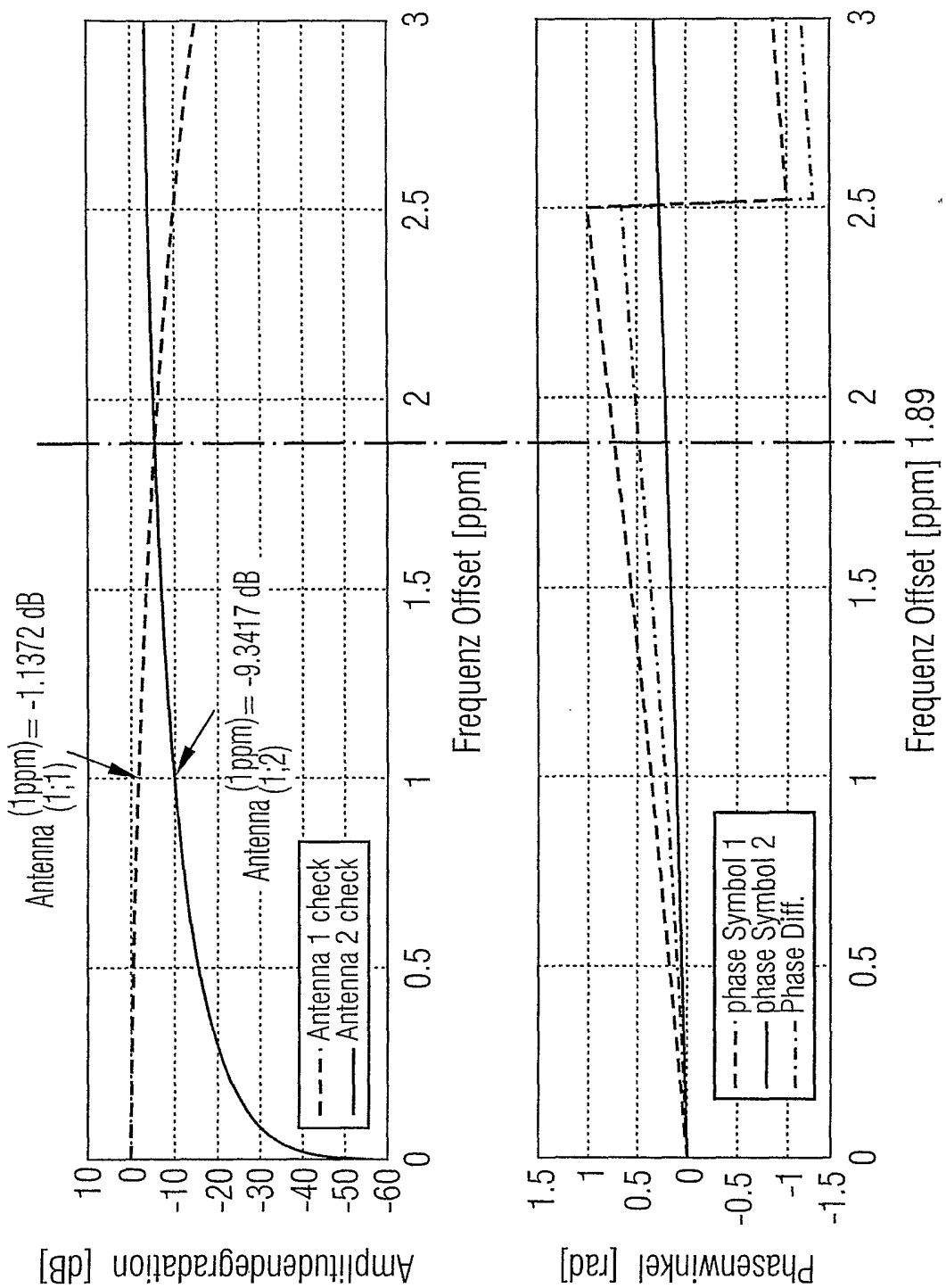


FIG 4

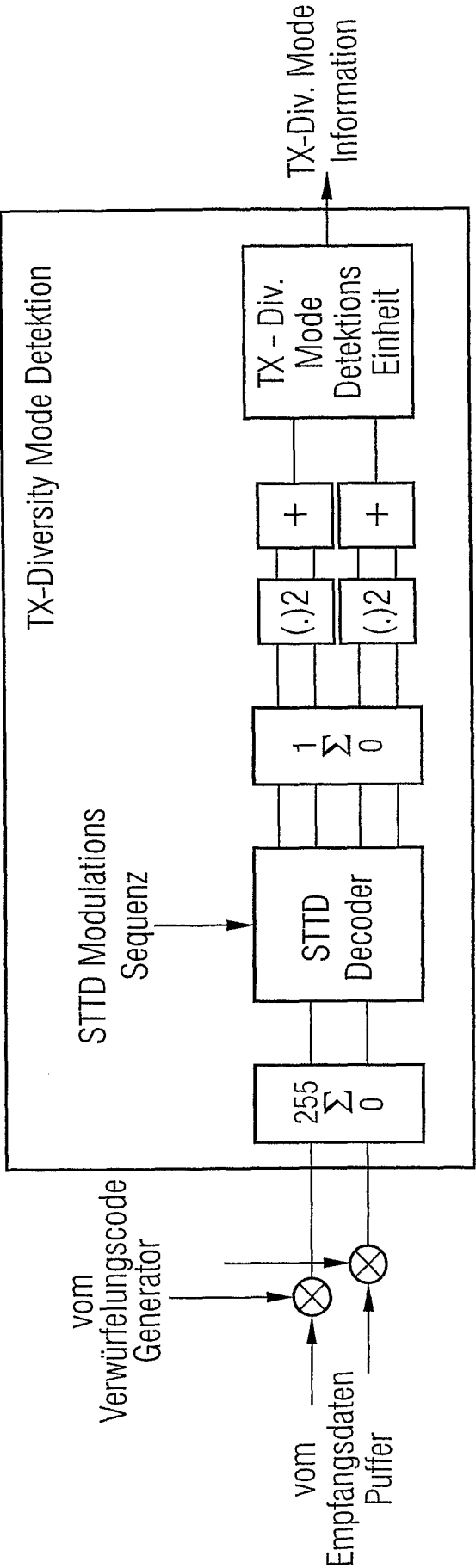
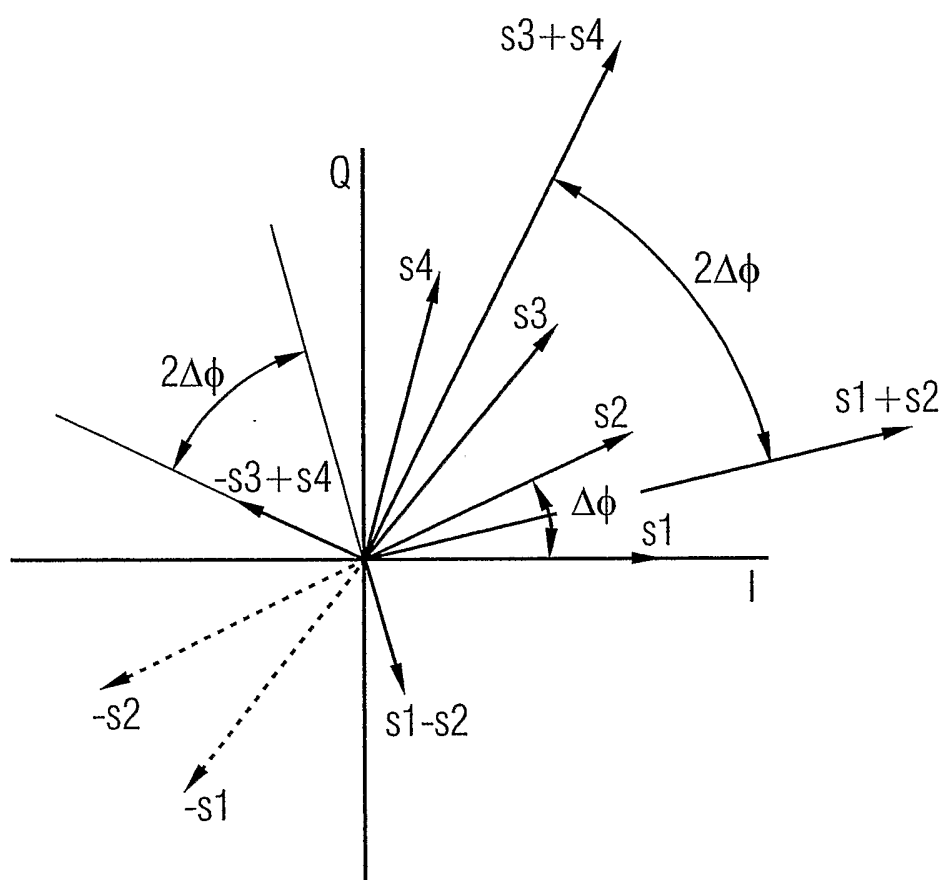


FIG 5



5/8

FIG 6

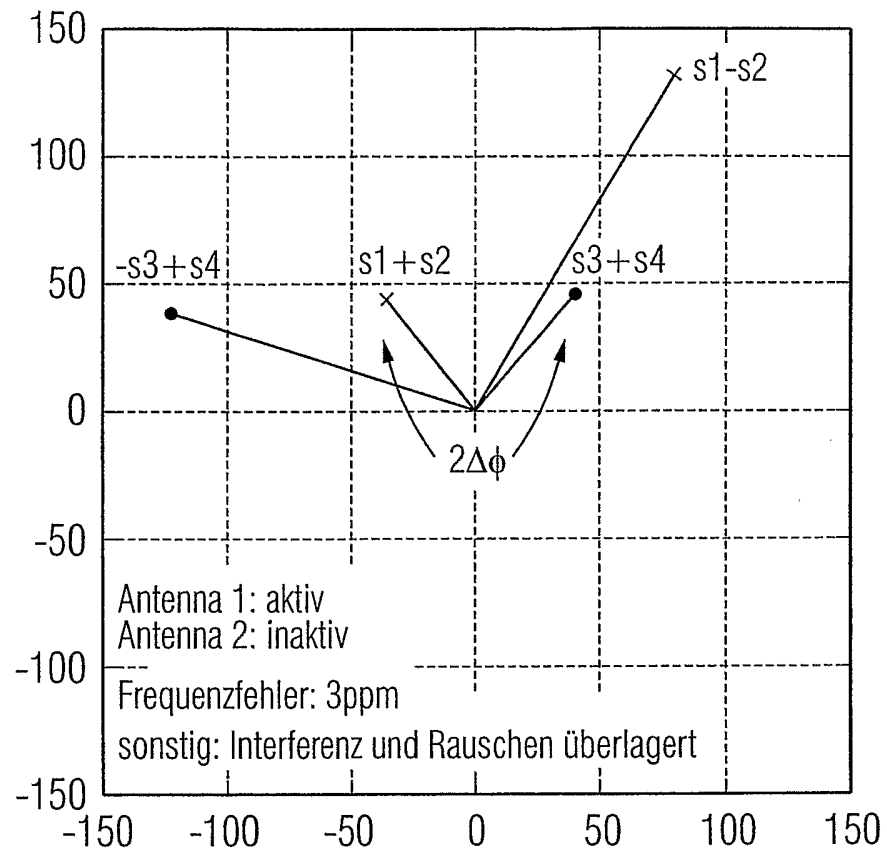


FIG 7

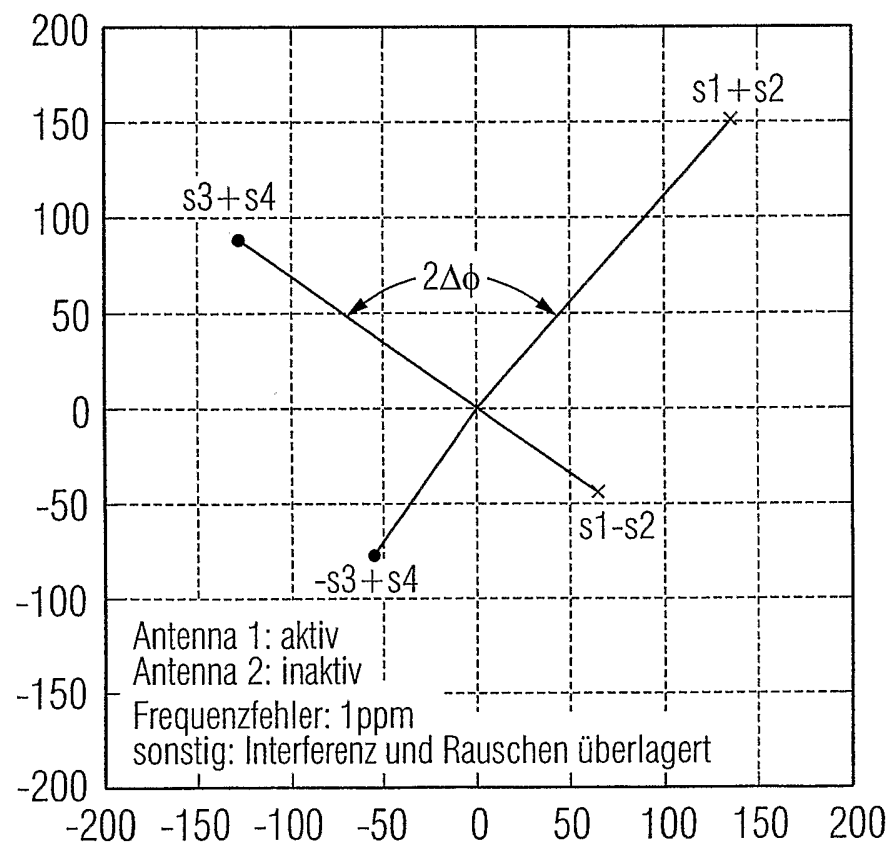


FIG 8

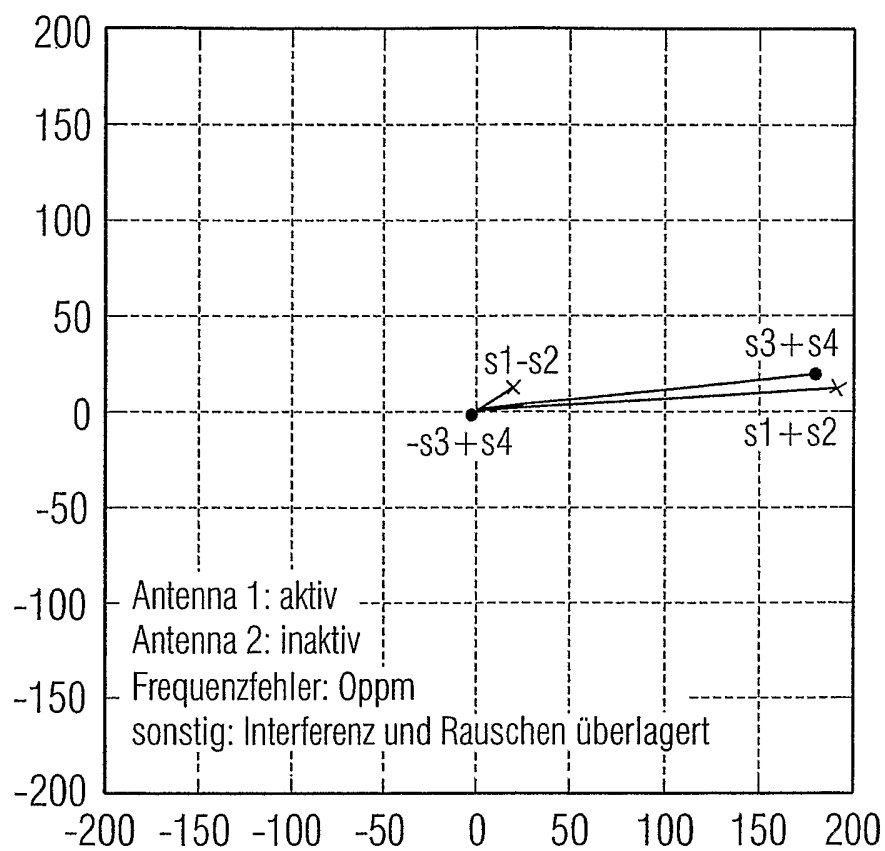


FIG 9

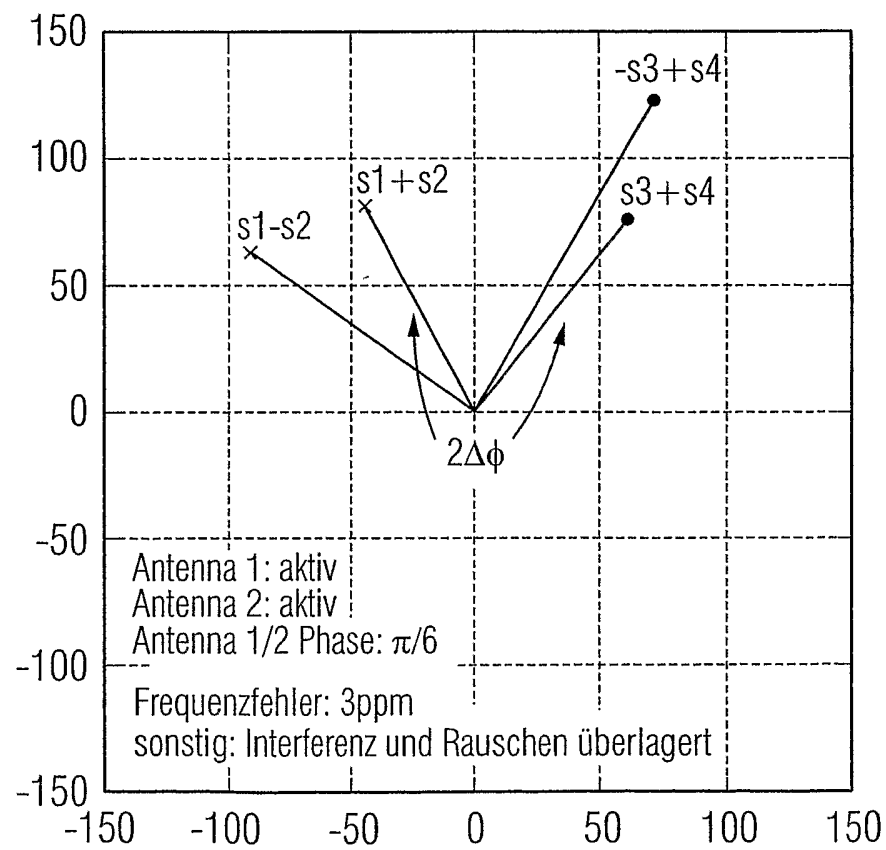


FIG 10

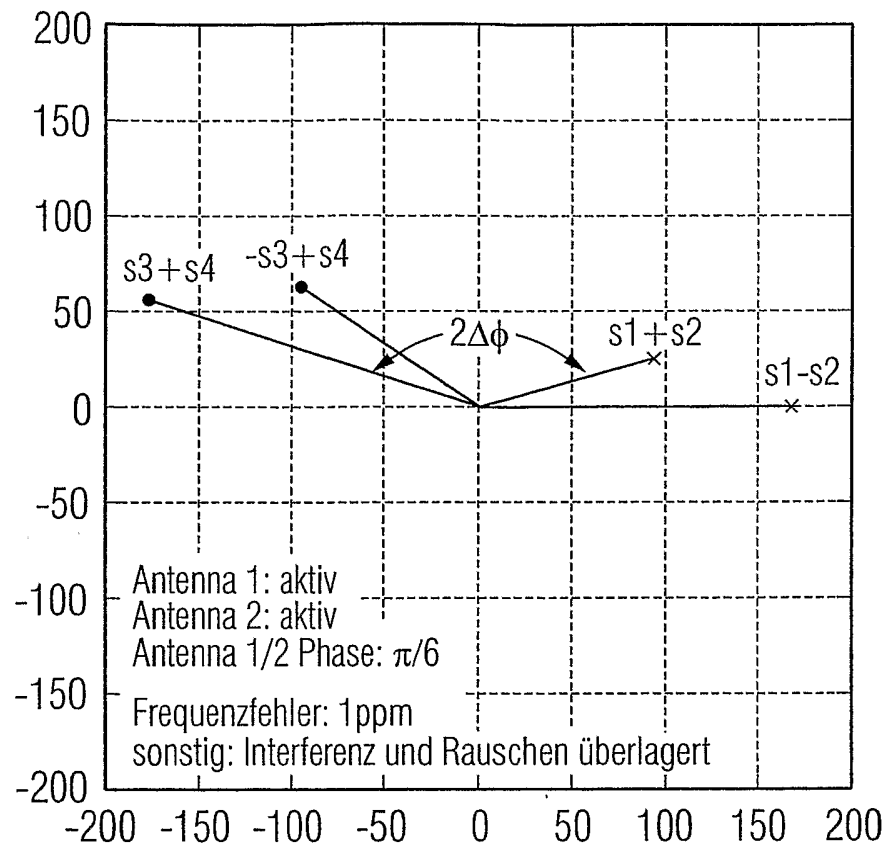


FIG 11

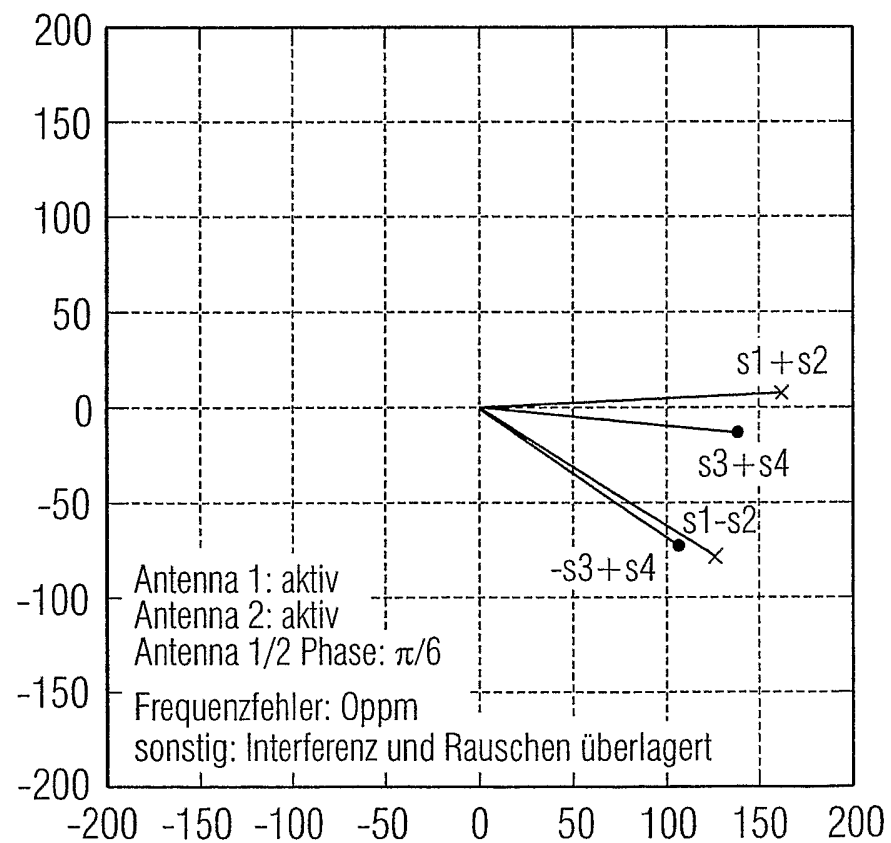


FIG 12

