



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 22 054 T2** 2005.10.27

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 163 819 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **H04Q 7/38**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 22 054.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/20257**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 945 478.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/57661**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **28.09.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.12.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **17.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.10.2005**

(30) Unionspriorität:  
**274081 22.03.1999 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(73) Patentinhaber:  
**InterDigital Technology Corp., Wilmington, Del.,  
US**

(72) Erfinder:  
**MESECHER, K., David, Huntington Station, US**

(74) Vertreter:  
**FROHWITTER Patent- und Rechtsanwälte, 81679  
München**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND SYSTEM ZUR BESTIMMUNG DES AUFENTHALTSORTES EINES FUNKTEIL-  
NEHMERS IN EINEM CDMA-KOMMUNIKATIONSSYSTEM**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Spreizspektrums-CDMA-Kommunikationssysteme (CDMA = Code Division Multiple Access). Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein System und ein Verfahren, das den geografischen Standort einer Teilnehmereinheit in einem CDMA-Kommunikationssystem bestimmt.

## Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Drahtlose Systeme, die zum Lokalisieren eines Teilnehmers fähig sind, sind auf diesem Gebiet bekannt. Ein drahtloses Verfahren verwendet das Global Positioning System (GPS). Beim GPS empfängt der Kommunikations-Handapparat von den 24 NAVSTAR-Satelliten kontinuierlich ausgesendete Daten. Jeder Satellit sendet Daten, welche die Identität des Satelliten, den Standort des Satelliten und die Sendezeit der Nachricht angeben. Der Handapparat vergleicht die Zeit, zu der jedes Signal empfangen wurde, mit der Zeit, zu der es gesendet wurde, um die Entfernung zu jedem Satelliten zu bestimmen. Unter der Verwendung der bestimmten Entfernungen zwischen den Satelliten und dem Handapparat zusammen mit dem Standort eines jeden Satelliten kann der Handapparat seinen Standort triangulieren und die Information an eine Kommunikations-Basisstation liefern. Das Integrieren von einem GPS in einer Teilnehmereinheit erhöht jedoch seine Kosten.

**[0003]** Ein weiteres Teilnehmer-Lokalisierungsverfahren ist im US-Patent Nr. 5,732,354 offenbart. Ein TDMA (Time Division Multiple Access) als die Luftschnittstelle einsetzendes Mobiltelefon ist inmitten von mehreren Basisstationen angeordnet. Das Mobiltelefon misst die von jeder der Basisstationen empfangene Signalstärke und sendet jede Stärke an jede entsprechende Basisstation. Bei einer mobilen Schaltzentrale werden die von den Basisstationen empfangenen Signalstärken verglichen und verarbeitet. Das Ergebnis ergibt die Entfernung zwischen dem Mobiltelefon und der jeweiligen Basisstation. Aus diesen Entfernungen wird der Standort des Mobiltelefons berechnet.

**[0004]** Drahtlose Kommunikationssysteme, die Spreizspektrums-Modulationsverfahren einsetzen, werden immer beliebter. Bei Codemultiplex-Vielfachzugriffs(CDMA)-Systemen werden Daten unter der Verwendung einer weiten Bandbreite (eines Spreizspektrums) durch Modulieren der Daten mit einer Pseudozufalls-Chip-codesequenz übertragen. Der hierdurch erzielte Vorteil besteht darin, dass CDMA-Systeme gegenüber einer Signalverzerrung und gegenüber interferierenden Frequenzen im Übertragungspfad widerstandsfähiger als Kommunikationssysteme sind, die die üblicheren Verfahren der Time Division Multiple Access (TDMA) oder Frequency Division Multiple Access (FDMA) einsetzen.

**[0005]** Die EP 0 865 223 A2 ist ein Positionsschätzverfahren für ein zellulares mobiles System. Eine erste und eine zweite Signalsequenz werden zwischen der mobilen Station und der Basisstation ausgetauscht. Diese Signale können CDMA-Signale sein. Eine Phasendifferenz zwischen der ersten und der zweiten Sequenz wird zum Bestimmen einer Entfernung zwischen der mobilen und der Basisstation verwendet. Bei der Verwendung mehrerer Basisstationen wird die Position unter der Verwendung einer Triangulierung geschätzt.

**[0006]** Das US-Patent Nr. 5,600,706 ist ein Positionierungssystem, das eine Entfernungsbestimmung in einem CDMA-System einsetzt. Das System verwendet Pilotsignale und eine Ankunftszeitdifferenz (Time Difference of Arrival/TDOA) und eine absolute Ankunftszeit (Time of Arrival/TOA) bei der Positionsbestimmung.

**[0007]** Die WO 98/18018 offenbart das Lokalisieren eines mobilen Endgeräts unter der Verwendung von zwei Antennen in einem Antennenfeld in einem TDMA-Kommunikationssystem. Eine Phasendifferenz der bei den zwei Antennen empfangenen Signalen wird zum Bestimmen eines Winkels von der Mittellinie der Antennen zum mobilen Endgerät verwendet. Die empfangene Signalstärke wird zum Schätzen der Entfernung des Endgeräts verwendet. Der Standort des Endgeräts wird unter der Verwendung des bestimmten Winkels und der Entfernung bestimmt.

**[0008]** Die WO 97/47148 offenbart das Bestimmen einer Position eines mobilen Endgeräts innerhalb eines zellularen Systems. Ein Signal wird mit einem niedrigen Leistungspegel gesendet. Der Leistungspegel wird vorübergehend erhöht. Das mit dem erhöhten Leistungspegel gesendete Signal wird zur Durchführung einer Positionsmessung des Endgeräts verwendet.

**[0009]** Das US-Patent Nr. 5,736,964 offenbart ein CDMA-System zum Lokalisieren einer Kommunikationsein-

heit. Eine Basisstation sendet eine Lokalisierungsanforderung an die Einheit. Die Einheit sendet eine Empfangszeit der Nachricht an die Basisstation. Eine Gruppe von Basisstationen bestimmt ebenfalls eine Empfangszeit einer Symbolsequenz in den Übertragungen der Einheit. Unter der Verwendung von Zeitmessungen wird der Standort der Einheit bestimmt.

**[0010]** Das US-Patent Nr. 5,506,864 offenbart ein System zum Bestimmen einer Entfernung zwischen einer Basisstation und einer entfernten Einheit in einem CDMA-System. Die Basisstation sendet ein Basis-CDMA-Signal an die entfernte Einheit. Die entfernte Einheit sendet ein entferntes CDMA-Signal an die Basisstation. Das entfernte CDMA-Signal ist in seiner Zeitabstimmung mit dem empfangenen Basis-CDMA-Signal synchronisiert. Die Basisstation bestimmt die Entfernung zur entfernten Einheit durch Vergleichen der Chipcode-sequenzen des gesendeten Basis-CDMA-Signals und des empfangenen entfernten CDMA-Signals.

**[0011]** Es bestimmt daher ein Bedarf nach einem präzisen Lokalisierungssystem einer mobilen Teilnehmer-einheit, das in bestehenden CDMA-Kommunikationssystemen schon vorhandene Daten verwendet.

#### Zusammenfassung der Erfindung

**[0012]** Eine Teilnehmereinheit wird unter der Verwendung mehrerer Basisstationen in einem drahtlosen CDMA-Kommunikationssystem geografisch lokalisiert. Jede Basisstation sendet ein erstes Spreizspektrumssignal mit einem ersten Code. Für jedes empfangene erste Signal sendet die Teilnehmereinheit ein zweites Spreizspektrumssignal mit einem zweiten Code. Das zweite Spreizspektrumssignal ist mit seinem empfangenen ersten Signal zeitsynchronisiert. Eine Impulsantwort eines jeden empfangenen ersten Signals wird analysiert, um eine erste empfangene Komponente zu bestimmen. Bei jeder Basisstation wird eine Impulsantwort des empfangenen zweiten Signals dieser Basisstation analysiert, um eine erste empfangene Komponente zu bestimmen. Eine Entfernung zwischen jeder Basisstation und der Teilnehmereinheit wird bestimmt. Die Entfernungsbestimmung beruht teilweise auf einer Zeitdifferenz zwischen dem empfangenen Signal und dem gesendeten Signal und der bestimmten ersten empfangenen Komponente für die zweiten Signale. Der Standort der Teilnehmereinheit basiert teilweise auf den bestimmten Entfernungen, einem festen Standort einer jeden Basisstation und einer Maximum-Likelihood-Schätzung.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0013]** [Fig. 1](#) ist eine Darstellung eines vereinfachten bekannten CDMA-Systems.

**[0014]** [Fig. 2](#) ist eine Darstellung eines bekannten CDMA-Systems.

**[0015]** [Fig. 3](#) ist ein Blockdiagramm von Hauptkomponenten in einem bekannten CDMA-System.

**[0016]** [Fig. 4](#) ist ein Blockdiagramm von Komponenten in einem bekannten CDMA-System.

**[0017]** [Fig. 5](#) ist eine Darstellung eines globalen Pilotsignals und eines zugewiesenen Pilotsignals, die zwischen einer Basisstation und einer Teilnehmereinheit hin- und hergesendet werden.

**[0018]** [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines Systems, das mindestens drei Basisstationen verwendet.

**[0019]** [Fig. 7](#) ist eine Darstellung des Lokalisierens einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung des Systems von [Fig. 6](#).

**[0020]** [Fig. 8](#) ist ein Blockdiagramm, das in einer Teilnehmereinheit eingesetzte Komponenten zeigt.

**[0021]** [Fig. 9](#) ist eine Darstellung des Lokalisierens einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung eines Systems mit zwei Basisstationen.

**[0022]** [Fig. 10](#) ist eine Darstellung des Lokalisierens einer Teilnehmereinheit unter der Verwendung eines Systems mit mehr als zwei Basisstationen.

**[0023]** [Fig. 11](#) ist eine detaillierte Darstellung eines Systems, das eine Basisstation mit mehreren Antennen hat.

**[0024]** [Fig. 12](#) ist eine Darstellung eines Systems, das eine Basisstation mit mehreren Antennen hat.

[0025] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm von Komponenten, die im System von [Fig. 11](#) eingesetzt werden.

[0026] [Fig. 14](#) ist eine Darstellung einer Mehrwegeausbreitung.

[0027] [Fig. 15](#) ist eine grafische Darstellung einer typischen Impulsantwort von Mehrwegekomponenten.

[0028] [Fig. 16](#) ist ein Blockdiagramm von Komponenten in einem System, das eine Mehrwegeausbreitung korrigiert.

[0029] Es folgt eine Beschreibung der Erfindung anhand der Zeichnungen, in denen die gleichen Bezugszeichen durchwegs die gleichen Elemente repräsentieren. Die [Fig. 6](#) – [Fig. 12](#) stellen Systeme dar, die zum Implementieren einer Ausführungsform der Erfindung verwendet werden können, die im Zusammenhang mit den [Fig. 14](#) – [Fig. 16](#) dargestellt ist.

[0030] In [Fig. 1](#) ist ein vereinfachtes CDMA-Kommunikationssystem gezeigt. Ein Datensignal mit einer vorgegebenen Bandbreite wird mit einem Spreizcode gemischt, der von einem Pseudozufalls-Chipcodesequenz-generator erzeugt wird, wodurch ein digitales Spreizspektrumssignal erzeugt wird. Nach dem Empfang werden die Daten nach einer Korrelation mit der selben Pseudozufalls-Chipcodesequenz wieder hergestellt, die zum Senden der Daten verwendet wurde. Jedes zweite Signal in der Übertragungsbandbreite erscheint gegenüber dem entspreizt werdenden Signal als Rauschen.

[0031] Zur Zeitsynchronisation mit einem Empfänger wird für jeden Sender ein unmoduliertes Pilotsignal benötigt. Das Pilotsignal ermöglicht es den entsprechenden Empfängern, sich mit einem bestimmten Sender zu synchronisieren, wodurch eine Entspreizung eines Verkehrssignals beim Empfänger ermöglicht wird.

[0032] Bei einem typischen CDMA-System senden Basisstationen globale Pilotsignale an alle Teilnehmereinheiten in ihrem Kommunikationsbereich zum Synchronisieren von Übertragungen in einer Vorwärtsrichtung. Zusätzlich sendet in manchen CDMA-Systemen, zum Beispiel einem B-CDMA™-System, jede Teilnehmereinheit ein einzigartiges zugewiesenes Pilotsignal zum Synchronisieren von Übertragungen in einer Rückwärtsrichtung.

[0033] [Fig. 2](#) zeigt ein CDMA-Kommunikationssystem 30. Das Kommunikationssystem 30 umfasst mehrere Basisstationen 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>, ... 36<sub>n</sub>. Jede Basisstation 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>, ... 36<sub>n</sub> ist in einer drahtlosen Kommunikation mit mehreren Teilnehmereinheiten 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ... 40<sub>n</sub>, die stationär oder mobil sein können. Jede Teilnehmereinheit 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub>, ... 40<sub>n</sub> kommuniziert entweder mit der nächstliegenden Basisstation 36<sub>1</sub> oder der Basisstation 36<sub>1</sub>, die das stärkste Kommunikationssignal liefert. Jede Basisstation 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub> ist, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, in Kommunikation mit anderen Komponenten im Kommunikationssystem 30.

[0034] Eine Ortsvermittlungsstelle 32 liegt in der Mitte des Kommunikationssystems 30 und kommuniziert mit mehreren Netzwerk-Schnittstelleneinheiten (Network Interface Units/NIUs) 34<sub>1</sub>, 34<sub>2</sub> ... 34<sub>n</sub>. Jede NIU ist in Kommunikation mit mehreren Funkträgerstationen (Radio Carrier Stations/RCS) 38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub> ... 38<sub>n</sub> oder Basisstationen 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub>. Jede RCS 38<sub>1</sub>, 38<sub>2</sub>...38<sub>n</sub> oder Basisstation 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>...36<sub>n</sub> kommuniziert mit mehreren Teilnehmereinheiten 40<sub>1</sub>, 40<sub>2</sub> ... 40<sub>n</sub> innerhalb ihres Kommunikationsbereichs.

[0035] [Fig. 4](#) zeigt ein Blockdiagramm wichtiger Teile eines bestehenden Spreizspektrums-CDMA-Kommunikationssystems. Jede unabhängige Basisstation 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub> erzeugt ein einzigartiges globales Pilotsignal unter der Verwendung eines Global-Pilot-Chipcode-Erzeugungsmittels 42<sub>1</sub> und eines Spreizspektrums-Verarbeitungsmittels 44<sub>1</sub>. Das Global-Pilot-Chipcode-Erzeugungsmittel 42<sub>1</sub> erzeugt eine einzigartige Pseudozufalls-Chipcodesequenz. Die einzigartige Pseudozufalls-Chipcodesequenz wird zum Spreizen der resultierenden Signalbandbreite, wie zum Beispiel 15 MHz, verwendet, wie sie bei der B-CDMA™-Luftschnittstelle eingesetzt wird. Das Spreizspektrums-Verarbeitungsmittel moduliert die Global-Pilot-Chipcodesequenz auf eine gewünschte Mittelfrequenz nach oben. Das globale Pilotsignal wird durch den Sender 46<sub>1</sub> der Basisstation an alle Teilnehmereinheiten 40<sub>1</sub> gesendet.

[0036] Ein Empfänger 48<sub>1</sub> bei der Teilnehmereinheit 40<sub>1</sub> empfängt verfügbare Signale von mehreren Basisstationen 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub>. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, gelangt der globale Pilot 50<sub>1</sub> von der Basisstation 36<sub>1</sub> zur Teilnehmereinheit 40<sub>1</sub> und kann wie folgt dargestellt werden:

$$\tau_1 = \frac{d_1}{c}.$$

Gleichung (1)

**[0037]** Die Zeit, über die das Signal von der Basisstation **36<sub>1</sub>** zur Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** gelangt,  $\tau_1$ , ist gleich dem Abstand zwischen der Basisstation **36<sub>1</sub>** und der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**,  $d_1$ , geteilt durch die Lichtgeschwindigkeit,  $c$ .

**[0038]** Wieder mit Bezug auf [Fig. 4](#) kann ein Global-Pilot-Chipcode-Wiederherstellungsmittel **54<sub>1</sub>** in der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** Global-Pilot-Chipcodesequenzen von mehreren Basisstationen **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** empfangen. Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** erzeugt eine Replik einer Global-Pilot-Chipcodesequenz und synchronisiert die Zeitabstimmung der erzeugten Replik mit dem empfangenen globalen Piloten **50<sub>1</sub>**. Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** hat auch einen Prozessor **82<sub>1</sub>** zum Durchführen der vielen Analysefunktionen der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**.

**[0039]** Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** erzeugt ein zugewiesenes Pilotsignal **52<sub>1</sub>** unter der Verwendung des Erzeugungsmittels **56<sub>1</sub>** des zugewiesenen Pilotchipcodes und eines Spreizspektrums-Verarbeitungsmittels **58<sub>1</sub>**. Das Erzeugungsmittel **56<sub>1</sub>** des zugewiesenen Pilotchipcodes erzeugt eine Pseudozufalls-Chipcodesequenz, deren Zeitabstimmung mit der wieder hergestellten globalen Pilotchipcodesequenz synchronisiert ist. Als ein Ergebnis hiervon wird die zugewiesene Pilotchipcodesequenz bezüglich der Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** um  $\tau_1$  verzögert. Das Spreizspektrums-Verarbeitungsmittel **58<sub>1</sub>** erzeugt das zugewiesene Pilotsignal **52<sub>1</sub>** durch Modulieren der zugewiesenen Pilotchipcodesequenz auf eine gewünschte Mittelfrequenz nach oben. Das zugewiesene Pilotsignal **52<sub>1</sub>** wird an alle Basisstationen **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>**, ... **36<sub>n</sub>** innerhalb der Reichweite gesendet, um das zugewiesene Pilotsignal **52<sub>1</sub>** zu empfangen.

**[0040]** Die Basisstation **36<sub>1</sub>** empfängt das zugewiesene Pilotsignal **52<sub>1</sub>** mit dem Empfänger **62<sub>1</sub>** der Basisstation. Der empfangene zugewiesene Pilot **52<sub>1</sub>** legt die gleiche Entfernung  $d_1$  wie das globale Pilotsignal **50<sub>1</sub>** zurück, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Demnach wird das empfangene zugewiesene Pilotsignal bezüglich der mobilen Einheit **40<sub>1</sub>** um  $\tau_1$  und bezüglich dem globalen Pilot **50<sub>1</sub>**, der an der Basisstation **36<sub>1</sub>** erzeugt wird, um  $2\tau_1$  verzögert.

**[0041]** Da die Chipcodesequenz des zugewiesenen Piloten **52<sub>1</sub>**, der an der Basisstation **36<sub>1</sub>** empfangen wird, um  $2\tau_1$  bezüglich der Chipcodesequenz des globalen Pilotsignals **50<sub>1</sub>**, das an der Basisstation **36<sub>1</sub>** erzeugt wird, verzögert ist, kann die Umlaufzeit  $2\tau_1$  durch Vergleichen der Zeitabstimmung der beiden Chipcodesequenzen bestimmt werden. Unter der Verwendung der Umlaufzeit zwei  $\tau_1$  kann die Entfernung  $d_1$  zwischen der Basisstation **36<sub>1</sub>** und der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** wie folgt bestimmt werden:

$$d_1 = c \cdot \frac{2\tau_1}{2}. \quad \text{Gleichung (2)}$$

**[0042]** Wenn eine Spreizsequenz mit einer Chiprate von mindestens 80ns verwendet wird und das Kommunikationssystem die Fähigkeit hat, 1/16 eines Chips nachzuverfolgen, kann die Entfernung  $d_1$  bis auf zwei Meter gemessen werden.

**[0043]** [Fig. 6](#) ist ein Blockdiagramm eines Systems zum Umsetzen der vorliegenden Erfindung. Es wird bei der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** keine zusätzliche Hardware benötigt. Die einzigen Veränderungen werden durch Software im Prozessor **82<sub>1</sub>** der Teilnehmereinheit und den Prozessoren **66<sub>1</sub>**, **66<sub>2</sub>** ... **66<sub>n</sub>**, **68**, **70<sub>1</sub>**, **70<sub>2</sub>** ... **70<sub>n</sub>**, die in der Basisstation **36<sub>1</sub>**, der NIU **34<sub>1</sub>** oder der Ortsvermittlungsstelle **32<sub>1</sub>**, den (Polizei-)Revieren **74<sub>1</sub>**, **74<sub>2</sub>** ... **74<sub>n</sub>** und bei der Rettungswagenleitstelle **76** angeordnet sind.

**[0044]** Der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** wird durch eine Basisstation **36<sub>1</sub>** ein Signal gesendet, dass ein 911-Anruf (Notruf) getätigt wurde und dass das Teilnehmer-Lokalisierungsprotokoll einzuleiten ist. Nach dem Empfang synchronisiert die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** sequenziell ihre Sende-Chipcodesequenz mit den Chipcodesequenzen von mindestens drei Basisstationen. Um einen Empfang durch die Basisstationen **36<sub>2</sub>**, **36<sub>3</sub>** ... **36<sub>n</sub>** außerhalb des normalen Kommunikationsbereichs der Teilnehmereinheit zu ermöglichen, werden diese Übertragungen mit einem höheren als dem normalen Leistungspegel gesendet, wobei ein adaptiver Leistungsregelungsalgorithmus vorübergehend außer Kraft gesetzt wird.

**[0045]** Ein Prozessor **66<sub>1</sub>** in jeder Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** ist mit dem Wiederherstellungsmittel **64<sub>1</sub>** des zugewiesenen Pilotchipcodes und dem Global-Pilot-Chipcodegenerator **42<sub>1</sub>** verbunden. Der Prozessor **66<sub>1</sub>** vergleicht die beiden Chipcodesequenzen, um die Rundlaufzeit  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  ...  $\tau_n$  und die entsprechenden Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$  ...  $d_n$  zwischen der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** und der entsprechenden Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** zu bestimmen.

**[0046]** Innerhalb entweder einer NIU **34<sub>1</sub>** oder der Ortsvermittlungsstelle **32** empfängt ein Prozessor **68** die Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$  ...  $d_n$  von den Prozessoren **66<sub>1</sub>**, **66<sub>2</sub>** ... **66<sub>n</sub>** in allen Basisstationen **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>**. Der Prozessor **68** verwendet die Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$  ...  $d_n$  zum Bestimmen des Standorts der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**.

wie folgt.

**[0047]** Unter der Verwendung der bekannten Länge und Breite von drei Basisstationen **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>**, **36<sub>3</sub>** und der Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  wird der Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** bestimmt. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, werden unter der Verwendung der drei Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  drei Kreise **78<sub>1</sub>**, **78<sub>2</sub>**, **78<sub>3</sub>** mit Radien **80<sub>1</sub>**, **80<sub>2</sub>**, **80<sub>3</sub>** konstruiert. Jeder Kreis **78<sub>1</sub>**, **78<sub>2</sub>**, **78<sub>3</sub>** ist um eine entsprechende Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>**, **36<sub>3</sub>** zentriert. Der Schnittpunkt der drei Kreise **78<sub>1</sub>**, **78<sub>2</sub>**, **78<sub>3</sub>** ist am Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**.

**[0048]** Unter der Verwendung der kartesischen Koordinaten wird die der jeweiligen Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** entsprechende Länge und Breite als  $X_n$ ,  $Y_n$  dargestellt, wobei  $X_n$  die Länge und  $Y_n$  die Breite ist. Wenn  $X$ ,  $Y$  den Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** repräsentiert, ergeben sich unter der Verwendung der Entfernungformel die folgenden Gleichungen:

$$(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 = d_1^2 \quad \text{Gleichung (3)}$$

$$(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 = d_2^2 \quad \text{Gleichung (4)}$$

$$(X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 = d_3^2 \quad \text{Gleichung (5)}$$

**[0049]** In der Praxis können aufgrund kleiner Fehler bei der Berechnung der Entfernungen  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  die Gleichungen 3, 4 und 5 nicht unter Einsatz herkömmlicher Algebra gelöst werden. Zum Ausgleichen der Fehler wird zum Bestimmen des Standorts eine Maximum-Likelihood-Schätzung verwendet, die dem Fachmann auf diesem Gebiet wohl bekannt ist. Zur höheren Genauigkeit können zusätzliche Basisstationen **36<sub>4</sub>**, **36<sub>5</sub>** ... **36<sub>n</sub>** zum Berechnen zusätzlicher Entfernungen zur Einbeziehung in die Schätzungsanalyse verwendet werden.

**[0050]** Der Standort der Teilnehmereinheit wird über das Kommunikationssystem **30** an mindestens ein Polizeirevier **74<sub>1</sub>**, **74<sub>2</sub>** ... **74<sub>n</sub>** und eine Rettungswagenleitstelle **76** gesendet. Ein Prozessor **70<sub>1</sub>** innerhalb jedes Reviers **74<sub>1</sub>**, **74<sub>2</sub>** ... **74<sub>n</sub>** und der Rettungswagenleitstelle **76** empfängt den Standort aller 911-Anrufe, die im System ihren Ursprung haben, und zeigt den Standort auf einem herkömmlichen Computerbildschirm **72<sub>1</sub>** an. Die Anzeige umfasst eine Auflistung aller 911-Anrufe und -Adressen auf einer geografischen Landkarte.

**[0051]** Bei einer alternativen Vorgehensweise wird die Anzahl von Prozessoren verringert, indem über das Kommunikationssystem **30** rohe Daten übertragen werden und die rohen Daten an einem einzigen Ort verarbeitet werden.

**[0052]** [Fig. 8](#) ist eine weitere Ausführungsform eines Lokalisierungssystems. Mindestens zwei Basisstationen **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** haben miteinander synchronisierte Zeitabstimmungen und übertragen ihre entsprechenden globalen Pilotsignale **52<sub>1</sub>**, **52<sub>2</sub>** ... **52<sub>n</sub>** mit zeitsynchronisierten Chipcodesequenzen. Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** empfängt die globalen Piloten **52<sub>1</sub>**, **52<sub>2</sub>** ... **52<sub>n</sub>**. Die empfangenen globalen Piloten **52<sub>1</sub>**, **52<sub>2</sub>** ... **52<sub>n</sub>** sind jedoch nicht synchronisiert. Der globale Pilot **52<sub>1</sub>** von einer ersten Basisstation **36<sub>1</sub>** legt die Strecke  $d_1$  zurück und wird um  $\tau_1$  verzögert. Der globale Pilot **52<sub>2</sub>** von einer zweiten Basisstation **36<sub>2</sub>** legt die Strecke  $d_2$  zurück und wird um  $\tau_2$  verzögert. Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** stellt die Global-Pilot-Chipcodesequenz der jeweiligen Basisstation mit ihrem Global-Pilot-Chipcode-Wiederherstellmittel **54<sub>1</sub>** wieder her. Ein Prozessor **82<sub>1</sub>** in der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** ist mit dem jeweiligen Global-Pilot-Chipcode-Wiederherstellmittel **54<sub>1</sub>**, **54<sub>2</sub>** ... **54<sub>n</sub>** verbunden. Der Prozessor **82<sub>1</sub>** vergleicht die Chipcodesequenzen eines jeden Paares von Pilotchipcodesequenzen und berechnet die Zeitdifferenzen  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  ...  $\Delta t_n$  zwischen den Sequenzen wie folgt.

**[0053]** Innerhalb der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** werden die von der jeweiligen Basisstation **36<sub>1</sub>**, **36<sub>2</sub>** ... **36<sub>n</sub>** verwendeten Chipcodesequenzen gespeichert. Nach dem Synchronisieren mit dem Piloten **36<sub>1</sub>** der ersten Basisstation speichert der Prozessor **82<sub>1</sub>** den Ort, an dem in der Sequenz die Synchronisation erreicht wurde. Dieser Vorgang wird für die anderen Basisstationen **36<sub>2</sub>**, **36<sub>3</sub>** ... **36<sub>n</sub>** wiederholt. Der Synchronisationsvorgang kann sequenziell (mit einer Synchronisation mit der Chipcodesequenz der ersten Basisstation, dann der zweiten usw.) oder parallel (mit einer Synchronisation mit allen Basisstationen zur gleichen Zeit) erfolgen.

**[0054]** Durch die Verwendung der relativen Zeitdifferenz zwischen  $\tau_1$ ,  $\tau_2$  ...  $\tau_n$  der Chipcodesequenz einer jeden Basisstation und durch die Kenntnis, dass der Pilot einer jeden Basisstation zur selben Zeit gesendet wurde, werden bei zwei Basisstationen die Zeitdifferenzen wie folgt berechnet:

$$\Delta t_1 = \tau_2 - \tau_1 \quad \text{Gleichung (6)}$$

$$\Delta t_2 = \tau_3 - \tau_2$$

Gleichung (7)

**[0055]** Die Zeitdifferenzen  $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n$  werden an mindestens eine der Basisstationen **36<sub>1</sub>** gesendet.

**[0056]** Mindestens eine Basisstation **36<sub>1</sub>** stellt die Zeitdifferenzdaten aus den empfangenen Signalen unter der Verwendung des Zeitdifferenz-Wiederherstellmittels **84<sub>1</sub>** wieder her. Die Zeitdifferenzdaten werden mit den Entfernungsdaten  $d_1$  über das Kommunikationssystem an einen Prozessor **68** gesendet. Der Prozessor **68** bestimmt den Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** unter der Verwendung der Zeitdifferenzdaten  $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n$  und der Entfernungsdaten  $d_1, d_2 \dots d_n$  wie folgt.

**[0057]** Unter der Verwendung von Information von lediglich zwei Basisstationen **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>** verwendet, wie in **Fig. 9** gezeigt, der Prozessor die Entfernungen  $d_1, d_2$  zum Erzeugen von zwei Kreisen **78<sub>1</sub>, 78<sub>2</sub>**. Unter der Verwendung der Zeitdifferenz  $\Delta t_1$  kann wie folgt eine Hyperbel **86<sub>1</sub>** konstruiert werden.

**[0058]** Alle Punkte entlang der Hyperbel **86<sub>1</sub>** empfangen die globalen Pilotsignale **52<sub>1</sub>, 52<sub>2</sub>** von den synchronisierten Basisstationen **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>** mit der selben Zeitdifferenz  $\Delta t_1$ . Die Zeitdifferenz  $\Delta t_1$  kann durch Einsetzen von  $\Delta t_1$  für  $t_1$  und  $\Delta d_1$  für  $d_1$  in die Gleichung 1 in eine Entfernungsdifferenz  $\Delta d_1$  umgewandelt werden. Unter der Verwendung der Entfernungsformel und  $X, Y$  als dem Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** ergibt sich die folgende Gleichung:

$$\Delta d_1 = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2} - \sqrt{(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2} \quad \text{Gleichung (8)}$$

**[0059]** Durch Verwendung der Gleichung 8 mit den Gleichungen 3 und 4 in einer Maximum-Likelihood-Schätzung kann der Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** bestimmt werden. Der Standort der Teilnehmereinheit wird nachfolgend an das nächste Polizeirevier **74<sub>1</sub>, 74<sub>2</sub> ... 74<sub>n</sub>** und an eine Rettungswagenleitstelle **76** im Zellbereich gesendet.

**[0060]** Um die Genauigkeit zu verbessern, werden zusätzliche Basisstationen **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub>** verwendet. **Fig. 10** zeigt die Verwendung der Erfindung mit drei Basisstationen **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>3</sub>**. Die Entfernungen  $d_1, d_2, d_3$  werden zum Erzeugen von drei Kreisen **78<sub>1</sub>, 78<sub>2</sub> ... 78<sub>3</sub>** verwendet. Unter der Verwendung der Zeitdifferenzen  $\Delta t_1, \Delta t_2$  werden zwei sich schneidende Hyperbeln **86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>** konstruiert. Mit einer Maximum-Likelihood-Schätzung ergibt die Standortberechnung der Teilnehmereinheit mit zwei Hyperbeln **86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>** und drei Kreisen **78<sub>1</sub>, 78<sub>2</sub>, 78<sub>3</sub>** eine größere Genauigkeit.

**[0061]** Wie in **Fig. 8** gezeigt, muss die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** jede globale Pilotchipcodesequenz verarbeiten, um die Zeitdifferenzen  $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n$  zu bestimmen. Bei einer alternativen Vorgehensweise wird der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** die Verarbeitung abgenommen.

**[0062]** Gemäß **Fig. 6** synchronisiert die mobile Einheit **40<sub>1</sub>** den zugewiesenen Piloten mit einer der Global-Pilot-Chipcodesequenzen der Basisstation, wie zum Beispiel der am nächsten liegenden Basisstation **36<sub>1</sub>**, mit einer Verzögerung von  $\tau_1$ . Der zugewiesene Pilot **50<sub>1</sub>** wird an alle Basisstationen **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub>** gesendet. Der zugewiesene Pilot **50<sub>1</sub>** wird bei jeder Basisstation mit einer entsprechenden Verzögerung  $\tau_1 + \tau_1, \tau_1 + \tau_2, \tau_1 + \tau_3$  empfangen. Jede Basisstation **36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub> ... 36<sub>n</sub>** sendet dann die verzögerte Chipcodesequenz zusammen mit der berechneten Entfernung an einen Prozessor **68**, der in einer NIU **34<sub>1</sub>** oder einer Ortsvermittlungsstelle **32** angeordnet ist. Der Prozessor **68** berechnet dann die Zeitdifferenzen  $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n$  durch Vergleichen der empfangenen zugewiesenen Pilotchipcodesequenzen. Da alle empfangenen zugewiesenen Pilotchipcodesequenzen um  $\tau_1$  verzögert sind, fällt die Verzögerung  $\tau_1$  aus den resultierenden Zeitdifferenzen  $\Delta t_1, \Delta t_2 \dots \Delta t_n$  heraus. Demgemäß kann die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** unter der Verwendung der Hyperbeln **86<sub>1</sub>, 86<sub>2</sub>**, wie zuvor beschrieben, lokalisiert werden.

**[0063]** Die **Fig. 11, Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen eine Basisstation **36<sub>1</sub>** mit mehreren Antennen **88<sub>1</sub>, 88<sub>2</sub> ... 88<sub>n</sub>**. Zwei der Antennen **88<sub>1</sub>, 88<sub>2</sub>** liegen entlang einer Mittellinie **92** um, wie in **Fig. 11** gezeigt, einen bekannten Abstand  $l$  auseinander. Beide Antennen **88<sub>1</sub>, 88<sub>2</sub>** empfangen das zugewiesene Pilotsignal **90<sub>1</sub>, 90<sub>2</sub>** von der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**. Die Antenne **88<sub>2</sub>**, die von der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** weiter entfernt ist, empfängt jedoch das Signal über eine etwas längere Entfernung  $d_1$  und mit einer leichten Verzögerung bezüglich der näheren Antenne **88<sub>1</sub>**. Diese Verzögerung führt, wie in **Fig. 13** gezeigt, zu einer Trägerphasendifferenz  $\Phi$  zwischen den bei der jeweiligen Antenne empfangenen Signalen. Ein Prozessor **66** kann unter der Verwendung der empfangenen Trägerphasendifferenz und der Chipcodesequenz, die vom jeweiligen Wiederherstellungsmittel **96<sub>1</sub>, 96<sub>2</sub> ... 96<sub>n</sub>** des zugewiesenen Pilotchipcodes wieder hergestellt wurde, den Standort der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** wie folgt bestimmen.

[0064] Wie in [Fig. 12](#) gezeigt, ist die Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub> in einer Entfernung  $d_1$  in einem Winkel  $\alpha$  von der Mittellinie **92** der Antennen **88**<sub>1</sub>, **88**<sub>2</sub> gelegen. Wie im Maßstab von [Fig. 12](#) zu sehen, erscheinen die beiden empfangenen zugewiesenen Pilotsignale **90**<sub>1</sub>, **90**<sub>2</sub> als koinzident. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, sind die empfangenen zugewiesenen Pilotsignale **90**<sub>1</sub>, **90**<sub>2</sub> jedoch leicht voneinander getrennt. Das empfangene zugewiesene Pilot-signal **90**<sub>1</sub>, das zur ersten Antenne **88**<sub>1</sub> zurück gelangt, legt eine Entfernung  $d_1$  zurück. Das empfangene zugewiesene Pilot-signal **90**<sub>2</sub>, das zur zweiten Antenne **88**<sub>2</sub> zurückkehrt, legt eine etwas längere Entfernung  $d_1'$  zurück. Wie in [Fig. 11](#) gezeigt, ist die Differenz zwischen den beiden Entfernungen  $d_1$ ,  $d_1'$  eine Entfernung  $m$ .

[0065] Da die Entfernungen  $d_1$ ,  $d_1'$  zwischen den Antennen **88**<sub>1</sub>, **88**<sub>2</sub> und der Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub> viel größer als die Entfernung  $l$  zwischen den Antennen **88**<sub>1</sub>, **88**<sub>2</sub> sind, folgen die empfangenen zugewiesenen Pilotsignale **90**<sub>1</sub>, **90**<sub>2</sub> ungefähr parallelen Pfaden. Durch Konstruieren eines rechtwinkligen Dreiecks unter der Verwendung eines Punkts **94**, der sich in einer Entfernung  $d_1$  von der Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub>, wie in [Fig. 11](#) gezeigt, befindet, kann der Winkel  $\alpha$  durch das folgende geometrische Verhältnis bestimmt werden:

$$\alpha = \cos^{-1} (m/l). \quad \text{Gleichung (9)}$$

[0066] Die Entfernung  $m$  kann durch die Verwendung einer Trägerphasendifferenz  $\Phi$  zwischen den beiden empfangenen Signalen **90**<sub>1</sub>, **90**<sub>2</sub> wie folgt bestimmt werden:

$$m = \frac{\phi \cdot \lambda}{2\pi} \quad \text{Gleichung (10)}$$

[0067] Die Entfernung  $m$  ist gleich der Phasendifferenz zwischen den beiden Signalen  $\Phi$  im Radians, multipliziert mit der Wellenlänge des Signals  $\lambda$ , geteilt durch  $2\pi$ . Die Wellenlänge  $\lambda$  kann von der bekannten Frequenz  $f$  des zugewiesenen Pilotsignals wie folgt abgeleitet werden:

$$\lambda = c/f. \quad \text{Gleichung (11)}$$

[0068] Der Prozessor **68** vergleicht auch die Chipcodesequenzen der Global-Pilot-Erzeugungsmittel **42**<sub>1</sub> mit der wieder hergestellten zugewiesenen Pilot-Chipcodesequenz zum Bestimmen der Entfernung  $d_1$ , wie in [Fig. 6](#) gezeigt. Unter der Verwendung sowohl des Winkels  $\alpha$  als auch der Entfernung  $d_1$  lokalisiert der Prozessor **66**<sub>1</sub> die Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub> unter der Verwendung einfacher Geometrie. Es gibt viele Verfahren, die dem Fachmann auf diesem Gebiet wohl bekannt sind, zum Eliminieren der Mehrdeutigkeit zwischen Standorten über und unter den Antennen **88**<sub>1</sub>, **88**<sub>2</sub>. Ein solches Verfahren ist der Einsatz von Antennen mit der Verwendung einer Sektorisierung. Danach wird der Standort der Teilnehmereinheit an die Reviere **74**<sub>1</sub>, **74**<sub>2</sub> ... **74**<sub>n</sub> und die Rettungswagenleitstelle **76** gesendet. Zusätzliche Antennen können zum Verbessern der Genauigkeit des Systems verwendet werden.

[0069] Eine Alternative würde darin bestehen, mehr als eine Basisstation **36**<sub>1</sub>, **36**<sub>2</sub> ... **36**<sub>n</sub> zu verwenden. Ein Prozessor **68**, der entweder in einer NIU **34**<sub>1</sub> oder einer Ortsvermittlungsstelle **32** untergebracht ist, sammelt Entfernungs- und Winkelinformation von mehr als einer Basisstation **36**<sub>1</sub>, **36**<sub>2</sub> ... **36**<sub>n</sub> sowie die Zeitdifferenzen  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  ...  $\Delta t_n$  zwischen den Basisstationen **36**<sub>1</sub>, **36**<sub>2</sub> ... **36**<sub>n</sub>. Unter der Verwendung des Maximum-Likelihood-Schätzverfahrens bestimmt der Prozessor **68** einen genaueren Standort der Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub>.

[0070] [Fig. 14](#) zeigt eine Mehrwegeausbreitung. Ein Signal, wie zum Beispiel ein globales Pilotsignal, wird von einer Basisstation **36**<sub>1</sub> ausgesendet. Das Signal folgt einer Vielzahl von Pfaden **98**<sub>1</sub>, **98**<sub>2</sub> ... **98**<sub>n</sub> zwischen der Basisstation **36**<sub>1</sub> und der Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub>.

[0071] [Fig. 15](#) ist eine Kurvendarstellung, welche die Impulsantwort **100** der empfangenen Mehrwegekomponenten zeigt. Da jede empfangene Mehrwegekomponente einen anderen Weg zurücklegt, trifft sie bei einem Empfänger mit einer durch die Länge des Weges **98**<sub>1</sub>, **98**<sub>2</sub> ... **98**<sub>n</sub> bestimmten Ausbreitungsverzögerung ein. Die Impulsantwort **100** zeigt die kollektive Signalstärke aller Mehrwegekomponenten, die bei der jeweiligen Ausbreitungsverzögerung empfangen wurden.

[0072] Die vorhergehend beschriebenen Teilnehmereinheits-Lokalisierungsverfahren nahmen an, dass sich die Teilnehmereinheit **40**<sub>1</sub> mit der Luftlinien-Mehrwegekomponente **98**<sub>1</sub> synchronisiert, welche die Entfernung  $d_1$  zurücklegt. Wenn sich die Teilnehmereinheit jedoch mit einer Mehrwegekomponente **98**<sub>1</sub>, **98**<sub>2</sub> ... **98**<sub>n</sub> synchronisiert, die nicht der Luftlinie folgt, entsteht, wie in [Fig. 15](#) gezeigt, bei der Entfernungsberechnung ein Fehler aufgrund der Verzögerung  $MD_1$ .

[0073] [Fig. 16](#) ist ein System, das Mehrwegefehler korrigiert. Der globale Pilot **50**<sub>1</sub> wird von der Basisstation

**36<sub>1</sub>**, an die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>**, gesendet. Die Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** sammelt alle Mehrwegekomponenten unter der Verwendung eines Mehrwegeempfängers **102<sub>1</sub>**, wie er zum Beispiel in der US-Patentanmeldung Nr. 08/669,769 (Lomp et al.) offenbart ist. Ein Prozessor **82<sub>1</sub>** in der Teilnehmereinheit **40<sub>1</sub>** analysiert die Impulsantwort **100** des empfangenen globalen Pilotsignals **50<sub>1</sub>**.

**[0074]** Da die Luftlinien-Mehrwegekomponente **98<sub>1</sub>**, die kürzeste Entfernung  $d_1$  zurücklegt, ist die als erste empfangene Komponente **98<sub>1</sub>**, die Luftlinienkomponente. Wenn die Luftlinienkomponente nicht empfangen wird, ist die erste empfangene Komponente **98<sub>1</sub>**, die am nächsten Liegende und demnach die beste verfügbare Schätzung für die Luftlinienkomponente. Der Prozessor **82<sub>1</sub>** vergleicht die Chipcodesequenz der ersten empfangenen Komponente **98<sub>1</sub>** mit der Chipcodesequenz, die zum Synchronisieren der zugewiesenen Pilotchipcodesequenz verwendet wurde. Der Vergleich ergibt die Verzögerung aufgrund der Mehrwegeausbreitung  $MD_1$ . Die Mehrwegeverzögerung  $MD_1$  wird an die Basisstation **36<sub>1</sub>** gesendet.

**[0075]** Ein Prozessor **66<sub>1</sub>** und ein Mehrwegeempfänger **104<sub>1</sub>** in der Basisstation **36<sub>1</sub>** führen die selbe Analyse am empfangenen zugewiesenen Pilotsignal durch. Als Ergebnis wird die Mehrwegeverzögerung  $MD_2$  des zugewiesenen Pilotsignals bestimmt. Zusätzlich stellt das Mehrwegeverzögerungs-Wiederherstellungsmittel **106<sub>1</sub>** die Mehrwegeverzögerung  $MD_1$  des übertragenen globalen Pilotsignals zur Verwendung durch den Prozessor **66<sub>1</sub>** wieder her. Der Prozessor **66<sub>1</sub>** vergleicht die erzeugte Global-Pilot-Chipcodesequenz mit der wieder hergestellten zugewiesenen Pilot-Chipcodesequenz zum Bestimmen der Umlaufzeit  $2\tau_1$ . Zum Korrigieren der Mehrwegeausbreitung subtrahiert der Prozessor **66<sub>1</sub>** sowohl die Mehrwegeverzögerung  $MD_1$  des globalen Pilotsignals als auch die Mehrwegeverzögerung  $MD_2$  des zugewiesenen Pilotsignals von der berechneten Umlaufzeit  $2\tau_1$ . Die korrigierte Umlaufzeit wird zum Bestimmen des Standorts der Teilnehmereinheit in einem der zuvor beschriebenen Verfahren verwendet.

**[0076]** Auch wenn die vorliegende Erfindung teilweise unter eingehender Bezugnahme auf bestimmte spezifische Ausführungsformen beschrieben wurde, sollen diese Einzelheiten unterrichtenden und keinen einschränkenden Charakter haben. Vom Fachmann wird eingesehen werden, dass im Umfang der Ansprüche viele Variationen des Aufbaus und des Betriebs möglich sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum geografischen Lokalisieren einer Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) unter der Verwendung mehrerer Basisstationen (**36**) in einem drahtlosen CDMA-Kommunikationssystem, wobei jede Basisstation (**36**) für jedes empfangene erste Signal, ein erstes Spreizspektrumssignal mit einem ersten Code sendet, die Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) ein zweites Spreizspektrumssignal mit einem zweiten Code an die Basisstation (**36**) dieses empfangenen ersten Signals zeitsynchronisiert mit diesem empfangenen ersten Signal sendet, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch folgende Schritte:

bei der Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) für jedes empfangene erste Signal, Analysieren einer Impulsantwort von Mehrwegekomponenten dieses empfangenen ersten Signals zum Bestimmen einer ersten empfangenen Komponente;

bei jeder Basisstation (**36**), Analysieren einer Impulsantwort von Mehrwegekomponenten des empfangenen zweiten Signals dieser Basisstation zum Bestimmen einer ersten empfangenen Komponente;

für jede Basisstation (**36**), Bestimmen einer Entfernung zwischen der Basisstation (**36**) und der Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) teilweise auf der Grundlage einer Zeitdifferenz zwischen dem zweiten Code des empfangenen zweiten Signals und dem ersten Code des gesendeten ersten Signals dieser Basisstation und der bestimmten ersten empfangenen Komponente für das empfangene zweite Signal dieser Basisstation; und

Bestimmen des Standorts der Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) teilweise auf der Grundlage der bestimmten Entfernungen, einem festen Standort jeder Basisstation (**36**) und einer Maximum-Likelihood-Schätzung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstationen (**36**) miteinander zeitsynchronisiert sind; die Teilnehmereinheit (**40<sub>1</sub>**) eine Zeitdifferenz des Empfangs zwischen den empfangenen ersten Signalen bestimmt und eine Darstellung der Zeitdifferenz aussendet; und die Maximum-Likelihood-Schätzung die bestimmte Zeitdifferenz zum Bestimmen des Teilnehmereinheitsstandorts verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstationen (**36**) miteinander zeitsynchronisiert sind; eine Zeitdifferenz des Empfangs zwischen dem empfangenen zweiten Signal einer jeden Basisstation bestimmt wird; und die Maximum-Likelihood-Schätzung die bestimmte Zeitdifferenz zum Bestimmen des Teilnehmereinheitsstandorts verwendet.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, weiter dadurch gekennzeichnet, dass bei der Maximum-Likeli-

hood-Schätzung eine Formel für eine der jeweiligen Zeitdifferenz zugeordneten Hyperbel und einer Formel für einen der jeweiligen bestimmten Entfernung zugeordneten Kreis verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, weiter dadurch gekennzeichnet, dass das Senden eines jeden zweiten Signals mit der bestimmten ersten empfangenen Komponente seines empfangenen ersten Signals zeitsynchronisiert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) für jede Basisstation (36) eine Darstellung einer Zeitdifferenz zwischen der ersten empfangenen Komponente und einer Synchronisationszeit des gesendeten zweiten Signals dieser Basisstation (36) sendet.

7. Drahtloses CDMA-Kommunikationssystem zum Lokalisieren einer Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) unter der Verwendung mehrerer Basisstationen (36), wobei jede Basisstation (36) für jedes empfangene erste Signal ein erstes Spreizspektrumssignal mit einem ersten Code sendet, wobei die Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) ein zweites Spreizspektrumssignal mit einem zweiten Code an die Basisstation (36) des empfangenen ersten Signals zeitsynchronisiert mit diesem empfangenen ersten Signal sendet, wobei das System dadurch gekennzeichnet ist, dass:

die Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) eine Einrichtung (82<sub>1</sub>) für jedes empfangene erste Signal zum Analysieren einer Impulsantwort von Mehrwegekomponenten dieses empfangenen ersten Signals zum Bestimmen einer ersten empfangenen Komponente umfasst;

jede Basisstation (36) eine Einrichtung (66) zum Analysieren einer Impulsantwort von Mehrwegekomponenten des empfangenen zweiten Signals dieser Basisstation zum Bestimmen einer ersten empfangenen Komponente, eine Einrichtung zum Bestimmen einer Entfernung zwischen dieser Basisstation (36) und der Teilnehmereinheit (40) teilweise auf der Grundlage einer Zeitdifferenz zwischen dem zweiten Code des empfangenen zweiten Signals und dem ersten Code des gesendeten ersten Signals und der bestimmten ersten empfangenen Komponente für das empfangene zweite Signal dieser Basisstation umfasst; und

eine Einrichtung (66, 68, 70) zum Bestimmen des Standorts der Teilnehmereinheit teilweise auf der Grundlage der bestimmten Entfernungen, einem festen Standort jeder Basisstation (36) und einer Maximum-Likelihood-Schätzung.

8. System nach Anspruch 7, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstationen (36) miteinander zeitsynchronisiert sind; die Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) eine Einrichtung (82<sub>1</sub>) zum Bestimmen einer Zeitdifferenz des Empfangs zwischen den empfangenen ersten Signalen; und eine Einrichtung (60<sub>1</sub>) zum Aussenden einer Darstellung der Zeitdifferenz aufweist; und die Maximum-Likelihood-Schätzung die bestimmte Zeitdifferenz zum Bestimmen des Teilnehmereinheitsstandorts verwendet.

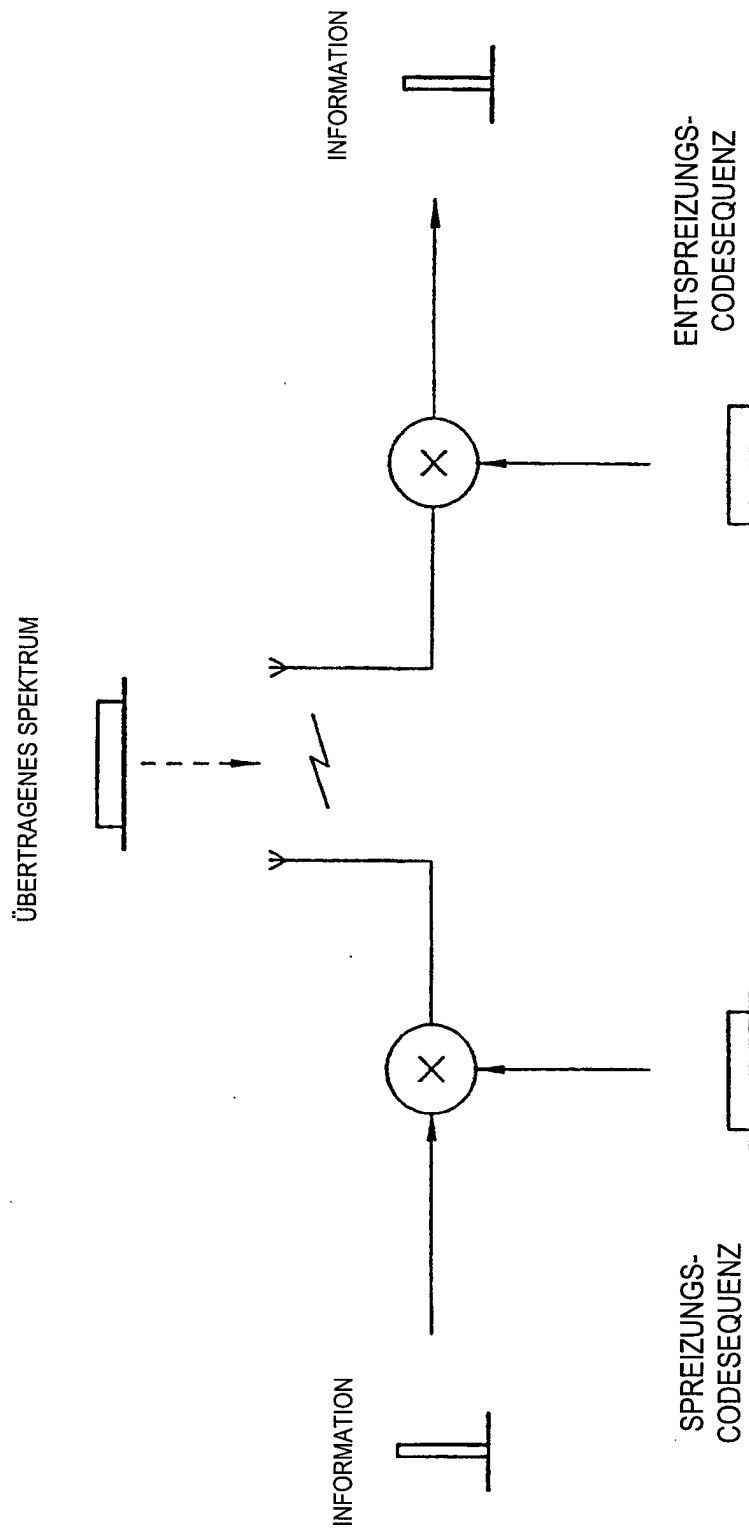
9. System nach Anspruch 7, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Basisstationen (36) miteinander zeitsynchronisiert sind; das System weiter eine Einrichtung (66, 68, 70) zum Bestimmen einer Zeitdifferenz des Empfangs zwischen dem empfangenen zweiten Signal einer jeden Basisstation umfasst; und die Maximum-Likelihood-Schätzung die bestimmte Zeitdifferenz zum Bestimmen des Teilnehmereinheitsstandorts verwendet.

10. System nach Anspruch 8 oder 9, weiter dadurch gekennzeichnet, dass bei der Maximum-Likelihood-Schätzung eine Formel für eine der jeweiligen Zeitdifferenz zugeordneten Hyperbel und einer Formel für einen der jeweiligen bestimmten Entfernung zugeordneten Kreis verwendet wird.

11. System nach Anspruch 7, 8, 9 oder 10, weiter dadurch gekennzeichnet, dass das Senden eines jeden zweiten Signals mit der bestimmten ersten empfangenen Komponente seines empfangenen ersten Signals zeitsynchronisiert ist.

12. System nach Anspruch 7, 8, 9 oder 10, weiter dadurch gekennzeichnet, dass die Teilnehmereinheit (40<sub>1</sub>) eine Einrichtung (60<sub>1</sub>) zum Senden für jede Basisstation (36) einer Darstellung einer Zeitdifferenz zwischen der Komponente der kürzesten Luftlinie und einer Synchronisationszeit des gesendeten zweiten Signals dieser Basisstation (36) umfasst.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen



STAND DER TECHNIK

FIG. 1

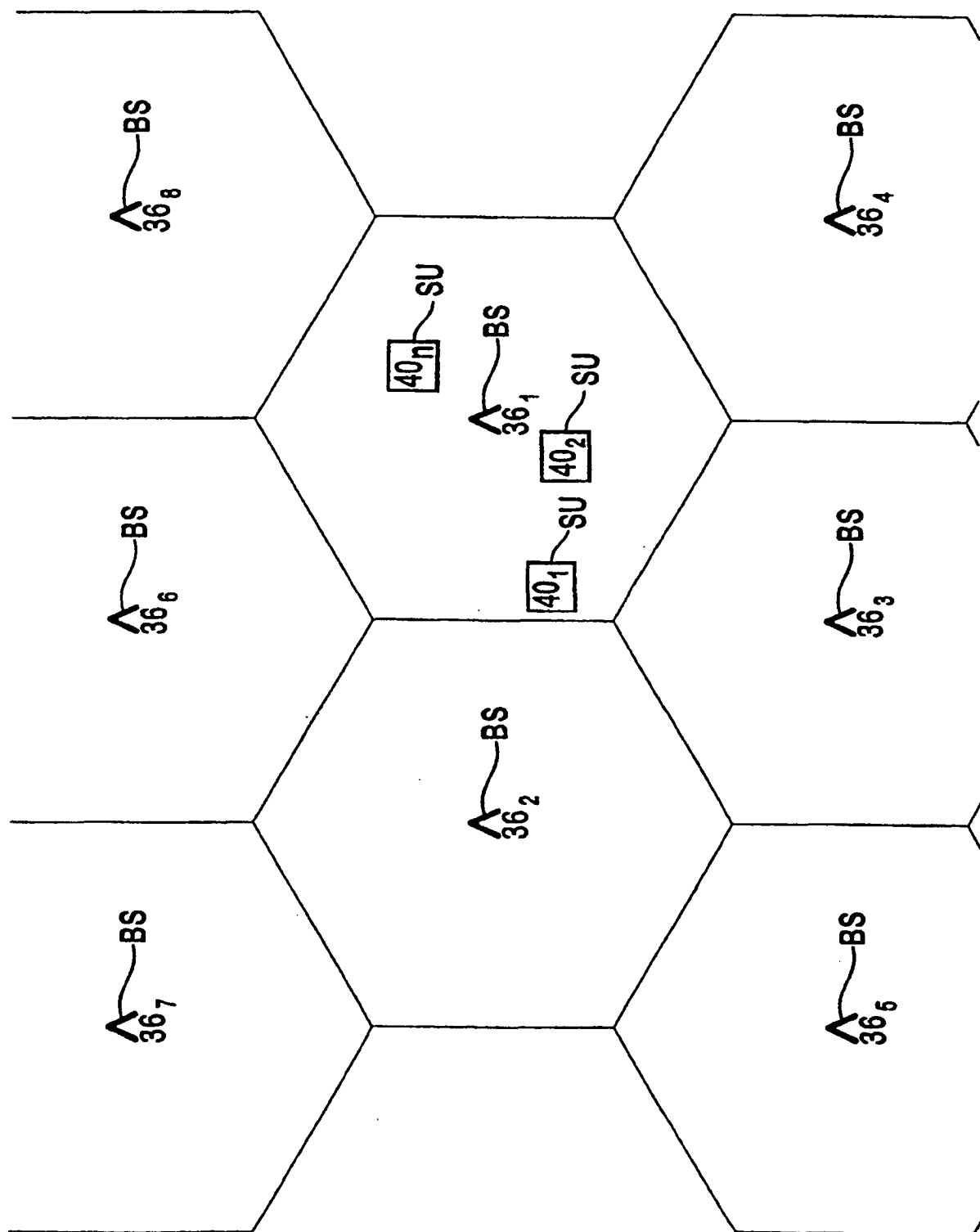
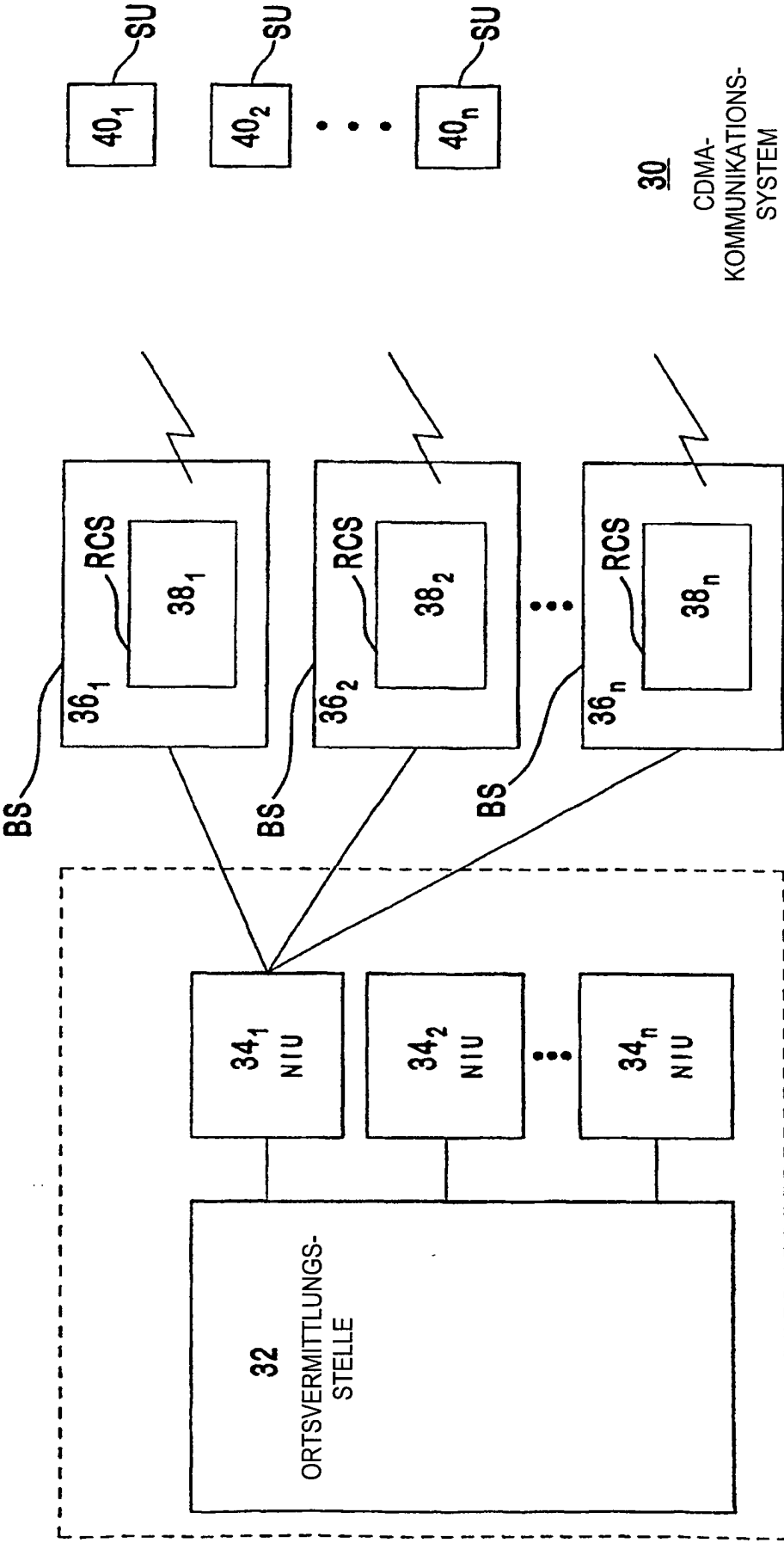


FIG. 2

FIG. 3



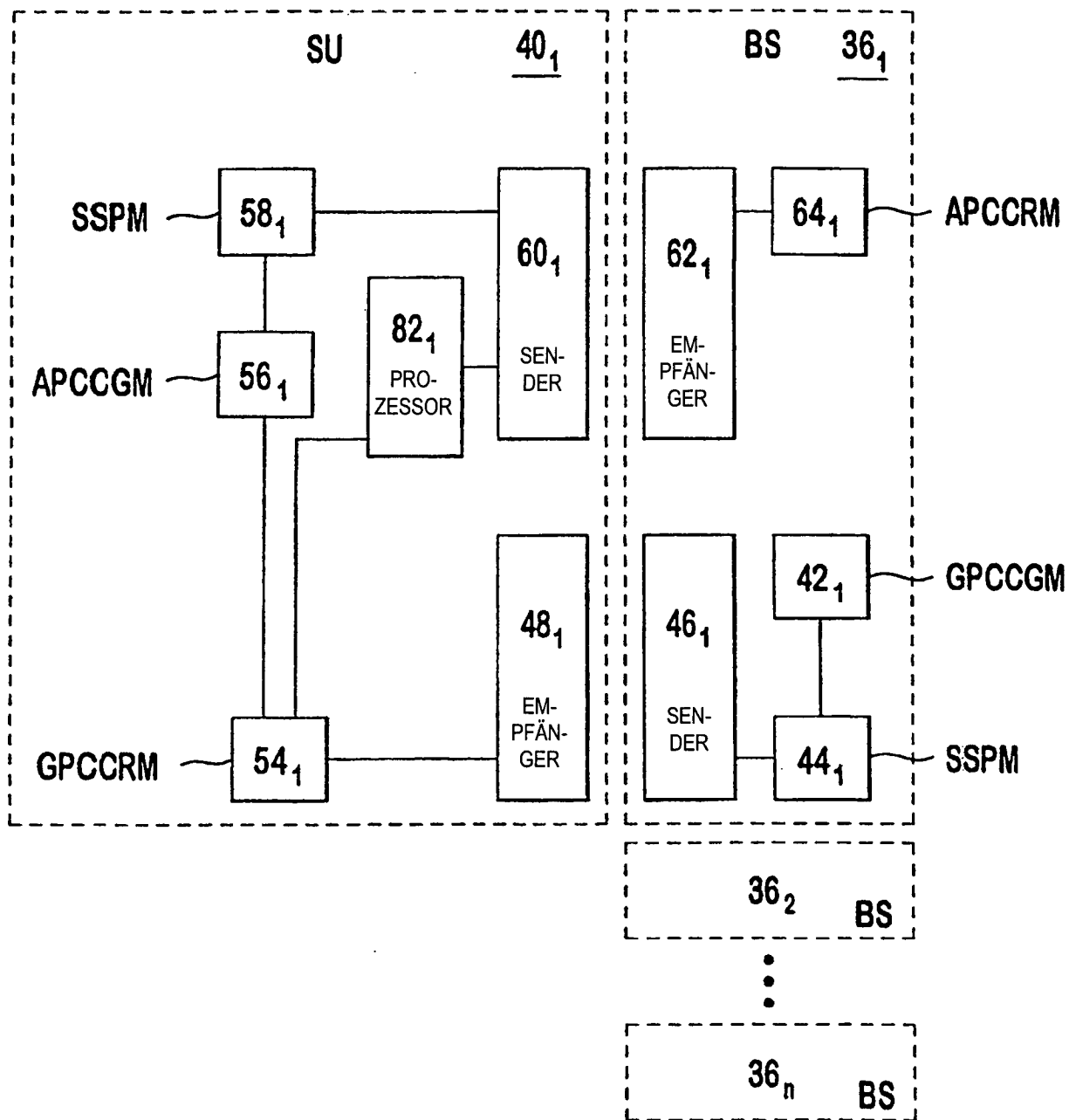
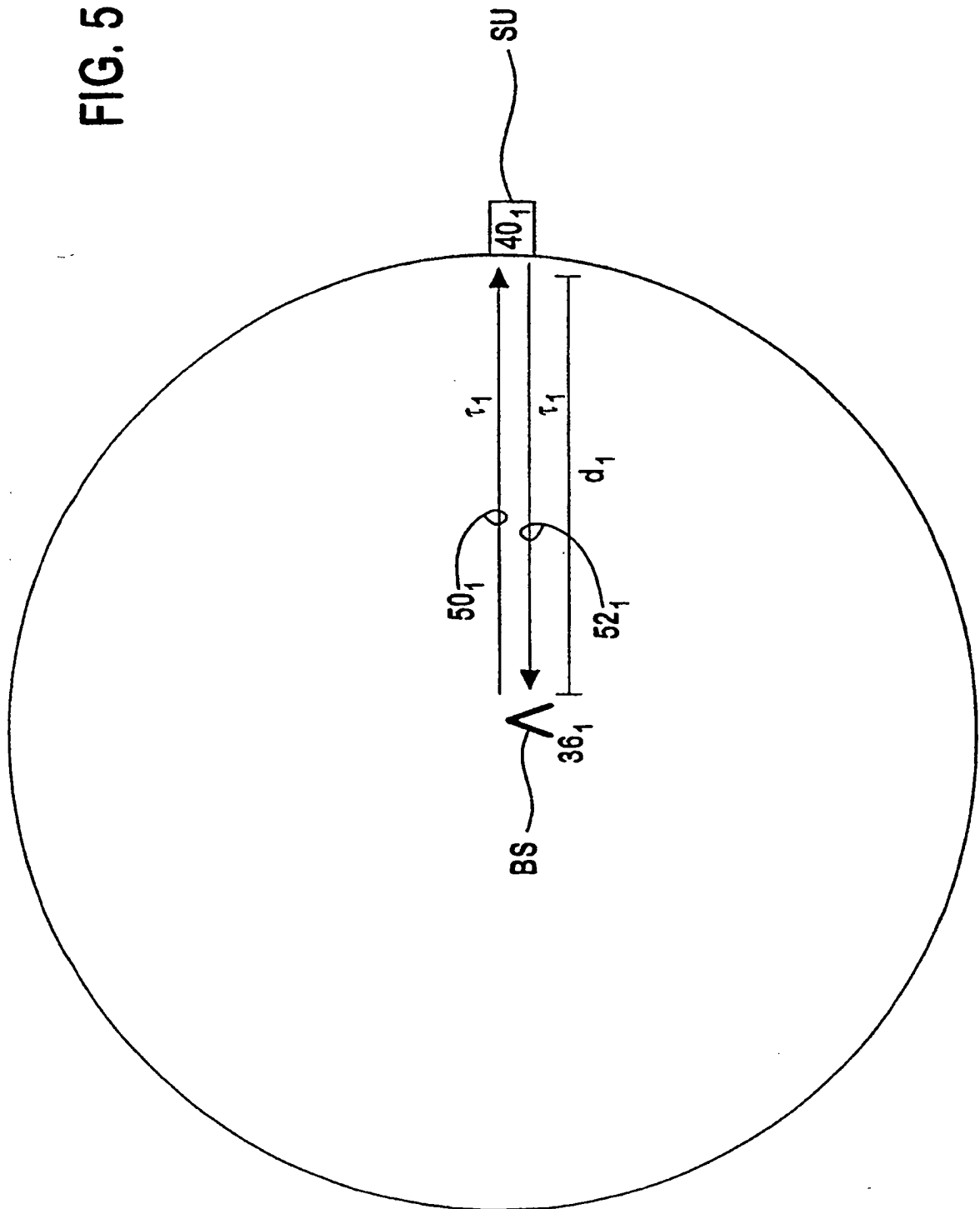


FIG. 4

FIG. 5



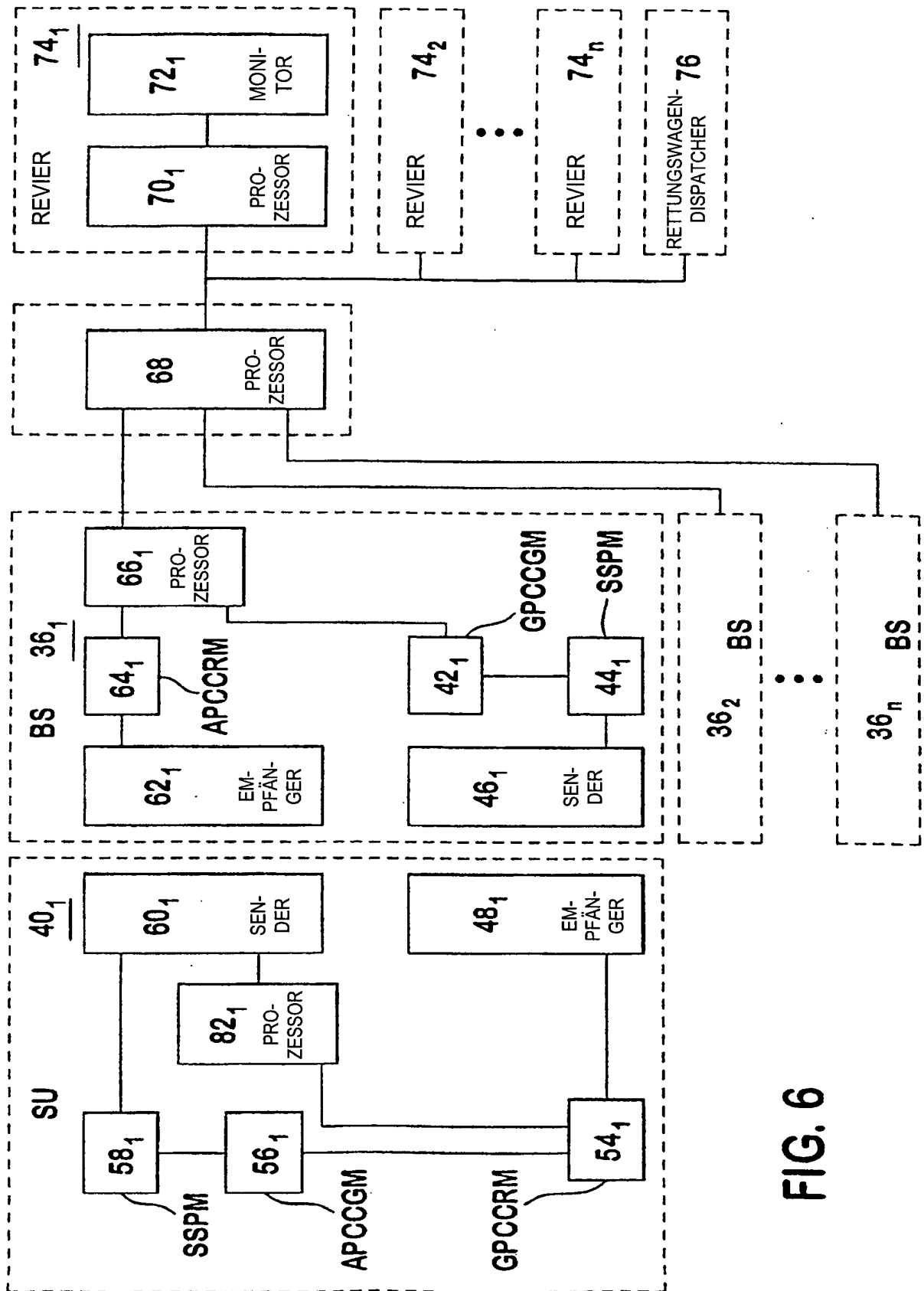
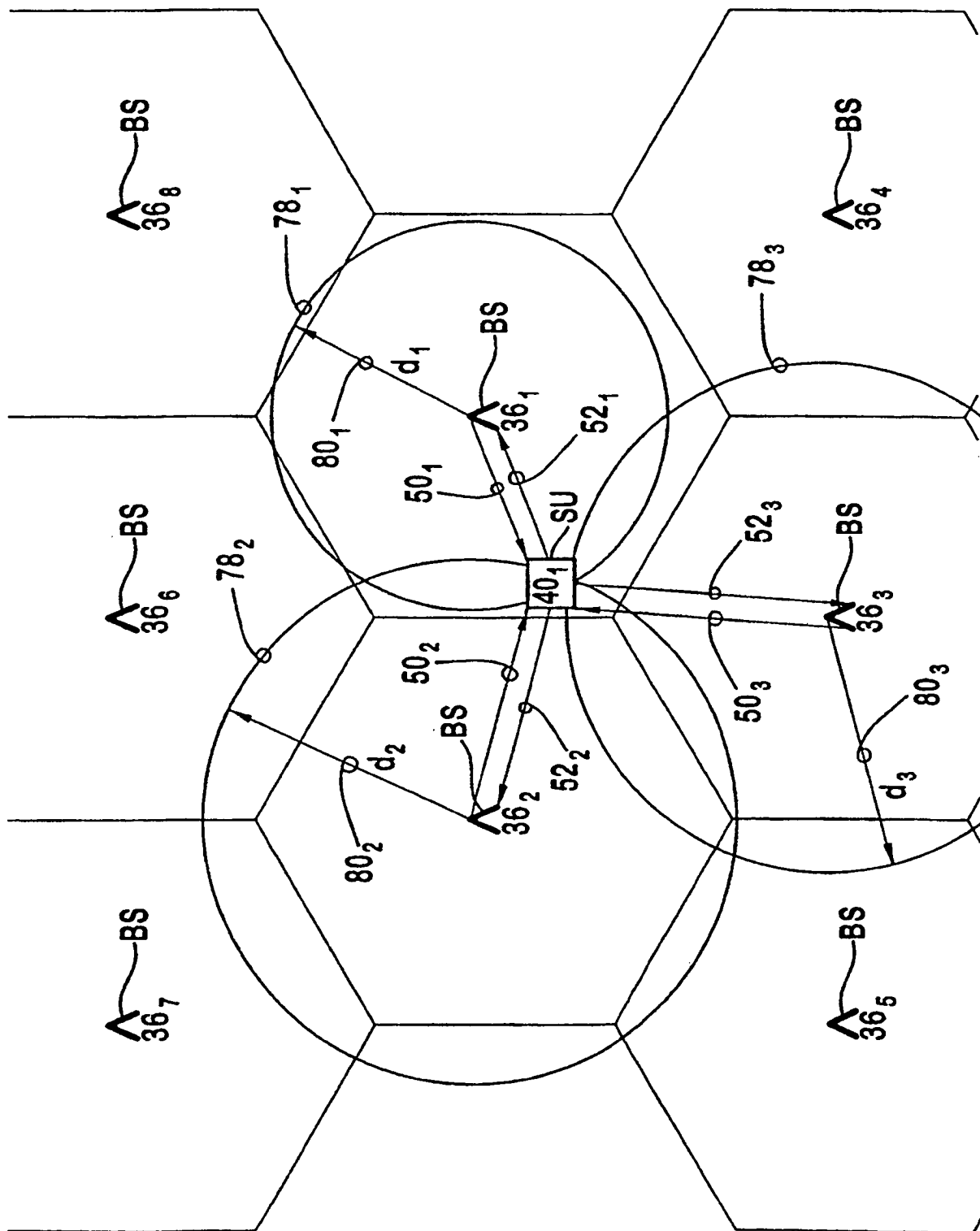


FIG. 6

FIG. 7



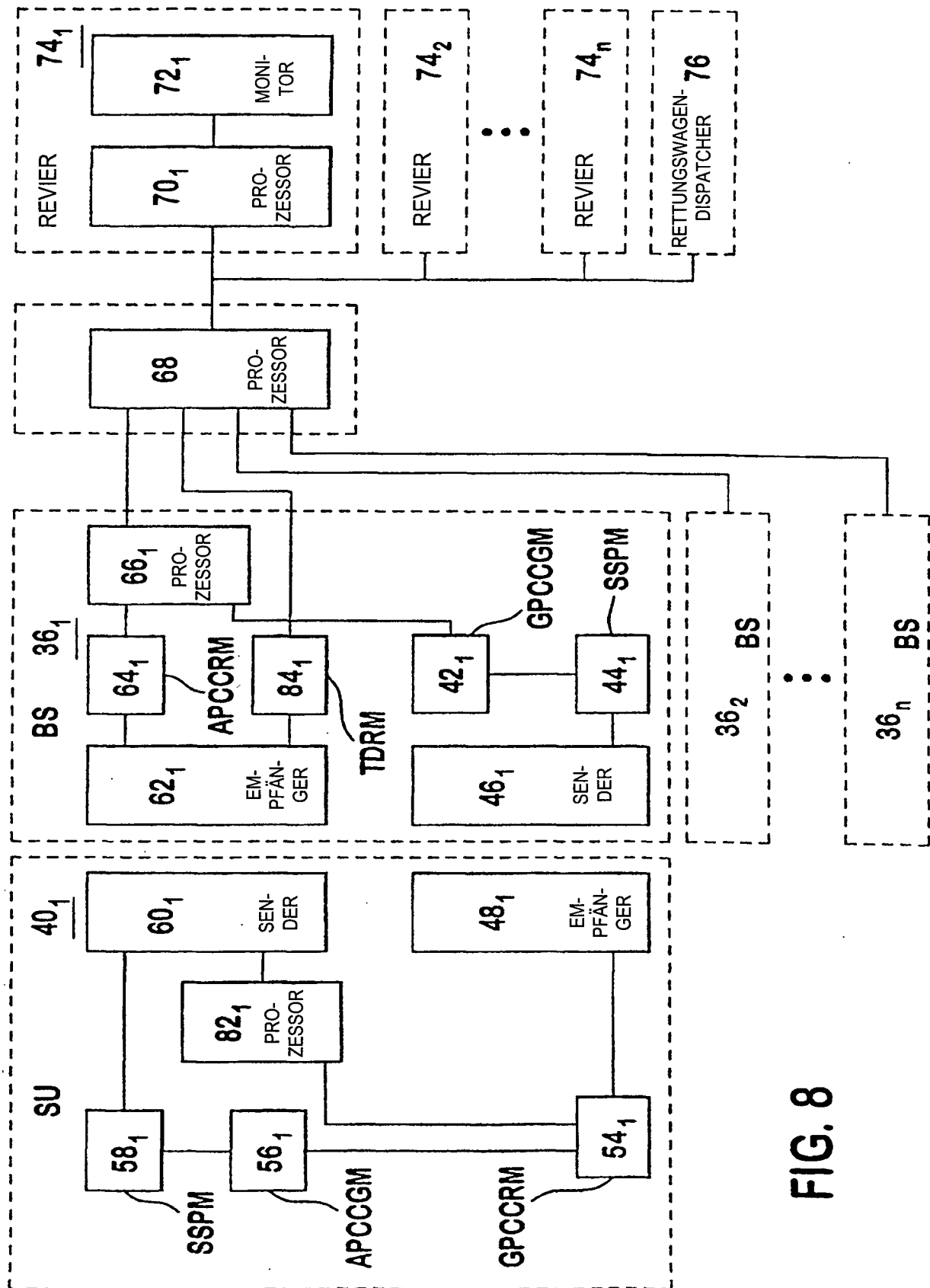


FIG. 8

FIG. 9

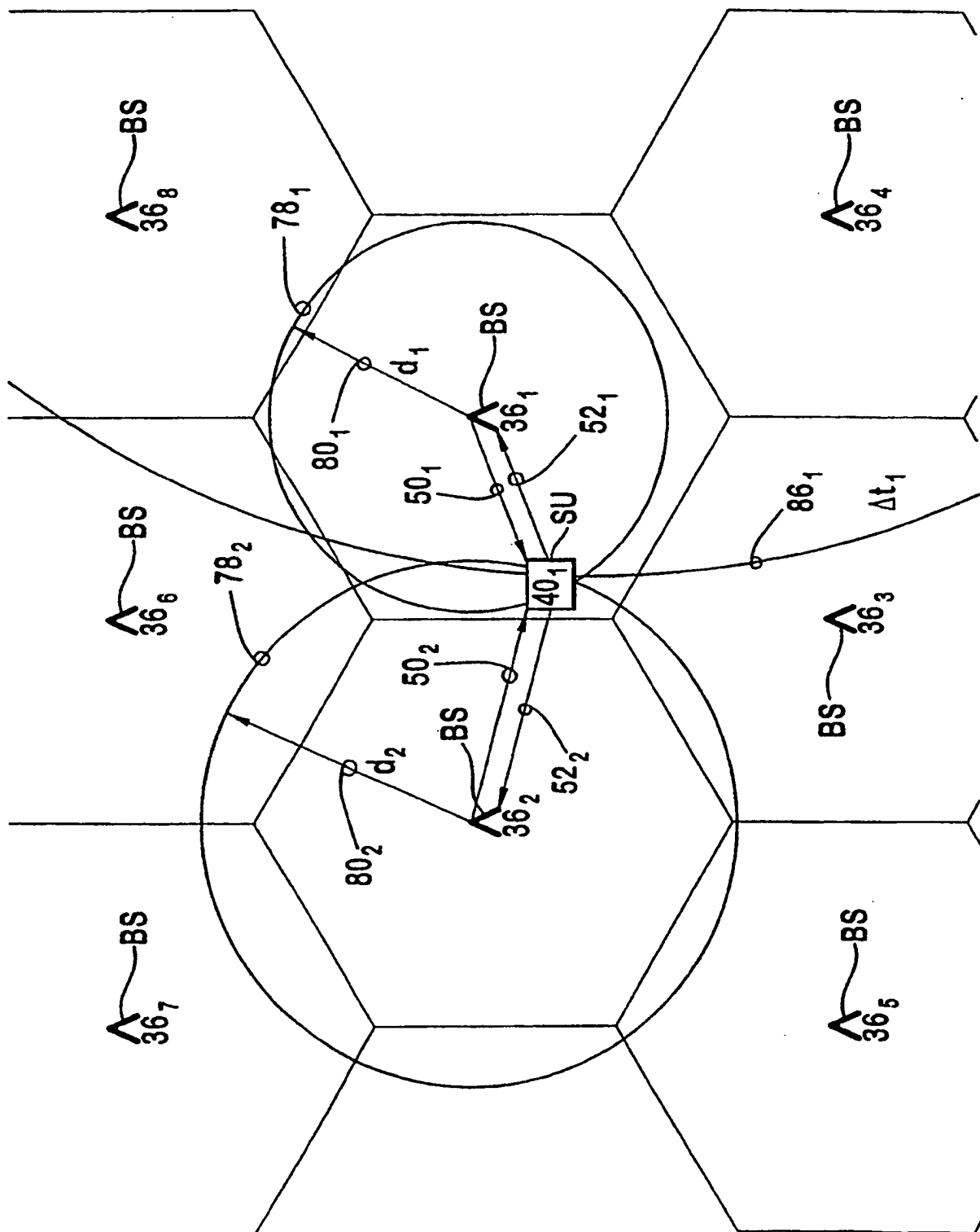
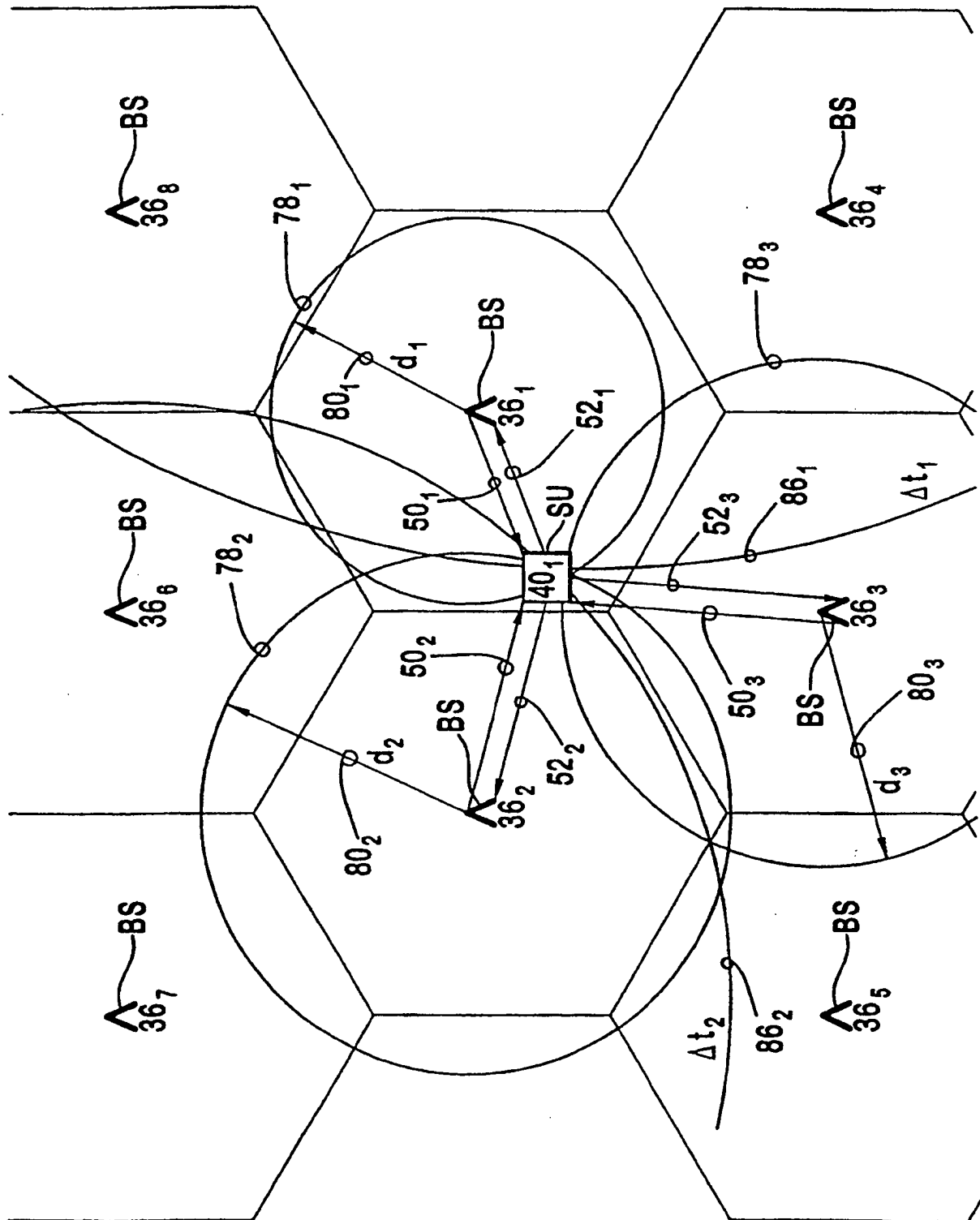


FIG. 10



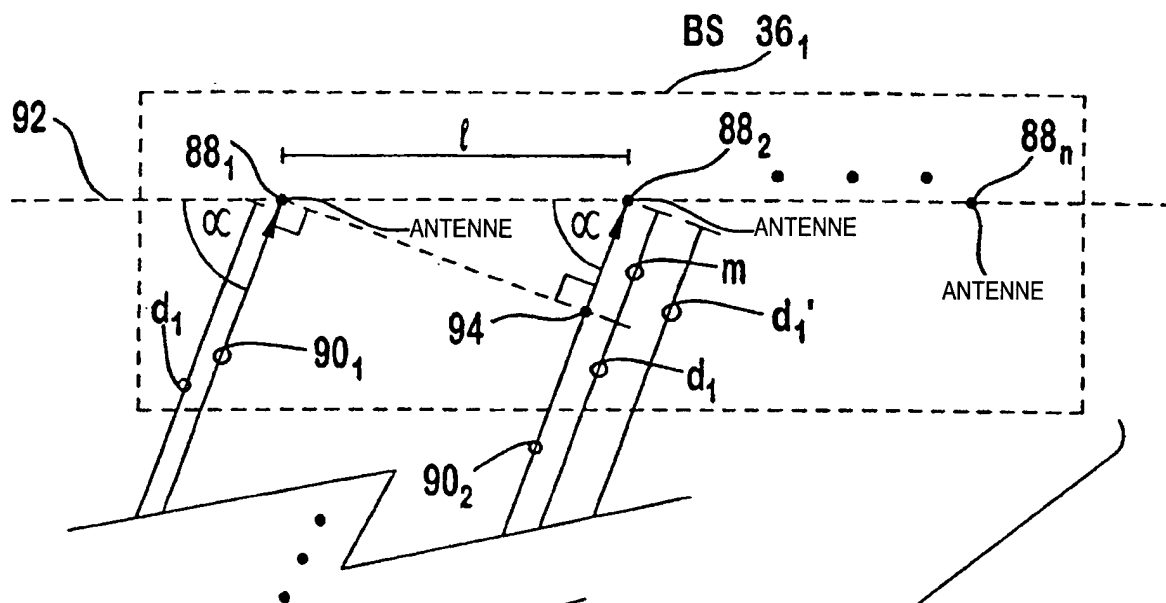


FIG. 11

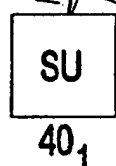
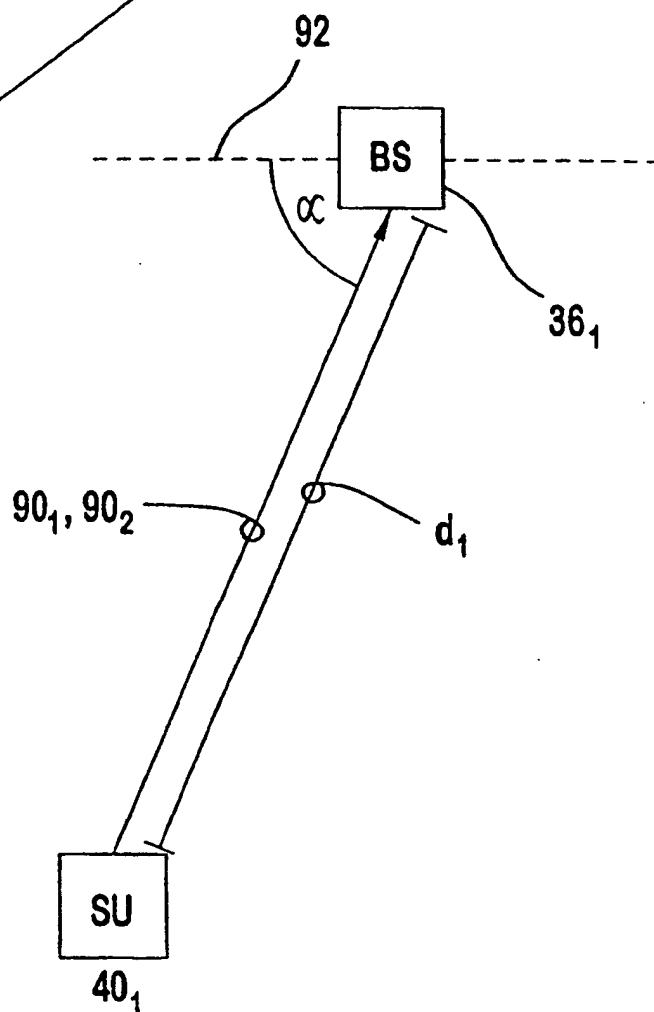


FIG. 12



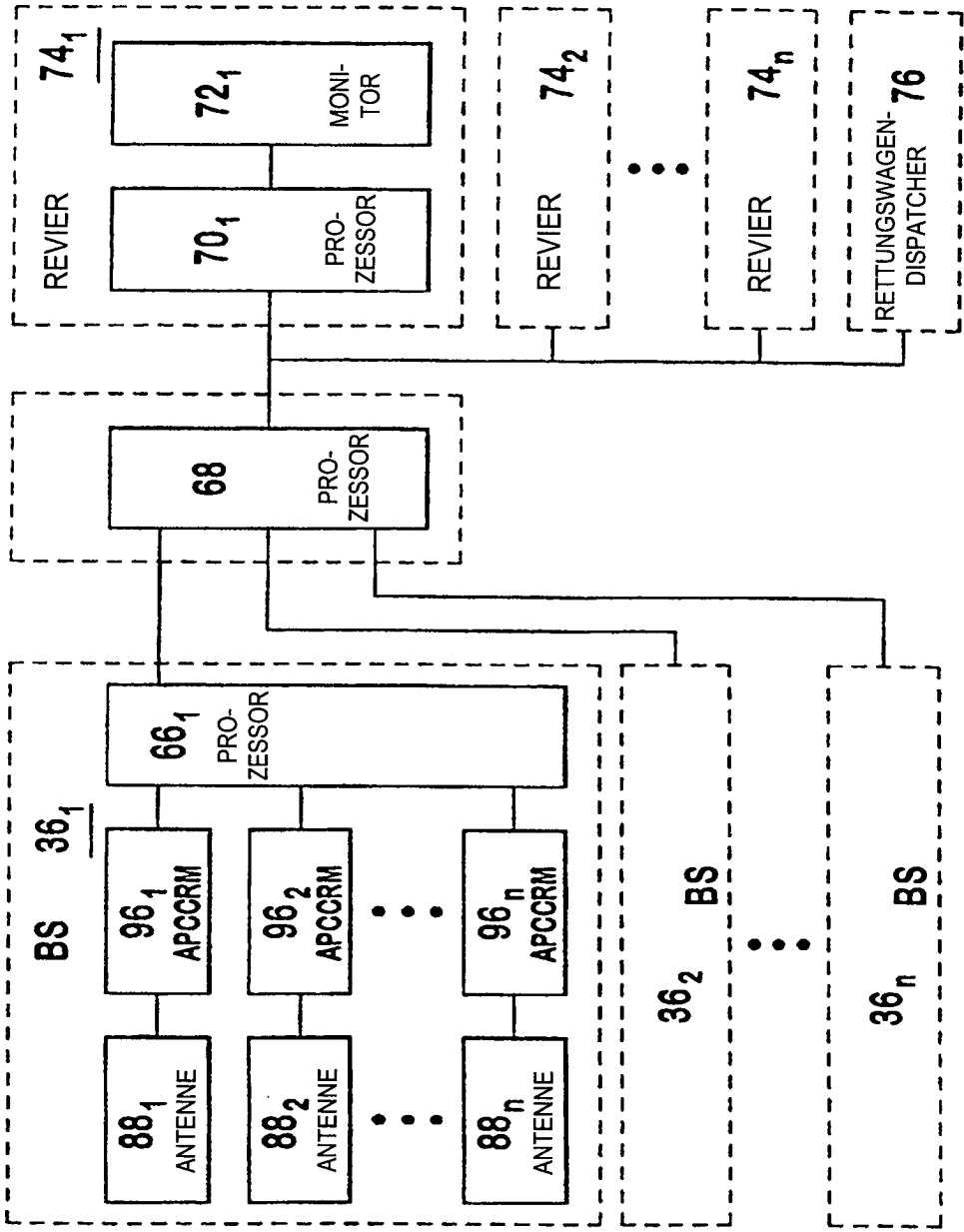


FIG. 13

FIG. 14

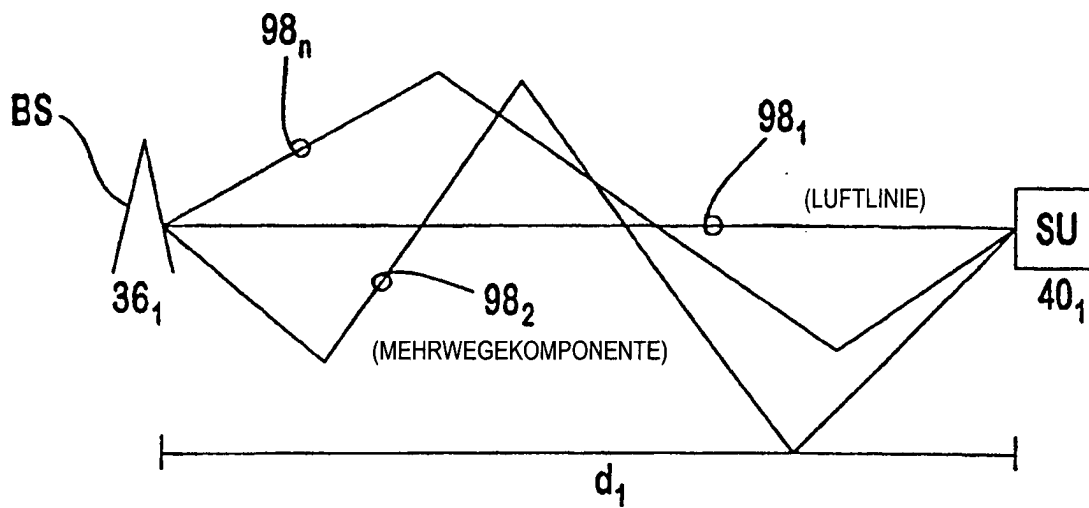
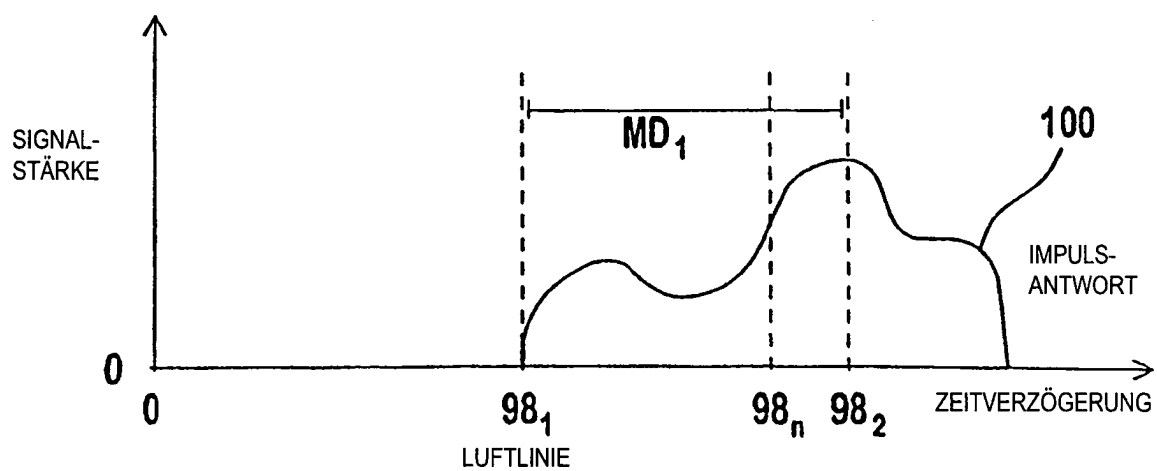


FIG. 15



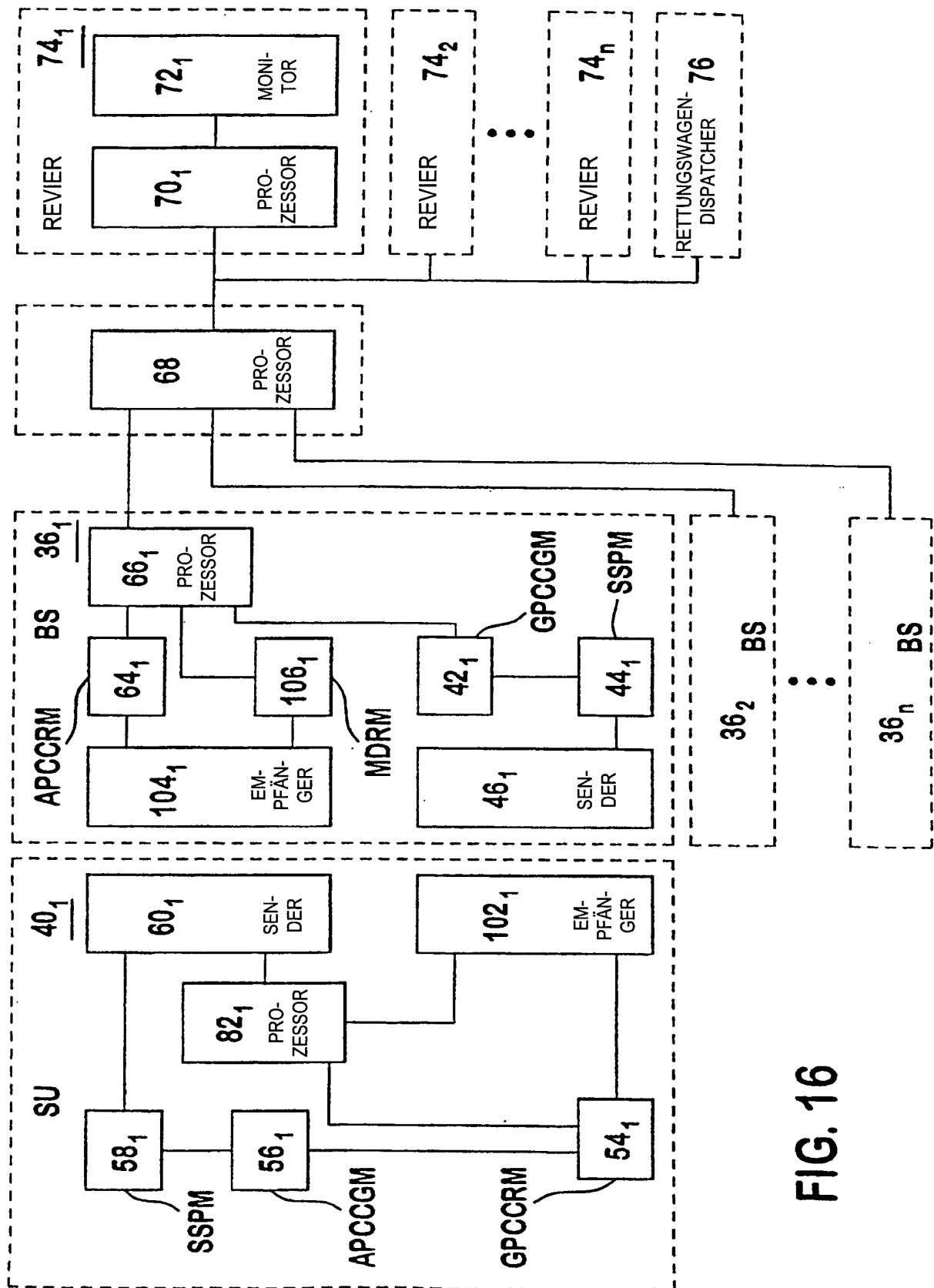


FIG. 16